



*Univerza v Ljubljani*  
*Fakulteta za matematiko in fiziko*

*Oddelek za fiziko*

---

## 2. naloga: Linearno programiranje

---

POROČILO PRI PREDMETU MODELSKA ANALIZA 1

2015/2016

*Avtor:*  
Klemen RAHNE  
28152028

15. oktober 2015

# Kazalo

1	Naloga	1
2	Minimizacija posamezne komponente	1
3	Uravnoveženost obroka	2
4	Najcenejši obrok	3

## 1 Naloga

Želimo sestaviti najbolj optimalno sestavljen obrok, z različnimi pogoji vsebnosti hranilnih vrednosti za dieto, zdravljenje, športni obrok,... Problem rešujemo s pomočjo linearne optimizacije. Iščemo minimum funkcije (npr. maščobe):

$$f(x_j) = \sum_j a_j x_j = \text{MIN} \quad (1.1)$$

ob veljavnosti naslednjih pogojev.

$$\sum_j a_{ij} x_j \leq b_i$$
$$0 \leq x_j$$

V primeru, da iščemo maximum zgornje funkcije ali da imamo pri pogojih obrnjen znak ( $\geq$ ), enačbe oz. pogoj pomnožimo z  $-1$ . Na koncu je potem potrebno paziti, ali je še potrebno naše rešitve pomnožiti z  $-1$ .

## 2 Minimizacija posamezne komponente

Iz datoteke dostopne na <http://predmeti.fmf.uni-lj.si/modelska/podatki/tabela-zivil.dat><sup>1</sup> sem uvozil tabelo, katera vsebuje energijske vrednosti, maščobe, ogljikovih hidratov, proteinov, kalcija in železa za posamezno živilo.

Najprej želimo minimizirati energijsko vrednost obroka. V tem primeru je koeficient  $a_i$  energijska vrednost  $j$ -tega živila na 100g, koeficient  $a_{ij}$  matrike  $A$  so  $i$ -ta vsebnost (npr.:maščobe, ogljikovi hidrati,...)  $j$ -tega živila. V vektorju  $b$ , njegove komponente  $b_i$  pomenijo  $i$ -to omejitev. Oglejmo si preprost primer z naslednjo omejitvijo:

$$b = \begin{bmatrix} \text{maščobe} \\ \text{ogljikovi hidrati} \\ \text{proteini} \\ \text{kalcij} \\ \text{zelezo} \end{bmatrix} \geq \begin{bmatrix} 70\text{g} \\ 310\text{g} \\ 50\text{g} \\ 1000\text{mg} \\ 18\text{mg} \end{bmatrix} \quad (2.1)$$

in skupno maso manj kot 2000g. Po vnosu podatkov v program matlab in uporabi funkcije `linprog` sem dobil naslednji rezultat:

		energijska vsebnost-minimum	1526,10 kcal
pomfri	477,42g	maščobe	70g
bel kruh	291,75g	ogljikovi hidrati	310g
solata	1044,67	proteini	56,1g
grozdje	186,16g	kalcij	1000mg
		železo	21,2mg

<sup>1</sup>Dosegljiva 14.10.2015

Vsa ostala živila iz datoteke, ne bodo zastopana v našem obroku, saj so dobila vrednosti 0g. Oglejmo si še za primer, ko minimiziramo vnos maščob, ob minimalnem vnosu 2000kcal. Skupna masa obroka je še vedno manj kot 2000g. Torej, sledi pogoj:

$$b = \begin{bmatrix} \text{energijska vrednost} \\ \text{ogljikovi hidrati} \\ \text{proteini} \\ \text{kalcij} \\ \text{železo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2000\text{kcal} \\ 310\text{g} \\ 50\text{g} \\ 1000\text{mg} \\ 18\text{mg} \end{bmatrix} \leq A\vec{x} \quad (2.2)$$

in rešitev:

		maščobe-minimum	14,9g
bel kruh	223g	energijska vrednost	2000kcal
fižol	961g	ogljikovi hidrati	361,1g
solata	816g	proteini	119,7g
		kalcij	1000mg
		železo	34,5mg
		skupna masa	2000g

Če pogledamo v tabelo vseh živil, vidimo, da tri živila ne vsebujejo maščobe (rdeča pesa, pivo in grozdje). Naivno oko, bi reklo, da bodo ta živila v obroku, pa jih ni. Izbrana živila v naše obroku (kruh, fižol in solata) imajo tudi majhno vsebnost maščob, vendar boljše pripomorejo k izpolnitvi kriterija v 2.2.

### 3 Uravnoveženost obroka

Ker smo v naš "idealni" obrok do sedaj dobili samo tri oz. štiri živila, bom sedaj uporabili še dodaten kriterij: vsakega živila je lahko v obroku maksimalno 100g. Ostale pogoje uporabimo iz našega prvega primera (2.1 minimizacija energijske vrednosti). Dobimo naslednjo rešitev:

Ovseni_kosmici	57,4g	energijska vrednost-minimum	1965,8kcal
Jabolko	100g	maščobe	70g
Pomfri	100g	ogljikovi hidrati	310g
Mleko	100g	proteini	58g
Sir	43,2g	kalcij	1000mg
Kruh_bel	100g	železo	18mg
Riz	100g	skupna masa	1344g
Cokolada	55,0g		
Rdeca_pesa	100g		
Solata	100g		
Zelje	100g		
Grozdje	100g		
Jagode	100g		
Makaroni	88,9g		
Torta	100g		

Izbrana metoda za določitev optimalnega obroka ni slaba. Poleg tega, da smo popestrili obrok, smo se z minimizacijo energijske vrednosti približali vrednosti, ki naj bi bila optimalna dnevno vnešena energijska vrednost (2000kcal).

## 4 Najcenejši obrok

Oglejmo si kako bi izgledal obrok, če bi bil kriterij najmanjša cena. Podatke o ceni živil sem našel na spletni strani enega večjih trgovcev Sloveniji. Obrok bi izgledal sledeče:

Mleko	61g	cena-najceneje	1,3€
Kruh_bel	647g	mascobe	70g
Maslo	55g	energijska vrednost	2149,8kcal
		ogljikovi hidrati	310g
		proteini	73,0g
		kalcij	1000mg
		železo	22,4mg
		skupna masa	762,2g

Ponovno imamo samo tri različne živila na razpolago, zato ponovno omejimo vsa živila na maksimalno vrednost 100g (npr. zaradi finančnih razlogov, si ne moremo privoščiti več). Pridemo do obroka naslednjih vrednosti:

cena-najceneje	2,73€
mascobe	70g
energijska vrednost	2037g
ogljikovi hidrati	310g
proteini	74g
kalcij	1000mg
železo	18mg
skupna masa	762,2g

Sedaj se v obroku ne pojavijo sledeča živila :

- živalskega izvora: govedina, svinjina, skuša, jajca
- zeljenjava: fižol, solata, jagoda
- čokolada, torta