



## Hrvatska informatička olimpijada

25. travnja 2021.

### Zadaci

Zadatak	Vremensko ograničenje	Memorijsko ograničenje	Bodovi
<b>Autobahn</b>	1 sekunda	512 MiB	100
<b>Cigle</b>	1 sekunda	512 MiB	100
<b>Izvanzemaljci</b>	2.5 sekunde	512 MiB	100
<b>MalnaRISC</b>	1 sekunda	512 MiB	100
<b>Ukupno</b>			400



## Zadatak Autobahn

Ukupno je  $N$  osoba tijekom dana odlučilo testirati svoje nove ljubimce na čuvenom *autobahnu*, gdje ograničenja ne postoje. No, na ovom zadatku ograničenja ipak postoje, tako da se natjecatelji mole za suzdržavanje od slanja rješenja eksponencijalne složenosti.

Svaka je osoba došla na *autobahn* na početku minute  $l_i$ , platila  $t_i$  minuta boravka, a otišla na kraju minute  $r_i$ . Nažalost, neki su ostali duže nego što su platili. Uprava *autobahna* odlučila im se djelomično smilovati te im od prekoračenih minuta koje nisu platili na ulasku, na izlasku naplatiti samo one minute tijekom kojih je na *autobahnu* bilo barem  $K$  ljudi.

U dodatnom naletu velikodušnosti, uprava je odlučila uvesti *happy hour*, to jest interval od  $X$  minuta za koji uopće neće naplaćivati prekoračenja. Kako bi *happy hour* bio što sretniji, odabrali su onaj interval za koji bi ukupna suma plaćena zbog prekoračenja bila najveća moguća. Odredite tu sumu.

### Ulazni podaci

U prvom su retku prirodni brojevi  $N$ ,  $K$  i  $X$  ( $K \leq N$ ) iz teksta zadatka.

U  $i$ -tom od sljedećih  $N$  redaka su po tri prirodna broja  $l_i$ ,  $t_i$  i  $r_i$  ( $l_i \leq r_i$ ) iz teksta zadatka.

### Izlazni podaci

U jedini redak ispišite traženu sumu.

### Bodovanje

Podzadatak	Broj bodova	Ograničenja
1	20	$1 \leq N, K, X, l_i, t_i, r_i \leq 100$
2	30	$1 \leq N, K, X, l_i, t_i, r_i \leq 1\,000$
3	50	$1 \leq N \leq 10^5, 1 \leq X, l_i, t_i, r_i \leq 10^9$

### Probni primjeri

**ulaz**

5 3 4

2 1 4

3 3 7

3 3 8

1 5 7

5 3 8

**izlaz**

7

**ulaz**

3 2 22

7 16 33

69 14 88

8 10 97

**izlaz**

27

**Pojašnjenje prvog probnog primjera:** *Happy hour* bit će od 4. do 7. minute. Unutar tog intervala, prva bi osoba zbog prekoračenja platila 4. minutu, a druga, treća i četvrta osoba 6. i 7. minutu.



## Zadatak Cigle

U alternativnoj stvarnosti *Zemlja 616* mladi Stjepan vodi jedan sasvim drugačiji život. Trenutno pohađa školu umjetnosti i dizajna, smjer ciglarstvo. Kao i svako dijete u hrvatskom gradu Munken, opsjednut je pravilnostima što se odražava na njegov svakodnevni život. Primjerice, za domaću zadaću mora složiti zid od  $N$  cigli. Prije nego što krene na posao nekoliko puta izrađuje dvodimenzionalnu skicu zida kako bi krajnji proizvod bio savršen.

Svaka cigla može biti opisana kao pravokutnik jedinične visine te širine  $d_i$ . Prije izrade Stjepan unaprijed odabere poredak kojim će postavljati cigle te zatim krene u izradu skice počevši od najnižeg retka.

U prvi redak Stjepan će postaviti nekoliko cigli jednu za drugom, slijeva nadesno. U drugom retku postavljat će cigle zdesna nalijevo tako da se početak drugog retka poklapa s krajem prvog (desni rub zadnje cigle u prvom retku poklapa se s desnim rubom prve cigle u drugom retku). Zatim, u idućem retku opet postavlja cigle slijeva nadesno tako da se početak tog retka (lijevi rub) poklapa s prethodnim... Postupak nastavlja sve dok ne potroši sve cigle. Zid smije imati proizvoljno mnogo redaka.

Stjepan koristi super cement pa se neka cigla može nalaziti na mjestu tako da se neposredno ispod nje ne nalazi druga cigla. **Ljepota zida** odgovara broju mjesta na kojima se dodiruju četiri cigle.

