



Statistica Piețelor Financiare

Seminar 5: Selecția Modelului și Backtesting



Daniel Traian PELE

Antoaneta Amza

Academia de Studii Economice din București

IDA Institute Digital Assets

Blockchain Research Center

AI4EFin Artificial Intelligence for Energy Finance

Academia Română, Institutul de Prognostic Economică

MSCA Digital Finance

Cuprins Seminar

- ▣ **Recapitulare Rapidă** – Formule cheie și rezumat concepte
- ▣ **Test Grilă** – 10 întrebări cu variante de răspuns
- ▣ **Întrebări Adevărat/Fals** – Evaluare conceptuală
- ▣ **Exerciții de Calcul** – Probleme rezolvate pas cu pas
- ▣ **Exerciții Python** – Implementare și vizualizare
- ▣ **Întrebări de Discuție** – Scenarii și gândire critică
- ▣ **Exercițiu cu asistență AI** – Gândire critică cu LLM
- ▣ **Rezumat** – Concluzii și pași următori

Formule Cheie de Reținut

▣ Selecția Modelului:

- ▶ AIC: $-2\ell + 2k$
- ▶ BIC: $-2\ell + k \ln n$
- ▶ Test LR: $2(\ell_1 - \ell_0) \sim \chi^2(\Delta k)$

▣ Backtesting VaR:

- ▶ Kupiec: $LR = -2 \ln \frac{\alpha^x (1-\alpha)^{T-x}}{\hat{p}^x (1-\hat{p})^{T-x}}$
- ▶ $LR \sim \chi^2(1)$ sub H_0
- ▶ Rolling VaR: fereastră de 250 zile

▣ GARCH(1,1):

- ▶ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$
- ▶ Persistență: $\alpha_1 + \beta_1 < 1$
- ▶ VaR: $\hat{\mu} + \hat{\sigma}_t \cdot t_\nu^{-1}(\alpha)$

▣ Basel Traffic Light (250 zile):

- ▶ Verde: 0–4 excepții ($k = 3.0$)
- ▶ Galben: 5–9 excepții ($k \in [3.4, 3.85]$)
- ▶ Roșu: ≥ 10 excepții ($k = 4.0$)

Rezumatul Conceptelor Cheie

Concept	Punct Cheie	Când se Folosește
AIC BIC Test LR	Predicție optimă, penalizează $2k$ Model adevărat, penalizează $k \ln n$ $2(\ell_1 - \ell_0) \sim \chi^2(\Delta k)$	Comparație modele (non-nested) Selecție consistentă, n mare Modele nested (ex: Normal $\subset t$)
Kupiec test Basel Traffic Light	H_0 : rata excepțiilor = α Verde/Galben/Roșu pe 250 zile	Validare VaR post-estimare Reglementare bancară
GARCH- t Rolling VaR Copula	Volatilitate dinamică + cozi grele Reestimează pe fereastră glisantă Dependență multivariată	VaR condiționat Backtesting out-of-sample Risc portofoliu, $\lambda_L > 0$

Test 1: Testul Kupiec

Întrebare

- ☐ Testul Kupiec verifică dacă:

Variante de răspuns

- ☐ (A) Distribuția este normală
- ☐ (B) Frecvența excepțiilor VaR este conformă cu nivelul α
- ☐ (C) Volatilitatea este constantă
- ☐ (D) Randamentele sunt independente

Test 1: Răspuns

Răspuns: B

□ Proportia excepțiilor VaR este conformă cu α

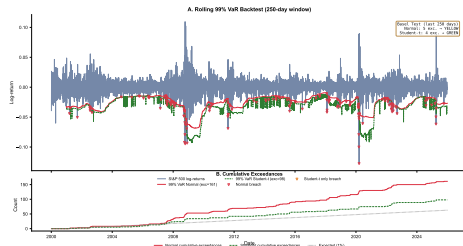
□ Testul Kupiec (POF):

$$LR = -2 \ln \frac{\alpha^x (1 - \alpha)^{T-x}}{\hat{p}^x (1 - \hat{p})^{T-x}}$$

