Využití simulace pro určení optimální strategie údržby

Příklad I:

Na začátku každého týdne je stroj v jednom ze čtyř stavů: 1 = výborný, 2 = dobrý, 3 = průměrný, 4 = špatný. Týdenní zisk dosažený strojem ve výborném stavu je 100 Kč, při dobrém stavu 80 Kč, při průměrném stavu 50 Kč a při špatném stavu 10 Kč. Po zjištění stavu stroje na začátku týdne máme možnost okamžitého nahrazení stroje strojem výborným (s náklady 200 Kč). Kvalita stroje se časem zhoršuje, jak je ukázáno v tab.

Současný stav stroje	Pravděpodobnost, že stroj začne příští týden jako				
	Výborný	Dobrý	Průměrný	Špatný	
Výborný	0,7	0,3			
Dobrý		0,7	0,3		
Průměrný			0,6	0,4	
Špatný				1 (pokud nebyl nahrazen)	

Uvažujme čtyři strategie údržby:

Strategie 1: Stroj nikdy nenahrazovat.

Strategie 2: Okamžitě nahradit špatný stroj.

Strategie 3: Okamžitě nahradit špatný nebo průměrný stroj.

Strategie 4: Okamžitě nahradit špatný, průměrný nebo dobrý stroj.

Simulujte každou z těchto strategií po dobu 50 týdnů a určete strategii, která maximalizuje očekávaný týdenní zisk. Předpokládejte, že na začátku 1. týdne je stav stroje výborný.

Řešení:

Poznamenejme, že při strategii 1 budou nejmenší očekávané týdenní náklady na výměnu stroje, ale bude také nejmenší očekávaný týdenní zisk. Při strategii 4 budou největší očekávané týdenní náklady na výměnu stroje, ale také největší očekávaný týdenní zisk. Není tedy zřejmé, která strategie je nejlepší.

Simulování strategie 1 (viz obr. a soubor Mainnr.xls)

Krok 1	Do buněk B3 až B6 zapíšeme týdenní zisk, který odpovídá stavu stroje, jaký byl na
	počátku týdne. V řádcích 9 až 58 simulujeme 50 týdnů nahrazování stroje.

- Krok 2 Do buňky B9 vložíme 1, protože 1. týden začínáme s výborným strojem.
- Krok 3 V buňce C9 použijeme vzorec
 - =SVYHLEDAT(B9; \$A\$3:\$B\$6;2),

abychom spočítali zisk za 1. týden. Tento vzorec najde týdenní zisk prohledáváním druhého sloupce v oblasti A3:B6 v řádku, který v oblasti vyhledávání odpovídá hodnotě v buňce B9. Jestliže zkopírujeme tento vzorec do oblasti C9:C58, vygenerujeme zisk pro každý týden.

Krok 4 Abychom vygenerovali typ stavu stroje pro každý týden, do buňky B10 vložíme tento vzorec:

```
=KDYŽ((B9=1); RISKDISCRETE({1;2};{0,7;0,3}); KDYŽ((B9=2);
```

RISKDISCRETE({2;3};{0,7;0,3}); KDYŽ(B9=3);

RISKDISCRETE({3;4};{0,6;0,4});4)))

Tento vzorec např. zajistí, že jestliže stroj je na začátku týdne ve stavu 2, pak na počátku příštího týdne bude s pravděpodobností 0,7 ve stavu 2 a s pravděpodobností 0,3 ve stavu 3. Jestliže zkopírujeme tento vzorec do oblasti B10:B58, vygenerujeme stav stroje na začátku každého týdne.

Krok 5 V buňce D3 spočítáme průměrný zisk za období 50 týdnů pomocí vzorce

=PRŮMĚR(C9:C58)

Krok 6 Buňku D3 označíme jako výstupní oblast a provedeme 100 iterací. Zjistíme, že při strategii 1 je průměrný týdenní zisk 22,82 Kč.

Simulování strategie 2 (viz obr. a soubor Maintrb.xls)

- **Krok 1** Do buňky B6 vložíme –100, a to z tohoto důvodu: Jestliže na začátku týdne bude stroj ve špatném stavu, nahradíme ho a týdenní zisk bude 100-200=-100. Vzorce ve sloupci C zůstanou stejné.
- Krok 2 Abychom generovali stav současného stroje na začátku každého týdne, do buňky B9 vložíme vzorec

=KDYŽ((B9=1); RISKDISCRETE({1;2}; {0,7;0,3}); KDYŽ((B9=2); RISKDISCRETE({2;3}; {0,7;0,3});

KDYŽ(B9=3); RISKDISCRETE($\{3,4\}; \{0,6,0,4\}; \}$;

RISKDISCRETE({1;2}; {0,7;0,3}))))

Tento vzorec zajistí, že když na začátku týdne je stroj ve špatném stavu, se 70tiprocentní pravděpodobností bude na začátku příštího týdne ve výborném stavu a s 30tiprocentní pravděpodobností bude v dobrém stavu. Jestliže zkopírujeme tento vzorec do oblasti B9:B58, vygenerujeme stav stroje na začátku každého týdne.

Krok 3 Buňku D3 označíme jako výstupní oblast a provedeme 100 iterací. Zjistíme, že při strategii 1 je průměrný týdenní zisk 60,16 Kč.

Podobným způsobem lze simulovat strategii 3 a 4 (viz příklad 1 a 2) a na základě srovnání očekávaných týdenních zisků při strategiích 1, 2, 3, 4 můžeme stanovit strategii nejvýhodnější.

Poznámka:

Excel nemůže zvládnout víc než sedm vnořených funkcí KDYŽ ve stejné buňce. Jestliže tedy příkaz KDYŽ v Excelu obsahuje více než 200 znaků, @RISK může mít při provádění simulací potíže.

Příklady k procvičování

- 1. V příkladu I simulujte strategii 3.
- 2. V příkladu I simulujte strategii 4.
- 3. O určitém stroji je známo, že nevydrží pracovat déle než čtyři měsíce. Během prvního měsíce je poruchový s pravděpodobností 10%. Jestliže dokončí první měsíc svého provozu, během druhého měsíce selže s pravděpodobností 20%. Jestliže dokončí druhý měsíc provozu, pravděpodobnost poruchy během třetího měsíce bude 50%. Jestliže dokončí třetí měsíc provozu, je jisté, že selže do konce čtvrtého měsíce. Na začátku každého měsíce je nutné rozhodnout, zda stroj bude nahrazen novým strojem, což bude stát 500 Kč. Jestliže ale stroj selže v průběhu měsíce, podnik zaznamená náklady 1000 Kč (v důsledku prostoje stroje) a na začátku příštího měsíce musí koupit stroj nový. V úvahu připadají tři strategie:

Strategie 1: Stroj nahradit na začátku čtvrtého měsíce jeho provozu.

Strategie 2: Stroj nahradit na začátku třetího měsíce jeho provozu.

Strategie 3: Stroj nahradit na začátku druhého měsíce jeho provozu.

Při které strategii budou průměrné měsíční náklady nejmenší?

Jako příklad toho, co by se mohlo stát, předpokládejte, že podnik dělá plánovanou náhradu stroje na začátku měsíce. Jestliže stroj nemá během měsíce poruchu, podnik

zaznamená náklady 500 Kč. Jestliže stroj během měsíce selže, náklady v tomto měsíci budou 500+1000+500=2000 Kč.