

Összefüggések statisztikai elemzése

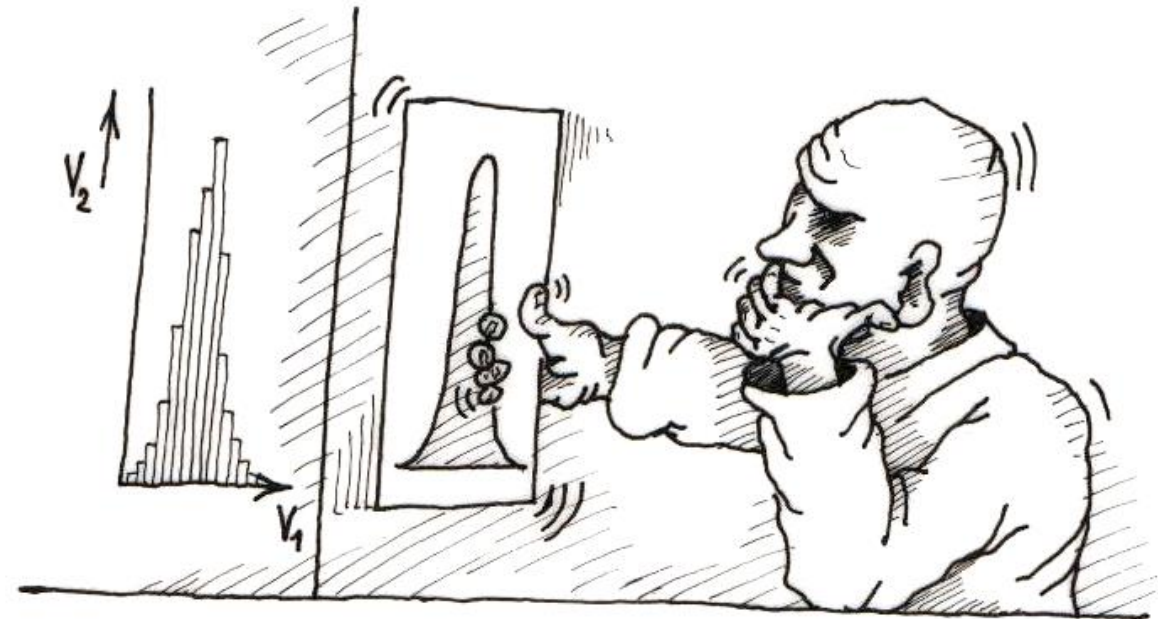
BBNPS01000

Készítette: Soltész-Várhelyi Klára

Statisztikai alapfogalmak:
Következtető statisztikák

Gyakoriság eloszlások

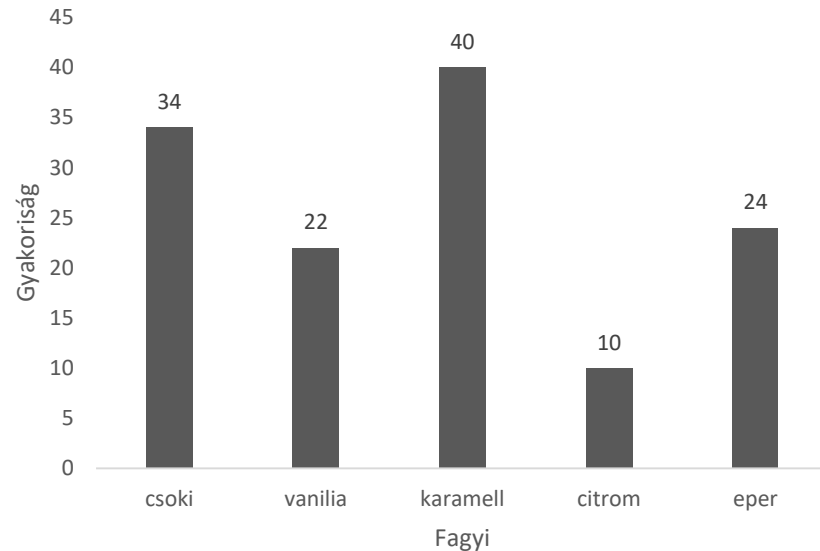
Honnan tudjuk egy érték valószínűségét?



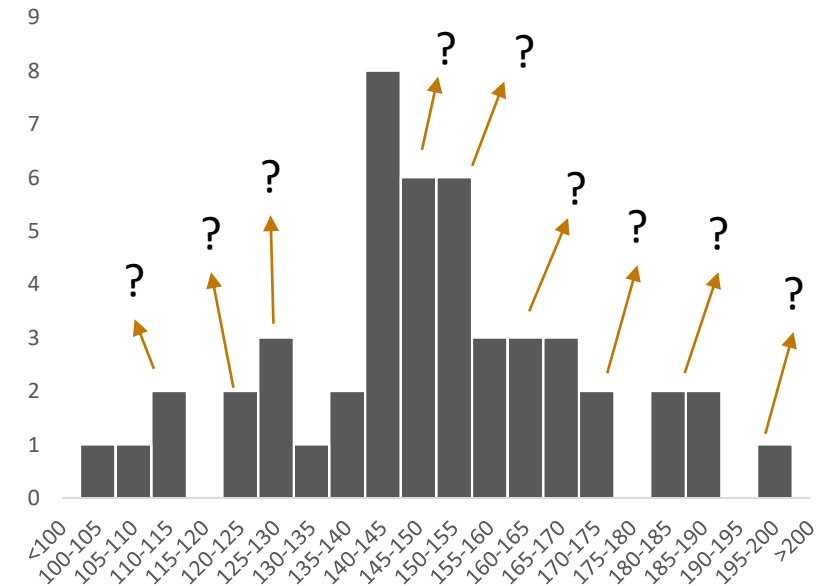
1998 G. Meixner

Nevezetes eloszlások és értékeik

- **?**: Az eddigi fagyifogyasztás alapján mennyi a valószínűsége annak, hogy a következő fagyi, amit kérnek, citrom lesz?
- **V**: Ez könnyű: Az eddigi 130 emberből 10 kért citromot: az emberek 7,7%-a kér citromot.

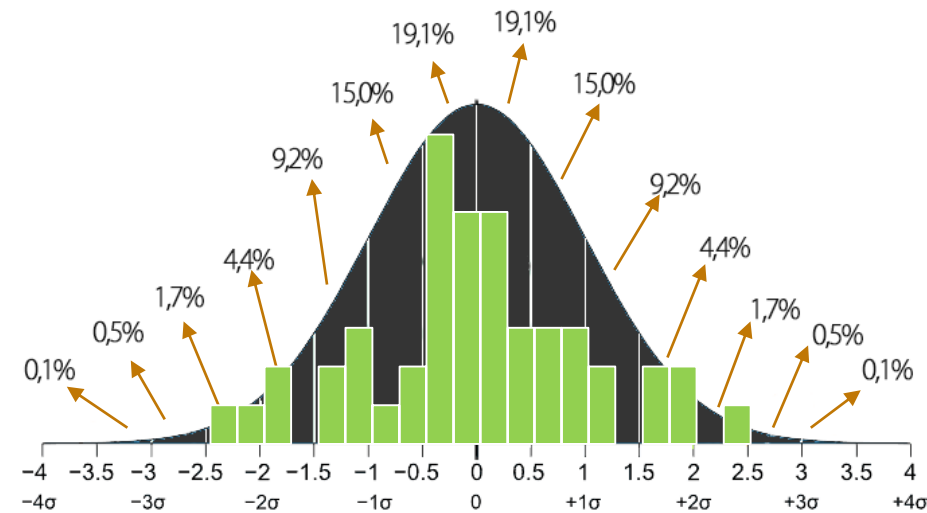
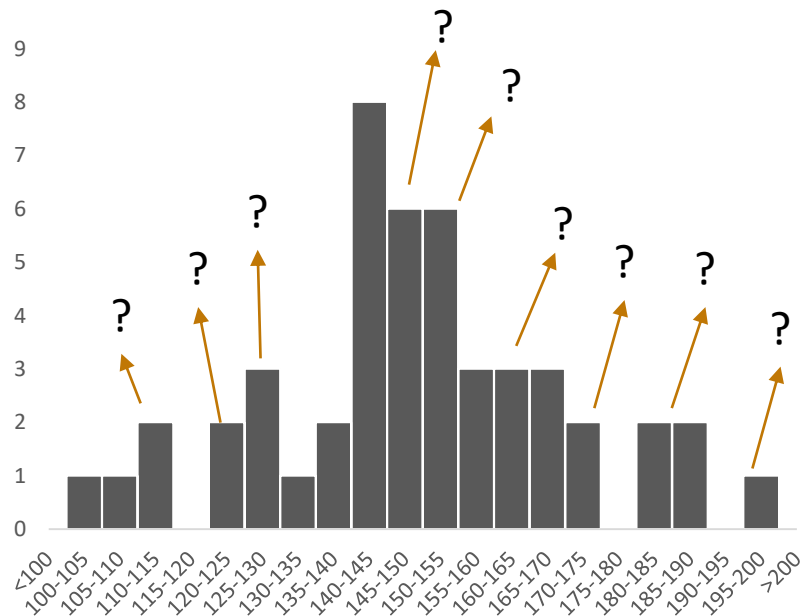


- **?**: Az eddigi magasság adatok alapján mennyi a valószínűsége annak, hogy a következő személy 170-180 cm között lesz?
- **V**: Bonyolultabb esetben (pl. folytonos változóknál), nehéz a valószínűségeket kiszámítani



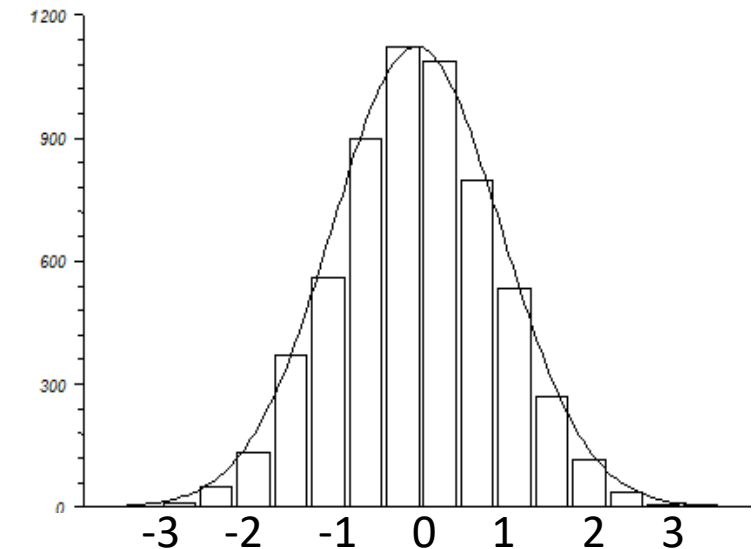
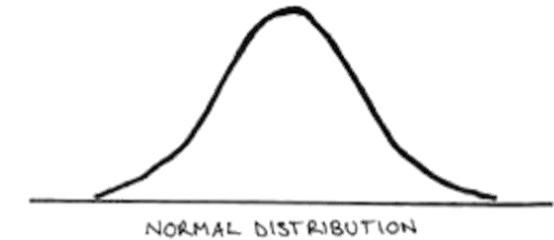
Nevezetes eloszlások és értékeik

- Bonyolultabb esetekre nehéz lenne kiszámolni a valószínűségeket.
 - Léteznek táblázatok nevezetes eloszlásokra, melyek megadják, hogy egy adott statisztikai értékhez (adott paraméterek esetén) milyen valószínűség tartozik.
 - Meg kell feleltetnünk a saját mért adatainkat egy nevezetes eloszlás statisztikai értékeinek, és az adott statisztikai értékhez tartozó valószínűséget fogjuk a mi adatainkhoz is feltételezni.
- Tananyagban szereplő, ismert eloszlások: **Normál eloszlás**, t-eloszlás, χ^2 -eloszlás, F-eloszlás