□ H_0 : rata excepțiilor = α

□ H_1 : rata excepțiilor $\neq \alpha$

□ $LR \sim \chi^2(1)$ sub H_0



Backtest: excepțiile marcate cu roșu

SFM_ch2_risk_management

Test 2: Sistemul Basel

Întrebare

- ☐ În sistemul Basel, 7 excepții pe 250 zile (VaR 1%) corespund zonei:

Variante de răspuns

- ☐ (A) Verde
- ☐ (B) Galben
- ☐ (C) Roșu
- ☐ (D) Nu este specificat

Test 2: Răspuns

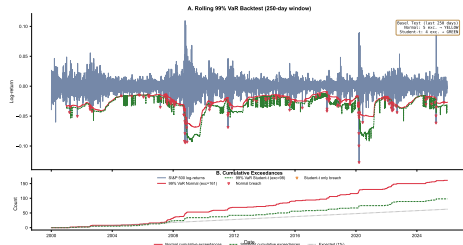
Răspuns: B

□ Zona galbenă (5–9 excepții)

□ Basel Traffic Light (250 zile):

Excepții	Zona
0–4	Verde ($k = 3.0$)
5–9	Galben ($k \in [3.4, 3.85]$)
≥ 10	Roșu ($k = 4.0$)

□ 7 excepții: zona galben, supraveghere sporită.



Basel: multiplicatorul de capital depinde de zona

Test 3: Persistența GARCH

Întrebare

- ☐ În GARCH(1,1), $\alpha_1 + \beta_1 = 0.98$ semnifică:

Variante de răspuns

- ☐ (A) Volatilitate scăzută
- ☐ (B) Persistență foarte ridicată a volatilității
- ☐ (C) Modelul este nestaționar
- ☐ (D) Randamentele sunt normale

Test 3: Răspuns

Răspuns: B

□ Persistență ridicată — șocurile se disipează lent

□ **GARCH(1,1):**

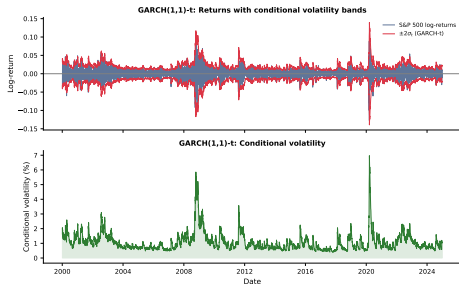
$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

□ $\alpha_1 + \beta_1 < 1$: staționar ✓

□ $\alpha_1 + \beta_1 = 1$: IGARCH (memorie infinită)

□ Persistența = $\alpha_1 + \beta_1 = 0.98$

□ Timp de înjumătățire: ~ 34 zile



GARCH: volatilitate condiționată dinamică

 SFM_ch2_modern_extensions

Test 4: Copula Gaussiană

Întrebare

- ☐ Copula Gaussiană are dependență de coadă λ_L :

Variante de răspuns

- ☐ (A) $\lambda_L = 1$
- ☐ (B) $\lambda_L = 0.5$
- ☐ (C) $\lambda_L = 0$
- ☐ (D) Depinde de corelația ρ

Test 4: Răspuns

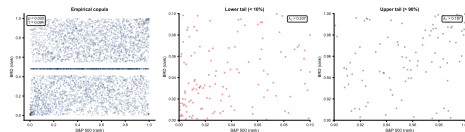
Răspuns: C

- $\lambda_L = 0$ (nicio dependență de coadă)

- **Dependența de coadă:**

$$\lambda_L = \lim_{u \rightarrow 0^+} P(U_1 \leq u \mid U_2 \leq u)$$

- Gaussiană: $\lambda_L = 0$ (indiferent de ρ) ✓
- Student- t : $\lambda_L > 0$ (depinde de ν, ρ)
- Clayton: $\lambda_L > 0$, $\lambda_U = 0$
- $\Rightarrow$ Gaussiană subestimează riscul de crash simultan.

