



Munich Personal RePEc Archive

## **Objectives of the analysis of trends in discrete time series**

Stefanescu, Răzvan and Dumitriu, Ramona

"Dunarea de Jos" University, Galati, "Dunarea de Jos" University,  
Galati

23 December 2019

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/97821/>  
MPRA Paper No. 97821, posted 24 Dec 2019 06:43 UTC

# **Obiective ale analizei trendurilor seriilor de timp discrete**

Răzvan Ștefănescu  
Ramona Dumitriu

## **Rezumat**

Această lucrare abordează câteva dintre principalele obiective ale analizei trendurilor seriilor de timp discrete. Un aspect major al acestei analize constă în identificarea unui model matematic ce descrie tendința persistentă pe termen lung a evoluției variabilei studiate. Modelul poate evidenția câteva caracteristici importante ale tendinței pe termen lung a seriei de timp. Poate fi, de asemenea, folositor în previziunea viitoarelor valori ale seriei de timp. Un alt aspect important al analizei unui trend constă în detectarea schimbărilor semnificative care au survenit (sau care ar putea surveni în viitor) în tendința pe termen lung a unei variabile.

În cadrul analizei trendurilor seriilor de timp discrete se detașează, prin importanță, două obiective:

- descrierea tendinței generale a evoluțiilor variabilelor;
- aprecierea posibilității de previziune a evoluțiilor viitoare prin extrapolarea trendurilor.

## 1. Descrierea tendinței generale a evoluțiilor variabilelor

Dintre elementele esențiale ale unui demers de descriere a tendinței generale a evoluției unei variabile se remarcă două aspecte:

- identificarea și interpretarea caracteristicilor generale ale unui trend;
- studiul schimbărilor de trend.

### 1.1. Caracteristici generale ale unui trend

În acest subcapitol vom aborda două dintre caracteristicile generale studiate destul de frecvent în cadrul analizei trendurilor seriilor de timp discrete:

- tipul de funcție matematică asociată trendului;
- sensul evoluției.

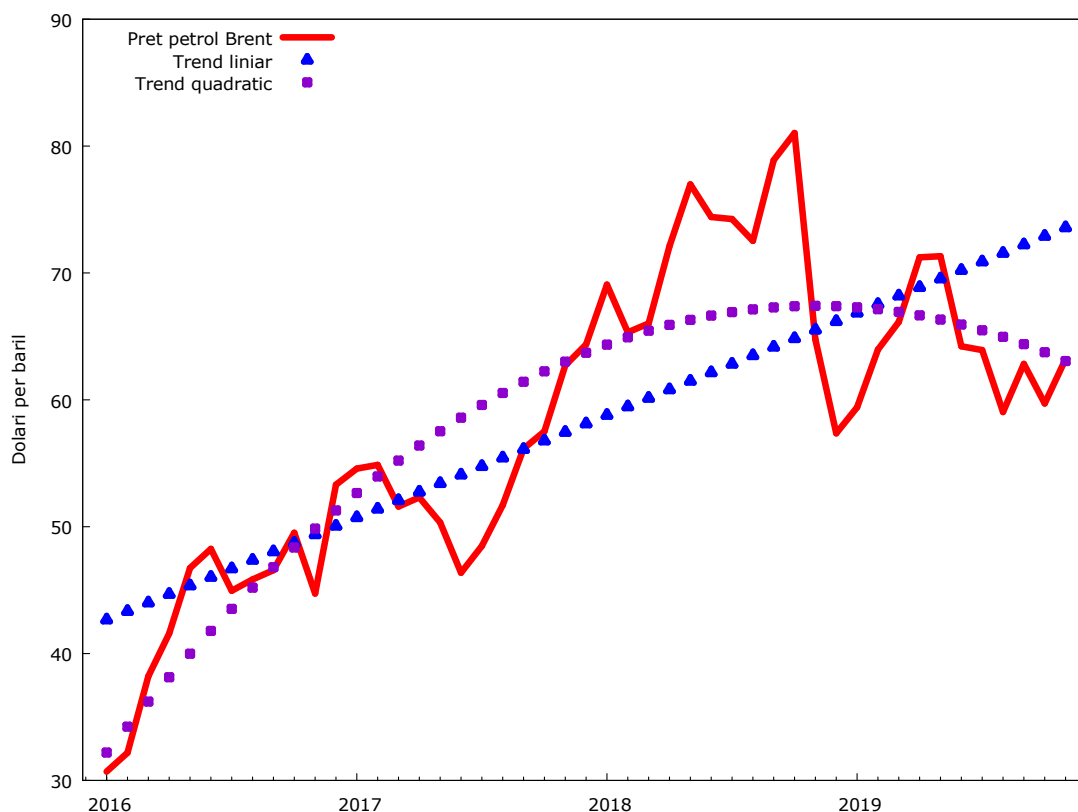
#### 1.1.1. Tipul de funcție matematică asociată trendului

În practică, în alegerea tipul de funcție matematică asociată trendului evoluției unei variabile intervin, destul de frecvent, două considerente:

- i. rigoarea demersului de analiză;
- ii. simplitatea studiului.

**i. Rigoarea demersului de analiză.** O analiză riguroasă a trendului ar presupune ca tipul de funcție matematică ales pentru a defini trendul să reflecte într-o măsură cât mai mare trăsăturile fundamentale ale dinamicii variabilei studiate. Unele metode de determinare a parametrilor ecuației unui trend transpun această cerință în condiția ca valorile funcției matematice să fie cât mai apropiate de cele efective ale seriei de timp (Pollock, 2001; Montgomery et al., 2015). Totuși, nu trebuie omis faptul că valorile unei variabile conțin, în afara componentei de trend, și componente ciclice, sezoniere sau întâmplătoare. Atunci când valorile funcției matematice alese pentru a defini un trend sunt prea apropiate de cele efective ale variabilei studiate există riscul ca tendința pe termen lung să nu fi fost reflectată corespunzător.

