








Statistica piețelor financiare

Seminarul 0: Introducere



Daniel Traian PELE

Academia de Studii Economice din București
IDA Institute Digital Assets
Blockchain Research Center
AI4EFin Artificial Intelligence for Energy Finance
Academia Română, Institutul de Prognoză Economică
MSCA Digital Finance

Acronime folosite în acest material

- **AI**: Artificial Intelligence (inteligență artificială)
- **BET**: Bucharest Exchange Trading (index) — indicele de referință al Bursei de Valori București
- **BET-TR**: BET Total Return (index) — indicele BET cu dividendele reinvestite
- **BNR**: Banca Națională a României
- **BVB**: Bursa de Valori București
- **COVID-19**: COronaVIrus Disease 2019 (boala provocată de noul coronavirus, identificată în 2019)
- **EOD**: End Of Day (daily closing data) — date de sfîrșit de zi, adică prețuri de închidere
- **EODHD**: EOD Historical Data (market-data provider) — furnizor de date de piață
- **ETF**: Exchange-Traded Fund (fond tranzacționat la bursă)
- **MDD**: Maximum DrawDown (drawdown-ul maxim)
- **SUA**: Statele Unite ale Americii
- **UTC**: Coordinated Universal Time (Temps Universel Coordonné) — timpul universal coordonat

Întrebările de azi și structura seminarului

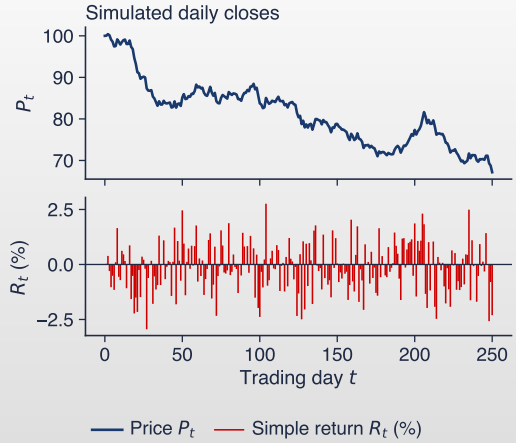
- Întrebările seminarului
  - **cum transformăm o serie de prețuri în randamente?**
  - **cît de riscant a fost un activ, pe an?**
  - **care a fost cea mai mare pierdere față de un vîrf?**
  - **de unde știm că prețurile sînt corecte?**
- Exercițiile: în ordinea din Harta exercițiilor (slide-ul următor)
  - **Partea I**: pregătirea mediului de lucru, apoi exercițiile rezolvate A1–A3, B1 și B2
  - **Partea a II-a**: rîndul dumneavoastră (A4, B3, B4) și critica unui răspuns generat de AI (C2)
- Rezultate de obținut
  - răspunsurile la exercițiile A; tabelul sau figura cerute la fiecare exercițiu B
  - erorile găsite în răspunsul AI din C2 și răspunsul corectat
  - frazele de interpretare cerute la fiecare exercițiu
- Temele nu se notează: exercițiile propuse servesc drept pregătire pentru examen și pentru proiect
- Notebook-ul de azi: deschideți notebook-ul seminarului în Google Colab; fiecare cerință indică secțiunea
- Contact: prof. Daniel Traian Pele, danpele@ase.ro

Harta exercițiilor

Exercițiu	Întrebare	Tip	Model
A1	randamente simple și logaritmice pe hîrtie	Rezolvat	–
A2	anualizarea mediei și a volatilității zilnice	Rezolvat	–
A3	drawdown-ul unei serii scurte de prețuri	Rezolvat	–
B1	S&P 500, 2015–2026: randamente, risc, drawdown	Rezolvat	–
B2	verificarea datelor: o cotație EUR/RON suspectă	Rezolvat	–
A4	aceleași calcule pe alte cifre	Propus	A1–A3
B3	BET-TR, 2015–2026	Propus	B1
B4	Bitcoin: 365 sau 252 de zile pe an?	Propus	A2, B1
C2	greșelile dintr-un răspuns generat de AI	Propus	A2, B1

- **[Rezolvat]**: rezolvarea completă în slide-uri și în notebook, un model de urmat; **[Propus]**: îl rezolvați dumneavoastră, rezolvarea se discută la seminar
- Partea A: pe hîrtie; Partea B: date reale, fiecare exercițiu încheindu-se cu o întrebare de interpretare; Partea C: critica unui răspuns generat de AI

