

# Učitel matematiky

---

Marie Kupčáková

Experiment v geometrii - kresby na chodníku

*Učitel matematiky*, Vol. 23 (2015), No. 1, 28–34

Persistent URL: <http://dml.cz/dmlcz/149414>

## Terms of use:

© Jednota českých matematiků a fyziků, 2015

Institute of Mathematics of the Czech Academy of Sciences provides access to digitized documents strictly for personal use. Each copy of any part of this document must contain these *Terms of use*.



This document has been digitized, optimized for electronic delivery and stamped with digital signature within the project *DML-CZ*:  
*The Czech Digital Mathematics Library* <http://dml.cz>

## EXPERIMENT V GEOMETRII

### KRESBY NA CHODNÍKU

MARIE KUPČÁKOVÁ

Před několika lety se objevily na internetu první fotografie a videa chodníkových iluzí. (Ve vyhledávači lze zadávat různá hesla, např. spojení *perspectival anamorphosis*, *sidewalk chalk drawing*, *pavement art*, *sidewalk art*, *street painting*, *3-D chalk art*, *3-D pavement art*, *anamorphic street painting*.) Nejčastěji byl autorem iluzí britský umělec Julian Beever (\*1959). [6] Nejednoho pozorovatele napadlo: Jak to dělá? V čem je ten trik, že Beever pokresluje plochu a ona se třeba „propadne“?



Obr. 1

V červnu 2012 jsme na Přírodovědecké fakultě UHK vyhlásili akci „Dělejme si iluze!“ a se studenty různých oborů jsme se pustili do *sreet artu* (obr. 1). Byl to prvotní počín, proto byly zvolené zobrazované objekty konstrukčně jednoduché: kvádry, válce, pravidelný čtyřboký jehlan. Ve virtuální realitě pak jakási kašna, vodotrysk, lego-domečky (jeden s nízkou stříškou), rozbitá dlažba (obr. 2).

Vytvářeli jsme první *chodníkovou anamorfózu*.



Obr. 2

*Anamorfózou* rozumíme středový průmět prostorového útvaru na rovinu, kdy střed promítání je blízko průmětny a osa zorného kužele, do kterého je možno umístit vzor, svírá s průmětnou ostrý úhel.

Výsledkem anamorfózy – obrazem – je značné zkreslení původní podoby vzoru (obr. 3).

Pro takové konstrukce je třeba znát jednoduchou metodickou řadu anamorfniho perspektivního kreslení, která je uvedena jako přídatek publikace *Základní úlohy deskriptivní geometrie v modelech*. [3] Je zde popsán princip čtyř navazujících lineárních perspektiv v papírovém kukátku. Z toho tři perspektivní obrazy můžeme označit za anamorfózy – pro průmětnu vodorovnou a pro obě svislé „boční“ průmětny. [6]



Obr. 3

I když anamorfóza nesplňuje jednu z podmínek obvyklé lineární perspektivy, kdy perspektivní průmětna je průčelná, pravidla středového promítání platí i pro ni.

Chceme-li konstruovat iluze na chodníku se studenty, pak je nutné nejprve formulovat a vysvětlit základní vlastnosti středového promítání [7], kterým jsme se v minulých letech věnovali i v Učiteli matematiky (viz např. [5], [6], [4]).

**Anamorfózu krychle** sestrojíme podle obr. 4.

V terénu ztotožníme *průmětnu*  $\mu$  se základní vodorovnou rovinou a umístíme do jistého místa na stativ fotoaparát. Pro jeho „oko“ bude obraz sestrojen.

Úběžník svislých přímk je bod  ${}^1H$ , který se nachází pod stativem připraveného fotoaparátu. Tudy prochází i horizont. Distance  $d$  je proto výškou oka. Pro střed  $S$  promítání platí  $|S_1(S)| = d$ . Sklopíme promítací rovinu přímkou  $SA$  a bude  $A' = \leftrightarrow S_1A_1 \cap \cap \leftrightarrow (S)(A)$ . Stopník  $A'$  polopřímky  $SA$  je hledanou perspektivou vrcholu  $A$  krychle.