Copule: Gaussiană vs Student- t

Test 5: GARCH- t vs VaR Normal

Întrebare

- ☐ Avantajul principal al GARCH- t față de VaR normal static este:

Variante de răspuns

- ☐ (A) Este mai simplu de implementat
- ☐ (B) Captează și clusteringul volatilității și cozile grele
- ☐ (C) Nu necesită date istorice
- ☐ (D) Dă întotdeauna un VaR mai mic

Test 5: Răspuns

Răspuns: B

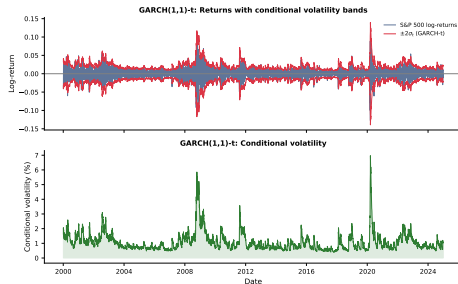
▣ Combinația cozi grele + volatilitate dinamică

▣ **GARCH- t combină:**

- ▶ Volatilitate condiționată (σ_t dinamic)
- ▶ Cozi grele (distribuția t_ν)
- ▶ VaR se adaptează la regim

▣ Verificare:

- ▶ A: Mai complex ✗
- ▶ C: Necesită date ✗
- ▶ D: VaR poate fi mai mic *sau* mai mare ✗



GARCH- t : se adaptează la volatilitate

 SFM_ch2_modern_extensions

Test 6: Fereastră rolling

Întrebare

- ☐ O fereastră rolling de 250 zile vs 500 zile pentru estimarea VaR:

Variante de răspuns

- ☐ (A) 250 zile reacționează mai rapid la schimbări de regim
- ☐ (B) 500 zile reacționează mai rapid
- ☐ (C) Nu există diferență
- ☐ (D) 250 zile este întotdeauna mai bun

Test 6: Răspuns

Răspuns: A

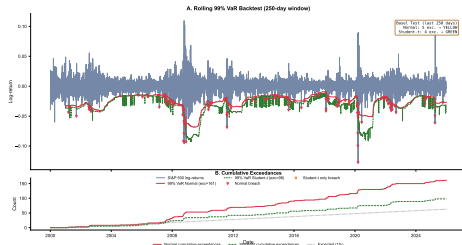
☐ Fereastră mai scurtă = reacție mai rapidă

☐ **Compromisul fereastră rolling:**

- ▶ Fereastră scurtă: **reactivitate**, **instabilitate**
- ▶ Fereastră lungă: **stabilitate**, **lentoare**

☐ Verificare:

- ▶ B: Invers ✗
- ▶ C: Diferă semnificativ ✗
- ▶ D: Depinde de context ✗



Rolling VaR: fereastră 250 zile

Test 7: Testul Christoffersen

Întrebare

- ☐ Testul Christoffersen adaugă față de testul Kupiec:

Variante de răspuns

- ☐ (A) Testul de normalitate a reziduurilor
- ☐ (B) Testul de independență al excepțiilor
- ☐ (C) Testul de staționaritate
- ☐ (D) Testul de heteroscedasticitate

Test 7: Răspuns

Răspuns: B

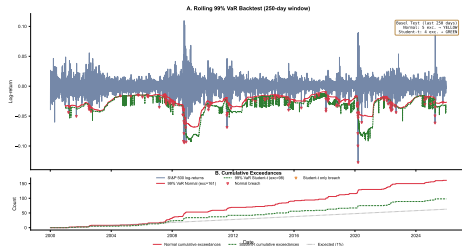
☐ Christoffersen testează și **independența** excepțiilor

☐ **Kupiec vs Christoffersen:**

- ▶ Kupiec (POF): doar frecvența $\hat{p} \approx \alpha$
- ▶ Christoffersen (CC): frecvența + independența

☐ $LR_{CC} = LR_{POF} + LR_{IND} \sim \chi^2(2)$

☐ Excepțiile grupate $\Rightarrow$ model inadecvat.