Pentru a aprecia gradul în care un trend specific unui anumit tip de funcție matematică este apropiat de valorile efective sunt utilizate diverse procedee. O soluție relativ simplă constă în reprezentarea grafică a variabilei studiate și a variantelor de trend. În Figura 1 sunt reprezentate valorile lunare ale prețului barilului de petrol Brent comercializat pe piețele europene în perioada ianuarie 2016 – noiembrie 2019 cărui i-au fost asociate două trenduri: unul liniar și altul cvadratic. Pe baza reprezentării grafice se poate aprecia că valorile trendului cvadratic sunt, în comparație cu cele ale trendului liniar, mai apropiate de valorile efective ale prețului barilului de petrol.



**Figura 1.** Trenduri asociate valorilor lunare (serii neajustate sezonier) ale prețului barilului de petrol Brent comercializat pe piețele europene (dolari SUA/baril) în perioada ianuarie 2016 – noiembrie 2019

**Sursa datelor:** <https://fred.stlouisfed.org/series/MCOILBRETEU>

În afara reprezentărilor grafice, în practică sunt aplicate și alte tehnici pentru stabilirea tipului de funcție matematică ce definește un trend: analiza intensității influenței indicelui de timp asupra variabilei studiate, testarea semnificației modelului regresiei etc. (Pollock, 2001; Kitagawa, 2010; Kirchgässner et al., 2012).

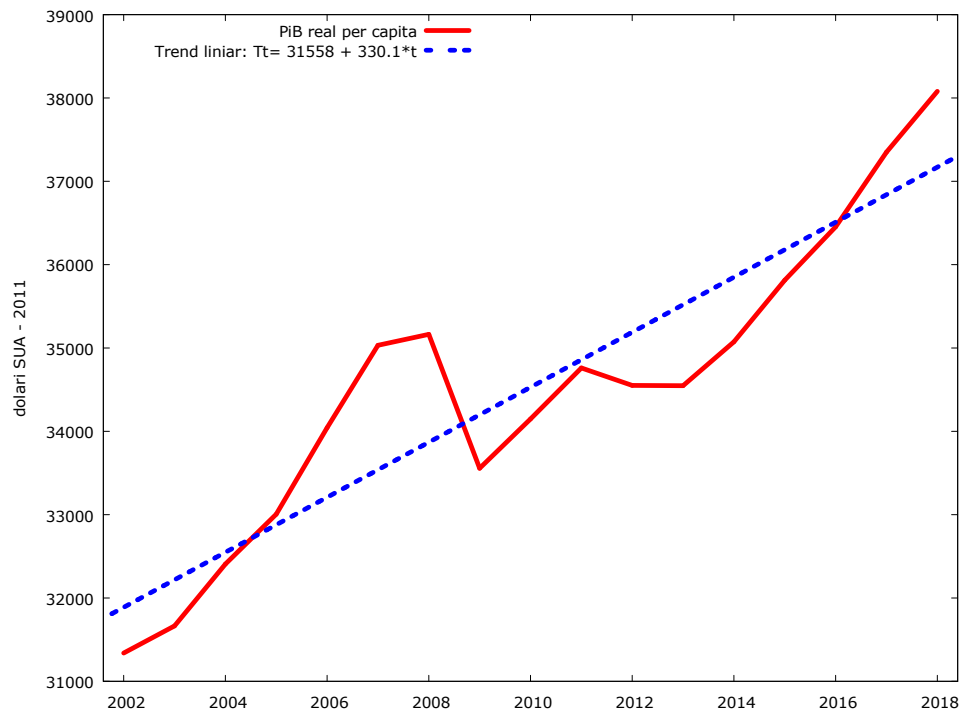
**ii. Simplitatea studiului.** Adeseori, în practică, metodele simple de analiză sunt preferate celor sofisticate chiar dacă acestea din urmă ar aduce o acuratețe superioară. Din acest considerent, în analiza seriilor de timp se recurge, destul de frecvent, la transpunerea unui trend într-o funcție liniară, cu parametri simpli de identificat și analizat.

### 1.1.2. Sensul evoluției

Sensul în care o variabilă evoluează pe termen lung este unul dintre aspectele abordate frecvent în analiza seriilor de timp. O metodă relativ simplă (și, din acest motiv, aplicată destul de des) de identificare a sensului variației unei serii de timp are la bază investigarea pantei (coeficientul asociat indicelui de timp din cadrul ecuației) unui trend liniar. În raport cu sensul evoluției pot fi identificate trei tipuri de trenduri:

- a. ascendente;
- b. descendente;
- c. orizontale.

