Vybrané diskrétní náhodné veličiny

Hypergeometrická NV : $X \rightarrow H(N, M, n)$

Z celkem N prvků jich M má vlastnost V. X představuje počet prvků s vlastností V mezi n vybranými.

$$P(X=k) = \frac{\binom{M}{k}\cdot\binom{N-M}{n-k}}{\binom{N}{n}} \quad ; \quad EX = \frac{M}{N}\cdot n \quad ; \quad DX = n\left(1-\frac{M}{N}\right)\left(\frac{N-n}{N-1}\right)$$

Př: Ve skladu je 100 výrobků, z nichž je 15 vadných.

Určete pravděpodobnost, že mezi 10 náhodně vybranými výrobky je

a) právě 5 vadných výrobků

X … počet vadných výrobků mezi vybranými $\Rightarrow X \rightarrow H(\underset{100}{N}, \underset{15}{M}, \underset{10}{n})$

$$P(X=5) = \frac{\binom{15}{5}\cdot\binom{85}{5}}{\binom{100}{10}} \doteq \underline{\underline{0{,}0057}} \qquad (= \text{dhyper}(\overset{x}{5}, \overset{M}{15}, \overset{N-M}{85}, \overset{n}{10}))$$

b) 2 až 5 vadných výrobků

$$P(2 \le X \le 5) = \underset{0{,}2919}{P(X=2)} + \underset{0{,}1297}{P(X=3)} + \underset{0{,}0345}{P(X=4)} + \underset{0{,}0057}{P(X=5)} \doteq \underline{\underline{0{,}4618}}$$

NEBO:

$$P(2 \le X \le 5) = \underbrace{P(X \le 5)}_{\text{phyper}(5,15,85,10)} - \overbrace{P(X \le 1)}^{\text{phyper}(1,15,85,10)} = \underline{\underline{0{,}4618}}$$

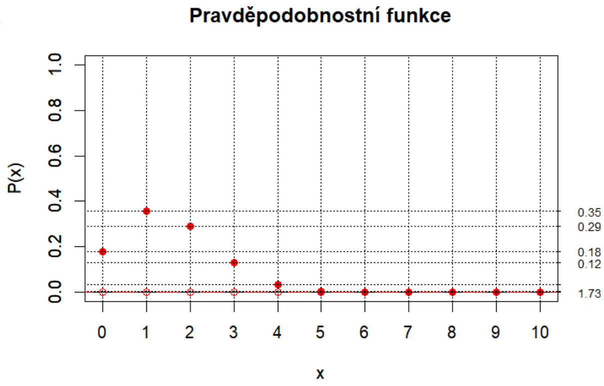
c) více než 3 vadných výrobků

$$P(X>3) = 1 - \underbrace{P(X \le 3)}_{\text{phyper}(3,15,85,10)} = \underline{\underline{0{,}0408}}$$

d) Vykreslete v R pravděpodobností funkci NV $X \to H(\overset{N}{\overset{\shortparallel}{100}}, \overset{M}{\overset{\shortparallel}{15}}, \overset{n}{\overset{\shortparallel}{10}})$

```r
# Pravděpodobnostní funkce
pravd.f = function(x,p){
  plot(x, p, # plná kolečka - v skutečných hodnotách
       ylab='P(x)',xaxt='n',pch=19,col=c("red"), ylim=c(0,1), main="Pravděpodobnostní funkce")
  lines(c(min(x)-100,max(x)+100),c(0, 0))
  for(i in 1:length(x)){
    lines(c(min(x)-100,max(x)+100), c(p[i],p[i]),
          type = 'l', lty = 3, lwd=0.5) # horizontální grid
    lines(c(x[i],x[i]), c(-0.1,1.1),
          type = 'l', lty = 3, lwd=0.5) # vertikální grid
  }
  par(new=TRUE) # že chceme kreslit do jednoho grafu
  plot(x, p*0, type="b", # prázdná kolečka - tam kde je definovaná nenulová hodnota
       ylab='P(x)', xaxt='n', col=c("red"), ylim=c(0,1))
  par(new=TRUE) #červná osa vlevo od nejmenší hodnoty
  d=c(x[1] - 0.1*(x[length(x)] - x[1]), x[1])
  lines(d, d*0, type="b",ylab='',xlab='', col=c("red"), ylim=c(0,1))
  par(new=TRUE) #červná osa vpravo od nejmenší hodnoty
  d=c(x[length(x)], x[length(x)] + 0.1*(x[length(x)] - x[1]))
  lines(d, d*0, type="b",ylab='',xlab='', col=c("red"), ylim=c(0,1))
  axis(1, at=x,labels=x) # nastavení hodnot na X
  axis(4, at=p,labels=p, las=2, cex.axis=0.7, tck=-.01) # a Y
}

x = 0:10 # minimálně 0, maximálně n nebo M má kladnou pravd.
P = dhyper(x, 15, 85, 10)
pravd.f(x, P)
```



e) Vykreslete v R distribuční funkci NV $X \to H(100, 15, 10)$

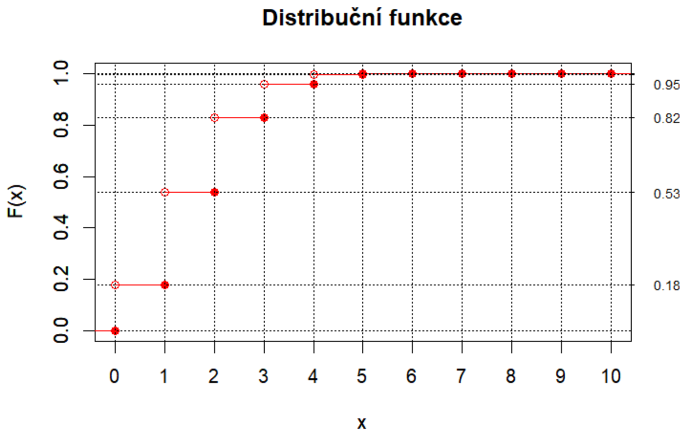
```r
# vykreslíme Distribuční funkci - použijeme dříve vytvořenou funkci:
# Funkce pro výpočet a vykreslení distribuční funkce
dist.f = function(x,p){
  F = cumsum(p)
  F_ext = c(0, F) # natáhneme F o 0 na začátku
  x_ext = c(x[1]-1, x, x[length(x)]+1) # a x z obou stran

  plot(x, F, ylab="F(x)", col=c("red"), xaxt='n', ylim=c(0,1), # prazdná kolečka
       type='p', main="Distribuční funkce")
  par(new=TRUE) # že chceme kreslit do jednoho grafu
  plot(x, F_ext[1:(length(F_ext)-1)], # plná kolečka
       col=c("red"), ylab="F(x)", xaxt='n', ylim=c(0,1), type='p', pch=19)

  for(i in 1:(length(x_ext)-1)){
    lines(c(min(x)-100,max(x)+100), c(F_ext[i],F_ext[i]),
          type = 'l', lty = 3, lwd=0.5) # horizontální grid
    lines(c(x_ext[i],x_ext[i]), c(-0.1,1.1),
          type = 'l', lty = 3, lwd=0.5) # vertikální grid
    lines(x_ext[i:(i+1)], c(F_ext[i],F_ext[i]), col=c("red")) # graf - čáry
  }
  axis(1, at=x,labels=x) # nastavení hodnot na X
  axis(4, at=F,labels=F, las=2, cex.axis=0.7, tck=-.01) # a Y
  return(F)
}

x = 0:10 # minimálně 0, maximálně n nebo M má kladnou pravd.
P = dhyper(x, 15, 85, 10) #vstupem do dist.f(x,P) je P...pravdepodobnostní fce

dist.f(x,P)
```