Excepțiile grupate: modelul nu captează clustering

SFM_ch2_risk_management

Test 8: Sub-aditivitatea VaR

Întrebare

- ☐ VaR nu este subaditivă. Aceasta înseamnă că:

Variante de răspuns

- ☐ (A) $\text{VaR}(A + B) \leq \text{VaR}(A) + \text{VaR}(B)$ întotdeauna
- ☐ (B) Este posibil ca $\text{VaR}(A + B) > \text{VaR}(A) + \text{VaR}(B)$
- ☐ (C) $\text{VaR}(A + B) = \text{VaR}(A) + \text{VaR}(B)$ întotdeauna
- ☐ (D) VaR este întotdeauna zero pentru portofolii diversificate

Test 8: Răspuns

Răspuns: B

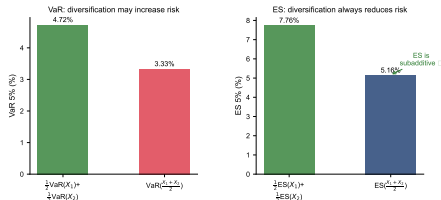
□ Diversificarea poate *crește* VaR-ul

□ **Consecințe:**

- ▶ VaR nu recompensează diversificarea
- ▶ ES este subaditivă ✓
- ▶ Basel III/IV preferă ES

□ VaR nu satisface axiomele Artzner (1999) ⇒ **nu este coerentă**.

□ ES satisface toate axiomele ⇒ coerentă.



VaR: contra-exemplu sub-aditivitate

Test 9: Backtesting ES

Întrebare

- ☐ Diferența principală dintre backtesting VaR și backtesting ES este:

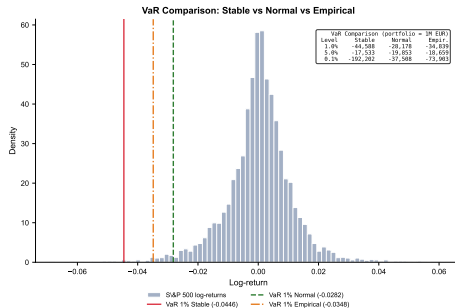
Variante de răspuns

- ☐ (A) ES nu poate fi testat niciodată
- ☐ (B) ES necesită **magnitudinea** pierderilor, nu doar frecvența
- ☐ (C) Nu există diferență
- ☐ (D) VaR backtesting este mai complex decât ES

Test 9: Răspuns

Răspuns: B

- ☐ ES necesită evaluarea **cât de mare** a fost pierderea
- ☐ **Comparație:**
 - ▶ VaR backtest: a fost depășit? (da/nu)
 - ▶ ES backtest: cât de mult a fost depășit?
- ☐ Verificare:
 - ▶ A: ES poate fi testat (Acerbi & Szekely, 2014) ✗
 - ▶ C: Diferă fundamental ✗
 - ▶ D: ES este mai greu de testat ✗



ES: media pierderilor dincolo de VaR

Test 10: Parametrii GARCH

Întrebare

- ☐ În GARCH(1,1), α_1 mare vs β_1 mare semnifică:

Variante de răspuns

- ☐ (A) α_1 : reacție rapidă la șocuri; β_1 : memorie lungă
- ☐ (B) α_1 : memorie lungă; β_1 : reacție rapidă
- ☐ (C) Ambii au același efect
- ☐ (D) Niciun efect asupra volatilității

Test 10: Răspuns

Răspuns: A

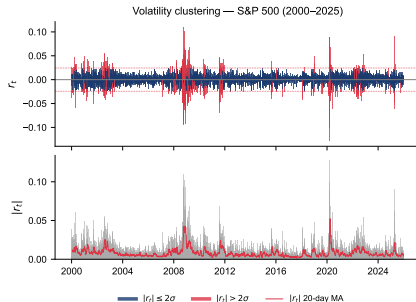
▣ α_1 = reactivitate, β_1 = persistență

▣ **GARCH(1,1):**

$$\sigma_t^2 = \omega + \underbrace{\alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2}_{\text{reacție la șoc}} + \underbrace{\beta_1 \sigma_{t-1}^2}_{\text{inertie}}$$