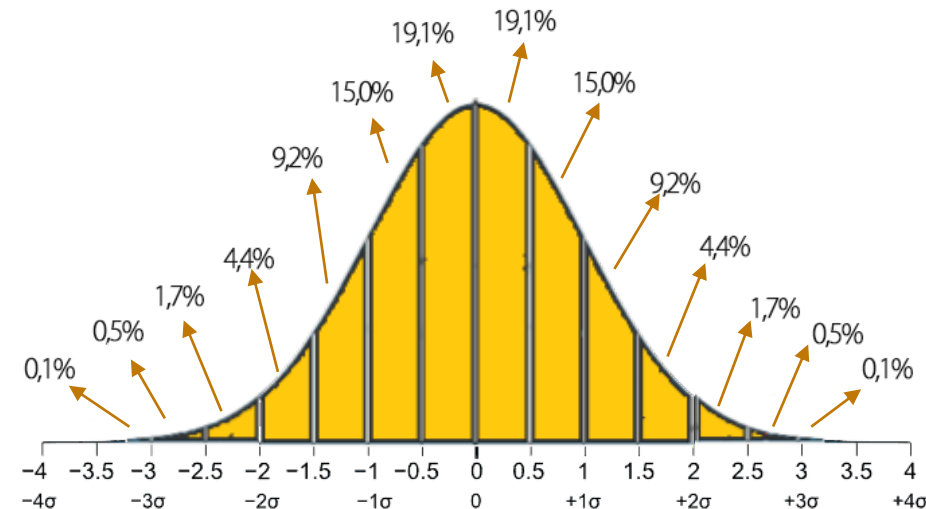
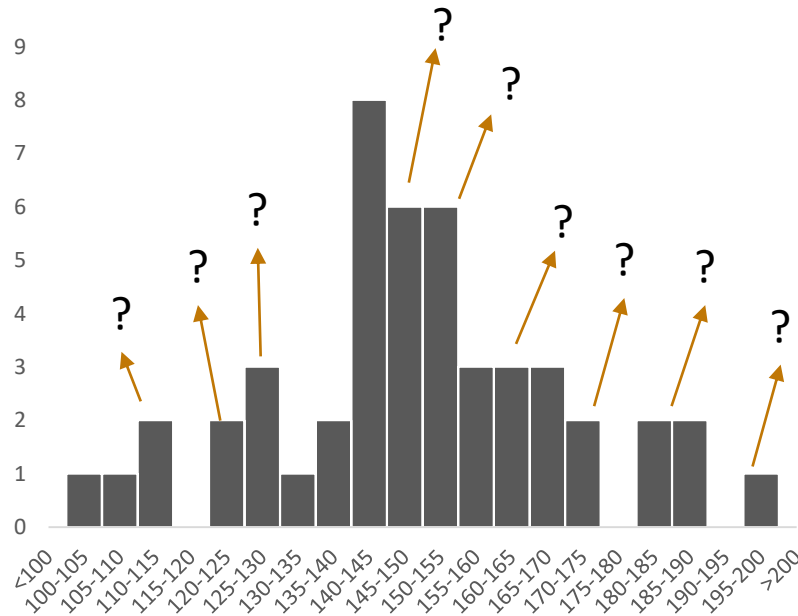
Normál eloszlás

- **Normál** vagy **Z** vagy **Gauss-eloszlás**
 - Tulajdonságai
 - **Folytonos** változók eloszlásának leírására alkalmas
 - **Unimodális** (egy csúcsú)
 - **Szimmetrikus** az átlag körül
 - **Haranggörbe alakú** – a legtöbb egyed az átlag körül helyezkedik el, majd ahogy távolodunk a középponttól, egyre kevesebb egyed van, aki az adott értéket felveszi.
 - Bár értéke az egész számsíkon nézve soha nem csökken nullára, három szórás távolságra gyakorlatilag annak tekintetű
 - Statisztikai értéke a **z-érték**, mely **átlaga 0, szórása 1**



Normál eloszlás – z-érték

- A normál eloszlás Z-értékeihez tartozó valószínűségeket ismerjük, azokat táblázatba foglalták. (Például kikereshető, hogy -1-es Z-érték alatt van az értékek 15,86%-a, 2-es Z-érték felett az értékek 2,27%-a, -1 és -0,5 között 15%, -2 és +2 között 95,55%)
- Ahhoz, hogy a mi mintánkra is használható legyen ez a táblázat, a mintánk pontjait meg kell feleltetni a normál görbe Z-értékeinek (meg kell határozni, hogy pl. a 180 cm-hez milyen Z-érték tartozik).
 - A kettő nagyon különbözik: a normálgörbe átlaga=0 és szórása=1, a mi mintánk átlaga=149,06 és szórása=21,02.... Hogyan lesz ez összehasonlítható?
 - Lineáris transzformációkkal alakítsuk át a mintánk úgy, hogy az ő átlaga is 0 és szórása 1 legyen!

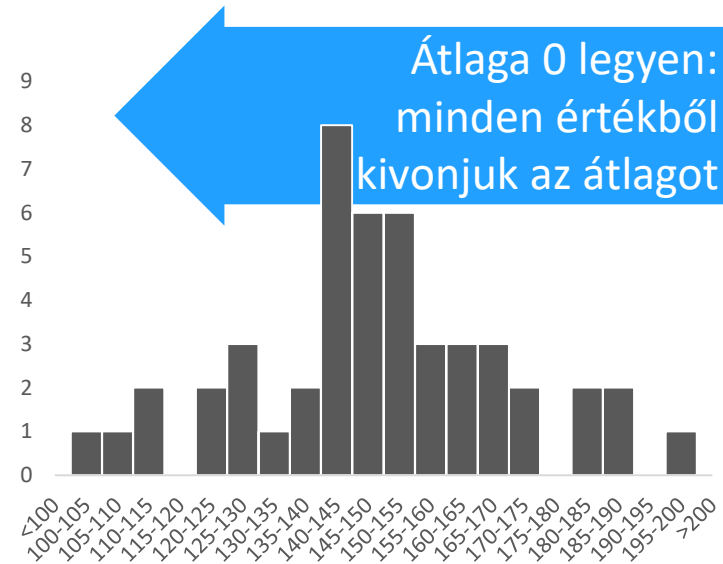


Normál eloszlás – z-érték

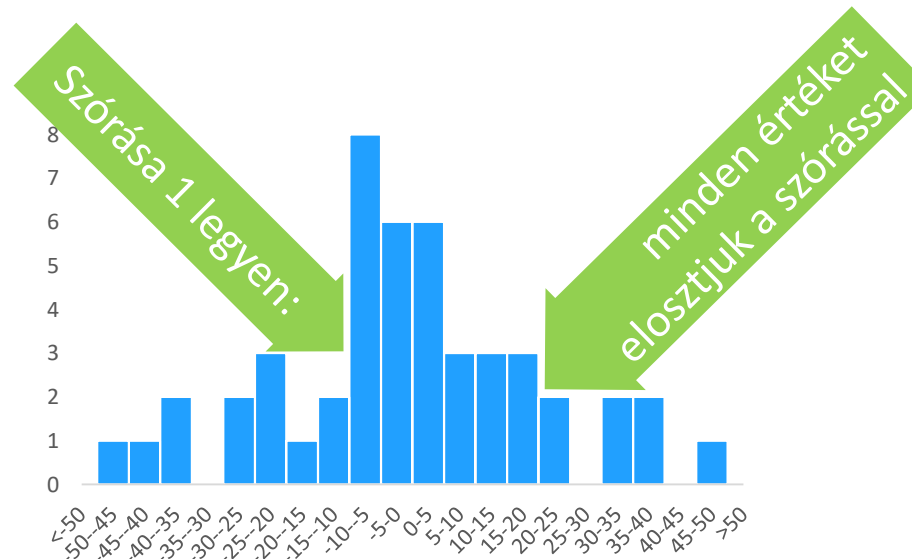
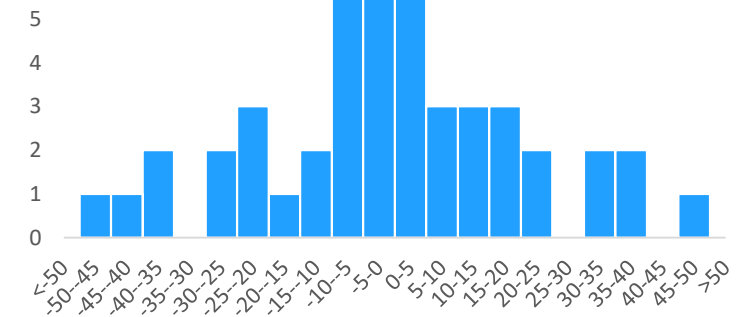
- **Standardizálás / z-érték:**

- $$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s}$$

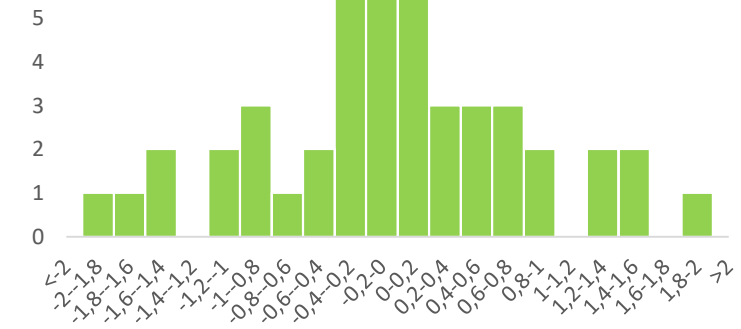
- A minta értékeiből kivonva a mintaátlagot, az új minta átlaga 0 lesz
- A minta értékeit elosztva szórással, az új minta szórása 1 lesz
- Az így kapott új értékeket z-értékeknek nevezzük



Ezzel csak annyi történt, hogy a görbét eltoltuk az x-tengelyen.

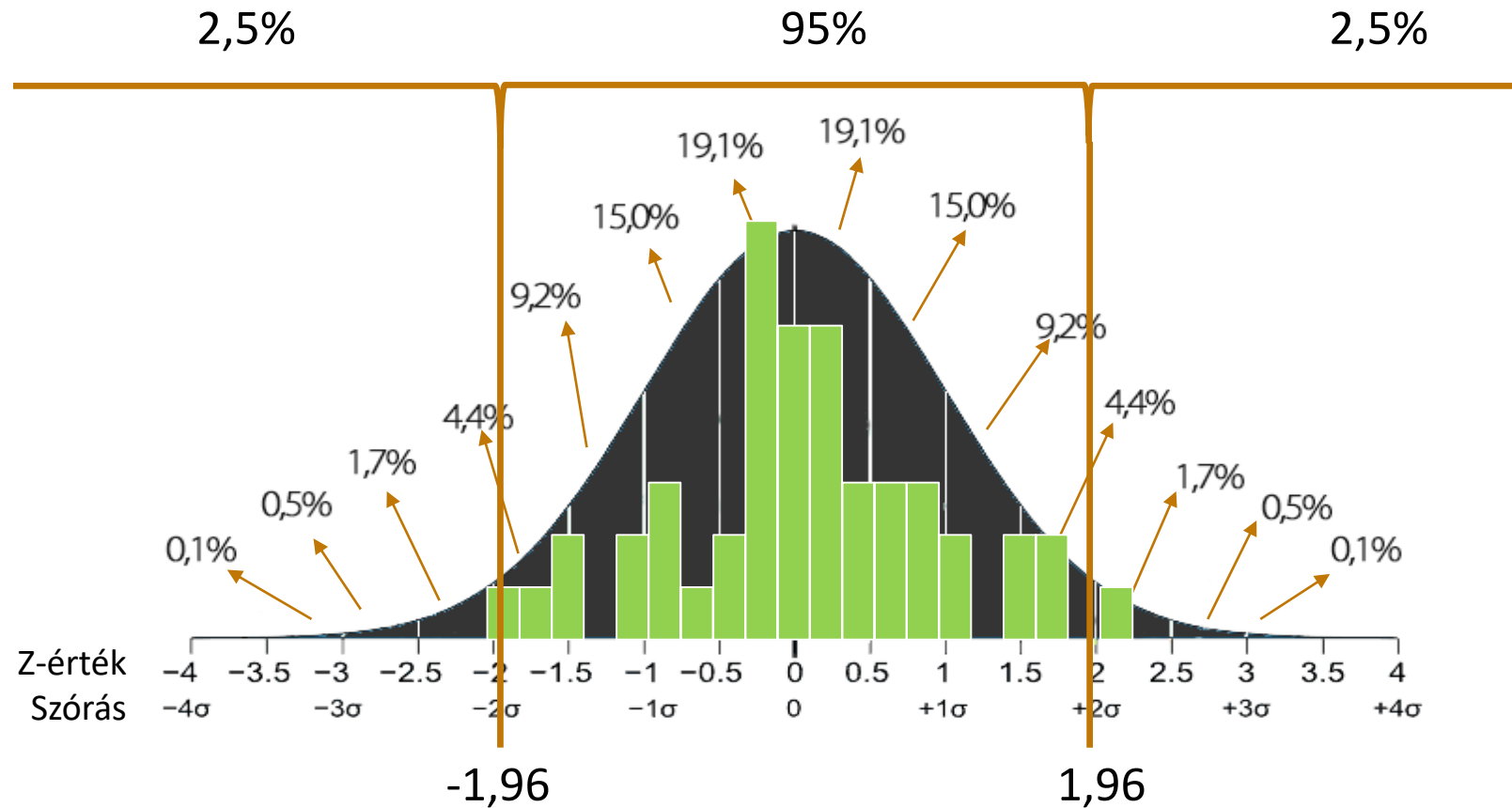


Ezzel csak átskáláztuk az eloszlásgörbét („lekicsinyítettük / felnagyítottuk”)