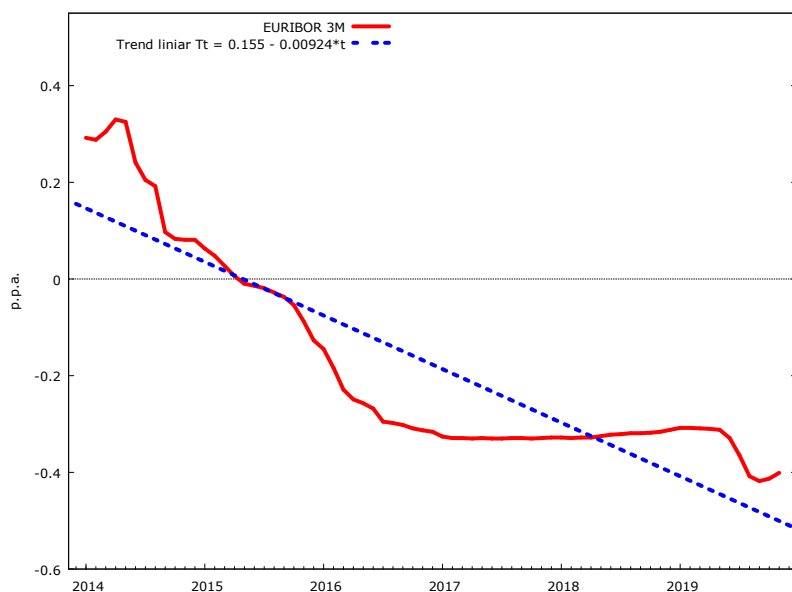
a. Un **trend ascendent** descrie o tendință generală de creștere a valorilor variabilei studiate, identificabilă prin valoarea semnificativ pozitivă a pantei. Un astfel de trend este prezentat în Figura 2 care ilustrează evoluția valorilor anuale ale Produsului Intern Brut real pe cap de locuitor la nivelul Uniunii Europene în perioada 2002 – 2018.



**Figura 2.** Trendul ascendent al valorilor anuale ale Produsului Intern Brut real pe cap de locuitor (dolari SUA internaționali la puterea de cumpărare din anul 2011) din Uniunea Europeană în perioada 2002 - 2018

Sursa datelor: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.PP.KD>

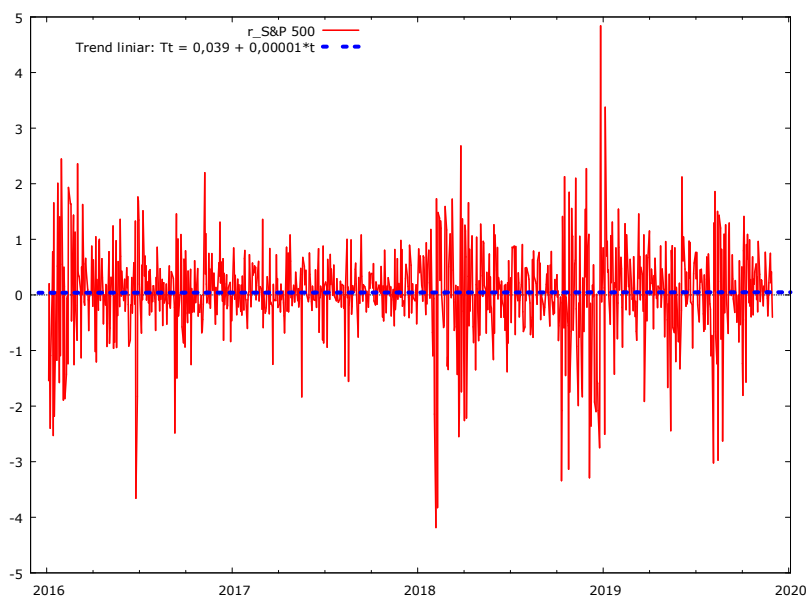
b. Un **trend descendent** reflectă diminuarea, pe ansamblu, a valorilor efective ale seriei de timp analizate. În acest caz, panta ecuației este semnificativ negativă. În Figura 3 este prezentat un astfel de trend asociat valorilor lunare ale indicatorului EURIBOR 3M din perioada ianuarie 2014 – noiembrie 2019.



**Figura 3.** Trendul descendent al valorilor lunare ale indicatorului EURIBOR 3M (%/an) în perioada ianuarie 2014 – noiembrie 2019

**Sursa datelor:** [https://www.suomenpankki.fi/en/Statistics/interest-rates/tables/korot\\_taulukot/euribor\\_korot\\_short\\_en/](https://www.suomenpankki.fi/en/Statistics/interest-rates/tables/korot_taulukot/euribor_korot_short_en/)

**c. Un trend orizontal** este specific situației în care valorile variabilei fluctuează în jurul unei valori centrale. În acest caz, panta ecuației trendului nu diferă semnificativ de zero.



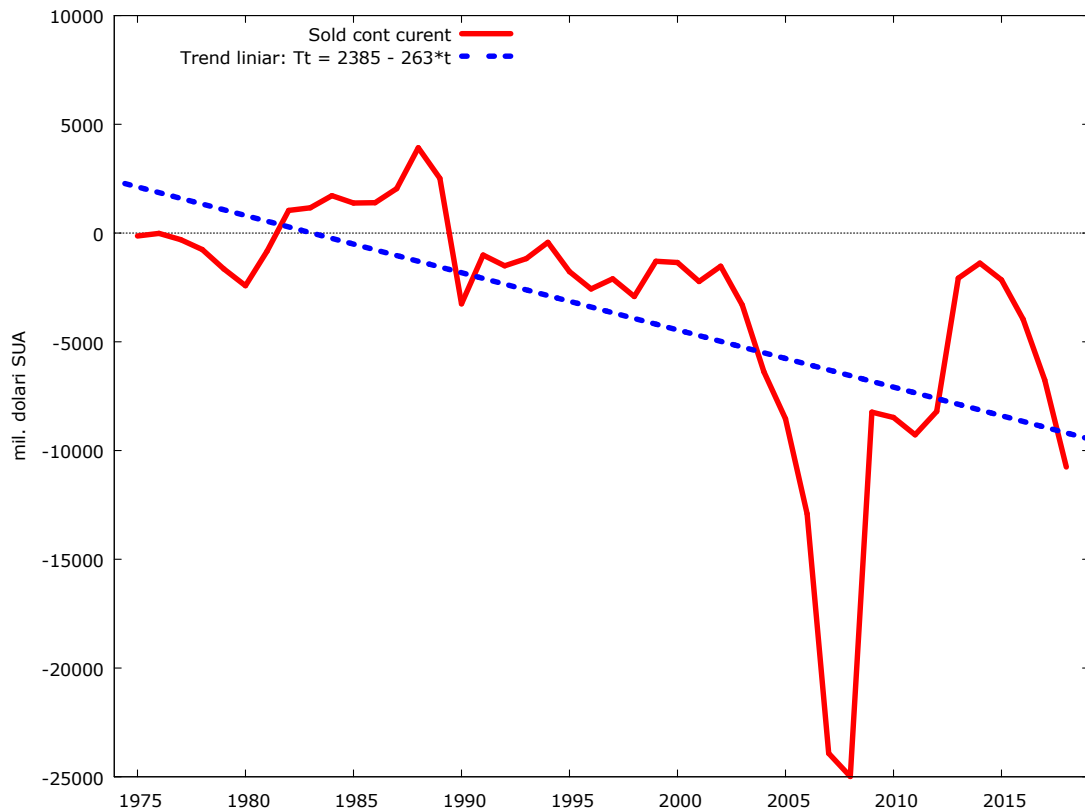
**Figura 4.** Trendul orizontal al randamentelor logaritmice zilnice ale indicelui S&P 500 în perioada ianuarie 2016 – noiembrie 2019

