

DOI: 10.5300/2011-OSSConf/209

BALÍČEK PGFPLOTS: O TVORBĚ JEDNOHO GRAFU NA ZAKÁZKU

STRÍŽ, Pavel (CZ)

Abstrakt. Článek představuje vybrané partie balíčku `pgfplots` z \TeX ového světa. Zdrojové kódy jsou pod 1 KiB. Autor ukazuje dílčí situace, které vyústí v netradiční, programovatelný graf na konci našich snah. Bude se jednat o graf (metrovou grafovou housenku), která je autorem představena v samotném závěru tohoto konferenčního příspěvku. A jako taková bude mít premiéru v podobě dárku příchozím právě na OSSConf2011 v Žilině.

Mezi netradiční řešené partie můžeme zařadit: stupňovité měřítko vodorovné osy, několik hlavních a vedlejších svislých os v jednom grafu, mřížka umístěná do pozadí, umístění objektů absolutně či relativně vůči souřadnicovému systému, úprava dat za běhu \TeX u, změna vzhledu značek, nastavení stylu a sazba matematiky za účasti \TeX u, zvětšení grafu se zachováním os, příprava podkladů pro balíček `animate`, jako vhodné dělení grafu (s i bez překryvu) pro vložení dílčích částí pod sebe atp.

Klíčová slova. \TeX , \LaTeX , balíčky: `TikZ`, `pgfplots`, `pgfplotstable` a `animate`.

THE PGFPLOTS PACKAGE: ABOUT PREPARATION OF ONE HIGHLY CUSTOMIZED GRAPH

Abstract. The article presents several features from the `pgfplots` package from the \TeX world. The author introduces these selected parts using a minimal example (snippet, chunk). All presented codes have file size below 1 KiB. The source code is always briefly commented and followed by its preview. All our efforts shall help to create a special, highly programmable graph at the end. The one-meter caterpillar graph is introduced at the very end of this paper. Such as, the graph will have its first performance at the OSSConf2011 conference in Žilina, Slovakia.

Among the nontrivial tasks we may find: cascade ticks, independent tick labeling, grid to be in the background layer, absolute and relative coordinate system object placement, input data modification on-the-fly, markers adjustment, direct interaction with \TeX typography system, graph zooming with added axes, slicing graph for use with the `animate` package as well as cutting graph into several pieces included below each other etc.

Key words and phrases. \TeX , \LaTeX , `TikZ`, `pgfplots`, `pgfplotstable`, and `animate`.

Poděkování: Tento příspěvek vznikl za částečné podpory
ESF projektu č. CZ.1.07/2.2.00/07.0361.

1 O grafu samotném

Oslovila mě jedna studentka medicíny z cizí Alma Mater, že řeší SVOČ (Studentská vědecká a odborná činnost), a že se ji nedaří nastavit v grafu si vše dle jejích přání. Z obdržených vzorků lékařský dat jsem postupně skládal mozaiku až vzniklo dílo víceméně dle jejích představ. Dílo, které na soutěži nakonec nepoužila, ale sloužilo ji inspirací.

Graf, pracovně nazývaný „grafová housenka“, nám běží v článku na str. 218. Na první pohled vypadá komplikovaně a sofistikovaně, ale jak by měl tento článek čtenáři dokázat, je to vsutku jen mozaika, skládačka složená z dílčích vyřešených situací.

2 O pgfplots z $\text{T}_\text{E}\text{X}$ ového světa

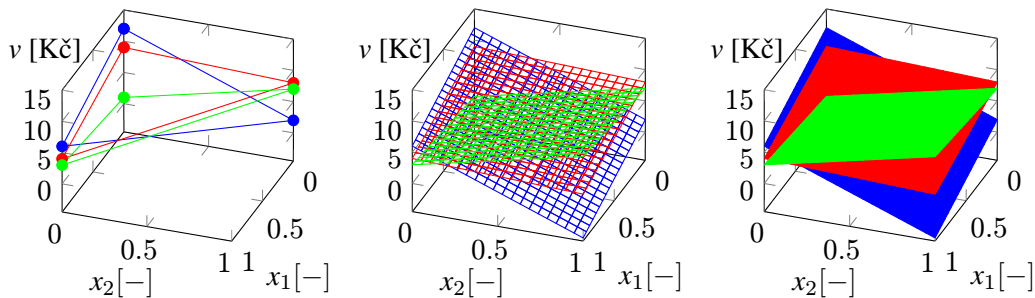
Na své první setkání s PGFPLOTS (dokumentace verze 1.4.1) si vzpomínám dobře. Tehdy jsem měl za sebou již několik experimentů v TikZ (autor Till Tantau; ukázky; s dilematem, jestli METAPOST stále ještě používat či ne, zvláště, když jsem se s vývojářem Tacem Hoekwaterem setkal osobně), a když mě bratr, nakladatelství Martin Stříž, požádal o jednoduchý sloupcový 2D graf, tušil jsem problém. V METAPOSTu je to dřina, TikZ se do toho také moc nehrnul, tak jsem hledal. Brzy jsem hledání završil úspěchem, s vědomím, že takto používaná oblast bude určitě řešena. Byl to objev hoden PGFPLOTS! Podporou mu je balíček PGFPLOTSTABLE.