f) Nalezněte nejmenší hodnotu NV X (označme ji $X_{0,7}$) pro kterou je

$$F_X(X_{0,7}) = P(X < X_{0,7}) \geq 0{,}7$$

$$F_X(\overset{x}{\overset{\shortparallel}{1}}) = P(X < 1) = P(X \leq 0) = 0{,}1807 = \text{phyper}(\overset{x-1}{\overset{\shortparallel}{0}}, \overset{M}{\overset{\shortparallel}{15}}, \overset{N-M}{\overset{\shortparallel}{85}}, \overset{n}{\overset{\shortparallel}{10}})$$

$$F_X(2) = P(X < 2) = P(X \leq 1) = 0{,}5375 = \text{phyper}(1, 15, 85, 10)$$

$$F_X(3) = P(X < 3) = P(X \leq 2) = 0{,}8295 = \text{phyper}(2, 15, 85, 10)$$ další hodnoty $F_X(x)$ porostou ...

$$\Rightarrow \quad \underline{\underline{X_{0,7} = 3}}$$

Jinak: qhyper(q, M, N-M, n) je nejmenší hodnota x^* splňující:

$$P(X < \underbrace{x^*+1}_{X_q}) = P(X \leq x^*) \geq q \quad \Rightarrow$$

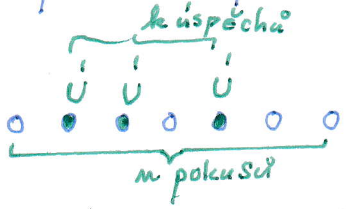
$$X_{0,7} = x^* + 1 = \text{qhyper}(0.7, 15, 85, 10) + 1 = \underline{\underline{3}}$$

Binomická NV: $X \rightarrow Bi(n, p)$

Pravděpodobnost úspěchu při jednom pokusu je p.

X... počet úspěchů při n pokusech.

$$P(X=k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$



$$EX = n \cdot p$$

$$DX = n \cdot p(1-p)$$

$(1-p)\,p \cdot p\,(1-p)\,p\,(1-p)(1-p) = p^k (1-p)^{n-k}$ ....
pravděpodobnost, že to dopadne právě takto, ale je $\binom{n}{k}$ možností jak může být mezi n pokusy k úspěchů.

Př Pravděpodobnost, že výrobek je vadný je 0,15.

a) Určete pravděpodobnost, že mezi 10 náhodně vybranými jsou 2 vadné.

X... počet vadných (je vadný = úspěch) mezi 10 vybranými $\Rightarrow X \rightarrow Bi(10; 0{,}15)$

$$P(X=2) = \binom{10}{2} \cdot 0{,}15^2 \cdot (1-0{,}15)^8 \doteq \underline{\underline{0{,}2759}} = \text{dbinom}(\overset{k}{2}, \overset{n}{10}, \overset{p}{0.15})$$

(všimněme si dhyper(2, 15, 85, 10) = 0,2919)

b) Určete pravděpodobnost, že mezi 10 vybranými je 3 až 7 vadných.

$$P(3 \le X \le 7) = P(X=3) + \ldots + P(X=7) = \underbrace{P(X \le 7) - P(X \le 2)}_{\text{pbinom}(7,10,0.15) - \text{pbinom}(2,10,0.15)} \doteq \underline{\underline{0{,}1798}}$$

c) Určete pravděpodobnost, že mezi 10 výrobky jsou více než 3 vadné.

$$P(X > 3) = P(X=4) + \ldots + P(X=10) \overset{\text{nebo}}{\doteq} 1 - P(X \le 3) \doteq \underline{0{,}0500} = 1 - \text{pbinom}(3, 10, 0.15)$$

(srovnej s 1-phyper(3,15,85,10) ≐ 0,0408)

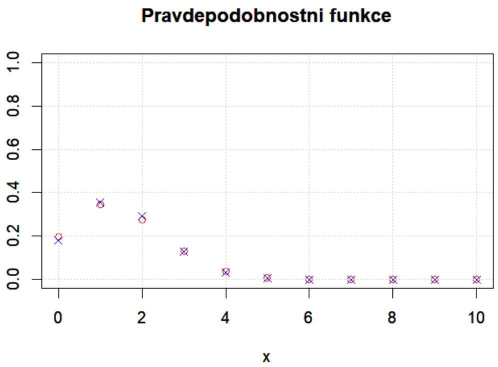
d) Určete EX a DX

$$EX = 10 \cdot 0{,}15 = \underline{\underline{1{,}5}}$$

$$DX = 10 \cdot 0{,}15 \cdot (1-0{,}15) = \underline{\underline{1{,}275}}$$

e) Vykreslete graf pravděpodobnostní fce NV $X \to Bi(10; 0{,}15)$ ○
srovnejte s grafem pravděpodobnostní fce NV $X \to H(15, 100, 10)$ +

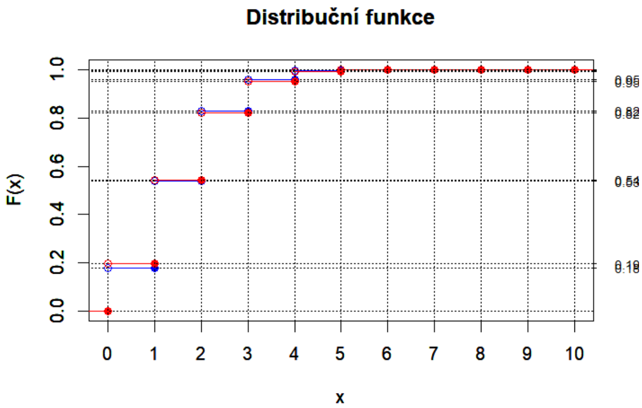
```
# vykreslíme  pravděpodobnostní funkci
x = 0:10 # minimálně 0, maximálně n nebo M má kladnou pravd.
Px = dbinom(x, 10, 0.15)
plot(x, Px,  ylab='',ylim=c(0,1),main="Pravdepodobnostni funkce", col=c("red"))
grid()
par(new=TRUE) # že chceme kreslit do jednoho grafu
Py = dhyper(x, 15, 85, 10)
plot(x, Py, pch=4,  ylab='',ylim=c(0,1),main="Pravdepodobnostni funkce", col=c("blue"))
```



