

## CENTRÁLNÍ LIMITNÍ VĚTA

1.12.–4.12.2015

- 
1. Délky telefonních hovorů paní Zuzany (v min) jsou stejně rozdělené navzájem nezávislé náhodné veličiny se střední hodnotou 5 a rozptylem 25. Tento měsíc paní Zuzana provedla 50 hovorů. S jakou pravděpodobností volala dohromady méně než 280 minut, což je objem volných minut na jejím tarifu?
  2. Na server má přístup 100 uživatelů. Z dřívějších zkušeností víme, že uživatel má na serveru průměrně 1200MB dat, směrodatná odchylka množství dat je 400 MB. Jak velký diskový prostor potřebujeme, aby s pravděpodobností 99% nedošlo k jeho zaplnění?
  3. Pojišťovna má pojištěno 1 000 osob stejného věku. Pravděpodobnost úmrtí v daném roce je u každého pojištěného 0,01. Pojištěnci platí roční pojistné 1 200 Kč a v případě úmrtí je oprávněné osobě vyplaceno 80 000 Kč.
    - (a) Jaký je v daném roce očekávaný zisk pojišťovny?
    - (b) Jaká je pravděpodobnost, že pojišťovna utrpí v daném roce ztrátu?
  4. Stroj generuje náhodné číslice 0-9, každé číslo se stejnou pravděpodobností.
    - (a) Kolik nejméně číslic musíme vygenerovat, abychom s pravděpodobností alespoň 0.975 dostali alespoň jedno sudé číslo? (Spočítejte přesně.)
    - (b) Kolik nejméně číslic musíme vygenerovat, abychom s pravděpodobností alespoň 0.975 dostali alespoň 20 sudých. (Použijte aproximaci pomocí CLV.)
  5. Házíme pravidelnou symetrickou mincí, přičemž  $\nu_n$  značí relativní četnost líců v  $n$  hodech, tj.  $\nu_n = (\# \text{líců})/n$ . Kolik musíme provést hodů, aby pravděpodobnost jevu  $[|\nu_n - 1/2| \leq 0.1]$  byla alespoň 0.95?  
Řešte pomocí CLV a srovnejte s výsledkem získaným na základě Čebyševovy nerovnosti.
  6. Pořádáte narozeninovou oslavu pro 100 hostů a zajímá Vás, kolik máte objednat chlebíčků. Ze zkušenosti víte, že počet chlebíčků, který sní náhodný host, se řídí Poissonovým rozdělením se střední hodnotou 3. Kolik přibližně musíte objednat chlebíčků, chcete-li mít jistotu, že s pravděpodobností 0.95 nebude žádný host hladovět?

## OPAKOVÁNÍ Z PŘEDNÁŠKY

CENTRÁLNÍ LIMITNÍ VĚTA (CLV): Nechť  $\{X_n\}$  je posloupnost nezávislých stejně rozdělených náhodných veličin s  $0 < \text{Var } X_1 < \infty$ . Pak

$$P\left(\frac{\sum_{k=1}^n X_k - nEX_1}{\sqrt{n\text{Var } X_1}} \leq x\right) \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \Phi(x), \quad x \in \mathbb{R},$$

neboli ekvivalentně

$$P\left(\sqrt{n} \cdot \frac{\bar{X}_n - EX_1}{\sqrt{\text{Var } X_1}} \leq x\right) \xrightarrow{n \rightarrow \infty} \Phi(x), \quad x \in \mathbb{R},$$

kde  $\Phi$  je distribuční funkci normálního rozdělení  $N(0, 1)$ , jejíž hodnoty je možné najít např. v tabulkách.

Zkráceně píšeme

$$Z_n := \frac{\sum_{k=1}^n X_k - nEX_1}{\sqrt{n\text{Var } X_1}} = \sqrt{n} \cdot \frac{\bar{X}_n - EX_1}{\sqrt{\text{Var } X_1}} \stackrel{\text{asympt.}}{\sim} N(0, 1)$$

a říkáme, že  $Z_n$  má asymptoticky normální rozdělení.

CLV nám tedy říká, že distribuční funkce  $F_n$  veličiny  $Z_n$  se při  $n \rightarrow \infty$  blíží k  $\Phi$ . Pro  $n$  dost velké tedy lze uvažovat

$$P(Z_n \leq x) \doteq \Phi(x).$$

### TABULKA DISTRIBUČNÍ FUNKCE A KVANTILOVÉ FUNKCE $N(0, 1)$

$x$	0.000	0.050	0.100	0.150	0.200	0.250	0.300	0.350	0.400	0.450
$\Phi(x)$	0.500	0.520	0.540	0.560	0.579	0.599	0.618	0.637	0.655	0.674
$x$	0.500	0.550	0.600	0.650	0.700	0.750	0.800	0.850	0.900	0.950
$\Phi(x)$	0.691	0.709	0.726	0.742	0.758	0.773	0.788	0.802	0.816	0.829
$x$	1.000	1.050	1.100	1.150	1.200	1.250	1.300	1.350	1.400	1.450
$\Phi(x)$	0.841	0.853	0.864	0.875	0.885	0.894	0.903	0.911	0.919	0.926
$x$	1.500	1.550	1.600	1.650	1.700	1.750	1.800	1.850	1.900	1.950
$\Phi(x)$	0.933	0.939	0.945	0.951	0.955	0.960	0.964	0.968	0.971	0.974
$x$	2.000	2.050	2.100	2.150	2.200	2.250	2.300	2.350	2.400	2.450
$\Phi(x)$	0.977	0.980	0.982	0.984	0.986	0.988	0.989	0.991	0.992	0.993
$x$	2.500	2.550	2.600	2.650	2.700	2.750	2.800	2.850	2.900	2.950
$\Phi(x)$	0.994	0.995	0.995	0.996	0.997	0.997	0.997	0.998	0.998	0.998

$\alpha$	0.5	0.8	0.9	0.95	0.975	0.99	0.995
$q_\alpha$	0	0.842	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576