▣ Valori tipice pe acțiuni:

- ▶ $\hat{\alpha}_1 \approx 0.05\text{--}0.10$ (reacție moderată)
- ▶ $\hat{\beta}_1 \approx 0.85\text{--}0.95$ (persistență ridicată)
- ▶ $\hat{\alpha}_1 + \hat{\beta}_1 \approx 0.95\text{--}0.99$



GARCH: clustering-ul volatilității

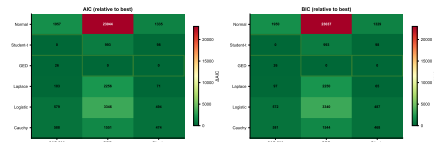
Adevărat sau Fals? — Întrebări

▣ Răspundeți cu Adevărat (A) sau Fals (F):

1. AIC și BIC pot selecta modele diferite, iar ambele pot fi “corecte”.
2. Testul Kupiec detectează atât frecvența cât și gruparea excepțiilor VaR.
3. Un model VaR cu 0 excepții pe 250 zile este modelul ideal.
4. GARCH(1,1) cu $\alpha_1 + \beta_1 = 1$ se numește IGARCH.
5. Copula Gaussiană subestimează riscul de crash simultan.
6. Backtesting-ul VaR elimină complet riscul de model.

Adevărat sau Fals? — Răspunsuri

1. **ADEVĂRAT**: AIC: predicție optimă; BIC: model adevărat
2. **FALS**: Kupiec testează doar *frecvența*; Christoffersen testează și gruparea
3. **FALS**: 0 excepții $\Rightarrow$ model prea conservator, capital excesiv
4. **ADEVĂRAT**: IGARCH = Integrated GARCH, persistență unitară
5. **ADEVĂRAT**: $\lambda_L = 0$ pentru Gaussiană, > 0 în realitate
6. **FALS**: Backtesting validează *din trecut*; nu garantează viitorul



Selecția modelului variază pe active

Exercițiul 1: AIC/BIC pentru 4 distribuții

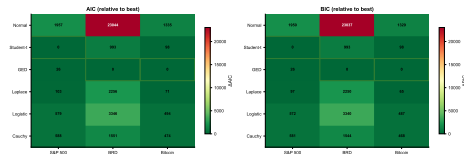
▣ **Problemă:** Pe $n = 2000$ randamente, ajustăm 4 distribuții:

Model	k	ℓ
Normal	2	6421
Student- t	3	6487
Skew- t	4	6504
GED	3	6511

▣ Calculați AIC, BIC, și efectuați testul LR: Normal $\subset$ Student- t și Student- $t \subset$ Skew- t .

Exercițiul 1: Soluție

Model	AIC	BIC	Rang
Normal	-12838	-12827	4
Student- t	-12968	-12951	3
Skew- t	-13000	-12978	2
GED	-13016	-12999	1



Heatmap: AIC relativ pe active

- **Testul LR:**
- Normal vs t : $LR = 2(6487 - 6421) = 132$
- $\gg \chi^2_{0.01}(1) = 6.63 \Rightarrow$ **Respingem** distribuția normală
- t vs Skew- t : $LR = 2(6504 - 6487) = 34$
- $\Rightarrow$ **Respingem** simetria

Exercițiul 2: Testul Kupiec

- ▣ **Problemă:** VaR 1% testat pe $T = 500$ zile. Analizați $x = 4$, $x = 6$, $x = 12$ excepții.
- ▣ Calculați:
 1. Statistica LR Kupiec pentru fiecare scenariu
 2. Decizia la nivel de semnificație 1%
 3. Zona Basel (normalizată la 250 zile)

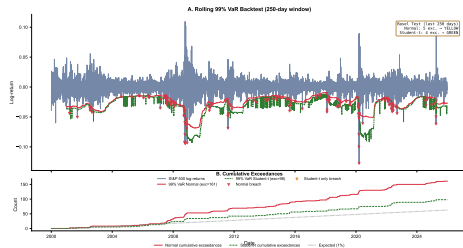
Exercițiul 2: Soluție

- $\square$ $LR = -2 \ln \frac{\alpha^x (1-\alpha)^{T-x}}{\hat{p}^x (1-\hat{p})^{T-x}}, \quad \hat{p} = x/T$
 $\square$ Așteptat: $T\alpha = 5$ excepții.

