

## 2. naloga - Linearno programiranje

Matic Debeljak

13. oktober 2020

### 1 Naloga

Med tipične primere, ki jih lahko učinkovito rešimo z metodami linearnega programiranja, sodi sestavljanje diet za hujšanje, zdravljenje ali športne aktivnosti. Za dani nabor živil določamo njihove količine, pri čemer moramo zadostiti različnim omejitvam. Med drugim moramo zagotoviti priporočene dnevne odmerke mineralov, vitaminov in hranilnih snovi, omejiti pri vnos maščob, ogljikovih hidratov ter telesu škodljivih snovi, hkrati pa zagotoviti, da energijska vrednost ustreza zahtevam posameznika. Vnos vsake izmed hranilnih snovi je linearna funkcija količin živil in je natanko določena z njihovo sestavo. Od vrste diete pa je odvisno, katere parametre omejimo in katere minimiziramo. Datoteka tabela-zivil.dat vsebuje podatke o energijski vrednosti ter vsebnosti maščob, ogljikovih hidratov, proteinov, kalcija in železa v nekaj živilih, skupaj z okvirnimi podatki o njihovi ceni.

1. Minimiziraj količino kalorij, če je priporočen minimalni dnevni vnos 70 g maščob, 310 g ogljikovih hidratov, 50 g proteinov, 1000 mg kalcija ter 18 mg železa. Dnevni obroki naj količinsko ne presežejo dveh kilogramov hrane. Upoštevate lahko še minimalne vnose za vitamin C (60 mg), kalij (3500 mg) in sprejemljiv interval za natrij (500 mg – 2400 mg), ki so tudi na voljo v tabeli.
2. Kako se rezultat razlikuje, če zahtevamo minimalno 2000 kcal in namesto energije minimiziramo vnos maščob?
3. Namesto kalorij minimiziraj še ceno. Kako se varčevanje odraža na zdravi prehrani?
4. Ker rešujemo poenostavljen problem z malo parametri na živilo, so lahko rezultati nerealistični. Lahko z omejitvijo količine posameznih živil v obroku izboljšaš uravnovešenost prehrane?

## 2 Rezultati

### 2.1 Naiven model

#### 2.1.1 Minimizacija kalorij

Najprej sem se lotil minimizacije kalorij. Za priporočeni minimalni dnevni vnos sem upošteval:

- 70 g maščob
- 310 g ogljikovih hidratov
- 50 g proteinov
- 1000 mg kalcija
- 18 mg železa
- 60 mg vitamina C
- 3500 mg kalija
- 500 - 2400 mg natrija

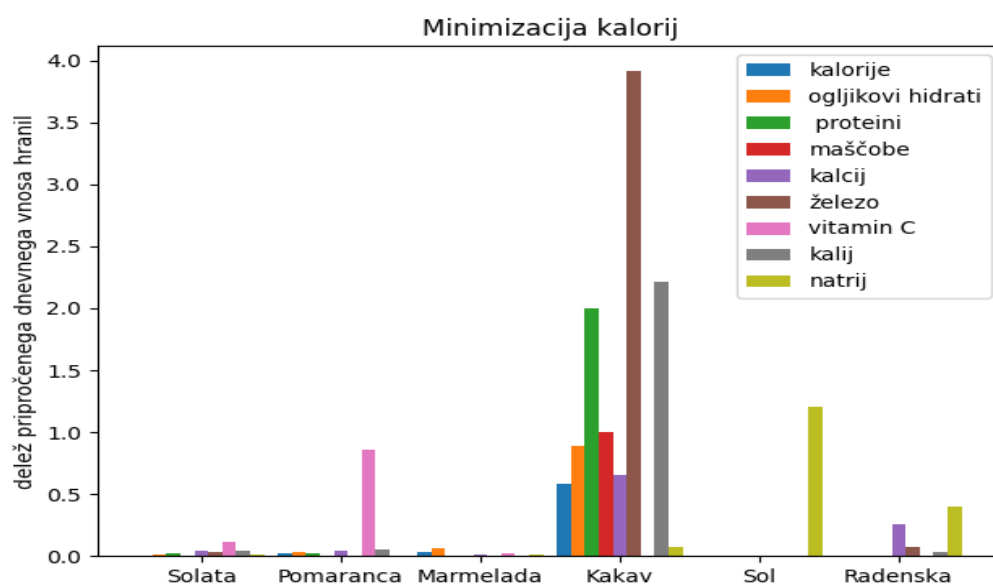
Prav tako pa sem omejil količino dnevne zaužite hrane na 2 kg.

