

Lineární programování-úvod a příklady s využitím Řešitele

Ing.J.Skorkovský,CSc.

Použití

- **Dělení profilů** (cutting, trim loss)
- **Mixování směsí** (blending, diet)
- **Dopravní problémy** (tok materiálu do bodu určení a plánování trasy- shortest route)
- **Přiřazování zdrojů limitovaných kapacitami** (assignment)
- **Zdroj** : Operation Management, Quality and Competitiveness in a global environment, Russel and Taylor (v knihovně)

Zadání-formulace modelu

Výrobek	Označení	Práce /hod	Materiál/ks	Výnos/ks
Miska	x1	1	4	40
Hrnek	x2	2	3	50

Jaká kombinace výrobků bude mít největší výnos při ohraničení typu maximální kapacity výroby v čase=40 hodin a množství materiálu, které je omezeno 120 kg hlíny ?

Poznámka : obdobná úloha z pohledu průtoku byla řešena v ukázce P&Q , kde bylo omezení ve zdroji B a v maximální kapacitě času 2400 minut)

Základní struktura a terminologie

- Minimalizujeme námi vytvořenou cílovou funkci ve tvaru :

$Z = c_1 * x_1 + c_2 * x_2 + \dots + c_n * x_n$ vzhledem k matici omezujících podmínek :

- $A_{11} * x_1 + A_{12} * x_2 + \dots + A_{1n} * x_n \quad (<=>) \quad B_1$
 - $A_{21} * x_1 + A_{22} * x_2 + \dots + A_{2n} * x_n \quad (<=>) \quad B_2$
 - $A_{m1} * x_1 + A_{m2} * x_2 + \dots + A_{mn} * x_n \quad (<=>) \quad B_m$
- V klasickém výše uvedená soustava lineárních rovnic je $Ax=B$
 - Řešení soustavy lineárních rovnic např. algoritmem GAUSS-JORDAN není s pomocí doplňku Excelu typu Řešitel (Solver) nutné !!!
 - x_{ij} : proměnná, které řešíme (decision variables= úroveň aktivity operace, kterou proměnná specifikuje)
 - B_i : omezující podmínky, povolené odchylky od normy (omezení v čase a materiálu)
 - c_j : koeficienty účelové (cílové) funkce (v našem případě konkrétně výnosy)
 - A_{ij} : koeficienty omezení (práce a materiál na jednotku výrobku)

Příklad I (úvod do problému-praktická ukázka)

Výrobek	Označení	Práce /hod	Materiál/ks	Výnos/ks
Miska	x1	1	4	40
Hrnek	x2	2	3	50

$$Z = c_1 * x_1 + c_2 * x_2 + \dots + c_n * x_n$$

Cílová funkce : $Z = 40 * x_1 + 50 * x_2$, kterou musíme maximalizovat

Maximální kapacita výroby = 40 hodin a Maximální množství materiálu = 120 kg

Specifikace omezení úlohy s pomocí matice 2x2 :

$$1 * x_1 + 2 * x_2 = 40 \text{ (práce)}$$

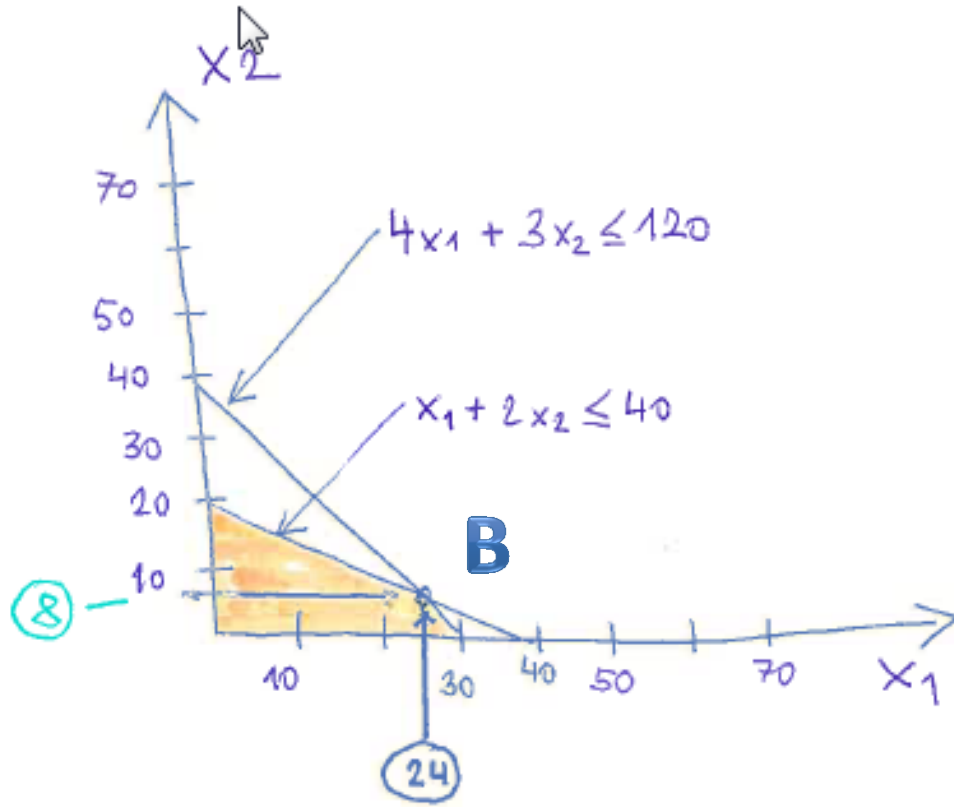
$$4 * x_1 + 3 * x_2 = 120 \text{ (materiál)}$$