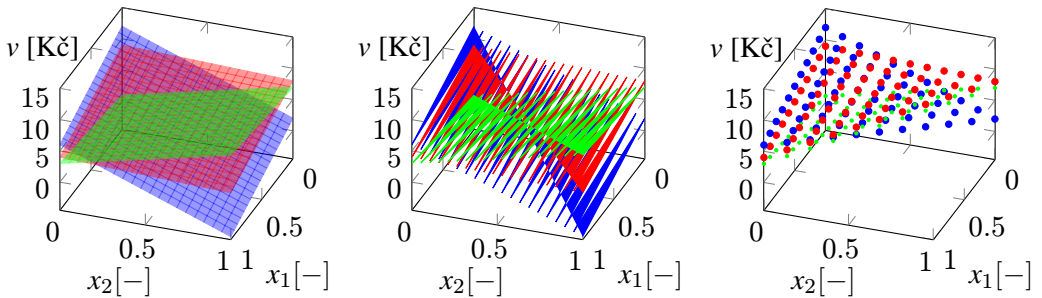
Neuplynulo ani pár týdnů a v teorii her jsem potřeboval nakreslit 3D grafy, grafické řešení her rozměru $3 \times n$ a $m \times 3$. Nu, a byl jsem doma! Grafy vznikaly jedna radost. A když jsem dokázal vykreslit graf výpočtem jednotlivých bodů (na úrovni $\text{T}_\text{E}\text{X}$ ového programování; na další straně, v pořadí šestý 3D graf), zahrnout si i podmínky, tak si mě PGFPLOTS získal.

Nemluvě o tom, že mně autor PGFPLOTS, Christian Feuersänger z Německa, přes noc udělal nadstavbu (nyní součástí experimentální verze; unstable version, str. 265 a 266) na vrstvy v PDF pro balíček OCG. Balíček PGFPLOTS je založen na TikZu, kdo o TikZ ještě neslyšel, jistě uslyší, neb $\text{T}_\text{E}\text{X}$ ový svět (část grafika) se pohnul tímto směrem.

0 Ukázky 3D grafů a zároveň geometrických klamů

Šest ukázek různých grafů ze stejných vstupních dat (zadány jsou tři roviny). Žádný z těchto grafů nelze v reálném světě fyzicky sestrojít. Věřte, autor to se studenty zkoušel! Nebo správně, skepticky autorovi nevěřte! . . . ☺ Na konferenci autor prozradí víc. . .





```

\begingroup \parindent=0pt
\pgfplotsset{width=0.33\textwidth, height=0.33\textwidth, compat=1.3}
\def\podminky{samples=20,domain=0:1,y domain=0:1,xlabel=$x_1[-]$,ylabel=$x_2[-]$,
zlabel=$v$ [Kč], view={110}{35}, zmin=-4.5, zmax=15, ztick={0,5,10,15},
every axis x label/.style={at={(rel axis cs:1,1.4,-0.2)}},
every axis y label/.style={at={(rel axis cs:1.4,0.5,-0.2)}},
every axis z label/.style={at={(rel axis cs:1,-0.1,1.3)}}, }
% První graf... Popisek v je jako výhra či p jako payoff,
\begin{tikzpicture} % další osy jsou pravděpodobnosti voleb hráčů.
\begin{axis}[\podminky]
\addplot3[blue, mark=*] coordinates {(0,0,12) (0,1,2) (1,0,6) (0,0,12)};
\addplot3[red, mark=*] coordinates { (0,0,9) (0,1,8) (1,0,4) (0,0,9)};
\addplot3[green,mark=*] coordinates { (0,0,1) (0,1,7) (1,0,3) (0,0,1)};
\end{axis}
\end{tikzpicture}
% Definování základu pro druhý až pátý graf.
\def\graf#1#2{%
\begin{tikzpicture}
\begin{axis}[\podminky, #1]
\addplot3[fill=blue, draw=blue, #2]{-6*x-10*y+12};
\addplot3[fill=red, draw=red, #2]{-5*x-1*y+9};
\addplot3[fill=green, draw=green, #2]{2*x+6*y+1};
\end{axis}
\end{tikzpicture}
}% Konec příkazu \graf.
% Vygenerování druhého až pátého grafu.
\graf{mesh}{}% 2. graf
\graf{shader=flat, surf}{}\par% 3. graf
\graf{shader=flat, surf}{opacity=0.4}% 4. graf
\graf{}{}% 5. graf
% Šestý graf...
\begin{tikzpicture}
\begin{axis}[\podminky, enlargelimits=0.001]
\foreach \myx in {0,0.1,...,1.05} {
\foreach \myy in {0,0.1,...,1.05} {
\pgfmathparse{\myx+\myy<1.1} % Sestavení podmínky.
\ifnum\pgfmathresult=1 % Test pravdivosti podmínky.
\pgfmathparse{-6*\myx-10*\myy+12} \let\mya=\pgfmathresult
\pgfmathparse{-5*\myx-1*\myy+9} \let\myb=\pgfmathresult
\pgfmathparse{2*\myx+6*\myy+1} \let\myc=\pgfmathresult

