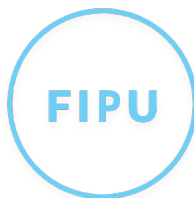


Analiza podataka i obrada informacija

Nositelj: izv. prof. dr. sc. Siniša Sovilj

Asistent: mag. inf. Alesandro Žužić

Ustanova: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli, Fakultet informatike u Puli



Fakultet informatike u Puli

[2] Vizualizacija podataka

R nudi napredne mogućnosti za **grafičku vizualizaciju podataka** bogatim skupom biblioteka i funkcija, omogućava učinkovito stvaranje vizualnih prikaza podataka, olakšavajući analizu i interpretaciju rezultata. Neke od osnovnih grafičkih prikaza koje ćemo proći su: osnovni X-Y prikaz: `plot()`, histogram: `hist()`, točkasti prikaz: `dotchart()`, stupčasti prikaz: `barplot()`, tortni prikaz: `pie()`, kutijasti prikaz: `boxplot()`, raspršeni graf – korelacijska matrica



Posljednje ažurirano: 11. travnja 2025.

- Analiza podataka i obrada informacija
- [2] Vizualizacija podataka
 - X-Y prikaz `plot`
 - Abline
 - Lines
 - Ostali elementi
 - Vježba 1
 - Histogram `hist`
 - Vježba 2
 - Točkasti dijagram `dotchart`
 - Vježba 3
 - Stupčasti prikaz `barplot`
 - Vježba 4
 - Tortni prikaz `pie`
 - Kutijasti prikaz `boxplot`
 - Vježba 5
 - Raspršeni graf – korelacijska matrica
 - Vježba 6

X-Y prikaz `plot()`

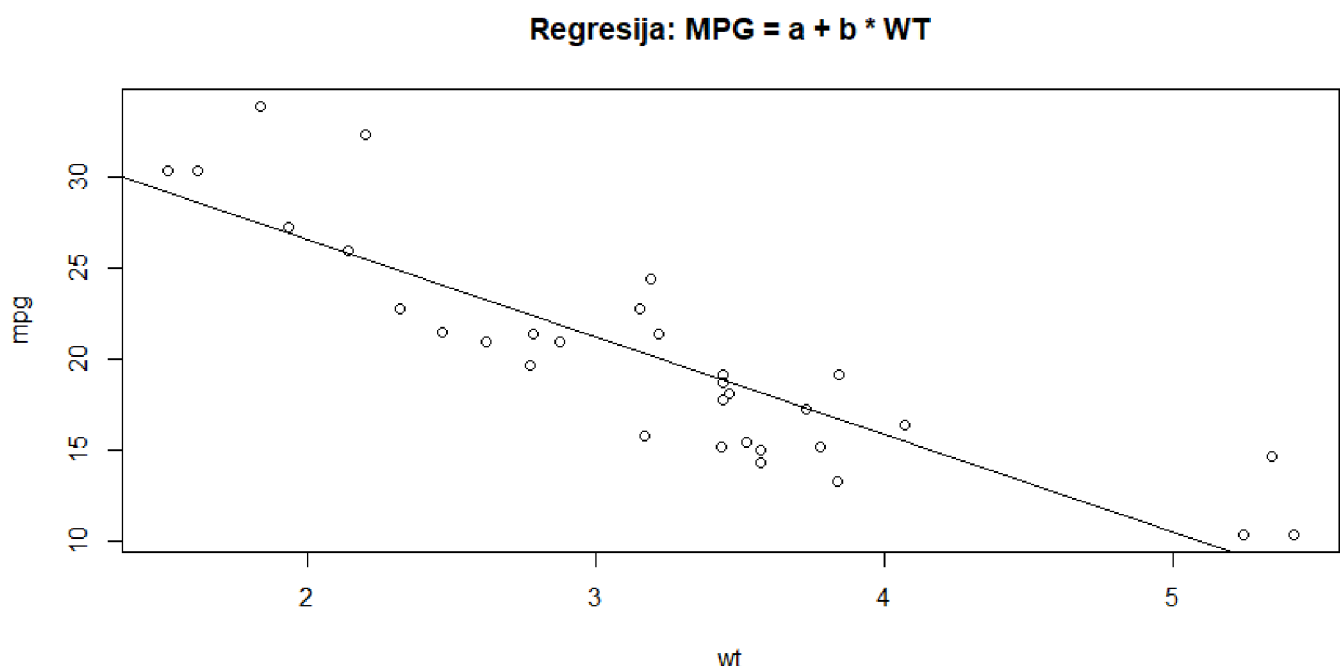
X-Y prikaz u R-u koristi se za vizualizaciju odnosa između dviju numeričkih varijabli. Ovaj tip grafa je koristan za ispitivanje korelacije ili uzorka među podacima, a osnovna funkcija za izradu ovih prikaza je `plot()`. X-Y prikaz daje jasnu sliku o tome kako se jedna varijabla mijenja u odnosu na drugu.

U R-u, funkcija `plot()` koristi dva osnovna argumenta: **x** i **y**. Prvi argument predstavlja vrijednosti na X-osi, a drugi na Y-osi.

Na primjer, ako imamo skup podataka o težini vozila (`wt`) i potrošnji goriva (`mpg`) iz skupa podataka `mtcars`, možemo koristiti X-Y prikaz za vizualizaciju kako težina vozila utječe na njegovu potrošnju goriva.

Primjer:

```
attach(mtcars) # Učitavanje podataka
plot(wt, mpg)  # Iscrtavanje podataka
abline(lm(mpg ~ wt)) # Dodavanje regresijskog pravca
title("Regresija: MPG = a + b * WT") # Naslov grafa
```



1. **`attach(mtcars)`**: Funkcija `attach()` omogućava lakši pristup varijablama unutar skupa podataka. Bez nje, morali bismo svaki put navoditi `mtcars$wt` ili `mtcars$mpg`. Korištenjem `attach(mtcars)`, možemo direktno koristiti `wt` i `mpg` varijable.
2. **`plot(wt, mpg)`**: Ova funkcija stvara osnovni X-Y graf, gdje je `wt` (težina vozila) na X-osi, a `mpg` (potrošnja goriva) na Y-osi.
3. **`abline(lm(mpg ~ wt))`**: Funkcija `abline()` dodaje pravac na graf. U ovom slučaju, koristi se linearni model (`lm()`) koji prikazuje regresijsku liniju između težine vozila i potrošnje goriva. Model je izražen kao $\text{MPG} = a + b \cdot \text{WT}$, gdje su (a) i (b) koeficijenti koji se

izračunavaju pomoću funkcije `lm()`. To omogućuje vizualno prikazivanje trenda ili povezanosti između tih dviju varijabli.

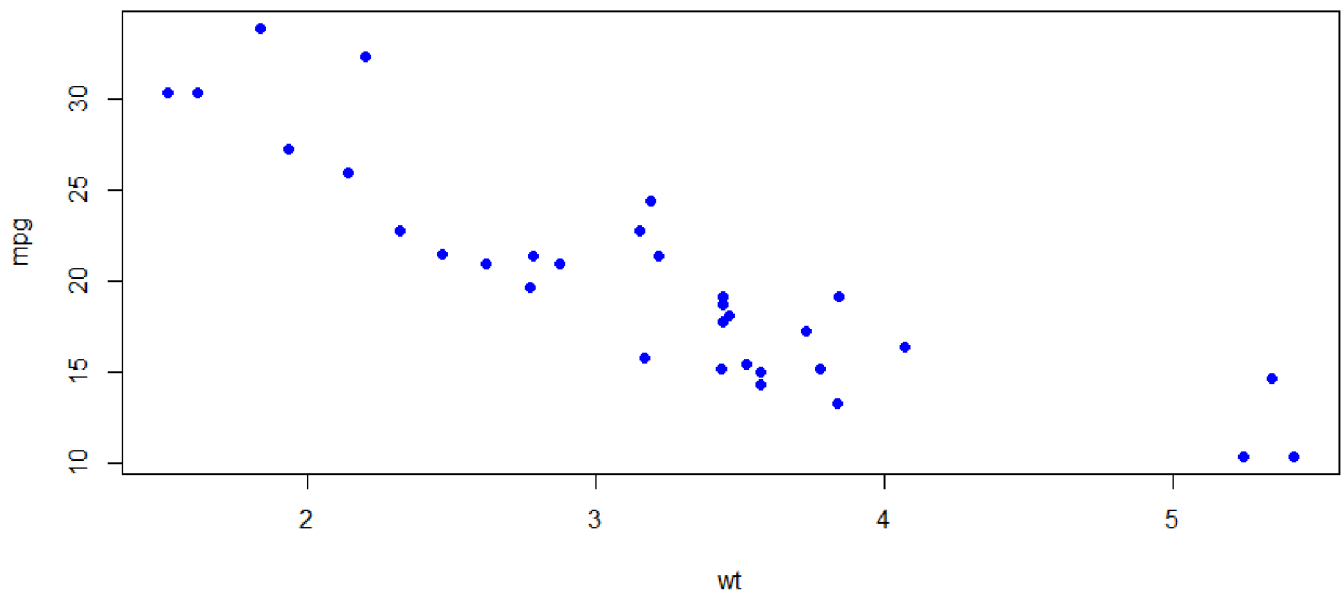
4. **title("Regresija: $MPG = a + b * WT$ ")**: Dodaje naslov grafu koji jasno označava o čemu se radi. U ovom slučaju, to je linearna regresija između potrošnje goriva i težine vozila.

Dodatne opcije i prilagodbe

Funkcija `plot()` omogućuje brojne prilagodbe kako bi graf bio jasniji i vizualno pregledniji:

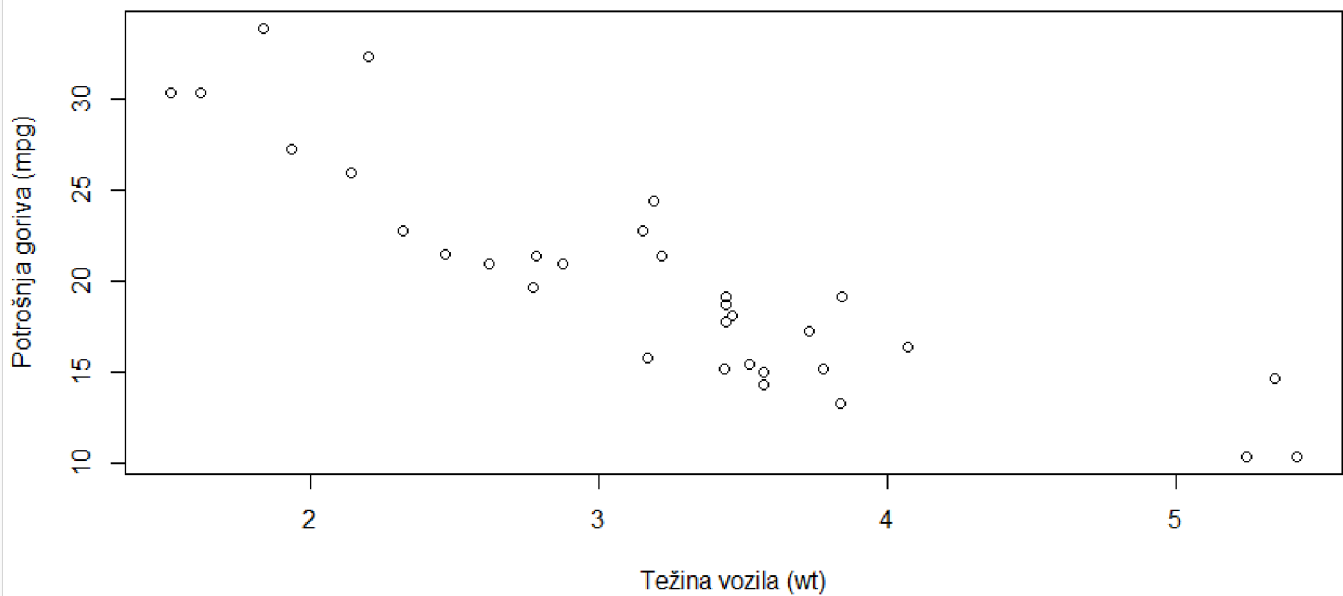
- **Podešavanje boja i oznaka**: Možemo koristiti argumente `col` (boja) i `pch` (simboli točaka)

```
plot(wt, mpg, col="blue", pch=16)
```



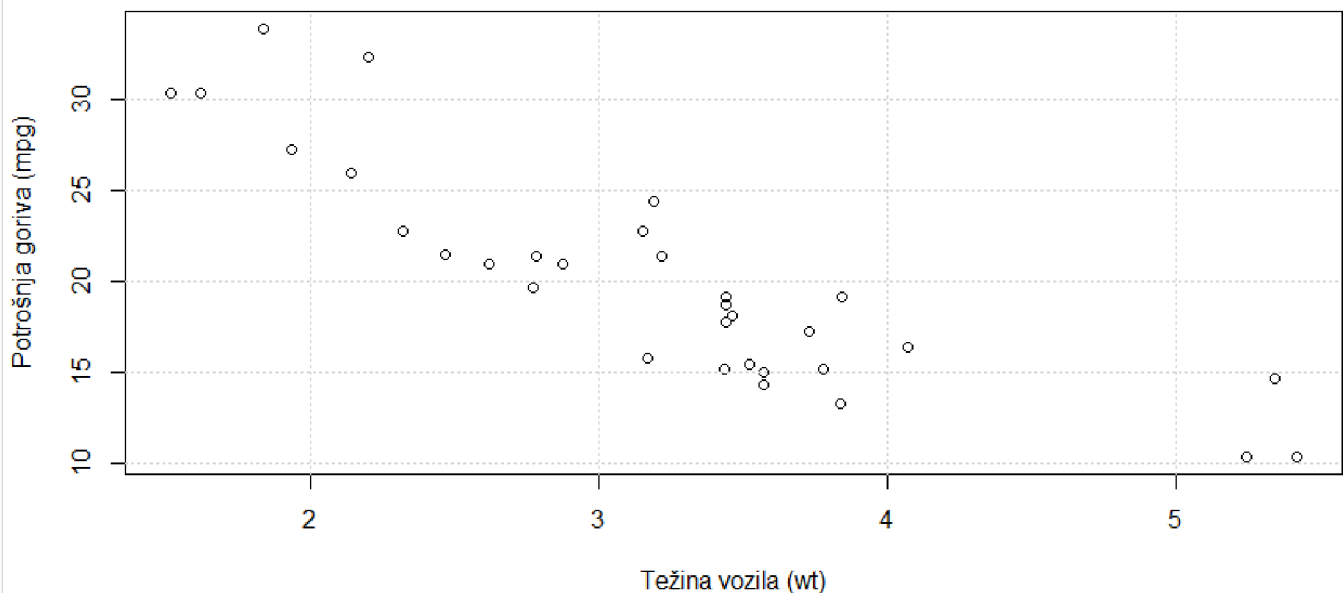
- **Promjena naziva x/y osi:** Argumenti poput `xlab` i `ylab` omogućuju postavljanje oznaka za X i Y osi

```
plot(wt, mpg, xlab="Težina vozila (wt)", ylab="Potrošnja goriva (mpg)")
```



- **Dodavanje rešetke:** Funkcija `grid()` može se koristiti za dodavanje mreže na grafu, što može pomoći u preciznijem čitanju podataka

```
plot(wt, mpg)  
grid()
```



Parametri grafova, linija i teksta:

Parametar	Opis	Primjer	Korištenje
xlab, ylab	Naziv osi x i y	xlab="Težina", ylab="Potrošnja goriva"	plot(wt, mpg, pch=16, col="blue", xlab="Težina", ylab="Potrošnja goriva")
pch	Simbol za iscrtavanje točaka na grafu	pch=17 (trokutasti simbol)	plot(wt, mpg, pch=17, col="blue")
col	Boja simbola ili linije na grafu	col="red" (crvena boja)	plot(wt, mpg, pch=16, col="red")
bg, fg	Boje pozadine (ispune) i prednje strane (granice) objekta, <i>radi samo za simbole 21-25</i>	bg="yellow", fg="brown" (pozadina žuta, granica smeđa)	plot(wt, mpg, pch=21, col="orangered", bg="yellow", fg="brown")
cex	Proširenje veličine simbola ili teksta	cex=2 (dvostruko veći simbol)	plot(wt, mpg, pch=5, col="blue", cex=2)
lwd	Širina linije	lwd=2 (dvostruko šira linija)	plot(wt, mpg, pch=16, col="blue"); abline(lm(mpg ~ wt), lwd=2)
lth	Tip linije	lty=2 (crtasta linija)	plot(wt, mpg, pch=16, col="blue"); abline(lm(mpg ~ wt), lty=2)
font (1=plain, 2=bold, 3=italic, 4=bold italic, 5=symbol)	Tip fonta za tekst	font=3 (italic)	plot(wt, mpg, pch=16, col="blue", main="Font (font=3, italic)", font.main=3)
ps	Veličina fonta u točkama	Veličina teksta = ps * cex	plot(wt, mpg, pch=16, col="blue", main="Veličina fonta (ps=2)", cex.main=2)
family	Obitelj fonta	family="mono"	plot(wt, mpg, pch=16, col="blue", main="Obitelj fonta (family='mono')", family="mono")

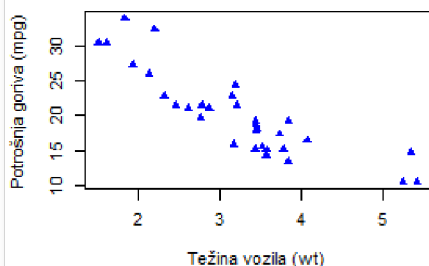
pch = _

1 ○ 6 ▽ 11 ⬠ 16 ● 21 ●
 2 △ 7 ⬡ 12 田 17 ▲ 22 ■
 3 + 8 * 13 ⊗ 18 ◆ 23 ◇
 4 × 9 ⊕ 14 ▢ 19 ● 24 ▲
 5 ◇ 10 ⊕ 15 ■ 20 ● 25 ▽