f) Vykreslete graf distribuční fce NV $X \to Bi(10; 0{,}15)$ (červeně)
srovnejte s grafem distribuční fce NV $X \to H(15, 100, 10)$. (modře)

```
# f) Vykreslete graf distribuční funkce NV X -> Bi(10, 0.15)
# Distribuční funkce F(x) = P(X < x) = pro celá x!!! = P(X \leq x-1) = pbinom(x - 1, n, p)
# ( protože pbinom(y, n, p) = P(X \leq y) )
#ale pro x reálná se F(x) = P(X < x) liší od pbinom(x - 1, n, p) jen v celých x, jinde jsou stejné!

# vykreslíme Distribuční funkci - jednoduchá varianta:
x = -1:11 # minimálně 0, maximálně n nebo M má kladnou pravd.
F = pbinom(x, 10, 0.15)
plot(x, F, ylab='F_X',ylim=c(0,1),main="Pravdepodobnostni funkce", col=c("red"), type='s')
grid()
par(new=TRUE) # že chceme kreslit do jednoho grafu
Fy = phyper(x, 15, 85, 10)
plot(x, Fy, pch=4,  ylab='',ylim=c(0,1),main="Pravdepodobnostni funkce", col=c("blue"), type='s')
```



g) Nalezněte nejmenší hodnotu NV $X \to Bi(10, 0{,}15)$ (označme ji $x_{0,5}$)
pro kterou je $F(x_{0,5}) = P(X < x_{0,5}) \geq 0{,}5$

$F_X(1) = P(X < 1) = P(X \leq 0) = 0{,}1969$ = pbinom(0, 10, 0.15)
$F_X(2) = P(X < 2) = P(X \leq 1) = 0{,}5443$ = pbinom(1, 10, 0.15)
$F_X(3) = \ldots$

$\Rightarrow \underline{\underline{x_{0,5} = 2}}$

NEBO:

$\underline{\underline{x_{0,5} = 2}}$ = qbinom(0.5, 10, 0.15) + 1

Negativně binomická NV: $X \to NB(k, p)$

X... počet nezávislých pokusů do k-tého úspěchu.

$P(X=n) = \binom{n-1}{k-1} p^k (1-p)^{n-k}$

ú k-tý úspěch = n-tý pokus

$\underbrace{\circ\circ\circ\circ\circ\circ\circ}\bullet$

n-1 pokusů kde je rozhozeno k-1 úspěchů => $\binom{k-1}{n-1}$ možností - každá z nich nastane s pravděpodobností $p^k (1-p)^{n-k}$.

$EX = \frac{k}{p}$

$DX = \frac{k(1-p)}{p^2}$

Speciální případ, kdy $k=1$:

Geometrická NV: $X \to G(p) = NB(1, p)$ ... počet pokusů do 1. úspěchu.

$P(X=n) = \binom{n-1}{1-1} p^1 (1-p)^{n-1} = p(1-p)^{n-1}$

Př: Při hodu kostkou padne šestka s pravděpodobností $\frac{1}{6}$.

a) Určete pravděpodobnost, že šestka padne poprvé při 4-tém hodu.

X ... počet hodů do 1. úspěchu (padne 6) => $X \to NB(1, \frac{1}{6}) = G(\frac{1}{6})$

$P(X=4) = \underbrace{\binom{3}{0}}_{=1} p(1-p)^3 = \frac{1}{6} \cdot \left(\frac{5}{6}\right)^3 \doteq \underline{\underline{0{,}0965}} = \text{dnbinom}(\underbrace{3}_{=n-k}, \underbrace{1}_{=k}, \underbrace{\tfrac{1}{6}}_{=p})$

b) Určete pravděpodobnost, že šestka padne potřetí při 8-ém hodu.

X ... počet hodů do 3. úspěchu => $X \to NB(3, \frac{1}{6})$

$P(X=8) = \binom{8-1}{3-1} \left(\frac{1}{6}\right)^3 \left(1-\frac{1}{6}\right)^5 \doteq \underline{\underline{0{,}0391}} = \text{dnbinom}(5, 3, \tfrac{1}{6})$

počet neúsp. (5), počet úsp. (3)

c) Určete pravděpodobnost, že druhá šestka padne dříve než při 5-tém hodu.

X ... počet hodů do 2. úspěchu => $X \to NB(2, \frac{1}{6})$

$P(X<5) = P(X \le \underbrace{4}_{=n}) = 0{,}1319 = \text{pnbinom}(\underbrace{2}_{=n-k}, \underbrace{2}_{=k}, \tfrac{1}{6})$

d) Jaké hodnotě se blíží průměr počtu hodů nutných k dosažení 4. úspěchu (počtvrté padne 6).

X ... počet hodů do 4. úspěchu $\Rightarrow X \to NB(\overset{\text{„}k\text{“}}{4}, \overset{\text{„}p\text{“}}{\tfrac{1}{6}})$

$$EX = \frac{k}{p} = \frac{3}{\frac{1}{6}} = \underline{\underline{18}}$$

e) Určete rozptyl NV $X \to NB(4, \frac{1}{6})$.

$$DX = \frac{k(1-p)}{p^2} = \frac{4 \cdot \frac{5}{6}}{\left(\frac{1}{6}\right)^2} = \frac{4 \cdot 5 \cdot 6^2}{6} = \underline{\underline{120}}$$

f) Určete nejmenší počet hodů n při kterém je více nebo rovno než 50% pravděpodobnost, že šestka padne potřetí dříve než při n-tém hodu.

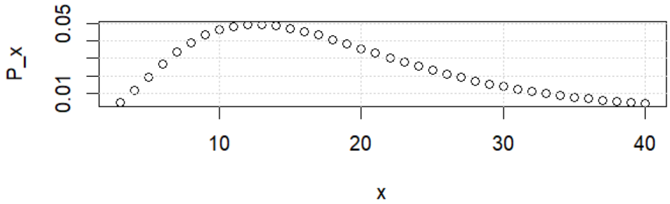
$\Rightarrow$ Tzn hledáme co nejmenší $n_{0,5}$ takové, aby $P(X < n) = P(X \leq n-1) \geq 50\%$, kde $X \to NB(3, \frac{1}{6})$ $\Rightarrow$

