

Lehký + těžký příklad — umístování karet

1 Společný úvod pro lehkou i těžkou variantu domácího úkolu

Lehká i těžká varianta tohoto domácího úkolu vycházejí z deskové hry ŠTREKY, ve které se tvoří barevné cestičky skládáním kartiček obsahujících fragmenty cest. Karty jsou čtvercové nebo obdélníkové a jsou na nich vyznačeny barevné (pravoúhlé) cesty. Karty se umísťují na hrací desku, nově umísťovaná karta se musí dotýkat alespoň jednou hranou (jedním čtvercem). Karty lze rotovat. Cílem hry je pokládat karty tak, aby se prodlžovaly barevné cesty. Za prodlouženou cestu získáváte body. Kartu lze položit i tak, že neprodlouží žádnou cestu, ale musí se dotýkat již položených karet.

Tématem lehké úlohy je pokládat karty tak, aby se dotýkaly již položených (a samozřejmě se vešly na hrací desku), zatímco v těžké úloze bude třeba karty pokládat tak, aby vznikly co nejdelší barevné cesty resp. ostrovy barev s co největší plochou (tzv. komponenty souvislosti). Přesné znění úloh je popsáno dále v tomto dokumentu.

Příklad umístění pěti karet na hrací desku 14×18

Karty k položení

1.1 Vstupní data

Situace na hrací desce (tj. rozmístění položených karet a jejich vzhled) a tvar karet k dispozici (tzv. “karty k položení”) je popsána v jednom textovém souboru. Tento soubor obsahuje několik řádků, na každém řádku jsou celá čísla oddělená mezerou. Jejich význam je:

- První řádek obsahuje velikost hrací desky: R (počet řádků) a C (počet sloupců)
- Druhý řádek obsahuje: M (počet karet na desce) a N (počet karet, které má uživatel k dispozici).
- Dalších M řádků obsahuje definici karet, které jsou umístěny na desce (tzv. “ m -řádky”):
 - i -tá karta na desce je popsána jedním řádkem: $r_i \quad c_i \quad R_i \quad C_i \quad b_{11}^i \quad b_{12}^i \quad \dots \quad b_{R_i C_i}^i$
 - r_i, c_i je pozice levého horního i -té karty na hrací desce (r_i je řádek, c_i je sloupec)
 - R_i, C_i je velikost i -té karty (počet řádků a počet sloupců)
 - b_{kl}^i jsou barvy buňky (k, l) i -té karty zapsané postupně po řádcích (viz dále)
- Dalších N řádků obsahuje definici karet, které má uživatel k dispozici (tzv. “ n -řádky”):

- j -tá karta je popsána jedním řádkem: $R_j \quad C_j \quad b_{11}^j \quad b_{12}^j \quad \dots \quad b_{R_j C_j}^j$
- R_j, C_j je velikost j -té karty (počet řádků a počet sloupců)
- b_{kl}^j jsou barvy buňky (k, l) j -té karty zapsané postupně po řádcích (viz dále)

- Řádky a sloupce se číslují od nuly
- Očekávané limity jsou $5 \leq R, C \leq 200$; $1 \leq M, N \leq 100$ a $3 \leq R_i, C_i \leq 15$

1.2 Reprezentace karty

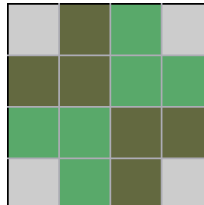
Karty si lze představit jako dvourozměrné pole, ve kterém hodnoty buněk vyjadřují barvu (0=bílá, tj. buňka neobsahující cestu), čísla 1,2,3 a 4 reprezentují čtyři různé barvy. Pro zápis karty na jeden řádek souboru používáme zápis “po řádcích”, tj. nejprve jsou uloženy hodnoty prvního řádku (zleva doprava), pak jsou uloženy hodnoty druhého řádku zleva doprava atd. Všechny hodnoty jsou celá čísla a jsou oddělena mezerou.

2 Příklady

2.1 Popis karty se čtyřmi cestami

Karta obsahuje dvě tmavé cesty (hodnota 1) a dvě zelené cesty (hodnota 2). 2D matice pro tuto kartu by vypadala takto:

```
0 1 2 0
1 1 2 2
2 2 1 1
0 2 1 0
```

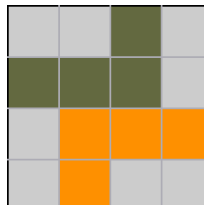


Jednořádková verze této matice, tj. $b_{11} \quad b_{12} \quad \dots \quad b_{44} = 0 \ 1 \ 2 \ 0 \ 1 \ 1 \ 2 \ 2 \ 2 \ 2 \ 1 \ 1 \ 0 \ 2 \ 1 \ 0$

2.2 Popis karty s dvěma cestami

Karta obsahuje dvě různé cesty (hodnota 1 a hodnota 4).

```
0 0 1 0
1 1 1 0
0 4 4 4
0 4 0 0
```



