

## POSUDEK OPONENTA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

**Název:** Konstrukce s imaginárními elementy v projektivní geometrii

**Autor:** Jakub Řada

### SHRNUTÍ OBSAHU PRÁCE

Práce se zabývá syntetickými konstrukcemi v rovinné projektivní geometrii s využitím imaginárních elementů. Jedná se o výklad konstrukcí, které jsou součástí učebnice V. Hlavatý, Projektivní geometrie I.

### CELKOVÉ HODNOCENÍ PRÁCE

**Téma práce.** Téma práce navazuje na kurz Projektivní geometrie a náročnost je nad úrovní tohoto kurzu. Zpracování v plné míře odpovídá zadání.

**Vlastní příspěvek.** Autor z učebnice cíleně vybírá konstrukce s imaginárními elementy a podává tak systematický přehled. Konstrukce jsou vyloženy důsledně a srozumitelně jak pro obecné, tak pro konkrétní zadání. Konstrukce jsou hezky vypracovány v GeoGebře a zobrazeny jak v textové podobě práce, tak i v interaktivní online verzi.

**Matematická úroveň.** Matematická úroveň práce je vysoká. Autor pracuje s imaginárními prvky v abstraktní formě a používá je k syntetické konstrukci reálných objektů. Základní pojmy a konstrukce jsou shrnuty v úvodní kapitole. Velké úsilí autor vkládá do toho, aby každý krok konstrukcí byl pořádně zdůvodněn, věty jsou podány s důkazy a text je velmi přehledný. Pár drobných připomínek je vyjmenovaných níže. Připomínky 1 a 2 zahrnují nepřesnou definici pojmu. Další body se obvykle věnují chybám ve značení nebo menším nepozornostem.

**Práce se zdroji.** Práce používá v podstatě jenom jednu učebnici. To je však stanoveno zadáním a neshledávám v tom zásadní problém. Ocenil bych snad jen přímější odkazy na konkrétní konstrukce a věty.

**Formální úprava.** Práce je hezky vysázená v LaTeXu, formálně je na velmi dobré úrovni jak po textové, tak po grafické stránce.

### PŘIPOMÍNKY A OTÁZKY

1. Str. 5, 6, Definice 3 + Obrázek 1.1 – není zcela jasné o jaké soustavě se jedná – o projektivní soustavě s reálnými elementy, nebo i imaginárními, ani co se stane když se např. uspořádání na obrázku vlevo změní na  $C', A', B'$ . Vhodnější je použít obrázek s reálnými samodružnými elementy, nebo charakteristiku, podobně jako v důkazu Věty 1.
2. Str. 27, úvod, předposlední věta – „Je-li zadaný společný bod sečny a kuželosečky imaginární, sečna je imaginární.“ Pojem sečna není použit správně. Přímkou, která protne kuželosečku v imaginárních bodech se nazývá nesečna. Nesečna nemusí být imaginární.
3. Str. 7, Definice 4 – 2. věta nedává smysl – „Průsečíky kružnic,  $\dots$ , se protnou  $\dots$ “
4. Str. 11, Obrázek 1.6 – konstrukce je správně, průsečíky  $1 \cap 2$  a  $3 \cap 4$  však z obrázku v daném rozlišení vypadají jako by ležely na kuželosečce

5. Str. 13, Úloha 6, 2. bod a stejně str. 14, 2. bod – musí být  $P \notin p$ , 3. bod –  $A, C$  a  $C$ , v celém postupu chybí zadefinování přímek  $a, b, c, d$ , přičemž přímka  $d$  se nepoužije
6. Str. 17 – věta „Zadanou projektivitu je třeba promítnout do dvou projektivních soustav, v které nalezneme samodružné prvky.“ nedává smysl
7. Str. 18, uprostřed – chybí mezera „Z toho plyne, že“
8. Str. 20 – v Konstrukci 3 nutno volit  $P_1, P_2 \notin k$
9. Str. 24, odst. 4., 2. bod – „střed tohoto promítání je  $S'_2$ “, pracuje se s vícero projekcemi, bylo by vhodné napsat spíše „střed posledního promítání“. Obecněji, projekce by bylo vhodnější označovat i s jejich středy (když je známe), ne jako rovnost dvojpoměrů. Chybí mi odůvodnění toho, proč je možné použít vždy např. uvedené projekce (stačí např. doplnit, že se použije čtyřroh  $A_1, A'_1, S'_2, S_2$ ).
10. Str. 27, spodní odstavec – místo čtyřstran kuželosečce opsaný, by mělo být čtyřroh vepsaný. Dále 2. ř. zdola – „Průsečík  $q_1 \cap p$  je“ místo „Na průsečíku  $q_1 \cap p$  musí nutně ležet“. Přímka  $y$  je použita v konstrukci bez toho aby byla předem definována.
11. Str. 30, Konstrukce 8, zadání – komplexně sdružených „tečen“, má být „přímek“
12. Str. 37, Věta 4, v obrázku by měla být spojnice  $\overleftrightarrow{IS}$ , poslední věta má končit „diagonálním trojúhelníkem  $PQR$ “, jelikož  $S$  není pólou  $\overleftrightarrow{PR}$
13. Str. 44, odstavec pod obrázkem – harmonická čtveřice  $12Aa$  jsou 3 přímky a bod. To samé str. 46, Konstrukce 20, body 1, 3, 4, str. 48, bod 1
14. Str. 47, Konstrukce 21 – chybí popisek k obrázku. V obrázku – přímky  $p, r$  nejsou poláry pólů  $P, R$  vzhledem k zobrazené parabole.

## ZÁVĚR

Práci **doporučuji uznat** jako bakalářskou práci.

Práci je možné a doporučuji dále rozšířit na diplomovou práci, vhodným zdrojem může být učebnice J. L. S. Hatton, *The Theory of the Imaginary in Geometry*, Cambridge University Press, 1920. Rovněž práci doporučuji zařadit do soutěže SVOČ.

Michal Zamboj  
 Matematický ústav, MFF UK  
 31. 8. 2017