

Izrada grafika koristeći picture i Xy-pic

Lorena Pekić, Edi Seršić i Antony Stanić

2019

Uvod u picture

Picture je okruženje za dodavanje slika u LaTeX dokumente bez upotrebe dodatnih paketa.

Stvara se naredbom:

```
\begin{picture}(x, y)(x0, y0)
```

gdje je x širina, a y visina pravokutne površine predviđene za sliku, dok se $x0$ i $y0$ koriste samo ako želimo navesti točne koordinate njenog donjeg lijevog ruba.

Uvod u picture

Vrijednosti tih četiriju varijabli su u jedinicama `\unitlength` (1 pt) koje možemo po potrebi promijeniti sljedećom naredbom:

```
\setlength{\unitlength}{x}
```

gdje `x` može biti vrijednost u cm, pt, in i drugim podržanim mjernim jedinicama.

Zatvara se naredbom:

```
\end{picture}
```

Linije

Linije se crtaju pomoću naredbe:

```
\put(x, y){\line(x1, y1){duljina}}
```

`\line` naredba sadrži dva argumenta: vektor smjera i duljinu (ovaj argument je vertikalna duljina u slučaju vertikalnog segmenta, a u svim drugim slučajevima vodoravna udaljenost linije, a ne dužina samog segmenta).

Linije

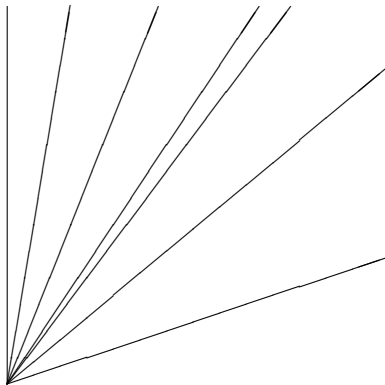
Komponente pravca vektora ograničene su na cijele brojeve $(-6, -5, \dots, 5, 6)$ i moraju biti međusobno prosti (nemaju zajedničkog djelitelja osim 1).

Duljina je relativna u odnosu na postavljenu duljinu `\unitlength`.

Donja slika prikazuje svih 25 mogućih vrijednosti nagiba u prvom kvadrantu, dok naredbe prikazuju samo neke od primjera tih linija.

Linije

```
\setlength{\unitlength}{5cm}  
\begin{picture}(1,1)  
\put(0,0){\line(0,1){1}}  
\put(0,0){\line(1,6){.1667}}  
\put(0,0){\line(2,3){.6667}}  
\put(0,0){\line(2,5){.4}}  
\put(0,0){\line(3,1){1}}  
\put(0,0){\line(3,4){.75}}  
\put(0,0){\line(6,5){1}}  
\end{picture}
```



Strelice

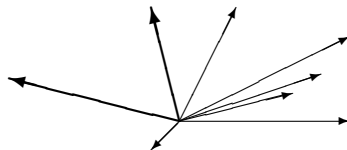
Strelice se crtaju naredbom:

```
\put(x, y){\vector(x1, y1){duljina}}
```

Za strelice su komponente vektorskog smjera još uže ograničene nego za crte, to jest na cijele brojeve $(-4, -3, \dots, 3, 4)$, te također moraju biti međusobno prosti.

Strelice

```
\setlength{\unitlength}{0.75mm}  
\begin{picture}(60,40)  
\put(30,20){\vector(1,0){30}}  
\put(30,20){\vector(4,1){20}}  
\put(30,20){\vector(3,1){25}}  
\put(30,20){\vector(2,1){30}}  
\put(30,20){\vector(1,2){10}}  
\thicklines  
\put(30,20){\vector(-4,1){30}}  
\put(30,20){\vector(-1,4){5}}  
\thinlines  
\put(30,20){\vector(-1,-1){5}}  
\end{picture}
```



Kružnice

Naredbom `\put(x, y){\circle{promjer}}` crta se kružnica sa središtem (x, y) i promjerom opisanim u vitičastim zagradama.

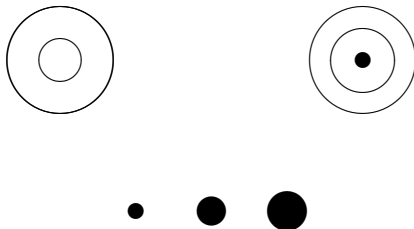
Okruženje `picture` dopušta promjere do otprilike 14mm, iako nisu svi promjeri ispod te granice mogući.