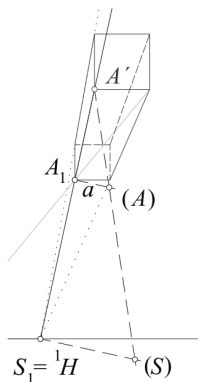
Při našem výtvarně-geometrickém experimentu vyšel bod  $A'$  mimo nákresnu (na parkovací místo pro invalidy), proto jsme operativně místo krychle zobrazili kvádr. Ze správného místa se na něj díval jen fotoaparát na stativu (je v pozadí na obr. 5).

**Anamorfózy válců** (jsou na obr. 2) s podstavami ve vodorovné rovině vytvoříme podle obr. 6. Perspektivní obrazy obou kruhových hran jsou stejnohlé kružnice, střed stejnohllosti je bod  ${}^1H$ . Výška zobrazovaného válce je ve „skutečnosti“ i v obraze  $|O_1(O)|$ .

Určíme opět stopník  $O'$  polopřímky  $SO$  (pomocí napnutých provazů).

Takto jsme na chodníku kreslili různorodé válce ve velkém měřítku – kašnu, trubku, vodní sloupec v kašně. Na trubku navazuje obecná rotační plocha a obepínají ji drobné obruče, anuloidy, umístěné ve stejných intervalech.

Konstrukce zabraly  $2 \times 12$  hodin práce v úmorném červnovém vedru. Druhý den ráno se nám přes kašnu projel cyklista (viz jeho stopa na obr. 3). Největším nepřítelem však byl silný vítr, který nekvalitní křídlo odnášel. Každou čáru bylo potřeba nanést



Obr. 4



Obr. 5

minimálně pětkrát. Třetí den přšelo, a měli jsme po iluzích. Ani „nebe na zemi“ (za domečky) jsme už nemohli dokončit (obr. 8).

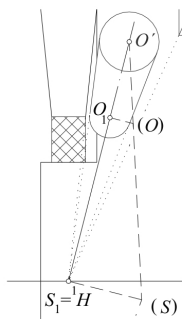
Chtěli jsme informovat geometry o našem počínu, proto jsme na YouTube umístili video *Let's create our own illusions*, v kategorii „Vzdělání a pedagogika“. [8]

Kreslení na chodníku je dobrou příležitostí, jak probudit zájem studentů o geometrii. Našimi pomůckami byly provaz, křída, důvtip, základní planimetrické vědomosti a dovednosti, jako jsou:

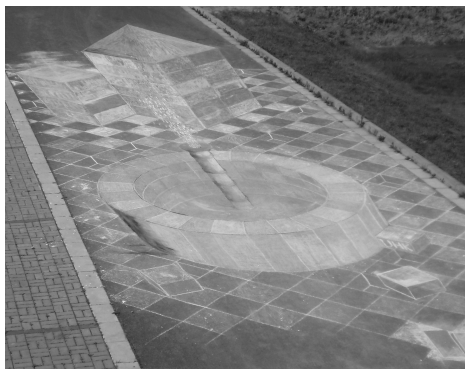
- přímka určená dvěma body
- konstrukce kružnice (dané středem a poloměrem, dané trojicí různých nekolineárních bodů)
- konstrukce pravého úhlu pomocí uzlíků
- konstrukce pravidelného 24 úhelníku
- dělení úsečky na daný počet shodných úseček ap.

O historii chodníkových a navíc anamorfních maleb se můžeme dočíst na webových stránkách umělkyně, jejíž jméno je Thaneeya McArdle (\*1979).

Dnešní chodníkové malby navazují na již zapomenutou historii. V 16. století italští umělci, známí jako „*madonnari*“, cestovali od města k městu a vytvářeli křídové obrazy Madony. V polovině



Obr. 6



Obr. 7

19. století tato tradice zcela vymizela. Jejím vzkříšení pomohlo zahájení pravidelných festivalů konaných od roku 1972 v severní Itálii, v malém městečku Grazie di Curtatone. [11]

Technika anamorfí perspektivy se objevila v rané renesanci a zkvétala až do období baroka a rokoka (Andrea del Pozzo).