```

```

\typeout{x=\myx, y=\myy, a=\mya, b=\myb, c=\myc} % Výpis do log souboru.
\addplot3[blue, mark=*,mark options={scale=0.6}]coordinates{(\myx,\myy,\mya)};
\addplot3[red, mark=*,mark options={scale=0.6}]coordinates{(\myx,\myy,\myb)};
\addplot3[green,mark=*,mark options={scale=0.3}]coordinates{(\myx,\myy,\myc)};
\fi% Konec \ifnum podmínky.
}% Konec \myy.
}% Konec \myx.
\end{axis}
\end{tikzpicture}
\endgroup%
% Velikost nad 1 KiB: 2370 bajtů, tohle je však 6 snippetů. :-)

```

3 Skládačky mozaiky aneb dílky hrají svůj part

Postupně nahlédneme na jednotlivé partie grafu a uděláme si jejich minimální ukázky (anglicky a snippet nebo a chunk, slovensky zlomok kódu). V kódech nebudu dále uvádět řádky nutné zavést do preambule dokumentu:

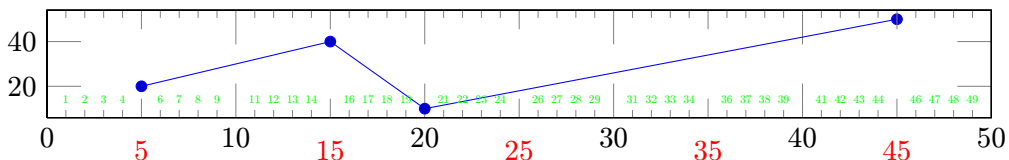
```

\usepackage{pgfplots,pgfplotstable,animate}
\pgfplotsset{width=1\textwidth,height=3cm}
% Velikost: 112 bajtů.

```

1 Stupňovité měřítko vodorovných os

Vyrobil jsem je tak, že jsem přes sebe překresloval axis o identickém xmin a xmax, dále se nulovaly popisky na svislé ose: `only marks, no markers`. Ačkoliv můžeme použít `major` a `minor tick` u každé axis, v ukázce vidíme třikrát typ hlavního měřítka (major).



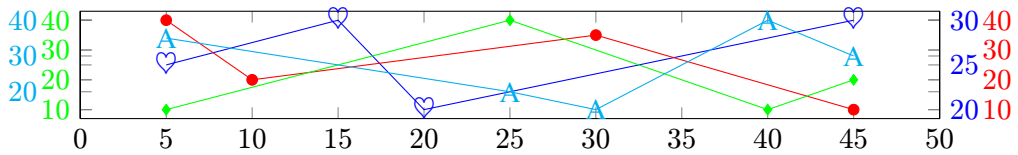
```

\def\nemenne{xmin=0, xmax=50}
\def\nemenneb{only marks, no markers}
\def\data{\addplot coordinates {(5,20) (15,40) (20,10) (45,50)};}
\begin{tikzpicture}
\begin{axis}[\nemenne, xtick={0,10,...,50}, major tick length=4.5mm] \data
\end{axis}
\begin{axis}[\nemenne, xtick={5,15,...,45}, \nemenneb, ytick=\empty,
tick label style={red, yshift=-1ex}, major tick length=2.5mm] \data
\end{axis}
% Jistá nezvyklá možnost, jak přeskočit čísla dělitelná pěti.
\foreach \osy/\osyb in {1/6,2/7,3/8,4/9} {
\begin{axis} [\nemenne, xtick={\osy,\osyb,...,50}, \nemenneb, ytick=\empty,
tick label style={green, scale=0.4, yshift=5ex}, major tick length=1mm] \data
\end{axis}
} % Konec \foreach cyklu.
\end{tikzpicture}% Velikost: 754 bajtů.