Naredba `\circle*` proizvodi diskove, odnosno ispunjene kružnice.

Kao i kod linija, crtanje nekih kružnica zahtijeva dodatne pakete kao npr. *eeepic*, *pstricks*, ili *tikz*.

Kružnice

```
\setlength{\unitlength}{2mm}  
\begin{picture}(60, 40)(0,5)  
\put(0,30){\circle{3}}  
\put(0,30){\circle{16}}  
\put(0,30){\circle{32}}  
\put(20,30){\circle*{1}}  
\put(20,30){\circle{4}}  
\put(20,30){\circle{9}}  
\put(5,20){\circle*{1}}  
\put(10,20){\circle*{2}}  
\put(15,20){\circle*{8}}  
\end{picture}
```

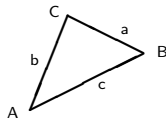


Tekst i formule

Formule i tekst mogu se dodati pomoću naredbe `\put` unutar vitičastih zagrada.

```
\setlength{\unitlength}{0.5cm}
\begin{picture}(6,5)
\thicklines
\put(1,0.5){\line(2,1){3}}
\put(4,2){\line(-2,1){2}}
\put(2,3){\line(-2,-5){1}}
\put(0.4,0.3){\tiny{A}}
\put(4.35,1.9){\tiny{B}}
\put(1.5,2.95){\tiny{C}}
\put(3.4,2.5){\tiny{a}}
\put(1,1.7){\tiny{b}}
\put(2.8,1.05){\tiny{c}}
\put(0.3,4){\mathrel{\mathstrut}\frac{a \cdot v_a}{2}}
\put(5,0.4){\mathrel{\mathstrut}\frac{a^2 \sin \beta \sin \gamma}{2 \sin \alpha}}
\end{picture}
```

$$P = \frac{a \cdot v_a}{2}$$



$$P = \frac{a^2 \sin \beta \sin \gamma}{2 \sin \alpha}$$

Ubacivanje objekata

Unutar ovog okruženja objekti se ubacuju naredbom `\put`:

`\put(x, y){objekt}`

gdje je objekt naredba za crtanje željenog geometrijskog oblika.

Popločavanje i debljina crta

Za popločavanje koristi se naredba `\multiput`:

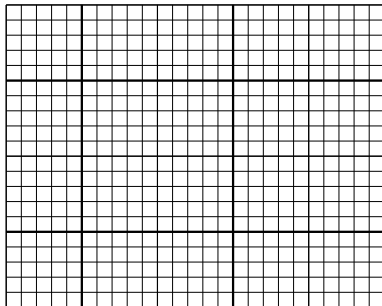
`\multiput(x, y)(dx, dy){n}{objekt}`

gdje dx i dy određuju udaljenost između "pločica", a n broj ponavljanja.

Naredba `\linethickness` za argument uzima veličinu u bilo kojoj standardnoj mjernoj jedinici, a određuje debljinu linija.

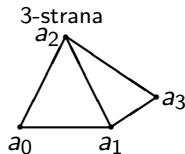
Popločavanje

```
\setlength{\unitlength}{2mm}  
\begin{picture}(30,20)  
\linethickness{0.075mm}  
\multiput(0,0)(1,0){26}%  
{\line(0,1){20}}  
\multiput(0,0)(0,1){21}%  
{\line(1,0){25}}  
\linethickness{0.15mm}  
\multiput(0,0)(5,0){6}%  
{\line(0,1){20}}  
\multiput(0,0)(0,5){5}%  
{\line(1,0){25}}  
\linethickness{0.3mm}  
\multiput(5,0)(10,0){2}%  
{\line(0,1){20}}  
\multiput(0,5)(0,10){2}%  
{\line(1,0){25}}  
\end{picture}
```



Kombiniranje crta, točaka i teksta

```
\setlength{\unitlength}{0.6cm}
\begin{picture}(12,4)
\thicklines
\put(8,3.3){\footnotesize $3$-strana}
\put(9,3){\circle*{0.1}}
\put(8.3,2.9){$a_2$}
\put(8,1){\circle*{0.1}}
\put(7.7,0.5){$a_0$}
\put(10,1){\circle*{0.1}}
\put(9.7,0.5){$a_1$}
\put(11,1.66){\circle*{0.1}}
\put(11.1,1.5){$a_3$}
\put(9,3){\line(3,-2){2}}
\put(10,1){\line(3,2){1}}
\put(8,1){\line(1,0){2}}
\put(8,1){\line(1,2){1}}
\put(10,1){\line(-1,2){1}}
\end{picture}
```