Program mi pove, da je minimalno količina kalorij pri danih pogojih 1297 kcal in sicer s kombinacijo hrane prikazane v spodnji tabeli na levi strani. V desni tabeli pa je prikazano koliko posamzenih hranil zaužijemo s to hrano.

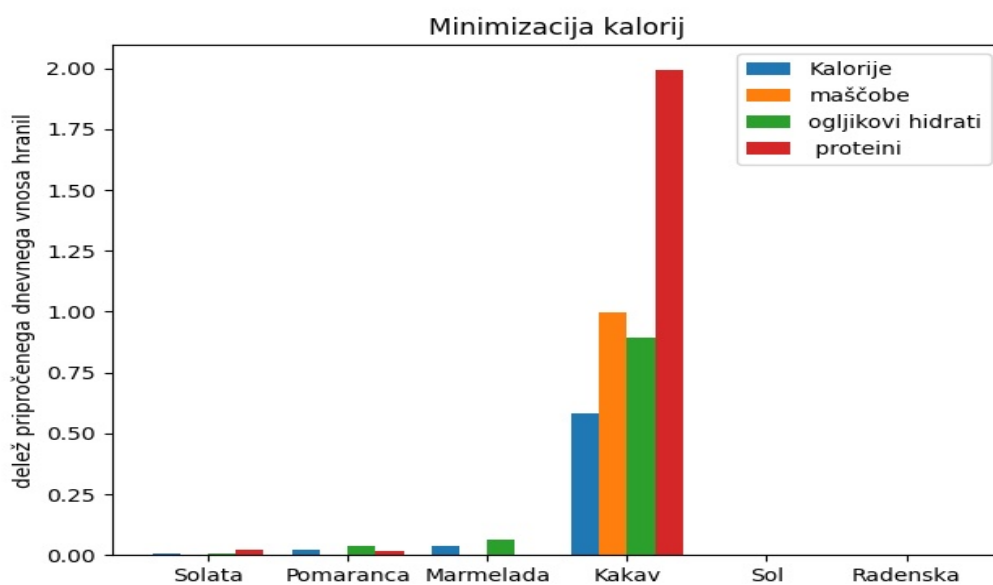
sestavina	masa[g]
Solata	80
Pomaranca	97
Marmelada	30
Kakav	509
Sol	4
Radenska	1281

maščobe	70 g
ogljikovi hidrati	310 g
proteini	102 g
kalcij	1000 mg
železo	73 mg
vitamin C	60 mg
kalij	8199 mg
natrij	2400 mg
masa	2000 g
cena	4.21 EUR

Koliko posameznega hranila zaužijem z vsako sestavino posebej pa prikazuje graf na sliki 1. Ker pa je na tem grafu zelo veliko podatkov, ki jih bo ob večjem številu živil v boljših modelih težko brati, sem se odločil, da bom na naslednjih grafih prikazoval samo nekaj najpomembnejših hranil (kalorije, ogljikove hidrate, maščobe in proteine).



Slika 1: Prikaz vsebnosti vseh hranil v hrani, ki jo predlaga naiven model za minimizacijo kalorij. Vse količine so normirane na dnevno priporočeno vrednost.



Slika 2: Prikaz vsebnosti najpomembnejših hranil v hrani, ki jo predlaga naiven model za minimizacijo kalorij. Vse količine so normirane na dnevno priporočeno vrednost.

Na sliki 2 zglada, kot da sol in radenska ne prispevata nič k našim pogojem, a to je zato ker vsebujejo hranila ki na temu grafu niso prikazana (natrij, kalcij,...)

