

# Vesimäärän mittaaminen

## Tehtävän yleiskuvaus

Tarkastellaan ongelmaa, jossa suureen säiliöön on mitattava tarkalleen haluttu määrä vettä. Veden mittaamiseen on käytettävissä  $k$  mitta-astiaa, joiden vetoisuudet ovat  $V_1, V_2, \dots, V_k$  yksikköä. Halutun vesimäärän saamiseksi säiliöön voidaan käyttää mielivaltaisen jono seuraavanlaisia toimenpiteitä:

- Täytetään mitta-astia numero  $i$  vesihanasta ja tyhjenetään se säiliöön, jolloin siis vesimäärä säiliössä kasvaa  $V_i$  yksikköä. Jatkossa tästä toimenpiteestä käytetään merkintää  $+i$ .
- Täytetään mitta-astia numero  $i$  säiliöstä ja tyhjenetään se viemäriin, jolloin siis vesimäärä säiliössä pienenee  $V_i$  yksikköä. Jatkossa tästä toimenpiteestä käytetään merkintää  $-i$ .

Vettä ei saa siirtää suoraan mitta-astiasta toiseen eikä säilyttää mitta-astioissa toimenpiteiden välillä. Jos esimerkiksi mitta-astioita on kolme ( $k=3$ ) ja niiden vetoisuudet ovat  $V_1=9, V_2=3$  ja  $V_3=4$ , niin säiliöön saadaan 11 yksikköä vettä toimenpiteillä  $+1, -3, +2, +2$ . Tässä toimenpidejonossa vettä on käytetty kaikkiaan 15 yksikköä (mistä 4 yksikköä on kaadettu viemäriin). Tehtävänä on laatia ohjelma, joka saatuaan syötteenä mitta-astioiden vetoisuudet osaa vastata seuraavanlaisiin kysymyksiin:

- onko säiliöön mahdollista mitata haluttu määrä vettä,
- onko säiliöön mahdollista mitata haluttu määrä vettä käyttäen korkeintaan annettu määrä toimenpiteitä,
- onko säiliöön mahdollista mitata haluttu määrä vettä siten, että kaikkiaan käytetty vesimäärä pysyy tietyn ylärajan alapuolella,
- mikä on lyhin toimenpidejono, jolla säiliöön saadaan haluttu määrä vettä ja
- mikä on vähiten vettä käyttävä toimenpidejono, jolla säiliöön saadaan haluttu määrä vettä.

## Syötteen

Ohjelman syöttötiedot ovat tekstimuotoisessa tiedostossa.

Syöttötiedoston ensimmäinen rivi sisältää positiivisen kokonaisluvun  $k$  eli mitta-astioiden lukumäärän. Lukumäärä  $k$  on korkeintaan 10.

Syöttötiedoston rivit 2, 3, ...,  $k+1$  sisältävät mitta-astioiden vetoisuudet siten, että mitta-astian  $i$  vetoisuus  $V_i$  on rivillä  $i+1$ . Vetoisuudet ovat positiivisia kokonaislukuja, kukin suuruudeltaan korkeintaan 10000.

Syöttötiedoston rivi  $k+2$  sisältää ohjelmalle esitettävien kysymysten lukumäärän  $m$ . Kysymysten määrä  $m$  on positiivinen kokonaisluku ja korkeintaan 10.

Syöttötiedoston rivit  $k+3, k+4, \dots, k+m+2$  sisältävät kukin yhden kysymyksen. Kysymys koostuu kaksimerkkisestä kysymyskoodista, jota seuraa yksi tai kaksi positiivista kokonaislukua. Kysymyskoodin ja sitä seuraavan kokonaisluvun välissä on tasan yksi välilyönti, samoin kysymyksessä mahdollisesti olevien kahden kokonaisluvun välissä. Kokonaisluvut ovat suuruudeltaan korkeintaan 10000. Mahdolliset kysymyskoodit ja niitä seuraavien kokonaislukujen määrät ovat

- **MA** jota seuraa yksi kokonaisluku,
- **MT** jota seuraa kaksi kokonaislukua,
- **MV** jota seuraa kaksi kokonaislukua,
- **TT** jota seuraa yksi kokonaisluku ja
- **TV** jota seuraa yksi kokonaisluku.