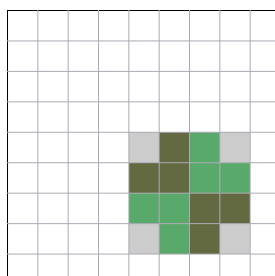
Matice pro tuto kartu je: $b_{11} \quad b_{12} \quad \dots \quad b_{44} = 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 4 \ 4 \ 4 \ 0 \ 4 \ 0 \ 0$

2.3 Karta na desce

Pokud bude na hrací desce uložena karta z prvního příkladu, například na pozici 4 (řádek) a 4 (sloupec), bude jeden z m -řádků obsahovat:

```
4 4 4 4 0 1 2 0 1 1 2 2 2 2 1 1 0 2 1 0
```

Význam: první dvě čísla jsou pozice levého horního rohu karty na hrací desce (4,4), další dvě čísla označují velikost karty (4×4), dalších 16 čísel je jednořádkový zápis matice karty (viz první příklad).

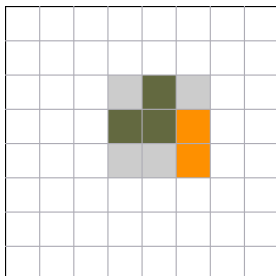


2.4 Karta na desce

Příklad umístění hrací karty o velikosti 3×3 na hrací desku na pozici 2 (řádek) a 3 (sloupec). Jeden z m -řádků bude obsahovat:

2 3 3 3 0 1 0 1 1 4 0 0 4

Význam: první dvě čísla označují pozici levého horního rohu karty na hrací desce (2,3), další dvě čísla jsou velikost karty (3×3), dále následuje devět čísel popisujících barvy políček.

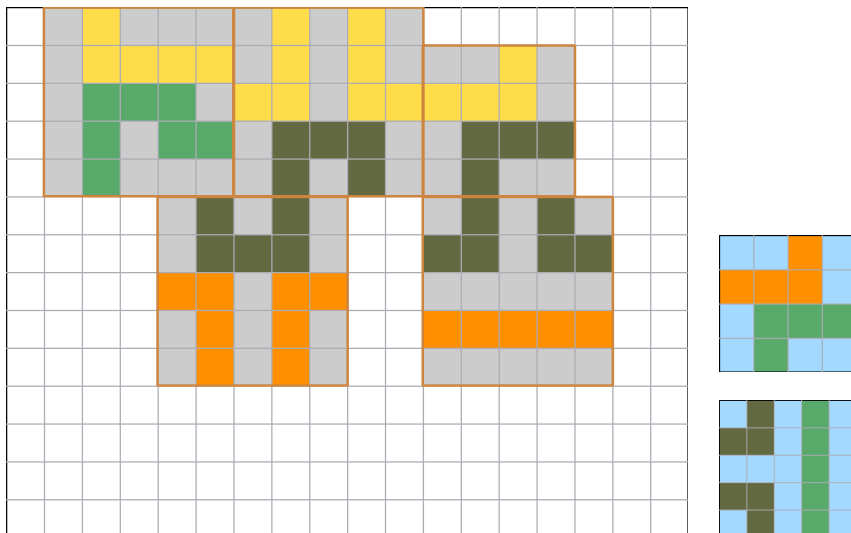


2.5 Příklad vstupního souboru

```
14 18
5 2
0 6 5 5 0 3 0 3 0 0 3 0 3 0 3 3 0 1 1 1 0 0 1 0 1 0
5 4 5 5 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 4 4 0 4 4 0 4 0 4 0 0 4 0 4 0
1 11 4 4 0 0 3 0 3 3 3 0 0 1 1 1 0 1 0 1 0 0
0 1 5 5 0 3 0 0 0 0 3 3 3 3 0 2 2 2 0 0 2 0 2 2 0 2 0 0 0
5 11 5 5 0 1 0 1 0 1 1 0 1 1 0 0 0 0 0 4 4 4 4 4 0 0 0 0 0
4 4 0 0 4 0 4 4 4 0 0 2 2 2 0 2 0 0
5 5 0 1 0 2 0 1 1 0 2 0 0 0 0 2 0 1 1 0 2 0 0 1 0 2 0
```

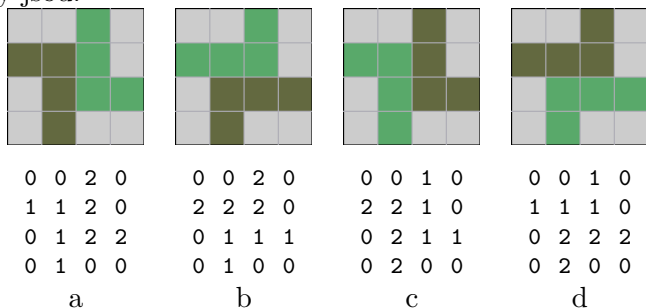
- První řádek obsahuje velikost hrací desky: 14 řádků a 18 sloupců
- Druhý řádek obsahuje počet karet na desce (5) a počet karet k dispozici (k položení): 2
- Dalších pět řádků obsahuje popis pěti karet, které jsou na desce. Karty (jejich levé horní rohy) jsou položeny na pozicích: (0,6), (5,4), (1,11), (0,1) a (5,11).
- Další dva řádky obsahují popis dvou karet, které jsou k dispozici (k položení). Jedná se o karty o velikosti 4×4 a 5×5 .