**Sursa datelor:** <https://finance.yahoo.com/quote/%5EGSPC/history?p=%5EGSPC>

În Figura 4. este ilustrat trendul al randamentelor logaritmice zilnice ale indicelui S&P 500 în perioada ianuarie 2016 – noiembrie 2019 care poate fi considerat orizontal, cu o pantă apropiată de zero.

## 1.2. Studiul schimbărilor de trend

În cadrul analizei unei serii de timp este indicat, în special în cazul unor perioade relativ îndelungate, ca înainte de a defini trendul, să se aprecieze dacă în acțiunea factorilor relevanți de influență nu au intervenit schimbări profunde, de natură să fi modificat tendințele pe termen lung. În acest caz ar putea fi studiată posibilitatea ca aceste tendințe să fie reflectate mai adecvat prin fragmentarea perioadei de timp studiate în mai multe diviziuni, în raport cu momentele în care au intervenit schimbările, și identificarea unui trend pentru fiecare dintre acestea (Balke & Fomby, 1991; Carnot et al., 2005; Kitagawa, 2010; Kirchgässner et al., 2012).



**Figura 5.** Trendul liniar descendent identificat pentru evoluția valorilor anuale (milioane dolari SUA la puterea de cumpărare curentă) ale soldului contului curent al României în perioada 1975 - 2018

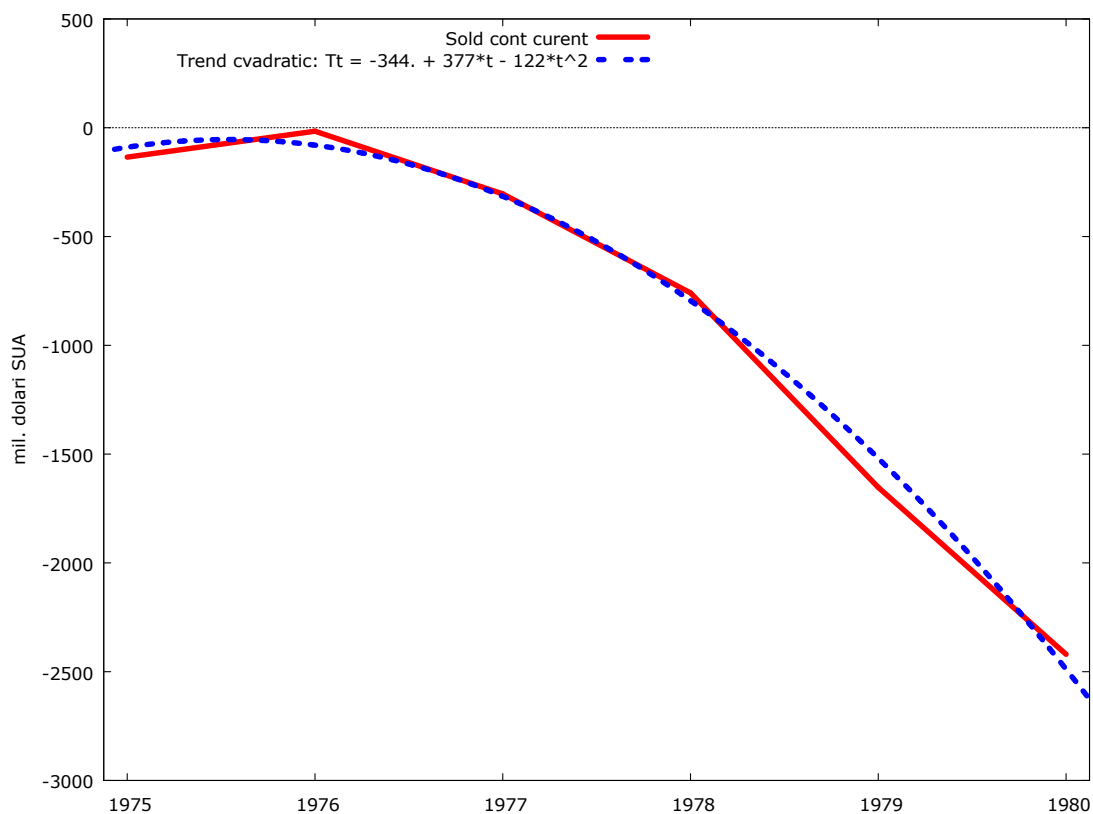
**Sursa datelor:** <https://data.worldbank.org/indicator/BN.CAB.XOKA.CD>