```

2 Násobné hlavní a vedlejší svislé osy

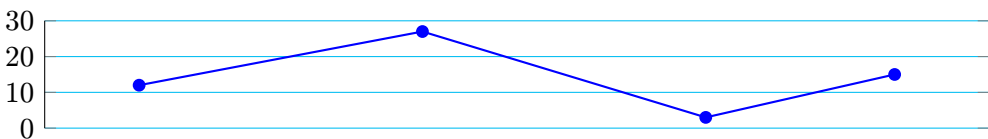
V grafu můžeme orientovat (left, right) popisky svislé osy (hlavní a vedlejší osa).



```
\def\nemenne{xmin=0, xmax=50}
\begin{tikzpicture}[ every axis/.append style={width=0.92\textwidth}]
\begin{axis}[\nemenne, yticklabel pos=right, yticklabel style={blue}]
\addplot [blue, mark=text, text mark=$\heartsuit$]
coordinates {(5,25) (15,30) (20,20) (45,30)};
\end{axis}
\begin{axis}[\nemenne, yticklabel pos=right, yticklabel style={xshift=2.5ex,
red}, axis x line=none]
\addplot [red, mark=*] coordinates {(5,40) (10,20) (30,35) (45,10)};
\end{axis}
\begin{axis}[\nemenne, yticklabel pos=left, axis x line=none, yticklabel style={green}]
\addplot [green, mark=diamond*] coordinates {(5,10) (25,40) (40,10) (45,20)};
\end{axis}
\begin{axis}[\nemenne, yticklabel pos=left, axis x line=none,
yticklabel style={xshift=-2.5ex, cyan}]
\addplot [cyan, mark=text, text mark=A] coordinates {(5,35) (25,20) (30,15) (40,40) (45,30)};
\end{axis}
\end{tikzpicture}% Velikost: 896 bajtů.
```

3 Nastavitelná mřížka

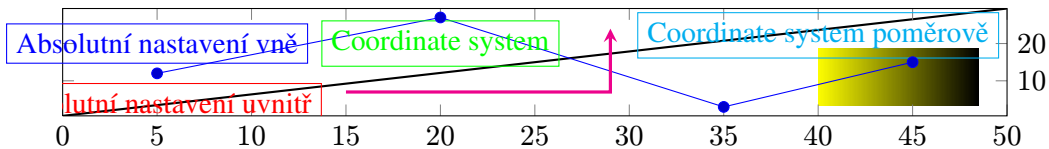
Z mřížek (bez zobrazení vstupních dat, nejčastěji znovunačtených z textového souboru) jsem si připravil speciální osy. Tudíž mohly být mřížky v pozadí jako nejspodnější vrstva. Na ukázce modrá vystupuje nad azurovou mřížkou a jsou při sazbě nezávisle nastavitelné.



```
\def\nemenne{xmin=0, xmax=50, axis x line=none, ymin=0, ymax=30}
\begin{tikzpicture}
\begin{axis}[\nemenne, grid=major, grid style=cyan!75, only marks, no markers]
\addplot coordinates {(5,12) (20,27) (35,3) (45,15)};
\end{axis}
\begin{axis}[\nemenne, axis y line=none]
\addplot [blue, thick, mark=*] coordinates {(5,12) (20,27) (35,3) (45,15)};
\end{axis}
\end{tikzpicture}% Velikost: 405 bajtů.
```

4 Objekty vkládané do grafu

V grafové housence na str. 218 si můžeme všimnout šipek, žlutých kruhů s číslem s i bez šipečky i obdélníkových přechodů. Po bližším prozkoumání zjistíme, že jsou ve spodní, středních i nejvrchnější vrstvě. U některých šipek lze nalézt mřížky nad i pod.



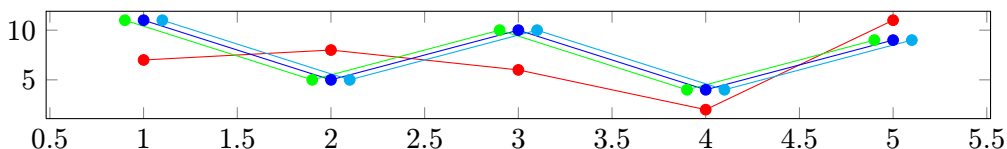
```
\begin{tikzpicture}
\begin{axis}[axis x line=none, axis y line=none, only marks, no markers]
\addplot coordinates {(0,0)}; % Stejný graf, linka bude v pozadí pod vším ostatním.
\draw[black,thick] (rel axis cs:0,0)--(rel axis cs:1,1); % Linka přes celý graf.
\shade[left color=yellow, right color=black] (rel axis cs:0.8,0.1)
rectangle (rel axis cs:0.97,0.63); % Přechod poměrově v prázdném grafu.
\end{axis}
\begin{axis}[xmin=0, xmax=50, yticklabel pos=right, every axis/.append style={
after end axis/.code={\node[blue,draw] at (50,170) {Absolutní nastavení vně};}]
\addplot coordinates {(5,12) (20,27) (35,3) (45,15)};
\node[red, draw] at (50,10) {Absolutní nastavení uvnitř};
\node[green,draw] at (axis cs:20,20) {Coordinate system};
\node[cyan, draw] at (rel axis cs:0.8,0.75) {Coordinate system poměrově};
\draw[magenta,->,>=stealth,very thick] (axis cs:15,7)-|(axis cs:29,24);
\end{axis}
\end{tikzpicture}% Velikost: 976 bajtů.
```