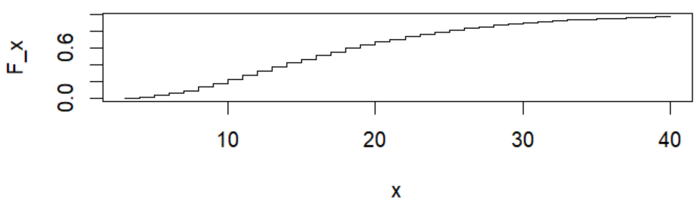
$$n_{0,5} - 1 = \underbrace{qnbinom(0.5, 3, \tfrac{1}{6})}_{\text{počet neúspěchů před } n_{0,5}-1} + \underbrace{3}_{\text{počet úspěchů}} \Rightarrow n_{0,5} = qnbinom(0{,}5, 3, \tfrac{1}{6}) + 3 + 1 = \underline{\underline{17}}$$

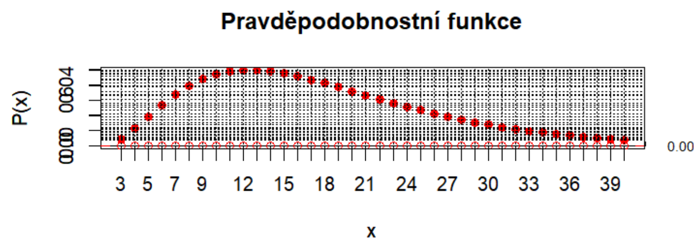
$0{,}46 \doteq P(X < 16) = P(X \leq 15) = pnbinom(12, 3, \frac{1}{6})$

$0{,}51 \doteq P(X < 17) = P(X \leq 16) = pnbinom(13, 3, \frac{1}{6})$

g) Vykreslete graf pravděpodobnostní a distribuční funkce náhodné veličiny $X \to NB(3, \frac{1}{6})$.







Poissonova NV: $X \longrightarrow Po(\lambda t)$

Sledujeme výskyt událostí při Poissonově procesu.

X ... počet událostí (úspěchů) v intervalu $\langle 0, t \rangle$.

(časovém, délkovém, plošném, objemovém)

$$P(X=k) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda t} \quad ; \quad EX = \lambda t \quad ; \quad DX = \lambda t$$

střední hodnotu aproximujeme průměrem

Př. Na nádraží přijíždí dopoledne v průměru 1 vlak za 5 minut. (Střední hodnotu aproximujte průměrem.)

a) Určete pravděpodobnost, že během jedné dopolední hodiny přijede celkem 14 vlaků.

X ... počet vlaků, které přijedou v intervalu $\langle 0\,\text{min}, 60\,\text{min})$

1 vlak (za 5 minut) => 12 vlaků (za 60 minut) = průměr $\doteq EX = \lambda t \doteq 12$.

$\Downarrow$

$X \xrightarrow{\cdot} Po(12)$

$$P(X=14) = \frac{12^{14}}{14!} e^{-12} = \text{dpois}(\overset{k}{14}, \overset{EX}{12}) \doteq \underline{\underline{0{,}0905}}$$

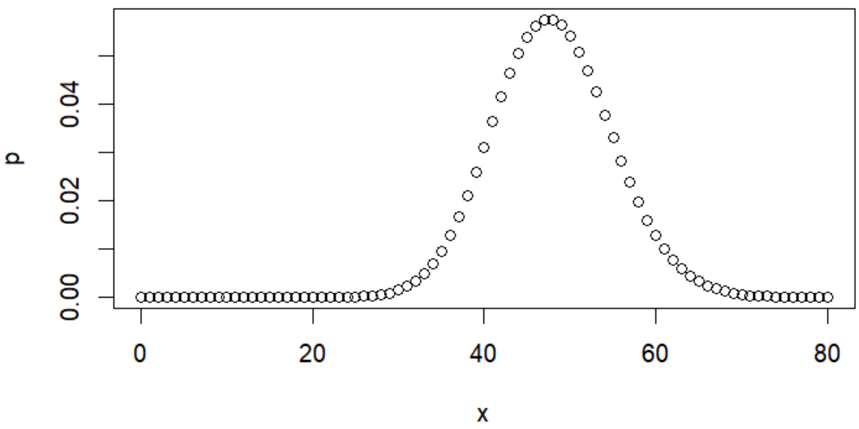
b) Určete pravděpodobnost, že přijede od 8:00 do 12:00 více než 40 vlaků

X ... počet vlaků, které přijedou od 8:00 do 12:00 (=> v int. $\langle 0\,\text{h}, 4\,\text{h} \rangle$)

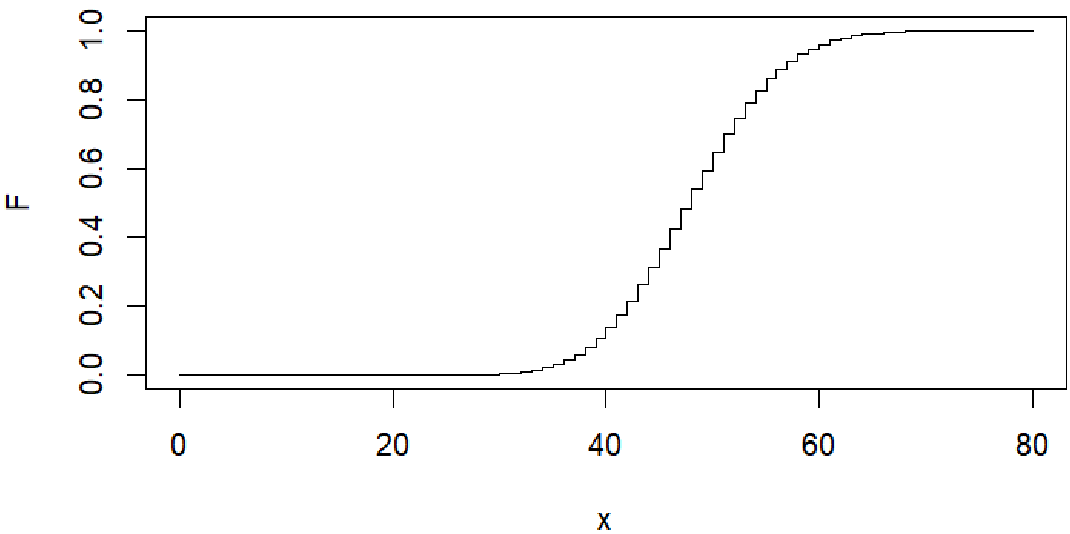
1 (za 5 min) => 12 (za 1 h) => 48 (za 4 h) => $EX = \lambda t \doteq 48$ => $X \xrightarrow{\cdot} Po(48)$

$$P(X>40) = 1 - P(X \leq 40) = 1 - \text{ppois}(40, 48) = \underline{\underline{0{,}8617}}$$

c) Načrtněte graf pravděpodobnostní funkce NV $X \to Po(48)$.



d) Načrtněte graf distribuční funkce NV $X \to Po(48)$.