Vyřešení rovnic (ručně) -> $x_1 = 24$ a $x_2 = 8$ a po dosazení do cílové funkce dostaneme

$$Z = 40 * 24 + 50 * 8 = 1360$$

(optimální náklad odpovídající bodu B – viz další obrázek)

Grafické řešení



Využití Řešitele

Možnosti aplikace Excel

Obecné
Vzorce
Kontrola pravopisu a mluvnice
Uložit
Jazyk
Upřesnit
Přizpůsobit pás karet
Panel nástrojů Rychlý přístup
Doplnky
Centrum zabezpečení

Zobrazení a správa doplňků systému Microsoft

Doplnky

Název ^
Aktivní doplňky aplikací
Doplňek sdílení pro produkt Microsoft Lync 2010
Jet Reports
Řešitel
Snagit Add-in

Neaktivní doplňky aplikací
Analytické nástroje
Analytické nástroje – VBA
Datum (XML)
Microsoft Actions Pane 3
Nástroje pro měnu euro
Neviditelný obsah
Skruté listy
Skruté řádky a sloupce
Vlastní data XML
Záhlaví a zápatí

Doplňek: Analytické nástroje
Vydavatel: Microsoft Corporation
Kompatibilita: K dispozici nejsou žádné informace o kompatibilitě.
Umístění: C:\Program Files (x86)\Microsoft Office\Office14\Library\Analysis\ANALYS32.XLL

Popis: Obsahuje nástroje pro analýzu statistických a inženýrských dat.

Spravovat: Doplnky aplikace Excel **Přejít...**

Nastavení Excelu

Doplnky

Doplnky k dispozici:

- Analytické nástroje
- Analytické nástroje – VBA
- Nástroje pro měnu euro
- Řešitel**

Řešitel

Analytické nástroje
Obsahuje nástroje pro analýzu statistických a inženýrských dat.

Simplex_1_Chairs_Tables_20170223.xlsx - Microsoft Excel

Soubor Domů Vložení Rozložení stránky Vzorce **Data** Revize Zobrazení Vývojář Doplnky Jet

Připojení
Vlastnosti
Upravit odkazy
Připojení

Seřadit Filtr Vymazat Použít znovu Upřesnit

Text do sloupců Odebrat duplicity Ověření dat Sloučit Citlivostní analýza

Seskupit Oddělit Souhrn

Zobrazit podrobnosti
Skrýt podrobnosti

Osnova **Řešitel** Analýza

Využití Řešitele

	Miska	Hrnek	Total	Kapacita
Proměnné (x1, x2)	0	0		
Výnos	40	50	0	
Materiál	4	3	0	120
Práce	1	2	0	40

x1=Miska , x2=Hrnek, max 40 hod (B1), max 120 kg (B2)

Zadání

Cílová funkce $Z = x1 * c1 + x2 * c2 = 40 * x1 + 50 * x2$

$4 * x1 + 3 * x2 = 120$ (omezení max množství materiálu)=B1

$1 * x1 + 2 * x2 = 40$ (omezení max kapacitou práce)=B2



Výrobek	Označení	Práce /hod	Materiál/ks	Výnos/ks
Miska	x1	1	4	40
Hrnek	x2	2	3	50

Využití Řešitele

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3			Miska	Hrnek	Total	Kapacita	
4		Proměnné x1,x2	0	0			
5		Přínos	40	50	0		
6							
7		Materiál	4	3	0	120	
8		Práce	1	2	0	40	
9							

$$Z = x1 * c1 + x2 * c2 = 40 * x1 + 30 * x2$$

$$E7 = C7 * C4 + D7 * D4 = 4 * x1 + 3 * x2 = 120$$

$$E8 = C8 * C4 + D8 * D4 = x1 + 2 * x2 = 40$$

Parametry Řešitele

Účelová funkce:

Hledat: Max Min Hodnota:

Proměnné modelu:

Omezující podmínky:

\$E\$7 <= \$F\$7
\$E\$8 <= \$F\$8

	Miska	Hrnek	Total	Kapacita
Proměnné x1,x2	24	8		
Přínos	40	50	1360	
Materiál	4	3	120	120
Práce	1	2	40	40

Využití Řešitele

Microsoft Excel 15.0 Citlivostní sestava

List: [Simplex_1_Misky_Hrnky_Chairs_Tables_20170228.xlsx]List1

Sestava vytvořena: 9. 3. 2017 16:19:56

Proměnné

Levá strana omezující podmínky	Název	Konečná Hodnota	Redukovaná náklady	Účelová funkce koeficient	Povolený nárůst	Povolený pokles
\$C\$4	Proměnné x1,X2 Miska	24	0	40	26,66666667	15
\$D\$4	Proměnné x1,X2 Hrnek	8	0	50	30	20

Omezující podmínky

Levá strana omezující podmínky	Název	Konečná Hodnota	Stínová cena	Pravá strana omezující podmínky	Povolený nárůst	Povolený pokles
\$E\$7	Materiál Total	120	6	120	40	60
\$E\$8	Práce Total	40	16	40	40	10

Změna úlohy- jiné výnosy jiná omezení typu práce na dvou strojích a jejich kapacitní omezení

	Miska	Hrnek	Total	Kapacita
Proměnné x1,x2	0	0		
Přínos	40	50	0	
Stroj 1	7	5	0	200
Stroj 1	5	5	0	400



	Miska	Hrnek	Total	Kapacita
Proměnné x1,x2	0	40		
Přínos	40	50	2000	
Stroj 1	7	5	200	200
Stroj 1	5	5	200	400

Parametry Řešitele

Účejová funkce:

SES13

Hledat: Max

Min

Hodnota:

0

Proměnné modelu:

SCS12:SDS12

Omezující podmínky:

SES15 <= SF515

SES16 <= SF516

Přidat

Změnit

Odstranit



OK ?