Noțiuni necesare azi (1/7): prețuri și randamente simple



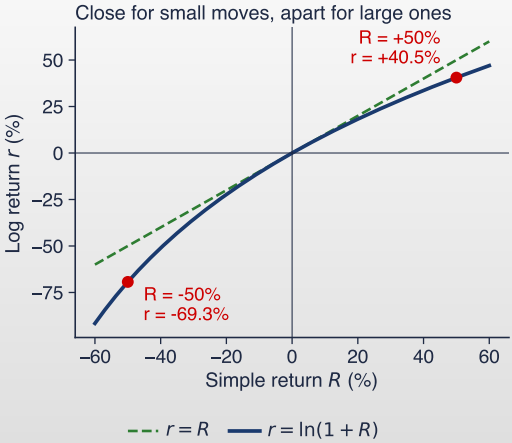
- **Prețul** P_t: prețul de închidere din ziua t, $t = 0, 1, \ldots, T$
  - pentru ETF-uri și acțiuni: **prețul ajustat**, corectat pentru dividende și splituri
- **Randamentul simplu** din ziua t

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

- R_t: cîștigul procentual din ziua t, raportat la închiderea P_{t-1} din ziua precedentă
  - $R_t = 0{,}02$: prețul a crescut cu 2%; $R_t = -0{,}02$: a scăzut cu 2%
  - $R_t \geq -1$: un preț nu poate scădea sub zero
- În grafic: un preț simulat (sus) și randamentele lui zilnice (jos)
  - prețul evoluează fără o tendință fixă; randamentele oscilează în jurul lui 0

SFM_ch0_seminar

Noțiuni necesare azi (2/7): randamente logaritmice



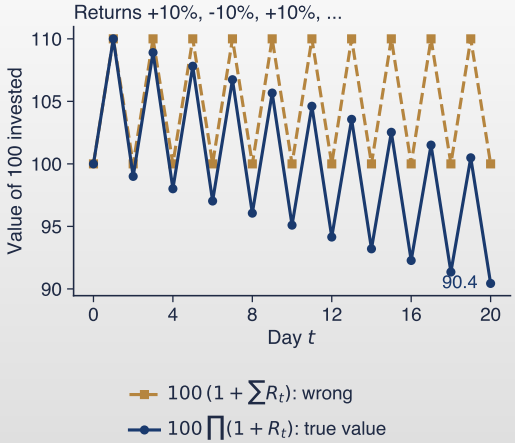
- **Randamentul logaritmic** din ziua t

$$r_t = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = \ln(1 + R_t), \qquad R_t = e^{r_t} - 1$$

- ln: logaritmul natural; e^x: inversa lui, funcția exponențială
  - a doua formulă transformă un randament logaritmic înapoi în randament simplu
- **Variații mici**: $r_t \approx R_t$
  - lui $R_t = 1\%$ îi corespunde $r_t = 0{,}995\%$: pentru date zilnice cele două sînt aproape egale
- **Variații mari**: cele două diferă
  - lui $R = -50\%$ îi corespunde $r = -69{,}3\%$; lui $R = +50\%$, $r = +40{,}5\%$
  - întotdeauna $r_t \leq R_t$: curba albastră se află sub diagonala $r = R$

SFM_ch0_seminar

Noțiuni necesare azi (3/7): randamente pe mai multe zile



- **Randamentele simple se compun**

$$1 + R_{\mathbf{0}\to T} = \prod_{t=\mathbf{1}}^{T}(1+R_t) = \frac{P_T}{P_{\mathbf{0}}}$$

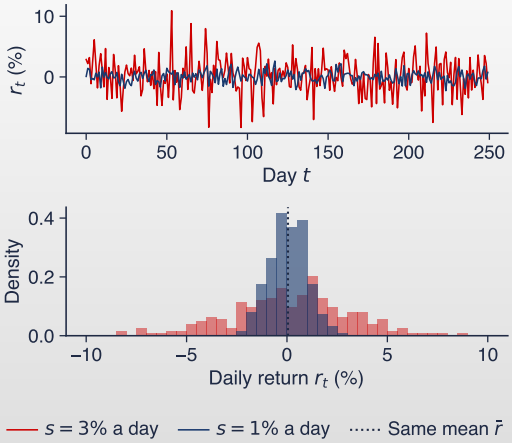
- $R_{\mathbf{0}\to T}$: **randamentul cumulat** de la ziua 0 la ziua T
  - $\prod_{t=\mathbf{1}}^{T}$: produsul factorilor $1+R_t$ din zilele $1,\ldots,T$
  - 100 de unități investite în ziua 0 valorează $100\,P_t/P_{\mathbf{0}}$ în ziua t
- **Randamentele logaritmice se adună**

$$\ln\frac{P_T}{P_{\mathbf{0}}} = \sum_{t=\mathbf{1}}^{T} r_t$$

- În grafic: $+10\%$ și -10% alternativ, timp de 20 de zile
  - suma randamentelor simple rămîne 0, dar valoarea scade la $100\times(1{,}1\times 0{,}9)^{\mathbf{10}} = 90{,}4$