5 Výpočty ze vstupních dat

Uvažme soubor data.txt (středníky jsou přechody na nový řádek, v článku záměrně takto použito z důvodu úspory místa; velikost souboru je 59 bajtů):

Time Mu1 Mu2; 1 7 11; 2 8 5; 3 6 10; 4 2 4; 5 11 9;

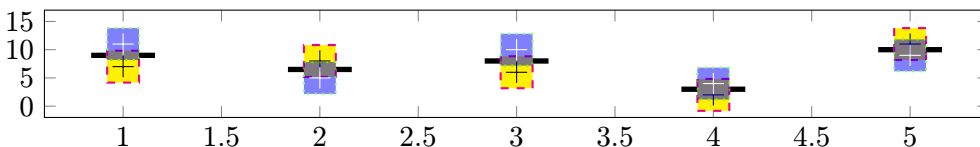
Překreslení mezi červenými a modrými daty nepostřehneme, ale pokud by data byla identická, jeden graf začne překreslovat druhý. Proto jemně posuneme zelenou (doleva) i azurovou křivku (doprava). Ačkoliv máme identická data, všechny naměřené údaje vidíme.



```
\pgfplotstableread{figures/data.txt}\loadedtable
\begin{tikzpicture} \begin{axis}
\addplot[color=red, mark=*] table [x=Time, y=Mu1] {\loadedtable};
\addplot[color=blue, mark=*] table [x=Time, y=Mu2] {\loadedtable};
\addplot[color=green,mark=*] table [x expr=\thisrow{Time}-0.1,y=Mu2]{\loadedtable};
\addplot[color=cyan, mark=*] table [x expr=\thisrow{Time}+0.1,y=Mu2]{\loadedtable};
\end{axis} \end{tikzpicture}% Velikost: 441 bajtů.
```

6 Data vykreslená jako uzly

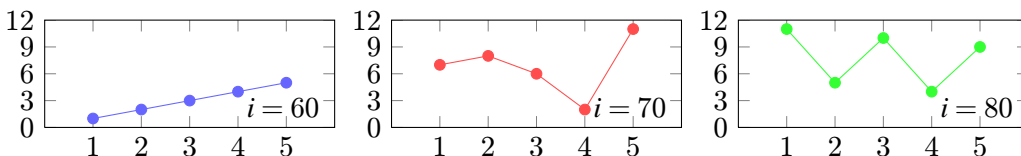
Nepřekvapí nás, že si lze z TikZ volat téměř cokoliv, například překreslení značek se děje přes parametr `mark options`, což je de facto volání `\node` v TikZ.



```
\pgfplotstableread{figures/data.txt}\loadedtable % Průměr jde do pozadí,
\begin{tikzpicture} \begin{axis} [ymin=-2, ymax=17] % poté následují značky...
\addplot[black, only marks, mark=-, mark options={scale=6, line width=2pt}]
table [x=Time, y expr=0.5*(\thisrow{Mu1}+\thisrow{Mu2})] {\loadedtable};
\addplot[magenta, only marks, mark=square*, mark options={scale=3, fill=yellow,
thick, dashed}] table [x=Time, y=Mu1] {\loadedtable};
\addplot[black, only marks, mark=+, mark options={scale=2, thin}]
table [x=Time, y=Mu1] {\loadedtable};
\addplot[green, only marks, mark=square*, mark options={scale=3, fill=blue,
opacity=0.5, thick, dotted}] table [x=Time, y=Mu2] {\loadedtable};
\addplot[white, only marks, mark=+, mark options={scale=2, thin}]
table [x=Time, y=Mu2] {\loadedtable};
\end{axis} \end{tikzpicture}% Velikost: 876 bajtů.
```