Výše uvedený vstupní soubor popisuje následující situaci. Pro názornost jsou hodnoty 0 karet na desce zobrazeny šedou barvou, a hodnoty 0 karet k položení jsou zobrazeny světle modře.



2.6 Rotace karet

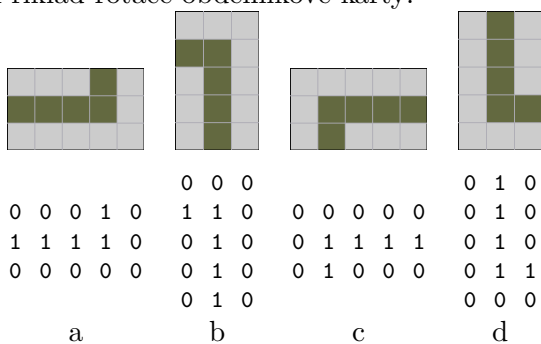
Karty lze rotovat, což si lze představit jako otočení celé matice o 90 stupňů. Čtyři možné rotace čtvercové karty jsou:



Jednořádkový zápis karty (tj. čísla b_{11} b_{12} \dots b_{44}) bude následující,

- Rotace a: 0 0 2 0 1 1 2 0 0 1 2 2 0 1 0 0
- Rotace b: 0 0 2 0 2 2 2 0 0 1 1 1 0 1 0 0
- Rotace c: 0 0 1 0 2 2 1 0 0 2 1 1 0 2 0 0
- Rotace d: 0 0 1 0 1 1 1 0 0 2 2 2 0 2 0 0

Příklad rotace obdélníkové karty:



Jednořádkový zápis karty bude následující

- Rotace a: 0 0 0 1 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0 0
- Rotace b: 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0
- Rotace c: 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0
- Rotace d: 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 0

Při rotaci obdélníkové karty se mění i její rozměry, tj. $R_i \times C_i$ na $C_i \times R_i$.

3 Zadání lehké varianty domácího úkolu

Napište program **cards_easy.py**, který načte vstupní soubor popisující situaci kartové hry a karty k položení, a umístí jednu z nabídnutých karet na hrací desku.

- **Vstup programu:** jméno souboru jako první argument příkazové řádky, formát souboru je popsán v předchozí části tohoto dokumentu
- **Výstup programu:** řada celých čísel na standardní výstup (oddělených mezerou):

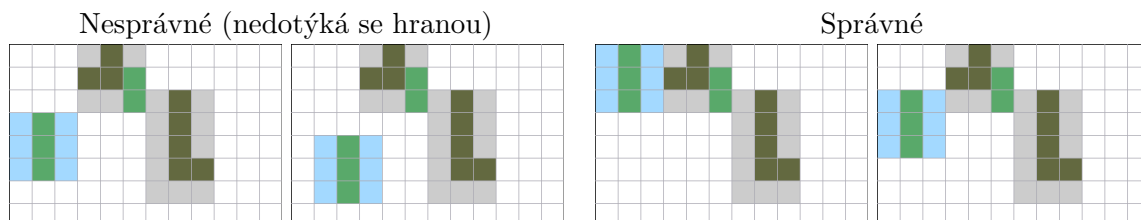
$r \ c \ R \ C \ b_{11} \ b_{12} \ \dots \ b_{RC}$

kde r, c je souřadnice levého horního rohu vybrané karty na hrací desce, R je počet jejích řádků, C je počet sloupců karty, a $b_{11} \ b_{12} \ \dots \ b_{RC}$ je jednořádkový zápis vybrané karty. Vybranou kartou se rozumí jedna z karet z n -řádků vstupního souboru (nebo její rotace).

- Je zaručeno, že vstupní soubor existuje a obsahuje alespoň jednu kartu na desce a jednu kartu k položení
- Kartu je třeba umístit tak, aby se alespoň jednou hranou dotýkala nějaké již položené karty
- Je třeba uvažovat i rotace karet
- Pokud žádnou kartu nelze umístit, bude výstupem programu NOSOLUTION
- Program odevzdejte do Brute, úloha HW08 jako program **cards_easy.py**

3.1 Povolené umístění karet

Kartu je třeba dávat na hrací desku tak, aby se dotýkala nějaké již položené karty hranou, tj. aby nově položená karta a již existující karta sdílely alespoň jednu buňku hrací desky (bez ohledu na jejich barvu). Příklady umístění karty (modře zvýrazněné) do hrací desky (již umístěné karty jsou šedivé):



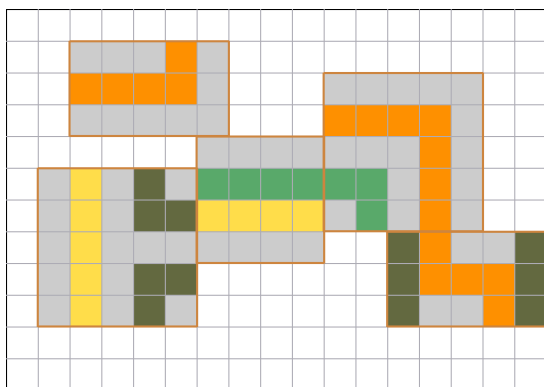
3.2 Příklad

Na desce je umístěno pět karet, a jednu čtvercovou kartu máme k dispozici na položení. Kartu lze umístit na pozici (8,6), (8,7) a (8,8) a to ve všech jejích rotacích, celkem je tedy 12 možných řešení. Odevzdaný program musí vypsat jedno z nich (kterékoliv).