Pentru a ilustra schimbările din tendințele pe termen lung ce pot surveni în evoluția unei variabile vom aborda, în continuare, valorile anuale ale soldului contului curent al României din intervalul de timp 1975 – 2018. Pentru ansamblul perioadei, acestei

variabile i se poate asocia un trend liniar descendent pentru (Figura 5.). Totuși, dacă am lua în considerare transformările profunde prin care au trecut, în această perioadă, economia națională și comerțul exterior, ar trebui să analizăm dacă nu ar fi mai potrivit să împărțim intervalul 1975 – 2018 în cinci intervale mai mici:

- a. intervalul 1975 - 1980;
- b. intervalul 1981 - 1989;
- c. intervalul 1990 - 2006;
- d. intervalul 2007 – 2013;
- e. intervalul 2014 – 2018.

a. În **perioada 1975 – 1980** a crescut gradul de deschidere al economiei României socialiste către exterior. Au fost impulsionate schimburile comerciale cu statele occidentale iar competitivitatea superioară a produselor acestora precum și importurile masive de tehnologii și instalații industriale au condus la deficite majore în comerțul cu țările vestice. În plus, creșterile substanțiale din această perioadă ale prețurilor petrolului și ale altor materii prime importate au agravat deficitele balanței comerciale a României (în timp, aceste deficite au adus datoria externă a României la un nivel îngrijorător).



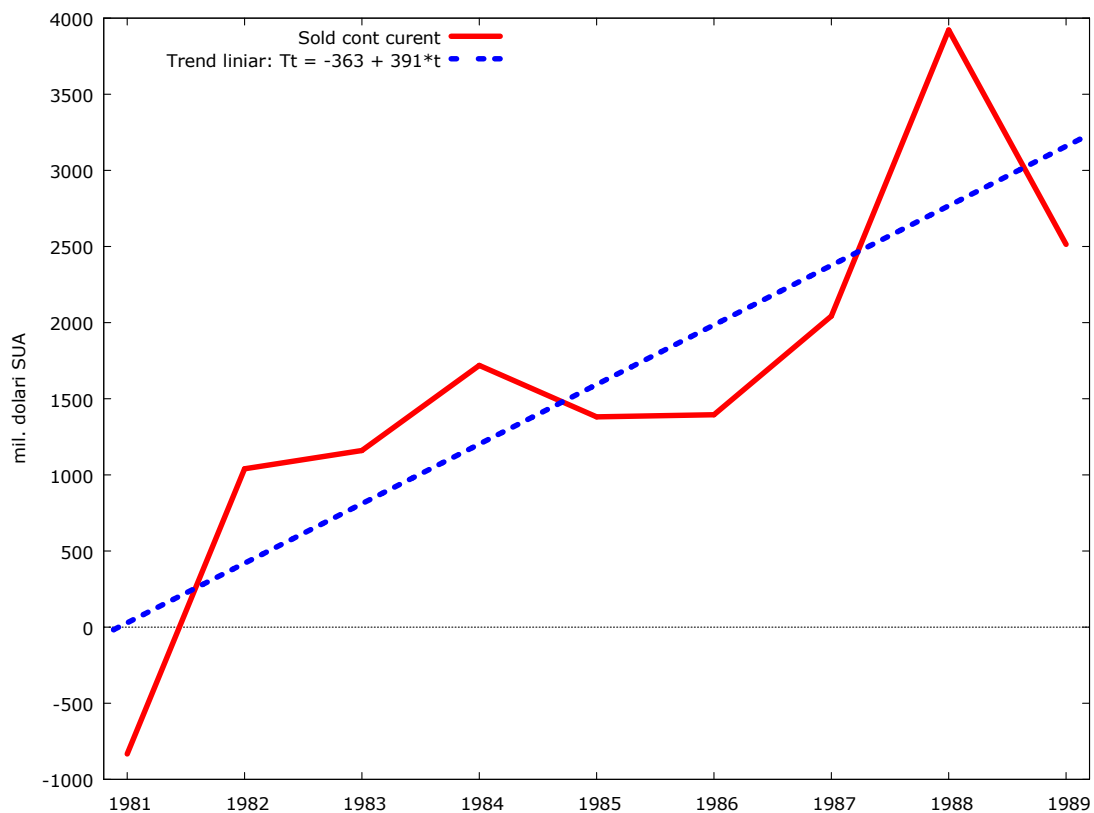
**Figura 6.** Trendul cvadratic descendent asociat valorilor anuale (milioane dolari SUA la puterea de cumpărare curentă) ale soldului contului curent al României în perioada 1975 - 1980

Sursa datelor: <https://data.worldbank.org/indicator/BN.CAB.XOKA.CD>



Pentru această perioadă putem asocia evoluției soldului contului curent un trend cvadratic (Figura 6). Tendința generală de scădere este atât de evidentă încât, deși nu are o ecuație liniară, putem considera că este un trend descendent.

b. **Intervalul de timp 1981 – 1989** a fost marcat de eforturile regimului Ceaușescu de rambursare accelerată a datoriei externe. Au fost aplicate, în această perioadă, măsuri drastice de reducere a importurilor (a fost limitată considerabil cumpărarea din străinătate a tehnologiilor industriale și a bunurilor de consum) și de creștere a exporturilor (s-a recurs chiar și la exportul unor bunuri care lipseau în consumul populației). Ca urmare, începând cu anul 1982, soldul contului curent a înregistrat excedente considerabile. Pentru acest interval de timp a fost identificat un trend liniar ascendent (Figura 7).