x	$\hat{p}$	LR	Decizie
4	0.80%	0.25	Acceptat
6	1.20%	0.18	Acceptat
12	2.40%	7.14	Respins

$\square$ **Basel (250 zile):**

- ▶ $x = 4$: 2 exc/250 $\Rightarrow$ Verde
- ▶ $x = 6$: 3 exc/250 $\Rightarrow$ Verde
- ▶ $x = 12$: 6 exc/250 $\Rightarrow$ Galben



Backtest VaR: excepții vs randamente

Exercițiul 3: VaR condiționat GARCH- t

▣ **Problemă:** GARCH(1,1)- t estimat: $\hat{\omega} = 0.01$, $\hat{\alpha}_1 = 0.08$, $\hat{\beta}_1 = 0.91$, $\hat{\nu} = 5.5$, $\hat{\sigma}_t = 1.8\%$.

▣ Calculați:

1. VaR condiționat la 1%
2. Persistența și volatilitatea pe termen lung
3. Comparați cu VaR Normal static ($\sigma = 1.2\%$)

Exercițiul 3: Soluție

1. VaR GARCH- t :

$$\text{VaR}_t = \hat{\sigma}_t \cdot |t_{\nu}^{-1}(0.01)|$$

$$t_{5.5}^{-1}(0.01) \approx -3.26$$

$$\text{VaR}_{1\%} = 1.8\% \times 3.26 = 5.87\%$$

2. Persistența:

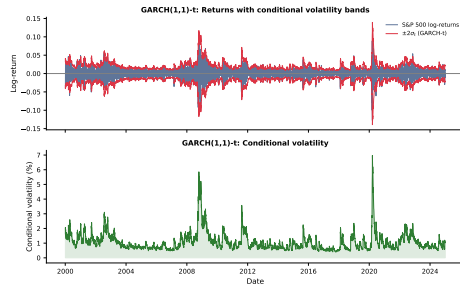
$$\hat{\alpha}_1 + \hat{\beta}_1 = 0.99 \text{ (foarte persistent)}$$

$$\text{Volatilitate termen lung: } \bar{\sigma}^2 = \frac{\hat{\omega}}{1-0.99} = 1.0\%^2$$

$$\bar{\sigma} = 1.0\%$$

$$\text{3. VaR Normal static: } 2.326 \times 1.2\% = 2.79\%$$

$$\text{Raport GARCH/Normal} = 2.10 \times$$



GARCH- t : σ_t crește în perioade turbulente

Exercițiul 4: Rolling VaR — 3 modele

- ▣ **Problemă:** VaR rolling (250 zile) pe $T = 500$ zile out-of-sample, VaR la 1%:

Model	Excepții	$\hat{\rho}$	Basel
Normal	14	2.80%	?
Student- t	6	1.20%	?
GARCH- t	4	0.80%	?

- ▣ Calculați LR Kupiec pentru fiecare și clasificați Basel (normalizat la 250 zile).

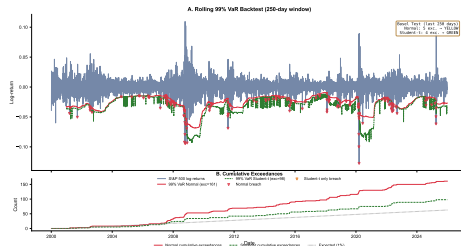
Exercițiul 4: Soluție

▣ Așteptat: $T_\alpha = 500 \times 0.01 = 5$

Model	LR	p-val	Decizie
Normal	12.5	0.0004	Respins
Student- t	0.18	0.67	Acceptat
GARCH- t	0.43	0.51	Acceptat

▣ Basel (250 zile):

- ▶ Normal: $14/2 = 7 \Rightarrow$ Galben
- ▶ Student- t : $6/2 = 3 \Rightarrow$ Verde
- ▶ GARCH- t : $4/2 = 2 \Rightarrow$ Verde



Backtesting: Normal vs Student- t vs GARCH- t

Exercițiu Python 1: Fit 6 distribuții și clasament AIC

Sarcină:

1. Ajustați Normal, Student- t , GED, Laplace, Cauchy, Logistic
2. Calculați AIC/BIC pentru fiecare
3. Afișați clasamentul și selectați cel mai bun model

Cod cheie:

```
from scipy import stats
from scipy.stats import gennorm
models = {}
models['Normal'] = {'k':2, 'll': np.sum(stats.norm.logpdf(r, *stats.norm.fit(r)))}
models['Student-t'] = {'k':3, 'll': np.sum(stats.t.logpdf(r, *stats.t.fit(r)))}
models['GED'] = {'k':3, 'll': np.sum(gennorm.logpdf(r, *gennorm.fit(r)))}
```

Exercițiu Python 2: Rolling VaR și testul Kupiec

Sarcină:

1. Implementați VaR rolling (fereastră 250 zile) sub Normal și Student- t
2. Numărați excepțiile și aplicați testul Kupiec
3. Clasificați conform Basel Traffic Light

Cod cheie:

```
def kupiec_test(x, T, alpha):  
    p_hat = x / T  
    lr = -2*(x*np.log(alpha/p_hat) + (T-x)*np.log((1-alpha)/(1-p_hat)))  
    return lr, 1 - stats.chi2.cdf(lr, df=1)
```

Exercițiu Python 3: GARCH(1,1)- t cu arch

Sarcină:

1. Estimați GARCH(1,1)- t cu pachetul arch
2. Extrageți volatilitatea condiționată
3. Calculați VaR condiționat și vizualizați backtesting

Funcții cheie:

- ▣ `arch_model(r_pct, vol='Garch', p=1, q=1, dist='t')`
- ▣ `result.params` pentru $\omega, \alpha, \beta, \nu$
- ▣ `result.conditional_volatility` pentru σ_t
- ▣ VaR: $\hat{\mu} + \hat{\sigma}_t \cdot t_{\nu}^{-1}(\alpha)$

Discuție 1: Alegerea modelului pentru reglementare

▣ **Scenariu:** O bancă poate folosi VaR Normal static (simplu, zona galben Basel) sau GARCH- t (complex, zona verde Basel). Departamentul IT preferă normalul, departamentul de risc preferă GARCH- t .

▣ **Întrebări:**

1. Ce argumente are fiecare departament?
2. Care sunt costurile zonei galben vs verde (multiplicator k)?
3. Este GARCH- t întotdeauna superior?
4. Ce alte considerații practice sunt relevante?

Discuție 2: Diversificarea în criză

▣ **Scenariu:** Portofoliu diversificat: S&P 500 + EURUSD + Aur. Corelația Pearson: 0.3. Copula Gaussiană: $\lambda_L = 0$. Copula Student- $t(\nu = 4)$: $\lambda_L = 0.15$.

▣ **Întrebări:**

1. Ce semnifică $\lambda_L = 0.15$ pentru portofoliu?
2. Diversificarea funcționează în criză? De ce?
3. Cum ați modifica alocarea ținând cont de dependența de coadă?
4. Ce instrumente de hedging sunt eficiente?

▣ **Indiciu:** Gândiți-vă la criza din 2008 și la co-crashul activelor “necorelate”.

Exercițiu AI: Gândire critică

Prompt de testat în ChatGPT / Claude / Copilot

“Descarcă de pe Yahoo Finance datele zilnice S&P 500 din 2015 până în 2025. Calculează log-randamentele. Ajustează 6 distribuții (Normal, Student-t, GED, Laplace, Cauchy, Logistic) prin MLE. Compară AIC/BIC. Implementează VaR rolling pe 250 zile sub Normal și Student-t. Aplică testul Kupiec. Estimează GARCH(1,1)-t cu pachetul arch. Vizualizează backtesting. Vreau cod Python complet.”

