

## Lektvar velké síly

Byla jednou jedna *Země šamanů*, kde všichni šamani žili na *Nebesském stromu života*. Každý šaman měl jednoznačné identifikační číslo 0 až  $N - 1$  a výšku  $f(x)$ , představující, jak vysoko nad zemí na stromu života žije. Vzdálenost mezi dvěma výškami odpovídá absolutní hodnotě jejich rozdílu.

Šamani spolu žili v míru, dokud jeden z nich (*Zloděj*) neukradl formuli známého *Lektvaru velké síly*. Aby zamaskoval stopy, *Zloděj* zemi proklel. *Kletba* způsobila, že většina obyvatel si přestala navzájem důvěřovat, tj. přestali být důvěrnými přáteli. . .

I za těchto složitých podmínek se *Řádu hodných policajtů* podařilo o *Kletbě* zjistit následující informace:

- Jakmile byla *Kletba* vyřčena, všichni si přestali vzájemně důvěřovat.
- *Kletba* je nestálá: jednou za den, přesně o půlnoci, si jedna dvojice šamanů začne nebo naopak přestane vzájemně důvěřovat.
- Bohužel každý šaman si v kterýkoli okamžik vzájemně důvěřuje nejvýše s  $D$  ostatními.

Podařilo se nám rekonstruovat záznam (log), kdo se s kým důvěrně přátelil: pro každou noc víme, která dvojice si začala či přestala vzájemně důvěřovat. Poznámka: v den 0 byl takový chaos, že žádný šaman nikomu nedůvěřoval.

Domníváme se, že *Zloděj* prozradil formuli *Zlému šamanovi*. Otázka je, jako to udělali. Aby se vyhnuli odhalení, každý navštívil domov jednoho ze svých důvěrných přátel. Během návštěvy *Zloděj* tajemství prozradil *Zlému šamanovi* oknem. (Poznámka: navštívený důvěrný přítel nemusel být doma a je dokonce možné, že se *Zloděj* a *Zlý šaman* navštívili navzájem. Jsou to blázni.)

Naštěstí prozrazení jsou slyšet jen na krátkou vzdálenost. *Řád hodných policajtů* tedy ví, že dva důvěrní přátelé navštíveni *Zlodějem* a *Zlým šamanem* musí žít velmi blízko sebe.

Řád vás prosí o pomoc s vyšetřováním. Potřeboval by potvrdit podezření: co když *Zlodějem* byl  $x$ , *Zlým šamanem*  $y$  a tajemství bylo vyzrazeno dne  $v$ ? Jaká je nejkratší vzdálenost, přes kterou vyzrazená informace musela proniknout, tedy nejmenší vzdálenost mezi domy šamanů  $x'$  a  $y'$  (tj.  $\min(|f(x') - f(y')|)$ ) takových, že  $x'$  byl důvěrným přítelem  $x$  a  $y'$  důvěrným přítelem  $y$  dne  $v$ ?

Řád vám všechny informace sdělí a položí vám několik otázek. Vy budete odpovídat okamžitě, předtím, než dostanete další otázku.

## Knihovna

Jedná se o interaktivní úlohu. Vaším úkolem je implementovat následující funkce:

- `void init(int N, int D, int F[])`  
 $N$  je počet šamanů,  $D$  je maximální počet důvěrných přátel, které šaman může v jednom okamžiku mít, a  $F$  je pole o velikosti  $N$ , kde  $F[i]$  označuje výšku bydliště šamana  $i$  (pro  $0 \leq i < N$ ).
- `void curseChanges(int U, int A[], int B[])`  
 $U$  je počet dní,  $A$  a  $B$  jsou pole velikosti  $U$  taková, že  $A[i]$  a  $B[i]$  jsou dvojice šamanů, kteří se začali důvěrně přátelit nebo jejich přátelství skončilo dne  $i$  (pro  $0 \leq i < U$ ). Tj. jestliže  $A[i]$  a  $B[i]$  se dne  $i$  důvěrně přátelili, dne  $i + 1$  se už nepřátelili, nebo naopak.
- `int question(int X, int Y, int V)`  
 $X$  je podezřelý *Zloděj*,  $Y$  je podezřelý *Zlý šaman* a  $V$  je podezřelý den.  
Vaším úkolem je vrátit minimální vzdálenost, kterou prozrazená informace musela urazit od důvěrného přítele  $X'$  šamana  $X$  k důvěrnému příteli  $Y'$  šamana  $Y$ .  
 $V$  případě, že se někdo důvěrně přátelil s oběma  $X$  i  $Y$  (tj.  $X' = Y'$ ), vrátíte 0.  
 $V$  případě, že  $X$  nebo  $Y$  nemají žádné důvěrné přátele, vrátíte  $10^9$ .

První dvě funkce budou volány právě jednou, a to ve výše uvedeném pořadí, na začátku běhu programu. Poté bude vícekrát volána funkce `question`. Označme počet těchto volání  $Q$ .

## Omezení

$$\begin{aligned} 2 &\leq N \leq 10^5 \\ 1 &\leq D \leq 500 \\ 0 &\leq U \leq 2 \cdot 10^5 \\ 1 &\leq Q \leq 50\,000 \\ 0 &\leq F[i] \leq 10^9 \\ 0 &\leq A[i], B[i], X, Y < N \\ X &\neq Y \text{ a } A[i] \neq B[i] \\ 0 &\leq V \leq U \end{aligned}$$

**Časový limit:** 3.0 s

**Paměťový limit:** 256 MiB

## Příklad

```
init (N=6, D=5, F={ 2, 42, 1000, 54, 68, 234 } );
```

```
//Den:
1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9.10.11.
curseChanges (U=11, A={ 0, 2, 3, 3, 3, 1, 5, 0, 3, 1, 3 },
B={ 1, 0, 4, 5, 5, 3, 3, 5, 0, 3, 5 } );
```

```
question (X=0, Y=3, V= 4) vrati 26;
```

```
// Vysvetleni: |F[1]-F[4]| = 26
```

```
question (X=3, Y=0, V= 8) vrati 0;
```

```
// Vysvetleni: |F[1]-F[1]| = 0 nebo |F[5]-F[5]| = 0
```

```
question (X=0, Y=5, V= 5) vrati 1000000000;
```

```
// Vysvetleni: Y ve dni 5 neveri nikomu
```

```
question (X=3, Y=0, V=11) vrati 14;
```

```
// Vysvetleni: |F[4]-F[3]| = 14
```

Obrázek 1 znázorňuje odpovědi na otázky z příkladu výše a obrázek 2 ukazuje důvěrná přátelství každý den.

**Podrobný příklad:** Pro první otázku je Zlodějem  $X = 0$  a Zlým šamanem  $Y = 3$  a informace byla prozrazena dne  $V = 4$ . Důvěrnými přáteli šamana  $X$  jsou 1 a 2, zatímco důvěrnými přáteli  $Y$  jsou 4 a 5, tudíž možné cesty prozrazení jsou:

- $1 \rightarrow 4$ , vzdálenost: 26,
- $1 \rightarrow 5$ , vzdálenost: 192,
- $2 \rightarrow 4$ , vzdálenost: 946 a
- $2 \rightarrow 5$ , vzdálenost 932.

Tedy odpověď je 26 – nejkratší vzdálenost.

## Na procvičení

Můžete si stáhnout soubor *sample.zip* obsahující následující soubory:

- `grader.cpp`, ukázkový vyhodnocovač, který naplní výše uvedený vstup do vašeho programu. Můžete upravit konstanty pro použití jiného vstupu.
- `potion.cpp`, kostra řešení, kterou musíte doplnit.

Soubory překládejte společně, tzn. použitím `g++ -o potion grader.cpp potion.cpp`. Používáte-li IDE, musíte `grader.cpp` a `potion.cpp` vložit do jednoho projektu nebo seznamu zdrojových souborů k překladu.