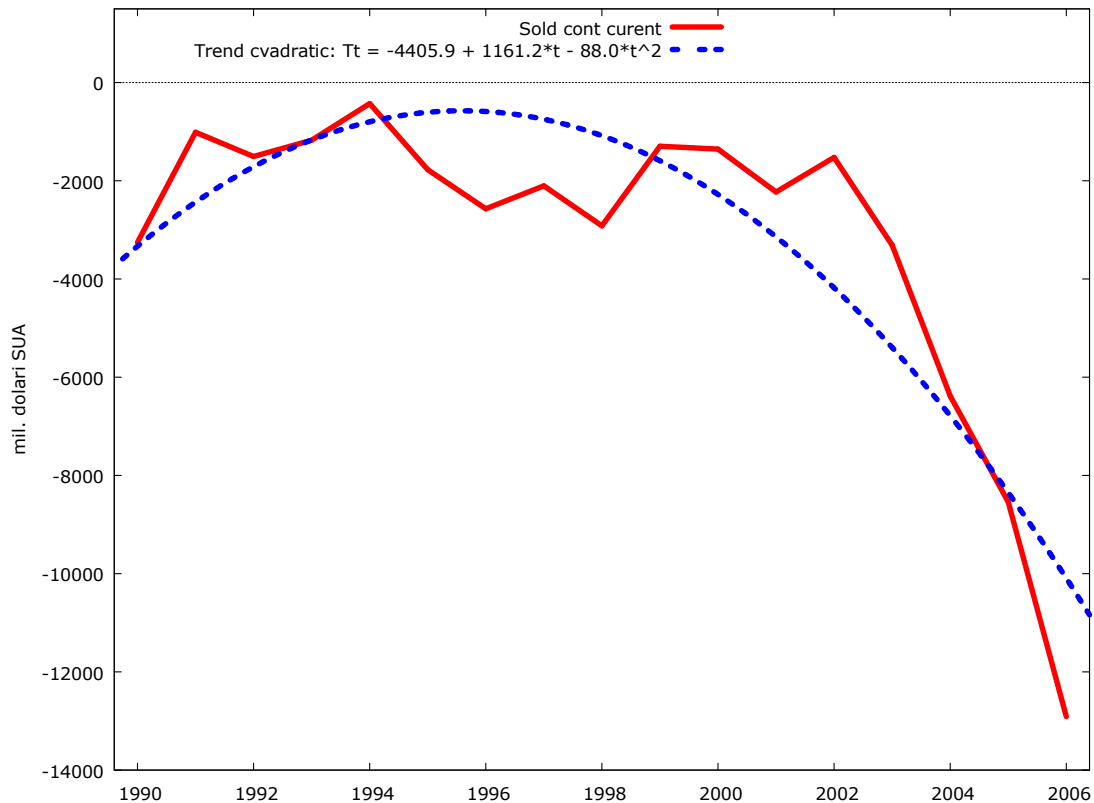


**Figura 7.** Trendul liniar ascendent identificat pentru evoluția valorilor anuale (milioane dolari SUA la puterea de cumpărare curentă) ale soldului contului curent al României în perioada 1981 - 1989

**Sursa datelor:** <https://data.worldbank.org/indicator/BN.CAB.XOKA.CD>

c. **Perioada 1990 – 2006** a fost una a tranziției care a debutat cu anularea măsurilor adoptate de regimul Ceaușescu pentru a accelera plata datoriei externe. Au fost eliminate restricțiile impuse importurilor fiind oprit, totodată, exportul bunurilor de consum deficitare pentru populație. În primii ani au fost desființate unele structuri de coordonare a activităților economice, inclusiv a celor din comerțul exterior. Ansamblul economiei naționale a intrat într-un declin accentuat care i-a diminuat considerabil capacitatea de

export, oricum afectată de pierderea unor piețe tradiționale. Producția internă a avut de înfruntat concurența unor bunuri de import cu o competitivitate superioară. În această perioadă procesele de restructurare, privatizare și de atragere a investițiilor străine au fost mult mai lente decât în cazul țărilor care au optat pentru terapii de șoc ale economiilor naționale. Excedentele contului curent din intervalul 1982 – 1989 au fost înlocuite cu deficite substanțiale.



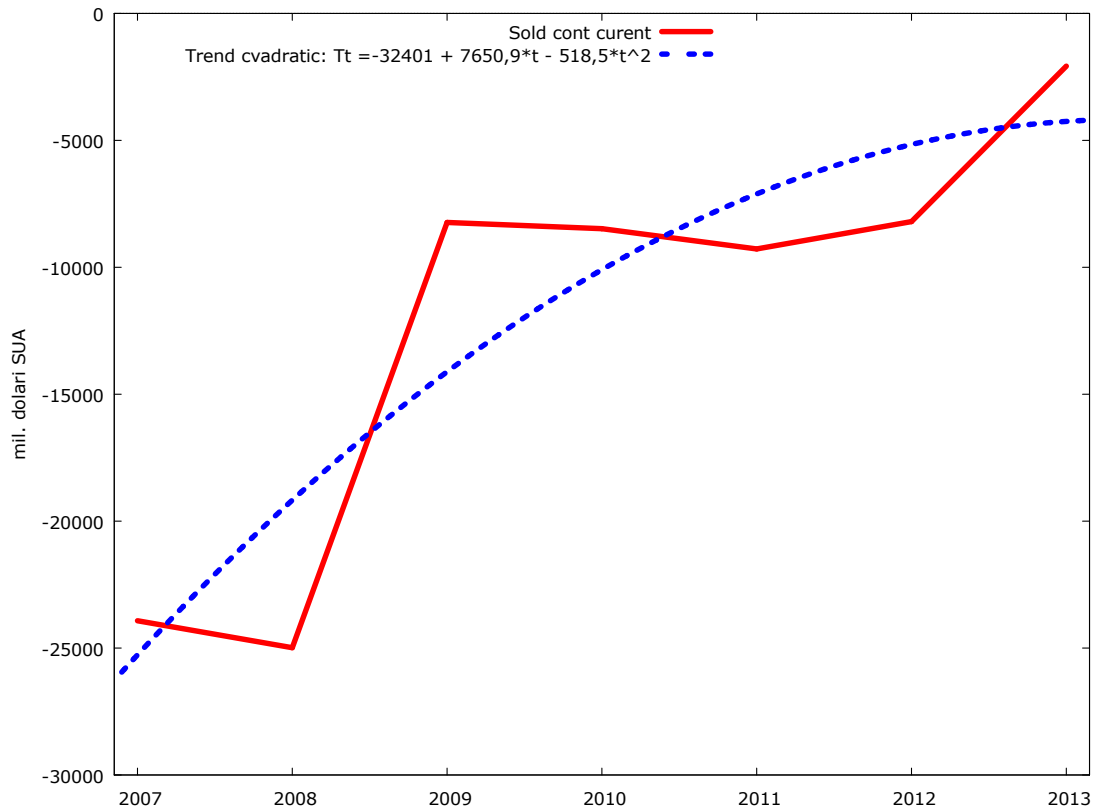
**Figura 8.** Trendul cvadratic descendent asociat valorilor anuale (milioane dolari SUA la puterea de cumpărare curentă) ale soldului contului curent al României în perioada 1990 - 2006