Hypergeometrická NV $X \to H(N, M, n)$ N... počet všech prvků M... počet prvků s vlastností A n... počet náh. vybraných prvků **X ... počet objektů s vlastností A mezi n náhodně vybranými.** $P(X = x) = dhyper(x, M, N - M, n)$ $P(X \leq x) = phyper(x, M, N - M, n)$	-
Binomická NV $X \to Bi(n, p)$ n... počet pokusů p... pravděp. úspěchu **X ... počet úspěchů při n pokusech.** $P(X = x) = dbinom(x, n, p)$ $P(X \leq x) = pbinom(x, n, p)$	**Poissonova NV** $X \to Po(\lambda t)$ $\lambda t = EX \doteq \overline{X}$ **X ... počet úspěchů v $\langle 0, t \rangle$.** $P(X = x) = dpois(x, \lambda t)$ $P(X \leq x) = ppois(x, \lambda t)$
Negativně Binomická NV $X \to NB(k, p)$ k... počet úspěchů p... pravděp. úspěchu **X ... počet pokusů do k-tého úspěchu (včetně)** $P(X = x) = dnbinom(x - k, k, p)$ $P(X \leq x) = dnbinom(x - k, k, p)$	

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

X ... počet vadných součástek mezi 30 vybranými z 200.

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

X ... počet vadných součástek mezi 30 vybranými z 200.
$X \to H(N, M, n)$

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

X ... počet vadných součástek mezi 30 vybranými z 200.
$X \rightarrow H(N, M, n)$

$N = 200$ ... součástek celkem

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

X ... počet vadných součástek mezi 30 vybranými z 200.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 200$ ... součástek celkem
$M = 20$ ... vadných součástek

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

X . . . počet vadných součástek mezi 30 vybranými z 200.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 200$ . . . součástek celkem
$M = 20$ . . . vadných součástek
$n = 30$ . . . vybraných součástek

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

X . . . počet vadných součástek mezi 30 vybranými z 200.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 200$ . . . součástek celkem
$M = 20$ . . . vadných součástek
$n = 30$ . . . vybraných součástek

$P(X \geq 2)$

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

X ... počet vadných součástek mezi 30 vybranými z 200.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 200$ ... součástek celkem
$M = 20$ ... vadných součástek
$n = 30$ ... vybraných součástek

$P(X \geq 2) = 1 - P(X < 2)$

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

X ... počet vadných součástek mezi 30 vybranými z 200.
$X \rightarrow H(N, M, n)$

$N = 200$ ... součástek celkem
$M = 20$ ... vadných součástek
$n = 30$ ... vybraných součástek

$$P(X \geq 2) = 1 - P(X < 2) = 1 - P(X \leq 1)$$

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

X ... počet vadných součástek mezi 30 vybranými z 200.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 200$ ... součástek celkem
$M = 20$ ... vadných součástek
$n = 30$ ... vybraných součástek

$$P(X \geq 2) = 1 - P(X < 2) = 1 - P(X \leq 1)$$

$$= 1 - phyper(1, M, N - M, n)$$

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

X . . . počet vadných součástek mezi 30 vybranými z 200.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 200$ . . . součástek celkem
$M = 20$ . . . vadných součástek
$n = 30$ . . . vybraných součástek

$$P(X \geq 2) = 1 - P(X < 2) = 1 - P(X \leq 1)$$

$$= 1 - phyper(1, M, N - M, n) = 1 - phyper(1, 20, 180, 30)$$

Příklad

Ve skladu je 200 součástek. 10 % z nich je vadných. Jaká je pravděpodobnost, že vybereme-li ze skladu třicet součástek, tak nejméně dvě budou vadné?

X ...počet vadných součástek mezi 30 vybranými z 200.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 200$ ...součástek celkem
$M = 20$ ...vadných součástek
$n = 30$ ...vybraných součástek

$$P(X \geq 2) = 1 - P(X < 2) = 1 - P(X \leq 1)$$

$$= 1 - phyper(1, M, N - M, n) = 1 - phyper(1, 20, 180, 30)$$

$$= \underline{\underline{0.839071}}$$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α -částic.
a) Určete pravděpodobnost toho, že za 3 sekundy vyzáří tato látka právě pět α -částic.

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α -částic.
a) Určete pravděpodobnost toho, že za 3 sekundy vyzáří tato látka právě pět α -částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 3 s (interval $\langle 0s, 3s\rangle$).

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α -částic.
a) Určete pravděpodobnost toho, že za 3 sekundy vyzáří tato látka právě pět α -částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 3 s (interval $\langle 0s, 3s \rangle$).
$X \to Po(\lambda t)$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α -částic.
a) Určete pravděpodobnost toho, že za 3 sekundy vyzáří tato látka právě pět α -částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 3 s (interval $\langle 0s, 3s \rangle$).
$X \rightarrow Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 11,4$ za $3s \Rightarrow$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α -částic.
a) Určete pravděpodobnost toho, že za 3 sekundy vyzáří tato látka právě pět α -částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 3 s (interval $\langle 0s, 3s \rangle$).
$X \to Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 11,4$ za $3s \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 11,4$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α -částic.
a) Určete pravděpodobnost toho, že za 3 sekundy vyzáří tato látka právě pět α -částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 3 s (interval $\langle 0s, 3s \rangle$).
$X \to Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 11,4$ za $3s \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 11,4$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$P(X = 5)$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α -částic.
a) Určete pravděpodobnost toho, že za 3 sekundy vyzáří tato látka právě pět α -částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 3 s (interval $\langle 0s, 3s \rangle$).
$X \to Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 11,4$ za $3s \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 11,4$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$P(X = 5)$

$= dpois(5, \lambda t)$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α -částic.
a) Určete pravděpodobnost toho, že za 3 sekundy vyzáří tato látka právě pět α -částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 3 s (interval $\langle 0s, 3s\rangle$).
$X \rightarrow Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 11,4$ za $3s \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 11,4$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$P(X = 5)$

$= dpois(5, \lambda t) = dpois(5, 11.4)$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α -částic.
a) Určete pravděpodobnost toho, že za 3 sekundy vyzáří tato látka právě pět α -částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 3 s (interval $\langle 0s, 3s \rangle$).
$X \rightarrow Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 11,4$ za $3s \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 11,4$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$P(X = 5)$

$$= dpois(5, \lambda t) = dpois(5, 11.4) = \underline{\underline{0.01796329}}$$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α-částic.
b) Určete pravděpodobnost toho, že za 2 minuty vyzáří tato látka více než 450 α-částic.

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α-částic.
b) Určete pravděpodobnost toho, že za 2 minuty vyzáří tato látka více než 450 α-částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 2 minut (časový interval $\langle 0min, 2min\rangle$).