Kysymysten merkitys selitetään tulosteiden kuvauksessa. Syöttötiedostossa on vain yllä mainitut  $k+m+2$  riviä ja jokaisella rivillä vain yllä mainitut tiedot. Ohjelman ei tarvitse toimia syöttötiedostoilla, jotka eivät vastaa tätä kuvausta.

## Tulosteet

Ohjelman tulosteena on vastaus jokaiseen syöttötiedoston kysymykseen. Vastaus on joko merkki "K" omalla rivillään, merkki "E" omalla rivillään tai jono toimenpiteitä "+" tai "-" kukin toimenpide omalla rivillään. Eri tyyppisten kysymysten oikeat vastaukset ovat seuraavat:

- kysymys "MA  $v$ ", missä  $v$  on kokonaisluku: vastaus on "K", jos annettuja mitta-astioita ja edellä selitetyjä toimenpiteitä käyttämällä on mahdollista mitata säiliöön tasan  $v$  yksikköä vettä; muuten vastaus on "E".
- kysymys "MT  $v$   $n$ ", missä  $v$  ja  $n$  ovat on kokonaislukuja: vastaus on "K", jos on mahdollista mitata säiliöön tasan  $v$  yksikköä vettä suorittamalla korkeintaan  $n$  toimenpiteen jono annetuilla mitta-astioilla; muuten vastaus on "E".
- kysymys "MV  $v$   $w$ ", missä  $v$  ja  $w$  ovat on kokonaislukuja: Vastaus on "K", jos annetuilla mitta-astioilla on mahdollista mitata säiliöön tasan  $v$  yksikköä vettä käyttäen kaikkiaan korkeintaan  $w$  yksikköä vettä (eli siten, että viemäriin kaadetaan korkeintaan  $w-v$  yksikköä). Muuten vastaus on "E".
- kysymys "TT  $v$ ", missä  $v$  on kokonaisluku: Vastaus on mahdollisimman *vähän toimenpiteitä sisältävä* jono, jonka tuloksena säiliöön saadaan tasan  $v$  yksikköä vettä. Jos tällaista toimenpidejonoa ei ole olemassa, vastaus on "E".
- kysymys "TV  $v$ ", missä  $v$  on kokonaisluku: Vastaus on kaikkiaan mahdollisimman *vähän vettä käyttävä* toimenpidejono, jonka tuloksena säiliöön saadaan tasan  $v$  yksikköä vettä. Jos tällaista toimenpidejonoa ei ole olemassa, vastaus on "E".

TT- ja TV-kysymyksillä voi olla useampi kuin yksi oikea vastaus. Tällaisessa tapauksessa ohjelma voi tulostaa kysymykselle minkä tahansa näistä oikeista vastauksista. Vastausten tulee olla tulostustiedostossa peräkkäin samassa järjestyksessä, kuin kysymykset ovat syöttötiedostossa. Kahden vastauksen välissä on tyhjä rivi.

## Esimerkki

Tarkastellaan syöttötiedostoa

```

3
10
28
6
6
MV 50 50
MT 50 3
MA 15
TT 8
TV 8
MV 8 10

```

Eräs oikea tulostiedosto on seuraava:

```

K
K
E

+2
-1
-1

```

+3  
+3  
+3  
-1

E

Tässä siis mitta-astioita on kolme, vetoisuuksiltaan 10, 28 ja 6 yksikköä.

Kysymyksiä on kuusi (6).

Vastaus kysymykseen "MV 50 50" on "K", koska 50 yksikköä saadaan mitatuksi säiliöön käyttäen kaikkiaan 50 yksikköä (siis kaatamatta lainkaan viemäriin) esim. toimenpidejonoilla +1, +1, +1, +1, +1 (siis  $50=10+10+10+10+10$ ).

Vastaus kysymykseen "MT 50 3" on "K", koska 50 yksikön mittaaminen on mahdollista kolmella toimenpiteellä (esim. +2, +2, -3; siis  $50=28+28-6$ ).

