

Moderní deskriptivní geometrie

Petra Surynková

Abstrakt

Článek pojednává o realizovaných způsobech modernizace výuky deskriptivní geometrie na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze. Naším cílem je zvýšit zájem o studium deskriptivní geometrie především prostřednictvím počítačového modelování. Rozšířením o poznatky z počítačové grafiky a počítačové geometrie nabývá deskriptivní geometrie znovu na významu a její využitelnost a aplikovatelnost v praxi rostou. Počítačové modelování hodláme využít v plánované rozsáhlé publikaci věnující se deskriptivní geometrii.

1 Motivace a praktické aplikace

Deskriptivní geometrie představuje jednu z klasických disciplín matematické vědy. Typická základní úloha, kterou se deskriptivní geometrie zabývá, je promítání prostorových objektů do roviny a rovněž zpětná rekonstrukce prostorového objektu z promítnutého obrazu. K pochopení souvislostí v deskriptivní geometrii je proto třeba znát geometrické principy, vlastnosti geometrických objektů v rovině i v prostoru a vztahy mezi nimi. Deskriptivní geometrie kromě zobrazovacích metod tím pádem také studuje speciální technicky významné křivky a plochy především stavebně-inženýrské praxe.

Z historického hlediska dosahoval rozvoj deskriptivní geometrie jako vědy svého vrcholu především v minulém století. Ovšem ani dnes s příchodem a neustálým rozvojem moderních výpočetních technologií a počítačového vybavení neztrácí deskriptivní geometrie svůj význam. V oborech, ve kterých je správná vizualizace a názorné zobrazení prostoru a prostorových objektů rozhodující, má deskriptivní geometrie stále své místo.

Geometrie se všemi svými podobory je součástí mnoha moderních praktických aplikací a zasahuje tak do řady odvětví. Motivaci pro studium geometrie a speciálně i deskriptivní geometrie nacházíme například ve stavebních oborech, v navrhování architektonických a designových prvků, obecně ve všech odvětvích výrobního průmyslu či v konstrukčních a návrhářských činnostech a inženýrství, [2]. Obecně je geometrie základem velkého množství velmi aktuálních postupů ve výzkumu i praxi. Významnými aplikacemi geometrie jsou digitální rekonstrukce reálných povrchů pomocí 3D skenování, přenos reálných interiérů a exteriérů do virtuálních světů počítačových her, replikace tvarů skutečných předmětů pomocí 3D tisku, úlohy počítačové grafiky či počítačové projektování a mnoho dalšího, [1, 2, 4]. Společným základem všech těchto oblastí jsou právě geometrické poznatky a principy, přičemž užití metody často vycházejí z elementární geometrie.

Všeobecně představuje geometrie velmi náročnou vědní oblast vyžadující logické myšlení a současně široce rozvíjí prostorovou představivost. Jak již bylo naznačeno, studium geometrie a speciálně deskriptivní geometrie znamená proto skutečnou výzvu pro výzkum i praxi.

V článku se věnujeme možným inovativním způsobům výuky deskriptivní geometrie prostřednictvím počítačového 3D modelování a představujeme nově vznikající studijní materiály a webovou podporu deskriptivní geometrie. Závěrečná část článku je věnována popisu připravované učebnice o deskriptivní geometrii a budoucí práci.

2 Inovace výuky deskriptivní geometrie

V poslední době nepatří klasická syntetická a deskriptivní geometrie mezi oblíbené partie školské matematiky, což má za následek její stále větší vytrácení z osnov na všech stupních vzdělávání. Setkáváme se s nezájmem o geometrii dokonce i ze strany pedagogů. Pokud nezůstává ve výuce matematiky čas, bývá redukována nebo zcela vynechávána právě geometrie. Především v nižších ročnících hlavně základních škol by však měl být na kvalitní a dostatečnou výuku geometrie kladen

důraz, protože rozvoj prostorové představivosti je v útlém dětském věku nenahraditelný. Nezáměr o geometrii lze do jisté míry vysvětlit a není nikterak překvapivý, geometrie totiž skutečně patří mezi velmi náročné partie matematiky.

Součástí studia deskriptivní geometrie ať už na střední nebo vysoké škole je samozřejmě črtání a rýsování. Mohlo by se zdát, že se ruční rýsování stalo po nástupu počítačů a moderního softwaru zcela zbytečným a začalo být považováno za přežitek. Samozřejmě je nutné se při výuce deskriptivní geometrie přizpůsobit současné době a reálné praxi, neznamená to však, že je klasické rýsování případně črtání překonané. Na tyto nástroje se spoléháme většinou ve fázích rozvíjení nápadů či prvotního hledání řešení geometrických problémů. Navíc nás črtání a klasické rýsování učí preciznosti, přesnosti a trpělivosti.