### 2.1.2 Minimizacija maščob

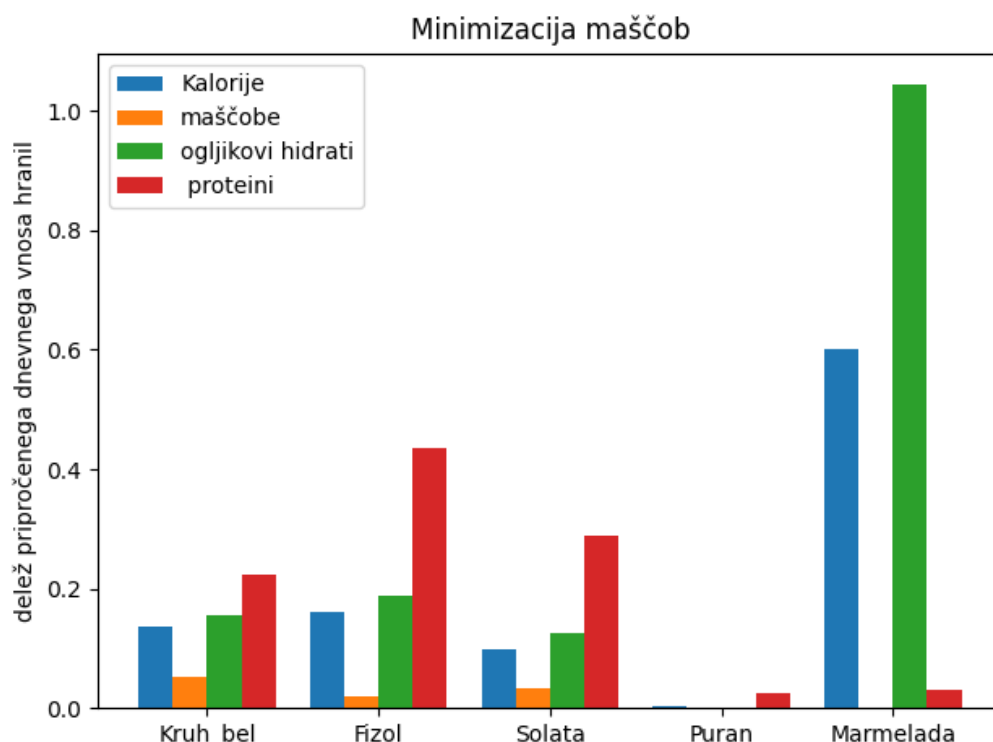
Namesto minimizacije kalorij lahko zahtevamo tudi minimizacijo maščobe. Količino maščobe sem minimiziral pri naslednjih pogojih:

- minimalno 2000 kcal
- minimalno 310 g ogljikovih hidratov
- minimalno 50 g proteinov
- minimalno 1000 mg kalcija
- minimalno 18 mg železa
- minimalno 60 mg vitamina C
- minimalno 3500 mg kalija
- 500 - 2400 mg natrija

ter maksimalno 2kg zaužite hrane. Program nam pove, da bomo pri vseh zgoraj naštetih pogojih bomo zaužili najmanj maščobe (7,4 g) z izbiro sestavin predstavljenih v tabeli na levi strani.

sestavina	masa[g]
Kruh bel	102
Fizol	245
Solata	1157
Puran	5
Marmelada	491

kalorije	2000 g
ogljikovi hidrati	469 g
proteini	50 g
kalcij	1000 mg
železo	19 mg
vitamin C	128 mg
kalij	3500 mg
natrij	1137 mg
masa	2000 g
cena	4.81 EUR



Slika 3: Prikaz vsebnosti najpomembnejših hranil v hrani, ki jo predlaga naiven model za minimizacijo maščob. Vse količine so normirane na dnevno priporočeno vrednost.

Na sliki 3 lahko opazimo da puran ne prispeva skoraj nič hranil in to je tudi pričakovano, saj naj bi ga v tem modelu zaužili samo 5g, kar seveda ni smiselno. Prav tako kot ni smiselno jesti take hrane kot jo predlaga ta model, zato ga bom v naslednjih poglavjih naddrgradil.

