

# Ötödik A4 gyakorlat

## 1. Elméleti összefoglaló

- *Poisson-eloszlás*

Ha az  $X$  valószínűségi változó a  $0, 1, 2, \dots$  értékeket veheti fel és

$$\mathbb{P}(X = k) = p(k; \lambda) = \frac{\lambda^k}{k!} e^{-\lambda},$$

ahol  $\lambda > 0$  egy tetszőleges valós szám, akkor  $X$  eloszlását  $\lambda$  paraméterű Poisson-eloszlásnak nevezzük.

- *Várható érték*

Egy  $X$  diszkrét valószínűségi változó lehetséges kimeneteleit jelöljük  $x_i$ -vel, a hozzájuk tartozó valószínűségeket pedig  $p(x_i)$ -vel vagy  $p_i$ -vel. Ekkor a várható érték:  $\mathbb{E}(X) = \sum_i p(x_i) \cdot x_i$ .

A nagy számok törvénye (tétel) szerint a kísérletszám növekedésével a kísérleti eredmények számtani átlaga tart az elméleti úton kiszámolt várható értékhez.

$X$  helyett tekinthetjük  $t(X)$ -et, azaz  $X$  egy függvényét (például a kockadobás eredményeit négyzetre emeljük). A  $t(X)$  várható értékére a következő összefüggés adódik:  $\mathbf{E}(t(X)) = \sum_i p(x_i) \cdot t(x_i)$ .

Jelöljük  $X$ -szel a kockadobás eredményét.  $X^2$  várható értékét szemléletesen úgy is kiszámolhatnánk, hogy a kocka oldalaira új címkéket ragasztanánk  $1, 4, 9, 16, 25, 36$  számokkal. Így nem meglepő, hogy a képletekben a  $p_i$  értékek változatlanok maradnak, míg  $x_i$ -t mindenhol formálisan kicseréljük  $t(x_i)$ -re.

- *Módusz*

Egy  $X$  diszkrét valószínűségi változó lehetséges kimeneteleit jelöljük  $x_i$ -vel, a hozzájuk tartozó valószínűségeket pedig  $p(x_i)$ -vel vagy  $p_i$ -vel. Ekkor  $X$  módusza: a legvalószínűbb  $x_i$  érték.

- *Nevezetes eloszlások várható értéke és módusza*

Az  $(A, B, n)$  paraméterű hipergeometriai eloszlás várható értéke:  $E(X) = n \frac{A}{A+B}$ , módusza: nem kell fejből tudni.

Az  $(n, p)$  paraméterű binomiális eloszlás várható értéke:  $E(X) = np$ , módusza  $\lfloor (n+1)p \rfloor$  (megjegyzés: ha  $(n+1)p$  egész, akkor  $(n+1)p - 1$  is módusz).

A  $p$  paraméterű optimista geometriai eloszlás várható értéke  $E(X) = \frac{1}{p}$ , módusza: 1.

Az  $(n, p)$  paraméterű optimista negatív binomiális eloszlás várható értéke  $E(X) = \frac{n}{p}$ , módusza: nem kell fejből tudni.

A  $\lambda$  paraméterű Poisson eloszlás várható értéke  $\lambda$ , módusza  $\lfloor \lambda \rfloor$  (megjegyzés: ha  $\lambda$  egész, akkor  $\lambda - 1$  is módusz).

## 2. Poisson eloszlás

1. Feltéve, hogy a balkezesek aránya átlagosan 1%, becsüljük meg annak a valószínűségét, hogy 200 véletlenszerűen kiválasztott ember között legalább négy balkezes van. (Számoljuk ki a korábban tanult módszerekkel, és a Poisson eloszlás segítségével is!)