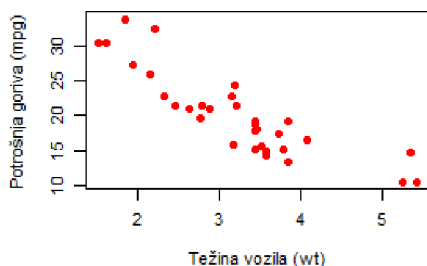
Line style (lty)

0 "blank"		"aa"	— — —
1 "solid"	—————	"1342"	-----
2 "dashed"	- - - - -	"44"	- - - - -
3 "dotted"	"13"
4 "dotdash"	-. -. -. -. .	"1343"	-. -. -. -. .
5 "longdash"	- - - - -	"73"	- - - - -
6 "twodash"	- - - - -	"2262"	- - - - -

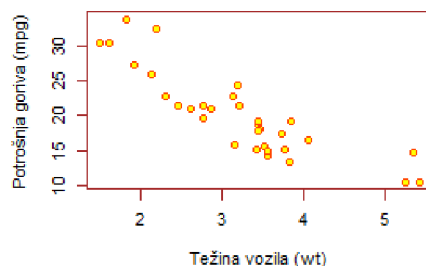
Simbol točke (pch=16)



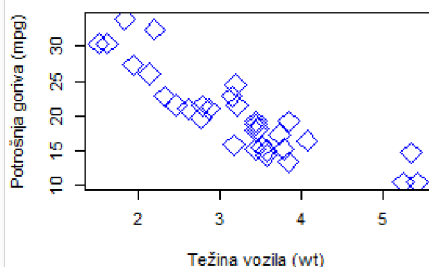
Boja simbola (col='red')



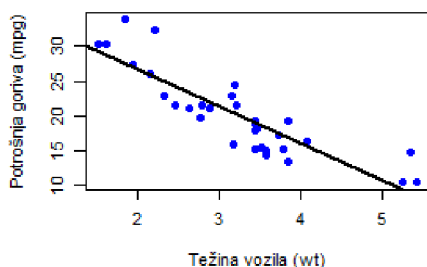
Pozadina i granica (bg='yellow', fg='brown')



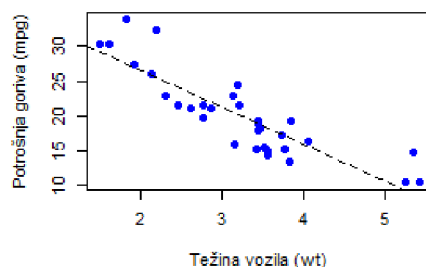
Proširenje simbola (cex=1.5)



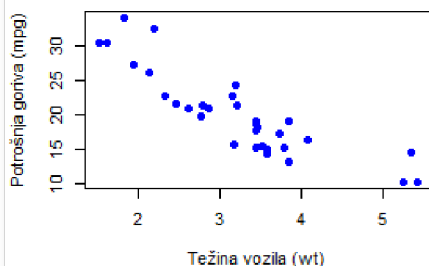
Širina linije (lwd=2)



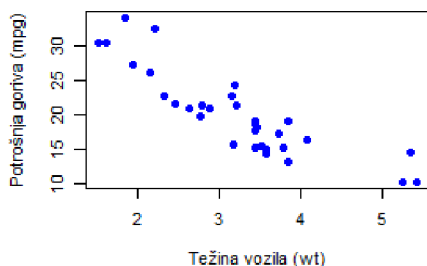
Tip linije (lty=2)



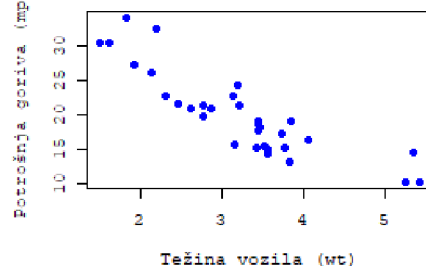
Font (font=3, italic)



Veličina fonta (ps=2)



Obitelj fonta (family='mono')



brown4	darkorange4	gray	gray57	hotpink3	lightsalmon4	navajowhite1	plum3	slategray3	antiquewhite
brown3	darkorange3	goldenrod4	gray56	hotpink2	lightsalmon3	navajowhite	plum2	slategray2	aliceblue
brown2	darkorange2	goldenrod3	gray55	hotpink1	lightsalmon2	moccasin	plum1	slategray1	white
brown1	darkorange1	goldenrod2	gray54	hotpink	lightsalmon1	mistyrose4	plum	slategray	yellowgreen
brown	darkorange	goldenrod1	gray53	honeydew4	lightsalmon	mistyrose3	pink4	slateblue4	yellow4
blueviolet	darkolivegreen4	goldenrod	gray52	honeydew3	lightpink4	mistyrose2	pink3	slateblue3	yellow3
blue4	darkolivegreen3	gold4	gray51	honeydew2	lightpink3	mistyrose1	pink2	slateblue2	yellow2
blue3	darkolivegreen2	gold3	gray50	honeydew1	lightpink2	mistyrose	pink1	slateblue1	yellow1
blue2	darkolivegreen1	gold2	gray49	honeydew	lightpink1	mintcream	pink	slateblue	yellow
blue1	darkolivegreen	gold1	gray48	greenyellow	lightpink	midnightblue	peru	skyblue4	whitesmoke
blue	darkmagenta	gold	gray47	green4	lightgray	mediumvioletred	peachpuff4	skyblue3	wheat4
blanchedalmond	darkkhaki	ghostwhite	gray46	green3	lightgreen	mediumturquoise	peachpuff3	skyblue2	wheat3
black	darkgray	gainsboro	gray45	green2	lightgray	mediumspringgreen	peachpuff2	skyblue1	wheat2
bisque4	darkgreen	forestgreen	gray44	green1	lightgoldenrodyellow	mediumslateblue	peachpuff1	skyblue	wheat1
bisque3	darkgray	floralwhite	gray43	green	lightgoldenrod4	mediumseagreen	peachpuff	sienna4	wheat
bisque2	darkgoldenrod4	firebrick4	gray42	gray100	lightgoldenrod3	mediumpurple4	papayawhip	sienna3	violetred4
bisque1	darkgoldenrod3	firebrick3	gray41	gray99	lightgoldenrod2	mediumpurple3	palevioletred4	sienna2	violetred3
bisque	darkgoldenrod2	firebrick2	gray40	gray98	lightgoldenrod1	mediumpurple2	palevioletred3	sienna1	violetred2
beige	darkgoldenrod1	firebrick1	gray39	gray97	lightgoldenrod	mediumpurple1	palevioletred2	sienna	violetred1
azure4	darkgoldenrod	firebrick	gray38	gray96	lightcyan4	mediumpurple	palevioletred1	seashell4	violetred
azure3	darkcyan	dodgerblue4	gray37	gray95	lightcyan3	mediumorchid4	palevioletred	seashell3	violet
azure2	darkblue	dodgerblue3	gray36	gray94	lightcyan2	mediumorchid3	paleturquoise4	seashell2	turquoise4
azure1	cyan4	dodgerblue2	gray35	gray93	lightcyan1	mediumorchid2	paleturquoise3	seashell1	turquoise3
azure	cyan3	dodgerblue1	gray34	gray92	lightcyan	mediumorchid1	paleturquoise2	seashell	turquoise2
aquamarine4	cyan2	dodgerblue	gray33	gray91	lightcoral	mediumorchid	paleturquoise1	seagreen4	turquoise1
aquamarine3	cyan1	dimgray	gray32	gray90	lightblue4	mediumblue	paleturquoise	seagreen3	turquoise
aquamarine2	cyan	dimgray	gray31	gray89	lightblue3	mediumaquamarine	palegreen4	seagreen2	tomato4
aquamarine1	cornsilk4	deepskyblue4	gray30	gray88	lightblue2	maroon4	palegreen3	seagreen1	tomato3
aquamarine	cornsilk3	deepskyblue3	gray29	gray87	lightblue1	maroon3	palegreen2	seagreen	tomato2
antiquewhite4	cornsilk2	deepskyblue2	gray28	gray86	lightblue	maroon2	palegreen1	sandybrown	tomato1
antiquewhite3	cornsilk1	deepskyblue1	gray27	gray85	lemonchiffon4	maroon1	palegreen	salmon4	tomato
antiquewhite2	cornsilk	deepskyblue	gray26	gray84	lemonchiffon3	maroon	palegoldenrod	salmon3	thistle4
antiquewhite1	cornflowerblue	deeppink4	gray25	gray83	lemonchiffon2	magenta4	orchid4	salmon2	thistle3
antiquewhite	coral4	deeppink3	gray24	gray82	lemonchiffon1	magenta3	orchid3	salmon1	thistle2
aliceblue	coral3	deeppink2	gray23	gray81	lemonchiffon	magenta2	orchid2	salmon	thistle1
white	coral2	deeppink1	gray22	gray80	lawngreen	magenta1	orchid1	saddlebrown	thistle
bisque3	coral1	deeppink	gray21	gray79	lavenderblush4	magenta	orchid	royalblue4	tan4
bisque2	coral	darkviolet	gray20	gray78	lavenderblush3	linen	orangered4	royalblue3	tan3
bisque1	chocolate4	darkturquoise	gray19	gray77	lavenderblush2	limegreen	orangered3	royalblue2	tan2
bisque	chocolate3	darkslategrey	gray18	gray76	lavenderblush1	lightyellow4	orangered2	royalblue1	tan1
beige	chocolate2	darkslategray4	gray17	gray75	lavenderblush	lightyellow3	orangered1	royalblue	tan
azure4	chocolate1	darkslategray3	gray16	gray74	lavender	lightyellow2	orangered	rosybrown4	steelblue4
azure3	chocolate	darkslategray2	gray15	gray73	khaki4	lightyellow1	orange4	rosybrown3	steelblue3
azure2	chartreuse4	darkslategray1	gray14	gray72	khaki3	lightyellow	orange3	rosybrown2	steelblue2
azure1	chartreuse3	darkslategray	gray13	gray71	khaki2	lightsteelblue4	orange2	rosybrown1	steelblue1
azure	chartreuse2	darkslateblue	gray12	gray70	khaki1	lightsteelblue3	orange1	rosybrown	steelblue
aquamarine4	chartreuse1	darkseagreen4	gray11	gray69	khaki	lightsteelblue2	orange	red4	springgreen4
aquamarine3	chartreuse	darkseagreen3	gray10	gray68	ivory4	lightsteelblue1	olivedrab4	red3	springgreen3
aquamarine2	cadetblue4	darkseagreen2	gray9	gray67	ivory3	lightsteelblue	olivedrab3	red2	springgreen2
aquamarine1	cadetblue3	darkseagreen1	gray8	gray66	ivory2	lightslategray	olivedrab2	red1	springgreen1
aquamarine	cadetblue2	darkseagreen	gray7	gray65	ivory1	lightslategray	olivedrab1	red	springgreen
antiquewhite4	cadetblue1	darksalmon	gray6	gray64	ivory	lightslateblue	olivedrab	purple4	snow4
antiquewhite3	cadetblue	darkred	gray5	gray63	indianred4	lightskyblue4	oldlace	purple3	snow3
antiquewhite2	burlywood4	darkorchid4	gray4	gray62	indianred3	lightskyblue3	navyblue	purple2	snow2
antiquewhite1	burlywood3	darkorchid3	gray3	gray61	indianred2	lightskyblue2	navy	purple1	snow1
antiquewhite	burlywood2	darkorchid2	gray2	gray60	indianred1	lightskyblue1	navajowhite4	purple	snow
aliceblue	burlywood1	darkorchid1	gray1	gray59	indianred	lightskyblue	navajowhite3	powderblue	slategray
white	burlywood	darkorchid	gray0	gray58	hotpink4	lightseagreen	navajowhite2	plum4	slategray4

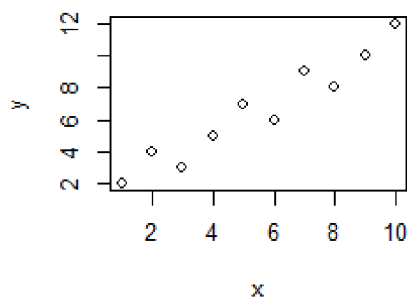
type= parametar određuje stil crte, npr. "l" za linije, "b" za točke i linije itd.

Primjer:

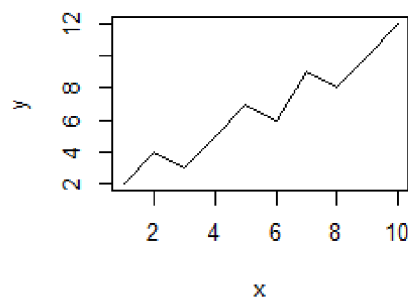
```
x <- 1:10  
y <- c(2, 4, 3, 5, 7, 6, 9, 8, 10, 12)  
  
plot(x, y, type = "b", main = "Točke povezane linijama (b)")
```

Vrste linija: "p" za točke, "l" za linije, "o" za preklopljene točke i linije, "b" za točke povezane linijama, "c" za prazne točke povezane linijama, "s" i "S" za korake, "h" za okomite linije te "n" za isključivanje točaka i linija.

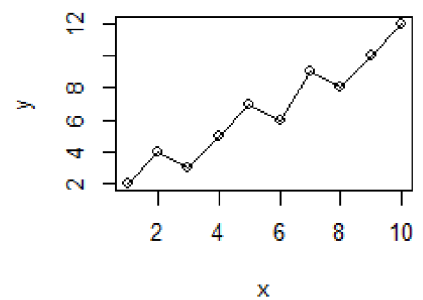
Točke (p)



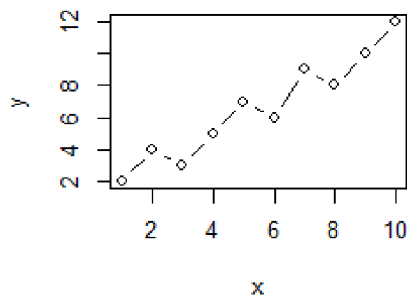
Linije (l)



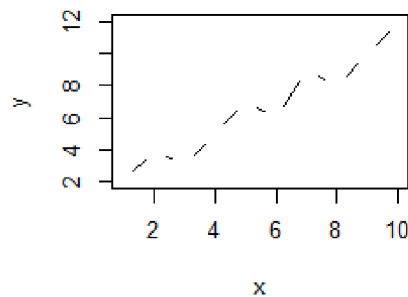
Točke i linije (o)



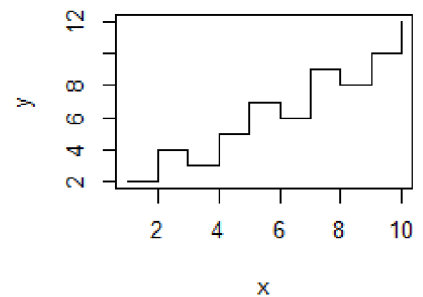
Točke povezane linijama (b)



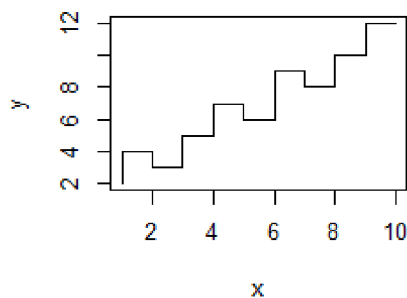
Prazne točke povezane linijama (c)



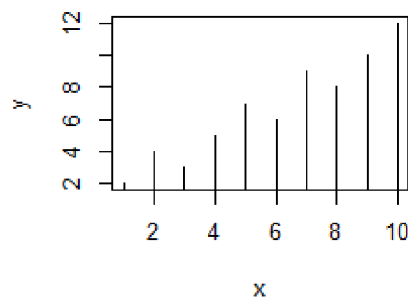
Koraci - donji rub (s)



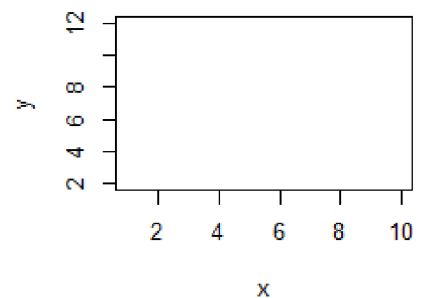
Koraci - gornji rub (S)



Okomite linije (h)

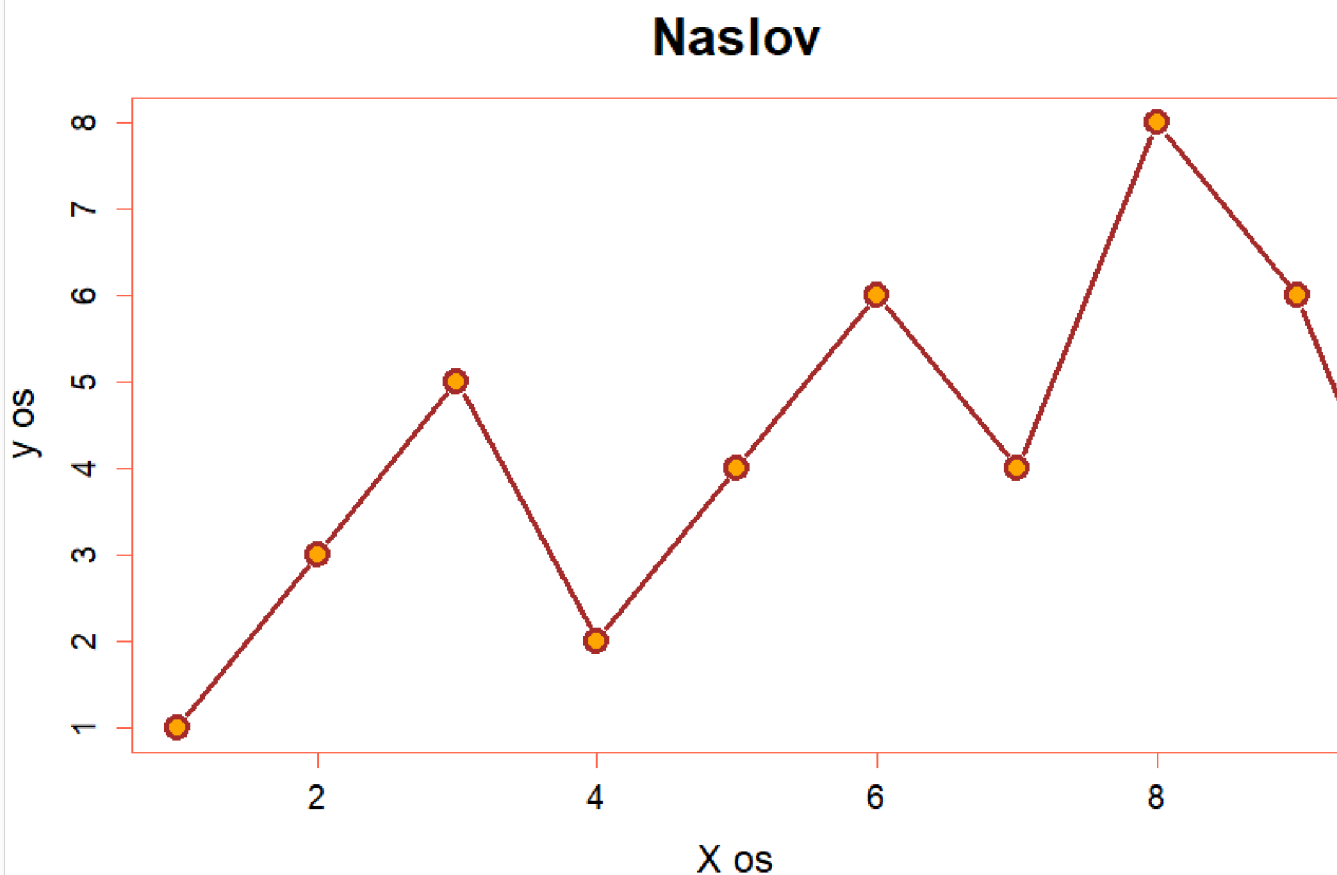


Bez točaka i linija (n)



