SIMULACIJA POLIJETANJA RAKETE

Simulirano je polijetanje rakete Saturn V zbog velike količine podataka kojih sam mogao naći na internetu i koji su mi pomogli u izradi simulacije. Svi podaci vezani za raketu preuzeti su [ovdje](https://en.wikipedia.org/wiki/Saturn_V) i [ovdje](https://www.mnealon.eosc.edu/RocketSciencePage5.htm).

**Kod simulacije:**

#Provedba simulacije i zapisivanje podataka u liste koje će služiti za prikaz podataka na ekran

    provjeraUvjeta(odluka, dodana\_masa, pocetna\_masa\_goriva, visina)

    while uvjet:

        gravitacija = silaGravitacije(masa, visina)

        gustoća\_zraka = gustoćaZraka(visina)

        otpor\_zraka = silaOtporaZraka(površina, gustoća\_zraka, brzina)

        ukupna\_sila = zbrojSila(gravitacija, otpor\_zraka, sila\_uzgona)

        visina += računVisine(brzina, 1, ukupna\_sila, masa)

        brzina = računBrzine(brzina, 1, ukupna\_sila, masa)

        promjenaMaseIStupnja()

        sekunde += 1

        lista\_masa.append(round((masa / 1000), 2))

        brzine.append((brzina / 3.6))

        vrijeme.append(sekunde)

        heights.append((visina))

        visine\_graf.append((visina / 1000))

        provjeraUvjeta(odluka, dodana\_masa, pocetna\_masa\_goriva, visina)

        if brzina <= 0:

            break

Simulacija se izvodi u *while* petlji unutar koje se neprestano provjerava je li uvjet koji je igrač postavio i dalje valjan funkcijom **provjeraUvjeta()**. To je, ili provjeravanje visine koju je raketa postigla, ili uspoređivanje trenutne mase goriva rakete zajedno s masom goriva koju bi raketa imala u određenom stadiju polijetanja. Provjera uvjeta izvodi se na kraju svakog ponavljanja petlje kako bi, ako bi uvjet bio neistinit (odnosno kada bi se ispunio), petlja ne bi nepotrebno ponavljala. Ako uvjet kojim slučajem još nije zadovoljen, a raketa je izgubila svoju brzinu, simulacija će se isto završiti – to je dodano ako je postavljen uvjet da treba izaći iz Zemljine atmosfere, no to ne uspije jer izgubi svoju brzinu.

Na samome početku izračunava se sila gravitacije funkcijom **silaGravitacije()**. Izračunava se formulom . Za prvu masu uzeta je masa Zemlje, a druga masa upisuje se u funkciju i to je sveukupna masa rakete. Za udaljenost između tih dviju masa zbraja se radijus Zemlje kod svemirske luke Cape Canaveral u SAD-u i visina koju je raketa postigla (na samome početku to je 55.3 metara, polovica visine cijele rakete).

Gustoća zraka ne izračunava se nikakvom formulom jer bi mi za to bili potrebni mnogi parametri te bi se to pretvorilo u jednu zasebnu simulaciju gustoće zraka. Zato sam [ovdje](https://www.engineeringtoolbox.com/standard-atmosphere-d_604.html) preuzeo standardne gustoće zraka za određene visine u SAD-u i stavio te veličine u liste. Funkcija **gustoćaZraka()** gleda visinu na kojoj je trenutno raketa i određuje gustoću zraka prema listama podataka. Kako su na web stranici razmaci između visina na kojima su dani podaci gustoće zraka poprilično veliki (dosežu i 10 000 metara), funkcija isto tako pokušava izračunati što točniju gustoću tako da gleda dvije visine između kojih se nalazi raketa i na kojima su dani podaci o gustoći. Izračunava razliku gustoća na tim visinama, razliku množi s postotkom visine rakete između te dvije navedene visine (npr. ako je raketa točno na višoj visini množi s 1, ako je na nižoj visini množi s 0, a ako je negdje između s 0.7, 0.4, itd.) i to pridoda gustoći zraka na nižoj visini.

Za silu otpora zraka koristi se formula . Za izračunavanje poprečne površine preuzeo sam podatak promjera rakete s Wikipedije. *C* je koeficijent sile otpora tijela te bih za njegovu točnu veličinu trebao imati aerodinamički tunel (koji nažalost nemam). Zato sam za tu veličinu koristio konstantu od 0.75 za koju mi je Google rekao da je približna veličina kod svih raketa. Sve se to izračunava unutar funkcije **silaOtporaZraka()**.

Funkcija **zbrojSila()** izračunava ukupnu silu na raketu. Sila uzgona od motora mijenja se ovisno o stupnju polijetanja. Ta promjena zbiva se u funkciji **promjenaMaseIStupnja()**. Unutar te funkcije mijenja se masa cijele rakete kako se gorivo troši, ako ponestane određeni postotak goriva raketa odbacuje svoje dijelove (ponovno se smanjuje masa) i započinje novi stupanj polijetanja s novom silom uzgona. Između promjena stupnjeva polijetanja vremenski su razmaci od otprilike 4 i 7 sekundi koji su isto uračunati u funkciju pomoću ***ticker*** varijabli.

Kada imamo ukupnu silu na raketu, možemo izračunati akceleraciju te pomoću jednadžbi za jednoliko ubrzano pravocrtno gibanje izračunati novu visinu i brzinu rakete. To se i događa u funkcijama **računVisine()** i **računBrzine()**.

Na kraju petlje se određene varijable spremaju u liste kako bi se mogle prikazati na grafu u grafičkom sučelju simulacije.

Karlo Kuleš, 4.D

V. gimnazija