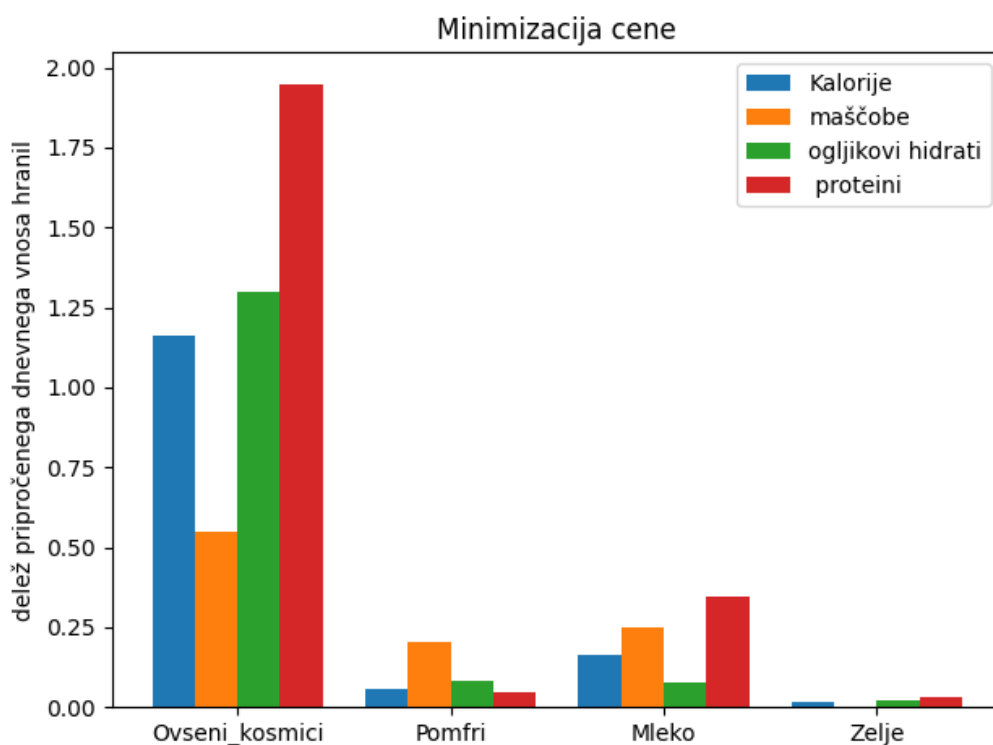
### 2.1.3 Minimizacija cene

Zanimiv problem je tudi minimizacija cene. Zahteve se bile enake kot v poglavju 2.1.1, le da sem sedaj namesto kalorij minimiziral ceno hrane. Zanimalo nas je predvsem kako bo to vplivalo na izbrane sestavine.

Program nam izračuna, da bomo za hrano zapravili najmanj denarja(1,4 €) če bomo izbrali sestavine predstavljene v tabeli levo spodaj. Zaužili bomo pa hranila predstavljena v tabeli desno spodaj. Na sliki 4 je še grafična predstavitev najpomembnejših hranil vsebovanih v posamezni sestavini.

sestavina	masa[g]
Ovseni kosmici	629
Pomfri	118
Mleko	536
Zelje	123

kalorije	2782 g
ogljikovi hidrati	459 g
proteini	119 g
kalcij	1000 mg
železo	31 mg
vitamin C	60 mg
kalij	3500 mg
natrij	2318 mg
masa	1405 g



Slika 4: Prikaz vsebnosti najpomembnejših hranil v hrani, ki jo predlaga naiven model za minimizacijo cene. Vse količine so normirane na dnevno priporočeno vrednost

V tem prepostem modelu izbira hrane pri minimizaciji cene, ne vpliva preveč na kvaliteto hrane, je morda celo boljša kot pri minimizaciji kalorij, ki predlaga kar 500g kakava.

## 2.2 Izboljšan model

Ker so rezultati v prejšnem modelu zelo nerealistični, sem se odločil, da bom kot predlaga naloga omejil količino zaužitih sestavin hrane. Omejil sem vsako hrano posebaj po občutku (npr. kakav sem omejil na 30g na dan medtem ko sem piščanca omejil na 200g na dan).

### 2.2.1 Minimizacija kalorij

V izboljšan model sem vstavil enake pogoje kot v poglavju 2.1.1. Program je izračunal minimalno število kalorij kot 1750 kcal, ker je več kot v naiven modelu, a to je bilo pričakovano, saj je imel izboljšan model več zahtev. Sestavine in hranilne vrednosti so predstavljene v spodnjih tabelah (grafične predstavitev od tu naprej ne bom več uporabljal, saj je zaradi veliko različnih sestavin, bilo težko sestaviti graf, ki je bil smiseln in hkrati berljiv).

sestavina	masa[g]
Pomfri	150
Sir edamec	55
Kruh bel	27
Maslo	15
Rdeca pesa	100
Solata	200
Zelje	200
Grozdje	200
Jagode	100
Torta	104
Banana	200
Brokoli	100
Paradiznik	150
Paprika	150
Korenje	77
Strocji fizol	100
Med	40
Kakav	30
Sol	2

maščobe	70 g
ogljikovi hidrati	310 g
proteini	50 g
kalcij	1000 mg
železo	18 mg
vitamin C	603 mg
kalij	5115 mg
natrij	2400 mg
masa	2000 g
cena	6.56 EUR

Kot vidimo je jedilnik v tem primeru precej bolj raznolik, vsebuje tudi veliko zelenjave in sadja, ki sta se v osnovnem modelu pojavljala precej redkeje. Opazimo pa lahko tudi da se je cena podražila iz 4.21 € na 6.56 €.