Sažetak:

```
x <- 1:10
y <- c(1,3,5,2,4,6,4,8,6,2)
plot(
  x,                # vrijednosti na osi x
  y,                # vrijednosti na osi y
  xlim = c(1, 9),  # raspon x vrijednost
  ylim = c(1, 8),  # raspon y vrijednost
  main = "Naslov",  # naslov grafa
  xlab = "X os",    # naziv osi x
  ylab = "y os",    # naziv osi y
  cex.main = 2,     # veličina naslova
  cex.lab = 1.5,    # veličina naziva osi
  cex.axis = 1.25,  # veličina labela osi
  type = "b",       # vrsta linija/točaka
  lth = 2,          # vrsta linije
  pch = 21,         # vrsta točke
  lwd = 3,          # debljina linije i obruba točki
  cex = 2,          # veličina točki
  col = "brown",    # boja linije i točki
  bg = "orange",    # boja ispune točke
  fg = "tomato",    # boja obruba grafa
)
```



Abline

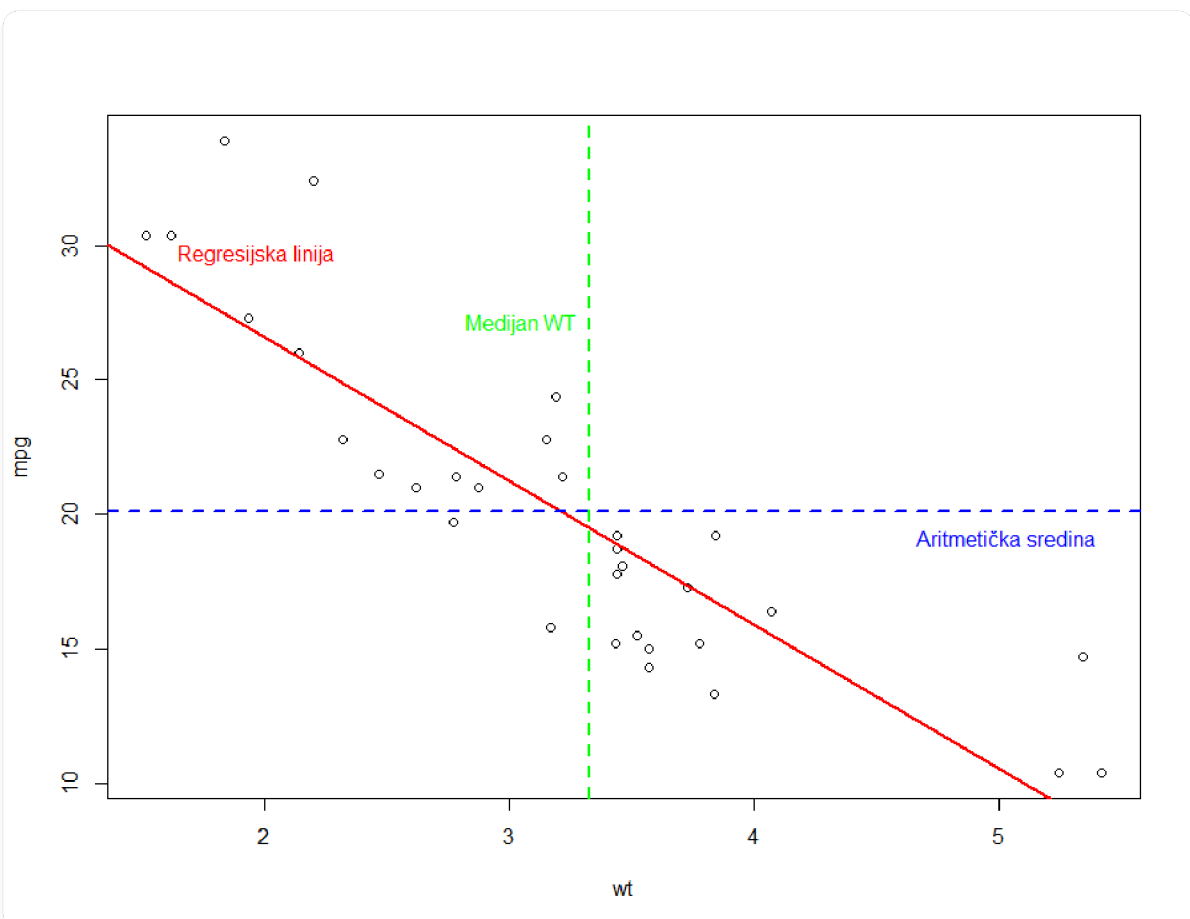
Funkcija `abline()` koristi se za dodavanje linija na grafove. Možemo dodati horizontalne, vertikalne linije, kao i linije temeljene na regresijskim modelima.

Funkcija	Opis	Argumenti	Primjer
h	Dodavanje horizontalne linije na određenu y-koordinatu	<code>col</code> , <code>lty</code> , <code>lwd</code>	<code>abline(h = 5, col = "red", lty = 2, lwd = 2)</code>
v	Dodavanje vertikalne linije na određenu x-koordinatu	<code>col</code> , <code>lty</code> , <code>lwd</code>	<code>abline(v = 3, col = "blue", lty = 1, lwd = 1)</code>
lm()	Dodavanje linije temeljene na linearnom modelu (regresija)	Model (npr. <code>lm()</code>), <code>col</code> , <code>lty</code> , <code>lwd</code>	<code>abline(lm(mpg ~ wt), col = "green")</code>

Primjer:

```
plot(wt, mpg)
abline(lm(mpg ~ wt), col="red", lwd=2) # linija linearne regresije
abline(h=mean(mpg), col="blue", lwd=2, lty=2) # linija aritmetičke sredine mpg
abline(v=median(wt), col="green", lwd=2, lty=2) # linija medijana wt

text(x=min(wt)*1.3, y=max(mpg)*0.9, labels="Regresijska linija", col="red", pos=1)
text(x=max(wt)*0.85, y=mean(mpg)*0.95, labels="Aritmetička sredina", col="blue", pos=4)
text(x=median(wt), y=max(mpg)*0.8, labels="Medijan WT", col="green", pos=2)
```



Lines

Funkcija `lines()` koristi se za dodavanje linija na postojeći graf u R-u. Za razliku od `plot()`, koji kreira novi graf, `lines()` samo nadodaje linije na postojeći prikaz. Može se koristiti za povezivanje točaka u skupu podataka, crtanje funkcija ili dodavanje trendova.

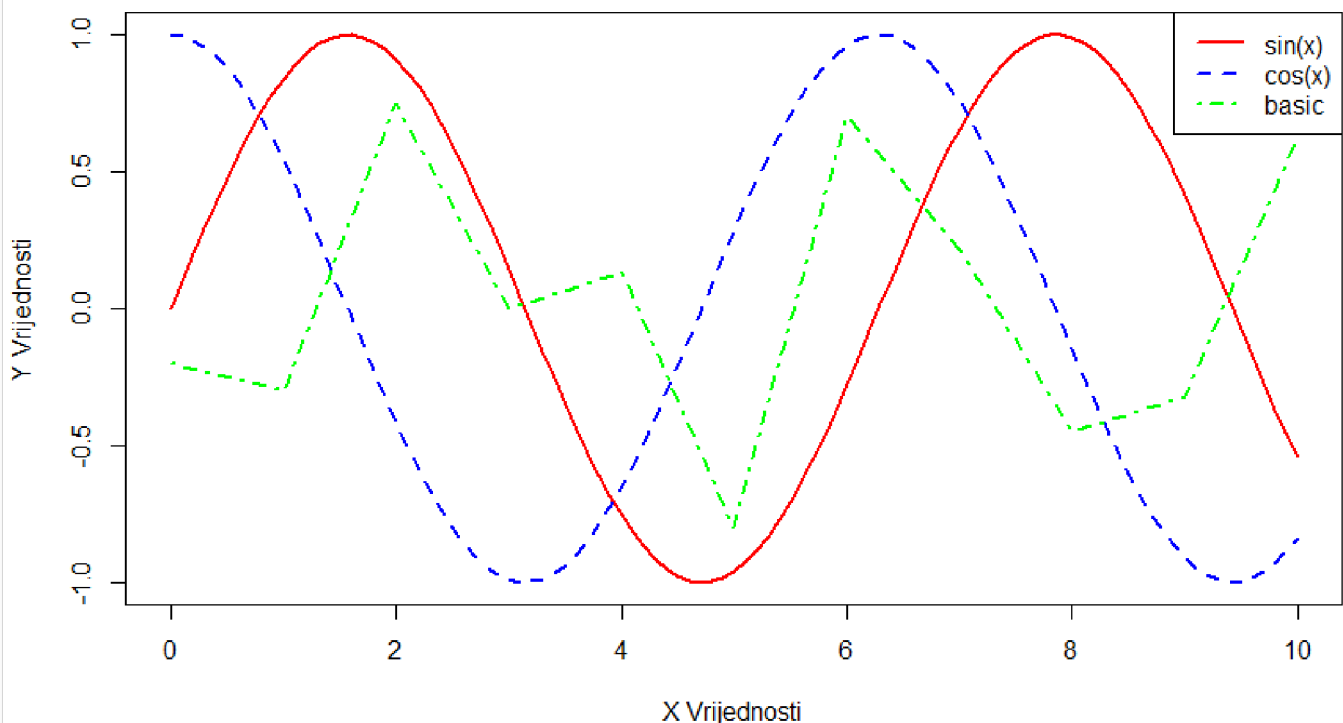
Primjer:

```
x <- seq(0, 10, by=0.1)
x2 <- seq(0, 10, by=1)

y1 <- sin(x)
y2 <- cos(x)
y3 <- c(-0.2, -0.3, 0.75, 0, 0.13, -0.8, 0.7, 0.21, -0.45, -0.32, 0.625)

plot(x, y1, type="l", col="red", lwd=2, ylim=c(-1,1), xlab="X Vrijednosti", ylab="Y Vrijednosti")
lines(x, y2, col="blue", lwd=2, lty=2)
lines(x2, y3, col="green", lwd=2, lty=4)

legend("topright", legend=c("sin(x)", "cos(x)", "rigid"), col=c("red", "blue", "green"), lty=c(1,2,4), lwd=2)
```



Ostali elementi

U R-u, razni elementi mogu se dodavati na grafove kako bi poboljšali čitljivost i interpretaciju podataka. To uključuje naslove, oznake osi, legende i grafičke oblike.

Funkcija	Opis	Argumenti	Primjer
title()	Dodaje naslov, podnaslov ili oznake osi	main, sub, xlab, ylab, col.main, col.sub itd.	<code>title(main="Naslov", sub="Podnaslov", col.main="red")</code>
mtext()	Dodaje tekst izvan granica grafičkog prikaza	text, side (1=bottom, 2=left, 3=top, 4=right), line, col, at	<code>mtext("Dodatni tekst", side=3, line=2, col="blue")</code>
legend()	Dodaje legendu unutar ili izvan grafičkog prikaza	x, y, legend, col, lty, pch, bty	<code>legend("topright", legend=c("Linija A", "Linija B"), col=c("red", "blue"), lty=1:2, cex=0.8, bty="n")</code>
text()	Dodaje prilagođeni tekst unutar grafičkog prostora	x, y, labels, col, pos, cex	<code>text(5, 0.5, "Ovdje je oznaka", col="green", pos=4)</code>
grid()	Dodaje mrežu za lakše očitavanje vrijednosti	col, lty, lwd	<code>grid(col="gray", lty=2, lwd=0.5)</code>
rect()	Ističe određeni dio grafa bojom u pozadini	xleft, ybottom, xright, ytop, col, border	<code>rect(2, -1, 4, 1, col=rgb(1,0,0,0.2), border=NA)</code>
segments()	Dodaje referentne crte	x0, y0, x1, y1, col, lty, lwd	<code>segments(2, -1, 2, 1, col="black", lty=2, lwd=2)</code>
polygon()	Iscrtava područje između određenih točaka	x, y, col, border	<code>polygon(c(2,3,3,2), c(-1,-1,1,1), col=rgb(0,0,1,0.3), border=NA)</code>
points()	Dodaje specifične oblike na pojedine točke	x, y, pch, col, cex	<code>points(5, 0, pch=19, col="red", cex=2)</code>
arrows()	Dodaje strelice za označavanje smjera	x0, y0, x1, y1, col, lty, length	<code>arrows(2,0,3,0.5, col="red", lwd=2, length=0.1)</code>
par(mfrow)	Omogućuje prikaz više grafova u istom prozoru	mfrow=c(n,m)	<code>par(mfrow=c(2,2)); plot(x,y); hist(x); boxplot(y); barplot(y)</code>

Primjer 1:

```
x <- seq(0, 10, by=0.1)
y <- sin(x)
z <- cos(x)

par(mfrow=c(1, 2))

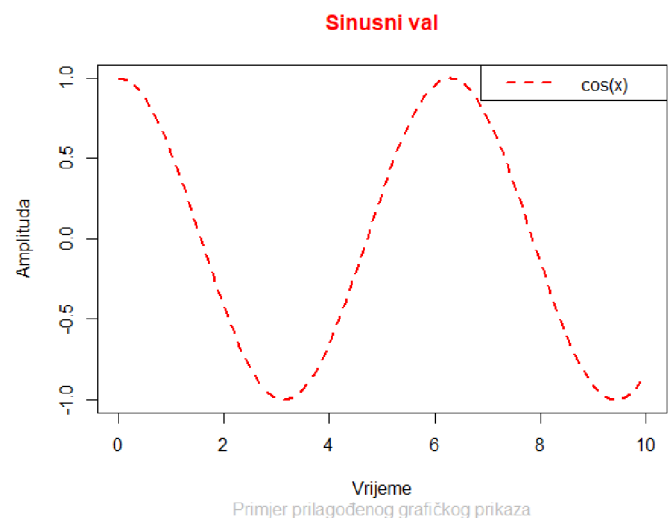
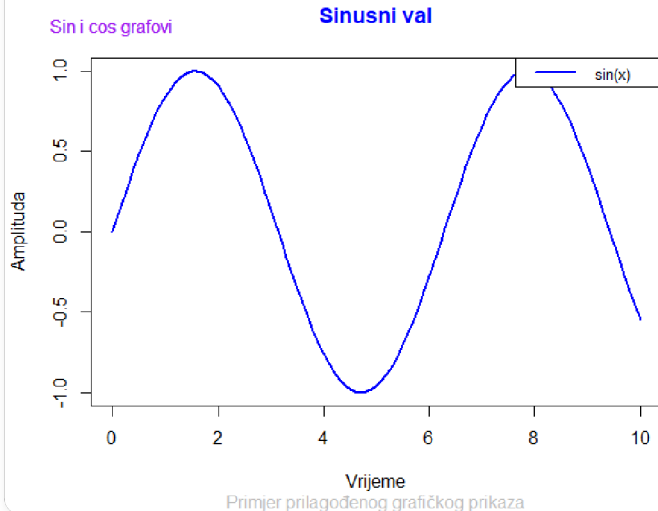
plot(x, y, type="l", col="blue", lwd=2, xlab="Vrijeme", ylab="Amplituda")

title(main="Sinusni val", sub="Primjer prilagođenog grafičkog prikaza",
col.main="blue", col.sub="gray")
legend("topright", legend=c("sin(x)"), col="blue", lty=1, cex=0.8, bty="n")

mtext("Sin i cos grafovi", line=1, col="purple", at=c(0,0))

plot(x, z, type="l", col="red", lwd=2, lty=2, xlab="Vrijeme", ylab="Amplituda")

title(main="Sinusni val", sub="Primjer prilagođenog grafičkog prikaza",
col.main="red", col.sub="gray")
legend("topright", legend=c("cos(x)"), col="red", lty=2, cex=0.8, bty="n")
```