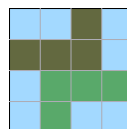
Vstupní soubor:

```
12 17
5 1
2 10 5 5 0 0 0 0 4 4 4 4 0 0 0 0 4 0 2 2 0 4 0 0 2 0 4 0
4 6 4 4 0 0 0 0 2 2 2 2 3 3 3 3 0 0 0 0
5 1 5 5 0 3 0 1 0 0 3 0 1 1 0 3 0 0 0 0 3 0 1 1 0 3 0 1 0
7 12 3 5 1 4 0 0 1 1 4 4 4 1 1 0 0 4 1
1 2 3 5 0 0 0 4 0 4 4 4 0 0 0 0 0 0 0
4 4 0 0 1 0 1 1 1 0 0 2 2 2 0 2 0 0
```

Rozložení hrací desky ze souboru:

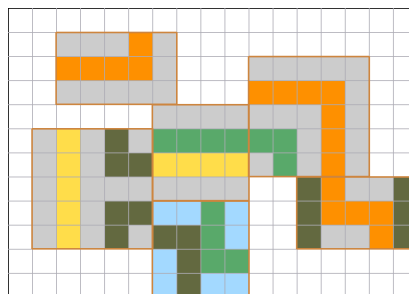


Vstupní karty jsou:

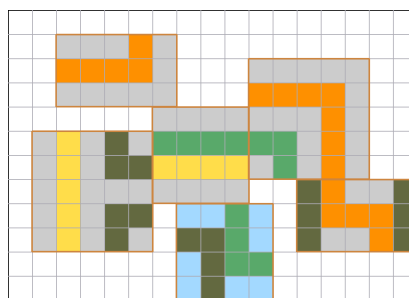


Všechna řešení:

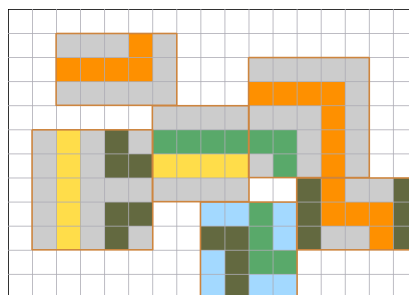
Řešení 0: 8 6 4 4 0 0 2 0 1 1 2 0 0 1 2 2 0 1 0 0



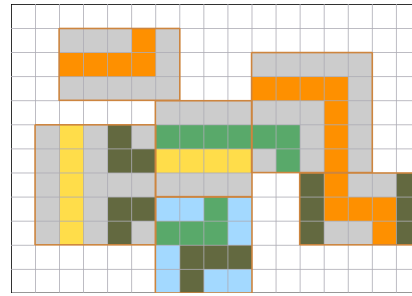
Řešení 1: 8 7 4 4 0 0 2 0 1 1 2 0 0 1 2 2 0 1 0 0



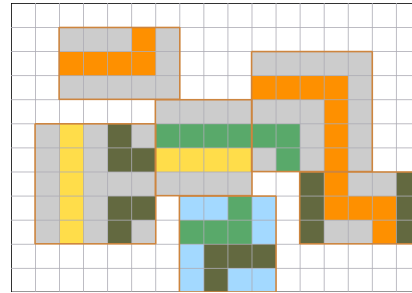
Řešení 2: 8 8 4 4 0 0 2 0 1 1 2 0 0 1 2 2 0 1 0 0



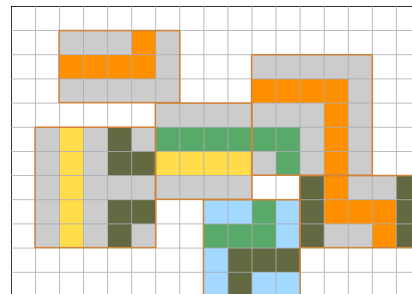
Řešení 3: 8 6 4 4 0 0 2 0 2 2 2 0 0 1 1 1 0 1 0 0



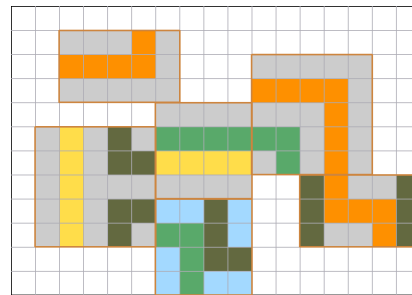
Řešení 4: 8 7 4 4 0 0 2 0 2 2 2 0 0 1 1 1 0 1 0 0



