



OSSConf 2012: 79–84

NEBOJME SA OBRÁZKOV V \LaTeX -U

RUDOLF BLAŠKO (SK)

Abstrakt. Prostredie `picture` v \LaTeX -u ponúka možnosť ako priamo do textu vkladať pomocou jednoduchých príkazov vlastné interné obrázky bez nutnosti externých zásahov. Šikovný užívateľ dokáže v tomto prostredí nakresliť až neuveriteľné obrázky. V dnešnej dobe už existujú oveľa účinnejšie prostriedky na grafické ilustrácie výsledkov (napr. `TikZ`), ale to neznižuje kvalitu a význam prostredia `picture`.

Kľúčové slová. \LaTeX , `picture`, výpočty v pevnej rádovej čiarky, vizualizácia.

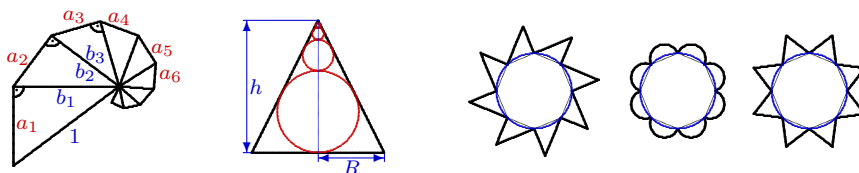
DO NOT BE AFRAID OF THE IMAGES IN \LaTeX

Abstract. The `picture` environment allows to program and include simple pictures into \LaTeX source without using external tools. Seasoned users are able to produce in this environment almost incredible graphics. Recently, there are more powerful tools for creating graphical illustrations of scientific results (e.g. `TikZ`), but the quality and simplicity of `picture` environment remains.

Keywords. \LaTeX , `picture`, Fixed Point Package, Visualisation.

Úvod

V osemdesiatych rokoch minulého storočia vytvoril *profesor Donald Knuth* typografický systém \TeX , a od samého počiatku má v sebe integrované prostredie `picture` na kreslenie obrázkov. Šikovný \LaTeX -ový maliar dokáže v tomto prostredí nakresliť pomerne zložité obrázky. Ale nič nie je zadarmo, tvorba zložitejších obrázkov nie je triviálna a predpokladá určité znalosti zo základov matematickej analýzy a z analytickej geometrie. Navyše tieto konštrukcie bývajú väčšinou dosť pracné a vyžadujú predprípravu z iných externých programov.



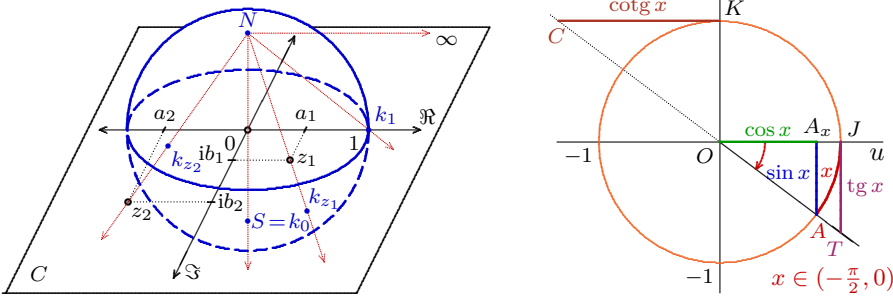
Obr. 1. Príklady nekonečných radov ilustrovaných v geometrii

Pre bežného užívateľa je vhodným prostriedkom na kreslenie balíčok `TikZ` so svojimi súčasťami [5]. `TikZ` je mladý projekt, vytvoril ho asi pred dvomi rokmi

Till Tantau z Lübecku. Názov je odvodený z nemeckého „TikZ ist kein Zeichenprogramm“ (TikZ nie je žiadny značkovací program, s *Zeichen* = (grafická) značka, znamenie, znak) a naznačuje jeho veľké možnosti. V spojení s balíčkom `fp` sa z neho stáva výkonný nástroj na kreslenie rôznorodých obrázkov.

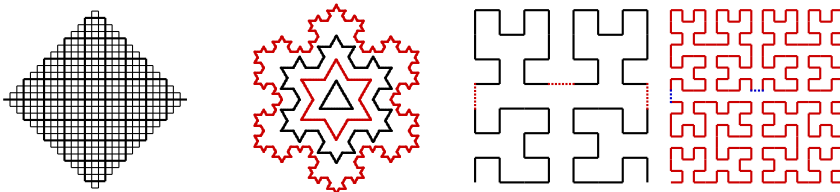
1. Prostredie `picture`

Cielom článku je poukázať na niektoré možnosti, ktoré poskytuje prostredie `picture`. V prvej časti príspevku sú obrázky vytvorené iba pomocou príkazov prostredia `picture`. V druhej časti je uvedené makro, ktoré (v spojení s balíčkom `fp`) k danej elipse vypočíta a nakreslí dotyčnicu tak, aby bola rovnobežná alebo kolmá na vopred určenú priamku.