Dokonalé a dodnes divácky přístupné umění zaujalo amerického umělce **Kurta Wennera**. [10] Ten začal svoji kariéru jako vědecký ilustrátor pro americkou vesmírnou agenturu NASA a před více jak 30 lety vynalézal konceptuální malbu budoucích vesmírných projektů a mimozemských krajin. Rozhodl se však práci opustit, odešel do Itálie a studoval zde umění iluze. Navštívil desítky chrámů, studoval v knihovnách. Ptal se sám sebe, proč současný umělec nesvede tak dokonalé dílo, jako dřívější mistr. A také, jak by bylo možné umělcům zprostředkovat jeho geometrické principy. Napadlo jej nahradit nedostupný strop podlahou (ulicí, parkovištěm, chodníkem) a freskovou technikou křídou. Nejprve kreslil propadliště, pak začal modelovat pomocí kresby objekty vystupující nad chodník. Z praktických důvodů nahradil křídou kvalitním pastelem nebo barvami.

Kurt Wenner třikrát zvítězil v soutěži Grazie di Curtatone. Když měl do Mantovy přijet papež Jan Pavel II., připravil pro

něj Wenner originální dar: vymyslel kompozici Posledního soudu a na ploše  $15' \times 17'$  ji vytvářelo třicet nejlepších *street art* umělců 10 dní. Poslední den papež malbu podepsal, a požehnal tak tomuto novému druhu umění. [10]

Od roku 1980 se díky Wennerovi konají *3-D Chalk* festivaly po celé Americe, jedním z nejznámějších je *Sarasota Chalk festival*.

Thaneeya McArdle píše, že „*sidewalk chalk festivals*“ spojují tvůrce s diváky. Ti vidí umělce při práci a mohou se ho ptát nebo „*showering the artists with praise*“. [11]

I my jsme při realizaci akce Dělejme si iluze! odpovídali na udivené otázky kolemjdoucích studentů a našemu *illusionistic street art* se dostalo uznalého ocenění. Nejčastěji vyjádřeného slovy: „*To je hustý!*“.

Co víc si může dnešní učitel geometrie přát?



Obr. 8

## Literatura

- [1] Coleová, A. *Umění zblízka – Perspektiva*. Perfekt Bratislava. 1995.

- [2] Gombrich, E. H. *Umění a iluze. Studie o psychologii obrazového znázorňování*. Odeon. Praha 1985.
- [3] Kupčáková, M. *Základní úlohy deskriptivní geometrie v modelech*. Prometheus 2002.
- [4] Kupčáková, M. Má být perspektiva složkou všeobecného vzdělání?, *Matematika, fyzika, informatika*, roč. 6. 1997.
- [5] Kupčáková, M. Perspektivní kukátko. In *Učitel matematiky*, č. 4, 1995, str. 30 – 32, + 2 přílohy.
- [6] Kupčáková, M. Dětská kresba a středové promítání (3). In *Učitel matematiky*, č. 3 (59), roč. 14 (2006), str. 147 – 152.
- [7] Urban, A. *Deskriptivní geometrie*. SNTL Praha. 1965.
- [8] <http://www.youtube.com/watch?v=zDKk9RN-wzE&feature=youtu.be> (19. 1. 2013)
- [9] <http://www.youtube.com/watch?v=P4TkWhN8EnA&NR=1> (19. 1. 2013)
- [10] [http://kurtwenner.com/images/PDFs/Artist\\\_Statement.pdf](http://kurtwenner.com/images/PDFs/Artist\_Statement.pdf) (19. 1. 2013)
- [11] <http://www.art-is-fun.com/sidewalk-chalk-drawings.html> (19. 1. 2013)

## Abstract

The paper describes an experiment which has been focusing on a support of central projection and geometry teaching. The experiment has been conducted on a sidewalk using the most simple techniques and tools such as cords and pieces of chalk. A brief history of this art as well as designing principles of perspectival anamorphosis are described in the paper.

*RNDr. Marie Kupčáková, Ph.D.*  
*Katedra matematiky PřF UHK*  
*Rokitanského 62*  
*500 03 Hradec Králové*  
*e-mail: Marie.Kupcakova@uhk.cz*