7 Přímá interakce s TeXem

Jak bylo doposud vidět, nepracujeme v ničem jiném (vyjma záměrného načtení dat) než v TeXovém souboru. To oceníme především u přípravy stylů, užití barev, volby písma, vkládání poznámek (znak procenta), zařazení matematiky a prvků automatizace.



```
\pgfplotstableread{figures/data.txt}\loadedtable
\def\nemenne{xmin=0,xmax=6,xtick=data,ytick={0,3,...,12},ymin=0,ymax=12}
\def\graf #1; #2, #3 {%
\begin{tikzpicture} [every axis/.append style={width=0.385\textwidth},
mujstyl/.style={#1!#2, mark=*}]
\begin{axis}[\nemenne]
\addplot[mujstyl] table [x=Time, y=#3] {\loadedtable};
\node [anchor=south east] at (axis cs:5.9,0) {$i=#2$};
\end{axis} % i je jako intenzita užitá barvy
\end{tikzpicture}
}% Konec definice příkazu \graf.
\graf blue; 60, Time
\graf red; 70, Mu1
\graf green; 80, Mu2
% Velikost: 587 bajtů.
```

4 Bonusy

Zmíníme dva plus jeden bonusy, které se na papír už nedaly zahrnout.

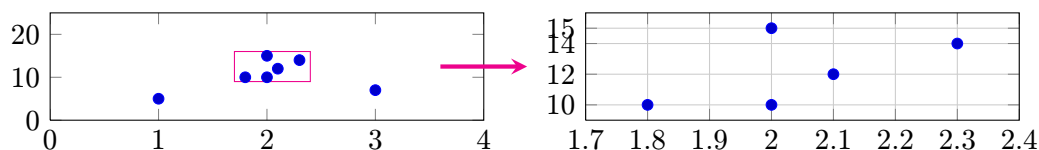
8 Zvětšování grafu

Balíček PGFPLOTS přinesl několik osvěžujících myšlenek (řada z nich ještě není ve verzi v $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ distribucích, ale je testována pod experimentální verzí).

Zvětšit si výřez zkušenější $\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ ista už zvládne parametry `viewport` a `clip` pod příkazem `\includegraphics` z balíčku `graphicx`, viz též poslední ukázka tohoto článku, str. 218 a 219. Ovšem okamžitě přijdeme o informaci o osách a užitém měřítku. To je u grafů poměrně zásadní záležitost.

V dokumentaci PGFPLOTS na str. 230 a 231 najdeme toto zvětšování grafu, viz prostředí `groupplot`. Ukažme si jednodušší variantu této úvahy.

Ukázka se tváří nebezpečně, ale způsob je jednoduchý. Nakreslit graf znovu se stejnými daty, jen nastavit nové `xmin`, `xmax`, `ymin` a `ymax`. U 3D grafů navíc `zmin` a `zmax`.



```
\def\mabarva{magenta}%
\def\mujxmin{1.7}%
\def\mujxmax{2.4}%
\def\mujymin{9}%
\def\mujymax{16}%
\def\data{\addplot coordinates {(1,5)(2,15)(1.8,10)(2.1,12)(2.3,14)(2,10)(3,7)};}%
\begin{group}
\pgfplotsset{width=0.52\textwidth}%
\begin{tikzpicture}
\begin{axis} [only marks, xmin=0, xmax=4, ymin=0, ymax=25, xtick={0,1,...,4},
every axis/.append style={after end axis/.code={
\draw[magenta,ultra thick,->,>stealth] (rel axis cs:0.9,0.5)
--(rel axis cs:1.1,0.5); }} ]
\draw[mabarva] (axis cs:\mujxmin,\mujymin) rectangle (axis cs:\mujxmax,\mujymax);
\data
\end{axis}
\end{tikzpicture}
% Nový graf, na levém grafu nezávislý...
\begin{tikzpicture}
\begin{axis} [only marks, xmin={\mujxmin}, xmax={\mujxmax}, ymin={\mujymin},
ymax={\mujymax},xtick={1.7,1.8,...,2.5}, ytick=data,
grid=major, grid style=black!20]
\data
\end{axis}
\end{tikzpicture}
\end{group}
% Velikost: 925 bajtů.
```


9 Běžící grafová housenka

Rozporcováním dlouhého PDF či rastrového obrázku, např. PNG či JPG, lze získat běžící banner. Vytvoříme si ve speciálním souboru graf.tex dlouhý graf:

```
\documentclass{article}
\pagestyle{empty}
\usepackage{pgfplots}
\paperwidth=42in
\pdfpagewidth=\paperwidth
\textwidth=0.9\paperwidth
\pgfplotsset{width=1\textwidth,height=3cm}
\begin{document}
\begin{tikzpicture}
\begin{axis} [xmin=0, xmax=360, xtick={0,5,...,360}]
\addplot coordinates {(0,10) (180,30) (360,20)};
\end{axis}
\end{tikzpicture}
\end{document}% Velikost: 394 bajtů.
```