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α-částic.
b) Určete pravděpodobnost toho, že za 2 minuty vyzáří tato látka více než 450 α-částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 2 minut (časový interval $\langle 0min, 2min \rangle$).
$X \rightarrow Po(\lambda t)$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α-částic.
b) Určete pravděpodobnost toho, že za 2 minuty vyzáří tato látka více než 450 α-částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 2 minut (časový interval $\langle 0min, 2min \rangle$).
$X \rightarrow Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 456$ za $120s \Rightarrow$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α-částic.
b) Určete pravděpodobnost toho, že za 2 minuty vyzáří tato látka více než 450 α-částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 2 minut (časový interval $\langle 0min, 2min \rangle$).
$X \to Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 456$ za $120s \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 456$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α-částic.
b) Určete pravděpodobnost toho, že za 2 minuty vyzáří tato látka více než 450 α-částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 2 minut (časový interval $\langle 0min, 2min \rangle$).
$X \rightarrow Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 456$ za $120s \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 456$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$P(X > 450)$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α-částic.
b) Určete pravděpodobnost toho, že za 2 minuty vyzáří tato látka více než 450 α-částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 2 minut (časový interval $\langle 0min, 2min\rangle$).
$X \rightarrow Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 456$ za $120s \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 456$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$P(X > 450) = 1 - P(X \leq 450)$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α-částic.
b) Určete pravděpodobnost toho, že za 2 minuty vyzáří tato látka více než 450 α-částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 2 minut (časový interval $\langle 0min, 2min \rangle$).
$X \to Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 456$ za $120s \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 456$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$P(X > 450) = 1 - P(X \leq 450)$

$= 1 - ppois(450, \lambda t)$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α-částic.
b) Určete pravděpodobnost toho, že za 2 minuty vyzáří tato látka více než 450 α-částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 2 minut (časový interval $\langle 0min, 2min\rangle$).
$X \rightarrow Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 456$ za $120s \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 456$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$$P(X > 450) = 1 - P(X \leq 450)$$

$$= 1 - ppois(450, \lambda t) = 1 - ppois(450, 456)$$

Příklad

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α-částic.
b) Určete pravděpodobnost toho, že za 2 minuty vyzáří tato látka více než 450 α-částic.

X ... počet vyzářených alfa částic během 2 minut (časový interval $\langle 0min, 2min \rangle$).
$X \rightarrow Po(\lambda t)$

v průměru 38 za $10s \Rightarrow 3,8$ za $1s \Rightarrow 456$ za $120s \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 456$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$$P(X > 450) = 1 - P(X \leq 450)$$

$$= 1 - ppois(450, \lambda t) = 1 - ppois(450, 456) = \underline{\underline{0.5988064}}$$

Pokusy se zjistilo, že radioaktivní látka vyzařuje během 10 sekund průměrně 38 α-částic.

a) Určete pravděpodobnost toho, že za 3 sekundy vyzáří tato látka právě pět α-částic.

b) Určete pravděpodobnost toho, že za 2 minuty vyzáří tato látka více než 450 α-částic.

Příklad

Pravděpodobnost, že se dovoláme do studia rozhlasové stanice, která právě vyhlásila telefonickou soutěž je 0,08. Jaká je pravděpodobnost, že se dovoláme nejvýše na 4. pokus?

Příklad

Pravděpodobnost, že se dovoláme do studia rozhlasové stanice, která právě vyhlásila telefonickou soutěž je 0,08. Jaká je pravděpodobnost, že se dovoláme nejvýše na 4. pokus?

X . . . počet pokusů, než se dovoláme (tj. do 1. úspěchu).

Příklad

Pravděpodobnost, že se dovoláme do studia rozhlasové stanice, která právě vyhlásila telefonickou soutěž je 0,08. Jaká je pravděpodobnost, že se dovoláme nejvýše na 4. pokus?

X ... počet pokusů, než se dovoláme (tj. do 1. úspěchu).
$X \rightarrow NB(k, p)$

Příklad

Pravděpodobnost, že se dovoláme do studia rozhlasové stanice, která právě vyhlásila telefonickou soutěž je 0,08. Jaká je pravděpodobnost, že se dovoláme nejvýše na 4. pokus?

X ... počet pokusů, než se dovoláme (tj. do 1. úspěchu).
$X \to NB(k, p)$ což je totéž jako: $X \to G(p)$

Příklad

Pravděpodobnost, že se dovoláme do studia rozhlasové stanice, která právě vyhlásila telefonickou soutěž je 0,08. Jaká je pravděpodobnost, že se dovoláme nejvýše na 4. pokus?

X ... počet pokusů, než se dovoláme (tj. do 1. úspěchu).
$X \to NB(k, p)$ což je totéž jako: $X \to G(p)$

$k = 1$ ... pokusy provádíme do 1. úspěchu

Příklad

Pravděpodobnost, že se dovoláme do studia rozhlasové stanice, která právě vyhlásila telefonickou soutěž je 0,08. Jaká je pravděpodobnost, že se dovoláme nejvýše na 4. pokus?

X ... počet pokusů, než se dovoláme (tj. do 1. úspěchu).
$X \to NB(k,p)$ což je totéž jako: $X \to G(p)$

$k = 1$ ... pokusy provádíme do 1. úspěchu
$p = 0,08$ ... pravděpodobnost úspěchu při jednom pokusu

Příklad

Pravděpodobnost, že se dovoláme do studia rozhlasové stanice, která právě vyhlásila telefonickou soutěž je 0,08. Jaká je pravděpodobnost, že se dovoláme nejvýše na 4. pokus?

X ... počet pokusů, než se dovoláme (tj. do 1. úspěchu).
$X \to NB(k, p)$ což je totéž jako: $X \to G(p)$

$k = 1$ ... pokusy provádíme do 1. úspěchu
$p = 0,08$ ... pravděpodobnost úspěchu při jednom pokusu

$P(X \leq 4)$

Příklad

Pravděpodobnost, že se dovoláme do studia rozhlasové stanice, která právě vyhlásila telefonickou soutěž je 0,08. Jaká je pravděpodobnost, že se dovoláme nejvýše na 4. pokus?

X ... počet pokusů, než se dovoláme (tj. do 1. úspěchu).
$X \to NB(k, p)$ což je totéž jako: $X \to G(p)$

$k = 1$ ... pokusy provádíme do 1. úspěchu
$p = 0,08$ ... pravděpodobnost úspěchu při jednom pokusu

$P(X \leq 4) = pnbinom(4 - k, k, p)$

Příklad

Pravděpodobnost, že se dovoláme do studia rozhlasové stanice, která právě vyhlásila telefonickou soutěž je 0,08. Jaká je pravděpodobnost, že se dovoláme nejvýše na 4. pokus?

X ... počet pokusů, než se dovoláme (tj. do 1. úspěchu).
$X \to NB(k, p)$ což je totéž jako: $X \to G(p)$

$k = 1$ ... pokusy provádíme do 1. úspěchu
$p = 0,08$ ... pravděpodobnost úspěchu při jednom pokusu

$$P(X \leq 4) = pnbinom(4 - k, k, p) = pnbinom(3, 1, 0.08)$$

Příklad

Pravděpodobnost, že se dovoláme do studia rozhlasové stanice, která právě vyhlásila telefonickou soutěž je 0,08. Jaká je pravděpodobnost, že se dovoláme nejvýše na 4. pokus?