Za unaprijed zadanu veličinu i poredak postavljanja cigli pronađite najveću moguću ljepotu zida.

### Ulazni podaci

U prvom se retku nalazi prirodan broj  $N$  iz teksta zadatka.

U drugom se retku nalazi  $N$  prirodnih brojeva  $d_i$  iz teksta zadatka.

### Izlazni podaci

U jedini redak ispišite traženi broj iz teksta zadatka.

### Bodovanje

Označimo s  $M$  širinu najveće cigle. U svim podzadacima vrijedit će  $1 \leq M \leq 5\,000$ , osim ako nije drugačije naznačeno.

Podzadatak	Broj bodova	Ograničenja
1	9	$1 \leq N \leq 20$
2	11	$1 \leq N \leq 80$
3	13	$1 \leq N \leq 500, 1 \leq M \leq 2$
4	15	$1 \leq N \leq 500$
5	52	$1 \leq N \leq 5\,000$



## Probni primjeri

**ulaz**

6  
2 2 2 1 1 2

**izlaz**

2

**ulaz**

13  
9 5 2 8 8 2 5 9 9 7 8 5 10

**izlaz**

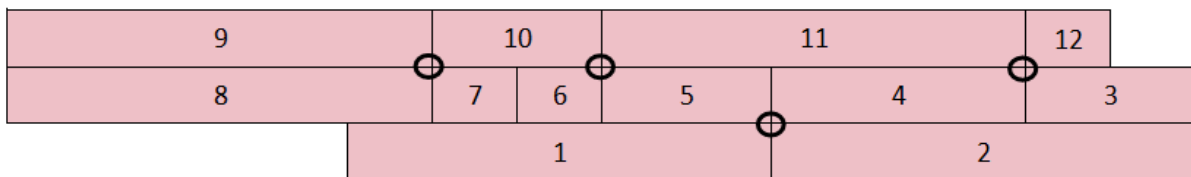
5

**ulaz**

12  
5 5 2 3 2 1 1 5 5 2 5 1

**izlaz**

4



Prikaz zida s ljepotom 4 za treći probni primjer. Označen je poredak postavljanja cigli.



## Zadatak Izvanzemaljci

Vjerojatno ste upoznati s činjenicom da je 2016. godine skupina ruskih znanstvenika otkrila izvanzemaljsku civilizaciju na jednom udaljenom planetu. Njihov je satelit tada okinuo  $K$  kvadratnih slika visoke rezolucije koje su zauvijek promijenile tijek povijesti. Danas, pet godina kasnije, skoro svaki djelić planete ima neki svoj svemirski program pomoću kojeg istražuje izvanzemaljski život koristeći ruske trikove. Međutim, na brdovitom se Balkanu bavimo nekim važnijim problemima pa znanstvena postignuća ovise o nekolicini entuzijasta. Junak ovog zadatka, mladi Vladimir, jedan je od njih.

Nažalost, Vladimir nema dovoljno sredstava za svemirske letjelice i skupe teleskope, ali zato si može priuštiti vožnju u balonu i sasvim solidan mobitel marke Xiaomi. Umjesto izvanzemaljske civilizacije, Vladimir je odlučio potražiti inteligentan život na vlastitoj planeti. Iz balona je primijetio da se ispod njega nalazi  $N$  ljudi. Odlučio je poslikati točno  $K$  kvadratnih slika tako da se svaki čovjek nalazi na točno jednoj slici. Dodatno, budući da će te slike odmah podijeliti s prijateljima na svojoj omiljenoj društvenoj mreži, ne želi da se neki detalj pojavljuje na više od jedne slike. Također, važno mu je da najveća površina koju obuhvaća neka slika bude najmanja moguća.

Budući da mladi Vladimir nije vješt programer, poslao vam je formalnu specifikaciju i očekuje vašu pomoć.

### Formalna specifikacija

U koordinatnom sustavu istaknuto je  $N$  točaka s cjelobrojnim koordinatama. Potrebno je pronaći točno  $K$  disjunktne kvadrate koji pokrivaju svih  $N$  istaknutih točaka, a čije su stranice paralelne s koordinatim osima te im vrhovi leže u točkama s cjelobrojnim koordinatama. Dodatno, površina najvećeg kvadrata treba biti najmanja moguća.

Kažemo da kvadrat pokriva neku točku ako se ona nalazi u njegovoj unutrašnjosti, na stranici ili u vrhu. Dva su kvadrata disjunktna ako se njihove stranice ne sijeku niti diraju, te se niti jedan kvadrat u potpunosti ne nalazi unutar drugog kvadrata.