Primjer 2:

```
x <- seq(0, 10, by=0.1)
y <- sin(x)

plot(x, y, type="l", col="blue", lwd=2, xlab="Vrijeme", ylab="Amplituda")
title(main="Sinusni val s dodatnim elementima")

# Dodavanje mreže
grid(col="gray", lty=2, lwd=0.5)

# Dodavanje pravokutnika
rect(2, -1, 4, 1, col=rgb(1,0,0,0.2), border=NA)

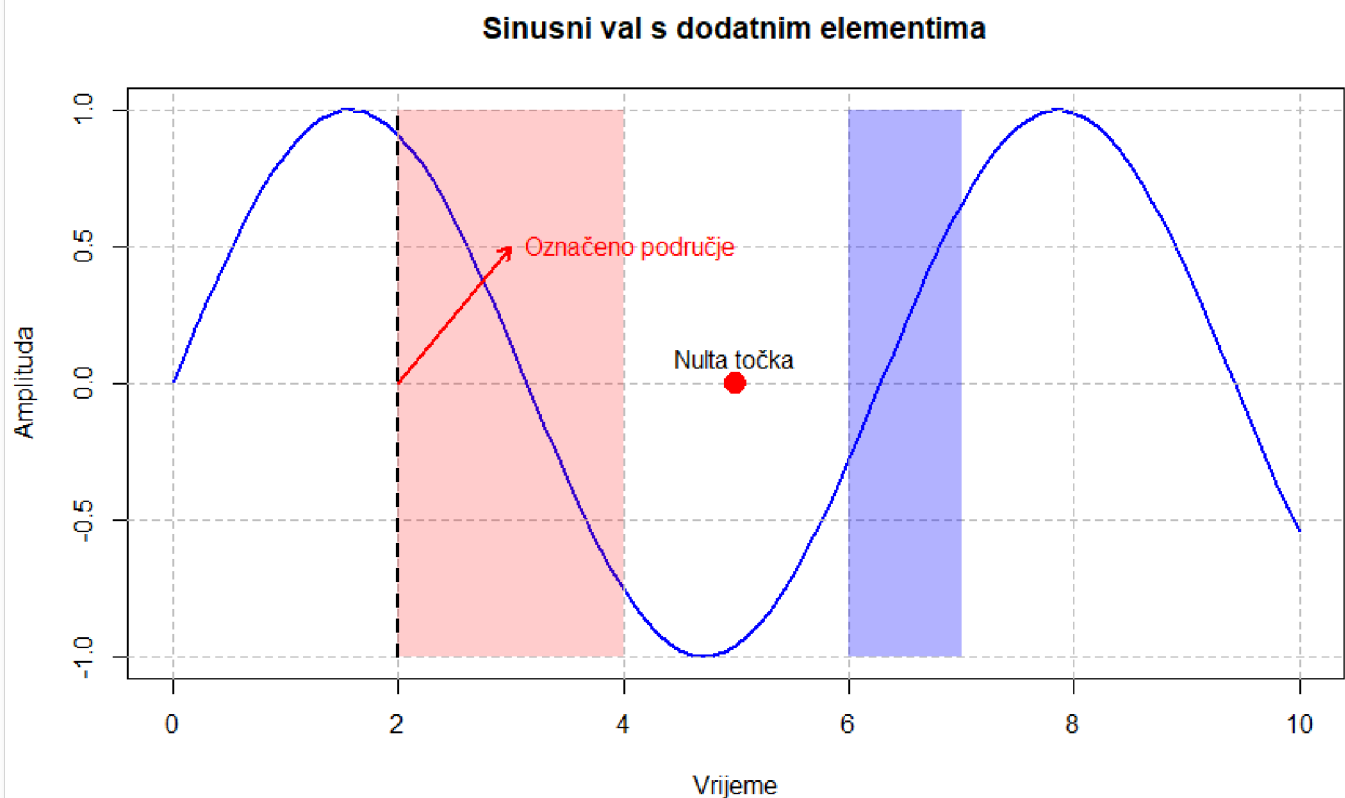
# Dodavanje referentne linije
segments(2, -1, 2, 1, col="black", lty=2, lwd=2)

# Dodavanje poligona
polygon(c(6,7,7,6), c(-1,-1,1,1), col=rgb(0,0,1,0.3), border=NA)

# Dodavanje oznaka
text(5, 0, "Nulta točka", col="black", pos=3)
text(3, 0.5, "Označeno područje", col="red", pos=4)

# Dodavanje strelice
arrows(2, 0, 3, 0.5, col="red", lwd=2, length=0.1)

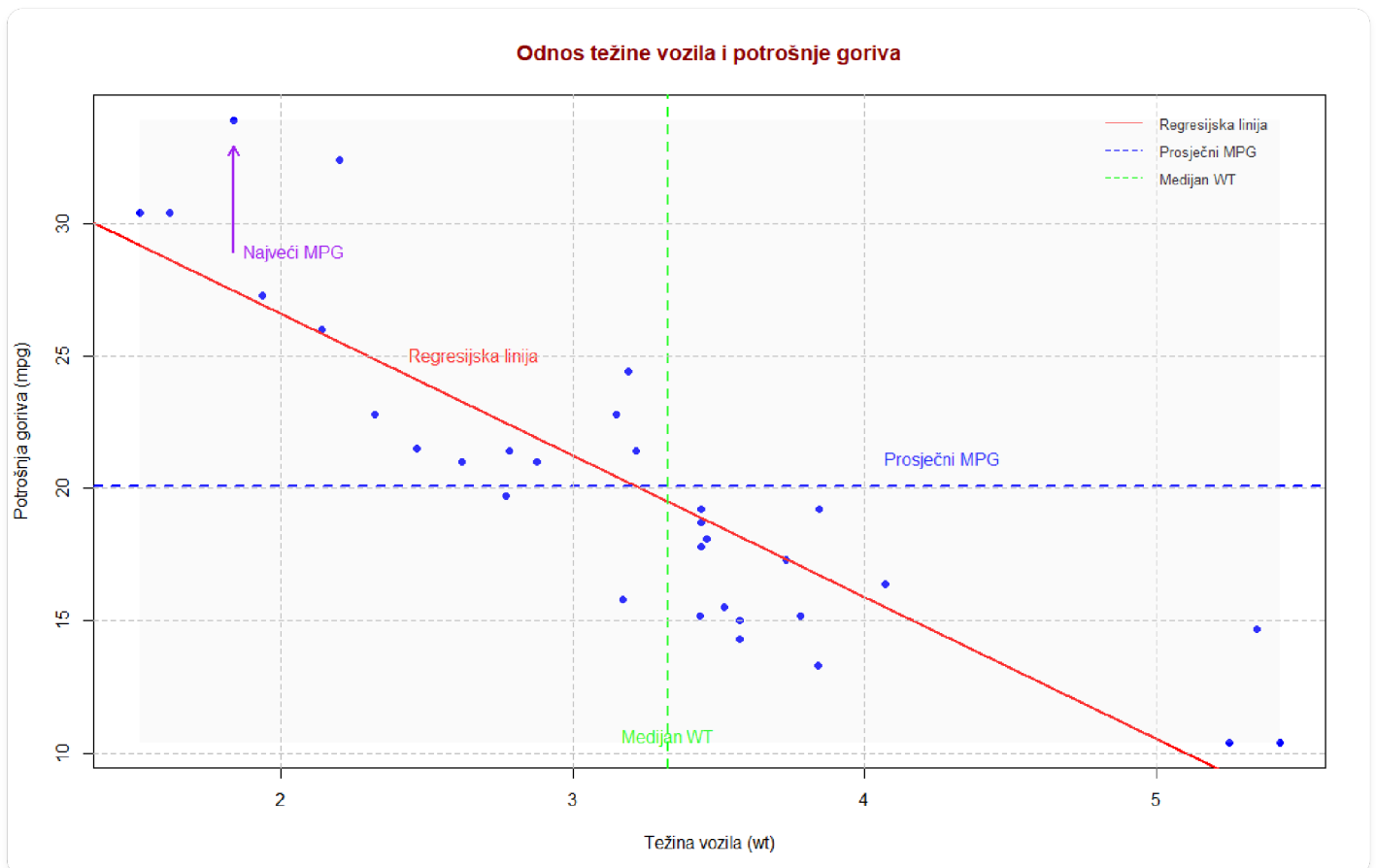
# Dodavanje točke s posebnim simbolom
points(5, 0, pch=19, col="red", cex=2)
```



Vježba 1

Istražujemo podatke o automobilima i želimo vizualizirati odnos između težine vozila (`wt`) i potrošnje goriva (`mpg`) koristeći skup podataka `mtcars`. Cilj je dodati korisne vizualne elemente kako biste istaknuli važne vrijednosti i trendove.

1. Nacrtajte raspršeni dijagram (`plot()`) za `wt` (x-os) i `mpg` (y-os)
2. Dodajte regresijsku liniju koristeći `abline(lm())`
3. Dodajte horizontalnu liniju na prosječnu vrijednost `mpg` i vertikalnu liniju na medijan `wt`
4. Dodajte naslov i oznake osi koristeći `title()`
5. Dodajte legendu koja označava regresijsku liniju, prosječnu vrijednost i medijan
6. Koristite `text()` za dodavanje oznaka uz sve tri linije grafa
7. Dodajte mrežu (`grid()`) radi boljeg pregleda podataka
8. Ručno označite područje između prvog i trećeg kvartila pomoću `rect()`
9. Dodajte strelicu (`arrows()`) koja upućuje na vozilo s najvećom potrošnjom (`mpg`)



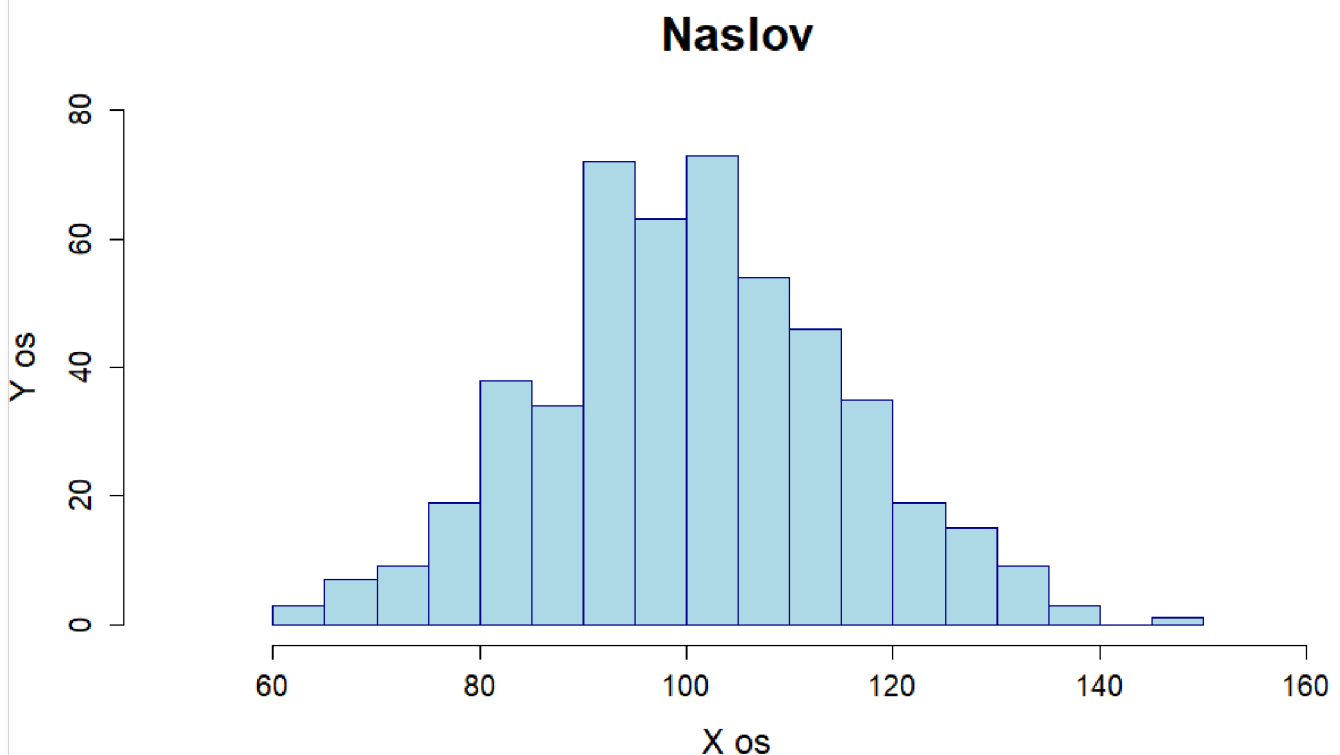
Histogram hist()

Histogram je grafički prikaz distribucije numeričkih podataka. Koristi se za vizualizaciju frekvencije pojavljivanja vrijednosti unutar određenog raspona (intervala). U R-u, histogram se generira pomoću funkcije `hist()`.

Osnovna sintaksa funkcije `hist()`:

```
# Generiranje normalno distribuirane varijable
set.seed(123)
x <- rnorm(500, mean = 100, sd = 15)

hist(
  x,                      # vrijednosti
  breaks = 20,            # razredi
  xlim = c(50, 160),      # raspon x vrijednost
  ylim = c(0, 80),        # raspon y vrijednost
  main = "Naslov",        # naslov
  xlab = "X os",          # naziv osi x
  ylab = "Y os",          # naziv osi y
  cex.main = 2,           # veličina naslova
  cex.lab = 1.5,          # veličina naziva osi
  cex.axis = 1.25,        # veličina labela osi
  col = "lightblue",      # boja stupaca
  border = "darkblue",    # boja rubova
)
```

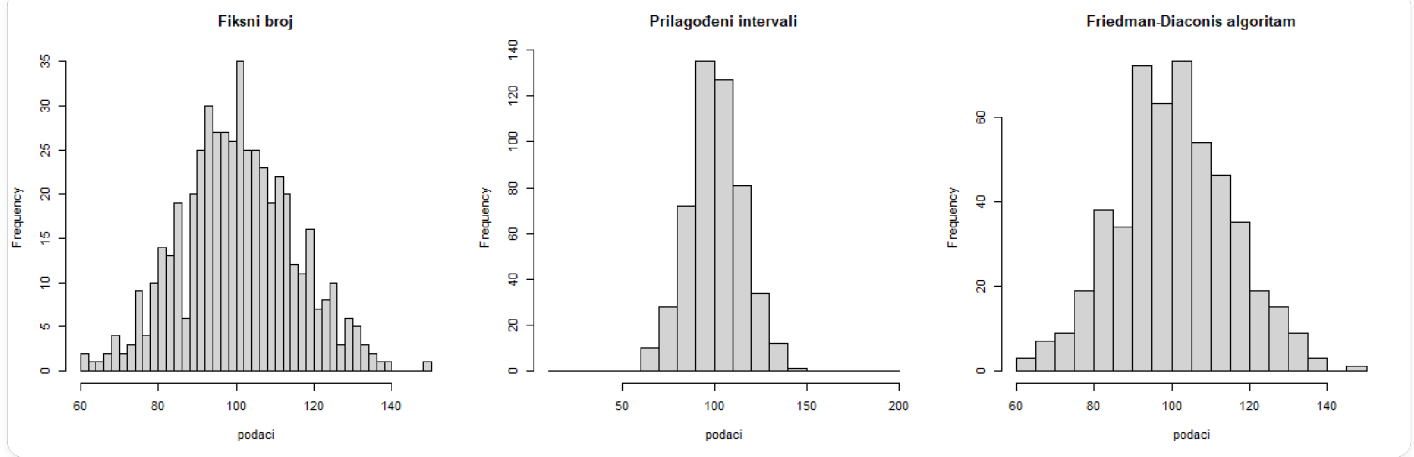


Podešavanje intervala (breaks):

- Može biti broj (broj intervala)
- Vektor graničnih vrijednosti
- Naziv algoritma ("Sturges", "Scott", "FD")

Primjer:

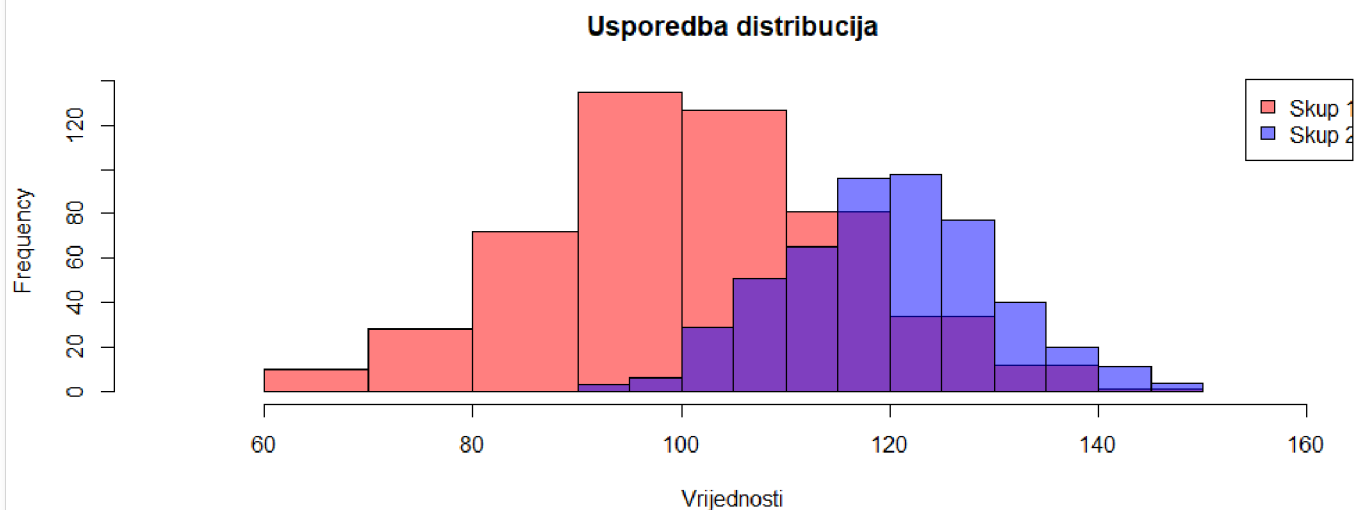
```
par(mfrow=c(1,3))
hist(podaci, main="Fiksni broj", breaks = 50)
hist(podaci, main="Prilagođeni intervali", breaks = seq(10, 200, by = 10))
hist(podaci, main="Friedman-Diaconis algoritam", breaks = "FD")
```



Više histograma na istoj slici koristeći parametar `add`:

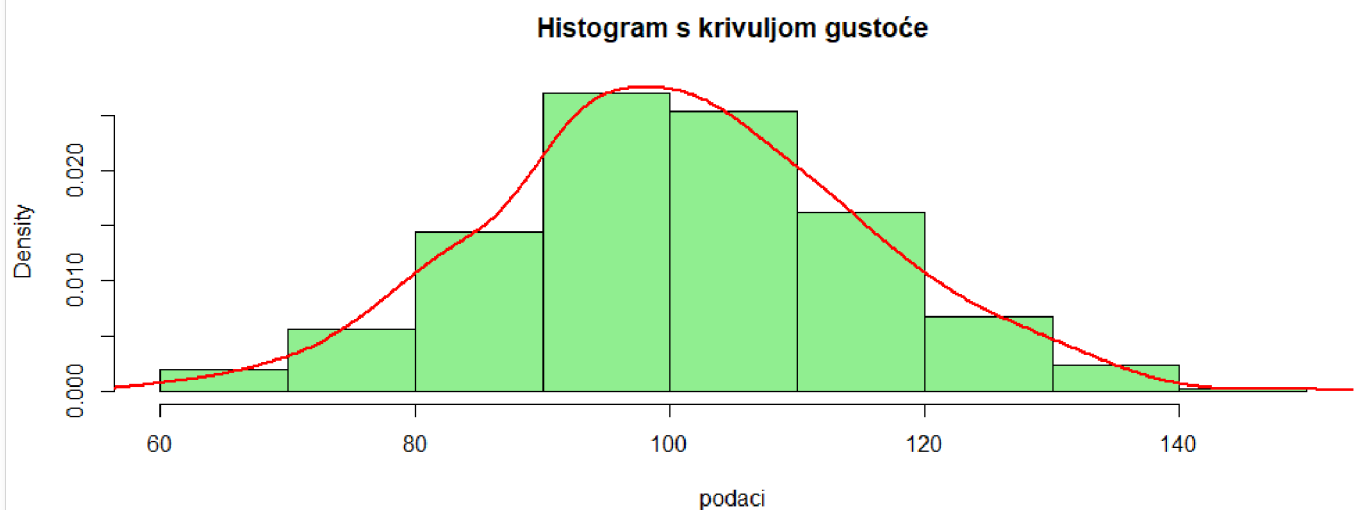
```
set.seed(123)
podaci1 <- rnorm(500, mean = 100, sd = 15)
podaci2 <- rnorm(500, mean = 120, sd = 10)

hist(podaci1,
     col = rgb(1,0,0,0.5), # Crvena s prozirnošću
     main = "Usporedba distribucija",
     xlab = "Vrijednosti",
     xlim = c(50, 160))
hist(podaci2,
     col = rgb(0,0,1,0.5), # Plava s prozirnošću
     add = TRUE)           # Dodaj na postojeći graf
legend("topright",
     legend = c("Skup 1", "Skup 2"),
     fill = c(rgb(1,0,0,0.5), rgb(0,0,1,0.5)))
```



Dodavanje krivulje gustoće `freq=FALSE` i `lines(density(x))`:

```
hist(podaci,
     freq = FALSE,           # Prikaz gustoće umjesto frekvencije
     col = "lightgreen",
     main = "Histogram s krivuljom gustoće")
lines(density(podaci),      # Dodavanje krivulje gustoće
     col = "red",
     lwd = 2)
```

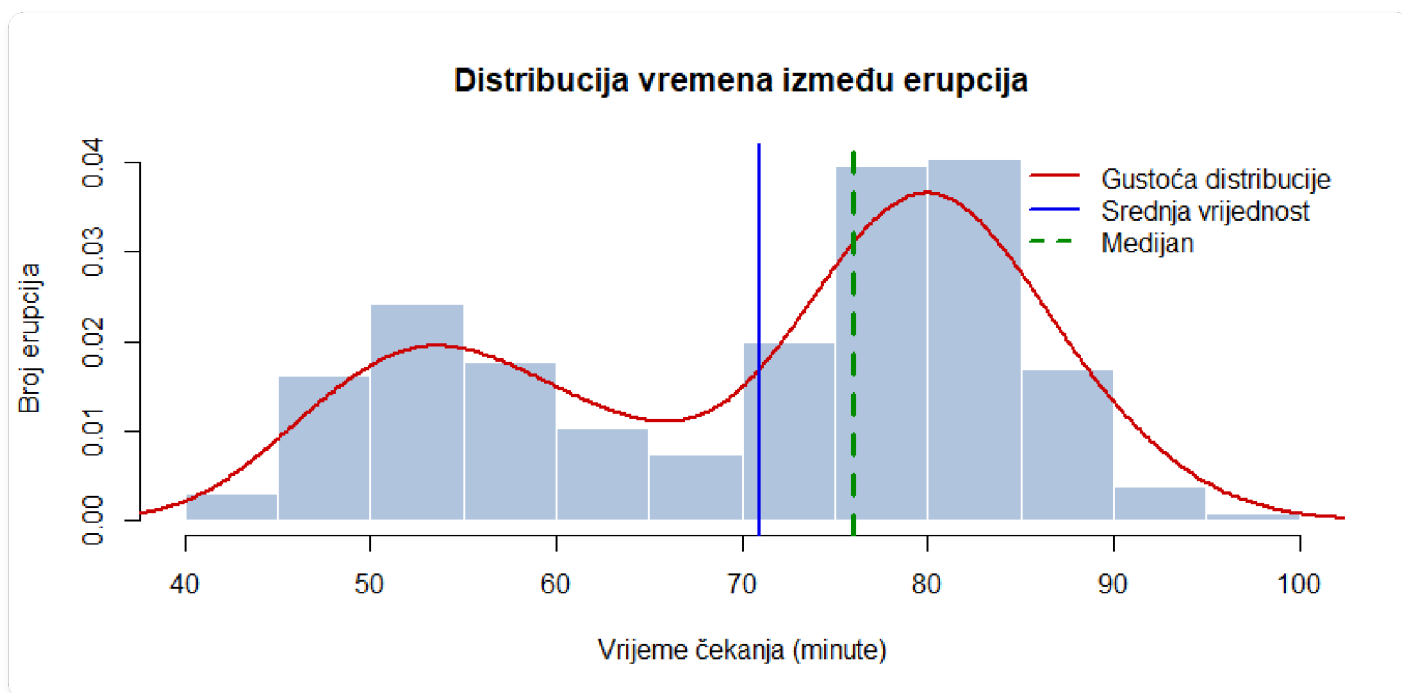


Vježba 2

Istražujemo podatke o erupcijama geizira i želimo vizualizirati distribuciju vremena između erupcija `waiting` koristeći skup podataka **faithful**. Cilj je dodati korisne vizualne elemente kako bismo istaknuli važne vrijednosti i karakteristike distribucije.

1. Koristite podatke `waiting` (vrijeme između erupcija geizira)
2. Kreirajte histogram s 15 razreda
3. Postavite **naslov** "Distribucija vremena između erupcija"
4. Oznake osi neka budu "Vrijeme čekanja (minute)" i "Broj erupcija"
5. Postavite boju stupaca na `lightsteelblue`
6. Dodajte **krivulju gustoće distribucije** (crvena boja, debljina linije 2)
7. Dodajte **vertikalnu liniju** za **srednju vrijednost** (plava, puna linija)
8. Dodajte **vertikalnu liniju** za **medijan** (zelena, isprekidana linija)
9. Dodajte **legendu** koja objašnjava sve elemente grafa

Primjer:

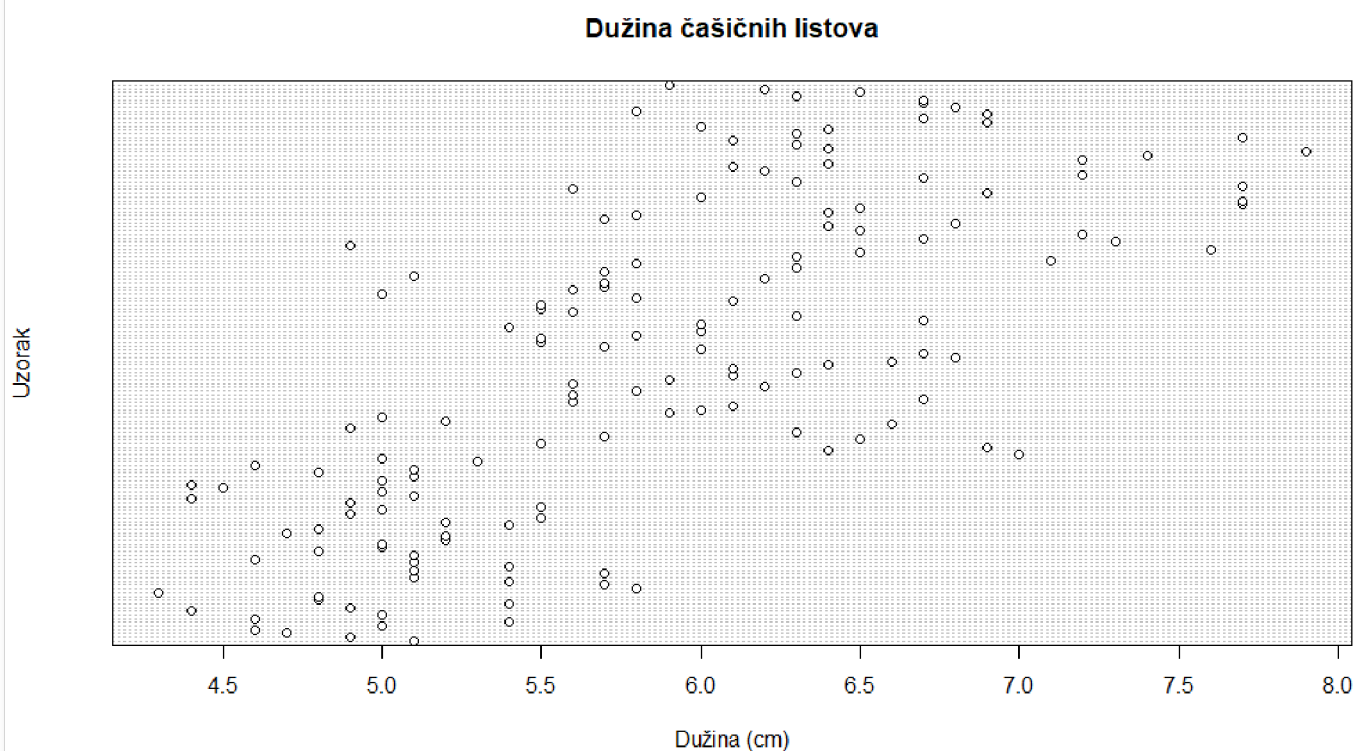


Točkasti dijagram `dotchart()`

Točkasti dijagram je vrsta grafičkog prikaza koji prikazuje vrijednosti podataka kao točke duž brojčane linije. Ova vrsta vizualizacije posebno je korisna za:

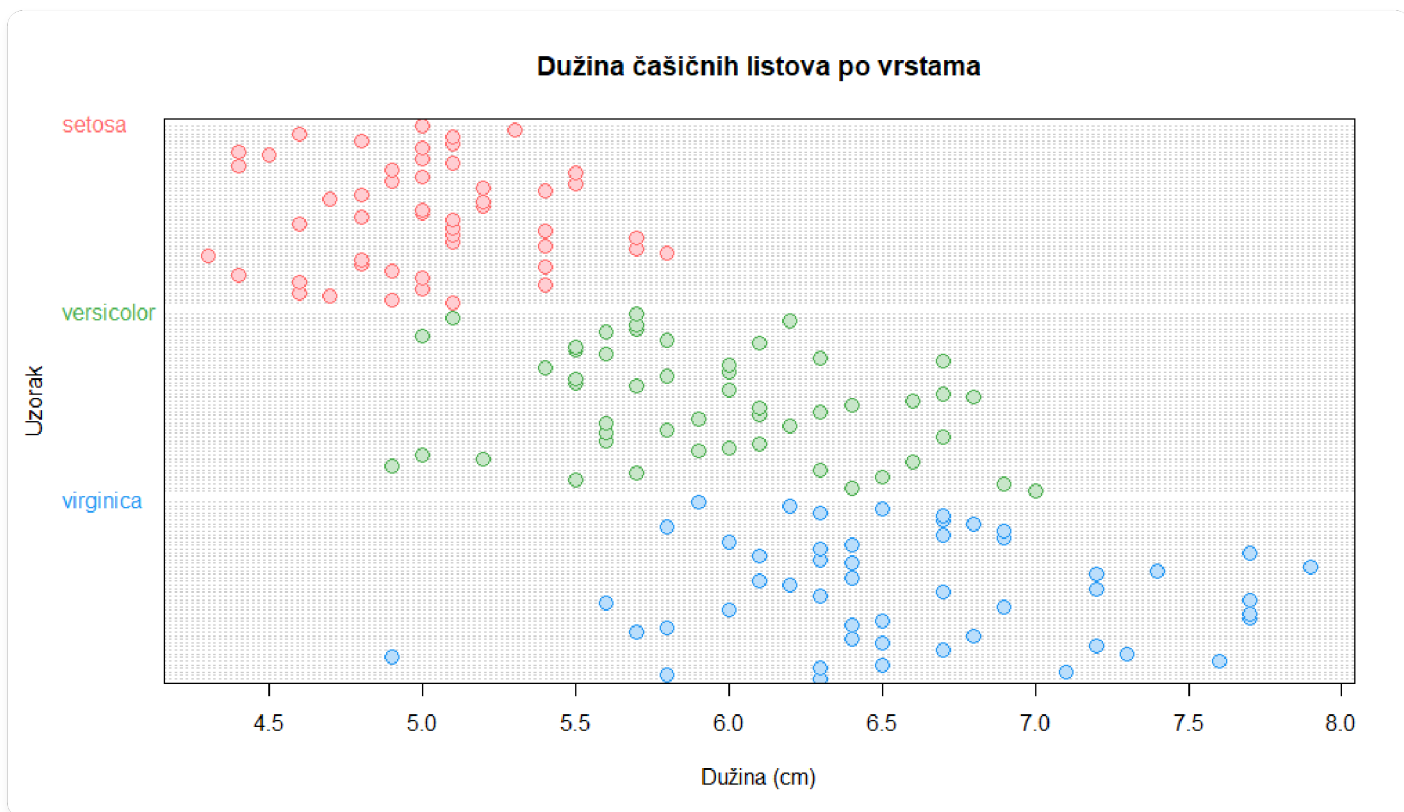
- Prikazivanje distribucije podataka
- Usporedbu vrijednosti između različitih kategorija
- Vizualizaciju rang-liste vrijednosti

```
data(iris)
dotchart(iris$Sepal.Length,
  main = "Dužina čašičnih listova",
  xlab = "Dužina (cm)",
  ylab = "Uzorak")
```



```
dotchart(x = iris$Sepal.Length,
  groups = iris$Species,
  gcolor = c("#FF6B6B", "#4CAF50", "#2196F3"),
  lcolor = "gray80",
  color = c("#FF6B6B", "#4CAF50", "#2196F3")[as.numeric(iris$Species)],
  bg = rev(c("#FFCDD2", "#C8E6C9", "#BBDEFB"))[as.numeric(iris$Species)],
  main = "Dužina čašičnih listova po vrstama",
  xlab = "Dužina (cm)",
  ylab = "Uzorak",
  pch = 21,
  pt.cex = 1.5,
  cex = 1)
```

- `x` - Vektor podataka (dužine čašičnih listova)
- `groups` - Grupiranje po vrstama cvijeća
- `gcolor` - Boje oznaka grupa (crvena, zelena, plava)
- `lcolor` - Boja linija poveznica (svijetlo siva)
- `color` - Boje rubova točaka po vrstama
- `bg` - Boje ispunje točaka (svjetlije nijanse)
- `pt.cex` - Veličina točaka (1.5× standardne)

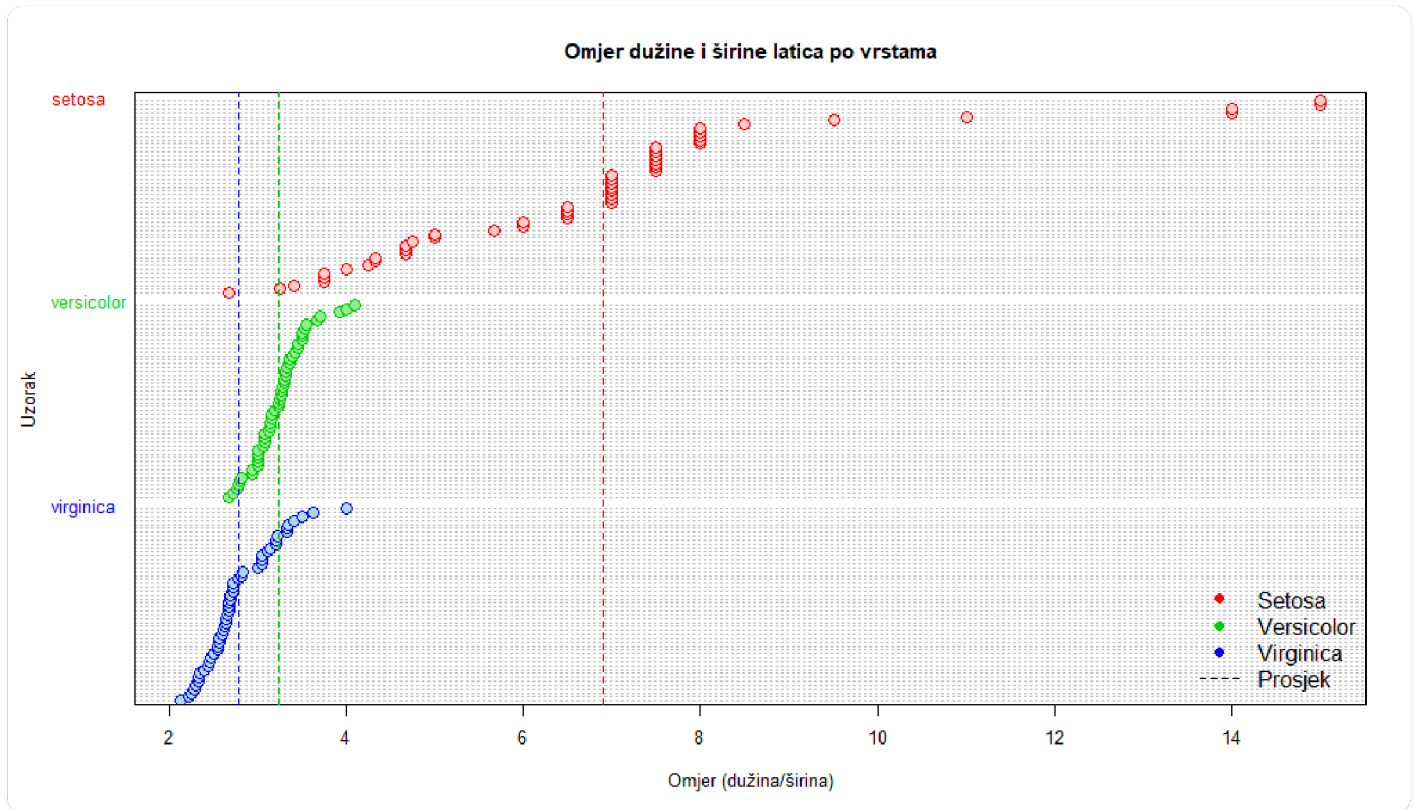


Vježba 3

Istražujemo podatke o karakteristikama cvijeća iz **Iris** dataseta i želimo vizualizirati omjer dužine i širine latica ($\text{Petal.Length}/\text{Petal.Width}$) koristeći točkasti dijagram. Cilj je istaknuti razlike između vrsta cvijeća i njihove prosječne vrijednosti.