Kombiniranje crta, točaka i teksta

Više jednostavnih elemenata tvori složeniju sliku. U prethodnom primjeru nekoliko crta i točaka spojeno je međusobno da stvori sliku, zatim dodajemo tekst kojim obilježavamo svaki element slike. Sljedeće su naredbe korištene:

```
\thicklines
```

Ovo mijenja debljinu crta, čineći ih malo debljima. Isto tako možemo koristiti `\thinlines` naredbu sa suprotnim učinkom.

```
\put(8,3.3){{\footnotesize $3$-strana}}
```

Tekst "3-strana" je umeće u točku (8,3,3), veličina slova je namještena na *footnotesize*. Ista naredba koristi se da označi svaku točku.

```
\put(9,3){\circle*{0.1}}
```

Ova naredba crta puni krug koji je centriran u točki (9,3) i ima promjer 0.1. Promjer je tako malen da se kružnica koristi za označavanje točke.

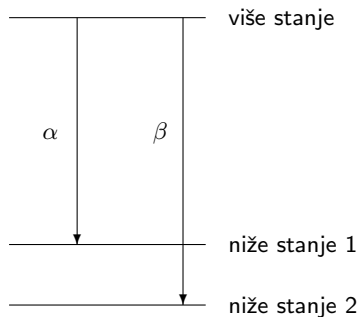
```
\put(10,1){\line(3,2){1}}
```

Crta ravnu crtu čiji je početak u točki (10,1). Dužina joj je 1, a smjer (3,2). Kao što se može vidjeti, crte, to jest pravci s nagibom teži su za nacrtati od običnih crta i pravaca.

Kombiniranje crta, točaka i teksta

Vektori ili strelice mogu se isto tako koristiti u slikama, evo primjera:

```
\setlength{\unitlength}{0.20mm}  
\begin{picture}(400,250)  
\put(75,10){\line(1,0){130}}  
\put(75,50){\line(1,0){130}}  
\put(75,200){\line(1,0){130}}  
\put(120,200){\vector(0,-1){150}}  
\put(190,200){\vector(0,-1){190}}  
\put(97,120){$\alpha$}  
\put(170,120){$\beta$}  
\put(220,195){više stanje}  
\put(220,45){niže stanje 1}  
\put(220,5){niže stanje 2}  
\end{picture}
```



Savebox

Spremanje slike u "kutiju" (savebox) čiji se sadržaj treba popločati:

```
\newsavebox{ime}
```

```
\savebox{ime}(x, y)[poz]{sadržaj}
```

gdje su x i y širina i visina predviđenog prostora, a poz zastavica za pozicioniranje sadržaja na stranici.

Ubacivanje slike s ponavljajućim elementima

Postavljanje slike naredbom `\put` ili `\multiput`:

```
\put(x, y){\usebox{ime}}
```

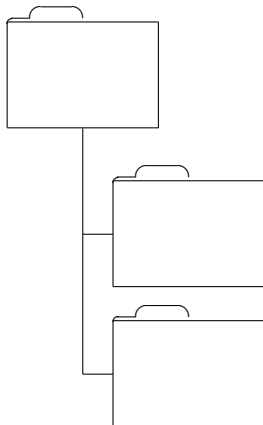
Ime kutije može se koristiti kao naredba, pa kasnije možemo prizvati sadržaj kutije koristeći znak `\prije` imena. Tako se unaprijed definira izgled grafičkih elemenata koje želimo po potrebi ponavljati.