### Ulazni podaci

U prvom su retku prirodni brojevi  $N$  i  $K$  iz teksta zadatka.

U  $i$ -tom od sljedećih  $N$  redaka nalaze se cijeli brojevi  $x_i$  i  $y_i$  ( $0 \leq |x_i|, |y_i| \leq 10^9$ ) koji predstavljaju koordinate  $i$ -te istaknute točke, odnosno  $i$ -tog čovjeka. Svih  $N$  istaknutih točaka bit će međusobno različite.

### Izlazni podaci

U  $i$ -tom od  $K$  redaka treba ispisati tri cijela broja  $x_i$ ,  $y_i$  ( $0 \leq |x_i|, |y_i| \leq 3 \cdot 10^9$ ) i  $l_i$  ( $1 \leq l_i \leq 2 \cdot 10^9$ ), koji jednoznačno definiraju položaj  $i$ -tog kvadrata, pri čemu točka  $(x_i, y_i)$  predstavlja njegov donji lijevi vrh, a  $l_i$  duljinu stranice.

Ako postoji više točnih rješenja, dovoljno je ispisati bilo koje.

### Bodovanje

Podzadatak	Broj bodova	Ograničenja
1	5	$1 \leq N \leq 100\,000$ , $K = 1$
2	21	$1 \leq N \leq 100\,000$ , $K = 2$
3	12	$1 \leq N \leq 12$ , $K = 3$
4	30	$1 \leq N \leq 1\,000$ , $K = 3$
5	32	$1 \leq N \leq 100\,000$ , $K = 3$



## Probni primjeri

ulaz

```
3 1
1 1
1 3
2 2
```

izlaz

```
0 1 2
```

ulaz

```
5 2
1 3
3 1
5 5
5 10
7 7
```

izlaz

```
1 1 4
5 7 3
```

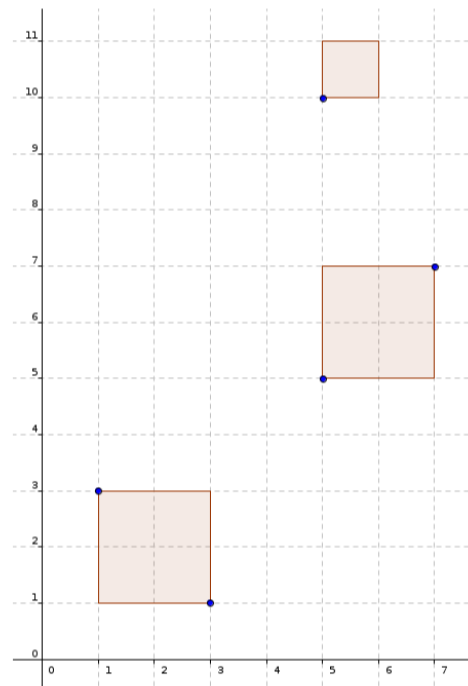
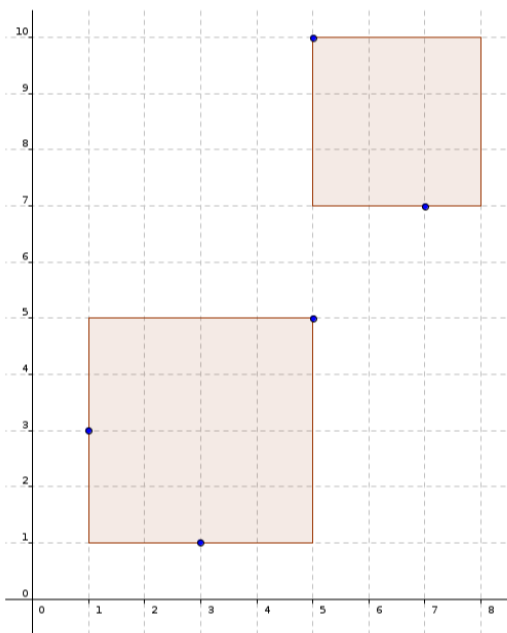
ulaz

```
5 3
1 3
3 1
5 5
5 10
7 7
```

izlaz

```
1 1 2
5 5 2
5 10 1
```

Pojašnjenje drugog i trećeg probnog primjera:





## Zadatak MalnaRISC

Rano jutro, pola šest... Ovoga puta ne putuje Milena, već hrvatska informatička reprezentacija predvođena gospodinom Malnarom. Put je dugačak, konačno je odredište daleki Singapur s presjedanjem u Amsterdamu. Gospodin Malnar ispio je zadnju kap jutarnjeg soka od grožđa i izdao naredbu da se krene prema terminalu. Kako to obično biva, gospodin Malnar je netragom nestao nakon sigurnosne provjere te se niotkuda pojavio par minuta prije ukrcavanja u zrakoplov.