**Sursa datelor:** <https://data.worldbank.org/indicator/BN.CAB.XOKA.CD>

Evoluției soldului contului curent din perioada 1990 – 2006 îi poate fi asociat un trend cvadratic (Figura 8). Și în acest caz, la fel ca în situația perioadei 1975 – 1980, cu toate că nu are o ecuație liniară, acest trend indică o evoluție cu un sens evident descendent.

**b. Intervalul de timp 2007 – 2013** a demarat cu admiterea României ca membru al Uniunii Europene, proces care a generat schimbări structurale substanțiale în comerțul exterior al țării (România a adoptat tariful vamal al UE în relațiile extra-comunitare, mărfurile intra-comunitare nu au mai fost supuse taxelor vamale etc.). În primul an, atât exporturile cât și importurile au crescut considerabil însă cele din urmă cu un ritm mult mai accentuat. Concurența produselor din cadrul UE, în general cu o competitivitate

superioară celor românești a generat, în anul 2007, o agravare a deficitului contului curent.



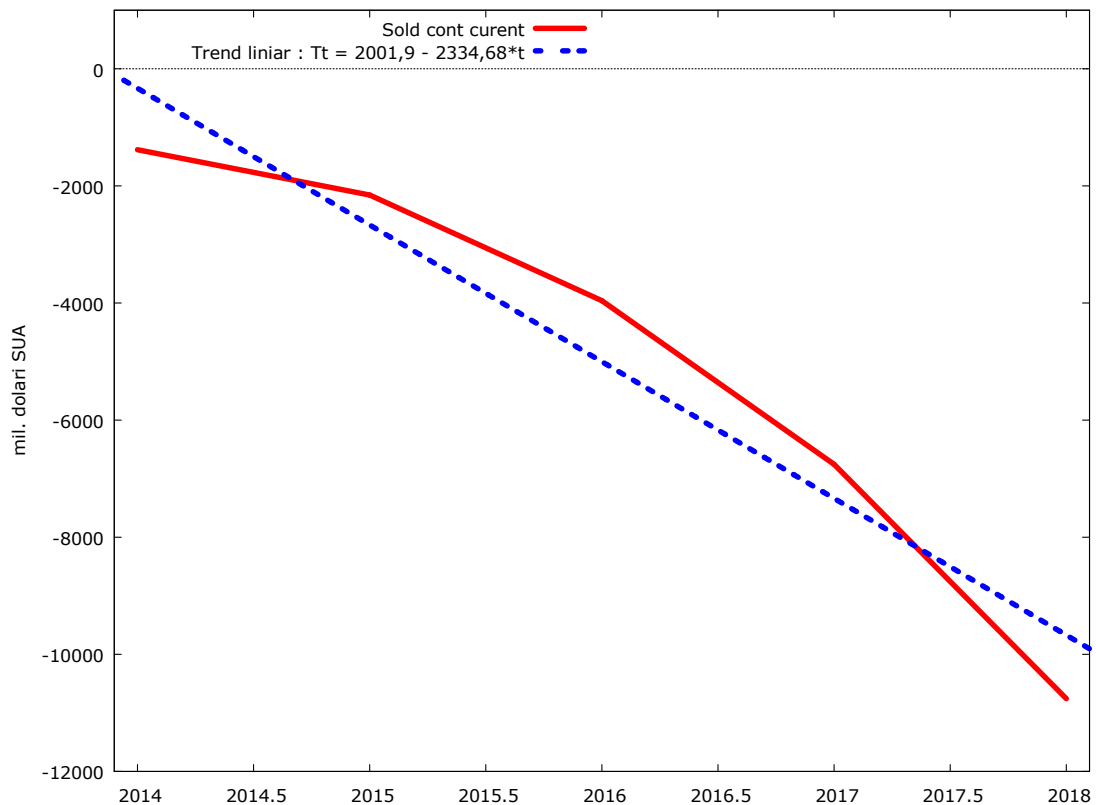
**Figura 9.** Trendul cvadratic ascendent identificat pentru evoluția valorilor anuale (milioane dolari SUA la puterea de cumpărare curentă) ale soldului contului curent al României în perioada 2007 - 2013

**Sursa datelor:** <https://data.worldbank.org/indicator/BN.CAB.XOKA.CD>

Începând cu anul 2008, comerțul exterior al României și ansamblul economiei naționale au fost afectate de criza globală declanșată de „Marea Recesiune” din Statele Unite. Au scăzut semnificativ atât exporturile cât și importurile dar, de această dată, cele din urmă au suferit o diminuare mult mai substanțială ca urmare a scăderii puterii de cumpărare. În aceste circumstanțe, deficitul contului curent a avut o tendință de reducere.