Normál eloszlás – z-érték

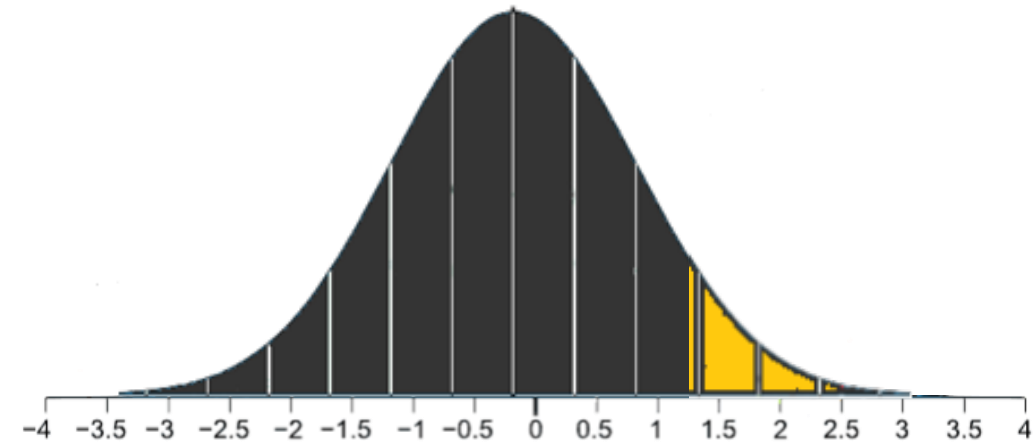
- Az így kapott z-értékek eloszlása már összevethető a standard normál eloszlással.



- Egy fontos z-érték: ± 1.96** , ez az eloszlás felső és alsó 2,5% vágja le (összesen a szélső 5%-ot), tehát az adatok 95%-a a ± 1.96 -os z-érték közé fog esni

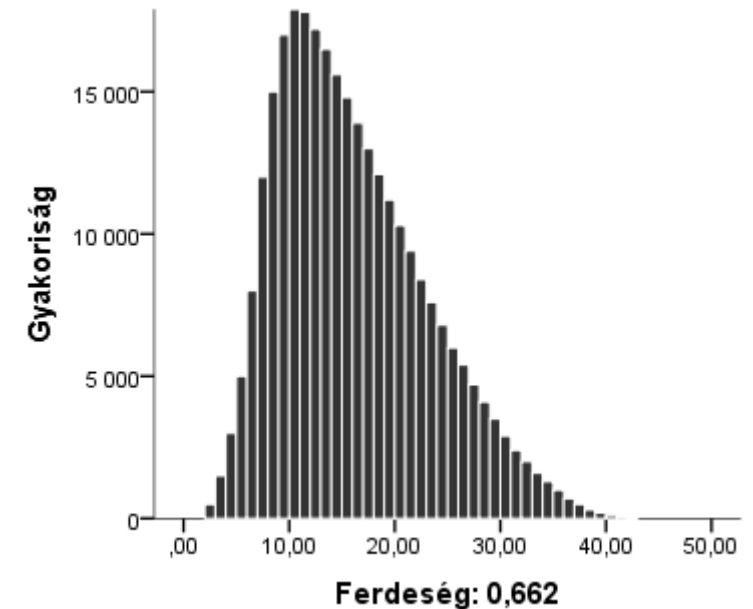
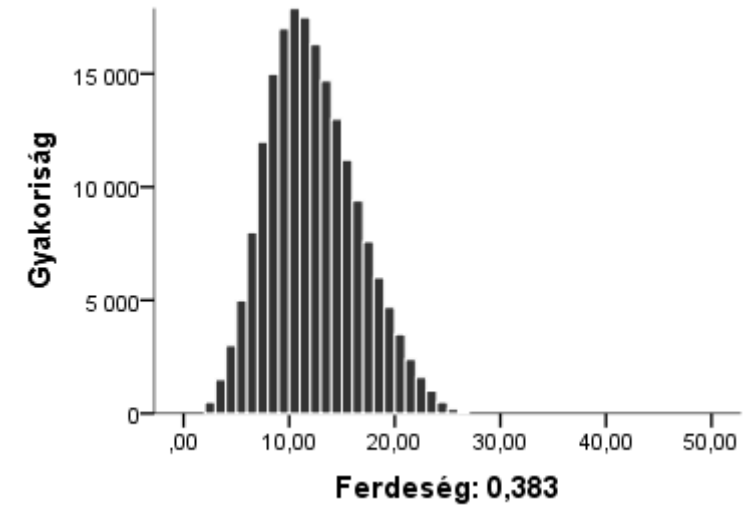
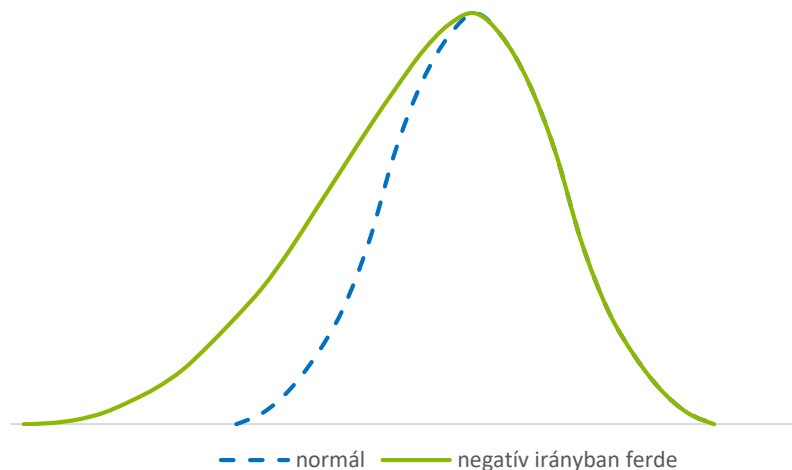
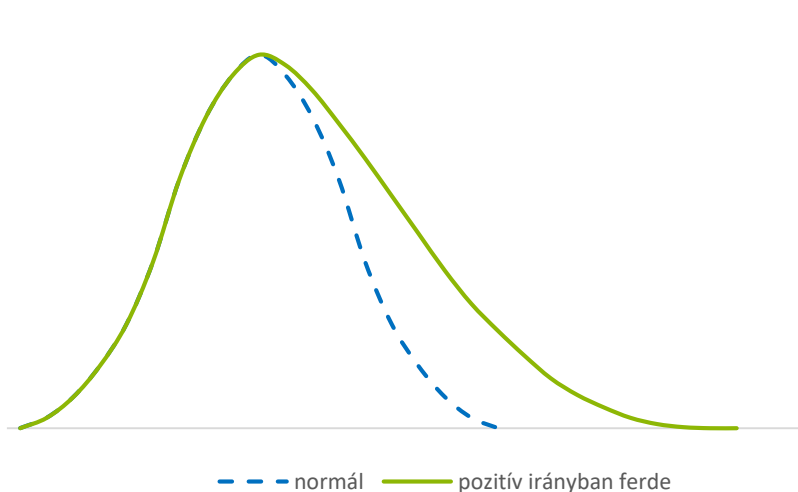
Normál eloszlás – z-érték

- Kérdés:
 - Van egy tinédzserekből álló mintánk. A magasság átlaga=149,06 és szórása=21,02. Mennyi a valószínűsége, hogy egy tini 180cm-nél magasabb legyen?
- Hogyan válaszoljuk meg?
 - 1. Keressük meg a 180cm-hez tartozó Z-értéket:
$$Z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{s} = \frac{180 - 149,06}{21,02} = 1,47$$
 - 2. Keressük ki a normáltáblából, hogy mi a kapott Z-értékhez tartozó jobb oldali valószínűség
 - A táblázatból kikeresve a Z=1,47-es érték feletti részhez a 7,215% valószínűség tartozik.
- Válasz:
 - Annak valószínűsége, hogy egy tini 180cm-nél magasabb lesz, 7,215%, **feltételezve, hogy a magasság a populációban normál eloszlást követ, és a mintánk jól reprezentálja a populációt.**