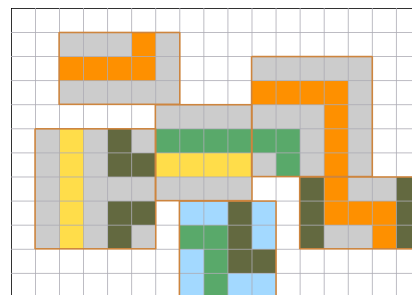
Řešení 5: 8 8 4 4 0 0 2 0 2 2 2 0 0 1 1 1 0 1 0 0



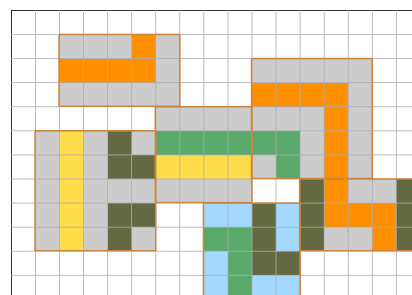
Řešení 6: 8 6 4 4 0 0 1 0 2 2 1 0 0 2 1 1 0 2 0 0



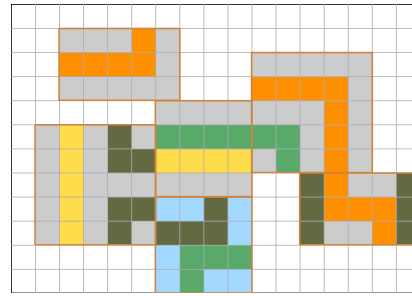
Řešení 7: 8 7 4 4 0 0 1 0 2 2 1 0 0 2 1 1 0 2 0 0



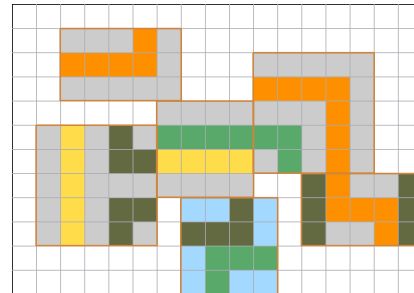
Řešení 8: 8 8 4 4 0 0 1 0 2 2 1 0 0 2 1 1 0 2 0 0



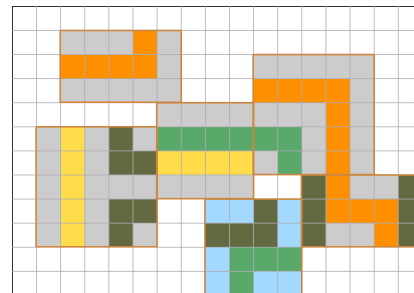
Řešení 9: 8 6 4 4 0 0 1 0 1 1 1 0 0 2 2 2 0 2 0 0



Řešení 10: 8 7 4 4 0 0 1 0 1 1 1 0 0 2 2 2 0 2 0 0



Řešení 11: 8 8 4 4 0 0 1 0 1 1 1 0 0 2 2 2 0 2 0 0



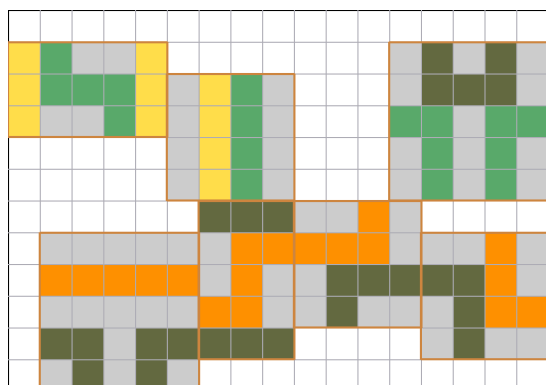
3.3 Příklad

Na desce je položeno 7 karet a k dispozici máme jednu obdélníkovou kartu o rozměru 5×3 . Vzhledem k tvaru cest karty má smysl uvažovat jen dvě rotace, neboť rotace o 0 nebo 180 stupňů dávají stejný výsledek, stejně tak rotace o 90 nebo 270 stupňů. Pro tuto kartu tedy existují jen dvě rotace (“na výšku” a “na šířku”). Na šířku lze tuto kartu umístit pouze do pozice 4,0 (řešení číslo 0), v orientaci na výšku lze tuto kartu umístit na pozici (0,9) a (1,9). Při výpisu karty je nutné uvádět její aktuální rozměr (podle rotace). Například v řešení číslo 0 (na šířku) je uvedený rozměr karty 3×5 (druhá dvojice čísel výstupu), zatímco řešení 1 a 2 s kartou na výšku uvádějí její rozměr jako 5×3 .