Ubacivanje slike s ponavljajućim elementima

```
\setlength{\unitlength}{0.5mm}
\begin{picture}(120,168)
\newsavebox{\foldera}
\savebox{\foldera}
(40,32)[bl]{%
\multiput(0,0)(0,28){2}
{\line(1,0){40}}
\multiput(0,0)(40,0){2}
{\line(0,1){28}}
\put(1,28){\oval(2,2)[t1]}
\put(1,29){\line(1,0){5}}
\put(9,29){\oval(6,6)[t1]}
\put(9,32){\line(1,0){8}}
\put(17,29){\oval(6,6)[tr]}
}

\newsavebox{\folderb}
\savebox{\folderb}
(40,32)[l]{%
\put(8,0){\usebox{\foldera}}
\put(0,14){\line(1,0){8}}
}

\put(34,63){\line(0,1){65}}
\put(14,128){\usebox{\foldera}}
\multiput(34,86)(0,-37){2}
{\usebox{\folderb}}
\end{picture}
```



Ovali

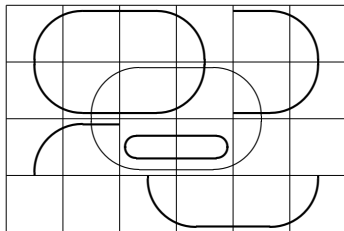
Naredba `\put(x, y){\oval(a, b)[pozicija]}` stvara oval centriran na točki (x,y) širine **a** i visine **b**.

Argumenti b, t, l, r u vitičastoj označuju dolje, gore, lijevo, desno i mogu se kombinirati.

Naredba `\linethickness{}` odnosi se samo na ravne crte, a `\thinlines` i `\thicklines` na sve vrste crta, uključujući krivulje.

Ovali

```
\setlength{\unitlength}{0.75cm}  
\begin{picture}(6,4)  
\linethickness{0.075mm}  
\multiput(0,0)(1,0){7}%  
{\line(0,1){4}}  
\multiput(0,0)(0,1){5}%  
{\line(1,0){6}}  
\thicklines  
\put(2,3){\oval(3,1.8)}  
\thinlines  
\put(3,2){\oval(3,1.8)}  
\thicklines  
\put(2,1){\oval(3,1.8)[t1]}  
\put(4,1){\oval(3,1.8)[b]}  
\put(4,3){\oval(3,1.8)[r]}  
\put(3,1.5){\oval(1.8,0.4)}  
\end{picture}
```



Kvadratne Bézierove krivulje

Kvadratne Bézierove krivulje su krivulje određene trima točkama: početnom, krajnjom i nadzornom koja leži izvan nje, te joj određuje putanju.

Za crtanje kvadratnih Bézierovih krivulja ne koristimo naredbu `\put`, nego `\qbezier`:

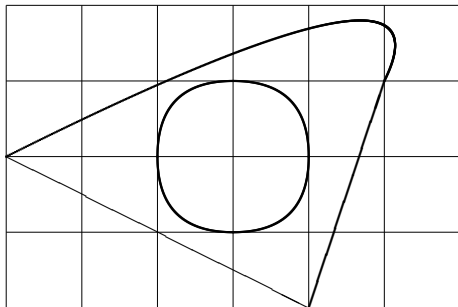
`\qbezier(x1, y1)(x, y)(x2, y2)`

gdje koordinate prve i treće zagrade određuju početak i kraj, a one iz druge položaj nadzorne točke.

Kvadratne Bézierove krivulje

```
\setlength{\unitlength}{1cm}
\begin{picture}(6,4)
\linethickness{0.1mm}
\multiput(0,0)(1,0){7}
{\line(0,1){4}}
\multiput(0,0)(0,1){5}
{\line(1,0){6}}
\linethickness{1mm}
\put(0,2){\line(2,-1){4}}
\thicklines
\put(4,0){\line(1,3){1}}

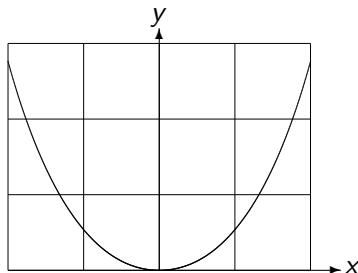
\qBezier(0,2)(6,5)(5,3)
\qBezier(4,2)(4,3)(3,3)
\qBezier(3,3)(2,3)(2,2)
\qBezier(2,2)(2,1)(3,1)
\qBezier(3,1)(4,1)(4,2)
\end{picture}
```



Parabole

Preko izračunatih koordinata kontrolnih točaka crtaju se dvije Bézierove krivulje koje su međusobno simetrične.