X ... počet pokusů, než se dovoláme (tj. do 1. úspěchu).
$X \to NB(k,p)$ což je totéž jako: $X \to G(p)$

$k = 1$ ... pokusy provádíme do 1. úspěchu
$p = 0,08$ ... pravděpodobnost úspěchu při jednom pokusu

$$P(X \leq 4) = pnbinom(4-k,k,p) = pnbinom(3,1,0.08)$$

$$= \underline{\underline{0.283607}}$$

Příklad

Na stůl vysypeme 15 mincí. Jaká je pravděpodobnost, že počet mincí ležících lícem nahoru, je od 8 do 12 (včetně)?

Příklad

Na stůl vysypeme 15 mincí. Jaká je pravděpodobnost, že počet mincí ležících lícem nahoru, je od 8 do 12 (včetně)?

X . . . počet úspěchů (líc nahoru) při 15 pokusech.

Příklad

Na stůl vysypeme 15 mincí. Jaká je pravděpodobnost, že počet mincí ležících lícem nahoru, je od 8 do 12 (včetně)?

X . . . počet úspěchů (líc nahoru) při 15 pokusech.
$X \rightarrow B(n, p)$

Příklad

Na stůl vysypeme 15 mincí. Jaká je pravděpodobnost, že počet mincí ležících lícem nahoru, je od 8 do 12 (včetně)?

X ... počet úspěchů (líc nahoru) při 15 pokusech.
$X \to B(n, p)$

$n = 15$ ... počet pokusů

Příklad

Na stůl vysypeme 15 mincí. Jaká je pravděpodobnost, že počet mincí ležících lícem nahoru, je od 8 do 12 (včetně)?

X ... počet úspěchů (líc nahoru) při 15 pokusech.
$X \to B(n, p)$

$n = 15$ ... počet pokusů
$p = 0,5$ ... pravděpodobnost úspěchu při jednom pokusu

Příklad

Na stůl vysypeme 15 mincí. Jaká je pravděpodobnost, že počet mincí ležících lícem nahoru, je od 8 do 12 (včetně)?

X ... počet úspěchů (líc nahoru) při 15 pokusech.
$X \to B(n, p)$

$n = 15$ ... počet pokusů
$p = 0,5$ ... pravděpodobnost úspěchu při jednom pokusu

$P(8 \leq X \leq 12)$

Příklad

Na stůl vysypeme 15 mincí. Jaká je pravděpodobnost, že počet mincí ležících lícem nahoru, je od 8 do 12 (včetně)?

X ... počet úspěchů (líc nahoru) při 15 pokusech.
$X \to B(n, p)$

$n = 15$ ... počet pokusů
$p = 0,5$ ... pravděpodobnost úspěchu při jednom pokusu

$$P(8 \leq X \leq 12) = P(X \leq 12) - P(X \leq 7)$$

Příklad

Na stůl vysypeme 15 mincí. Jaká je pravděpodobnost, že počet mincí ležících lícem nahoru, je od 8 do 12 (včetně)?

X . . . počet úspěchů (líc nahoru) při 15 pokusech.
$X \to B(n, p)$

$n = 15$ . . . počet pokusů
$p = 0,5$ . . . pravděpodobnost úspěchu při jednom pokusu

$$P(8 \leq X \leq 12) = P(X \leq 12) - P(X \leq 7)$$

$$= pbinom(12, 15, 0.5) - pbinom(7, 15, 0.5)$$

Příklad

Na stůl vysypeme 15 mincí. Jaká je pravděpodobnost, že počet mincí ležících lícem nahoru, je od 8 do 12 (včetně)?

X ... počet úspěchů (líc nahoru) při 15 pokusech.
$X \rightarrow B(n, p)$

$n = 15$ ... počet pokusů
$p = 0,5$ ... pravděpodobnost úspěchu při jednom pokusu

$$P(8 \leq X \leq 12) = P(X \leq 12) - P(X \leq 7)$$

$$= pbinom(12, 15, 0.5) - pbinom(7, 15, 0.5) = \underline{\underline{0.4963074}}$$

Příklad

Na třech metrech čtverečních pole roste průměrně 99 slunečnic. Určete pravděpodobnost, že na dvou metrech čtverečních pole poroste méně než 60 slunečnic.

Příklad

Na třech metrech čtverečních pole roste průměrně 99 slunečnic. Určete pravděpodobnost, že na dvou metrech čtverečních pole poroste méně než 60 slunečnic.

X ... počet slunečnic (úspěchů, událostí) v plošném intervalu $\langle 0, 2\rangle$.

Příklad

Na třech metrech čtverečních pole roste průměrně 99 slunečnic. Určete pravděpodobnost, že na dvou metrech čtverečních pole poroste méně než 60 slunečnic.

X ... počet slunečnic (úspěchů, událostí) v plošném intervalu $\langle 0, 2 \rangle$.
$X \rightarrow Po(\lambda t)$

Příklad

Na třech metrech čtverečních pole roste průměrně 99 slunečnic. Určete pravděpodobnost, že na dvou metrech čtverečních pole poroste méně než 60 slunečnic.

X ... počet slunečnic (úspěchů, událostí) v plošném intervalu $\langle 0, 2\rangle$.
$X \to Po(\lambda t)$

v průměru 99 na $3m^2 \Rightarrow$ 33 na $1m^2 \Rightarrow$ 66 na $2m^2 \Rightarrow$

Příklad

Na třech metrech čtverečních pole roste průměrně 99 slunečnic. Určete pravděpodobnost, že na dvou metrech čtverečních pole poroste méně než 60 slunečnic.

X ... počet slunečnic (úspěchů, událostí) v plošném intervalu $\langle 0, 2\rangle$.
$X \to Po(\lambda t)$

v průměru 99 na $3m^2 \Rightarrow$ 33 na $1m^2 \Rightarrow$ 66 na $2m^2 \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 66$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

Příklad

Na třech metrech čtverečních pole roste průměrně 99 slunečnic. Určete pravděpodobnost, že na dvou metrech čtverečních pole poroste méně než 60 slunečnic.

X ... počet slunečnic (úspěchů, událostí) v plošném intervalu $\langle 0, 2\rangle$.
$X \to Po(\lambda t)$

v průměru 99 na $3m^2 \Rightarrow$ 33 na $1m^2 \Rightarrow$ 66 na $2m^2 \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 66$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$P(X < 60)$

Příklad

Na třech metrech čtverečních pole roste průměrně 99 slunečnic. Určete pravděpodobnost, že na dvou metrech čtverečních pole poroste méně než 60 slunečnic.

