

Iz dobro obveščenih virov na Facebooku se je izvedelo, kakšen je namen marsovske invazije: prišli so nam krast paradižnik! (Resno. To je povedal ugleden znanstvenik, ki je skoraj Nobelov nagrajenec za ekonomijo.)

Rešitev celotnega izpita

Najprej celotna rešitev, za predstavo o njegovem obsegu. Tule so preprosto razumljive, a ne nujno najkrajše različice. Posamične rešitve - in še kakšna alternativa - so potem razložene spodaj, skupaj z opisom nalog.

```
def paketov(teze, nosilnost):
    skupna = 0
    for i, teza in enumerate(teze):
        if skupna + teza > nosilnost:
            return i
        skupna += teza
    return len(teze)

def razporedi(paketi, kapacitete):
    ladje = []
    for paket in paketi:
        for ladja in ladje:
            if sum(ladja) + paket <= kapacitete:
                ladja.append(paket)
                break
        else:
            ladje.append([paket])
    return ladje

def popis(ime_datoteke):
    kolicine = defaultdict(int)
    for vrstica in open(ime_datoteke):
        kraj, zelenjava = vrstica.split(":")
        zel_kol = zelenjava.split()
        if len(zel_kol) == 2 and zel_kol[0] == "paradižnik":
            kolicine[kraj] += int(zel_kol[1])
    return kolicine

def skladiscniki(sef, hierarhija):
    if not hierarhija[sef]:
        return 1
    return sum(skladiscniki(spodaj, hierarhija)
               for spodaj in hierarhija[sef])
```

```

class Ladja:
    def __init__(self):
        self.strani = [0, 0]
        self.kam = 0

    def nalozi(self, teza):
        if self.strani[self.kam] + teza > self.strani[1 - self.kam] + 10:
            return False
        self.strani[self.kam] += teza
        self.kam = 1 - self.kam
        return True

    def obremenitev(self):
        return sum(self.strani)

```

1. Število paketov

Napiši funkcijo `paketo`(`teze`, `nosilnost`), ki prejme seznam tež paketov in nosilnost ladje in vrne število paketov, ki jih bodo natovorili. Ladje vedno natovarjajo tako, da zlagajo nanjo pakete po vrsti; če bi naslednji paket prekoračil dovoljeno nosilnost, se nalaganje konča, tudi če morda sledijo lažji paketi.

Rešitev

Najbolj (osnovno)šolska rešitev je takšna:

```

def paketov(teze, nosilnost):
    skupna = 0
    i = 0
    while i < len(teze) and skupna + teze[i] <= nosilnost:
        skupna += teze[i]
        i += 1
    return i

```

Z zanko `while` nalagamo pakete, dokler je vsota skupne teže doslej naloženih in naslednjega paketa manjša ali enaka dovoljeni.

Različic tega je še mnogo, kot recimo

```

def paketov(teze, nosilnost):
    skupna = 0
    for i, teza in enumerate(teze):
        if skupna + teza > nosilnost:
            return i
        skupna += teza
    return len(teze)

```

ali

```
def paketov(teze, nosilnost):
    for i in range(len(teze)):
        if sum(teze[:i]) > nosilnost:
            return i - 1
    return len(teze)
```

2. Razpored

V resnici bodo nalagali pakete malo drugače. Imamo seznam tež paketov. Pakete jemljejo po vrsti in vedno (ne tako kot v prvi nalogi) pregledajo seznam paketov do konca. Če je paket možno naložiti, gre na to ladjo, sicer ga pustijo v vrsti, da ga bo (morda) pobrala naslednja. Na voljo imajo neomejeno število ladij; vse imajo enako nosilnost. Ta je večja od teže najtežjega paketa.

Napiši funkcijo `razporedi(teze, nosilnost)`, ki prejme seznam tež paketov in nosilnost ladij. Vrniti mora seznam seznamov tež paketov po ladjah. Klic `razporedi([5, 3, 8, 1, 2, 3, 5, 4, 2, 4], 9)` vrne `[[5, 3, 1], [8], [2, 3, 4], [5, 2], [4]]`. Prva ladja odpelje pakete s težami 5, 3, (8 ne more), 1 ... in potem ne more nobenega več. Druga odpelje paket s težo 8, potem ne more naložiti nobenega več. Tretje odpelje pakete s težami 2, 3, in 4 (tistega s težo 5 mora izpustiti) ... In tako naprej.