Obr. 2. Stereografická projekcia komplexných čísel a definícia goniometrických funkcií

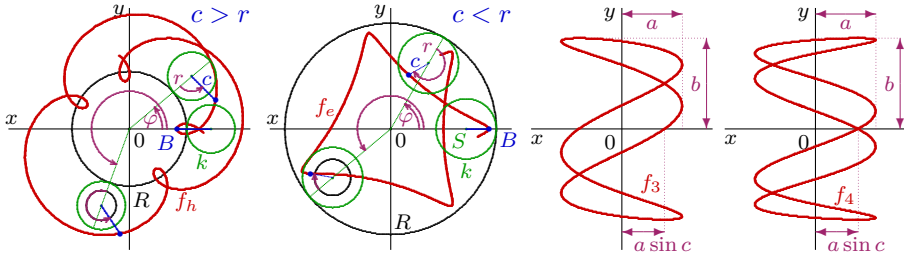
Väčšina obrázkov v tomto článku bola pôvodne vytvorená do vysokoškolskej učebnice *Matematická analýza 1*, ktorá v tlačenej podobe vyšla v roku 2009. Jej voľne dostupná, podstatne rozšírená, predchodkyňa je už vyše 10 rokov uložená na adrese <http://frcatel.fri.uniza.sk/~beerb/ma1/ma1.pdf>. Túto učebnicu som začal písať asi pred dvanástimi rokmi. V tom čase boli iba dve možnosti ako vytvoriť „pekné“ obrázky v `LATEX`-u. Buď ich nakresliť v nejakom kresliacom programe a potom vložiť ako externé súbory, ale problém bol s popisným textom.



Obr. 3. Konštrukcia Peanovej krivky, van Kochovej snehovej vločky a Hilbertovej krivky

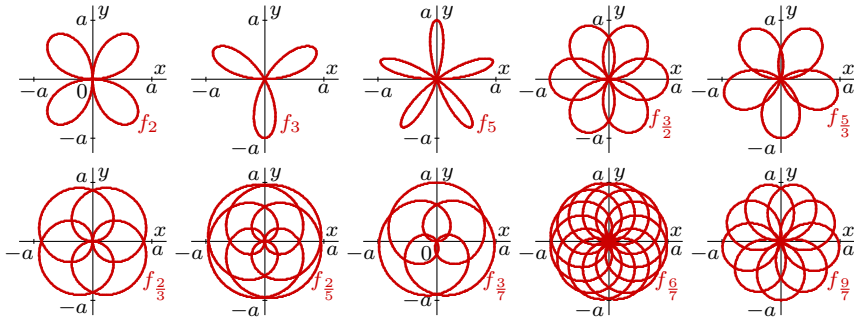
Tieto popisy ani zďaleka nedosahovali kvalitu okolitého textu a nivočiť `LATEX`-ové dielo takýmito neestetickými zjavmi sa mi nezdalo vhodné. Tento problém sa dal čiastočne vyriešiť pomocou príkazu `\psfrag` (balíček `psfrag`). Toto riešenie

vyžadovalo vo vhodnom grafickom programe (napr. `xfig`, `tgif`) vytvoriť externý grafický súbor, v ňom urobiť relatívne odkazy na popisované miesta a na ich návestia sa odkazovať pomocou príkazu `\psfrag` v zdrojovom L^AT_EX-ovom súbore pri volaní externého grafického súboru, čo tiež nie je bezpracné. A navyše nutnou podmienkou bol celkový výstup do formátu `.ps` alebo `.eps`, t. j. preklad `TeX --> dvi --> eps`. Vo formáte `.dvi` popisy neboli viditeľné a formát `.pdf` ešte neexistoval. Toto riešenie som tiež nepovažoval za vhodné a zamietol som ho.



Obr. 4. Hypocykloida, epicykloida a Lissajousova krivka

Nakoniec som všetky obrázky nakreslil v prostredí `picture`. Všetky obrázky sú farebné (balíček `color` a neskôr `xcolor`). Problém bol s kreslením priamok a rôznych kriviek (príkaz `\line` má značne obmedzené možnosti). Tieto problémy riešia balíčky `curves` (príkazy `\curve`, `\arc`, `\bigcircle`, `\curvedashes`, ...) a `epic` (`\dottedline`, ...). Zložité krivky som kreslil pomocou príkazu `\curve`.