1. Koristite podatke `Petal.Length` i `Petal.Width` za izračun omjera (`Ratio`)
2. Kreirajte **točkasti dijagram** s grupiranjem po vrstama cvijeća (`Species`)
3. Postavite **naslov** "Omjer dužine i širine latica po vrstama"
4. Oznake osi neka budu "Omjer (dužina/širina)" i "Uzorak"
5. Postavite **boje grupa**:
 - Setosa (red)
 - Versicolor (green)
 - Virginica (blue)
6. Dodajte **vertikalne linije** za prosječne vrijednosti po vrstama
7. Dodajte **legendu**:
 - Boje točaka = vrste cvijeća
 - Linija = prosjek

Primjer:



Stupčasti prikaz `barplot()`

Stupčasti dijagram (`barplot`) koristi se za vizualizaciju kategoričkih podataka, prikazujući vrijednosti u obliku vertikalnih ili horizontalnih stupaca. Posebno je koristan za usporedbu vrijednosti između različitih skupina.

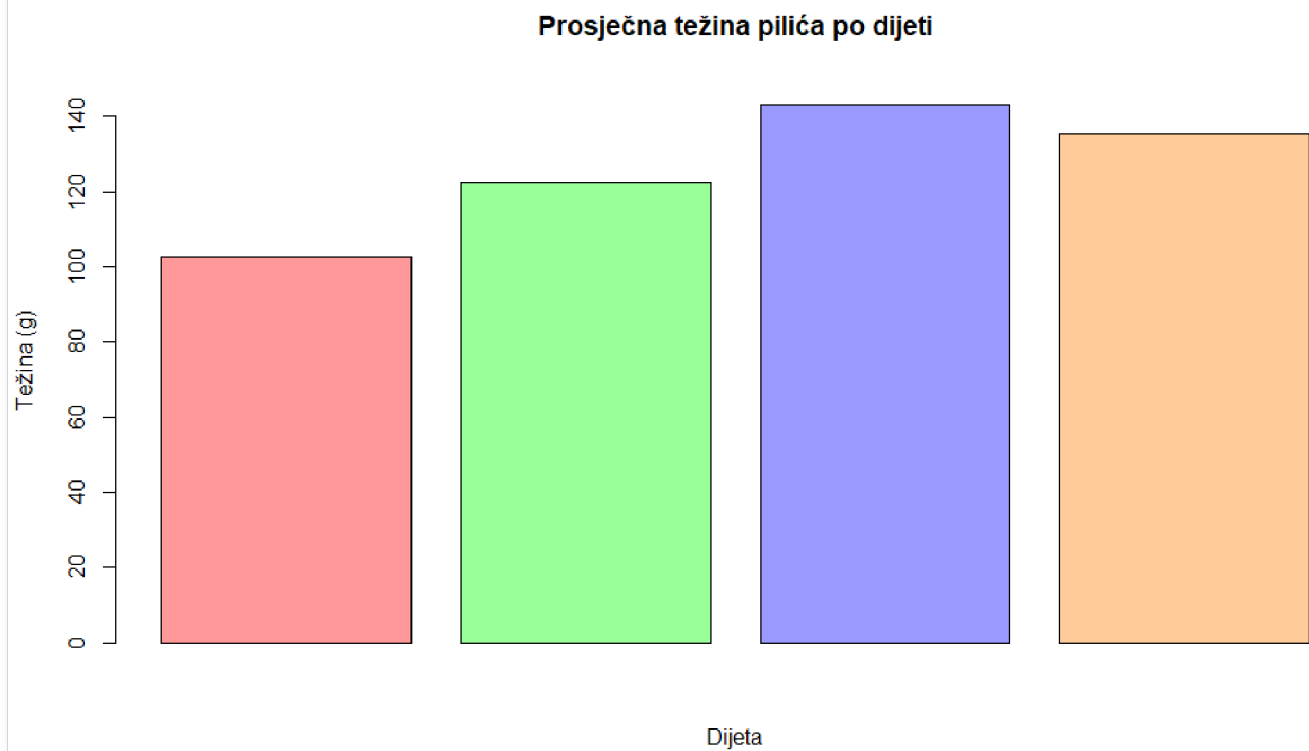
Funkcija `barplot()` stvara stupčasti dijagram na temelju numeričkog vektora ili matrice.

```
barplot(height, names.arg = NULL, horiz = FALSE, col = NULL, ...)
```

- **height** – vektor ili matrica vrijednosti za prikaz
- **names.arg** – oznake za svaki stupac
- **horiz** – TRUE za horizontalne stupce, FALSE (default) za vertikalne
- **col** – boje stupaca

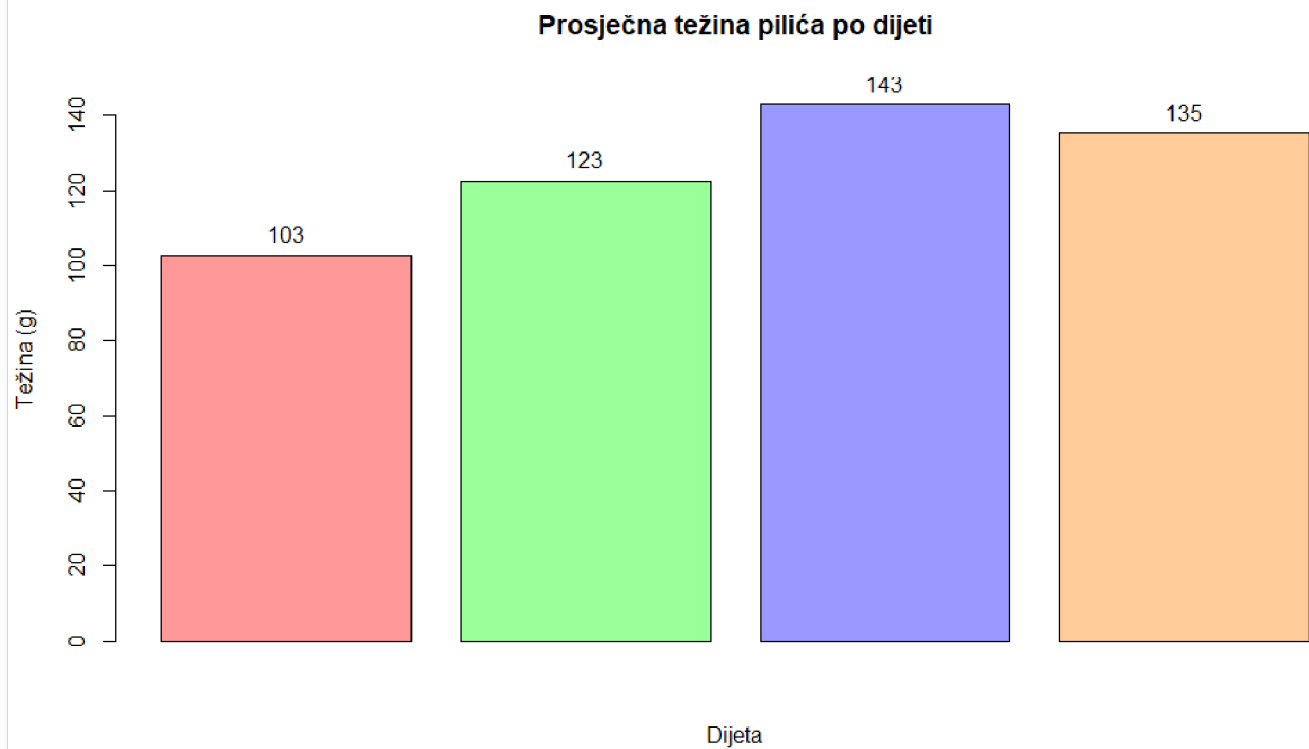
```
data(ChickWeight)
# Prosječna težina po dijeti
mean_weight <- aggregate(weight ~ Diet, ChickWeight, mean)

bp <- barplot(mean_weight$weight,
  main = "Prosječna težina pilića po dijeti",
  xlab = "Dijeta",
  ylab = "Težina (g)",
  col = c("#FF9999", "#99FF99", "#9999FF", "#FFCC99"),
  ylim = c(0, 150))
```



Dodavanje oznaka iznad svakog stupca:

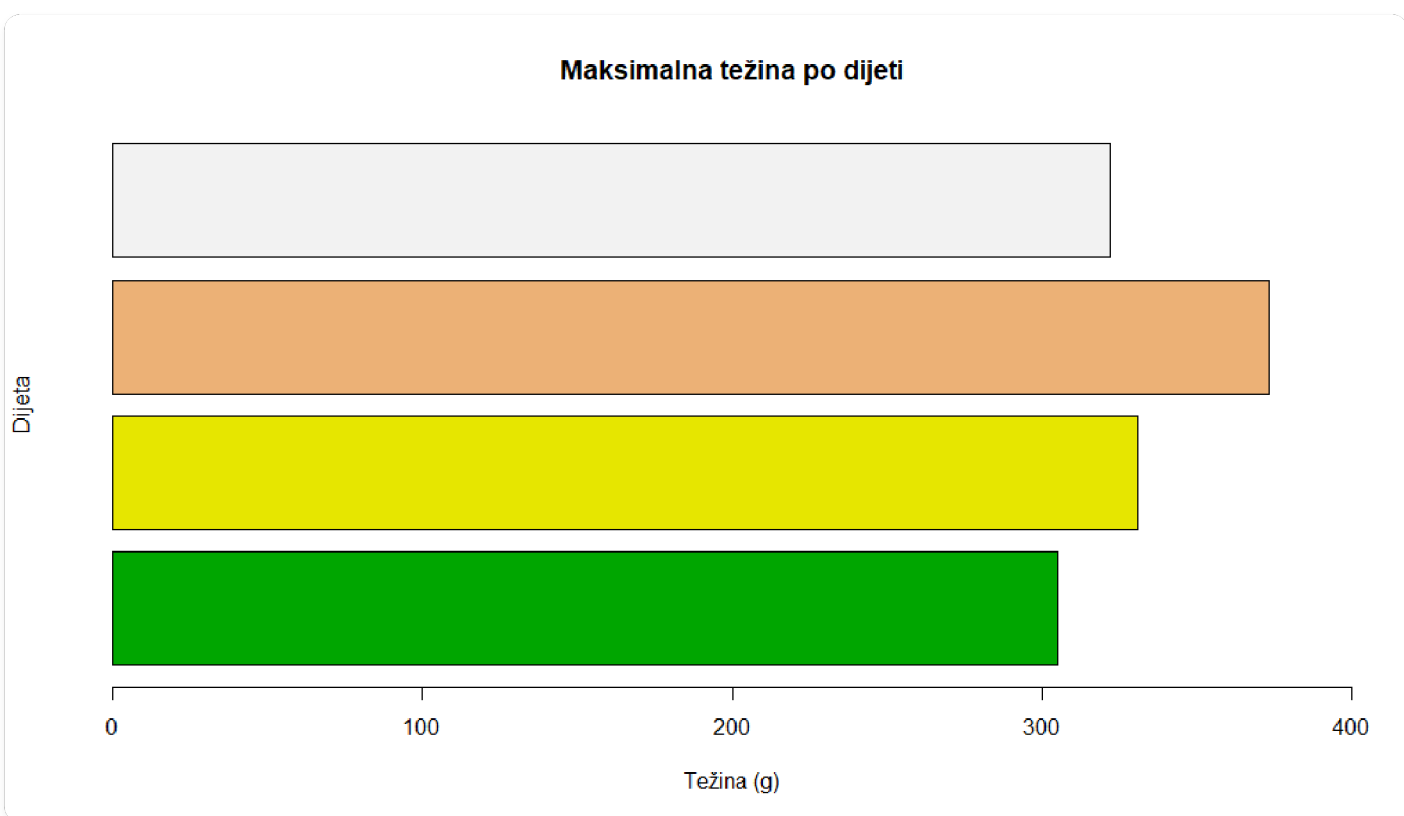
```
text(x = bp, y = mean_weight$weight, labels = round(mean_weight$weight), pos = 3)
```



Horizontalni stupčasti dijagram `horiz = TRUE`:

```
# Najveća težina po dijeti
max_weight <- aggregate(weight ~ Diet, ChickWeight, max)

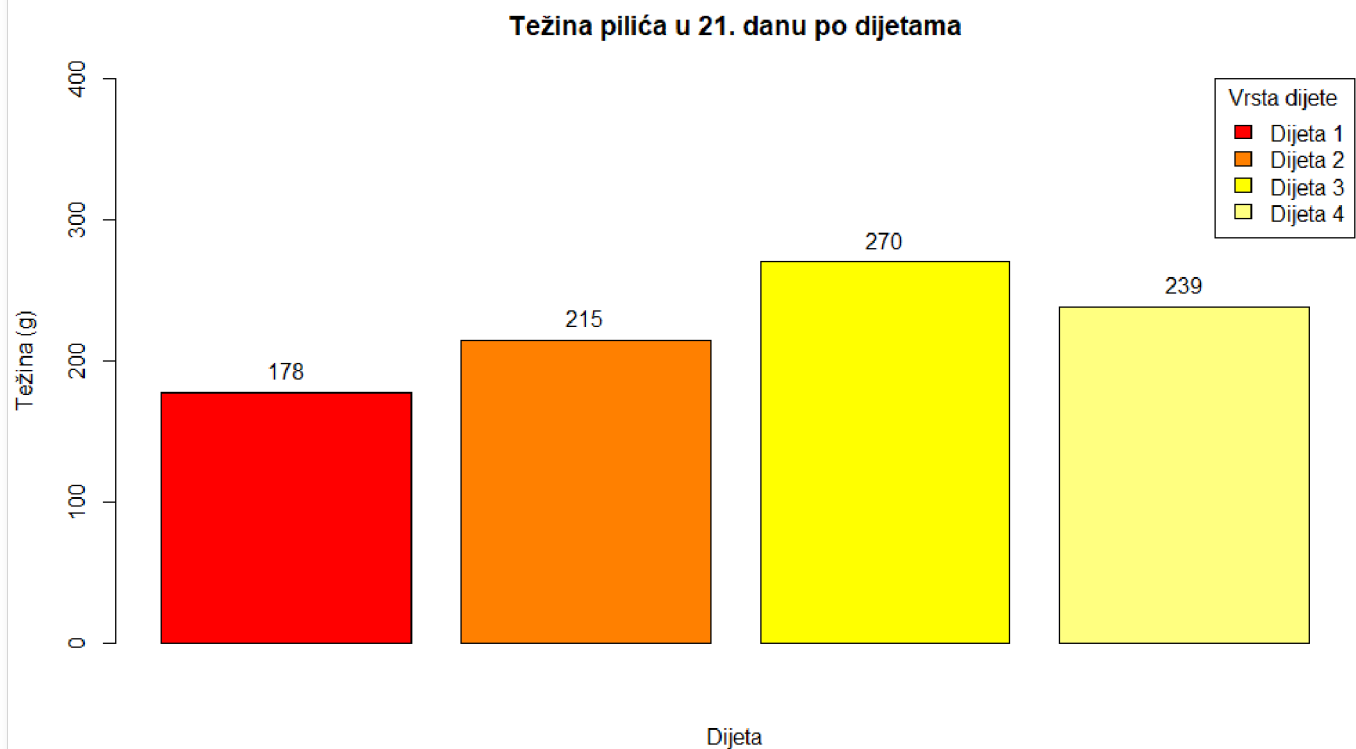
barplot(max_weight$weight,
        horiz = TRUE,
        main = "Maksimalna težina po dijeti",
        xlab = "Težina (g)",
        ylab = "Dijeta",
        col = terrain.colors(4),
        xlim = c(0, 400))
```



Vježba 4

Istražujemo podatke o razvoju pilića iz **ChickWeight** dataseta i želimo vizualizirati prosječnu težinu pilića u 21. danu prema različitim dijetama koristeći stupčasti dijagram. Cilj je istaknuti razlike u razvoju između skupina s različitim načinima ishrane.