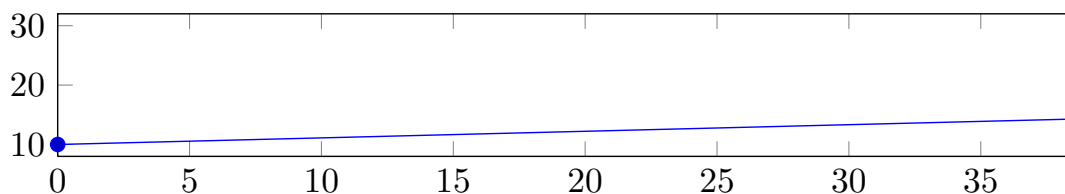
Ten si ořežeme s např. 1 bp (cca třetina milimetru) ochrannou zónou (velikost 70 bajtů):

```
pdflatex graf.tex
pdfcrop --hires --margins 1 graf.pdf graf-final.pdf
```

Například v programu PS_View zjistíme rozměry pravého horního rohu v bp jednotkách (dolní levý roh je obvykle nula-nula). Pokud použijeme pdfinfo graf-final.pdf zjistíme pt jednotky, tedy náš výsledek bude drobně jiný. Převést délkové jednotky lze operativně, např. užitím serveru www.jednotky.cz, z menu v levé části zvolíme Délka.

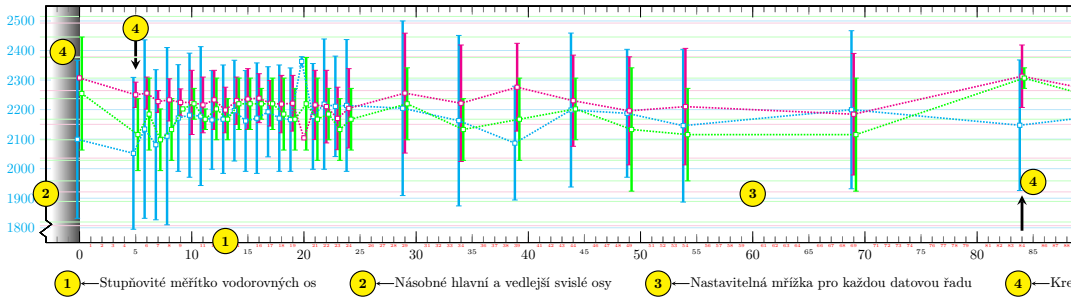
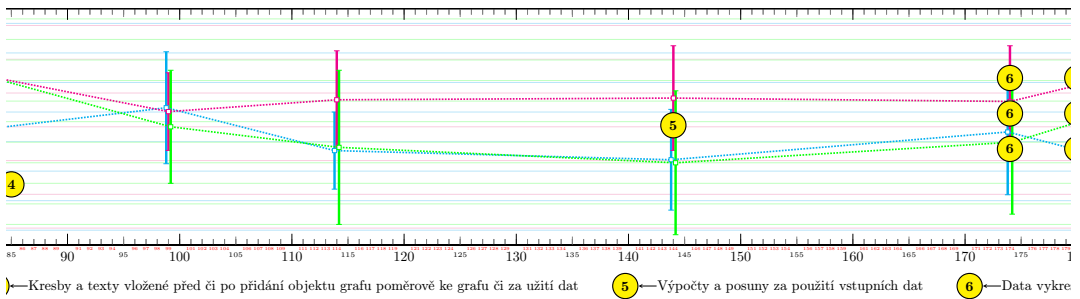
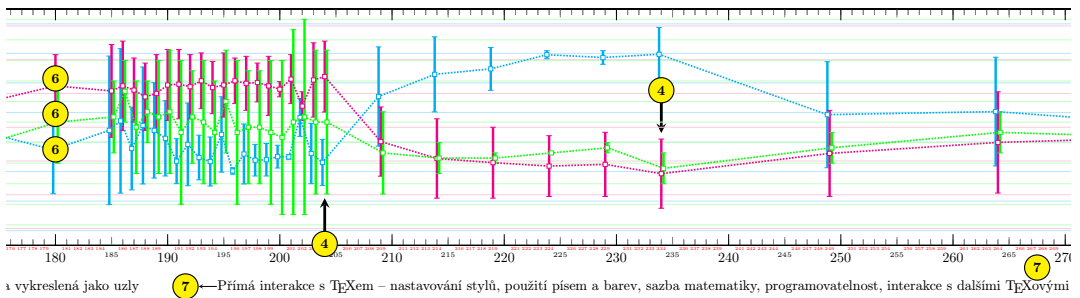
Po chvíli zkoumání balíčku ANIMATE (byla o něm řeč na ročníku OSSConf2010) si nastavíme počty snímků, levý dolní a pravý horní roh zobrazované oblasti, případný přesah a rychlost zobrazování snímků (počet snímků za vteřinu, očekává se kladná hodnota).

Nu a pak si animaci můžeme vložit do dokumentu, připravované prezentace, např. ve třídě BEAMER (o tom více příspěvek Aleše Kozubíka na letošním ročníku OSSConf), atp. Adobe Reader umí v PDF vložený banner zobrazit.