Obr. 5. Rovinná krivka s menom ruža

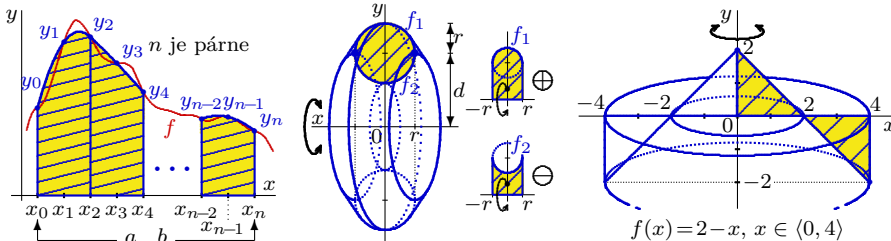
Najprv som si v nejakom programe vygeneroval x -ové aj y -ové súradnice (dostatočne blízky) bodov a následne ich vyexportoval do zdrojového L^AT_EX-ového súboru. Takto som robil prakticky všetky konštrukcie, v nejakom programe som si vypočítal súradnice bodov, polomery, resp. iné rozmery a následne som ich exportoval ako parametre kresliacich príkazov prostredia `picture`.

Obrázky uvádzam bez zdrojových kódov. Tieto spolu s použitými makrami sú uvedené na <http://frcatel.fri.uniza.sk/~beerb/latex/obr-makra.pdf> [3]. Ako dokazuje obr. 3, pri troche trpezlivosti sa v prostredí `picture` dajú nakresliť

aj fraktály. Na obr. 4 sú znázornené hypocykloida, epicykloida a Lissajousova krivka: $f_{h,e} : x = (R \mp r) \cos \varphi \pm c \cos \frac{(R \mp r)\varphi}{r}$, $y = (R \mp r) \sin \varphi - c \sin \frac{(R \mp r)\varphi}{r}$, $R > r > 0$, $c > 0$ $f_n : x = a \sin(nt+c)$, $y = b \sin t$, $a > 0$, $b > 0$, $c, t \in \mathbb{R}$, $n \in \mathbb{N}$.

Veľmi zaujímavá a variabilná je rovinná krivka ruža (rhodonea) ktorá je v polárnom systéme definovaná $f_c : \rho = a \sin c\varphi$, $a > 0$, $c > 0$, $\varphi \in \mathbb{R}$ (obr. 5).

Ako som už spomínal, obrázky sú farebné a do tlačenej podoby sa premenili na čiernebiele v preambule voľbou `\usepackage[monochrome]{xcolor}`. Problém je iba v tom, že všetky použité farby (vrátane bielej `white`) sa premenia na čiernu. Preto sa tento parameter nedá použiť pri farebne vyplňaných plochách. Vtedy je užitočná voľba `\usepackage[gray]{xcolor}`, pri ktorej sa farby prešikávajú na oddtíene šedej (analogicky ako pri robení čiernobielych fotografií z farebného negatívu). Ako dokazuje obr. 6, pri troche šikvosti a šťastia sa v prostredí `picture` dajú plochy vyplňať rôznymi farbami.



Obr. 6. Numerické integrovanie Simpsonovou metódou, objem anuloidu a objem rotačného telesa vzniknutého rotáciou trojuholníkov okolo osi y

2. Prostredie `picture` a balíček `fp`

Balíček `fp` umožňuje priame výpočty pri tvorbe dokumentu. Pri výpočtoch môžeme používať aritmetické operácie (+, -, ·, /), matematických funkcie (napr. `sin`, `cos`, `ln`, `√`) a taktiež konštanty π , e . Počítat môžeme s reálnymi číslami v rozsahu $\pm \underbrace{999 \dots 999}_{18 \text{ miest}}, \underbrace{999 \dots 999}_{18 \text{ miest}}$.

