

Rozhodovací procesy v ŽP – Cvičení 1

Příklad č.1 – Lineární programování (Potřebné čištění odpadní vody)

Vodní tok je v profilech 1 a 2 znečišťován výtokem zbytkově znečištěné vody z ČOV.

Znečištění se projevuje zvýšením hodnoty BSK₅ [mg/l] v profilech 2 a 3 nad požadovanou hodnotu Q_i.

Cílem řešení je nalézt nutnou úroveň čištění odpadních vod v profilech 1 a 2 při minimálních nákladech! Předpokládáme, že pro každou jednotku znečištění, která je odstraněna (vyčištěna, tedy nevypouští se do toku) v profilu 1 se ukazatel znečištění v profilu 2 zlepší o A₁₂ = 0,025 a zároveň ukazatel znečištění v profilu 3 se zlepší o A₁₃ = 0,0125. Podobně pro profil 2 a 3 platí, že A₂₃ = 0,025. Přitom předpokládáme, že kvalita vody se v profilu měří nad zaústěním odpadního kanálu, tedy např. voda vypouštěná v profilu 2 ovlivní hodnoty v profilu 3 a nikoliv už v profilu 2. A_{ij} tedy ukazuje zlepšení kvality vody v profilu j vlivem snížení zátěže v profilu i.

Dále označme:

W_i – množství znečištění v odpadní vodě, která se v profilu i má čistit

X_i – část znečištění, která bude čištěním v profilu i odstraněna. Teoreticky platí, že $0 \leq X_i \leq 1$, dále je však upřesněno technicky

Kvalita vody BSK₅ [mg/l] odpovídá znečištění, které zbývá, tedy **1-X**

Zlepšení kvality vody v profilu j vlivem odstranění **W_i** jednotek znečištění (čištěním odpadních vod) v profilu i je určeno jako **a_{ij} W_i (1-X_i)** [mg/l].

Ukazatel kvality vody v profilu 2 se rovná běžné hodnotě **q₂** (požadová hodnota, na kterou nemá znečištění v profilu 1 vliv) zvýšené o vliv znečištění v profilu 1 tj. **a₁₂ W₁ (1-X₁)**. Obdobně v profilu 3.

Zapište podmínky zajišťující, aby v profilech 2 a 3 byl ukazatel znečištění (BSK₅) nižší než jsou normové hodnoty **Q₂** a **Q₃**.

Dále předpokládáme, že cena čištění je úměrná odstraněné části znečištění, tedy **C(X_i) = c_i X_i**

Platí rovněž, že technicky a ekonomicky efektivní čištění vyžaduje, aby hodnoty **X_i** byly mezi **0,3** a **0,95**

Sestavte nejprve obecně lineární program pro takto zadaný úkol při minimalizaci celkových nákladů. Následně řešte graficky pro:

Normové hodnoty **Q₂ = 4,5 mg/l** a **Q₃ = 5,5 mg/l**

Znečištění **W₁ = 200 mg/l** a **W₂ = 100 mg/l**

Vliv znečištění v profilech nad měření a_{ij} je popsán výše

Požadové hodnoty v toku (bez ohledu na emise v profilech 1 a 2) **q₂ = 2,5 mg/l** a **q₃ = 3 mg/l**

Náklady na čištění **c₁ = 1** a **c₂ = D/15** (kde D je den vašeho narození v měsíci → Např. 30.6. c₂ = 2)

Cíl: Splnit normové hodnoty v profilech 2 a 3 při minimálních nákladech na čištění!

Řešení tedy je míra čištění **X₁ = ?**, **X₂ = ?**, **CENA = ?**

Příklad č.2 – Lineární programování řešené počítačem (Řízení odběru vody ze 3 nádrží)

Vodu ze tří nádrží N_1 , N_2 a N_3 je třeba rozdělit mezi tři odběratele – X (odběr pro vodárny), Y (průmysl) a Z (závlahy). Odběr X se může provádět ze všech tří nádrží, tedy $x_1 + x_2 + x_3 = X$, přitom platí $0 \leq X \leq M_p$, kde M_p jsou nároky na odběr.

Koeficienty $a_{i,j}$ vyjadřují ztráty vody v potrubí (Např. $a_{1,1} = 1,3$ znamená, že ztráty při odběru z nádrže **1** pro vodárny jsou 30%)

Odběry x_1 jsou pro vodárny z nádrže **1**, y_1 pro průmysl z nádrže **1** a z_1 pro závlahy z nádrže **1**. Obdobně je tomu pro nádrže **2** a **3**.

Koeficienty c_i dále uvedené v účelové funkci vyjadřují zisk správce toku z prodeje vody po odečtení nákladů, tedy např. zisk $c_1 = 10$ je zisk za odběr z nádrže **1** pro vodárny, $c_5 = 6,5$ je zisk za odběr z nádrže **2** pro průmysl atd. Zisk je určován na základě rozdílu cen a nákladů.

Pro řešení použijte SW aplikaci lineárního programu (Simplexová metoda).

Maximize $p = 10x_1 + 11x_2 + 12x_3 + 6y_1 + 6.5y_2 + 7y_3 + 2z_1 + 2.1z_2 + 2.2z_3$ subject to
 $1.3x_1 + 1.2y_1 + 1.1z_1 = 140$ (Objem nádrže N_1 po započtení ztrát pro jednotlivé odběry)
 $1.2x_2 + 1.1y_2 + 1.1z_2 \leq 50$ (Objem nádrže N_2 po započtení ztrát pro jednotlivé odběry)
 $1.3x_3 + 1.1y_3 + 1.2z_3 \leq 90$ (Objem nádrže N_3 po započtení ztrát pro jednotlivé odběry)
 $x_1 + x_2 + x_3 \leq 100$ (Nároky vodáren)
 $y_1 + y_2 + y_3 \leq 50$ (Nároky pro průmysl)
 $z_1 + z_2 + z_3 \leq 100$ (Nároky pro závlahy)

Doplňte omezení, že odběr pro vodárny musí být alespoň 50, pro průmysl alespoň 30 a pro závlahy alespoň 10.

Pozn. Forma odpovídá zadání do aplikace (používá se des. tečka, nikoliv čárka)

<http://www.zweigmedia.com/RealWorld/simplex.html>

Výsledkem je hodnota účelové funkce p (ZISK z prodeje vody) a hodnoty $x_1, x_2, x_3, y_1, y_2, y_3, z_1, z_2, z_3$.
Potvrďte řešením, zda je plně využitý objem nádrží, a dále jak jsou kryty nároky pro vodárny, průmysl a závlahy.