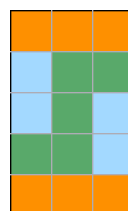
Vstupní soubor:

```
12 17
7 1
6 6 5 3 1 1 1 0 4 4 0 4 0 4 4 0 1 1 1
6 9 4 4 0 0 4 0 4 4 4 0 0 1 1 1 0 1 0 0
2 5 4 4 0 3 2 0 0 3 2 0 0 3 2 0 0 3 2 0
7 1 5 5 0 0 0 0 0 4 4 4 4 0 0 0 0 0 1 1 0 1 1 0 1 0 1 0
1 0 3 5 3 2 0 0 3 3 2 2 2 3 3 0 0 2 3
7 13 4 4 0 0 4 0 1 1 4 0 0 1 4 4 0 1 0 0
1 12 5 5 0 1 0 1 0 0 1 1 1 0 2 2 0 2 2 0 2 0 2 0 0 2 0 2 0
5 3 4 4 4 0 2 2 0 2 0 2 2 0 4 4 4
```

Rozložení hrací desky ze souboru:

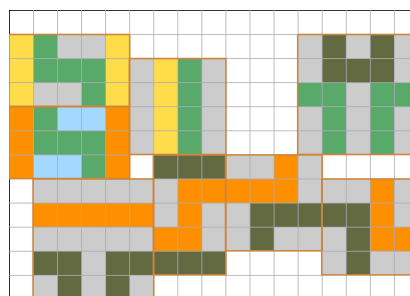


Vstupní karty jsou:

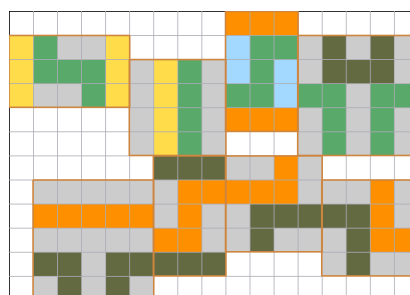


Všechna řešení:

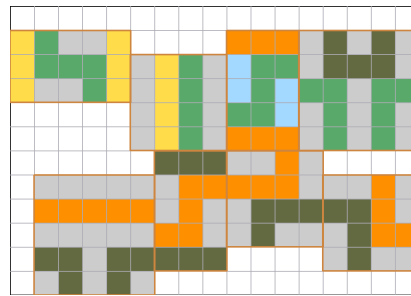
Řešení 0: 4 0 3 5 4 2 0 0 4 4 2 2 2 4 4 0 0 2 4



Řešení 1: 0 9 5 3 4 4 4 0 2 2 0 2 0 2 2 0 4 4 4



Řešení 2: 1 9 5 3 4 4 4 0 2 2 0 2 0 2 2 0 4 4 4



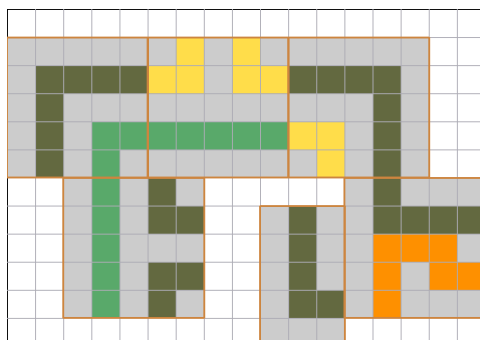
3.4 Příklad NOSOLUTION

V následujícím příkladu je k dispozici 8 karet na položení, a na hrací desce je již 6 karet položených. Hrací deska je dost zaplněná a není místo na položení ani jedné z 8 dostupných karet, proto je výstupem programu NOSOLUTION.

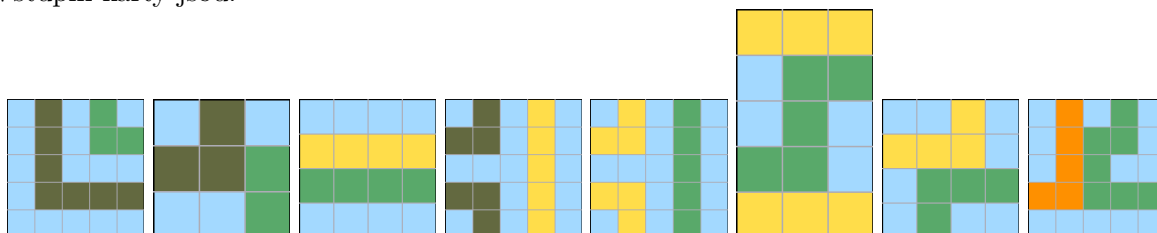
Vstupní soubor:

```
12 17
6 8
1 5 5 5 0 3 0 3 0 3 3 0 3 3 0 0 0 0 2 2 2 2 2 0 0 0 0 0
1 10 5 5 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 0 3 3 0 1 0 0 3 0 1 0
6 12 5 5 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 4 4 4 0 0 4 0 4 4 0 4 0 0 0
1 0 5 5 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 0 1 0 0 0 0 1 0 2 2 0 1 0 2 0
6 2 5 5 0 2 0 1 0 0 2 0 1 1 0 2 0 0 0 0 2 0 1 1 0 2 0 1 0
7 9 5 3 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 1 0 0 0
5 5 0 1 0 2 0 0 1 0 2 2 0 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 0
3 3 0 1 0 1 1 2 0 0 2
4 4 0 0 0 0 3 3 3 3 2 2 2 2 0 0 0 0
5 5 0 1 0 3 0 1 1 0 3 0 0 0 0 3 0 1 1 0 3 0 0 1 0 3 0
5 5 0 3 0 2 0 3 3 0 2 0 0 0 0 2 0 3 3 0 2 0 0 3 0 2 0
5 3 3 3 3 0 2 2 0 2 0 2 2 0 3 3 3
4 4 0 0 3 0 3 3 3 0 0 2 2 2 0 2 0 0
5 5 0 4 0 2 0 0 4 2 2 0 0 4 2 0 0 4 4 2 2 2 0 0 0 0 0
```