Eltérés a normál eloszlástól

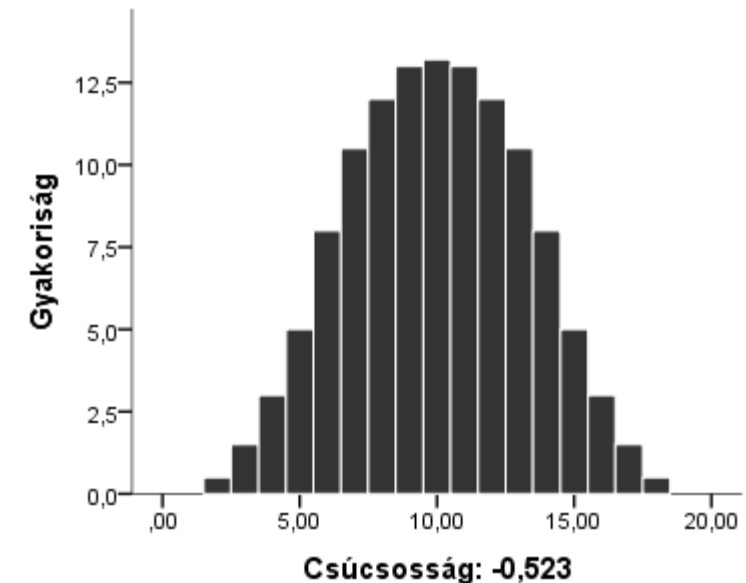
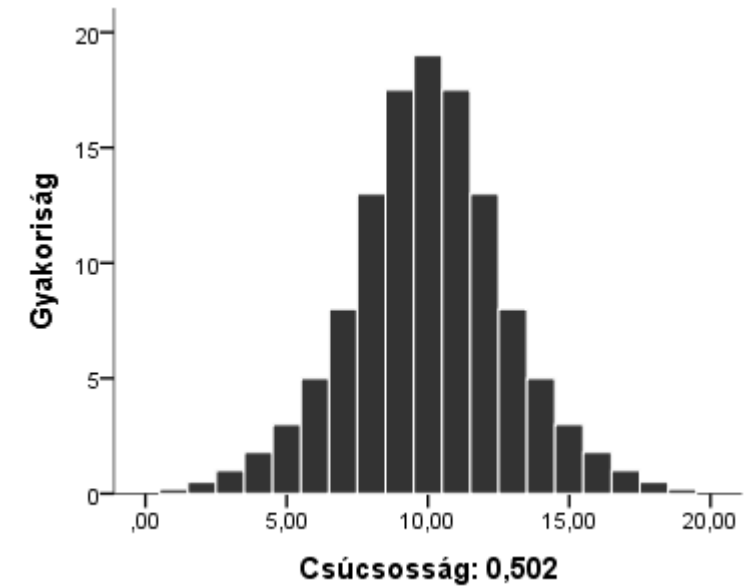
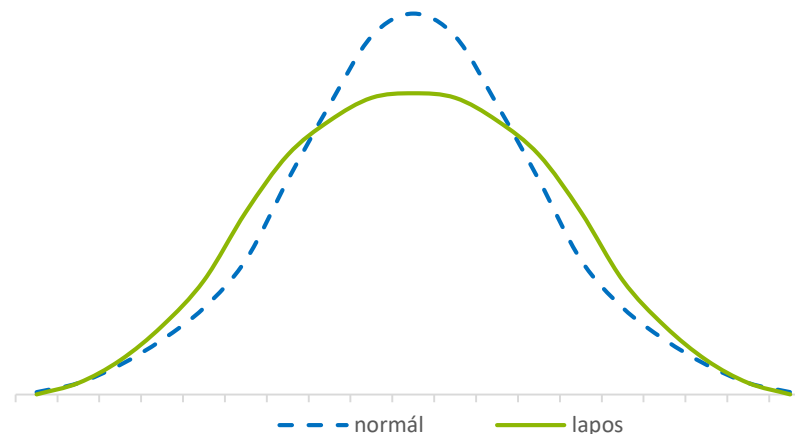
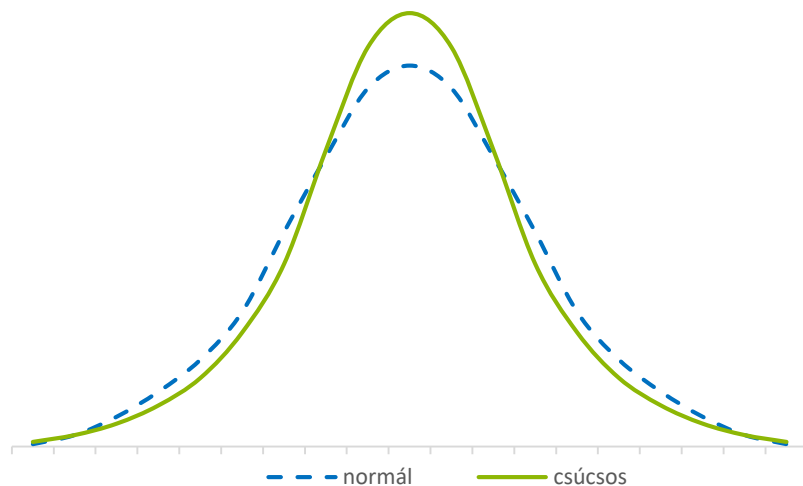
- Két fontos eltérés
 - Ferdeség (skewness) és csúcsosság (kurtosis)
- **Ferdeség:**
 - A normál eloszlás ferdesége 0 (szimmetrikus)
 - Pozitív ferdeség: az az eloszlásgörbe pozitív irányba nyúlik el
 - Negatív ferdeség: az eloszlásgörbe negatív irányba nyúlik el
 - Értéke az egész számegyenesen értelmezett, de ± 3 -at ritkán haladja meg



Eltérés a normál eloszlástól

- **Csúcsosság:**

- A normál eloszlás csúcsossága 0
- Pozitív csúcsosság: az az eloszlásgörbe csúcsos
- Negatív csúcsosság: az eloszlásgörbe lapos
- Értéke az egész számegyenesen értelmezett, de ± 3 -at ritkán haladja meg
- Az eloszlásgörbe csúcsossága és a szórás között negatív összefüggés van: minél csúcsosabb az eloszlásgörbe, annál kisebb a minta szórása



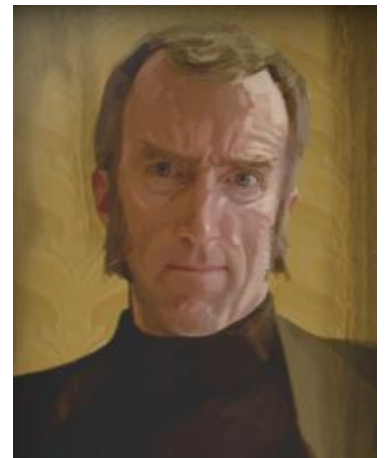
Normál eloszlás a valóságban



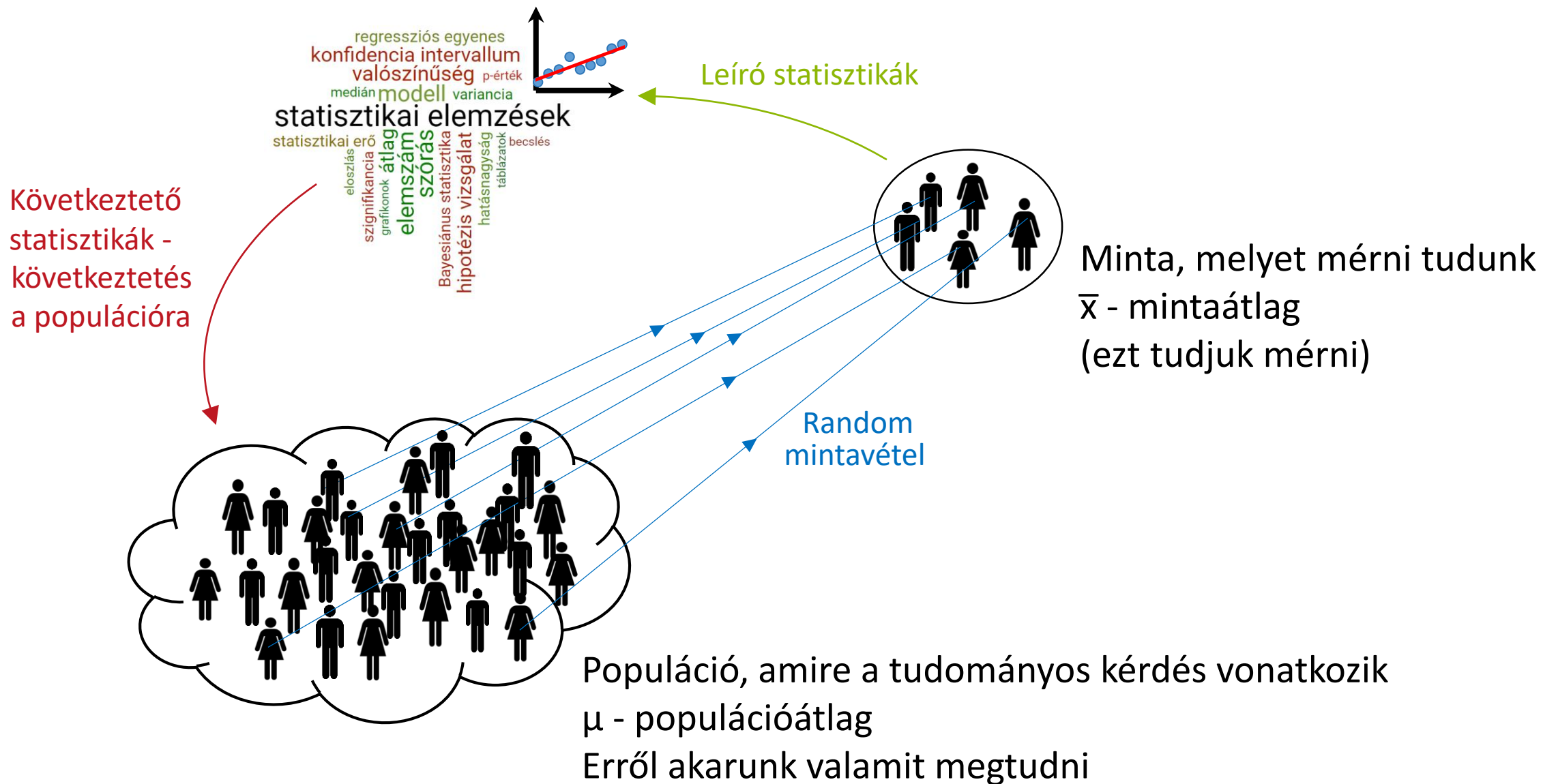
Statisztikai modellek

„I'll be honest, we're throwing science at the wall here to see what sticks.”

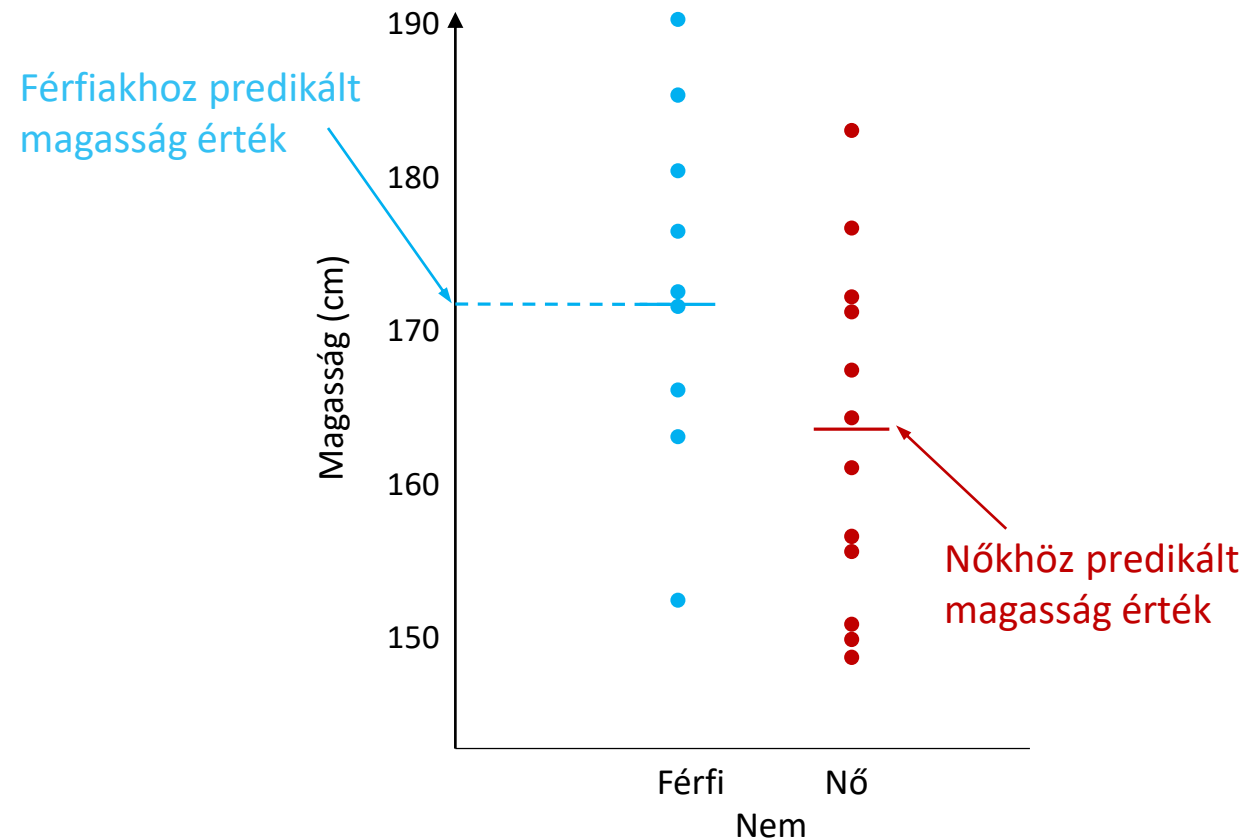
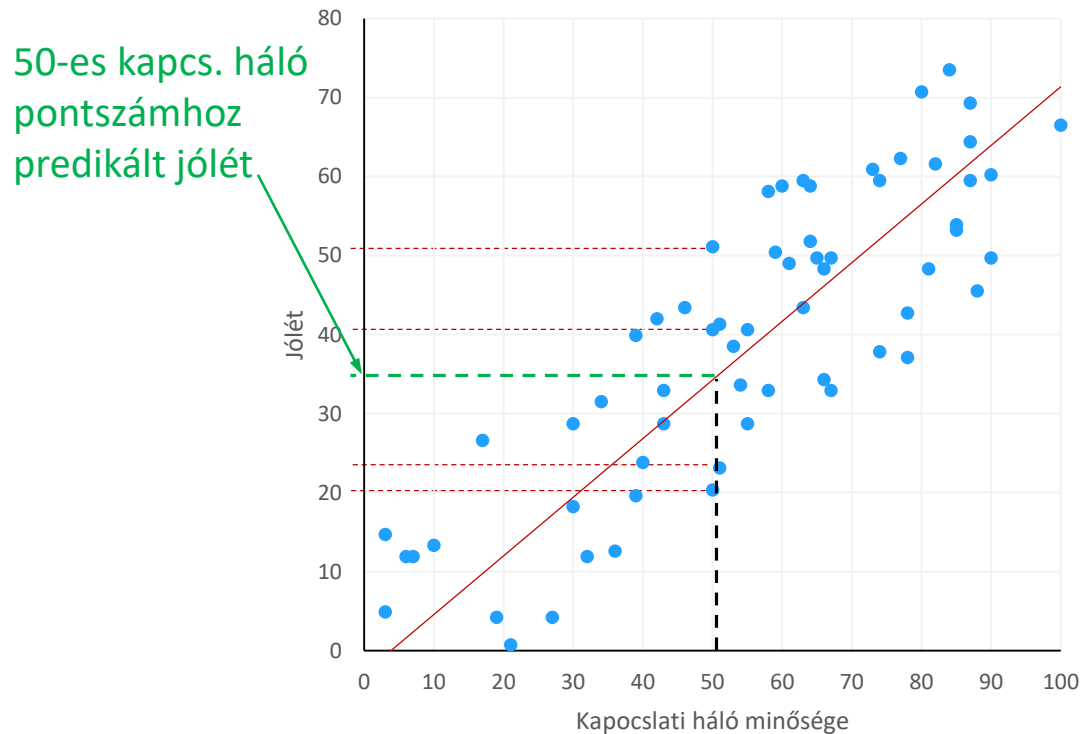
Cave Johnson



