

# Programmeringsolympiaden 2020

## TÄVLINGSREGLER FÖR SKOLKVALET

- Tävlingen äger rum på av skolan bestämt datum under **fyra timmar**. **Ingen förlängning ges för lunch eller raster**. Eleven ska i förväg komma överens med läraren om att använda egen dator eller en som skolan tillhandahåller. I vilket fall som helst måste eleven befinna sig i avtalad lokal på skolan.
- Tävlingen består av sex uppgifter som vardera ska lösas genom ett datorprogram i valfritt programmeringsspråk.
- **Indata kan läsas in i programmet på valfritt sätt**, t.ex. genom att programmet för en dialog med användaren (som i körningsexemplena i uppgifterna), att de skrivs in i ett grafiskt gränssnitt eller att datafiler skickas till *standard input*. Kom bara överens med din lärare om hur programmet ska testas.
- Dina lösningar kommer att testköras med förpreparerade indata. Varje uppgift testas normalt med 5 testfall, som vardera ger 1 poäng om ditt program skriver ut korrekt svar inom en exekveringstidsgräns av **3 sekunder**.
- Det är ofta olika begränsningar på de olika testfallen, t.ex. storleken på indata eller andra inskränkningar. Detta anges i uppgiften. **Observera att det kan vara helt olika svårighetsgrad på en uppgift beroende på dessa skillnader. Det kan därför vara lättare att få delpoäng på en uppgift som verkar svår än att få full poäng på en uppgift som verkar lättare.** Informationen om delpoäng är därför extremt viktig för att planera sin tävling.
- Ingen test av indata behöver göras, den följer specifikationerna i uppgiften.
- Rättningen utförs på samma eller likvärdig dator. Ändringar i källkoden tillåts ej efter tävlingen. Om programmet inte kan kompileras ges 0 p. på uppgiften.
- Om något av följande inträffar ger det *testfallet* 0 poäng, men programmet fortsätter testas med övriga testfall.
  - Exekveringstiden överstiger 3 sekunder
  - Exekveringsfel (run time error)
  - Fel svar
- Deltagandet är individuellt vilket bland annat innebär att inget utbyte av idéer eller filer får ske under tävlingen.
- Hjälpmedel: Valfritt skriftligt material, material som finns installerat på datorn samt material som finns tillgängligt på internet. Det är *inte* tillåtet att aktivt kommunicera på internet (t.ex. chatta eller ställa frågor till ett forum) utan endast att söka efter information. Räknedosa är tillåten.
- Tävlingsbidraget ska lämnas in i form av källkodsfiler som läggs på utdelat minne eller i en av läraren angiven hårddiskcatalog. Filerna ska döpas till uppg1...uppg6 med passande filtillägg. Ingen hänsyn tas till andra filer. Var noga med att lämna in den korrekta versionen av ditt program.

Lycka till!

## UPPGIFT 1 – ÖAR

2020 års International Olympiad in Informatics (IOI) kommer att avgöras i Singapore, ett till ytan litet land som består av massor av öar. På en av utflykterna på IOI ska de  $N$  deltagarna ( $1 \leq N \leq 10000$ ) besöka dessa öar. Men deltagarna går och tänker på hur de ska implementera Fibonacci-heapar, så en efter en går vilse och hittar inte tillbaka.

På första ön försvinner en deltagare, på andra ön försvinner ytterligare en deltagare. På var och en av de följande öarna försvinner lika många deltagare som sammanlagt försvann på de två senaste öarna (om inte deltagarna är slut innan dess).

På vilken ö försvinner den sista deltagaren?

### Körningsexempel 1

Antal deltagare ? 12

Svar: 5

### Körningsexempel 2

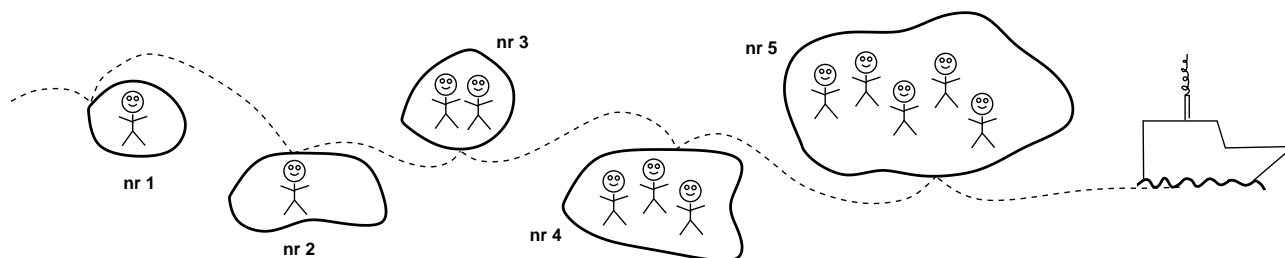
Antal deltagare ? 13

Svar: 6

### Körningsexempel 3

Antal deltagare ? 32

Svar: 7



FIGUR 1. Figuren visar situationen i det första exemplet när den sista (tolfte) deltagaren försvunnit på ö nummer 5.