Visualizace karetní hry:



Vstupní karty jsou:



Řešení je: NOSOLUTION

4 Zadání těžké varianty domácího úkolu

Napište program **cards_hard.py**, který načte vstupní soubor popisující situaci kartové hry, a umístí jednu z karet na polohu tak, aby vznikly co největší barevné komponenty souvislosti.

- **Vstup programu:** jméno souboru jako argument příkazové řádky

- **Výstup programu:** řada celých čísel (oddělených mezerou):

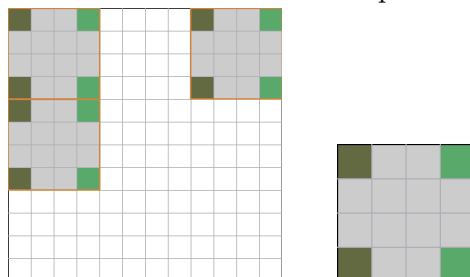
$r \ c \ R \ C \ b_{11} \ b_{12} \ \dots \ b_{RC}$

kde r, c je souřadnice levého horního rohu vybrané karty na hrací desce, R je počet jejích řádků, C je počet sloupců karty, a $b_{11} \ b_{12} \ \dots \ b_{RC}$ je jednořádkový zápis vybrané karty. Vybranou kartou se rozumí jedna z karet z n -řádků vstupního souboru (nebo její rotace). Výstup programu je taková pozice/rotace karty, která vede na největší ohodnocení.

- Ohodnocení položení karty je dáno součtem počtu buněk vzniklých komponent souvislosti stejné barvy
- Je zaručeno, že vstupní soubor existuje a obsahuje alespoň jednu kartu na desce a jednu kartu k položení
- Kartu je třeba umístit tak, aby se alespoň jednou hranou dotýkala nějaké již položené karty.
- Kartu lze rotovat a pro dosažení nejlepšího ohodnocení je nutné rotaci uvažovat.
- Pokud žádnou kartu nelze umístit, bude výstupem programu NOSOLUTION
- Pokud existuje více možností položení karty (se stejným maximálním ohodnocením), lze vypsat kterékoliv z těchto možností
- Program odevzdejte do Brute, úloha HW08 jako program **cards_hard.py**

4.1 Příklad ohodnocení

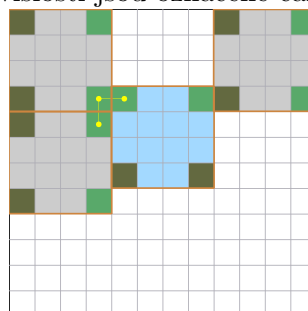
Situace na hrací desce Vstupní karta



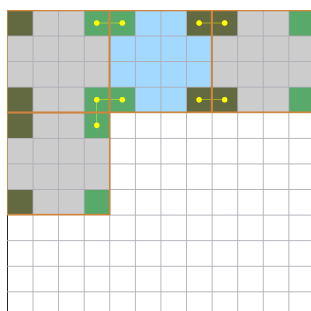
Příklad vyhodnocení položení karty. Komponenty souvislosti jsou označeny čarami.



Hodnota 4.



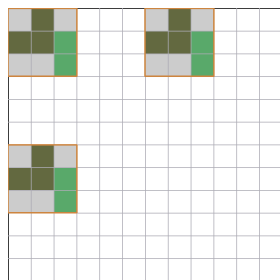
Hodnota 3



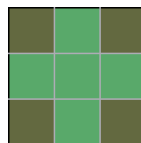
Hodnota 9

4.2 Příklad ohodnocení

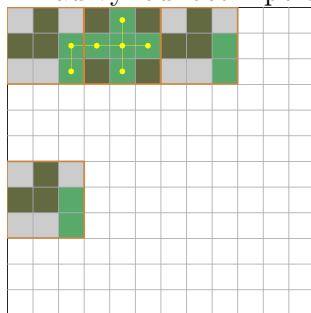
Situace na hrací desce



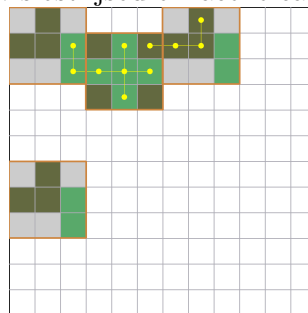
Vstupní karta



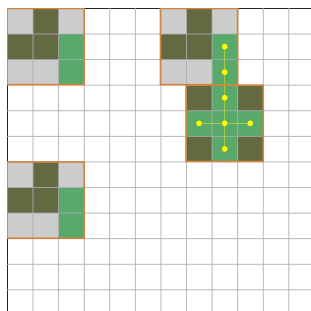
Příklad vyhodnocení položení karty. Komponenty souvislosti jsou označené čarami.