Rešitev

Ta funkcija ne deluje pravilno!

```
def razporedi(paketi, kapaciteta):
    ladje = []
    while paketi:
        ladja = []
        for paket in paketi:
            if sum(ladja) + paket <= kapaciteta:
                ladja.append(paket)
                paketi.remove(paket)
        ladje.append(ladja)
    return ladje
```

Tole zgoraj je bolj "idejni osnutek". "Ideja" je torej v tem, da pripravimo seznam, v katerega bomo zlagali ladje. Nato imamo zanko, ki teče, dokler obstaja še kakšen nenaložen paket. Znotraj te zanke pripravimo seznam tež paketov, ki gredo na to ladjo. Z zanko `for` se zapeljemo čez vse pakete in vsakega damo na ladjo, če vsota vseh tež paketov, ki so že na ladji in tega paketa ne presega dovoljene. Ko paket naložimo, ga odstranimo s seznama paketov.

Funkcija ne deluje iz dveh razlogov.

Prvi, manj pomembni, je ta, da funkcije ne smejo kar tako, nepooblaščno spreminjati seznamov, ki jih dobijo kot argument. To rešimo preprosto tako, da seznam na začetku funkcije skopiramo.

Drugi, pomembnejši, je, da znotraj zanke `for` ne moremo brisati elementov seznama, saj bo zanka preskakovala elemente, ki sledijo pobrisanim. Kot smo se učili, se temu izognemo, recimo, z zanko `while`.

```
def razporedi(paketi, kapaciteta):
    ladje = []
    s = paketi.copy()
    while s:
        i = 0
        ladja = []
        while i < len(s):
            if sum(ladja) + s[i] <= kapaciteta:
                ladja.append(s.pop(i))
            else:
                i += 1
        ladje.append(ladja)
    return ladje
```

Tule pa je čisto drugačna - in boljša rešitev -, ki sem se je domislil med popravljanjem izpita, kasneje pa naletel na študenta, ki je naredil isto in še malo preprosteje (jaz sem brez potrebe kompliciral z `enumerate`). Takole:

```
def razporedi(paketi, kapacitete):
    ladje = []
    for paket in paketi:
        for ladja in ladje:
            if sum(ladja) + paket <= kapacitete:
                ladja.append(paket)
                break
        else:
            ladje.append([paket])
    return ladje
```

Gremo čez pakete in vsak paket dodamo na prvo ladjo, ki ga lahko sprejme. Če ga ne more sprejeti nobena, dodamo novo ladjo.

3. Popis

Marsovski obveščevalci so zbrali popis zelenjave po slovenskih mestih in jih shranili v datoteko takšne oblike.

```
Ljubljana: paradižnik 18
Maribor: rumena koleraba 5
Ljubljana: rdeča pesa 13
Ljubljana: paradižnik 5
```

Škofja Loka: buče 5
Škofja Loka: paradižnik 1

Mesto se lahko pojavi tudi večkrat z isto zelenjavo. Napiši funkcijo `popis(ime)`, ki prejme ime datoteke in vrne slovar, katerega ključi so imena mest, vrednosti pa količina paradižnika, na primer `{"Ljubljana": 23, "Škofja Loka": 1}`. (V izogib težavam na MS Windows datoteko odpri z `open(ime, encoding="utf-8")`.)

Rešitev

Uporabili bomo `defaultdict(int)`, v katerega bomo prištevali količine.