Vastaus kysymykseen "MA 15" on "E", koska annetuilla mitta-astioilla ei mitenkään saada mitatuksi tasan 15 yksikköä vettä.

Kysymykseen "TT 8" on saatu vastaukseksi toimenpidejono +2, -1, -1 (siis  $8=28-10-10$ ), joka on lyhin toimenpidejono 8 yksikön mittaamiseksi.

Kysymykseen "TV 8" on saatu vastaukseksi toimenpidejono +3, +3, +3, -1 (siis  $8=6+6+6-10$ ) joka on vähiten vettä käyttävä tapa mitata 8 yksikköä. Toinen mahdollinen vastaus olisi +3, +3, -1, +3.

Vastaus kysymykseen "MV 8 10" on "E", koska 8 yksikön mittaamiseksi säiliöön tarvitaan kaikkiaan ainakin 18 yksikköä vettä (kuten edellisessä kysymyksessä nähtiin); 10 yksikköä ei riitä.

## Tehtävän palautus ja tarkastus

Tehtävän ratkaisuna sinun pitää palauttaa asianmukaisesti kommentoitu **lähdekielinen** ohjelma (ei valmiiksi käännettyä suoritettavaa ohjelmaa). Sallittuja ohjelmointikieliä ovat Pascal, C ja C++. Tarkastamisen helpottamiseksi on oleellista, että ohjelmissa käytetään **vain kielten vakiopiirteitä** ja vain niitä aliohjelmakirjastoja tms. jotka syötön, tulostuksen jne. toteuttamiseksi ovat todella välttämättömiä. Kirjoita ohjelma sellaiseksi, että se käynnistyy ilman eri toimenpiteitä lukee syötteen tiedostosta "INPUT.TXT" ja tallentaa tulokset tiedostoon "OUTPUT.TXT".

Jos käyttämäsi järjestelmän takia sinun on aivan pakko käyttää epästandardeja piirteitä, tee tämä siten, että ohjelma on helppo muuttaa standardin mukaiseksi, ja ilmaise tarvittavat muutokset selvillä kommentteilla. Jos ohjelmaa ei kohtuullisella vaivalla saada toimimaan (Unix-pohjaisessa) testausympäristössä tai jos epästandardien piirteiden käyttö ei ole perusteltua, ratkaisu hylätään suoraan.

Kirjoita myös lyhyt kuvaus ratkaisusi toimintaperiaatteista. Lisää mukaan mahdollisia perusteluja ratkaisusi toimivuudelle ja tehokkuudelle, arvioita sen suorituskyvystä jne. Arvostelu perustuu ensisijaisesti ohjelman toimivuuteen ja nopeuteen testiaineistoilla, mutta erityisesti epäselvissä tapauksissa myös nämä selitykset voidaan ottaa huomioon.

Vaikka et osaisikaan ratkaista kaikkia osatehtäviä, ratkaise silti edes jotain. Testiaineistot valitaan siten, että osittaisestakin ratkaisusta saa pisteitä.

Palauta ratkaisusi mieluiten sähköpostitse (osoite: [Jyrki.Kivinen@cs.Helsinki.FI](mailto:Jyrki.Kivinen@cs.Helsinki.FI)). Jos sähköposti ei ole käytettävissä, voit myös toimittaa ratkaisusi 3,5 tuuman DOS-formatoidulla levykkeellä (osoite: Jyrki Kivinen, Tietojenkäsittelytieteen laitos, PL 26 (Teollisuuskatu 23), 00014

HELSINGIN YLIOPISTO). Pakkaa levyke huolellisesti ja laita mielellään toinen samansisältöinen mukaan varmuuskopioksi. Kirjoita koko ohjelma yhteen tiedostoon, ja laita ratkaisusi kuvaus ja muut selitykset kommentteiksi tähän samaan tiedostoon.

Älä lähetä mitään binääritiedostoja, sähköpostin liitetiedostoja tms.

---

6. joulukuuta 1998 [Jyrki.Kivinen@cs.Helsinki.FI](mailto:Jyrki.Kivinen@cs.Helsinki.FI)