1. Koristite podatke `weight` i `Diet` za piliće u 21. danu
2. Kreirajte **stupčasti dijagram** prosječnih težina po dijetama
3. Postavite **naslov** "Težina pilića u 21. danu po dijetama"
4. Oznake osi neka budu "Dijeta" i "Težina (g)"
5. Postavite **boje stupaca**
6. Dodajte **numeričke vrijednosti** iznad svakog stupca
7. Dodajte **legendu** koja objašnjava:
 - Boje stupaca = vrste dijeta
 - Numeričke vrijednosti = prosječna težina u gramima



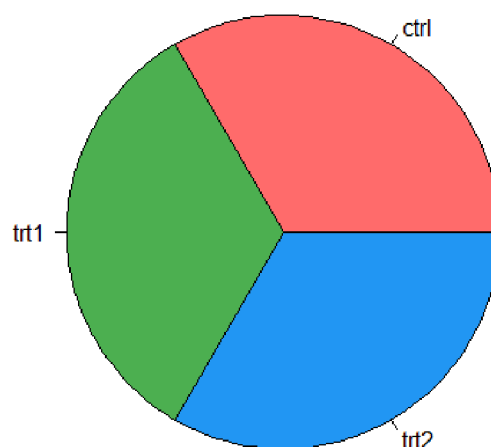
Tortni prikaz `pie()`

Tortni dijagram (`pie`) koristi se za prikazivanje proporcija ili postotaka u skupu podataka. Posebno je koristan za vizualizaciju strukture cjeline.

```
data(PlantGrowth)
# Broj biljaka po skupinama
counts <- table(PlantGrowth$group)

pie(counts,
     main = "Raspodjela biljaka po eksperimentalnim skupinama",
     col = c("#FF6B6B", "#4CAF50", "#2196F3"))
```

Raspodjela biljaka po eksperimentalnim skupinama



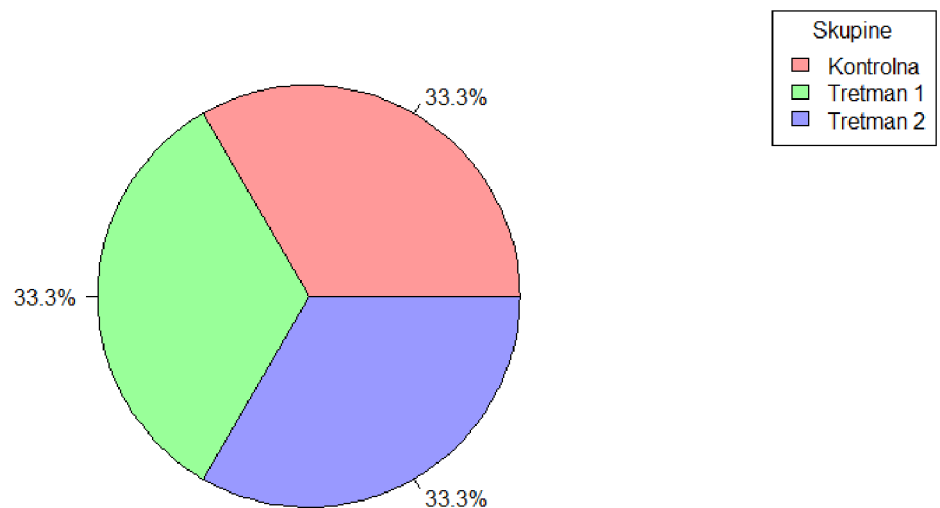
Postoci i legenda:

```
# Izračun postotaka
percentages <- round(100 * counts/sum(counts), 1)

pie(counts,
     labels = paste0(percentages, "%"),
     main = "Postotna raspodjela biljaka po skupinama",
     col = c("#FF9999", "#99FF99", "#9999FF"))

legend("topright",
      legend = c("Kontrolna", "Tretman 1", "Tretman 2"),
      fill = c("#FF9999", "#99FF99", "#9999FF"))
```

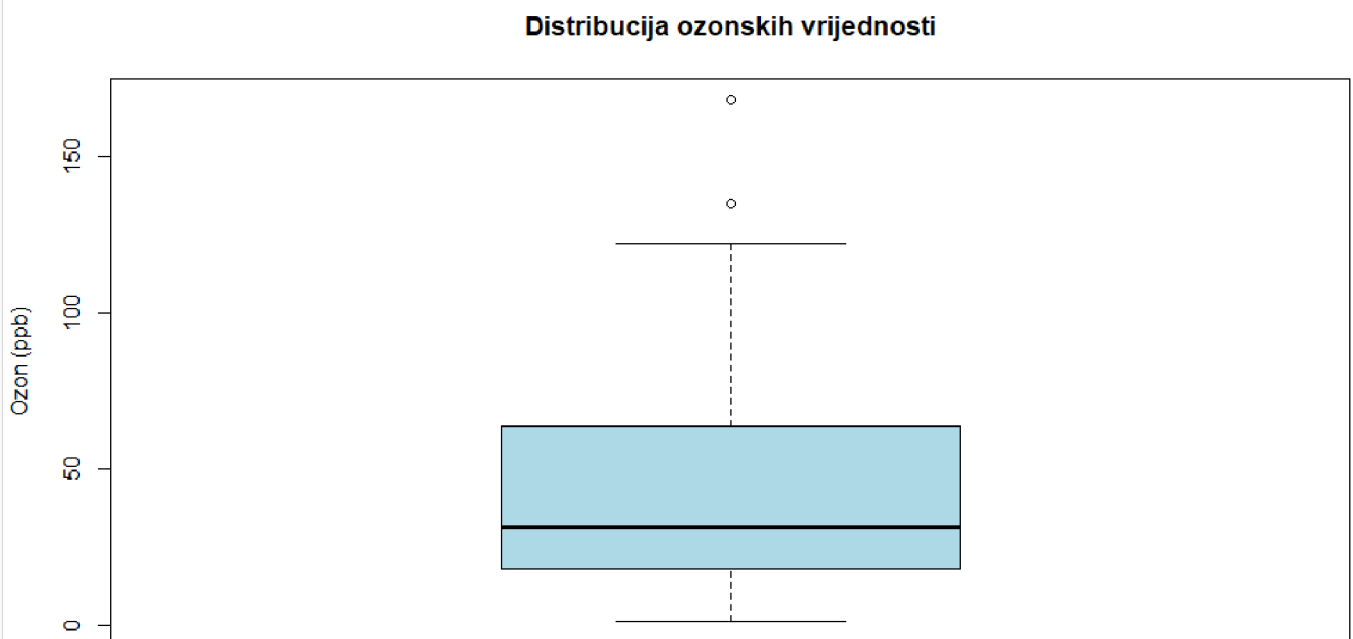
Postotna raspodjela biljaka po skupinama



Kutijasti prikaz `boxplot()`

Kutijasti dijagram (boxplot) prikazuje distribuciju numeričkih podataka kroz njihove kvartile, pružajući vizualni pregled središnje tendencije, varijabilnosti i outliera.

```
data(airquality)
boxplot(airquality$Ozone,
        main = "Distribucija ozonskih vrijednosti",
        ylab = "Ozon (ppb)",
        col = "lightblue")
```



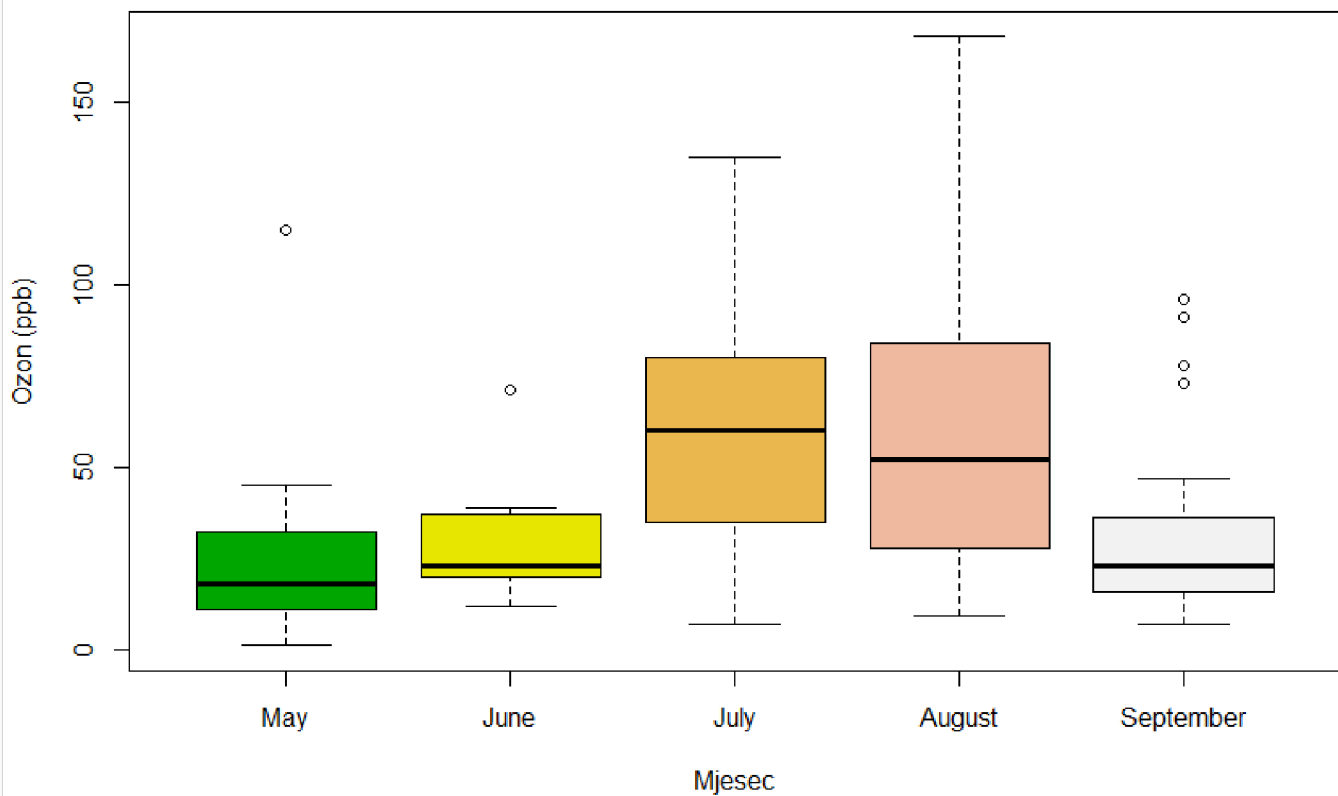
- **Kutija** prikazuje interkvartilni raspon (IQR, 25–75 percentil)
- **Crta** u kutiji označava medijan
- **Brkovi/Linije** pokazuju raspon podataka (obično $1.5 \times \text{IQR}$)
- **Točke** izvan brkova su outlieri
- **Širina kutije** ukazuje na broj opažanja (šira kutija = više podataka)

Vertikalni boxplot (Ozon po mjesecima) ~:

```
boxplot(Ozone ~ Month, data = airquality,
        main = "Ozon po mjesecima",
        xlab = "Mjesec",
        ylab = "Ozon (ppb)",
        col = terrain.colors(5),
        names = month.name[5:9])
```

- **names:** postavljanje imena za svaku kutiju

Ozon po mjesecima

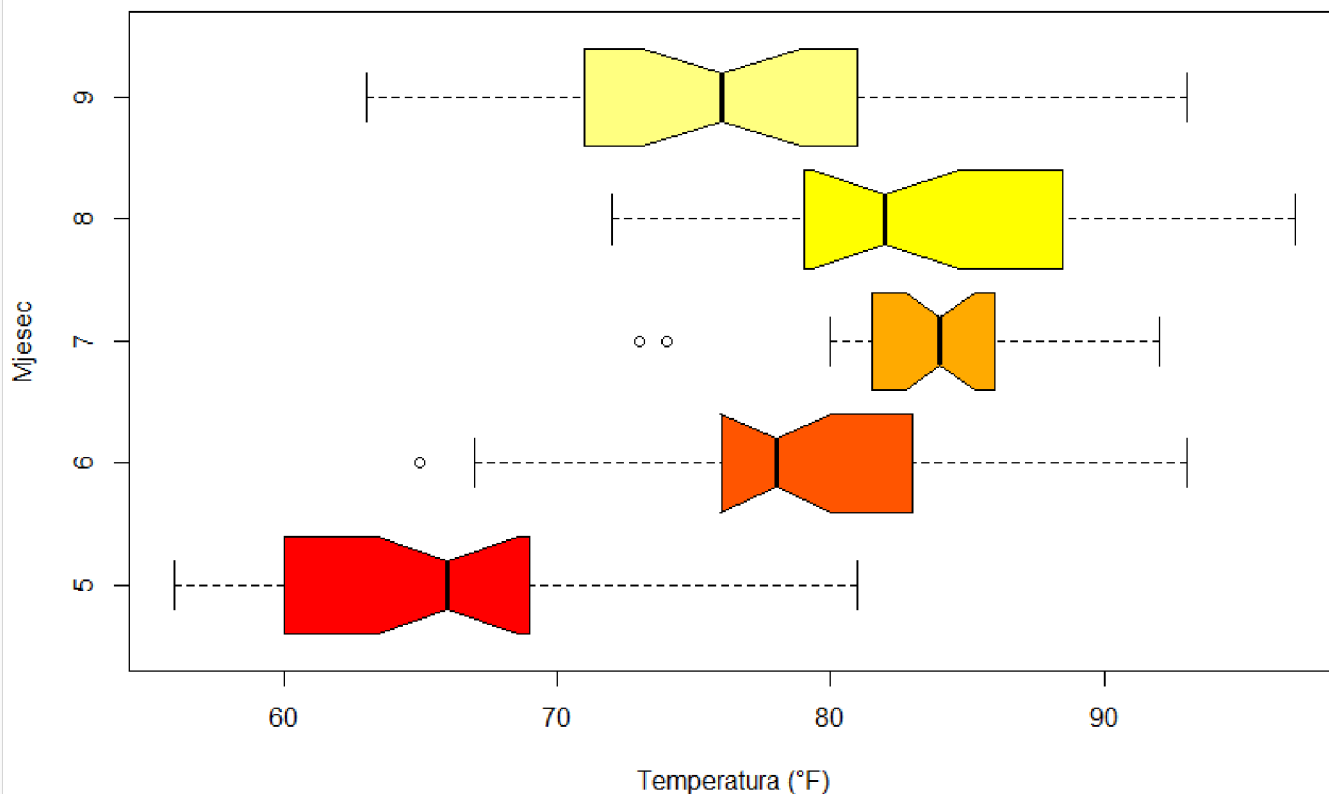


Horizontalni boxplot (Temperature po mjesecima) `horizontal = TRUE`, `notch = TRUE`:

```
boxplot(airquality$Temp ~ airquality$Month,  
        horizontal = TRUE,  
        main = "Temperature po mjesecima",  
        ylab = "Mjesec",  
        xlab = "Temperatura (°F)",  
        col = heat.colors(5),  
        notch = TRUE,  
        boxwex = 0.75)
```

- `horizontal`: smjer kutija
- `notch` (*urez*): Prikazuje 95% interval pouzdanosti za medijan
- `boxwex`: širina/debljina kutija

Temperature po mjesecima

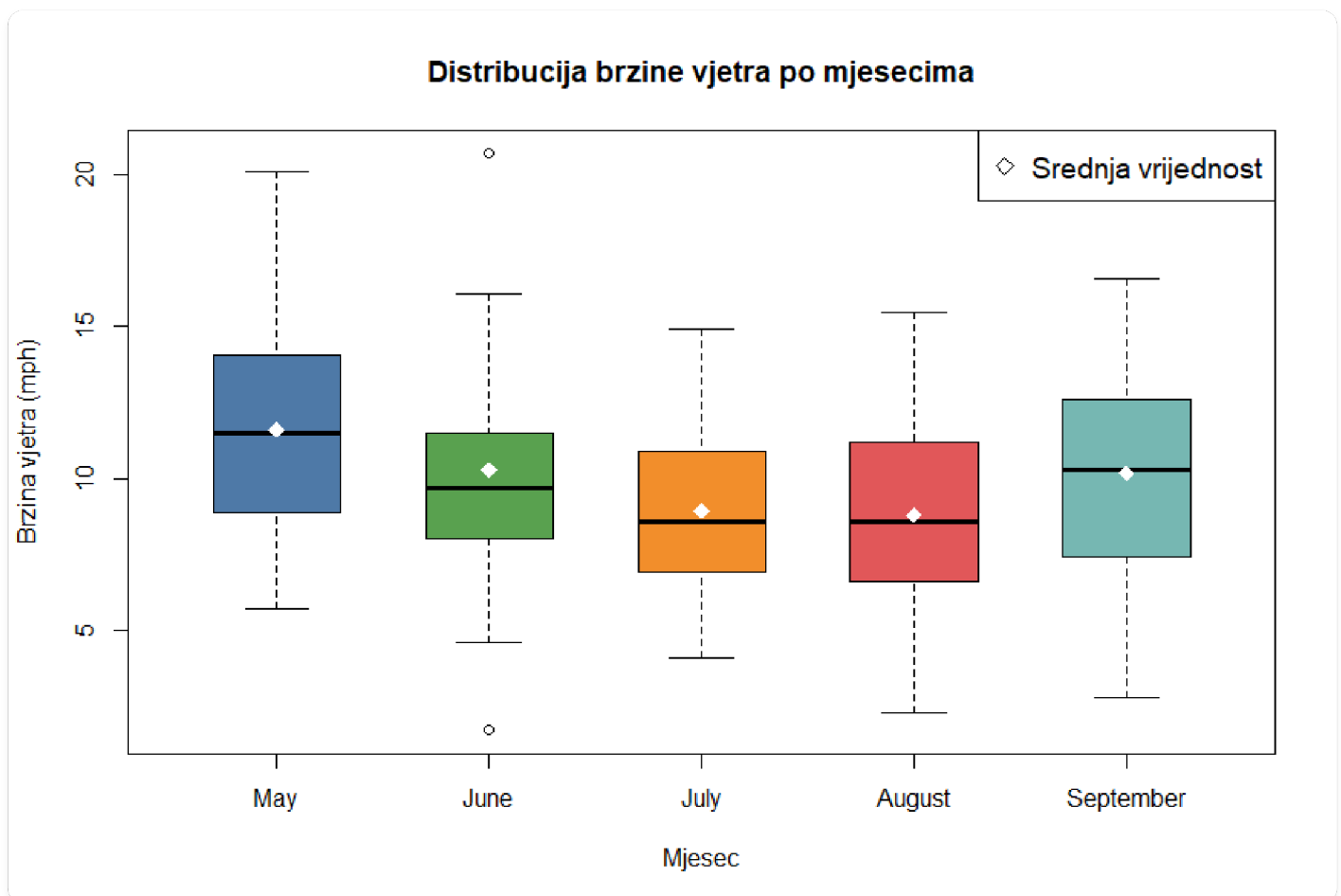


Vježba 5

Istražujemo podatke o kvaliteti zraka iz **airquality** dataseta i želimo vizualizirati distribuciju brzine vjetra (**Wind**) po mjesecima koristeći kutijasti dijagram. Cilj je istaknuti sezonske varijacije u brzinama vjetra i njihove prosječne vrijednosti.

