

## **Legenda o moravském metru**

Metro v moravské metropoli se od toho pražského poněkud liší. Jeho systém je daleko jednodušší.

### **Dopolední provoz:**

Lidé přicházejí do metra mezi 6:00 a 12:00 dopoledne. Metro jede ze stanice A přes stanici B do stanice C. Metro jede každé dvě minuty, první souprava jede v 6:02, poslední v 12:00. Dopoledne jsou nástupní stanice A a B, vystoupit se dá jen na stanici C. Lidé, kteří jedou ze stanice B přicházejí do metra od 6:05 do 12:05, protože pět minut trvá cesta ze stanice A do stanice B. Doba mezi příchody pasažerů na stanici A se řídí exponenciálním rozdělením, přitom za 1 minutu přijde na tuto stanici průměrně 40 lidí. Doba mezi příchody pasažerů na stanici B se řídí exponenciálním rozdělením, přitom za 1 minutu přijde na tuto stanici průměrně 30 lidí.

### **Odpolední provoz:**

Každý, kdo jel ráno, vrací se odpoledne zpět. Použije k tomu stejné stanice jako dopoledne, akorát v opačném pořadí. Jiní lidé se odpoledne v metru nevyskytují. (Celkový počet cestujících odpoledne je tedy roven celkovému počtu cestujících dopoledne, je tedy před zahájením odpoledního provozu pevně dán.) Pro vracejícího se člověka je čas jeho příchodu do metra někdy mezi 13:00 a 21:00, přičemž všechny časy příchodů "jsou stejně pravděpodobné". Metro jezdí ze stanice C přes stanici B do stanice A v přesně dvouminutových intervalech. První vyjíždí v 13:02, poslední jede v 21:00.

## **Úkoly**

1. Nasimulujte příchody cestujících v dopoledních hodinách.

- Zjistěte, kolik lidí jelo mezi stanicemi B a C prvním vlakem.
- Odhadněte střední hodnotu počtu cestujících v jednom dopoledním vlaku mezi stanicemi B a C (bodový a 95% intervalový odhad).
- Testujte nulovou hypotézu, že střední počet cestujících v jednom dopoledním vlaku mezi stanicemi B a C je 140.
- Nakreslete histogram pro počty cestujících mezi stanicemi B a C v dopoledních vlacích.
- Jaké má tento počet rozdělení? Testujte, zda jde o normální rozdělení. Jakou větou z přednášky své tvrzení doložíte?
- Vykreslete do histogramu hustotu příslušného rozdělení.
- Jaké rozdělení bude mít doba čekání na vlak metra? Své tvrzení zdůvodněte (např. obrázkem).
- Jedna souprava metra má kapacitu 1000 cestujících. Manažerům dopravní společnosti se však zdá, že to je zbytečně hodně. Navrhněte kapacitu vlakové soupravy tak, aby v 98 procentech případů nebyla tato kapacita překročena. Počítejte s tím, že je-li kapacita překročena (např. kapacita 100 cestujících a přijde 150), tak se nakonec všichni do metra vmáčknou, i když "jedou jak sardinky".

2. Nasimulujte příchody cestujících v odpoledních hodinách.

- Jaké rozdělení má doba mezi příchody jednotlivých cestujících? Opět podložte své tvrzení obrázkem.
- Odhadněte střední hodnotu počtu cestujících v jednom odpoledním vlaku mezi stanicemi C a B (bodový a 95% intervalový odhad).

- Vysvětlíte disproporci mezi středním počtem cestujících v jednom vlaku dopoledne a odpoledne.
- Jaké rozdělení má celková doba čekání na vlak metra jednoho člověka za jeden den? Svě tvrzení zdůvodněte.

## Pokyny k vypracování

- Vaše řešení musí obsahovat zejména **komentář** vašich statistických úvah s relevantními výstupy simulací a jejich interpretací. Velikost použitého fontu (v hlavních částech dokumentu) se musí pohybovat od 10 do 12 pt.
- Komentář řešení vyžadujeme v **souvislých** větách. Celý dokument musí být (včetně popisů tabulek a grafů) napsán konzistentně v jednom jazyce – čtete česky, slovensky, anglicky. Dokument tvořte v čem chcete (doporučujeme L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, ale s MS Wordem či OO Writerem to také asi půjde), ale nám pošlete jenom pdf! Obrázky zakomponujte do dokumentu, matematiku sázejte v kvalitě běžné v 21. století.
- Dále nám zašlete **váš komentovaný kód** použitý k analýzám a malování obrázků. Abychom si mohli vaše výsledky ověřit, nastavte `set.seed(ddmmyyyy)` podle vašeho data narození před prvním generováním náhodných čísel. Tento použitý *seed* nezapomeňte uvést ve svém řešení.
- Soubor s *R* kódem nazvěte `prijmeni_jmeno.R`, soubor s hlavním komentářem nazvěte `prijmeni_jmeno.pdf`. V názvech souborů **nepoužívejte** diakritiku! Oba soubory zabalte do souboru nazvaného `prijmeni_jmeno.pripona` (přípona dle použitého kompresního programu) a pošlete **e-mailem** svému cvičícímu. Mějte na paměti, že v dnešní době odeslání e-mailu ještě neznamená jeho přijetí adresátem. Cvičící v přiměřené době obvykle potvrdí přijetí (maily však nečteme kontinuálně 24 hodin denně a často ani o víkendech). K balení prosím použijte výhradně jeden z programů: `zip`, `bzip2`, `gzip`, `tar -zcvf`.
- **Deadline** pro odeslání práce je **pátek 28. února 2009 (23:59 CET)**. Práce došlé po tomto datu nebudou akceptovány.
- Jedná se o **samostatnou** práci.
- Za práci je možno získat maximálně 40 bodů.

V Praze 13. prosince 2008