**Olimpijac 1:** Pa dobro gdje si ti? Baš sam te htio nazvati. Jednom ćeš zakasniti na let!

**Gospodin Malnar:** Ovaj puta nisam ja kriv, sigurnosni djelatnici me nisu htjeli pustiti, mislili su da sam terorist.

**Olimpijac 2:** Terorist?! Pa ti ne bi ni mrava zgazio. Sigurno si ponio nož za objed, a oni su mislili da se radi o oružju.

**Gospodin Malnar:** Ma pronašli su *MalnaRISC* (engl. *Reduced Instruction Set Computer*) i nisu mi vjerovali da sam u stanju napraviti vlastiti procesor. Pustili su me tek kada sam im objasnio koliko efikasno mogu sortirati niz brojeva. Mislili su da je neka eksplozivna naprava.

**Olimpijac 3:** Ne bih ti ni ja vjerovao. Ajde po čemu je taj tvoj procesor tako poseban, baš me zanima.

**Gospodin Malnar:** Vi ste olimpijci, evo vam specifikacija pa sami skužite.

**Olimpijac 4:** Daj meni, do Amsterdama ću isprogramirati cijeli ovogodišnji HIO u tvom asemblerskom jeziku, kakvo sortiranje brojeva...

Asemblerski jezik sadrži samo jednu relevantnu naredbu:

- **CMPSWP**  $R_i R_j$  – zamjenjuje vrijednosti u registrima  $R_i$  i  $R_j$  ako vrijedi  $R_i > R_j$ .

Posebnost procesora je u tome što će se sve naredbe napisane u istom retku odviti paralelno u jednoj nanosekundi. Pritom se svaki registar u nekom retku može pojaviti najviše jednom.

Poznato je da se u registrima  $R_1, R_2, \dots, R_N$  nalaze neki prirodni brojevi. Napišite što efikasniji asemblerski kod za procesor *MalnaRISC* nakon čijeg će izvođenja vrijednosti u  $R_1, R_2, \dots, R_N$  biti u neopadajućem poretku.

### Ulazni podaci

U jedinom je retku prirodan broj  $N$  iz teksta zadatka.

### Izlazni podaci

U prvi redak ispišite prirodan broj  $t$  koji označava vrijeme izvršavanja vašeg programa (u nanosekundama).

U sljedećih  $t$  redaka ispišite traženi asemblerski kod. U svakom se retku treba pojaviti barem jedna naredba, a svaki se registar u nekom retku smije pojaviti najviše jednom. Svaka naredba treba biti oblika "**CMPSWP**  $R_i R_j$ " ( $1 \leq i, j \leq N$ ), a naredbe u istom retku trebaju međusobno biti odvojene jednim znakom razmaka.



## Bodovanje

Podzadatak	$N$	$t_1$	$t_2$	$t_3$	Broj bodova
1	8	28	12	6	10
2	13	78	22	10	10
3	16	120	28	10	10
4	32	496	60	15	10
5	53	1378	102	21	10
6	64	2016	124	21	10
7	73	2628	142	28	10
8	82	3321	160	28	10
9	91	4095	178	29	10
10	100	4950	196	30	10

Ako ste na nekom podzadatku ispisali ispravan program koji uspješno sortira registre za ukupno  $t$  nanosekundi, vaše će rješenje na tom podzadatku biti bodovano prema sljedećem izrazu:

$$\text{bodovi}(t) = \begin{cases} 0 & t > t_1 \\ 1 + \frac{2}{t-t_2} & t_1 \geq t > t_2 \\ 3 + \frac{7(t_2-t+1)}{t_2-t_3} & t_2 \geq t > t_3 \\ 10 & t_3 \geq t \end{cases}$$

Bodovi svakog podzadatka bit će zaokruženi na dvije decimale. Ukupan broj bodova odgovarat će sumi bodova po podzadacima te će također biti zaokružen na dvije decimale.

## Probni primjeri

**ulaz**

2

**izlaz**

1

CMPSWP R1 R2

**ulaz**

3

**izlaz**

3

CMPSWP R1 R2

CMPSWP R1 R3

CMPSWP R2 R3

**ulaz**

4

**izlaz**

4

CMPSWP R1 R3

CMPSWP R2 R4

CMPSWP R1 R2 CMPSWP R3 R4

CMPSWP R2 R3