Pri výpočtoch (súradnic bodov, polomerov, uhlov ap.) budeme používať nasledujúce makrá. Makro `\rb{výraz}` upraví výraz na štyri desatinné miesta a zapíše ho do textu, druhé makro `\rbPr{\prikaz}{výraz}` pracuje podobne, ale výsledok priradí do príkazu `\prikaz` na ďalšie použitie:

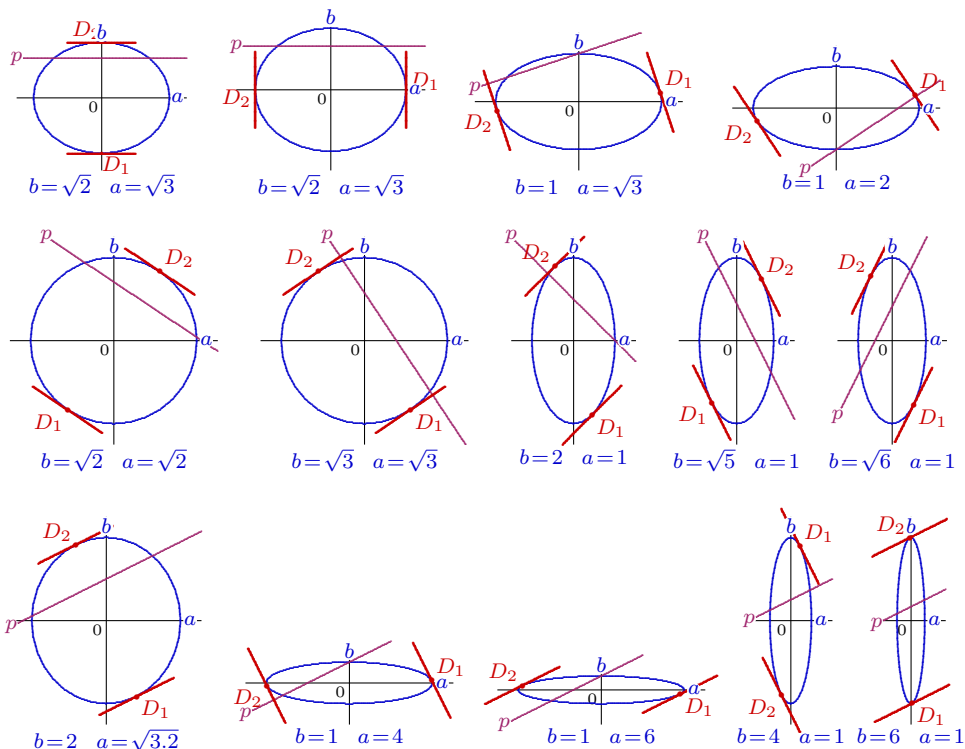
```
\newcommand\rb[2][4]{\FPeval{\rbV}{\clip(round(#2,#1))}\rbV}
\newcommand\rbPr[3][4]{\FPeval{\rbV}{\clip(round(#3,#1))}\FPset{#2}{\rbV}}
```

Pre ďalšie použitie je výhodné upraviť príkazy `\put` a `\multiput` tak, aby sme pozíciu zadávali ako parameter, ktorý sa pred umiestnením sám prepočíta:

```
\def\rbput[#1,#2]#3{\rbPr{\rbbAx}{#1}\rbPr{\rbbAy}{#2}\put(\rbbAx,\rbbAy){#3}}
\def\rbmultiput[#1,#2][#3,#4]#5#6{\rbPr{\rbbAx}{#1}\rbPr{\rbbAy}{#2}%
\rbPr{\rbbBx}{#3}\rbPr{\rbbBy}{#4}\rbPr{\rbbPx}{#5}%
\multiput(\rbbAx,\rbbAy)(\rbbBx,\rbbBy){\rbbPx}{#6}}
```

Ako príklad prepojenia prostredia `picture` a balíčka `fp` uvádzam na záver jeden z príkladov, ktorý ako učiteľ zadávam svojim študentom.

```
% E: x^2/A+y^2/B=1, p: y=sx/q+r, mierka=#1, rovnobezna/kolma=#2 [r resp. R/ine]
%   A=#3, B=#4, A>0, B>0,      s=#5, q=#6, r=#7, q<>0
%.....
\newcommand\prH[7][0.055mm]{\def\ZLE{{\cervena\bf BAD:}\
  mierka=[#1], rovnobezna/kolma=#2, $A=#3$, $B=#4$, $s=#5$,
  $q=#6$, $r=#7$\quad {\cervena\bf$\Rightarrow$ OK:}\quad
  $\frac{x^2}{A}+\frac{y^2}{B}=1$, $y=\frac{s}{q}x+r$, $A>0$, $B>0$, $q\ne 0$}%
\testujM[\rii]{-(#3)}\testujM[\riii]{-(#4)}\testujO[\rv]{#6}%
\ifthenelse{\rii=0 \or \riii=0 \or \rv=1}{\ZLE}{Nájdite dotyčnicu
k\testO{(#3)-(#4)}{u-kružnici}{~ellipse}~%
$\rbZlomokCelyHJ{1}{#3}{x^2}+\rbZlomokCelyHJ{1}{#4}{y^2}=1$
\ifthenelse{\equal{#2}{r}\or\equal{#2}{R}}{%
  rovnobežnú s~priamkou}{kolmú na~priamku}~%
$\p:y=\rbZlomokCelyHJ{#5}{#6}{x}\testO{#5}{\rb{#7}}{\rbPMO{#7}}$}}}
```