Vrstico razdelimo najprej glede na `:`, da dobimo kraj, kot prvi element, in ime ter količino zelenjave kot drugi. Ostanek razdelimo glede na beli prostor (presledke). Če ima dva elementa in je prvi element paradižnik, potem je drugi element niz s količino paradižnika.

```
def popis(ime_datoteke):
    kolicine = defaultdict(int)
    for vrstica in open(ime_datoteke):
        kraj, zelenjava = vrstica.split(":")
        zel_kol = zelenjava.split()
        if len(zel_kol) == 2 and zel_kol[0] == "paradižnik":
            kolicine[kraj] += int(zel_kol[1])
    return kolicine
```

Malenkost bolj Pythonovska rešitev je

```
def popis(ime_datoteke):
    kolicine = defaultdict(int)
    for vrstica in open(ime_datoteke):
        kraj, zelenjava = vrstica.split(":")
        *zelenjava, kolicina = zelenjava.split()
        if zelenjava == ["paradižnik"]:
            kolicine[kraj] += int(kolicina)
    return kolicine
```

4. Skladiščniki

Ladjo vodi hierarhija skladiščnikov: general skladiščniki, skladiščniki prvega razreda, višji skladiščniki in tako naprej. Čisto na dnu so običajni skladiščniki (na sliki so to Tadeja, Cilka, Ludvik, Franc, Alenka, Petra, Aleksander, Barbara, Margareta in Erik).

Napiši funkcijo `skladiscniki (marsovec, hierarhija)`, ki prejme ime nekega marsovca in slovar s hierarhijo, vrne pa število običajnih skladiščnikov, ki jim ta marsovec poveljuje (vključno s samim seboj). Adam, recimo, poveljuje, desetim. Jurij poveljuje štirim. Petra poveljuje samo sebi.

Rešitev

Če maršovec nima podrejenih, je takšen eden, namreč on sam. Če jih ima, pa je število podrejenih skladiščnikov enako vsoti števila podrejenih skladiščnikov, ki jih imajo njegovi podrejeni.

```
def skladiscniki(sef, hierarhija):
    if not hierarhija[sef]:
        return 1

    return sum(skladiscniki(spodaj, hierarhija)
               for spodaj in hierarhija[sef])
```

Če se komu mudi, pa napiše

```
def skladiscniki(sef, hierarhija):
    return sum(skladiscniki(spodaj, hierarhija)
               for spodaj in hierarhija[sef]) or 1
```

Razmislite, zakaj.

5. Uravnoteženo nalaganje

Marsovske ladje nalagajo tako, da pakete izmenično nalagajo na levo in desno. Če pa bi bila po nekem nalaganju razlika med težo paketov na levi in na desni večja od 10 (in bi se ladja lahko prevrnila, kar se v vesolju menda pogosto dogaja), ta paket ignorirajo. (Kot da ga ne bi bilo: naslednji paket bo šel na to isto stran!) Sprogramiraj razred Ladja z naslednjimi metodami.

- Konstruktor nima argumentov in naredi, kar je potrebno, da delujeta preostali metodi.
- `nalozi(teza)` naloži paket na ustrezno stran, če ga sme. Sicer ga ignorira – kot da bi tega klica ne bilo. Vrne `True`, če naloži paket in `False`, če ga ne.
- `obremenitev()` vrne skupno težo vseh natovorjenih paradižnikov.

Rešitev

Ladja mora pomniti, kolikšna je teža na posamični strani in na katero stran gre naslednji paket.

Kam gre naslednji paket, lahko shranjujemo v atributu `kam`, katerega vrednost bo 0 ali 1. Ko zamenjamo stran, bomo tako pisali preprosto `self.kam = 1 - self.kam`.

Koliko je na kateri strani, bomo shranjevali v seznamu `self.strani`, z dvema elementoma, ki bosta v začetku 0.

Ali bo paket s težo `teza` presegel dovoljeno, preverimo z `self.strani[self.kam] + teza > self.strani[1 - self.kam] + 10`.

Celoten razred je potem takšen:

```

class Ladja:
    def __init__(self):
        self.strani = [0, 0]
        self.kam = 0

    def nalozi(self, teza):
        if self.strani[self.kam] + teza > self.strani[1 - self.kam] + 10:
            return False
        self.strani[self.kam] += teza
        self.kam = 1 - self.kam
        return True

    def obremenitev(self):
        return sum(self.strani)

```