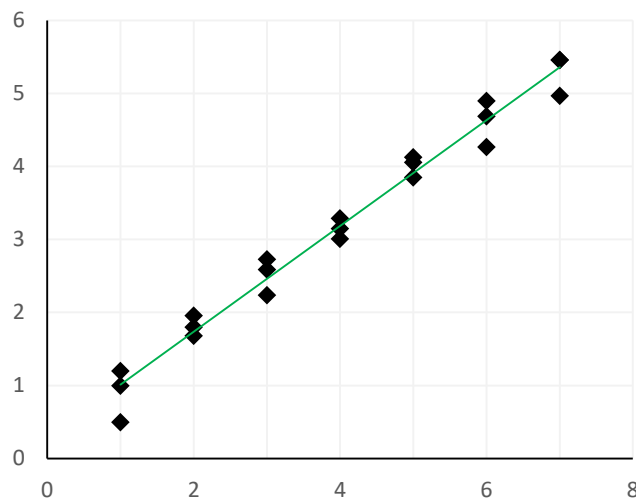
Populáció és minta



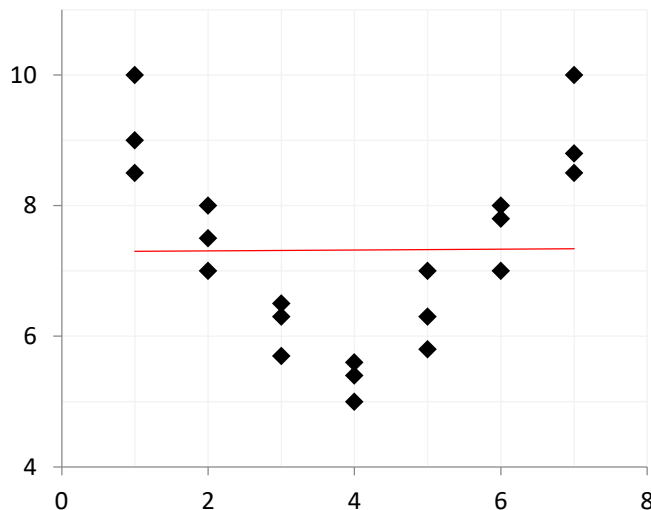
- A statisztika
 - A világ összefüggéseit modellezi, hogy a modellek alapján becsléseket tehessen
 - Ellenőrzi, a felállított modellek milyen valószínűséggel helytállóak a populációban



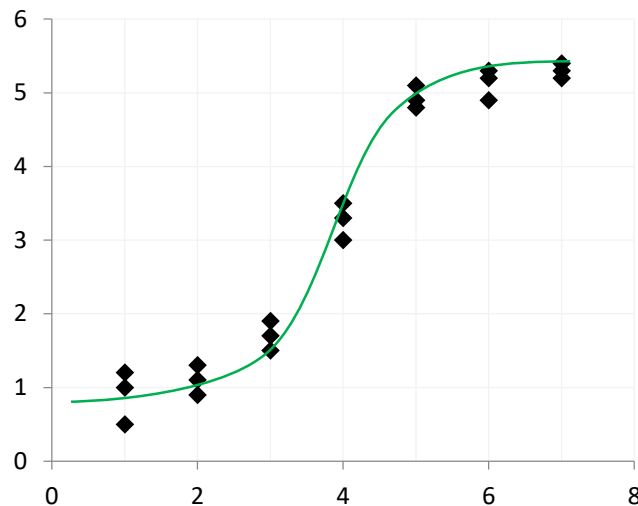
1. Fontos a jól megválasztott modell.



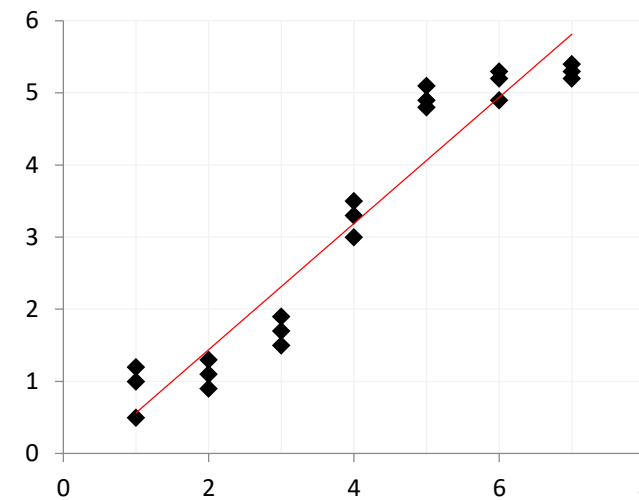
2. A legtöbb összefüggés, amivel találkozni fogunk, viszonylag jól leírható egy lineáris modellel.



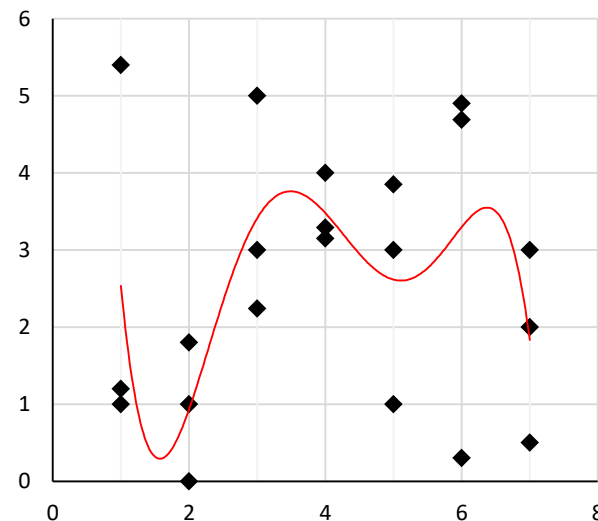
5. Sőt tévesen akár arra a következtetésre is juthatsz, hogy nincs összefüggés a két változó között. Ezért egy lineáris modellt használó próba kikérése előtt ellenőrizni kell, megfelelő-e a lineáris modell!



3. De attól még a világ nem csak lineáris összefüggésekből áll.



4. Ha egy nem lineáris összefüggést lineáris modellel írsz le, alul fogod becsülni a hatást.



6. Nem szabad azonban túlzásba esni. Egy túlillesztett görbe (overfitting) csak a mintásra lesz igaz, nem lesz általánosítható a populációra.

Statisztikai érték

- **A függő változó teljes varianciája** – a függő változóban lévő változatosság
- A teljes variancia két részből áll:
 - **Szisztematikus változatosság** – általunk előidézett vagy általunk kontrollált tényező miatt van – a modellünkben számolunk vele (nem, kísérleti csoportok, stb. hatása)
 - **Nem-szisztematikus változatosság** – olyan változatosság, mely okáról nem tudunk számot adni, nem emeljük be a modellbe – (egyéni különbségek hatása, pl. milyen napja volt)

$$\text{statisztikai érték} = \frac{\text{átlagos változatosság, amit a modell magyaráz}}{\text{átlagos változatosság, amit a modell nem magyaráz}} = \frac{\text{hatás}}{\text{hiba}}$$

- (Ez egyelőre egy kicsit pongyola meghatározás, de a statisztikai értéke *jelentésének* megértéséhez elég. A fogalmak ennél pontosabb definíciójától egyelőre eltekintünk, majd a lineáris regresszió alatt visszatérünk rá.)

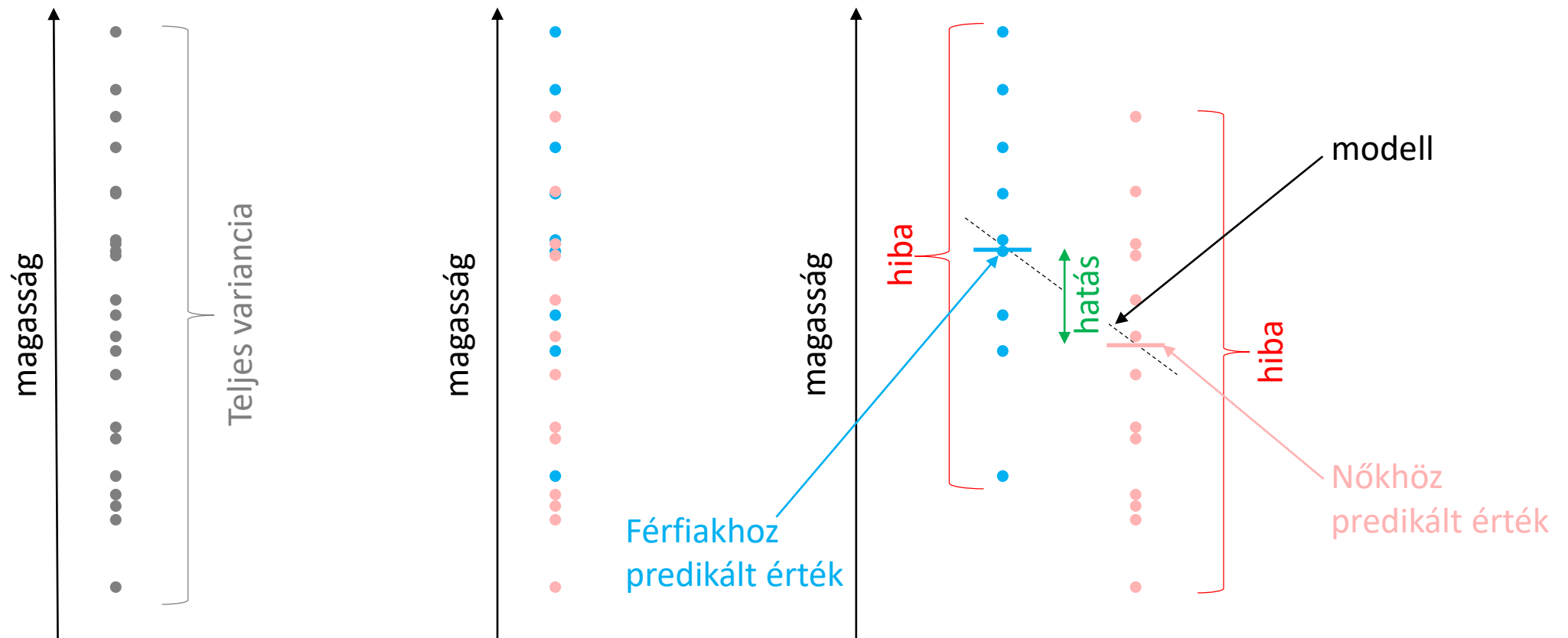
A függő (kimeneti) változó teljes varianciája: A magasságnak van egy varianciája, változatossága.