### 2.2.2 Minimizacija cene

Sedaj probamo ceno minimizirati še v izboljšanem modelu, da vidimo kako to vpliva na zdravo prehrano. Minimalna cena z pogoji izboljšanega modela je 1.89 €, kar je 35 % več kot pri naivnem modelu. Sestavine in hranilne vrednosti so predstavljene v spodnjih tabelah.

sestavina	masa[g]
Ovseni kosmici	100
Pomfri	150
Mleko	300
Kruh bel	200
Kruh polnozrnat	0
Krompir	200
Banana	131
Olivno olje	17
Kakav	22
Ameriška pica	84

maščobe	70 g
ogljikovi hidrati	310 g
proteini	69 g
kalcij	1000 mg
železo	18 mg
vitamin C	72 mg
kalij	3500 mg
natrij	2321 mg
masa	1205 g
kalorije	1936 kcal

Opazimo, da je hrana, pri minimizaciji cene manj raznolika kot pri minimizaciji kalorij, kar je tudi pričakovano. Manj je tudi zelenjave in sadja, več pa hrane, ki jo ljudje tipično označijo kot nezdravo (pomfri, bel kruh, ameriška pica). (Opomba: Polnozrnat kruh je v tabeli kljub temu, da je njegova masa 0 g, saj je to posledica zaokroževanja, za lažjo berljivost)

## 2.3 Dodatne izboljšave modela

Ker sem želel narediti model bolj smiseln, sem dodal nekaj dodatnih zahtev in sicer sem hrano razdelil v kategorije (zajtrk, večerja, sadje, zelenjava, meso, priloga) in sem zahteval da vsake pojemo približno normalno količino, kot je smiselno tudi v vsakdanjem življenju, saj je prejšni model naračunal več kot 1 kg zelenjave in sadja, kar je veliko več kot zaužije povprečen človek.

### 2.3.1 Minimizacija kalorij

Spet sem upošteval enake pogoje kot v poglavju 2.1.1. Program nam vrne rezultat, da je najmanjša možna količina kalorij 1809 kcal, kar je največ od vseh treh modelov, a to je ponovno pričakovano, zaradi najstrožjih omejitev, ki pa naj bi se poznale na bolj raznoliki in zdravi prehrani. Sestavine in hranila so predstavljena v spodnjih tabelah.



sestavina	masa[g]
Pomfri	150
Govedina	65
Mleko	300
Sir edamec	8
Kruh bel	99
Solata	200
Grozdje	122
Jagode	100
Torta	100
Banana	44
Paradiznik	34
Strocji fizol	100
Pomaranca	100
Postrv	35
Marmelada	50
Med	50
Kakav	30
Sol	2
Radenska	200

maščobe	70 g
ogljikovi hidrati	310 g
proteini	62 g
kalcij	1000 mg
železo	18 mg
vitamin C	181 mg
kalij	3500 mg
natrij	2400 mg
masa	1788 g
cena	6.49 EUR

Ta model je do zdaj dal še najrealnejše rezultate, ki tudi upoštevajo smernice zdrave prehrane.

### 2.3.2 Minimizacija cene

Ponovno nas zanima kakšen vpliv na hrano bo imela minimizacija cene. Minimalna cena pri teh pogojih je bila 2.5 €. Rezultati hrane in hranil so predstavljeni v spodnjih tabelah.

sestavina	masa[g]
Ovseni kosmici	100
Pomfri	150
Mleko	300
Kruh bel	200
Kruh polnozrnat	29
Krompir	200
Banana	141
Postrv	100
Olivno olje	13
Kakav	8
Ameriska pica	66

kalorije	2048 kcal
ogljikovi hidrati	310 g
proteini	89 g
kalcij	1000 mg
železo	18 mg
vitamin C	73 mg
kalij	3697 mg
natrij	2400 mg
masa	1307 g
maščobe	70 g

Spet lahko opazimo, da zelenjava praktično izgine iz seznama, ter na njemu opazimo več nezdrave hrane.

## 3 Zaključek

Pri tej nalogi smo se spoznali z linearnim programiranjem, naloga mi je bila zelo všeč, še največ težav sem imel s importanjem tabele, ki je imel na nekih mestih dvojne tabulatorje in sem moral to popraviti na roko. Z zadnjim modelom sem prišel do že dokaj normalnega jedilnika, a še vseno bi se model dalo izboljšati z dodatnimi hranili ali čem drugem. Kot zanimivost lahko opazimo, da skoraj noben jedilnik (razen zaden model, ki ga zahteva vsaj 100g) ne vsebuje mesa, kar lahko vrjetno pripišemo premalo zahtevam modelov, ki ne zahtevajo posameznih aminokislin, ki jih vsebuje samo meso.