2. Sok év statisztikája áll rendelkezésünkre arra nézve, hogy naponta hány lakástűz volt Budapesten. A napi négy tüzeset ugyanolyan relatív gyakorisággal fordul elő, mint az öt tüzeset. Becsülje meg, hogy a napok körülbelül hány százalékában fordul elő a két tüzeset! Egy nap során hány tüzeset a legvalószínűbb?
3. Átlagosan hány szem mazsolának kell lennie egy sütiben ahhoz, hogy egy véletlenszerűen kiválasztott sütiben 99%-os valószínűséggel legyen (legalább egy szem) mazsola?
4. Egy 400 oldalas könyvben összesen 200 sajtóhiba van (véletlenszerűen elszórva). Mennyi a valószínűsége annak, hogy a 13. oldalon több, mint egy sajtóhiba van? Hány sajtóhiba a legvalószínűbb a 13. oldalon? Mennyi a valószínűsége annak, hogy a 13. és a 14. oldalon együtt több, mint két sajtóhiba van?
5. Háromszor olyan valószínű, hogy egy évben két ember öli magát a Dunába, mint az, hogy öt.
  - a) Mire tippel, hány ember öli magát a Dunába egy évben?
  - b) Mi a valószínűsége, hogy senki nem lesz így öngyilkos?
  - c) Átlagosan hány ember választja az öngyilkosságnak ezt a módját?
6. Mennyi annak a valószínűsége, hogy ha 4 000 000 lottószelvényt véletlenszerűen és egymástól függetlenül kitöltenek, ezek között pontosan  $k$  db ötjegyű szelvény lesz? Mi a valószínűsége, hogy a főnyereményen meg kell osztani?
7. Percenként átlagosan 2 hívás érkezik a tudakozó központba. Mi annak a valószínűsége, hogy 10:00 és 10:05 között legalább 4 hívás érkezik?
8. A „Kocogj velünk!” mozgalom keretében tavaly futóversenyt rendeztek a Duna-kanyarban. A pályát sajnos kullancsal fertőzött területen át vezették. Kiderült, hogy a versenyzők közül 300-an találtak magukban egy, 75-en pedig két kullancsot. Ennek alapján becsüljük meg, hogy körülbelül hányan indultak a versenyen!
9. Egy forgalmas országútszakaszon, ahol máskor is szoktak radarozni, figyelik, hogy 5 perc alatt hány autó lépi át a megengedett sebességhatárt. Tapasztalat szerint kb. ugyanolyan valószínű, hogy lesz ilyen autó, mint az, hogy nem lesz. Mennyi a valószínűsége, hogy az 5 perc alatt pontosan három autó lépi át a megengedett sebességhatárt?

### 3. Várható érték, módusz

10. Mennyi a szabályos kockával végzett kockadobás során a dobott szám várható értéke?
11. A diszkrét  $X$  valószínűségi változó súlyfüggvénye:  $p(x) = \frac{x^2}{30}$  ( $x = 1, 2, 3, 4$ ). Mennyi  $X$  várható értéke? És a módusza? Mennyi  $X^2$  várható értéke?  $E(\frac{1}{X}) = ?$
12. Albert és Béla a következőt játsszák. Mindketten feldobnak egy dobókockát, majd Albert annyi Ft-ot kap Bélától amennyi a két kockán lévő pontok különbségének a négyzete. Béla meg annyit, amennyi a két kockán lévő pontok összege. Melyiküknek kedvez a játék?
13. Egy sorsjátékon 1 darab 1 000 000Ft-os, 10 db 50 000Ft-os, és 100 db 5 000Ft-os nyeremény van. A játékhoz 40 000 db sorsjegyet adnak ki. Mennyi legyen a jegy ára, hogy egy sorsjegyre a nyeremény várható értéke a jegy árának a felével egyezzen meg?
14. Tételezzük fel a 700 Ft, 10000 Ft, 789 ezer Ft és 535 millió Ft fix nyereményeket a lottón. 150 Ft-os jegyárral számolva, egy szelvényrel fogadva mennyi a nyereségünk várható értéke?
15. Péter, ha kockával páratlant dob 100 Ft-ot veszít, ha 6-ot dob 400 Ft-ot nyer, ha 2-öt, vagy 4-et dob, újból dob. A második dobásnál 10 Ft-ot nyer, ha párost dob, 20-at veszít, ha páratlant dob. Előnyös-e ez a játék számára?