2.1 Rýsování na počítači a počítačové 3D modelování

Ve výrobních procesech jsou v praxi při konstruování, navrhování či modelování nejrůznějších objektů dnes již běžně používány moderní CAD systémy (*Computer Aided Design*), [1]. Tyto pokročilé grafické programy jsou velmi účinnými nástroji, které urychlují a zpřesňují výrobní postupy. Podobný software lze použít i ve výuce všech klasických geometrických témat i deskriptivní geometrie a připravovat tak studenty už během studia na běžnou moderní praxi. Není nutné pracovat s drahými CAD aplikacemi, neboť na trhu existují levné nebo dokonce volně dostupné programy pro geometrii i matematiku.

Porozumět složitějším geometrickým úlohám bývá často obtížné. K pochopení prostorové situace může napomoci právě počítačové 3D modelování. Na Matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze používáme v hodinách deskriptivní geometrie pro tvorbu 3D modelů a modelování prostorových situací komerční 3D modelovací software Rhinoceros (*NURBS Modeling for Windows*). Rhinoceros je levný a dostupný software obsahující množství profesionálních modelovacích nástrojů a funkcí (Katedra didaktiky matematiky vlastní licenci, studenti mohou software plně využívat v počítačových laboratořích) a je v praxi běžně užíván. Upřesněme, že deskriptivní geometrie na Matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze je vyučována pět semestrů a pokrývá tradiční látku. Osobně zajišťuji výuku deskriptivní geometrie pro vyšší ročníky, kde jsou naplní především složitější projekce (středové promítání a speciálně lineární perspektiva) a plochy stavební praxe.

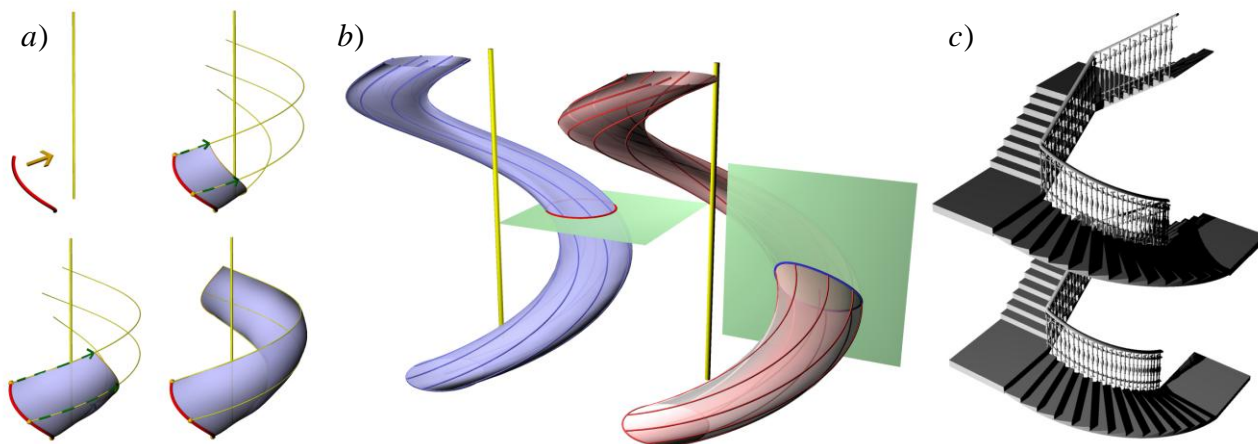
Program Rhinoceros využíváme též k tvorbě rysů, tedy k rýsování v rovině. Jak už bylo zdůrazněno, klasické ruční rýsování v žádném případě neopouštíme. Zručnost a pečlivost nutnou pro ruční rýsování si kreslením na počítači lze jen těžko osvojit. Počítačovou tvorbu rysů tedy pokládáme za podpůrnou a moderní metodu rýsování.

Dále při výuce využíváme dynamický software GeoGebra a to především k tvorbě rovinných konstrukcí případně k demonstraci platnosti geometrických zákonitostí. GeoGebra je uživatelsky velice příjemná a i úplný začátečník si její principy a ovládání rychle osvojí. Navíc je ve výuce matematiky i geometrie dnes již běžně používána na řadě základních i středních škol.

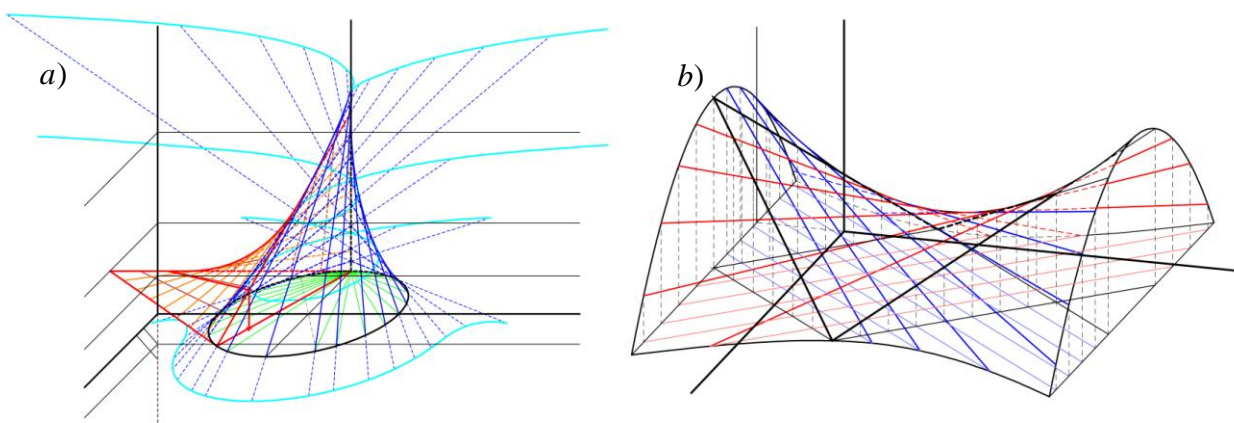
Snažíme se o výraznější propojení deskriptivní geometrie s praxí a také o rozšíření deskriptivní geometrie o poznatky z počítačové grafiky a počítačové geometrie. To se při používání modelovacích softwarů ukazuje jako přirozený krok.

Využití modelovacích a grafických softwarů ve výuce geometrie zvyšuje zájem studentů o danou problematiku a zajišťuje též jejich aktivní zapojení do výuky. To vyplývá z reakcí studentů a také ze zájmu o věnování se těmto tématům v rámci studentských závěrečných prací.

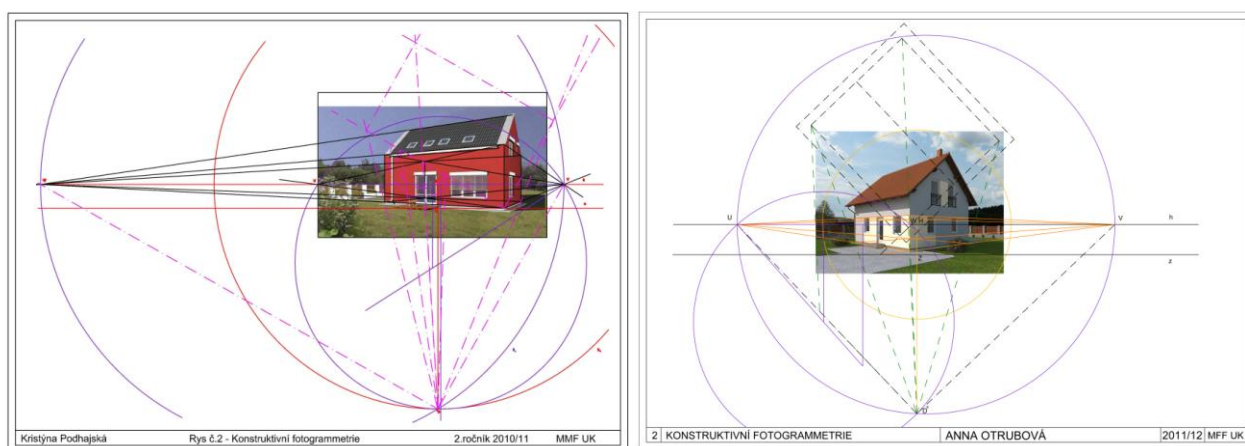
Podívejme se na ukázky výstupů z 3D modelovacího softwaru Rhinoceros, které používáme ve výuce deskriptivní geometrie na Matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze. Jedná se o 3D počítačové modely různých geometrických objektů a prostorových situací. Nutno podotknout, že při práci přímo se softwarem lze s prostorovým objektem hýbat, prostorovou situaci je možné různě natáčet, přibližovat či oddalovat. Počítačovým 3D modelováním tak lze do jisté míry nahradit fyzické modely, přičemž každý student může mít takový virtuální model k dispozici a může jej využívat při své přípravě. Ukázky takových výstupů z modelovacího softwaru Rhinoceros můžeme vidět na obrázku 1. Příklad užití softwaru Rhinoceros k rýsování v rovině ilustruje obrázek 2.



Obr. 1: Ukázky výstupů z 3D modelovacího softwaru Rhinoceros: a) ilustrace vzniku šroubových ploch, b) rovinné řezy šroubové cyklické plochy, c) užití částí šroubových ploch v praxi



Obr. 2: Ukázky použití 3D modelovacího softwaru Rhinoceros k rýsování v rovině: a) rovinné řezy Küpperova konoidu v kosoúhlém promítání, b) hyperbolický paraboloid v pravoúhlé axonometrii



Obr. 3: Rysy z konstruktivní fotogrammetrie studentek Kristýny Podhajské a Anny Otrubové z učitelství deskriptivní geometrie na MFF UK v Praze

Do práce s počítačovými programy se, jak již bylo řečeno, zapojují v rámci svých semestrálních, zápočtových, bakalářských či diplomových prací i naši studenti. Ukázky takových výstupů jsou ukázány na obrázku 3.

2.2 Tvorba nových studijních materiálů a webová podpora pro DG

V rámci projektu FRVŠ jsme v letošním roce výrazně rozšířili sbírku příkladů pro deskriptivní geometrii a započali jsme s tvorbou nových studijních materiálů, které se týkají různých geometrických témat. Rovněž již několik let shromažďujeme materiály, které vznikají v rámci přípravy výuky deskriptivní geometrie na Matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze. Všechny tyto výstupy zveřejňujeme na webových stránkách <http://www.surynkova.info/>, [3], přičemž stránky jsou neustále průběžně doplňovány a aktualizovány a jsou určeny nejen pro studenty naší fakulty, ale pro všechny zájemce o geometrii (některé odkazy jsou v anglickém jazyce). Materiály jsou tak kdykoliv k dispozici pro samostudium.

V současné chvíli jsou sbírky příkladů pro deskriptivní geometrii k dispozici v elektronické formě na webových stránkách, přičemž příklady jsou rozděleny podle témat a seřazeny chronologicky do jednotlivých cvičení.

Nové studijní materiály a příklady pro samostudium tvoří podporu témat probíraných v rámci přednášek a cvičení deskriptivní geometrie. Jedná se o popisy a návody k různým konstrukcím, počítačové modely, ukázky rysů a studentských prací apod.

Z nově vytvořených studijních materiálů jmenujme například konstrukce kuželoseček jako obrazů kružnice ve středové kolineaci a příklady konstrukcí kuželoseček z daných prvků pomocí středové kolineace. Tyto úlohy jsou poměrně těžkými geometrickými problémy, připravili jsme proto několik dynamických appletů vytvořených v GeoGebře. Tyto materiály je opět možné nalézt na webových stránkách pod odkazem <http://www.surynkova.info/topics.php>, [3].

2.3 Příprava nové učebnice o deskriptivní geometrii pro vysoké školy

Všechny zmiňované výstupy hodláme využít při tvorbě plánované tištěné učebnice deskriptivní geometrie pro vysoké školy primárně určené pro studenty učitelství deskriptivní geometrie na Matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze. Učebnice bude zaměřena především na plochy stavební praxe a při její tvorbě bude plně využito 3D počítačové modelování. Již nyní pracujeme na teoretickém obsahu publikace, kde se budeme věnovat definicím a vlastnostem v technické praxi užívaných ploch. Součástí publikace budou rovněž řešené i neřešené příklady na zobrazování ploch v různých rovnoběžných i středových promítáních.

3 Závěr a budoucí práce

V článku jsme diskutovali realizované přístupy k výuce deskriptivní geometrie na Matematicko-fyzikální fakultě UK v Praze, jimiž je možné inspirovat se i při výuce geometrie na nižších stupních vzdělávání. Motivace pro modernizaci výuky a zmírnění současného trendu mizení deskriptivní geometrie z technického vzdělání na středních i vysokých školách je opodstatněné. V praxi se nám opravdu osvědčuje, že studenti považují rýsování a modelování na počítači za vhodnou pomůcku a vnímají geometrii skutečně jako moderní disciplínu.

V budoucí práci chceme kromě tvorby učebnice i nadále rozšiřovat a zkvalitňovat elektronické studijní materiály a sbírky příkladů umístěvané na našich webových stránkách.

Literatura

- [1] FARIN, G., et al. *Handbook of Computer Aided Geometric Design*. First edition, The Netherlands: Elsevier Science, 2002.
- [2] POTTMANN, H., et al. *Architectural Geometry*. First edition, USA: Bentley Institute Press, 2007.
- [3] SURYNKOVÁ, P. *Academic website Petra Surynková* [online], <http://www.surynkova.info>, červen 2014.
- [4] SURYNKOVÁ, P. *Analýza bodových množin reprezentujících povrchy technické praxe*. Disertační práce, Matematicko-fyzikální fakulta UK v Praze, 2014.