1. Koristite podatke **Wind** i **Month** iz skupa podataka **airquality**
2. Kreirajte **kutijasti dijagram** brzina vjetra grupiranih po mjesecima
3. Postavite **naslov** "Distribucija brzine vjetra po mjesecima"
4. Oznake osi neka budu "Mjesec" i "Brzina vjetra (mph)"
5. Postavite **boje kutija**
6. Dodajte **crvene točke** za prikaz srednjih vrijednosti po mjesecima
7. Dodajte **legendu**:
 - Crvena točka = srednja vrijednost

Primjer:



Raspršeni graf – korelacijska matrica

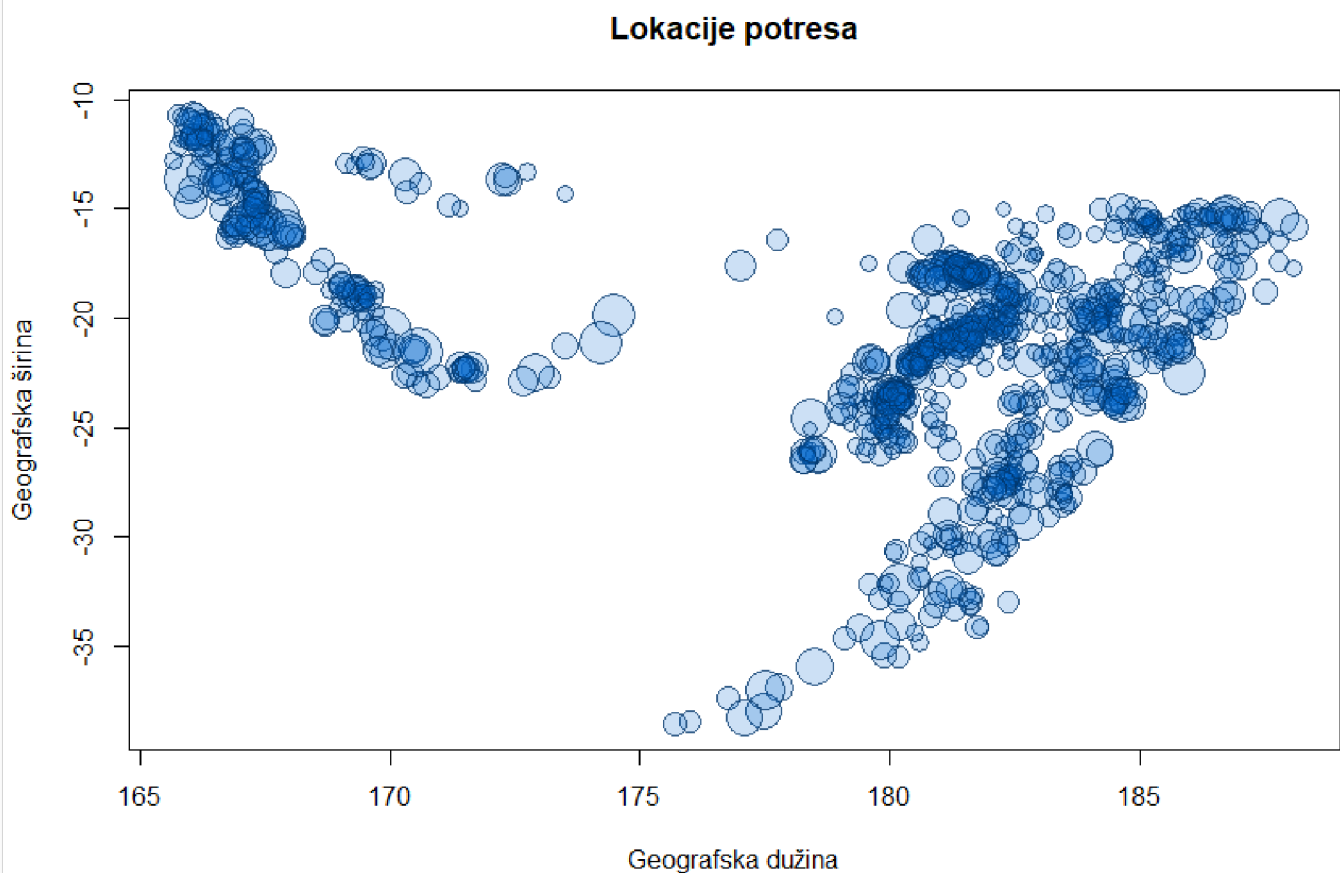
Raspršeni graf prikazuje odnos između dvije numeričke varijable, što ga čini idealnim za analizu korelacija i trendova u podacima. U R-u možemo koristiti osnovnu funkciju `plot()` za kreiranje raspršenih grafova.

```
plot(  
  x,                # vrijednosti na x-osi  
  y,                # vrijednosti na y-osi  
  xlim = c(min, max), # raspon x vrijednosti  
  ylim = c(min, max), # raspon y vrijednosti  
  main = "Naslov",   # naslov grafa  
  xlab = "X os",     # oznaka x-osi  
  ylab = "Y os",     # oznaka y-osi  
  pch = 19,          # tip točke (19=puni krug)  
  cex = 1,           # veličina točaka  
  col = "blue",      # boja točaka  
  bg = "lightblue",  # boja ispune (za pch 21-25)  
  lwd = 1            # debljina linija/obrub  
)
```

Primjer:

```
data(quakes)
plot(quakes$long, quakes$lat,
     main = "Lokacije potresa",
     xlab = "Geografska dužina",
     ylab = "Geografska širina",
     pch = 21,
     col = rgb(0,0.2,0.4,0.75),
     bg = rgb(0,0.4,0.8,0.2),
     cex = (quakes$mag^3)/50)
```

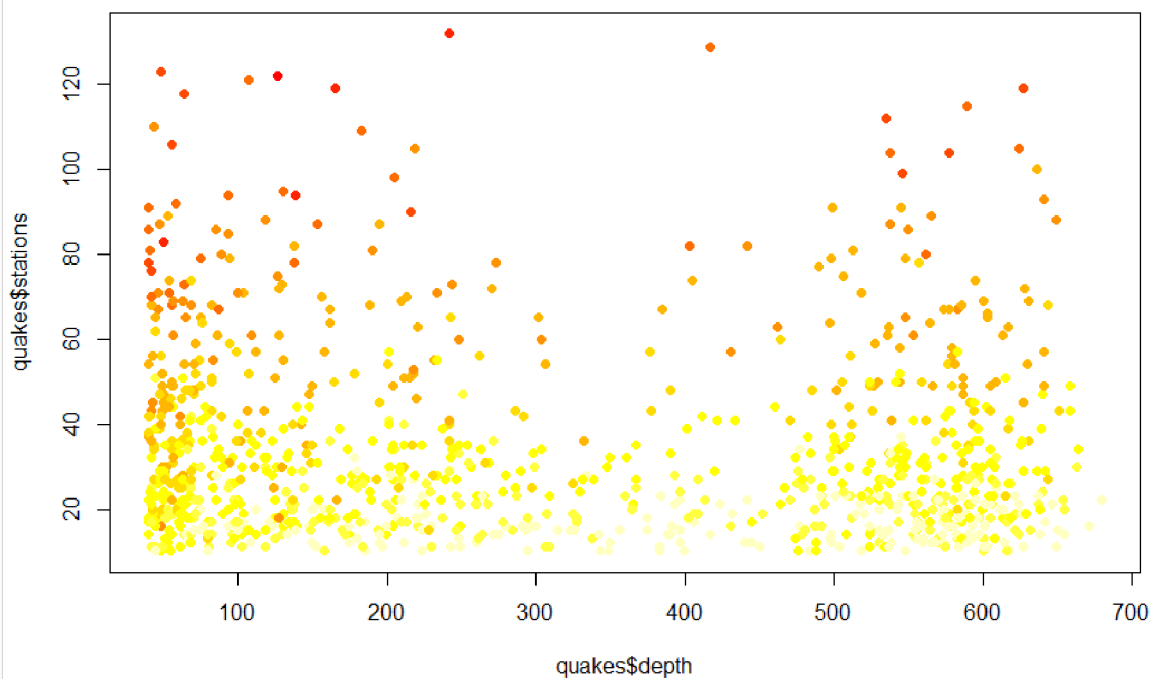
- U `cex` proslijeđujemo `magnitudu` za vizualni prikaz jačine potresa



```
# Različite boje po intenzitetu
intensity_col <- rev(heat.colors(10))[cut(quakes$mag, breaks=10)]
plot(quakes$depth, quakes$stations, col=intensity_col, pch=19, main="Boje po
magnitudi")
```

- `cut()` grupira brojeve u vektoru
- što je crvenije to je jača magnituda

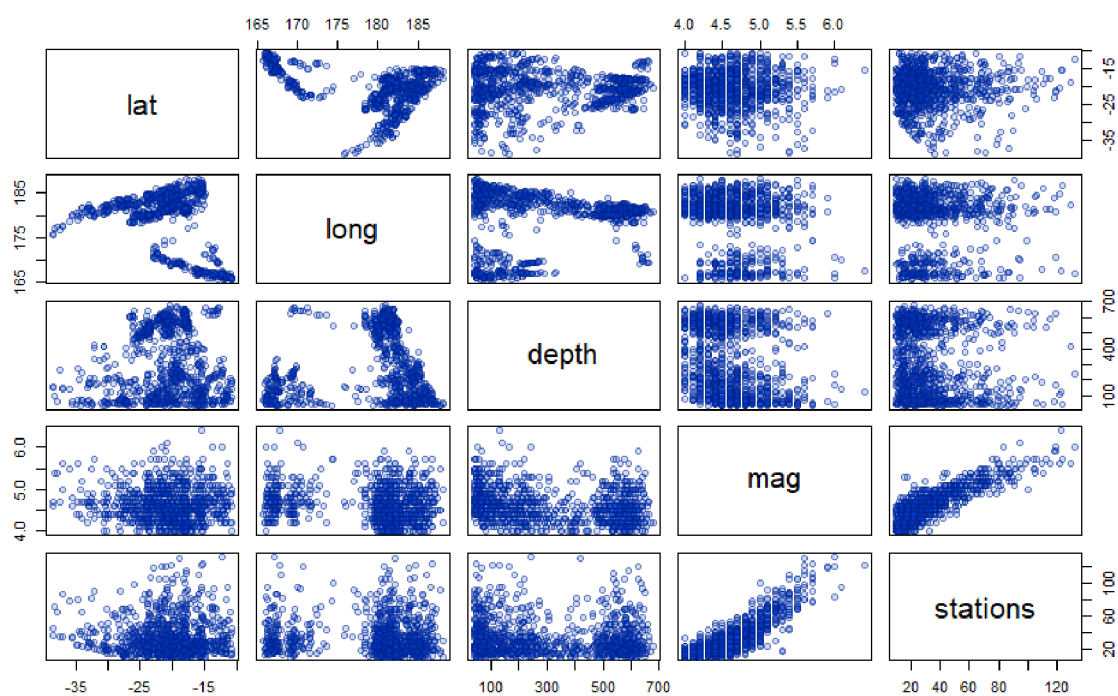
Boje po magnitudi



Korelacijska matrica:

```
# Prikaz svih varijabli u korelacijskoj matrici
pairs(quakes,
      main = "Matrica raspršenih dijagrama",
      pch = 21,
      bg = adjustcolor("blue", alpha.f = 0.3),
      col = adjustcolor("darkblue", alpha.f = 0.5))
```

Matrica raspršenih dijagrama



Izračun korelacijske matrice:

```
cor_matrix <- cor(quakes)
round(cor_matrix, 2)
```

Rezultat:

	lat	long	depth	mag	stations
lat	1.00	-0.36	0.03	-0.05	0.00
long	-0.36	1.00	0.14	-0.17	-0.05
depth	0.03	0.14	1.00	-0.23	-0.07
mag	-0.05	-0.17	-0.23	1.00	0.85
stations	0.00	-0.05	-0.07	0.85	1.00

Testiranje korelacija:

```
cor.test(quakes$mag, quakes$stations)
```

Rezultat:

Pearson's product-moment correlation

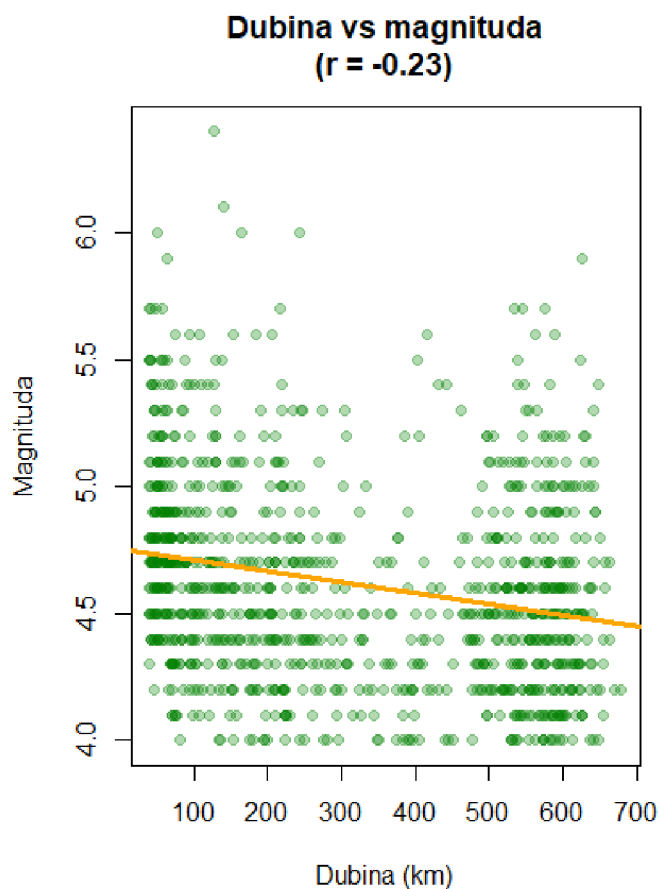
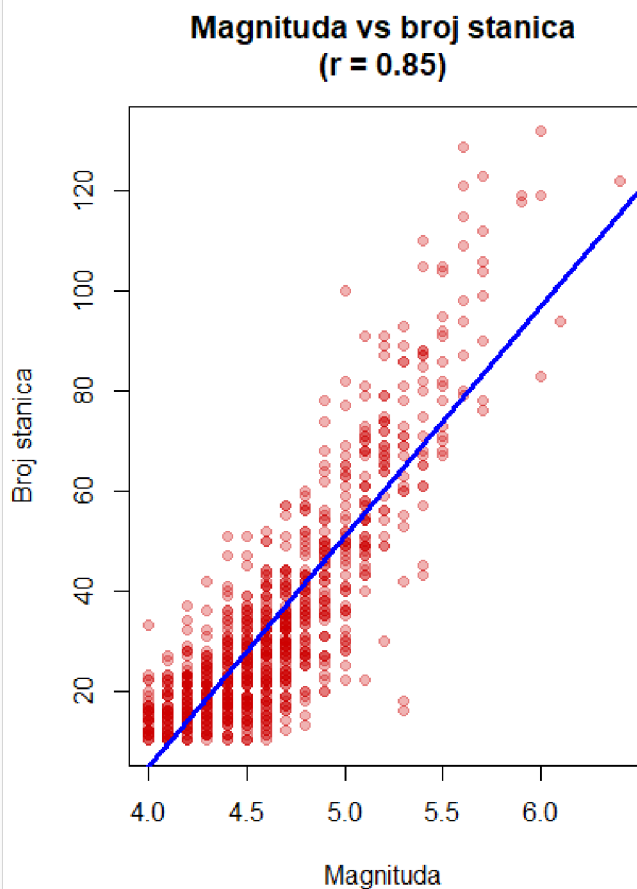
```
data: quakes$mag and quakes$stations
t = 51.231, df = 998, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.8331527 0.8674048
sample estimates:
      cor
0.8511824
```

Prikaz najmanje i najveće korelacijske matrice:

```
par(mfrow=c(1,2))

# Magnituda vs stanice
plot(quakes$mag, quakes$stations,
     main = "Magnituda vs broj stanica\n(r = 0.85)",
     xlab = "Magnituda",
     ylab = "Broj stanica",
     pch = 19,
     col = rgb(0.8,0,0,0.3))
abline(lm(stations ~ mag, data=quakes), col="blue", lwd=3)

# Dubina vs magnituda
plot(quakes$depth, quakes$mag,
     main = "Dubina vs magnituda\n(r = -0.23)",
     xlab = "Dubina (km)",
     ylab = "Magnituda",
     pch = 19,
     col = rgb(0,0.5,0,0.3))
abline(lm(mag ~ depth, data=quakes), col="orange", lwd=3)
```



Vježba 6

Istražujemo podatke o potresima iz skupa podataka **quakes** i želimo vizualizirati odnos između broja seizmoloških stanica koje su detektirale potres (**stations**) i magnitude potresa (**mag**). Cilj je istražiti kako se broj detekcija povezuje s jačinom potresa i uočiti eventualne obrasce.

1. Koristite podatke **stations** i **mag** iz skupa podataka **quakes**
2. Kreirajte **raspršeni graf** koji prikazuje odnos ove dvije varijable
3. Postavite **naslov** "Broj stanica vs magnituda potresa"
4. Oznake osi neka budu "Broj stanica" i "Magnituda"
5. Podijelite dubine potresa na **5 intervala** pomoću funkcije **cut()**
6. Koristite **paletu boja** **terrain.colors()** za vizualno razlikovanje dubina
7. Dodajte **glatku trend liniju** pomoću funkcije **lowess()**
8. Postavite **veličinu točaka** proporcionalnu dubini potresa
9. Dodajte **legendu** koja objašnjava kategorije dubina

Primjer:

