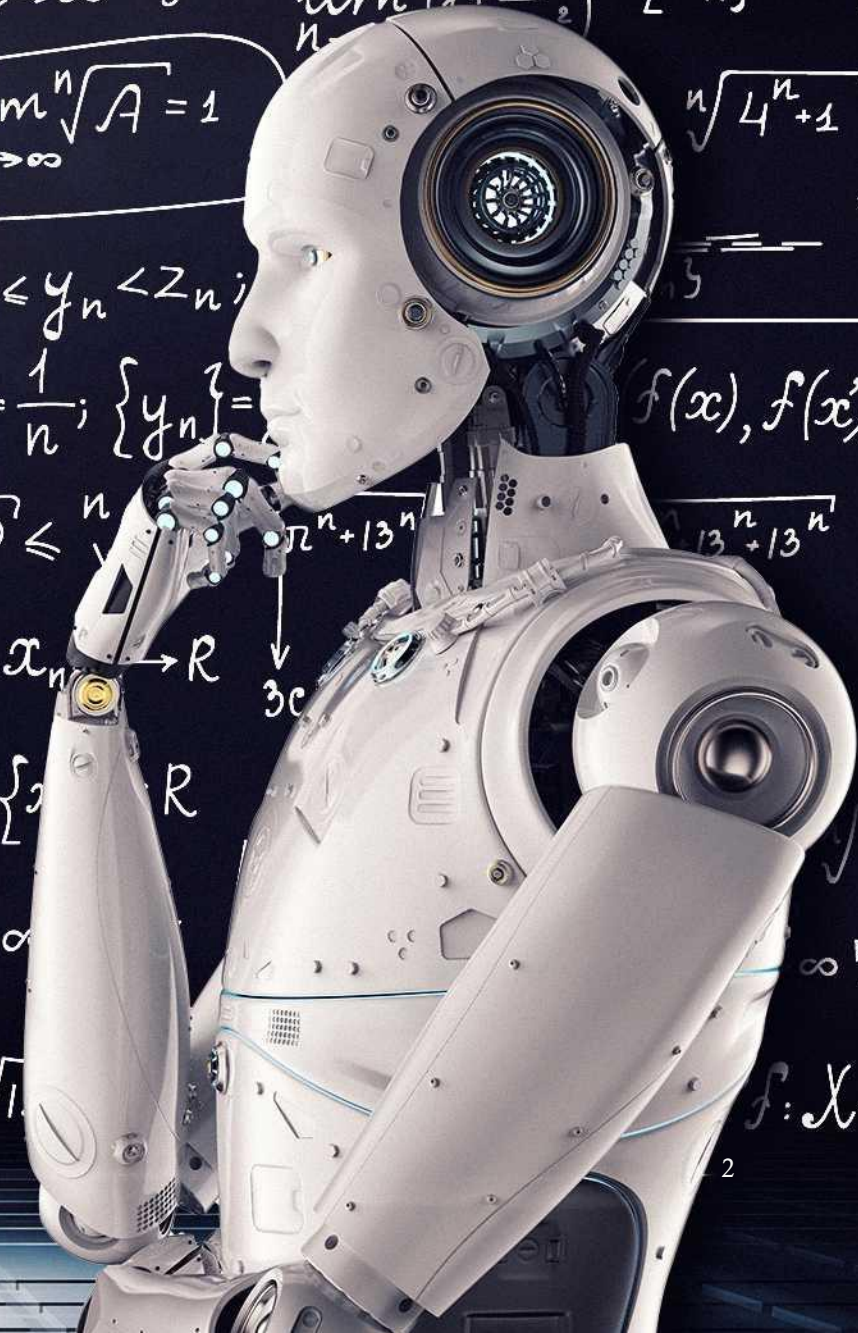


# Procjena kretanja cijena dionica neuronskim mrežama

Tomislav Kožul

mentor: doc. dr. sc. Marko Đurasević

# Motivacija



$\{x_n\} \subset \mathbb{R}$   $y_n \neq 0 \Leftrightarrow y_n \neq 0$   $\forall n \in \mathbb{N}$ , to  $\frac{\{x_n\}}{\{y_n\}} \stackrel{\text{df}}{=} \left\{ \frac{x_n}{y_n} \right\}$ ;  $x + \frac{3n-4}{n^2-2n+x}$   $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{n^2-x}{3}$   $\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{\pi}{n}\right)$   $\{x_n\} \subset \mathbb{R}$   $\sum_{n=0}^{\infty}$

$N \rightarrow \mathbb{R} x: \rho$   $\sqrt[5]{5^n}$   $\left\{ \frac{1}{n} \right\} A_y$   $\sqrt[5]{|4^n + \cos 2n|}$   $\left( \frac{n^2+n-1}{n^2-2n+3} \right)^5 x: \rho$   $\lim_{n \rightarrow \infty} \sqrt[n]{A} = 1$   $\forall n \in \mathbb{N} x_n \leq y_n < z_n$

$\{1 + \frac{1}{n}\}$   $x_n + y_n$   $N \rightarrow \mathbb{R} n \geq n_0: (x_n - g) < \varepsilon$  lokal.  $\{x_n\}: x_n = \frac{1}{n}$ ;  $\{y_n\} =$   $f(x), f(x') \leq c$

$f(x) \Leftrightarrow \exists g \in [0, 1): \forall x, x' \in X$   $\sqrt[3]{0+0+0} \leq n$   $\pi^{n+13^n}$   $13^{n+13^n}$

$\frac{1}{n}$   $\left\{ \frac{1}{n} \right\}$   $\downarrow n \rightarrow \infty g$   $\{x_n\} \cdot \{y_n\} \stackrel{\text{df}}{=} \{x_n \cdot y_n\}$ ;  $13$   $\{x_n\}$   $\{y_n\}$   $g$   $\sqrt[3]{1}$   $f: X \rightarrow X$

DIONICA = dokaz vlasništva

## Kretanje cijene dionica

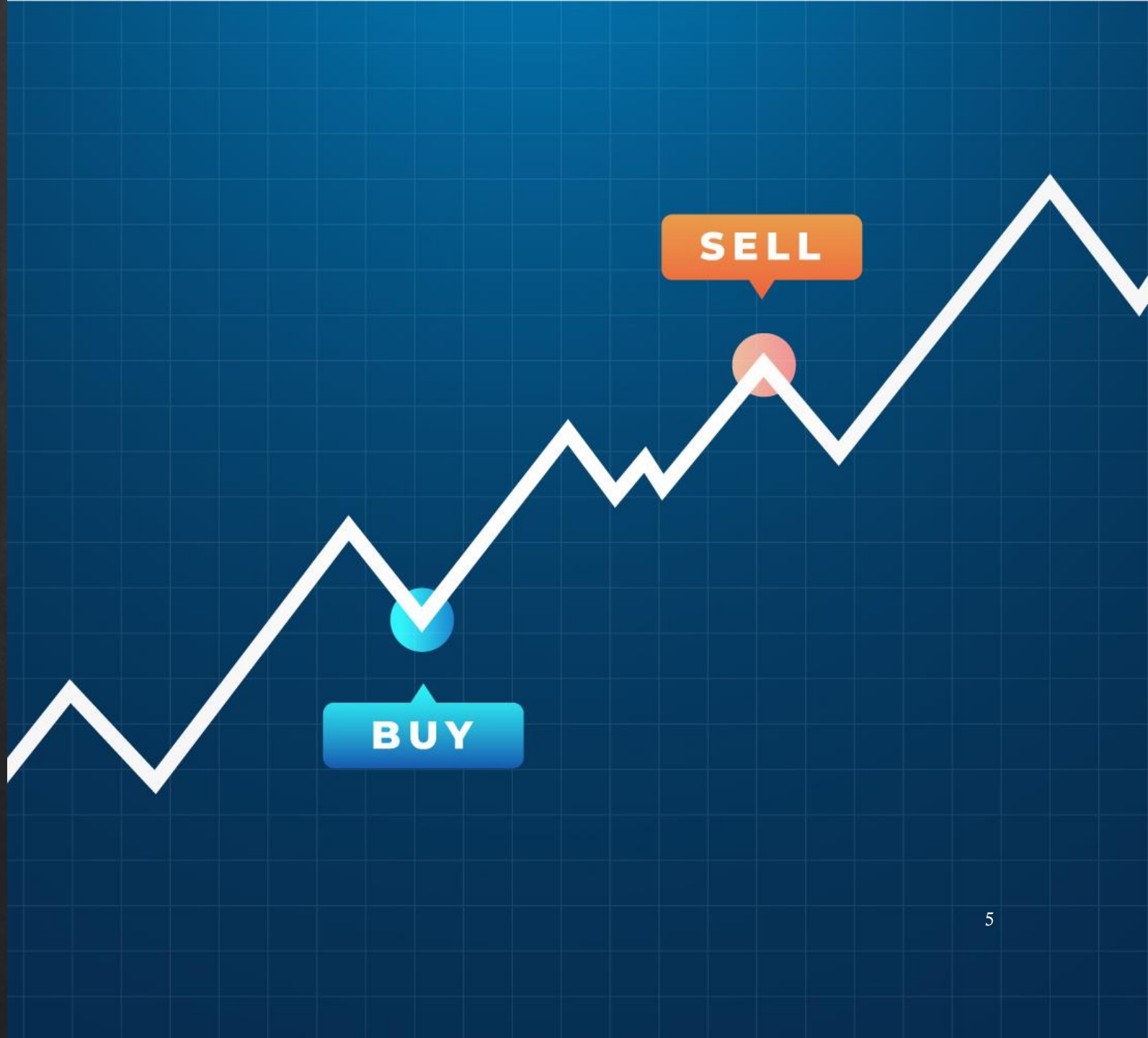
Cijena u 1980.

$$\frac{1}{100} * 100 \text{ USD} = 1 \text{ USD}$$

Cijena u 2023.

$$\frac{1}{100} * 100\,000\,000 \text{ USD} = 1\,000\,000 \text{ USD}$$

# Kretanje cijene dionica



Kupi nisko, prodaj visoko!

# Faktori koji utječu na cijenu dionice

- ◇ Zanimarujemo:
  - ◇ geopolitička situacija
  - ◇ ekonomsko stanje
  - ◇ cijena i dostupnost resursa

## Faktori koji utječu na cijenu dionice

◇ Zanemarujemo:

~~◇ geopolitička situacija~~

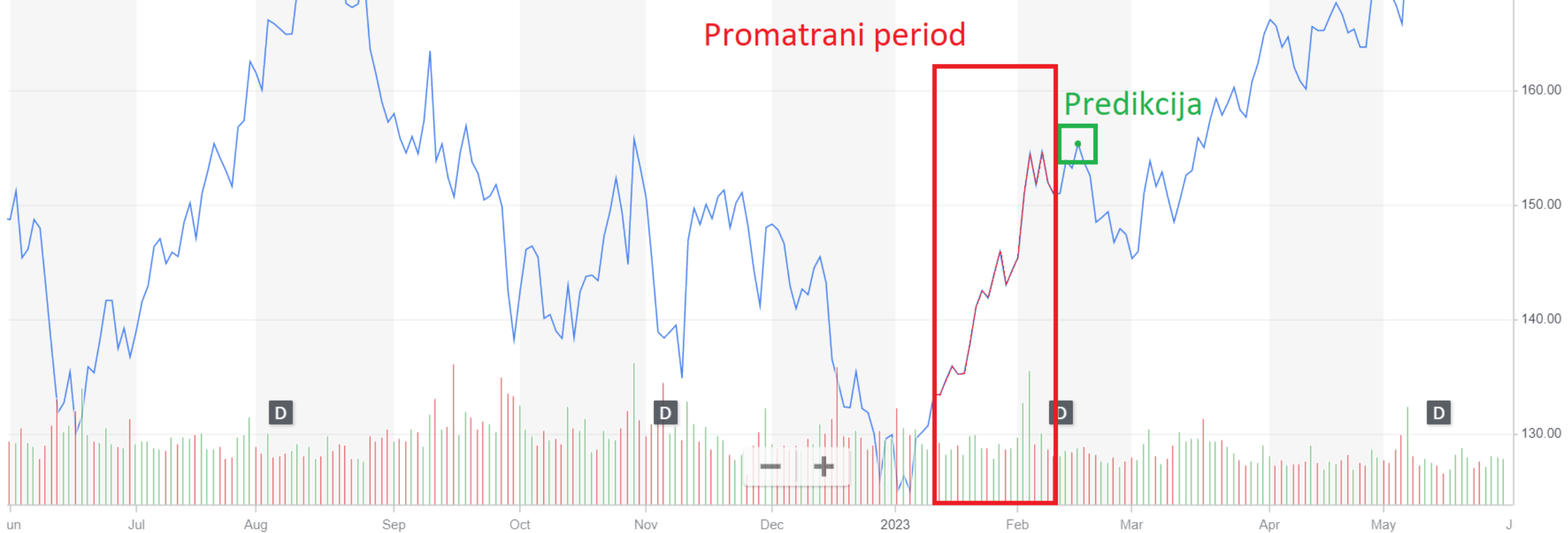
~~◇ ekonomsko stanje~~

~~◇ cijena i dostupnost resursa~~

◇ Koristimo:

◇ povijesne vrijednosti





# Predikcija cijene dionice

Pristup problemu

Problem pretrage prostora stanja

Pristup problemu

~~Problem pretrage prostora stanja~~

Strojno učenje

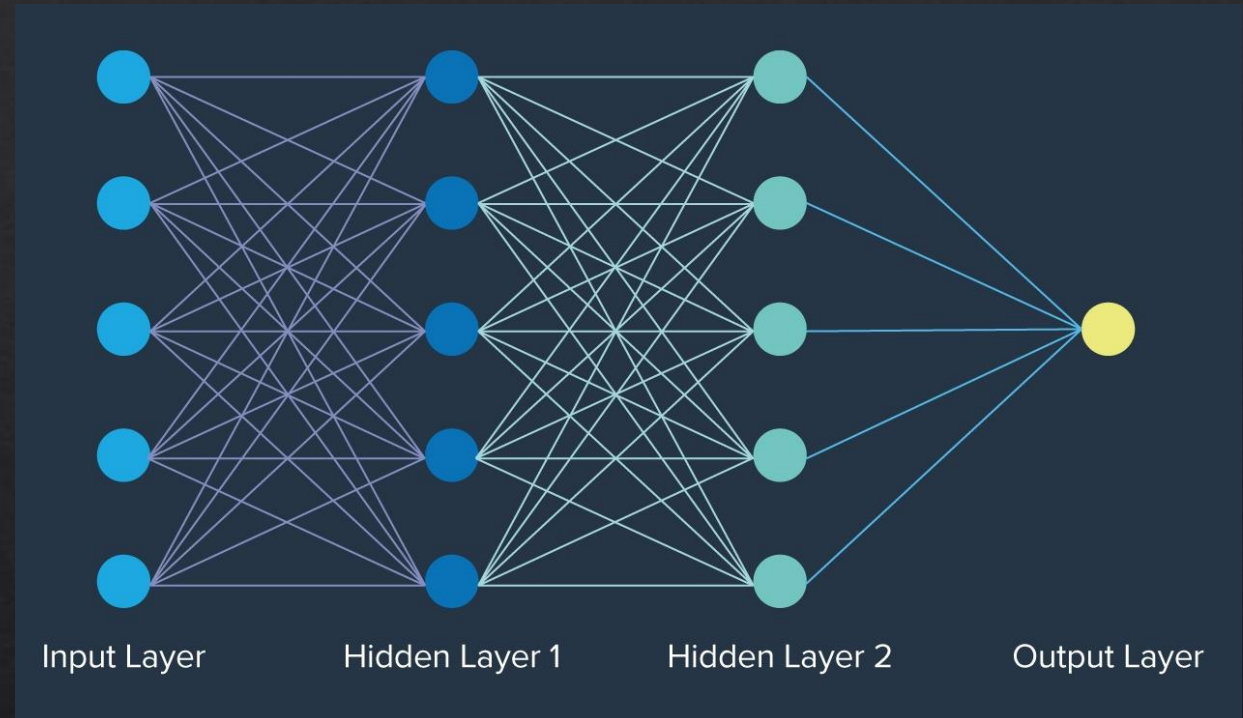
## Strojno učenje

- ◆ Oblik umjetne inteligencije
- ◆ Oponaša ljudski način učenja



# Umjetne neuronske mreže

- ◆ Model strojnog učenja
- ◆ Pronalazak veza u skupu podataka
- ◆ Međusobno povezani neuroni



## Učenje neuronskih mreža

- ◇ Optimizacija težina
- ◇ Smanjivanje pogreške

Promatrani period

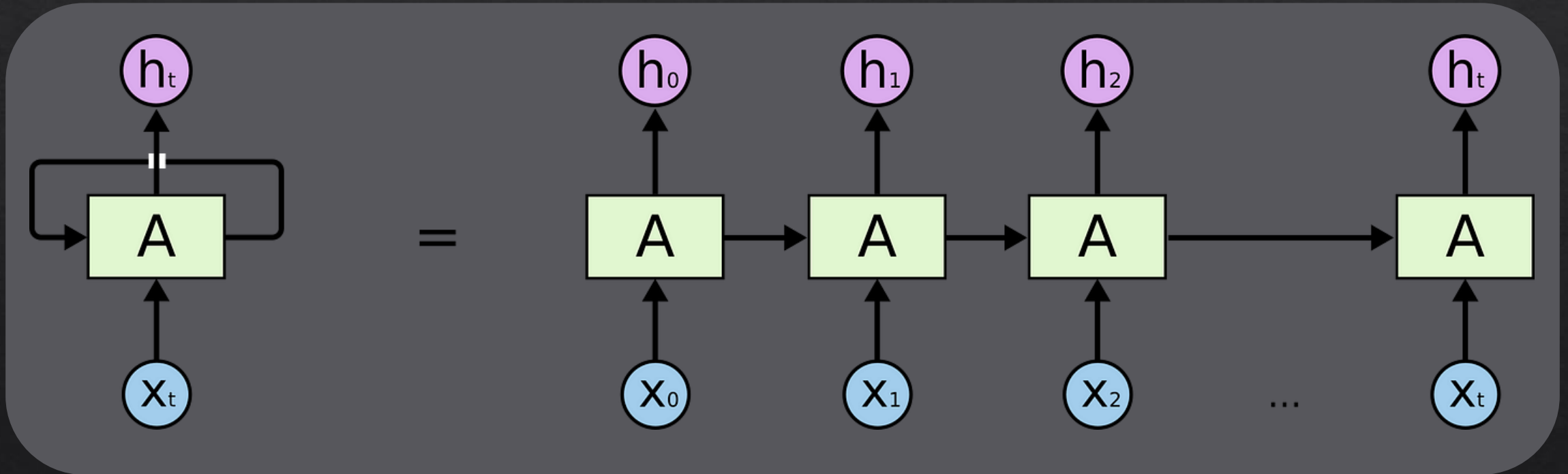


Zašto baš neuronske mreže?

◇ Pronalazak uzoraka među podacima

# Povratne neuronske mreže (RNN)

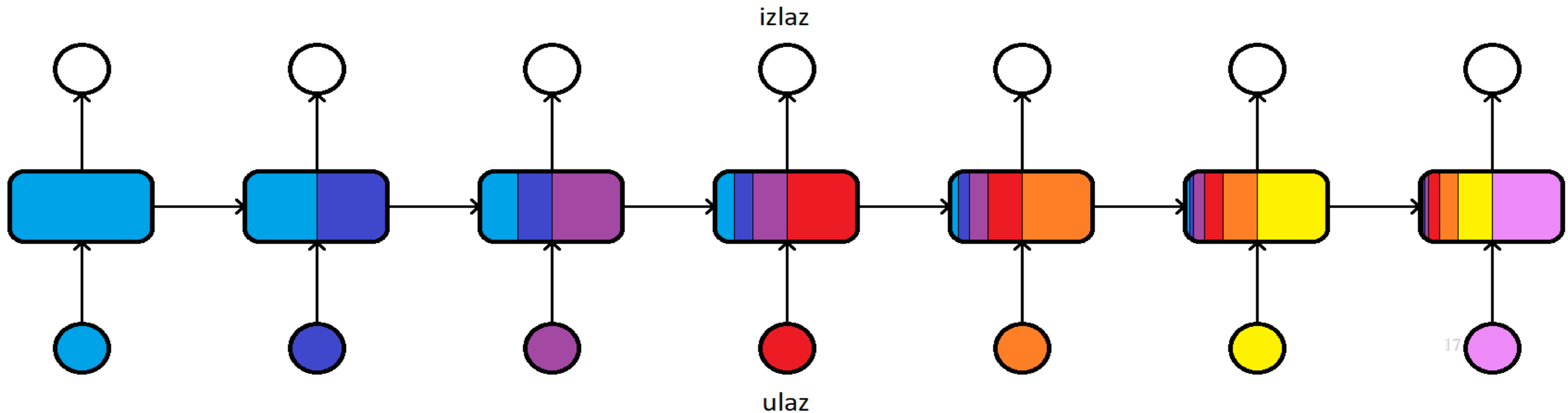
## ◇ Slijedna analiza podataka





## Problem nestajućeg gradijenta

- ◇ Odsustvo memorije
- ◇ Prestanak utjecaja ulaznih podataka



## Ćelije s dugoročnom memorijom

- ◊ Obrada, spremanje ili odbacivanje podataka
- ◊ Zajednička sabirnica – pamćenje podataka

# Implementacija modela

Ulazni podaci

Samo jedna vrijednost

100  [98, 102]

Ulazni podaci

~~Samo jedna vrijednost~~

8, 16 ili 32 vrijednosti

Kako pronaći optimalnu  
arhitekturu modela?

## Varijacije početne arhitekture

```
model = keras.models.Sequential()
model.add(keras.layers.LSTM(units=64,
                             return_sequences=True,
                             input_shape=(x_train.shape[1], 1)))
model.add(keras.layers.LSTM(units=64))
model.add(keras.layers.Dense(32))
model.add(keras.layers.Dropout(0.5))
model.add(keras.layers.Dense(1))
```

## Različiti modeli

- ◆ Uklonjen Dropout sloj
- ◆ Modeli:
  - ◆ Jednak referentnom
  - ◆ Dodatan Dense sloj
  - ◆ Dvostruko manje neurona u odnosu na referentni model
  - ◆ Dvostruko više neurona u odnosu na referentni model



## Skup podataka (dataset)

- ◆ 200 različitih dionica i fondova
- ◆ Povijesni period duljine 5 godina

## Izrada različitih modela

- ◆ Tri duljine niza ulaznih podataka
- ◆ Četiri različite arhitekture

Ukupno dvanaest modela

## Odabir najboljeg modela

### ◆ Validacijski podaci

- ◆ Odabir najbolje arhitekture za svaku duljinu niza ulaznih podataka

### ◆ Ispitni podaci

- ◆ Odabir optimalne duljine niza ulaznih podataka

## Izračun pogreške

### Srednja apsolutna pogreška

$$mae = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n |y_{ispravno_i} - y_{dobiveno_i}|$$

## Izračun pogreške

### Srednja kvadratna pogreška

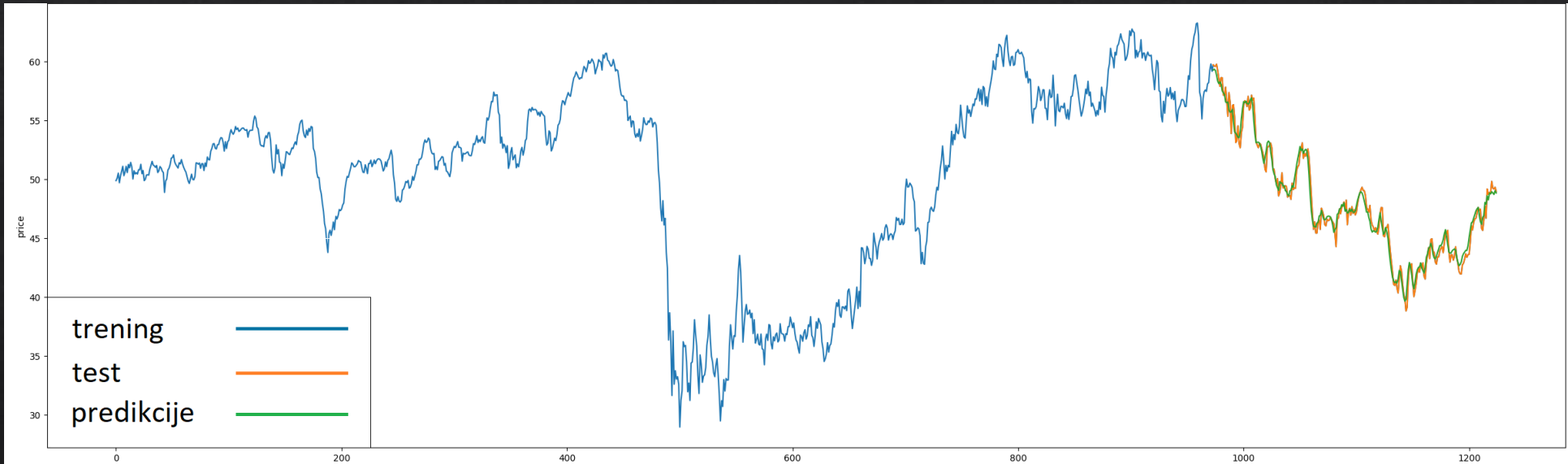
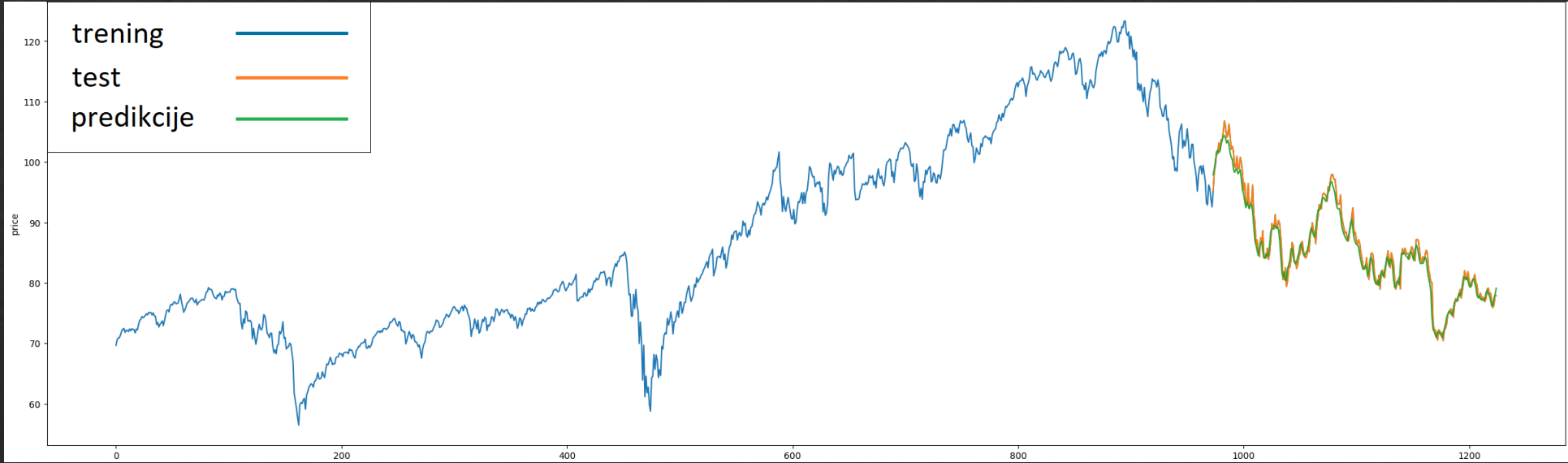
$$mae = \frac{1}{n} * \sum_{i=1}^n (y_{ispravno_i} - y_{dobiveno_i})^2$$

# Analiza validacije

srednja kvadratna pogreška		duljina niza ulaznih podataka		
		8 dana	16 dana	32 dana
arhitektura modela	model 1	15767.153	411.827	391.917
	model 2	15709.884	409.73	396.294
	model 3	15792.945	409.442	404.455
	model 4	15815.532	408.399	406.822

# Rezultati ispitivanja

srednja kvadratna pogreška	duljina niza ulaznih podataka		
	8 dana	16 dana	32 dana
najbolji model	65.352	68.706	64.807





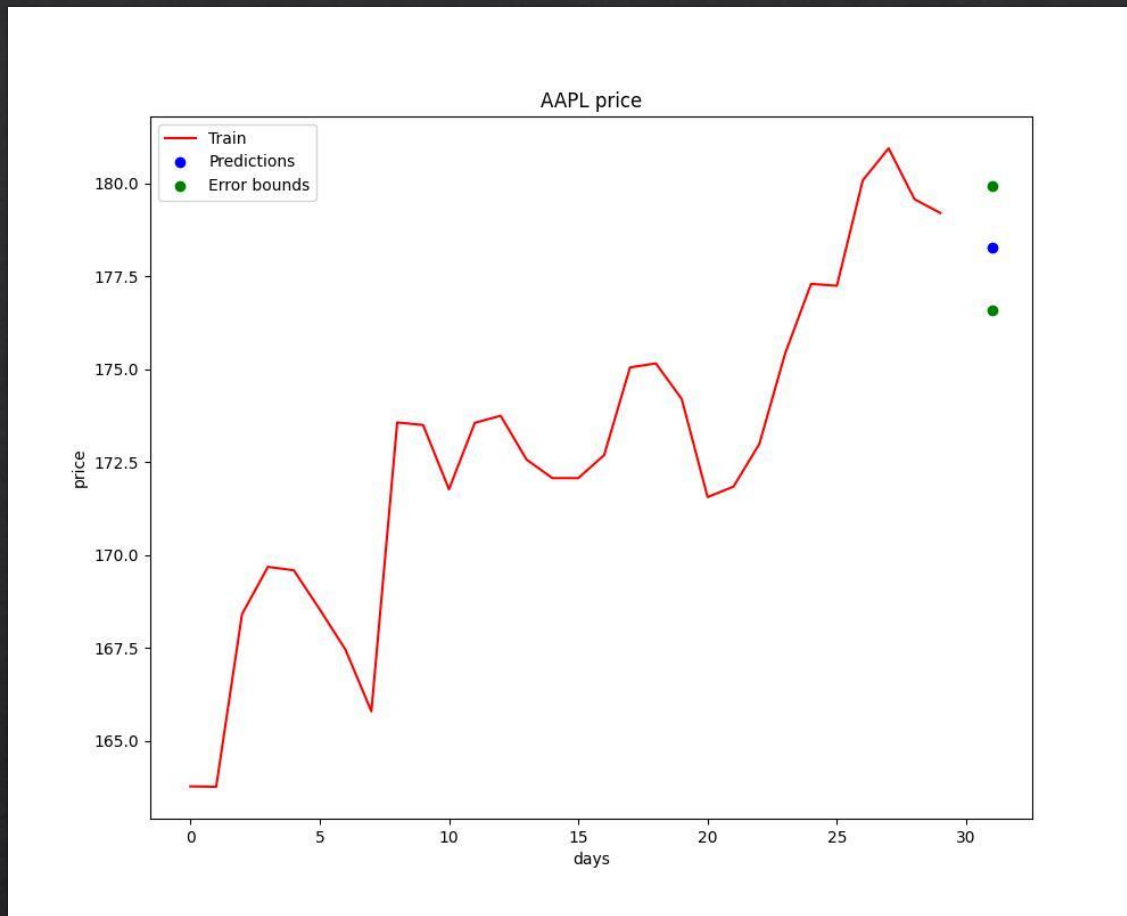
# Skripta za predikciju cijena dionica

## Funkcionalnosti skripte

- ◆ Korisničko sučelje
- ◆ Preuzimanje aktualnih podataka
- ◆ Obrada podataka i izrada predikcije

# Izvođenje skripte





Predicted closing value of AAPL stock for the next day: 178.26811±1.6618343591690063 USD

Stock price has been predicted successfully!

The prediction is stored in the 'AAPL\_price\_prediction.jpg' file.

## Budući rad

- ◆ Proširenje skupa podataka
- ◆ Ispitivanje novih arhitektura
- ◆ Različite duljine niza ulaznih podataka
  
- ◆ Uključivanje preostalih faktora

# Pitanja

Hvala na pozornosti!