

# Zvědavý skladník

Řešením ryze matematických problémů dostáváme přesné výsledky. Používáme-li však matematiku k řešení problémů světa kolem nás, dosáhneme absolutní přesnosti odpovědi jen zřídka. Přibližnost je někdy způsobena tím, že při svých úvahách reálnou situaci zjednodušíme. Jindy jsou přibližně stanovena už vstupní data (např. měřit délky nebo čas umíme jen s omezenou přesností) nebo je absolutně přesný výsledek reálně nedosažitelný a musí se zaokrouhlit.

Často se v praxi (a také v následujících úlohách) využívá zaokrouhlování na určitý počet platných číslic. Kladné reálné číslo  $r$  zaokrouhlíme na  $n$  platných číslic následujícím způsobem:

- Vyjádříme  $r$  ve tvaru  $a \cdot 10^b$ , kde  $a \in \mathbb{R}$ ,  $a \in \langle 1, 10 \rangle$  a  $b \in \mathbb{Z}$ , a následně zaokrouhlíme číslo  $a$  na  $n - 1$  desetinných míst podle standardních pravidel pro zaokrouhlování.
- Např. čísla  $r = 31,258\ 16$  a  $s = 0,023\ 123\ 6$  zaokrouhlíme na čtyři platné číslice takto:

$$\begin{aligned} r &= 31,258\ 16 = 3,125\ 816 \cdot 10^1 \doteq 3,126 \cdot 10^1 = 31,26 \\ s &= 0,023\ 123\ 6 = 2,312\ 36 \cdot 10^{-2} \doteq 2,312 \cdot 10^{-2} = 0,023\ 12. \end{aligned}$$

Konkrétně zaokrouhlování vstupních dat může mít překvapivé důsledky pro přesnost výsledku třeba při řešení rovnic, jak se přesvědčíme v následující sérii úloh.

**Úloha 1.** Vedoucí skladu léčiv obdržel fakturu za objednané dva druhy vakcín. Celkem bylo za dodávku 597 balení vakcín Ixodinum proti encefalitidě a 386 balení vakcín Nopolio proti obrně zapláceno 401 950 Kč. Při vstupní kontrole však bylo zjištěno, že 86 balení vakcíny Ixodinum a 19 balení vakcíny Nopolio je prošlých a musí být vráceny. Při reklamaci prošlých léčiv bylo vráceno 39 600 Kč.

Protože vedoucí je zvědavý, chce si spočítat, jaká je nákupní cena jednoho balení obou vakcín. Nemá však po ruce kalkulačku a ani telefon, a proto se spokojí s přibližným řešením. Všechny údaje, které zná, před výpočtem zaokrouhlí na jednu platnou číslici.

Jak moc se bude jeho výsledek lišit od skutečné nákupní ceny? Pro oba druhy vakcín určete absolutní rozdíl vypočítané a skutečné ceny i relativní chybu v procentech.

**Úloha 2.** Po pár měsících přišla do skladu jiná dodávka, a to 504 balení vakcín Antiflu proti chřipce a 81 balení vakcín Kontradift proti záškrtu. Za tuto dodávku bylo zapláceno 198 900 Kč. Při vstupní kontrole bylo zjištěno, že 98 balení Antiflu a 18 balení Kontradiftu je prošlých. Při jejich reklamaci bylo zpět vráceno 40 700 Kč.

Vedoucí skladu zopakoval svůj postup a spočítal si od ruky přibližnou nákupní cenu obou léků. Tentokrát se však nestačil divit. Z čeho vycházel jeho údiv a jak moc se jeho výsledek od skutečných cen lišil tentokrát?

**Úloha 3.** Soustavy z obou předchozích úloh znázorněte graficky ve vhodném softwaru. Porovnáním znázornění soustav z úlohy 1 se znázorněním soustav z úlohy 2 vysvětlíte rozdíl v přesnostech výsledků obou úloh.

V úloze 2 jsme viděli, že zaokrouhlování vstupních údajů může výrazně změnit výsledek výpočtu. Někdy se změní jen čísla v řešení, jindy se ale změní i samotný charakter soustavy, což uvidíme v následující úloze.

**Úloha 4.** Pokuste se vymyslet:

- 1) soustavu dvou lineárních rovnic o dvou neznámých, která má právě jedno řešení, ale po zaokrouhlení koeficientů a pravých stran na jednu platnou číslici vznikne soustava, která má nekonečně mnoho řešení;
- 2) soustavu dvou lineárních rovnic o dvou neznámých, která má právě jedno řešení, ale po podobném zaokrouhlení (také na jednu platnou číslici) vznikne soustava, která nemá dokonce žádné řešení.

Zkuste se také zamyslet nad tím, jak by mohly vypadat obrázky znázorňující grafické řešení takovýchto soustav. Diskutujte o tom, jak opatrní musíme být, když chceme trochu upravit nebo zaokrouhlit zadaná čísla v rovnicích.

### Otázky k zamyšlení (bez počítání)

- V příběhu vedoucí skladu zaokrouhluje všechna čísla na jednu platnou číslici, aby mohl počítat „z hlavy“. V jakých běžných situacích vám takové hrubé zaokrouhlování dává smysl a kdy už může být nebezpečné?
- V první úloze vyjde cena jedné vakcíny docela přesně, ve druhé úloze je výsledek úplně mimo. Proč podle vás stejný postup „funguje“ v jednom případě celkem dobře a v jiném selže?
- Jak byste slovně vysvětlili spolužákovi, co znamená, že soustava je „citlivá na chybu“ vstupních dat?
- V textu se pracuje s absolutní a relativní chybou. Proč může být v praxi důležitější relativní chyba než absolutní? Najdete příklady, kdy „chyba 50 Kč“ je zanedbatelná a kdy je naopak zásadní?
- Jaké poučení si můžete odnést z příběhu Zvědavého skladníka o používání matematiky v reálném světě – budeme „vždycky věřit výsledku“, nebo spíš „vždycky se ptát, jak přesná byla vstupní data a výpočty“?
- V moderních aplikacích (navigace, fyzikální simulace, statistika, strojové učení) se také pracuje s přibližnými čísly a zaokrouhlováním. Jaká rizika z příběhu se podle vás mohou objevit i v těchto oblastech, jen ve větším měřítku?

### Literatura

- Biermann K., Grötschel M., Lutz-Westphal B. (2010). *Besser als Mathe: Moderne angewandte Mathematik aus dem MATHEON zum Mitmachen*. Berlin: Vieweg+Teubner.

Compilation: 10. března 2026, 07:41