▣ Exercițiu:

1. Rulați prompt-ul într-un LLM la alegere și analizați critic răspunsul.
2. Testul Kupiec este implementat corect (formula LR, nu doar contorizare)?
3. GARCH- t folosește $\text{dist}='t'$ sau implicit normală?
4. VaR-ul GARCH folosește cuantila t_ν sau Φ^{-1} ?
5. Graficul de backtesting marchează excepțiile vizual?

Atenție: Codul generat de AI poate rula fără erori și arăta profesional. *Asta nu înseamnă că e corect.*

Concluzii Cheie de Astăzi

1. **AIC/BIC selectează modelul** — $\Delta > 10$ este “foarte semnificativ”
2. **Testul LR compară** modele nested — $LR = -2(\ell_0 - \ell_1) \sim \chi^2(\Delta k)$
3. **Backtesting validează** modelul pe date out-of-sample, nu in-sample
4. **Kupiec test:** H_0 : rata excepțiilor = α ; respingere $\Rightarrow$ model inadecvat
5. **GARCH- t captează** volatility clustering + cozi grele simultan
6. **Basel Traffic Light:** ≤ 4 exc./250 zile = verde; 5–9 = galben; ≥ 10 = roșu

Următorul Seminar

- ☐ Ipoteza Piețelor Eficiente

Bibliografie I

Selectia Modelului și Backtesting

- ▣ Kupiec, P. (1995). "Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models," *Journal of Derivatives*, 3(2).
- ▣ Christoffersen, P. (1998). "Evaluating interval forecasts," *International Economic Review*, 39(4), 841–862.
- ▣ Bollerslev, T. (1986). "Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity," *Journal of Econometrics*, 31, 307–327.
- ▣ Basel Committee on Banking Supervision (1996). "Supervisory framework for the use of 'backtesting'," BIS.

Surse de Date și Software

Instrumente Software

- ▣ `scipy.stats` — Distribuții parametrice, teste statistice
- ▣ `arch` — Modele GARCH, distribuții condiționale
- ▣ `yfinance` — Descărcare date financiare
- ▣ `matplotlib`, `seaborn` — Vizualizare

Date și Exemple

- ▣ S&P 500, BET, Bitcoin — descărcate via `yfinance`
- ▣ Notebook-uri Jupyter disponibile pe GitHub (QuantLet)

Exercițiu de Replicare: Kupiec (1995)

Obiectiv

▣ Replicați tabelul principal din Kupiec (1995): frecvența excepțiilor VaR pe date simulate și reale.

1. Descărcați randamentele zilnice S&P 500 (ultimii 10 ani)
2. Implementați VaR rolling (250 zile) sub Normal, Student- t și GARCH- t
3. Numărați excepțiile la 1% și 5% pentru fiecare model
4. Aplicați testul Kupiec pe fiecare combinație model/nivel
5. Clasificați fiecare model conform Basel Traffic Light
6. **Întrebare:** Ce model obține zona verde pe cele mai multe sub-perioade?

Ref: Kupiec, P. (1995). "Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models," *Journal of Derivatives*, 3(2).

Temă pentru acasă: Seminar 4

Obiectiv

□ Implementați un sistem complet de backtesting VaR.

1. Descărcați randamentele zilnice S&P 500 (ultimii 10 ani)
2. Implementați VaR rolling (fereastra 250 zile) sub 4 distribuții: Normal, Student- t , Skew- t , GARCH(1,1)- t
3. Numărați excepțiile la nivelurile 1% și 5%
4. Aplicați testul Kupiec (LR) pe fiecare combinație
5. Clasificați conform Basel Traffic Light (verde/galben/roșu)
6. Vizualizați: randamente + VaR rolling + excepții marcate
7. **Întrebare:** Ce model obține zona verde pe cele mai multe sub-perioade?

 SFM_ch2_case_study_2c

Vă mulțumesc! Întrebări? Materialele seminarului sunt disponibile la:

<https://danpele.github.io/SFM/>



Quantlet



Quantinar