A prediktor változó szerepe: A függő változó varianciát szeretnénk egy magyarázó (prediktor) változóval, például a nemmel magyarázni.

Modell: Látjuk, hogy a férfiak átlagosan magasabbak, mint a nők. Erre felállítunk egy modellt.

Hatás: A férfi és női minta átlaga közötti különbség, az a varianciarész, melyet a magasságból a nem megmagyaráz, melyről a modellel számot tudunk adni.

Hiba: A mintákon belüli változatosság pedig a hiba, az a varianciarész, melyet a prediktor (a nem) nem magyaráz.



Hipotézis tesztelés

„The six most confusing words in statistics: failed to reject the null hypothesis”

Rebecca G. Bettencourt



Null és alternatív hipotézis

- **Null hipotézis**

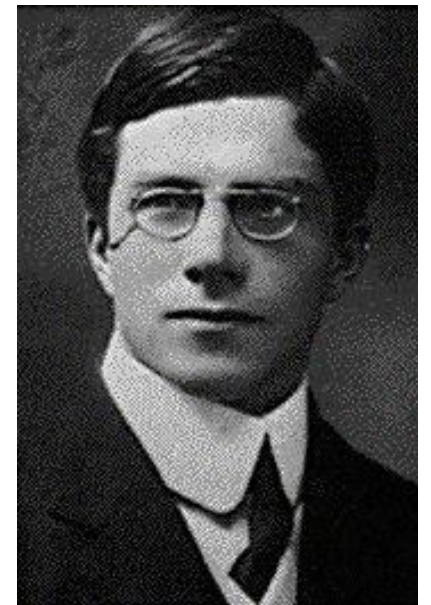
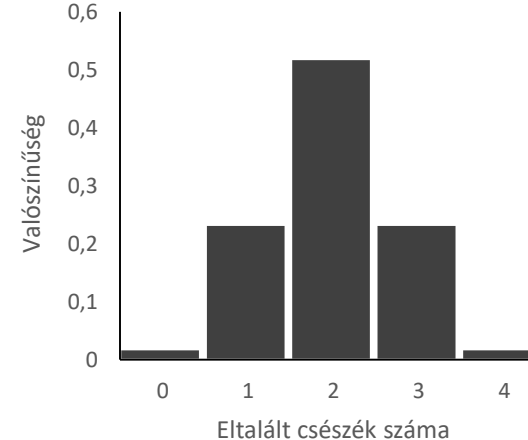
- **Nincs hatása a kísérleti manipulációnak / nincs kapcsolat a változók között / nincs különbség a minták között**
- Ez az, amit **tesztelni tudunk**, amihez a **eloszlásgörbe tartozik**.
- Példák a null hipotézisre:
 - Ha az a hipotézised, hogy férfiak és nők különböző magasságúak, akkor a null hipotézis, hogy
 - férfiak és nők magassága között nincs különbség
 - (mert) **férfiak és nők a magasság szempontjából egyazon populációból származnak**
 - Ha az a hipotézised, hogy a magasság és súly összefüggésben van, akkor a null hipotézis, hogy
 - magasság és súly között nincs kapcsolat
 - (mert) **a magasság és súly a populációban egymástól független (ortogonális) tulajdonságok**

- **Alternatív hipotézis**

- **Az adott kísérleti elrendezésnek hatása van a vizsgált változóra / a vizsgált változók között kapcsolat van / a minták között különbség van**
- Ha a null hipotézis valószínűsége túl kicsi, akkor elvetjük, és helyette elfogadjuk az alternatív hipotézist igaznak.

- **Fisher és a teakóstoló nő**

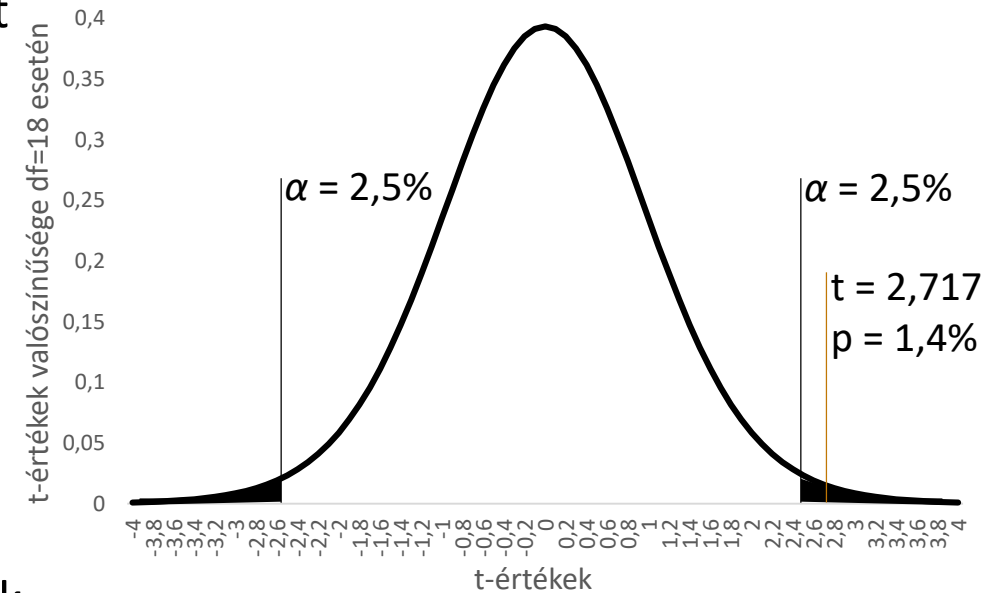
- 193X-ben egy teázgatás során a Rothamsted Kutatóközpont fiatal algakutatónője, Muriel azt állította, hogy meg tudja állapítani a tej vagy tea került először kitöltésre.
- Null hipotézis: a nő nem tudja megállapítani a sorrendet
- Kísérlet: nyolc csésze tea (felébe tej, majd tea, másik felébe fordítva). Válassza ki azt a négyet, amibe először a tea került! (a feladat nyolcból négy kiválasztása)
- Ha igaz is a null hipotézis, találgatás közben előfordulhat, hogy eltalál egy-két csészét (ez véletlen szerepe).
 - Megvan a maga valószínűsége annak, hogy egyet sem talál el, annak, hogy egyet, kettőt, stb... A valószínűségek felrajzolhatók eloszlásgörbén.
 - Ha csak találgat – legnagyobb valószínűsége (51,4%) annak van, hogy a felét találja el, és annak, hogy mind a négyet, összesen 1,42%.
- Így ha mindet eltalálta, akkor nagyon kicsi a valószínűsége annak, hogy nincs valamilyen tea-kóstoló képessége
- Tehát ebben az esetben elvetjük a null hipotézist, és elfogadjuk az alternatívát.



Az ifjú Ronald Fisher

Szignifikancia

- Az **eloszlásgörbén** a null hipotézis teljesülése esetén várható statisztikai értékek valószínűségét ábrázoljuk
 - Példa: Mekkora statisztikai értéket (t-értéket / különbséget a férfi és női minta magassága között) várunk abban az esetben, ha a null hipotézis igaz (populációban nincs különbség férfiak és nők magassága között)?
- Ezen keressük ki a statisztikai értékünk (t-érték) valószínűségét
 - **p-érték (szignifikancia érték)**: Adott t-érték előfordulási valószínűsége, ha a null hipotézis igaz
- Ha a null hipotézis teljesülése esetén a kapott statisztikai érték előfordulási valószínűsége nagyon alacsony, akkor elvetjük a null hipotézist.
- Mi legyen a „nagyon alacsony” kritériuma?
 - Fisher definíciója alapján legyen 5% a kritérium
 - **Szignifikancia szint (α)**: az a kritérium szint, aminél a p-nek kisebbnek kell lenni ahhoz, hogy elvessük a null hipotézist
- **Szignifikancia** Fisher definíciója alapján:
 - Csak ha maximum 5% esély van arra, hogy a mintát véletlenül úgy válogattuk össze, hogy úgy tűnik van valamilyen hatás, pedig valójában nincsen, akkor hisszük el a hatás létezését.



Szignifikancia előző példa részletesebben

p-érték / szignifikancia érték – adott hatásnagyság valószínűsége a nullhipotézis igaz volta esetén

$$p < .05$$

Szignifikancia szint – az a kritérium szint, aminél a p-nek kisebbnek kell lenni ahhoz, hogy elvessük a nullhipotézist

- **Hipotézis: Különbség van férfiak és nők magasságában.**
- Elméleti megközelítés:
 - Nullhipotézis: nincs különbség férfiak és nők között a magasságban. Magasság tekintetében egy populációból származnak. Alternatív hipotézis: Van különbség férfiak és nők között a magasság mértékében.
- Statisztika:
 - Lemérek 10 férfit és 10 nőt. Férfiak: $M = 171.4$ $SD = 4.24$; nők: $M = 166.4$ $SD = 3.97$; $df=18$
 - A t-próba eredménye: $t(18) = 2.717$ **$p = .014$**
 - A 2.717-es t-értékhez (és $df=18$ -hoz) tartozó valószínűség **$p = .014$** , tehát 1.4% esélye van annak, hogy a nullhipotézis igaz (a populációban nincs különbség), és véletlenül mégis olyan mintát vettem belőle, amiben ekkora különbség látszik férfiak és nők között. Másképp: ha a nullhipotézis igaz (a populációban nincs különbség), és a populációból veszek véletlenszerűen 100 mintát, akkor várhatóan 1,4 mintában kapok férfiak és nők között legalább ekkora különbséget.
- Ez szignifikáns-e vagy sem?
 - **$p < .05$ tehát szignifikáns különbséget találtunk** (az 1.4% kisebb, mint az előre megállapított kritérium szintem, ami 5%)
 - 5%-nál kisebb a valószínűsége, hogy a null hipotézis igaz, mégis ekkora különbséget mérek.
 - Ezért a null hipotézist elvetem, és az alternatív hipotézist fogadom el igaznak.

Szignifikancia – gyakori tévedések

- „**Elég a $p < .05$ -öt kiírni**”

- „A szignifikancia szintet még a statisztikák elvégzése előtt állapítottam meg, ezért az érdekes csak, hogy p ennél kisebb vagy nagyobb, nem az, hogy mennyi” – **elavult elgondolás**
- Mert: egyik kutató $p = .055$ -öt másik $p = .045$ -et talál
- APA formátum szerint ki kell írni a p értékét 3 tizedesjegyig!

