

Grafovi u L^AT_EXu

Kristina Jurjak i Andrea Švob, Rijeka

U prethodnom broju Miš-a naučili smo da se u L^AT_EXu slika u dokumentu može umetnuti naredbom `\includegraphics[]{ }`. No, u L^AT_EXu slike poput koordinatnih sustava, mreža, trokuta, kružnica, elipsa, paralelograma, geometrijskih tijela te raznih matematičkih struktura poput grafova, možemo nacrtati koristeći i jedan od ovih paketa: **Picture**, **Epic**, **Metapost** i **PsTricks**. U ovom članku usredotočit ćemo se na izradu različitih matematičkih struktura uz pomoć paketa **TikZ** odnosno paketa **tkz-berge** u kojem su neke strukture implementirane. Nas će najviše zanimati grafovi.

Osnovno o TikZu

TikZ je dio **PGF** paketa. Paket PGF (engl. *portable graphics format*) sadrži niz osnovnih T_EX naredbi za izradu grafike. Paket TikZ ima svoju posebnu sintaksu i čini korištenje paketa PGF jednostavnijim. Za razliku od ranije navedenih paketa za izradu grafike, paket TikZ je više usredotočen na ono što se crta, a ne kako se crta. Sintaksom je sličan PsTricksu, ali ga možemo prevesti kao PostScript i kao PDF dokument, dok PsTricks nema tu mogućnost. Kako bismo mogli koristiti naredbe paketa Tikz, u T_EX moramo uključiti definiciju paketa s pomoću naredbe `\usepackage{tikz}`. Okruženje unutar kojeg upisujemo naredbe za crtanje grafike uz pomoć paketa TikZ je `tikzpicture`. Osnovni kod za korištenje TikZa izgleda:

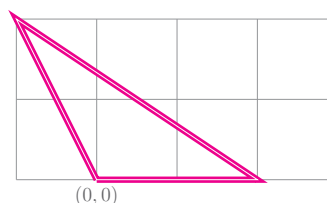
```
\begin{tikzpicture}
  tikz naredba [parametri] (koordinata);
\end{tikzpicture}
```

Geometrija i paket TikZ

Na sljedećim primjerima pokazat ćemo kako se paket TikZ može koristiti za prikazivanje trokuta, paralelograma, kružnice i valjka.

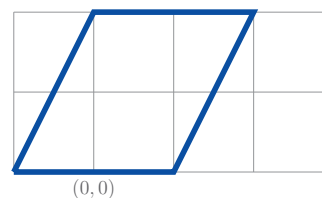
Primjer 1. Trokut

```
\begin{tikzpicture}[scale=1.7]
  \draw[help lines] (-1,0) grid (3,2);
  \draw[magenta,ultra thick,double]
    (0,0)--(-1,2)--(2,0)--(0,0);
  \node [below,darkgray] at (0,0) {$(0,0)$};
\end{tikzpicture}
```



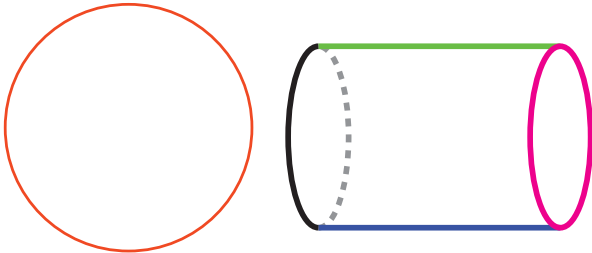
Primjer 2. Paralelogram

```
\begin{tikzpicture}[scale=1.7]
  \draw[help lines] (-1,0) grid (3,2);
  \draw[blue, line width=3.4pt, solid] (-1,0)
    --(0,2)--(2,2)--(1,0)--(-1,0);
  \node [below,darkgray] at (0,0) {$(0,0)$};
\end{tikzpicture}
```



Primjer 3. *Kružnica*

```
\begin{tikzpicture}
\path [draw=red,line width=1.6pt,
fill=None] circle (2.5);
\end{tikzpicture}
```



Primjer 4. *Valjak*

```
\begin{tikzpicture}
\draw[dashed,line width=3pt,color=gray] (0,0)
arc (-90:90:0.5 and 1.5);
\draw[line width=3pt, blue] (0,0)--(4,0);
\draw[line width=3pt, green] (0,3)--(4,3);
\draw[line width=3pt, black] (0,0)
arc (270:90:0.5 and 1.5);
\draw[line width=3pt, magenta] (4,1.5)
ellipse (0.5 and 1.5);
\end{tikzpicture}
```