## Bodování

Podúloha	Body	Omezení
1	0	příklad ze zadání
2	17	$Q, U \leq 1000$
3	14	$V = U$ pro všechny dotazy
4	18	$F[i] \in \{0, 1\}$ pro všechny šamany $i$
5	21	$U, N \leq 10000$
6	30	žádná další omezení

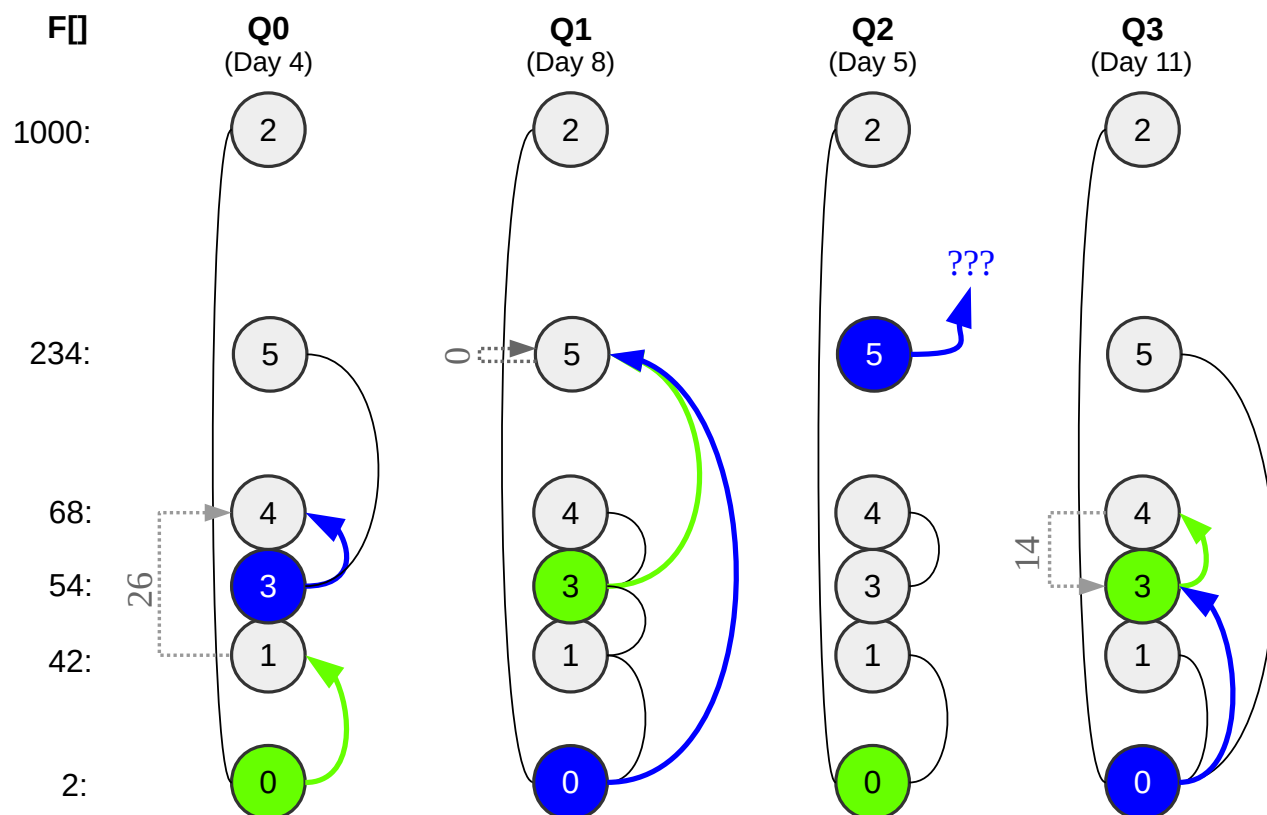


Figure 1: Ilustrace čtyř dotazů z příkladu

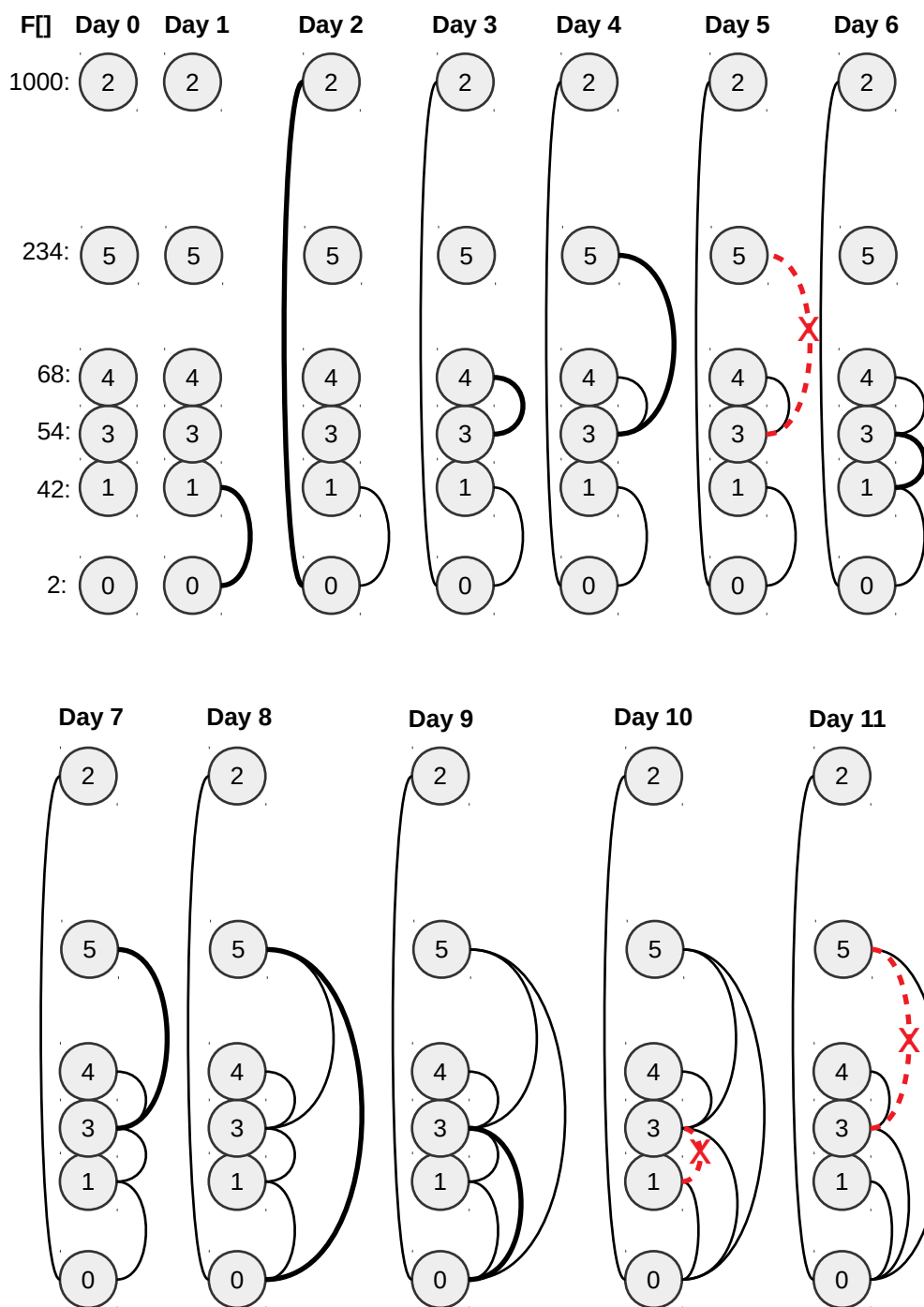


Figure 2: Vývoj důvěrných přátelství z příkladu