- „**Nagyon szignifikáns hatást találtam**”

- Attól, hogy valami szignifikáns még nem biztos, hogy jelentős
- Nagyon kicsi hatás is lehet szignifikáns, ha például elég emberrel vettem fel

- „**Nem szignifikáns a különbség, tehát a két minta egyenlő**”

- Ha el kell vetnem az alternatív hipotézist, attól még a null hipotézis **NEM** lesz igaz
- Lehet, hogy nincs hatás, vagy annyira gyenge, hogy nem tudom megmondani, a véletlen műve-e
 - A nem-szignifikáns eredmény jelentése: (1) A populációban vélhetőleg nincs hatás (2) túl nagy a zaj vagy túl kicsi a minta, hogy el merjem vetni a null hipotézist

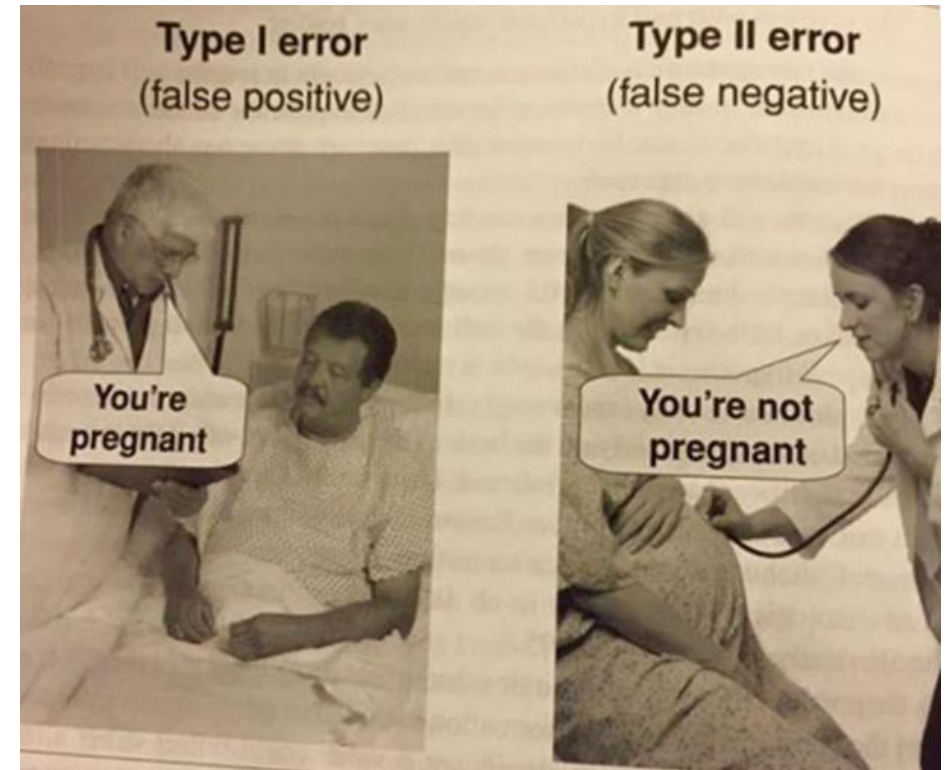
- „**Szignifikáns különbséget találtam, tehát tuti különböznek**”

- Valószínűségekkel számolunk. Ha valami szignifikáns, az csak azt jelenti, hogy kicsi az esélye, hogy nincs hatás, és mégis ilyen adatokat sikerült gyűjtenem, de soha nem biztos a hatás létezése



Első- és másodfajú hiba

- A statisztikában valószínűségekkel dolgozunk, ezért bárhogY döntünk, mindig megvan a valószínűsége, hogy tévedtünk. **Kétféleképpen tévedhetünk:**
- **Elsőfajú hiba (α - szint)**
 - Amikor valamilyen hatásról azt hisszük, hogy létezik, pedig nem.
 - Amikor a null hipotézist elvetjük, pedig igaz.
 - A tévedés maximálisan elfogadható valószínűségét a szignifikancia szinttel határozzuk meg (5%)
- **Másodfajú hiba (β - szint)**
 - Amikor valamilyen hatásról azt hisszük, hogy nem létezik, pedig csak nem vettük észre
 - Amikor a null hipotézist elfogadjuk, pedig nem igaz
 - Cohen alapján elvárható érték 0.2 alatt van, tehát maximum 20% esélye lehet annak, hogy nem veszünk észre egy meglévő hatást
- **Trade-off** a kettő között – de nem egyenes összefüggés



Másodfajú hiba és statisztikai erő

- **Statisztikai erő**

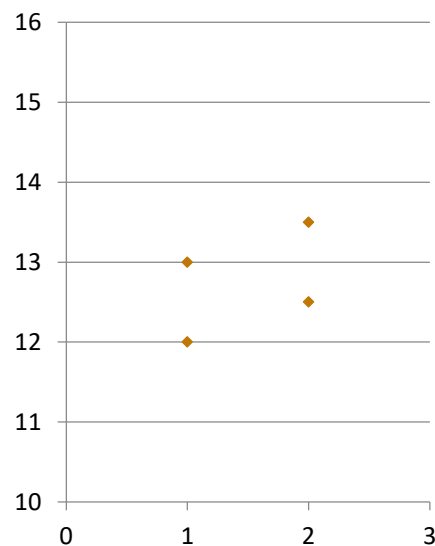
- Arra való képességet méri, hogy
 - ha a változónknak van hatása, azt észrevesszük
 - a null hipotézist helyesen elutasítsuk, ha nem igaz
- A másodfajú hiba ellentéte (másodfajú: amikor valamilyen hatásról azt hisszük, hogy nem létezik, pedig csak nem vettük észre)
- Elfogadható értéke: $1 - \beta = 0.8$
- **Elfogadható, ha 0.8 feletti, tehát, ha van valamilyen hatás, azt 80% valószínűséggel észre fogjuk venni**

- **Mire használjuk?**

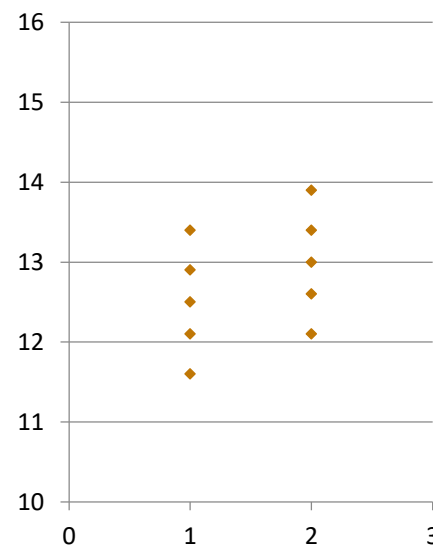
- A szükséges **elemszám becslés**ére használják
 - A már felvett minta értékei alapján megtudhatjuk, hogy körülbelül mennyi fővel kell még felvennünk a tesztet, hogy a hatás kimutatható legyen
 - <https://www.dssresearch.com/KnowledgeCenter/toolkitcalculators/samplesizecalculators.aspx>
 - <http://epitools.ausvet.com.au/content.php?page=SampleSize>
 - Használatukról: samplesize_alternativ.pdf és a statgyak-03-alapfogalmak-08 youtube videó

Elemzés / szignifikancia

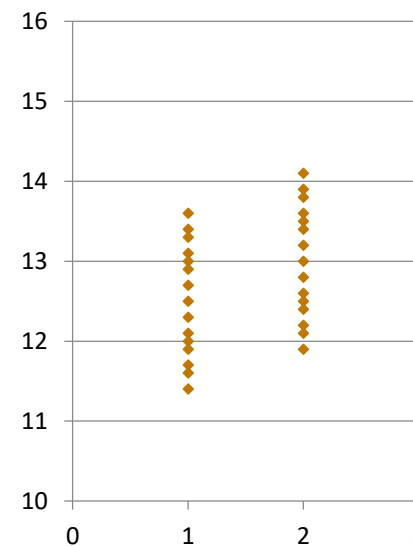
- Minél nagyobb az elemszám, annál kisebb hatás is szignifikáns lesz. Miért?
- Melyik esetben hiszed el inkább, hogy különbség van a két csoport között?



Átlag: 12.5 és 13
Szórás: 0.7 és 0.7
Elemzés: 2 és 2



Átlag: 12.5 és 13
Szórás: 0.7 és 0.7
Elemzés: 5 és 5

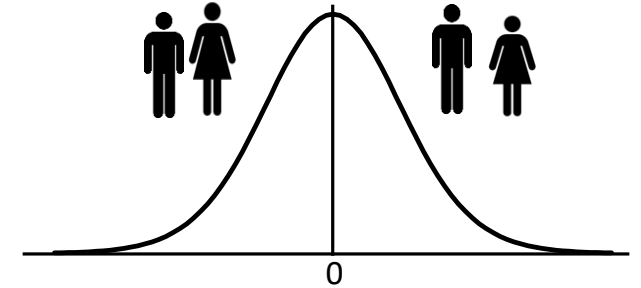


Átlag: 12.5 és 13
Szórás: 0.7 és 0.7
Elemzés: 15 és 15

- Ha tényleg ott a hatás, minél nagyobb az elemszám, annál szignifikánsabb lesz az eredmény, ha nincsen ott a hatás, az elemszám növelése nem segít

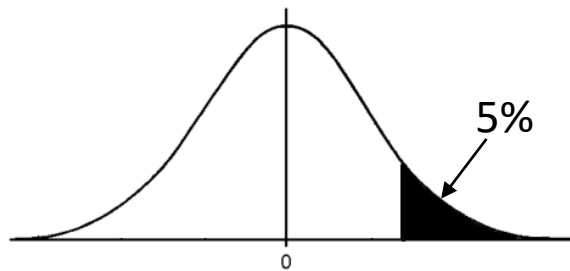
Egy- és kétvégű statisztikai tesztek

- **One & Two-tailed test / egy- és kétoldalú / egy- és kétvégű tesztek**
 - t-érték legyen férfiak magassága mínusz nőké, ekkor 3 lehetőség van:
 - Férfiak magasabbak a nőknél: t-érték pozitív lesz
 - Nők magasabbak a férfiaknál: t-érték negatív lesz
 - Nincs különbség a férfiak és nők magasságában (null hipotézis): t-érték nulla körül lesz

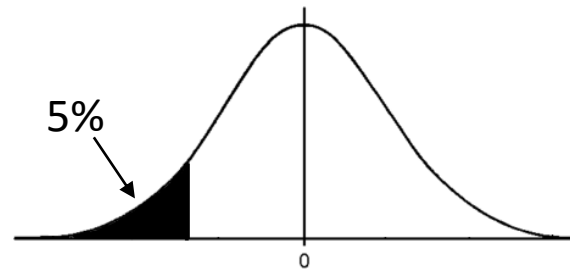


Egyoldalú tesztelés

Férfiak magasabbak a nőknél

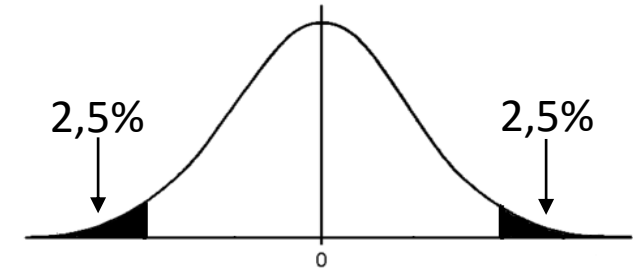


Nők magasabbak a férfiaknál



Kétoldalú tesztelés

Férfiak és nők között különbség van



- (Az eredményekben az irányt az fogja mutatni, hogy negatív vagy pozitív a szám: például $r = -0.45$ $p < 0.05$ vagy $t(46) = -3.7$ $p < 0.001$)
- **A p-értékek után a statisztika tesztelésénél MINDIG közölni kell, hogy 1-tailed vagy 2-tailed történt a tesztelés!**

Egy- és kétvégű statisztikai tesztek

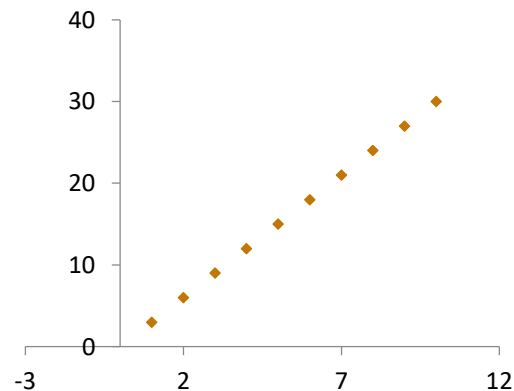
- **Példa egyoldalú hipotézisekre:**

- A férfiak szorongása magasabb a nőkéénél.
- A magasság és súly között pozitív összefüggés van
- A feladatban mért gyorsaság és pontosság negatívan függ össze
- A tréninget követően magasabb a személyek éntudatossága, mint a tréninget megelőzően.
- Az ötven év feletti társadalomban a nemi arány eltér az 50-50%-tól. Ötven év felett több a nő.
- Különbség van anorexiás és egészséges személyek BMI értékében. Az anorexiások BMI értéke alacsonyabb.

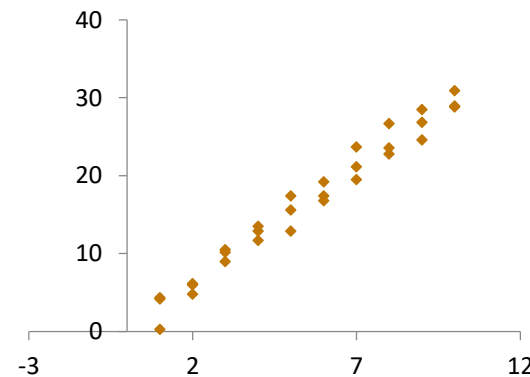
- **Példa kétoldalú hipotézisekre:**

- Férfiak és nők szorongásában különbség van
- A szakmák különböznek abban, a személyek mennyire elkötelezettek.
- A túlórázás mértéke és a munkahellyel való elégedettség közt összefüggés van.