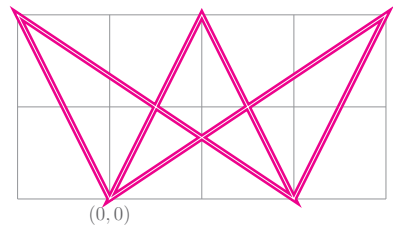
Grafovi prikazani u paketima TikZ i tkz-berge

Graf je uređeni par $G = (V, E)$, gdje je V neprazan skup vrhova, a E skup bridova disjunktnih sa V , a svaki brid e iz E spaja dva vrha, u, v iz V koji se zovu krajevi od e . Kažemo da su vrhovi u i v tada incidentni s bridom e i međusobno susjedni. Broj susjeda svakog vrha zovemo stupanj vrha. Kažemo da je graf regularan ako su mu svi vrhovi jednakog stupnja tj. ako svaki vrh ima jednak broj susjeda. U nastavku ćemo prikazati grafove koje smo nacrtali u paketima TikZ i tkz-berge, te ćemo o svakom reći nekoliko osnovnih pojmova. Da bismo se mogli koristiti naredbama paketa tkz-berge, u T_EX dokumentu najprije u preambuli uključujemo definiciju paketa `\usepackage{tkz-berge}`. Okruženje unutar kojeg upisujemo naredbe za crtanje grafike uz pomoć paketa tkz-berge je kao i za TikZ, tikzpicture.

Potpun bipartitan graf je graf, u oznaci $K_{m,n}$, čiji se skup vrhova može podijeliti na dva međusobno

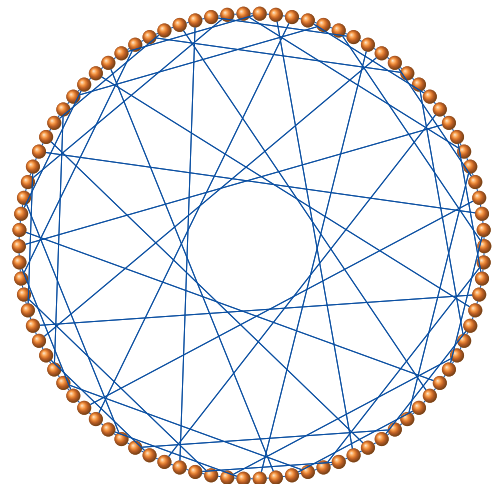
disjunktna skupa tako da je svaki vrh iz jednog skupa spojen sa svakim vrhom iz drugog skupa, ali dva vrha iz istog skupa nisu spojena bridom.

```
\begin{tikzpicture}
\draw[magenta, scale=2, ultra thick, double]
(0,0)--(-1,2)--(2,0)--(1,2)
--(0,0)--(3,2)--(2,0);
\node [below, darkgray] at (0,0) {$(0,0)$};
\end{tikzpicture}
```



Fosterov graf je dobio ime po matematičaru Ronaldu Martinu Fosteru. To je 3-regularni graf sa 90 vrhova i 135 bridova.

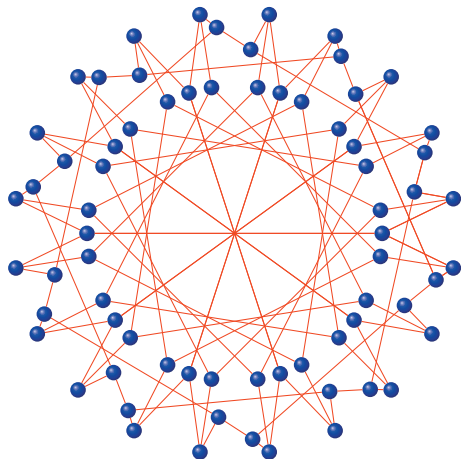
```
\begin{tikzpicture}
\GraphInit[vstyle=Art]
\SetGraphColor{brown}{blue}
\grLCF[Math,RA=7]{17, -9, 37, -37, 9, -17}{15}
\end{tikzpicture}
```



Balabanov graf ima široku primjenu u kemiji. Dobio je ime po rumunjskom kemičaru Balabanu. Sastoji se od 70 vrhova i 105 bridova te je 3-regularni graf.

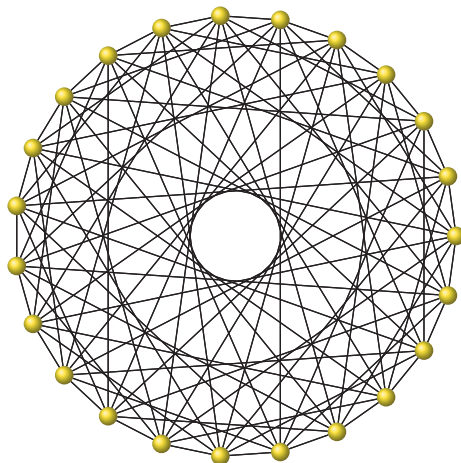
```
\begin{tikzpicture}
\GraphInit[vstyle=Art]
```

```
\SetGraphArtColor{blue}{red}
\grBalaban[form=3,RA=7,RB=6.5, RC=5.6,
RD=5.6,RE=4.6]
\end{tikzpicture}
```



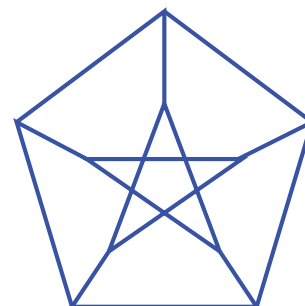
Andrasfai graf je svaki k -regularni graf koji se sastoji od $3k - 1$ vrhova. Uzmemo li $k = 8$, dobivamo sljedeći primjer Andrasfai grafa:

```
\begin{tikzpicture}
\GraphInit[vstyle=Art]
\SetGraphArtColor{yellow}{black}
\grAndrasfai[RA=1]{k}
\end{tikzpicture}
```



Za kraj smo ostavili **Petersenov graf**. Petersenov graf je 3-regularni graf koji se sastoji od 10 vrhova i 15 bridova. Petersenov graf je i jako regularan graf. Kažemo da je graf jako regularan ako za njega vrijedi da je jednostavni regularan graf (sva-

ka dva vrha povezana su najviše jednim bridom, ne postoji vrh povezan sa samim sobom), a svaka dva vrha koja su susjedna imaju jednak broj zajedničkih susjednih vrhova te svaka dva vrha koja nisu susjedna imaju jednak broj zajedničkih susjeda.



```
\begin{tikzpicture}[scale=1]
\draw[blue, ultra thick] (1,1)--(2.5,5)--
(4,1)--(0.4,3.5)--(4.6,3.5)--(1,1)
--(0,-0.5)--(-1.5,4.5)--(0.4,3.5);
\draw[blue, ultra thick] (-1.5,4.5)
--(2.5,7.5)--(2.5,5);
\draw[blue, ultra thick] (2.5,7.5)--(6.5,4.5)
--(5,-0.5)--(0,-0.5);
\draw[blue, ultra thick] (4.5,3.5)--(6.5,4.5);
\draw[blue, ultra thick] (4,1)--(5,-0.5);
\end{tikzpicture}
```

Zaključak

Grafovi su zanimljive strukture koje imaju vrlo široku primjenu. Mi smo u ovom radu vizualno prikazali grafove i neke primjere iz geometrije koristeći se programom \LaTeX . Paket TikZ nudi široku paletu mogućnosti i njime se lako mogu prikazati razne matematičke strukture, a komplicirani matematički pojmovi se mogu vrlo jednostavno vizualizirati i na taj način približiti i učenicima i njihovim učiteljima i nastavnicima. Nadamo se da smo ovim tekstom čitateljima i nastavnicima barem malo približili ovaj program i pokazali kako on zaista zaslužuje ime procesorski div, kojim ga često nazivaju. Nadamo se da će \LaTeX postati i vaš omiljeni alat za pisanje.

LITERATURA

- 1/ Izvor s interneta: A. Matthes, *Gallery of named graphs*, altermundus.fr/downloads/documents/NamedGraphs.pdf (pristupano: 15. 1. 2018.).
- 2/ Izvor s interneta: *TikZ i PGF primjeri*, www.texample.net/tikz/examples/ (pristupano: 15. 1. 2018.).