## UPPGIFT 2 – TEBRYGGNING

Egon ska brygga massor av te till  $N$  programmeringsolympiadsdeltagare. Han har  $K$  påsar te, alla av olika sorter. Påse  $i$  räcker till  $x_i$  personer. Det är garanterat att påsarna sammanlagt räcker till minst  $N$  personer.

Egon tänker använda bryggkannor som har plats för te till maximalt 10 personer. Eftersom påsarna är av olika sort går det inte att blanda flera påsar i samma kanna. Dock kan samma påse användas till flera kannor. Hur många kannor måste Egon använda?

Programmet ska fråga efter antalet tepåsar  $K$  och antalet programmeringsolympiadsdeltagare  $N$ , där  $1 \leq K \leq 10$  och  $1 \leq N \leq 100$ . Sedan ska det läsa in  $K$  heltal  $x_1, x_2, \dots, x_K$ , antal personer som varje påse räcker till ( $1 \leq x_i \leq 100$ ). Programmet ska skriva ut ett heltal: det minsta antalet tekannor Egon måste använda.

### Poängsättning:

För testfall värda 1 poäng gäller att  $K = 1$ .

För de resterande testfallen (värda 4 poäng) gäller att  $1 \leq N \leq 100$  och  $1 \leq K \leq 10$ .

### Körningsexempel 1

```
Antal påsar ? 3
Antal personer ? 36
Påse 1 räcker till ? 23
Påse 2 räcker till ? 5
Påse 3 räcker till ? 17
```

Svar: 4

**Förklaring:** Egon väljer att brygga två kannor med första tepåsen och två kannor med tredje tepåsen. Det ger  $20 + 17$  koppar te, vilket räcker till de 36 deltagarna.

### Körningsexempel 2

```
Antal påsar ? 4
Antal personer ? 100
Påse 1 räcker till ? 54
Påse 2 räcker till ? 2
Påse 3 räcker till ? 33
Påse 4 räcker till ? 16
```

Svar: 11

**Förklaring:** Det optimala är att brygga sex kannor med första tepåsen, tre kannor med tredje tepåsen och två med den fjärde tepåsen. Det ger  $54 + 30 + 16$  koppar te, vilket räcker till de 100 deltagarna.

## UPPGIFT 3 – ZOO

Esmeralda bygger ett zoo med  $N$  burar i en lång rad. Varje bur ska fyllas med ett djur. Hon har  $K$  olika djurarter att välja på, som vi kallar A, B, C, o.s.v. Hon kan ha flera burar med samma djurart, men inte precis intill varandra. Dessutom vet hon att vissa djur inte trivs bra ihop. Närmare bestämt så finns det  $M$  stycken ”bråkiga grupper” av djurarter, och Esmeralda vill inte placera två djur ur samma bråkiga grupp i burar intill varandra. På hur många sätt kan Esmeralda placera ut djur i burarna?

Programmet ska läsa in tre heltal: antalet burar  $N$ , antalet djurarter  $K$  och antalet bråkiga grupper  $M$ . Därefter ska programmet läsa in  $M$  stycken strängar som var och en består av mellan 2 och  $K$  bokstäver i varje: en bråkig grupp av djurarter som parvis inte tolererar varandra. Endast de  $K$  första bokstäverna i alfabetet kan förekomma. Programmet ska skriva ut ett heltal, antal sätt Esmeralda kan placera ut djur på. För givna indata kommer svaret aldrig överstiga 2 miljarder.

### Poängsättning:

För testfall värda 1 poäng gäller att  $2 \leq N \leq 10$ ,  $2 \leq K \leq 5$ , och  $M = 0$ .

För testfall värda 2 poäng gäller att  $2 \leq N \leq 10$ ,  $2 \leq K \leq 5$ , och  $2 \leq M \leq 5$ .

För testfall värda 1 poäng gäller att  $2 \leq N \leq 15$ ,  $2 \leq K \leq 10$ , och  $M = 1$ .

För testfall värda 1 poäng gäller att  $2 \leq N \leq 15$ ,  $2 \leq K \leq 10$ , och  $2 \leq M \leq 5$ .