SFM_ch0_seminar

Noțiuni necesare azi (4/7): media și volatilitatea



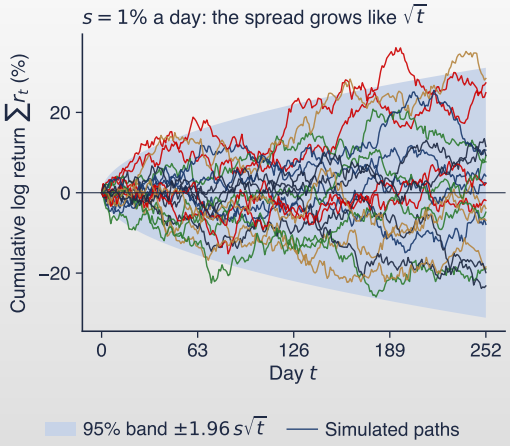
- Din n randamente zilnice $r_1, \ldots, r_n$

$$\bar{r} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} r_t, \qquad s = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{t=1}^{n}(r_t - \bar{r})^2}$$

- $\bar{r}$: **media de selecție**, randamentul zilnic mediu
  - $r_t - \bar{r}$: abaterea zilei t de la medie
- s: abaterea standard de selecție, numită **volatilitate**
  - distanța tipică dintre un randament zilnic și medie
  - s^2: varianța de selecție; $n - 1$, pentru că $\bar{r}$ este estimată din aceleași date
- În grafic: două active simulate cu aceeași medie
  - $s = 1\%$ (albastru) și $s = 3\%$ (roșu) pe zi: același centru, o împrăștiere de trei ori mai mare

SFM_ch0_seminar

Noțiuni necesare azi (5/7): anualizarea



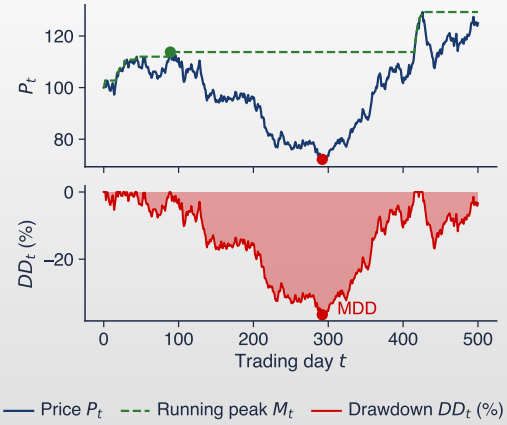
- Cu A randamente pe an

$$\bar{r}_{\text{an}} = A\,\bar{r}, \qquad s_{\text{an}} = \sqrt{A}\,s$$

- A: numărul de observații pe an al seriei
  - $A \approx 252$ pentru burse (zile lucrătoare fără sărbători), $A = 365$ pentru Bitcoin, $A = 12$ pentru date lunare
- **Motivul pentru $\sqrt{A}$**: pentru zile independente, variațele se adună
  - $\text{Var}(r_1 + \cdots + r_A) = A\,s^2$, deci abaterea standard este $\sqrt{A}\,s$
  - media crește proporțional cu A, volatilitatea doar cu $\sqrt{A}$
- În grafic: 20 de traiectorii simulate ale lui $\sum r_t$, cu $s = 1\%$ pe zi
  - banda de 95% $\pm 1{,}96\, s\sqrt{t}$ se lărgește ca $\sqrt{t}$: după 252 de zile, $\pm 1{,}96 \times 15{,}9\% = \pm 31{,}1\%$

SFM_ch0_seminar

Noțiuni necesare azi (6/7): drawdown-ul



- **Vîrful curent** și **drawdown-ul** din ziua t

$$M_t = \max_{s \le t} P_s, \qquad DD_t = \frac{P_t}{M_t} - 1 \le 0$$

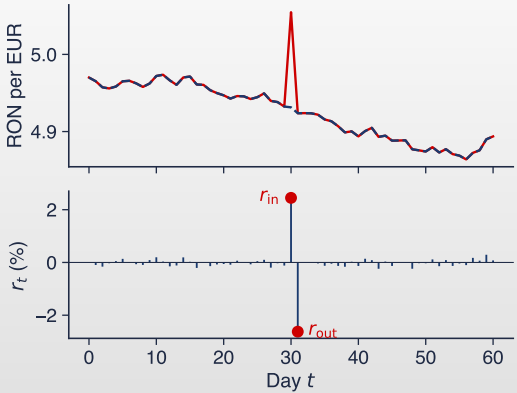
- M_t: cel mai mare preț din zilele $s = 0, \ldots, t$ (linia verde întreruptă)
  - DD_t: pierderea față de acel vîrf; $DD_t = 0$ la fiecare nou maxim
  - aria roșie este curba **underwater**: cît de adînc și cît timp rămîne investitorul sub vîrf
- **Drawdown-ul maxim**

$$\text{MDD} = \min_t DD_t$$

- cea mai mare pierdere de la un vîrf la un minim ulterior (de la punctul verde la cel roșu)
  - se raportează ca procent negativ, de exemplu -25%

SFM_ch0_seminar

Noțiuni necesare azi (7/7): verificarea datelor



- **Bad tick**: o cotație greșită izolată, într-o serie altfel corectă
  - înainte de a calcula statistici, căutați în date prețurile care nu pot fi corecte
- **Semnătura lui**: un salt la intrarea în zi, care se inversează la ieșire

$$r_{\mathbf{in}} = \ln \frac{P_t}{P_{t-\mathbf{1}}}, \qquad r_{\mathbf{out}} = \ln \frac{P_{t+\mathbf{1}}}{P_t} \approx -r_{\mathbf{in}}$$

- **Comparația cu o a doua sursă**, de exemplu cursul BNR
  - diferența procentuală din ziua t: $g_t = 100\,(P_t / P_t^{\mathbf{BNR}} - 1)$
  - $P_t^{\mathbf{BNR}}$: cursul de referință din aceeași zi
- **Efectul**: o singură cotație greșită adaugă la s doi termeni mari $(r_t - \bar{r})^{\mathbf{2}}$
  - volatilitatea descrie atunci eroarea, nu piața

SFM_ch0_seminar

Datele folosite azi

Serie	Prețul folosit	Unitate	Calendar	Exercițiu
S&P 500	indice, închidere	USD	zilele de tranzacționare din SUA	B1, C2
BET-TR	indice cu dividende, închidere	RON	zilele de tranzacționare din România	B3
Bitcoin	BTC/USD, închidere	USD	în fiecare zi, 24:00 UTC	B4, C2
EUR/RON, oficial	cursul de referință BNR	lei pe euro	zilele lucrătoare din România	B2
EUR/RON, piață	seria de la EODHD, închidere	lei pe euro	zilele lucrătoare	B2

- Date zilnice de la EODHD (EOD Historical Data), salvate în repository-ul cursului; eșantion de la 2 ianuarie 2015 la 18 septembrie 2026
- BNR: Banca Națională a României; cursul de referință se stabilește o dată pe zi, în jurul orei 13:00
- BET-TR: indicele BET al BVB cu dividendele reinvestite

Pregătire (1/2): deschiderea notebook-ului și salvarea unei copii

- **Întrebarea**: puteți rula Python pe datele cursului, în browser?
- **Date**: Google Colab: serviciul gratuit de notebook-uri al Google; Python rulează pe serverele Google, este suficient un cont Google
- **Cerințe**
  1. Deschideți notebook-ul seminarului în Colab.
  2. Alegeți *File* → *Save a copy in Drive* sau rulați celula de salvare în Drive de sub banner, ca să vă păstrați modificările.
  3. Rulați în ordine celulele secțiunii *Setup*, cu Shift + Enter; ele importă bibliotecile și definesc funcțiile de citire a datelor.
  4. Dacă o celulă dă eroare, alegeți *Runtime* → *Restart session* și rulați din nou de la început.
- **Raportați**: nimic de raportat; sînteți gata atunci cînd verificarea de pe slide-ul următor afișează cifrele așteptate

Pregătire (2/2): încărcarea datelor

```
# load_close(name, start): one daily series
# from the course data, with the right
# price column and calendar
p = load_close('sp500', start='2015-01-02')
print(len(p), p.index[0].date(),
      p.index[-1].date())
print(p.head(3).round(2))
```

- `SERIES` din notebook listează toate numele disponibile

- **Rezultatul așteptat**
  - 2 944 de prețuri, de la 2 ianuarie 2015 la 18 septembrie 2026
  - primele trei închideri: 2058,20; 2020,58; 2002,61
- Dacă numărul sau prima valoare diferă, verificați numele și data de început înainte de a continua

A1 [Rezolvat]: Randamente simple și logaritmice — cerință

- **Întrebarea**: se pot aduna pur și simplu două randamente zilnice ca să obținem randamentul pe două zile?
- **Date**: prețurile $P_0 = 100$, $P_1 = 110$, $P_2 = 99$
- **Cerințe**
  1. Calculați randamentele simple R_1, R_2 și randamentele logaritmice r_1, r_2.
  2. Adunați cele două randamente simple, apoi cele două randamente logaritmice.
  3. Calculați randamentele pe două zile $P_2/P_0 - 1$ și $\ln(P_2/P_0)$ și comparați-le cu sumele de la pasul 2.
- **Raportați**: un tabel cu coloanele zi, preț, randament simplu, randament logaritmic și o propoziție care precizează ce randamente se adună
- Notebook: secțiunea A1

◂ Înapoi ▸ Lista exercițiilor

A1 [Rezolvat]: Rezolvare

t	P_t	R_t	r_t
0	100	–	–
1	110	+10,00%	+9,53%
2	99	−10,00%	−10,54%
sumă		0,00%	−1,01%
$0 \to 2$		−1,00%	−1,01%

- **Pas cu pas**
  - $R_1 = 110/100 - 1$, $r_1 = \ln 1{,}1$
  - $R_2 = 99/110 - 1$, $r_2 = \ln 0{,}9$
- **De ce**
  - randamentele logaritmice se adună în timp: $(\ln P_1 - \ln P_0) + (\ln P_2 - \ln P_1) = \ln P_2 - \ln P_0 = \ln(P_2/P_0)$, deoarece termenul intermediar $\ln P_1$ se anulează
  - randamentele simple se compun: $1{,}1 \times 0{,}9 - 1 = -1\%$
- **Interpretare**
  - suma randamentelor simple indică 0% pentru o serie care a pierdut 1%: adunăm randamentele logaritmice, compunem randamentele simple

SFM_ch0_seminar

A2 [Rezolvat]: Anualizarea — cerință

- **Întrebarea**: ce înseamnă pe an o medie zilnică și o volatilitate zilnică?
- **Date**: un indice bursier cu randamentul logaritmic mediu zilnic de 0,05% și volatilitatea zilnică de 1,2%; Bitcoin cu volatilitatea zilnică de 3%
- **Cerințe**
  1. Anualizați media și volatilitatea indicelui, cu $A = 252$.
  2. Anualizați volatilitatea Bitcoin cu $A = 365$, apoi cu $A = 252$.
  3. Explicați ce valoare a lui A este corectă pentru Bitcoin.
- **Raportați**: trei valori anuale și o propoziție despre alegerea lui A
- Notebook: secțiunea A2

Înapoi Lista exercițiilor

A2 [Rezolvat]: Rezolvare

- **Indicele**, $A = 252$
  - media: $252 \times 0{,}05\% = 12{,}6\%$ pe an
  - volatilitatea: $\sqrt{252} \times 1{,}2\% = 15{,}9 \times 1{,}2\% = 19{,}0\%$ pe an
- **Bitcoin**
  - $A = 365$: $\sqrt{365} \times 3\% = 57{,}3\%$ pe an
  - $A = 252$: $\sqrt{252} \times 3\% = 47{,}6\%$ pe an, o valoare prea mică
- **De ce rădăcina pătrată**
  - variațnele zilelor independente se adună: Noțiuni necesare azi (5/7)
- **Interpretare**
  - A trebuie să fie numărul de observații pe an al seriei: Bitcoin se tranzacționează în fiecare zi, deci $A = 365$

SFM_ch0_seminar

A3 [Rezolvat]: Drawdown pe hîrtie — cerință

- **Întrebarea**: care a fost cea mai mare pierdere față de un vîrf anterior?
- **Date**: prețurile din zilele 0–5: 100, 120, 90, 110, 130, 104
- **Cerințe**
  1. Calculați vîrful curent M_t pentru fiecare zi.
  2. Calculați drawdown-ul DD_t pentru fiecare zi (formula: Noțiuni necesare azi (6/7)).
  3. Găsiți drawdown-ul maxim și zilele vîrfului și ale minimului corespunzător.
- **Raportați**: un tabel cu t, P_t, M_t, DD_t, drawdown-ul maxim și dacă prețul și-a revenit pînă în ziua 5
- Notebook: secțiunea A3

Înapoi Lista exercițiilor

A3 [Rezolvat]: Rezolvare

t	P_t	M_t	DD_t
0	100	100	0,0%
1	120	120	0,0%
2	90	120	−25,0%
3	110	120	−8,3%
4	130	130	0,0%
5	104	130	−20,0%

- **Pas cu pas**
  - ziua 2: $90/120 - 1 = -25\%$; ziua 3: $110/120 - 1$
  - ziua 4: un vîrf nou, deci $M_4 = 130$ și $DD_4 = 0$
  - ziua 5: $104/130 - 1 = -20\%$, măsurat față de noul vîrf
- **Drawdown-ul maxim**: −25,0%, de la vîrful din ziua 1 (120) la minimul din ziua 2 (90)
- **Interpretare**
  - prețul și-a revenit în ziua 4, dar în ziua 5 investitorul este din nou cu 20% sub vîrf

SFM_ch0_seminar

B1 [Rezolvat]: S&P 500, 2015–2026 — cerință

- **Întrebarea**: ce randament și ce risc a avut S&P 500 din 2015 pînă în 2026?
- **Date**: prețurile de închidere S&P 500, 2 ianuarie 2015 – 18 septembrie 2026 (`load_close('sp500')`)
- **Cerințe**
  1. Calculați randamentele zilnice simple și logaritmice și verificați primele două, pas cu pas, din primele trei prețuri.
  2. Calculați numărul de randamente pe an A, randamentul logaritmic mediu anualizat și volatilitatea anualizată.
  3. Calculați randamentul cumulat $P_T/P_0 - 1$ și verificați-l cu $\exp(\sum_t r_t) - 1$.
  4. Reprezentați grafic valoarea a 100 de unități investite și drawdown-ul; găsiți drawdown-ul maxim și datele lui.
- **Raportați**: A, media și volatilitatea anuale, randamentul cumulat, drawdown-ul maxim cu datele vîrfului și ale minimului și o propoziție de interpretare
- Notebook: secțiunea B1

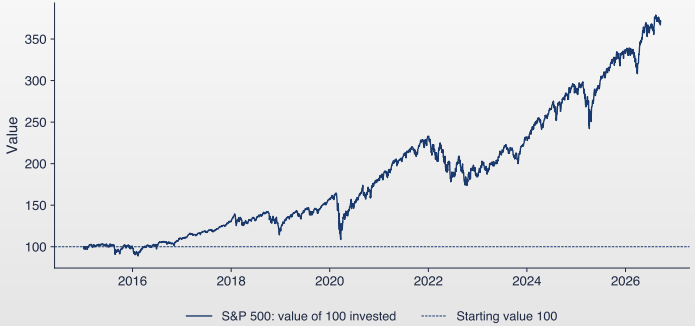
înapoi Lista exercițiilor

B1 [Rezolvat]: Rezolvare (1/3) — pas cu pas

- **Primele randamente**, din $P_0 = 2058{,}20$, $P_1 = 2020{,}58$, $P_2 = 2002{,}61$
  - $R_1 = P_1/P_0 - 1 = -1{,}83\%$, $r_1 = -1{,}84\%$
  - $R_2 = -0{,}89\%$, $r_2 = -0{,}89\%$
- **Anualizarea**
  - 2 943 de randamente în 11,7 ani: $A = 251{,}5$ randamente pe an
  - media zilnică 0,045%, volatilitatea zilnică 1,12%
  - media anuală 11,2%, volatilitatea anuală 17,7%
- **Randamentul cumulat**
  - $P_T/P_0 - 1 = 7650{,}50 \,/\, 2058{,}20 - 1 = 271{,}7\%$; $\exp(\sum_t r_t) - 1$ conduce la același rezultat, 271,7%

SFM_ch0_seminar

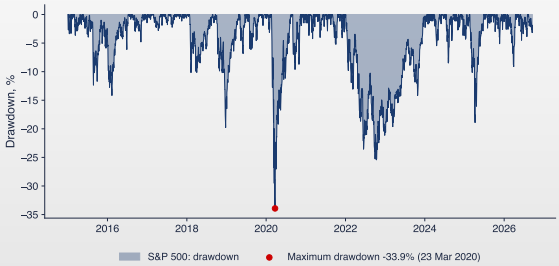
B1 [Rezolvat]: Rezolvare (2/3) — valoarea a 100 de unități investite



- 100 de unități investite pe 2 ianuarie 2015 valorau 372 pe 18 septembrie 2026 (indice de preț, fără dividende)

SFM_ch0_seminar

B1 [Rezolvat]: Rezolvare (3/3) — drawdown și interpretare



- **Drawdown-ul maxim**: −33,9%, de la vîrful din 19 februarie 2020 la 23 martie 2020 (COVID-19)
- Al doilea episod ca adîncime: 2022, cînd au crescut dobînzile
- **Interpretare**
  - un randament mediu anual bun (11,2%) ascunde o scădere de o treime într-o singură lună
  - raportați volatilitatea și drawdown-ul alături de medie

SFM_ch0_seminar

B2 [Rezolvat]: O cotație suspectă — cerință

- **Întrebarea**: este cea mai mare variație EUR/RON din seria de piață un preț real?
- **Date**: seria EUR/RON de la EODHD (`eurron_eodhd`) și cursul de referință BNR (`eurron`), 2015–2026
- **Cerințe**
  1. Pentru fiecare zi, calculați diferența procentuală dintre cotația EODHD și cursul BNR din aceeași zi.
  2. Găsiți ziua cu cea mai mare diferență în valoare absolută și afișați cotațiile din ziua anterioară și din ziua următoare.
  3. Calculați randamentele logaritmice de intrare în acea zi și de ieșire din ea.
  4. Reprezentați grafic ambele serii în luna din jurul acelei zile.
- **Raportați**: data, cotația, cursul BNR, cele două randamente logaritmice și decizia dumneavoastră: preț real sau bad tick
- Notebook: secțiunea B2

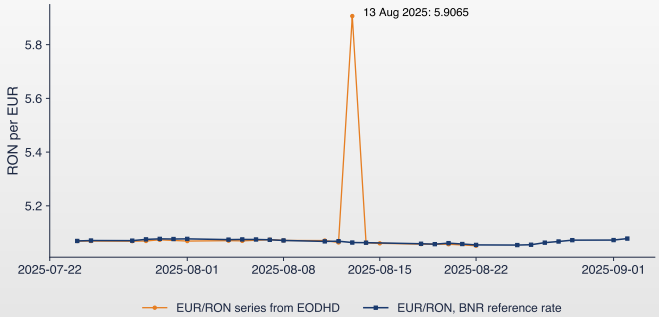
◂ Înapoi ▸ Lista exercițiilor

B2 [Rezolvat]: Rezolvare (1/2) — pas cu pas

- **Cea mai mare diferență**: 13 august 2025
  - cotația EODHD 5,9065 față de cursul BNR 5,0633: o diferență de +16,7%
  - ziua anterioară (12 august 2025): 5,0636; ziua următoare (14 august 2025): 5,0629
- **Două randamente logaritmice**
  - la intrare: +15,4%; la ieșire: −15,4%
  - pentru comparație, cea mai mare variație zilnică a cursului BNR din 2015 încoace este de 1,4%
- **Decizia**: un bad tick
  - un salt de 15% care se inversează complet a doua zi și lipsește din cursul oficial
  - dacă ar rămîne în date, ar adăuga două dintre cele mai mari variații zilnice ale leului din ultimul deceniu
- La curs și la seminar folosim pentru EUR/RON cursul de referință BNR

SFM_ch0_seminar

B2 [Rezolvat]: Rezolvare (2/2) — grafic și interpretare



- O cotație departe de toate celelalte și de cursul oficial: priviți întotdeauna datele înainte de a calcula statistici
- Interpretare: o volatilitate calculată cu acest tick ar descrie o eroare, nu piața

SFM_ch0_seminar

A4 [Propus]: Alte cifre — cerință

- **Întrebarea**: puteți repeta A1–A3 fără rezolvarea în față?
- **Date**: o acțiune la $P_0 = 50$, $P_1 = 55$, $P_2 = 44$; un fond la 200, 180, 220, 165, 198, 230 în zilele 0–5; media zilnică 0,03% și volatilitatea zilnică 1,5%
- **Cerințe**
  1. Model: A1, A2 și A3 [Rezolvat].
  2. Calculați cele două randamente simple și cele două randamente logaritmice ale acțiunii, sumele lor și randamentele pe două zile.
  3. Calculați drawdown-ul fondului pentru fiecare zi și drawdown-ul lui maxim.
  4. Anualizați media și volatilitatea zilnice, cu $A = 252$.
- **Raportați**: cele două tabele, drawdown-ul maxim, cele două valori anuale și o propoziție care precizează ce sumă coincide cu randamentul pe două zile
- Notebook: secțiunea A4

Înapoi Lista exercițiilor

B3 [Propus]: BET-TR, 2015–2026 — cerință

- **Întrebarea**: cum s-a comportat piața din România, cu dividende, față de S&P 500?
- **Date**: prețurile de închidere BET-TR de la 2 ianuarie 2015 (`load_close('bettr')`) la 18 septembrie 2026
- **Cerințe**
  1. Model: B1 [Rezolvat]; refolosiți codul și schimbați doar numele seriei.
  2. Calculați A, randamentul logaritmic mediu anualizat și volatilitatea anualizată.
  3. Calculați randamentul cumulat și drawdown-ul maxim, cu datele lui.
  4. Comparați fiecare cifră cu rezultatul S&P 500 din B1.
- **Raportați**: un tabel cu două coloane (S&P 500, BET-TR) și o propoziție: de ce comparația nu este pe deplin corectă?
- Notebook: secțiunea B3

◂ Înapoi ▸ Lista exercițiilor

B4 [Propus]: Bitcoin: 365 sau 252 de zile? — cerință

- **Întrebarea**: cît de mare este eroarea dacă Bitcoin este anualizat ca un indice bursier?
- **Date**: prețurile de închidere Bitcoin de la 2 ianuarie 2015 (`load_close('btc')`) la 18 septembrie 2026
- **Cerințe**
  1. Model: A2 și B1 [Rezolvat].
  2. Calculați din date numărul de randamente pe an A.
  3. Calculați volatilitatea anualizată cu $A = 365$, apoi cu $A = 252$.
  4. Calculați randamentul cumulat și drawdown-ul maxim, cu datele lui.
- **Raportați**: A, cele două volatilități și raportul lor, randamentul cumulat, drawdown-ul maxim și o propoziție care precizează care volatilitate este corectă
- Notebook: secțiunea B4

Înapoi Lista exercițiilor

C2 [Propus]: Critica unui răspuns generat de AI — răspunsul

- **Cererea** trimisă unui asistent AI: „Din datele cursului, calculează volatilitatea anualizată și randamentul cumulat ale S&P 500 și Bitcoin din 2 ianuarie 2015, din randamentele simple zilnice.”

```
# read_market(symbol): the daily table of the course data
for name, sym in [('S&P␣500', 'GSPC.INDX'), ('Bitcoin', 'BTC-USD.CC')]:
    p = read_market(sym)['close'].loc['2015-01-02':]   # closing prices
    R = p.pct_change().dropna()           # daily simple returns
    vol = R.std() * 252                   # annualised volatility
    cum = R.sum()                         # cumulative return
    print(name, round(100 * vol, 1), round(100 * cum, 1))
```

- **Concluzia AI**: „Volatilitate: S&P 500 280,3%, Bitcoin 873,3%. Randament cumulat: S&P 500 149,6%, Bitcoin 814,0%. Bitcoin a cîștigat doar de aproximativ cinci ori mai mult decît S&P 500.”

◂ Înapoi ▸ Lista exercițiilor

C2 [Propus]: Critica unui răspuns generat de AI — cerință

- **Întrebarea**: puteți avea încredere într-un cod care rulează fără niciun mesaj de eroare?
- **Date**: codul și concluzia de pe slide-ul anterior; definițiile din secțiunea Noțiuni necesare azi
- **Cerințe**
  1. Model: A1, A2 și B1 [Rezolvat].
  2. Găsiți cele trei greșeli introduse intenționat în cod.
  3. Pentru fiecare greșeală, precizați cum ați detecta-o: o verificare a rezultatului, noțiunile necesare sau un exercițiu rezolvat.
  4. Scrieți codul corectat și raportați volatilitatea și randamentul cumulat corectate pentru ambele active.
  5. Precizați dacă mai rămîne valabilă concluzia „Bitcoin a cîștigat doar de aproximativ cinci ori mai mult".
- **Raportați**: un tabel cu rezultatele AI și cele corectate și cîte o linie pentru fiecare greșeală, în formatul: cerere, răspuns, greșeală, cum a fost găsită, corectare
- Notebook: secțiunea C2

Exerciții pentru acasă

- **Terminați exercițiile propuse**: A4, B3, B4 și C2
- **Încercați încă o serie**
  - repetați B1 pentru DAX (`dax`) sau pentru aur (`gold`) și comparați volatilitățile anuale
- **Rezolvați quiz-ul Capitolului 0** pe site-ul cursului: 20 de întrebări, cu explicație pentru fiecare răspuns

Recapitulare și prezentarea cursului din Capitolul 0

- **Azi**
  - randamentele simple se compun, cele logaritmice se adună
  - anualizăm media cu A și volatilitatea cu $\sqrt{A}$; $A = 365$ pentru Bitcoin
  - drawdown-ul maxim este cea mai mare pierdere față de un vîrf
  - priviți întîi datele: un singur bad tick poate domina o statistică
  - codul generat de AI poate rula și totuși să fie greșit
- **La curs**
  - Cum este organizat și evaluat cursul?
  - Cum arată piețele din 2026 în date?
  - Cum au evoluat bursele, crahurile și modelele?
  - De ce randamentele zilnice nu urmează distribuția Normală?