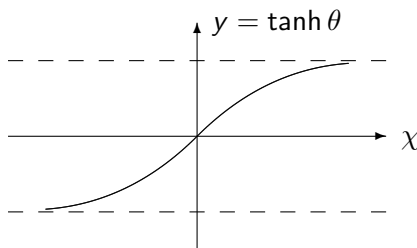
```
\setlength{\unitlength}{1cm}
\begin{picture}(4.3,3.6)(-2.5,-0.25)
\put(-2,0){\vector(1,0){4.4}}
\put(2.45,-.05){$x$}
\put(0,0){\vector(0,1){3.2}}
\put(0,3.35){\makebox(0,0){$y$}}
\qbezier(0.0,0.0)(1.2384,0.0)
(2.0,2.7622)
\qbezier(0.0,0.0)(-1.2384,0.0)
(-2.0,2.7622)
\linethickness{.075mm}
\multiput(-2,0)(1,0){5}
{\line(0,1){3}}
\multiput(-2,0)(0,1){4}
{\line(1,0){4}}
\linethickness{.2mm}
\end{picture}
```



Ostali grafovi

Na sličan način mogu se iscrtavati grafovi svakakvih funkcija:

```
\setlength{\unitlength}{1cm}
\begin{picture}(6,6)(-3,-3)
\put(-1.5,0){\vector(1,0){3}}
\put(2.7,-0.1){\chi}
\put(0,-1.5){\vector(0,1){3}}
\multiput(-2.5,1)(0.4,0){13}
{\line(1,0){0.2}}
\multiput(-2.5,-1)(0.4,0){13}
{\line(1,0){0.2}}
\put(0.2,1.4)
{\beta=v/c=\tanh\chi}
\qbezier(0,0)(0.8853,0.8853)
(2,0.9640)
\qbezier(0,0)(-0.8853,-0.8853)
(-2,-0.9640)
\end{picture}
```



Uvod u Xy-pic

Xy-pic je paket za slaganje grafikona i crtanje dijagrama koji se koristi principom logičke kompozicije vizualnih komponenti.

Strukturiran je kao nekoliko modula, od kojih svaki definira notaciju za određenu vrstu grafičkog objekta ili strukture.

Primjeri objekata su strelice, krivulje i okviri. Ti objekti mogu biti organizirani u matrici, usmjerenom grafikonu, stazi, poligonu, čvorovima i strukturi 2-ćelije.

Uvod u Xy-pic

Da bi se Xy-pic koristio, treba se dodati sljedeći paket u preambulu dokumenta:

```
\usepackage[all]{xy}
```

All znači da se učitava veliki standardni skup funkcija iz *Xy-pic*, pogodne za razvoj ovakve vrste dijagrama o kojima se ovdje raspravlja.

Glavni način crtanja *Xy-pic* dijagrama je preko matričnog platna, gdje je svaki element dijagrama smješten u slot matrice kao što se vidi u sljedećim primjerima.

Xy-pic

```
\begin{displaymath}
\begin{matrix} A & B \\ D & C \end{matrix}
\end{displaymath}
```

A B

D C

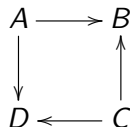
`\xymatrix` naredba mora biti korištena u matematičkom okruženju. Ovdje smo odredili dva retka i dva stupca.

Strelice u Xy-matrici

Da bi matrica bila dijagram moramo dodati strelice pomoću `\ar[]` naredbe.

Argumenti unutar uglatih zagrada su smjer kojim strelica treba pokazivati (gore - u, dolje - d, desno - r i lijevo - l).

```
\begin{displaymath}
\begin{matrix}
A & \xrightarrow{\hspace{1cm}} & B \\
\downarrow & & \uparrow \\
D & \xleftarrow{\hspace{1cm}} & C
\end{matrix}
\end{displaymath}
```



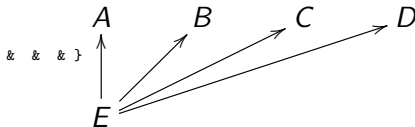
Dijagonale i oznake

Da bi napravili dijagonale, potrebno je koristiti više od jednog smjera.

To se postiže kombiniranjem argumenata, npr. dolje desno - 'dr', gore lijevo - 'ul' itd.