X ... počet slunečnic (úspěchů, událostí) v plošném intervalu $\langle 0, 2 \rangle$.
$X \rightarrow Po(\lambda t)$

v průměru 99 na $3m^2 \Rightarrow$ 33 na $1m^2 \Rightarrow$ 66 na $2m^2 \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 66$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$P(X < 60) = P(X \leq 59)$

Příklad

Na třech metrech čtverečních pole roste průměrně 99 slunečnic. Určete pravděpodobnost, že na dvou metrech čtverečních pole poroste méně než 60 slunečnic.

X ... počet slunečnic (úspěchů, událostí) v plošném intervalu $\langle 0, 2\rangle$.
$X \to Po(\lambda t)$

v průměru 99 na $3m^2 \Rightarrow$ 33 na $1m^2 \Rightarrow$ 66 na $2m^2 \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 66$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$P(X < 60) = P(X \leq 59)$

$= ppois(59, \lambda t)$

Příklad

Na třech metrech čtverečních pole roste průměrně 99 slunečnic. Určete pravděpodobnost, že na dvou metrech čtverečních pole poroste méně než 60 slunečnic.

X ... počet slunečnic (úspěchů, událostí) v plošném intervalu $\langle 0, 2\rangle$.
$X \to Po(\lambda t)$

v průměru 99 na $3m^2 \Rightarrow$ 33 na $1m^2 \Rightarrow$ 66 na $2m^2 \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 66$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$P(X < 60) = P(X \leq 59)$

$= ppois(59, \lambda t) = ppois(59, 66)$

Příklad

Na třech metrech čtverečních pole roste průměrně 99 slunečnic. Určete pravděpodobnost, že na dvou metrech čtverečních pole poroste méně než 60 slunečnic.

X ... počet slunečnic (úspěchů, událostí) v plošném intervalu $\langle 0, 2\rangle$.
$X \to Po(\lambda t)$

v průměru 99 na $3m^2 \Rightarrow$ 33 na $1m^2 \Rightarrow$ 66 na $2m^2 \Rightarrow$
$\lambda t = EX \doteq \overline{X} = 66$ ... aproximace stř. hodnoty průměrem

$$P(X < 60) = P(X \leq 59)$$

$$= ppois(59, \lambda t) = ppois(59, 66) = \underline{\underline{0.2139214}}$$

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
a) 5 skupinu AB.

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
a) 5 skupinu AB.

X ... počet žáků se skupinou AB mezi 16 vybranými.

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
a) 5 skupinu AB.

X . . . počet žáků se skupinou AB mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
a) 5 skupinu AB.

X ... počet žáků se skupinou AB mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ ... žáků celkem

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
a) 5 skupinu AB.

X ... počet žáků se skupinou AB mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ ... žáků celkem
$M = 2$ ... žáků se skupinou AB

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
a) 5 skupinu AB.

X ... počet žáků se skupinou AB mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ ... žáků celkem
$M = 2$ ... žáků se skupinou AB
$n = 16$ ... vybraných žáků

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
a) 5 skupinu AB.

X ...počet žáků se skupinou AB mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ ...žáků celkem
$M = 2$ ...žáků se skupinou AB
$n = 16$ ...vybraných žáků

$P(X = 5)$

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
a) 5 skupinu AB.

X . . . počet žáků se skupinou AB mezi 16 vybranými.
$X \rightarrow H(N, M, n)$

$N = 29$ . . . žáků celkem
$M = 2$ . . . žáků se skupinou AB
$n = 16$ . . . vybraných žáků

$P(X = 5) = dhyper(5, M, N - M, n)$

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
a) 5 skupinu AB.

X ... počet žáků se skupinou AB mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ ... žáků celkem
$M = 2$ ... žáků se skupinou AB
$n = 16$ ... vybraných žáků

$$P(X = 5) = dhyper(5, M, N - M, n) = dhyper(5, 2, 27, 16)$$

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
a) 5 skupinu AB.

X . . . počet žáků se skupinou AB mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ . . . žáků celkem
$M = 2$ . . . žáků se skupinou AB
$n = 16$ . . . vybraných žáků

$$P(X = 5) = dhyper(5, M, N - M, n) = dhyper(5, 2, 27, 16)$$

$$= \underline{\underline{0}}$$

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
a) 5 skupinu AB.

X ... počet žáků se skupinou AB mezi 16 vybranými.
$X \rightarrow H(N, M, n)$

$N = 29$ ... žáků celkem
$M = 2$ ... žáků se skupinou AB
$n = 16$ ... vybraných žáků

$P(X = 5) = dhyper(5, M, N - M, n) = dhyper(5, 2, 27, 16)$

$= \underline{\underline{0}}$ Jasné od začátku!

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
b) 6 skupinu A.

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
b) 6 skupinu A.

X ... počet žáků se skupinou A mezi 16 vybranými.

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
b) 6 skupinu A.

X ... počet žáků se skupinou A mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
b) 6 skupinu A.

X ... počet žáků se skupinou A mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ ... žáků celkem

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
b) 6 skupinu A.

X … počet žáků se skupinou A mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ … žáků celkem
$M = 12$ … žáků se skupinou AB

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
b) 6 skupinu A.

X ... počet žáků se skupinou A mezi 16 vybranými.
$X \rightarrow H(N, M, n)$

$N = 29$ ... žáků celkem
$M = 12$ ... žáků se skupinou AB
$n = 16$ ... vybraných žáků

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
b) 6 skupinu A.

X . . . počet žáků se skupinou A mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ . . . žáků celkem
$M = 12$ . . . žáků se skupinou AB
$n = 16$ . . . vybraných žáků

$P(X = 6)$

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
b) 6 skupinu A.

X ... počet žáků se skupinou A mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ ... žáků celkem
$M = 12$ ... žáků se skupinou AB
$n = 16$ ... vybraných žáků

$$P(X = 6) = dhyper(6, M, N - M, n)$$

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
b) 6 skupinu A.

X . . . počet žáků se skupinou A mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ . . . žáků celkem
$M = 12$ . . . žáků se skupinou AB
$n = 16$ . . . vybraných žáků

$$P(X = 6) = dhyper(6, M, N - M, n) = dhyper(6, 12, 17, 16)$$

Příklad

Ve třídě má 10 žáků krevní skupinu 0, 12 má skupinu A, 5 má skupinu B a 2 mají AB. Určete pravděpodobnost, že mezi 16 vybranými žáky jich bude mít
b) 6 skupinu A.

X . . . počet žáků se skupinou A mezi 16 vybranými.
$X \to H(N, M, n)$

$N = 29$ . . . žáků celkem
$M = 12$ . . . žáků se skupinou AB
$n = 16$ . . . vybraných žáků

$$P(X = 6) = dhyper(6, M, N - M, n) = dhyper(6, 12, 17, 16)$$

$$= \underline{\underline{0.2647939}}$$