### Körningsexempel 1

Antal burar ? 3  
 Antal djurarter ? 4  
 Antal bråkiga grupper ? 0

Svar: 36

**Förklaring exempel 1:** Alla arter trivs ihop. I första buren kan Esmeralda välja mellan 4 djurarter. För andra och tredje buren finns tre möjligheter vardera, eftersom det inte får vara samma art som i den föregående. Totalt finns  $4 \cdot 3 \cdot 3 = 36$  möjliga placeringar.

### Körningsexempel 2

Antal burar ? 4  
 Antal djurarter ? 5  
 Antal bråkiga grupper ? 2  
 Grupp 1 ? BE  
 Grupp 2 ? BADC

Svar: 18

**Förklaring exempel 2:** Här vet vi att Babian och Elefant inte får vara intill varandra. Vi vet också att Babian, Antilop, Dingo och Citronfjäril alla är fiender, och inga av dessa kan därför sättas intill varandra. Esmeralda måste sålunda sätta en elefant i varannan bur och välja fritt mellan antilop, dingo och citronfjäril i de övriga. Detta ger 9 möjligheter om hon börjar med elefant och 9 möjligheter om hon börjar med något av de andra djuren.

### Körningsexempel 3

Antal burar ? 9  
 Antal djurarter ? 8  
 Antal bråkiga grupper ? 3  
 Grupp 1 ? AC  
 Grupp 2 ? CGD  
 Grupp 3 ? BEFD

Svar: 2235978

## UPPGIFT 4 – PLANET X

Året är 2109 och en grupp forskare har just upptäckt "Planet X", en tidigare okänd planet här i vårt egna solsystem, bortom Plutos omloppsbana. Genast skickar forskargruppen ut en sond för att göra mätningar, och kort därefter får de tillbaka mätdata.

Forskarna är specifikt intresserade av hur ytan på Planet X ser ut. Vi representerar här ytan som ett  $N \times M$  rutnät, där varje ruta har en höjd mellan 0 och 9.

Ett mätinstrument på sonden har lyckats mäta den specifika höjden på vissa, men inte alla, rutor. Utifrån den kemiska sammansättningen i ytan vet vi att det inte är särskilt brant på planeten: höjden mellan två intilliggande rutor (rutor som delar en kant) kan inte skilja med mer än ett.

Nu behöver forskarna din hjälp för att få ut så mycket information från denna data som möjligt. Närmare bestämt vill de att du givet höjden på några av rutorna hittar höjden på alla andra rutor som går att bestämma entydigt.

Programmet ska fråga efter antalet rader  $N$  och kolumner  $M$  i rutnätet. Därefter ska det läsa in  $N$  rader med  $M$  tecken på varje. Det  $j$ :te tecknet på rad  $i$  är en  $.$  ifall inget värde för denna ruta finns, och är en siffra mellan 0 och 9 som motsvarar höjden på rutan annars.

Programmet ska skriva ut  $N$  rader med  $M$  tecken på varje: rutnätet som det ser ut efter att korrekta höjder är ifyllda på alla rutor där höjden går att bestämma.

### Poängsättning:

För testfall värda 1 poäng gäller att  $N = 1$  och  $1 \leq M \leq 10$ .

För testfall värda 1 poäng gäller att  $1 \leq N, M \leq 3$ .

För de resterande testfallen (värda 3 poäng) gäller att  $1 \leq N, M \leq 10$ .

### Körningsexempel 1

Antal rader ? 2  
 Antal kolumner ? 3  
 Rad 1 ? ..6  
 Rad 2 ? 3..

456  
 345

### Körningsexempel 2

Antal rader ? 1  
 Antal kolumner ? 8  
 Rad 1 ? .2.3..6.

.2.3456.

### Körningsexempel 3

Antal rader ? 4  
 Antal kolumner ? 5  
 Rad 1 ? ..3..  
 Rad 2 ? ...5..  
 Rad 3 ? .6...  
 Rad 4 ? ....2

.434.  
 .5454  
 .6543  
 .5432

## UPPGIFT 5 – PLANETBACKE

När nästa planet upptäcktes (planet Y) hade mätmetoderna förbättrats så att höjden kunde bestämmas för alla rutor. Till allas glädje visade det sig att denna planet har perfekt klimat för skidåkning (som du säkert förstår finns det inte längre någon snö på jorden vid det här laget). Skriv ett program som beräknar den längsta skidbacke som kan byggas på planet Y.