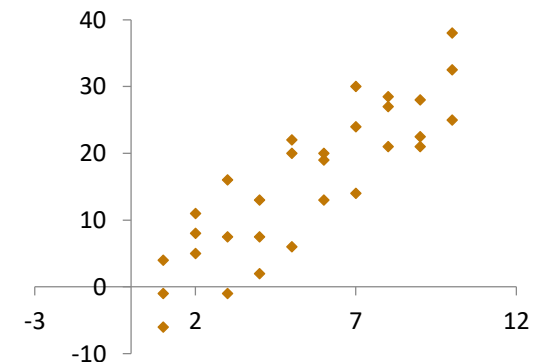
- **Effect-size (hatásnagyság)**
 - A hatás nagyságát adja meg a mintában.
 - Ebből adódóan az effect-size mutatók valójában a leíró statisztikákhoz tartoznak!!!
 - A megmagyarázott és teljes variancia aránya (a modell mennyit magyaráz a függő változó változatosságából)
 - Több effect-size mutató létezik, mi kettőről tanulunk: ez a Pearson-féle korrelációs együttható és a Cohen-féle delta érték
- **1. Pearson-féle korrelációs együttható (r) és annak négyzete (R^2)**
 - Az r 0-tól 1-ig adja meg a megmagyarázott variancia arányát
 - $r < .10$ elhanyagolhatóan kicsi hatás
 - $r = .10$ kicsi hatás – a variancia 1%-át tudjuk magyarázni
 - $r = .30$ közepes hatás – a variancia 9%-át tudjuk magyarázni
 - $r = .50$ erős hatás – a variancia 25%-át tudjuk magyarázni



$r = 1$ az Y varianciáját teljesen megmagyarázza az X



$r < 1$, de az Y varianciájának nagy részét meg tudjuk X-szel magyarázni

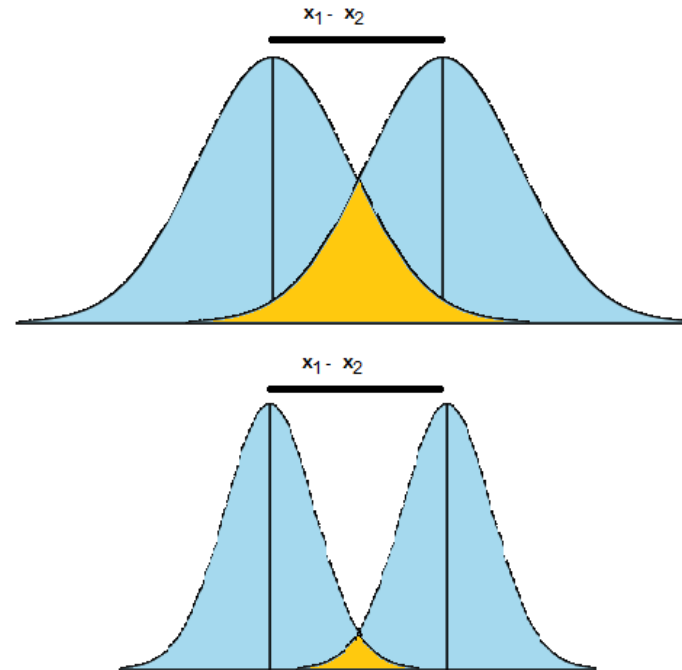
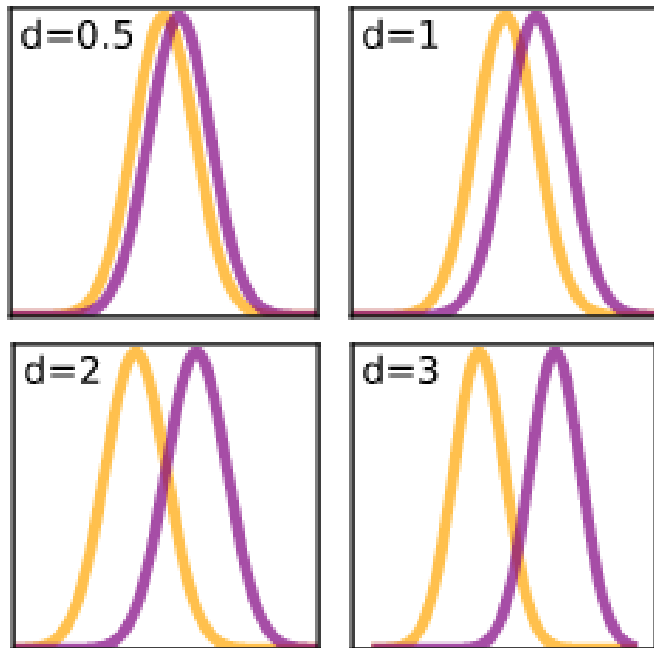


Az effect size még kisebb, az Y varianciájából még kevesebb tudunk X-szel megmagyarázni

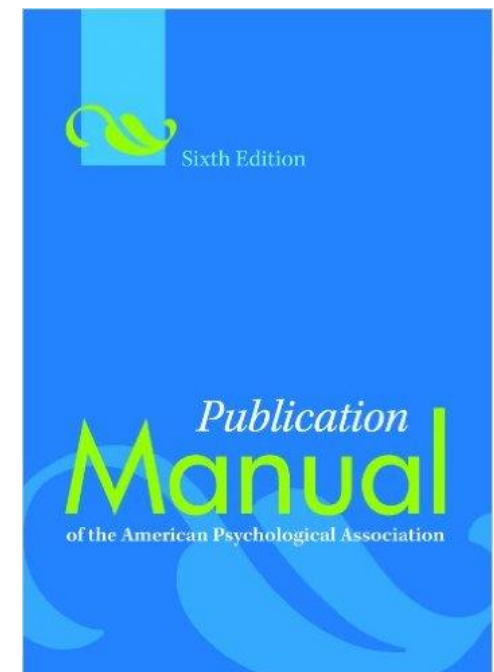
- 2. **Cohen-féle d (delta) érték**

- A két csoport átlagának különbsége a szórás függvényében
- Megadja, két minta mennyire van átfedésben egymással

- $$d = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{s}$$



APA style



Publikáció szabályai (APA formátum)

- Minden tesztnek van publikációs formája, melyet követni kell
 - Pl. $t(23) = 1.49$ $p = .023$ (1-tailed) $r = .24$
- **Dőlt betűk:**
 - A statisztikai jelöléseket dőlt betűvel kell írni
 - Pl. átlag: M , szórás: SD , t-próba: t
 - Ez alól kivétel a konfidencia intervallum, amit nem szabad dönteni (95%-os CI vagy CI_{95})
- **Kezdő nulla:**
 - Azoknál a mutatóknál, melyek értéke nem haladhatja meg az 1-et (pl. szignifikanciaszint, effect-size), a tizedesvessző/pont előtti nullát el kell hagyni
 - Pl. $p = .023$ vagy $r = .52$
 - Az eddigi diákon az egyszerűség kedvéért nem így szerepeltek az értékek, mostantól azonban eszerint fogom publikálni a próbák eredményét
 - Figyelj! Nem mindegy, hogy $p = 0.05$ illetve $p = .05$ vagy $p = 0.5$ illetve $p = .5$
 - Ahol viszont meghaladhatja az 1-et, kötelező a kezdő nulla kiírása
 - Pl. $t(26)=0.123$

Publikáció szabályai (APA formátum)

- **p-érték**

- A p értéket ki kell írni 2 vagy 3 tizedes jegy pontossággal.
 - Ez alól kivétel, ha olyan kicsi/nagy az értéke, hogy nem fér bele a három tizedes jegybe vagy nem állapítható meg pontosan

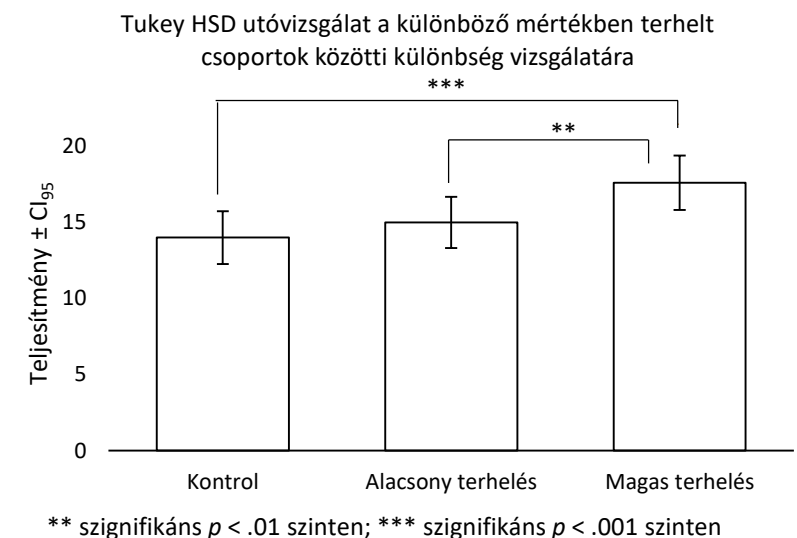
Eset	SPSS-ben	Helyes jelölés
p nagyon kicsi	.000	$p < .001$
p a megjeleníthető tartományban van	.034	$p = .034$
p túl nagy	.200* ill. 1.000	$p > .200$ ill. $p > .999$

- Egyes táblázatokban vagy grafikonokon néha csak csillaggal jelöljük a szignifikanciát. Ilyenkor a táblázat alá kell a csillagok jelentését írni.

Tábla 12. Tukey HSD utóvizsgálat a különböző mértékben terhelt csoportok közötti különbség vizsgálatára

		Különbség	SE
Kontrol	Alacsony terhelés	-1	0.886
Kontrol	Magas terhelés	-2,6 ***	0.859
Alacsony terhelés	Magas terhelés	-1,6 **	0.915

** szignifikáns $p < .01$ szinten; *** szignifikáns $p < .001$ szinten



Publikáció szabályai (APA formátum)

- A statisztikai próbáknál a következő mutatókat kell publikálni:
 - statisztikai érték (pl. t-érték, F-érték)
 - szignifikanciaérték (p-érték) és a próba oldalisága (1-tailed vagy 2-tailed)
 - Effect size (pl. r , d , η , φ , ω) – nagyon ritkán, pl. feltételek tesztelésénél elhagyható
 - Szabadságfok (df) – ez nem minden esetben van, de vagy hogy kettő is van
- Minta bemutatásánál minden esetben kell publikálni:
 - Középérték (pl. átlag vagy medián)
 - Szórás
 - Elemszám
- APA tizedespontot ír elő, magyar helyesírás tizedes vesszőt. Választhatsz, de légy konzisztens
- Felsorolásoknál (pl. több df esetén) tegyél szóközt, hogy elkülönítsd az értékeket pl. $F(2, 33)$ a helyes az $F(2,33)$ helyett, mely tört számként is érthető
- Egyenlőségjelek köré tegyél szóközöket a könnyebb átláthatóság érdekében

Rövidítések gyűjteménye

	Statisztikában gyakran használt jelölés	Mintára vonatkozó jelölés	Populációra vonatkozó jelölés
Elemszám	n vagy N	n	N
Átlag (mean)	M	$\bar{x}$	μ („mű”)
Szórás (standard deviation)	SD vagy s	s	σ („szigma”)
Variancia	Var vagy s^2	s^2	σ^2
Standard error	SE	$\sigma_{\bar{x}}$	
Konfidencia intervallum (confidence interval)	95% CI vagy CI_{95}		
p-érték	p vagy $Sig.$		
Pearson-féle korrelációs együttható	r		
Cohen-féle delta	d		
Standardizált érték (z-érték)	Z vagy z		
Szabadságfok	df		
Elsőfajú hiba	α		
Másodfajú hiba	β		
Null hipotézis	H_0		