16. Anna és Béla két kockával játszanak. Az A játékos akkor fizet B-nek, ha a feldobott kockákon páratlan számok szerepelnek. A B játékos akkor fizet A-nak, ha pontosan az egyik kockával páros számot dobunk. Ha más eset fordul elő, egyik sem fizet. Milyen pénzüsszegben állapodjanak meg, hogy a játék méltányos legyen?
17. Egy dobozban 5 piros és 2 kék golyó van. Visszatevés nélkül húzzunk addig, amíg az első kék golyót kihúzzuk. Jelöljük  $X$ -szel az első kék golyó húzásának sorszámát. Tekintsük egy ilyen húzássorozatot egy kísérletnek. a) Adjuk meg az  $X$  valószínűségi változó eloszlását! b) Számítsuk ki a  $X$  valószínűségi változó várható értékét és móduszát!
18. Egy kockával addig dobunk, míg 6-ost nem dobunk. Mennyi lesz az addigi dobásszám várható értéke, ha az utolsó dobást is beszámítjuk? És ha két kockával dobunk addig, amíg valamelyiken 6-ost nem dobunk?
19. Egy dobókockával addig dobunk, amíg kétszer egymásután ugyanazt nem dobjuk. Mennyi a dobások számának várható értéke?
20. Piroska és Zoli kockáznak. Piroska feldob egy piros, Zoli feldob egy zöld kockát. Ha Piroska 1-et vagy 2-t dob, ő nyer, és kap Zolitól 5 Ft-ot; ha Zoli 6-ot dob, ő a nyertes, és 11 Ft-ot kap Piroskától. Ha egyikük sem nyer, illetve ha mindketten egyszerre dobunk nyerőt, nem fizetnek, hanem előlről kezdik a dobálást. Zoli azt javasolja, hogy ne koptassanak két kockát, inkább kérjék meg Ferit, dobáljon ő egyetlen fehér kockával, de a nyerési és fizetési feltételek maradjanak változatlanok. Érdemes-e elfogadni Piroskának Zoli ajánlatát?
21. Mennyi az ötös lottón a találatok számának várható értéke?
22. Két ember asztaliteniszt játszik. A győztesnek három játszmát kell nyernie. Legyen  $p$ , illetve  $q(= 1 - p)$  annak a valószínűsége, hogy egy játszmát az első játékos, illetve a második játékos nyer. Mennyi a játszmák számának várható értéke? Mikor lesz maximális a játszmák számának várható értéke?
23. Egy játékos 250 Ft-ot befizet a banknak, majd egy kockával, amelynek öt oldala zöld, hatodik pedig fekete, egy sorozatot dob. Bármelyik dobás után bejelentheti, hogy nem akar tovább játszani és ilyenkor annyiszor 100 Ft-ot kap, ahány zöldet dobott addig. Ha viszont bármikor feketét dob, akkor vége a sorozatának, és semmit se kap a banktól. Keresse meg a játékos számára optimális stratégiát és győződjön meg, hogy még az is veszteséges!
24. Két kosaras felváltva dob. Ha az egyikük dobása sikeres, akkor abbahagyják a dobálást. Az első 0.5, a második 0.6 valószínűséggel dob sikeresen.
  - a) Mi a valószínűsége, hogy az első játékos nyer?
  - b) Mi a kosárra dobások számának várható értéke?
25. Határozza meg a binomiális eloszlás móduszát!
26. Határozza meg a geometriai eloszlás móduszát!
27. Határozza meg a Poisson eloszlás móduszát!
28. Határozza meg a hipergeometriai eloszlás móduszát!
29. Határozza meg a negatív binomiális eloszlás móduszát!