Ponavljanjem naredbe za smjer može se napraviti veća strelica.

```
\begin{displaymath}
\begin{matrix}
A & B & C & D \\
E \ar[u] \ar[ur] \ar[urr] \ar[urrr]
\end{matrix}
\end{displaymath}
```



Dijagonale i oznake

Možemo nacrtati i još zanimljivije dijagrame dodavanjem oznaka strelicama.

Da bismo to učinili, koristimo uobičajene naredbe za eksponent i indeks.

Također je moguće staviti oznaku unutar strelice pomoću okomite crte.

Dijagonale i oznake

```
\begin{verbatim}
\begin{displaymath}
\begin{array}{ccccc}
A & \xrightarrow{f} & D & \xleftarrow{d} & E \\
\mathcal{G} \downarrow & & \downarrow \mathcal{G}' & & \uparrow \mathcal{A} \\
B & \xrightarrow{f'} & C & \xrightarrow{b} & F
\end{array}
\end{displaymath}
```

$$\begin{array}{ccccccc} A & \xrightarrow{f} & D & \xleftarrow{d} & E \\ \mathcal{G} \downarrow & & \downarrow \mathcal{G}' & & \uparrow \mathcal{A} \\ B & \xrightarrow{f'} & C & \xrightarrow{b} & F \end{array}$$

Izgled strelica

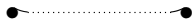
Strelicama u xy-matrici možemo mijenjati izgled kako bi ih lakše raspoznavali.

U naredbi `@stil{rep tijelo glava}` *stil* može predstavljati `_`, `^`, `2` ili `3` koji mijenjaju izgled tijela strelice, dok

rep, *tijelo* i *glava* predstavljaju izgled pojedinog dijela strelice kao u sljedećim primjerima.

Izgled strelica

```
\begin{displaymath}
\ \ xymatrix{
& \bullet \ar@{->}[rr] && \bullet \\
& \bullet \ar@{>.<}[rr] && \bullet \\
& \bullet \ar@{~}[rr] && \bullet \\
& \bullet \ar@{=}[rr] && \bullet \\
& \bullet \ar@{|}{|}{~}/[rr] && \bullet \\
& \bullet \ar@{^{\sim}}{(->)}[rr] && \bullet \\
& \bullet \ar@2{->}[rr] && \bullet \\
& \bullet \ar@3{>}[rr] && \bullet
}
```



Zakrivljenost strelica

Xy-pic nudi mnogo načina na koje se može utjecati na zakrivljenje strelica.

Može se dodati dimenzija "pc" koja se umeće odmah nakon \wedge ili $_$ ako je poželjna veća ili manja zakrivljenost.

Zakrivljenost strelica

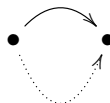
Također se može u naredbi `\ar@(<izlaz>,<ulaz>)` navesti argument (u, d, l ili r) u `<izlaz>` kojim određujemo na kojoj će strani iz elementa "izlaziti" odnosno početi strelica, te u `<ulaz>` na kojoj će strani "ulaziti" strelica u element.

```
$$  
\xymatrix{  
  \bullet \ar@/^1pc/[r]  
  \ar@/_2pc/@{.}[r] &  
  \bullet }
```

\$\$

```
$  
\xymatrix{  
  \bullet \ar@{r}(r,u)[r]  
  \ar@/_2pc/@(dr,dl)[r] &  
  \bullet }
```

\$



Literatura

- McLeman, C. (2007). An introduction to xy-pic. <https://www.math.arizona.edu/~swig/documentation/xy-pic/Xypic.pdf>. Stranica pristupljena 26. 1. 2019.
- Rose, K. H. (2013). Xy-pic user's guide. <https://http://ctan.ijss.si/tex-archive/macros/generic/diagrams/xy-pic/doc/xyguide.pdf>. Stranica pristupljena 26. 1. 2019.
- Wikimedia Foundation, Inc. (2016). Latex/xy-pic. <https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Xy-pic>. Stranica pristupljena 19. 1. 2019.
- Wikimedia Foundation, Inc. (2018). Latex/boxes. <https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Boxes>. Stranica pristupljena 23. 1. 2019.
- Wikimedia Foundation, Inc. (2019). Latex/picture. <https://en.wikibooks.org/wiki/LaTeX/Picture>. Stranica pristupljena 23. 1. 2019.
- Writelatex Limited (2018). Picture environment. https://www.overleaf.com/learn/latex/Picture_environment. Stranica pristupljena 19. 1. 2019.