Obr. 7. Využitie makra `\prHobr`

Príklad je urobený ako makro `\prH` so siedmymi parametrami (mierka, rovnobežnosť, $A = a^2 > 0$, $B = b^2 > 0$ poloosi elipsy a $s, q \neq 0, r$ koeficienty priamky)

a zmenou jeho parametrov môžeme prakticky každému študentovi zadať iný príklad. K nemu patrí makro `\prHobr` (s rovnakými parametrami) na vykreslenie riešenia problému [3].¹ Po zadaní makra, napr. `\prH{r}{5}{1}{-2}{1}{-1}` sa vypíše:

„Nájdite dotyčnicu k elipse $\frac{x^2}{5} + y^2 = 1$ rovnobežnú s priamkou $p: y = -2x - 1$.“.

Po zadaní `\prH{k}{-5}{1}{-2}{1}{-1}` sa vypíše chybové hlásenie:

„**BAD:** mierka=[0.055mm], rovnobežna/kolma=k, $A = -5$, $B = 1$, $s = -2$, $q = 1$, $r = -1$ ⇒ **OK:** $\frac{x^2}{A} + \frac{y^2}{B} = 1$, $y = \frac{s}{q}x + r$, $A > 0$, $B > 0$, $q \neq 0$ “.

Na obrázku 7 je ilustrované praktické využitie tohto makra. V makre sa okrem iného upravujú zlomky a odmocniny, pokiaľ sú celými číslami [3]. Postupne je volané makro `\prHobr` s nasledujúcimi parametrami:

```
[0.045mm]{r}32021 [0.05mm]{k}32021 {k}31131 {k}4123{-1}
{r}22{-2}31 {k}33{-3}21 {k}14{-1}11 {r}15{-2}11 {r}16211
{r}{3.2}{2*2}121 {k}{16}1121 {r}{36}1121 {k}1{16}121 {r}1{36}121
```

Záver

Prostredie `picture` je výborný prostriedok ako kresliť obrázky priamo do textu. Jednoduché obrázky zvládne bez problémov aj \LaTeX -ový elév. Kresliť zložitejšie obrázky by som doporučoval aspoň stredne pokročilým čitateľom. Ale stále zostáva v zálohe slubne sa rozvíjajúci `TikZ`.

Literatúra

- [1] BALDA, M.: *Výpočty a diagramy v \LaTeX* , Zpravodaj Československého sdružení uživatelů \TeX , č. 2, ročník 14, CSTUG, 2004, Praha, ISSN 1213-8185.
- [2] BLAŠKO, R.: *\LaTeX a neobvyklé výpočty v pevnej rádovej čiarke*, Zborník 7. medzinárodnej konferencie Aplimat, 5.–8. februára 2008, Bratislava, ISBN 978-80-89313-04-4.
- [3] BLAŠKO, R.: *Súbor makier na kreslenie obrázkov*, <http://frcatel.fri.uniza.sk/~beerb/latex/obr-makra.pdf>.
- [4] KOZUBÍK, A.: *Naučím vás kresliť alebo predstavenie balíčka `TikZ`*, Otvorený softvér vo vzdelávaní, výskume a IT riešeníach, zborník medzinárodnej konferencie OSSConf 2012, Žilina, 2.–4. júla 2012, str. 91–96, ISBN 978-80-970457-2-2.
- [5] KOZUBÍK, A.: *Prezentačné materiály v triede `beamer`*, Otvorený softvér vo vzdelávaní, výskume a IT riešeníach, zborník medzinárodnej konferencie OSSConf 2011, Žilina, 6.–9. júla 2011, str. 249–258, ISBN 978-80-970457-1-5.

Kontaktná adresa

RNDr. Rudolf Blaško, PhD., Katedra matematických metód, Fakulta riadenia a informatiky, Žilinská univerzita, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Slovenská republika,
E-mailová adresa: beerb@frcatel.fri.uniza.sk, <http://frcatel.fri.uniza.sk/~beerb/>

¹K týmto makrám prináleží ešte jedno, ktoré zobrazí riešenie problému. Keďže nesúvisí so zameraním článku, neuvádzam ho.