Hodnota 7.



Hodnota 11.



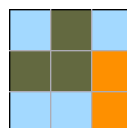
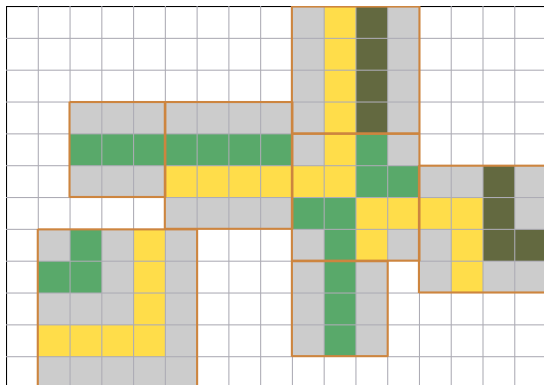
Hodnota 7.

4.3 Příklad

Vstupní soubor:

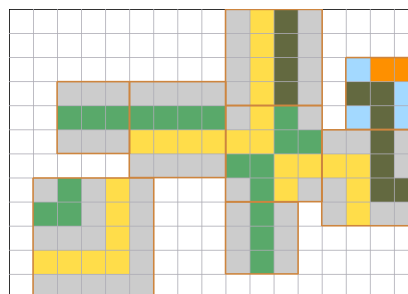
```
12 17
7 1
0 9 4 4 0 3 1 0 0 3 1 0 0 3 1 0 0 3 1 0
4 9 4 4 0 3 2 0 3 3 2 2 2 2 3 3 0 2 3 0
5 13 4 4 0 0 1 0 3 3 1 0 0 3 1 1 0 3 0 0
3 5 4 4 0 0 0 0 2 2 2 2 3 3 3 3 0 0 0 0
8 9 3 3 0 2 0 0 2 0 0 2 0 0 2 0
3 2 3 3 0 0 0 2 2 2 0 0 0
7 1 5 5 0 2 0 3 2 2 2 0 3 0 0 0 0 3 0 3 3 3 3 0 0 0 0 0 0
3 3 0 1 0 1 1 4 0 0 4
```

Rozložení hrací desky ze souboru:

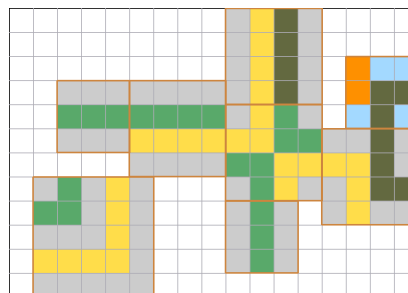


Celkem je 68 možností umístění karet, nejvyšší hodnota umístění je 7. Jsou dvě možnosti, jak umístit vstupní kartu a získat hodnotu 7:

Řešení 0, cena 7: 2 14 3 3 0 4 4 1 1 0 0 1 0



Řešení 1, cena 7: 2 14 3 3 4 0 0 4 1 1 0 1 0

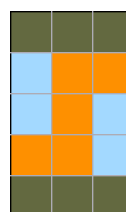
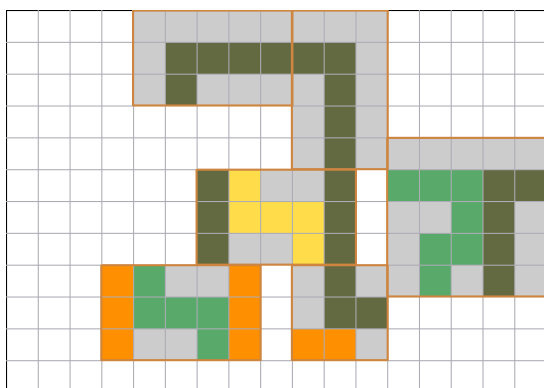


4.4 Příklad

Vstupní soubor:

```
12 17
6 1
0 4 3 5 0 0 0 0 0 0 1 1 1 0 1 0 0 0
0 9 5 3 0 0 0 1 1 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0
5 6 3 5 1 3 0 0 1 1 3 3 3 1 1 0 0 3 1
8 3 3 5 4 2 0 0 4 4 2 2 2 4 4 0 0 2 4
4 12 5 5 0 0 0 0 0 2 2 2 1 1 0 0 2 1 0 0 2 2 1 0 0 2 0 1 0
8 9 3 3 0 1 0 0 1 1 4 4 0
5 3 1 1 1 0 4 4 0 4 0 4 4 0 1 1 1
```

Rozložení hrací desky ze souboru:



Celkem je 18 možností umístění karet, nejvyšší hodnota umístění je 25, existuje jenom jedna možnost jak položit kartu a dostat toto ohodnocení.

Řešení 0, cena 25: 3 3 5 3 1 1 1 0 4 4 0 4 0 4 4 0 1 1 1