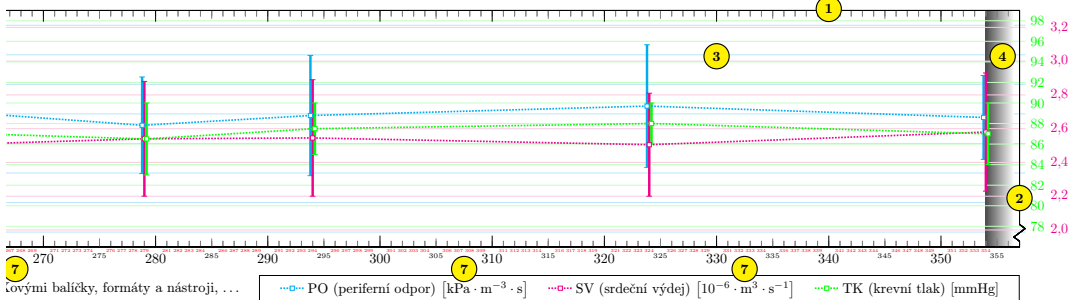


```
\noindent % Běž, grafe, běž!
\begin{animateinline}[autoplay,loop]{1} % Jeden snímek za vteřinu.
\multiframe{13}{ioldmuj=0+240, imuj=300+240}{%
\includegraphics[viewport={\ioldmuj} 0 {\imuj} 52.5, clip,
width=1\textwidth]{graf-final.pdf}%
}% Velikost souboru: 309 bajtů.
\end{animateinline}
```

Třítapadesátčtyřminutové odměřené cykly... (maximum, průh

a, průměr, minimum)... měřený čas [min]... ukázka práce s TeX ovými balíčky TiKZ (v2.1), pgfplots (v1.4.1) a pgfplotstable (v1.4.1) z distribuce TeX Live (v2010), techb), technická dokumentace balíčků se volá z příkazové řádky: texdoc mezera název_balíčku enter... reálná data byla použita z lékařského experimentu šesti dobrovolných pac

řech pacientů s laskavým svolením Adély Krajčové a jejího vedoucího...



X Stříhání grafu místo Závěru

Pokud v \TeX u použijeme cyklus, můžeme docílit podobného efektu, jako v předchozím dílu skládačky. Na závěr článku se pokusme i o to!

Máme připravený a ořezaný soubor `housenka-orez.pdf`, přípravou i vzhledem podobný souboru `graf-final.pdf` ze strany 217. Vložíme si následující kód, který nám obrázek připraví na n částí. Výsledek pro $n = 4$ s přesahem 30 bp (přibližně jeden centimetr původního rozměru před zmenšením) můžeme shlédnout na předchozí straně, str. 218.

```
\begin{figure}[p]
\label{housenka}%Na křížové odkazy
\newcount\casti \casti=4% Počet dílků
\newcount\citac \citac=0% Čítač dílků
\newdimen\delka \delka=2930bp% Délka obrázku
\newdimen\delkaold \delkaold=0bp% x-rozměr levý
\newdimen\delkanew \delkanew=30bp% x-rozměr pravý
\advance\delka by -\delkanew% Zrušení závěrečného přesahu
\divide\delka by \casti% Délka zobrazované části
\loop% y-rozměry jsou fixní
\advance\citac by 1%
\advance\delkanew by \delka%
%Kontrolní výpis:
%\noindent\the\citac. díl: \the\delkaold\ \the\delkanew\par
%1. díl: 0.0pt 757.83124pt
%2. díl: 727.71875pt 1485.54999pt
%3. díl: 1455.4375pt 2213.26874pt
%4. díl: 2183.15625pt 2940.98749pt
\noindent%Části jsou s přesahem hodnoty \delkanew
\includegraphics[viewport={\the\delkaold} 0 {\the\delkanew} 228,
clip, width=1\textwidth]{housenka-orez.pdf}\par\vspace{8mm}%
\advance\delkaold by \delka%
\ifnum\citac<\casti\repeat%
\end{figure}% Velikost: 999 bajtů.
```

5 Post Mortem

Každá část zdrojového kódu byla pod jeden KiB, včetně části X. Výborně, zadařilo se nám! Pro vášnivého čtenáře tip, aby si zkusil obdobnou housenku složit sám jako domácí úkol. Toho se nebojme, jde o to mít ze sazby radost a zaexperimentovat si přitom ve fázi učení se!

Kontaktní adresa

Pavel STRÍŽ (Ing., Ph.D.),

Tomas Bata University in Zlín, nám. T. G. Masaryka 5555,
760 01 Zlín, Czech Republic, `striz@fame.utb.cz`