

## Posudek oponenta bakalářské práce

Jakub Jelen: **Grupa Rubikovy kostky**

Jakub Jelen se ve své práci zaměřil na propojení teorie grup a Rubikovy kostky.

Práci si rozdělil do šesti kapitol.

První kapitola je věnována definování pojmů z teorie grup, které budou dále v práci využívány - akce grupy na množině, jádro akce grupy, orbita prvku a pod. Součástí kapitoly je několik zajímavých příkladů, které tyto pojmy vhodně ilustrují.

V dalších kapitolách se autor zabývá Rubikovou kostkou. Pojmenovává její součásti (středové, rohové, hranové kostky), popisuje jejich značení, vysvětluje pojem konfigurace Rubikovy kostky (povolená, nepovolená), spin hranových i vrcholových kostek. Dále zavádí grupu Rubikovy kostky, uvádí šest základních pohybů kostky, které tuto grupu generují. Tato část práce je pak zakončena tvrzením, které charakterizuje povolené konfigurace Rubikovy kostky a určuje jejich počet.

Jádrum práce je předposlední kapitola. Zde autor zkoumá strategii řešení Rubikovy kostky. Hledá co nejjednodušší postup, který by vedl k nalezení algoritmu udávajícímu, jak se z dané konfigurace lze dostat do složené konfigurace. Zkoumáním základních pohybů Rubikovy kostky a využitím aparátu teorie grup pak tento algoritmus podrobně popisuje.

Práce je zakončena kapitolou, která se zabývá nepovolenými konfiguracemi a popisem základních konfigurací jednotlivých orbit akce Rubikovy kostky na množině všech konfigurací.

Práce má dobrou grafickou úroveň, je napsána přehledně a s porozuměním, je doplněna řadou obrázků a tabulek. Jakub Jelen si vybral zajímavé a náročné téma, jehož zpracování značně přesahuje rámec základního kurzu algebry, který absolvoval.

V práci se objevují některé spíše formální či formulační nepřesnosti, které nemají na její kvalitu žádný vliv. Např. na straně:

- $2^{8-10}$  zřejmě by mělo být:  
Zobrazení  $\circ : X \times G \rightarrow X$  nazýváme pravou akci grupy  $G$  na množině  $X$ , pokud platí:  
1.  $\forall g_1, g_2 \in G, \forall x \in X : (x \circ g_1) \circ g_2 = x \circ (g_1 g_2)$   
2.  $\forall x \in X : x \circ 1 = x$
- $7_{10}$  zřejmě má být:  $S = \{u, f, l, r, d, b\}$
- $7$  popis pohybu  $U$  zřejmě není zcela v pořádku
- $10^{7,8}$  zřejmě má být: spiny hranových a rohových kostek
- $14^{5,6}$  popis permutací rohových kostek zřejmě neodpovídá obrázku. č. 1
- $20^{10}$  má být: spiny. Konfigurace ...
- $20_9$  má být: nejvíce se blíží ...

Dále

- některé pojmy či zápisy se objevují dříve, než byly zavedené, např. na str. 5, 6 - konfigurace, složená konfigurace, zápis  $\tau = e, \sigma = e, \tau = U$ , původní grupa
- není zřejmé, v jakém smyslu otáčíme kostky o  $180^\circ, 120^\circ, 240^\circ$  (str. 6), nebo co znamená zápis  $(e, e, 0, 0)$  (str. 10)
- v práci mohl být uveden důkaz tvrzení, že množina všech pohybů Rubikovy kostky tvoří grupu
- zřejmě chybí důkaz obráceného tvrzení Věty 5.1
- důkaz Věty 6 není úplný
- zdroje (literaturu) by bylo vhodnější uspořádat podle abecedy.

I přes uvedené připomínky se mi bakalářská práce Jakuba Jelena velmi líbila. Je jenom škoda, že ve své

práci explicitně neuvádí, které úvahy a postupy jsou jeho a které převzal z uvedené literatury.

Svým rozsahem, úrovní a hloubkou zpracování odpovídá předložená práce požadavkům kladeným na bakalářskou práci.

Práci doporučuji k obhajobě a hodnotím známkou .....

V Hradci Králové, 30.5.2023

RNDr. Jitka Kühnová, Ph.D.