Kravet på en skidbacke är att det ska vara en sammanhängande sekvens av rutor där varje par av rutor gränsar till varandra antingen via en gemensam sida eller ett gemensamt hörn (se figurer nedan), och där varje ruta i sekvensen inte har högre höjd än den föregående. Det är alltså i princip tillåtet att alla rutor i skidbacken har samma höjd. Samma ruta får inte användas flera gånger men skidbacken skulle ändå kunna korsa sig själv genom ett hörn som i det andra exemplet nedan.

Liksom i föregående uppgift ska programmet fråga efter antalet rader  $N$  och kolumner  $M$  i rutnätet ( $1 \leq N, M \leq 7$ ), och sedan läsa in  $N$  rader med  $M$  tecken på varje. Det  $j$ :te tecknet på rad  $i$  är en siffra mellan 0 och 9 som motsvarar höjden på rutan. På den här planeten finns inga begränsningar i branthet, men däremot vet vi att det aldrig finns mer än 7 rutor i rutnätet som har en viss höjd.

Programmet ska skriva ut det största antalet rutor som kan ingå i en godkänd skidbacke.

### Poängsättning:

För testfall värda 1 poäng gäller att  $1 \leq M, N \leq 3$ .

För testfall värda ytterligare 1 poäng gäller att inga angränsande rutor har samma höjd.

För testfall värda ytterligare 1 poäng gäller att varje ruta gränsar till högst två rutor med samma höjd som sig själv.

### Körningsexempel 1

Antal rader ? 3  
 Antal kolumner ? 4  
 Rad 1 ? 1323  
 Rad 2 ? 2301  
 Rad 3 ? 3415

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 2 | 3 |
| 2 | 3 | 0 | 1 |
| 3 | 4 | 1 | 5 |

Svar: 8

### Körningsexempel 2

Antal rader ? 2  
 Antal kolumner ? 2  
 Rad 1 ? 52  
 Rad 2 ? 25

|   |   |
|---|---|
| 5 | 2 |
| 2 | 5 |

Svar: 4

## UPPGIFT 6 – CYKELTÄVLINGEN

Du och dina kompisar har bildat ett lag som ska delta i en löpartävling. Tävligen har lite speciella regler. Man får nämligen använda en cykel, men bara en per lag. De  $N$  medlemmarna i laget kan alltså turas om att använda cykeln, och kan när som helst hoppa av den så att de som kommer bakom kan använda den istället. Det är inte tillåtet för cykeln att färdas bakåt.

Tiden för ett lag räknas när den sista medlemmen går i mål. Person nummer  $i$  springer med en konstant hastighet  $s_i$  meter/sekund, och cyklar med en konstant hastighet  $c_i$  meter/sekund. Loppet är  $L$  meter långt. Hur snabbt kan ni ta er i mål, om ni använder cykeln optimalt?

Programmet ska läsa in antalet lagmedlemmar  $N$  och loppets längd  $L$  (båda heltal som uppfyller  $2 \leq N \leq 10$ ,  $1 \leq L \leq 10^5$ ). Sedan ska programmet läsa in de två heltalen  $s_i$  och  $c_i$  för varje lagmedlem ( $1 \leq s_i, c_i \leq 100$ ).

Programmet ska skriva ut ett flyttal: den minimala tiden som laget kan ta sig i mål (i sekunder). Svaret anses korrekt om det har ett relativt eller absolut fel av högst  $10^{-6}$ .

### Poängsättning:

För testfall värda 1 poäng gäller att  $N = 2$ .

För testfall värda ytterligare 1 poäng gäller att alla  $s_i$  är samma och alla  $c_i$  är samma.

### Körningsexempel 1

```
Antal i laget ? 3
Längd ? 10
Person 1, löphast    ? 1
Person 1, cykelhast ? 3
Person 2, löphast    ? 2
Person 2, cykelhast ? 3
Person 3, löphast    ? 3
Person 3, cykelhast ? 1
```

Svar: 4.666666667

**Förklaring:** En lösning är att låta den första personen cykla de första 8 meterna, och sen springa resten. Person nummer 2 kan då springa de första 8 meterna och sen cykla sista biten. Person nummer 3 springer hela vägen. Notera att person nummer 3 har högre springhastighet än cykelhastighet.

### Körningsexempel 2

```
Antal i laget ? 4
Längd ? 5000
Person 1, löphast    ? 6
Person 1, cykelhast ? 9
Person 2, löphast    ? 5
Person 2, cykelhast ? 16
Person 3, löphast    ? 4
Person 3, cykelhast ? 7
Person 4, löphast    ? 14
Person 4, cykelhast ? 1
```

Svar: 839.416058394

**Förklaring:** Laget består av en elitlöpare, en elitcyklist, en PO-arrangör, och en struts. Lösningen bygger på att låta PO-arrangören cykla en stor del av tiden.