Pentru perioada 2007 – 2013 a fost identificat un trend cvadratic (Figura 9). În ciuda ecuației neliniare, caracterul ascendent al acestui trend este evident.

e. În **perioada 2014 – 2018** efectele crizei globale s-au estompat permițând relansarea economiei naționale. Exporturile au crescut semnificativ dar cu un ritm mai mic decât importurile care au fost stimulate de majorarea puterii de cumpărare. În acești ani, deficitele contului curent s-au agravat reflectând o situație îngrijorătoare pentru comerțul exterior al României. Acestei evoluții i-a fost asociat un trend linear descendent (Figura 10).



**Figura 10.** Trendul liniar descendent asociat valorilor anuale (milioane dolari SUA la puterea de cumpărare curentă) ale soldului contului curent al României în perioada 2014 - 2018

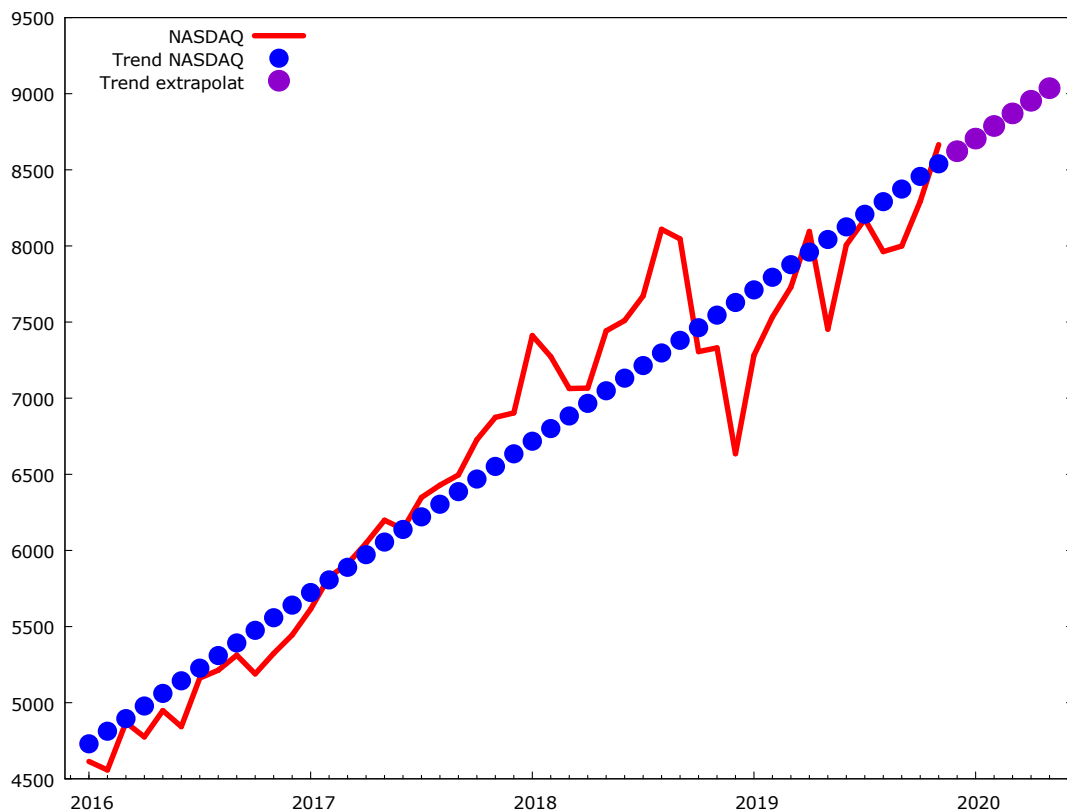
Sursa datelor: <https://data.worldbank.org/indicator/BN.CAB.XOKA.CD>

## 2. Prognoze prin extrapolarea trendurilor seriilor de timp

Analiza tendințelor din evoluția unei variabile poate servi în previziunea valorilor viitoare ale acesteia. Unele dintre cele mai des utilizate metode de prognoză pornesc de la premisa că tendințele constatate în trecut se vor menține în viitor (Evans, 2003; Carnot et al., 2005). În acest caz, extrapolând aceste tendințe poate fi anticipată evoluția viitoare a unei variabile. Într-un astfel de demers trebuie studiate, în prealabil, trăsăturile celor patru componente ale unei serii de timp: trendul, ciclicitatea, componenta sezonieră și cea întâmplătoare. Pentru fiecare dintre acestea trebuie apreciate, în raport cu orizontul de timp al prognozei și frecvența seriei de timp, relevanța în raport cu valorile efective din trecut (Danilov, 1997; Clements & Hendry, 1998; Chatfield, 2000). Uneori sunt neglijate, fiind considerate nerelevante, componentele ciclice sau cele sezoniere. Este important, de asemenea, să fie studiat caracterul determinist sau stocastic al componentelor seriei de timp (Box & Jenkins, 1970; Diebold, 2001; Pollock, 2001; Brockwell & Davis, 2002; Franses et al., 2014). Cea întâmplătoare are, evident, un caracter stocastic, foarte dificil

de anticipat, în timp ce pentru celelalte poate fi stabilit un caracter determinist sau stocastic ori chiar o natură duală.

În cazul componentei de trend este important, din perspectiva metodei de previziune, modalitatea prin care este cuantificată: o ecuație ce exprimă dependența valorii unui termen al seriei față de poziția acestuia în timp sau o relație recurentă. De asemenea, un rol major revine metodei prin care a fost estimat trendul: prin regresii simple, pe baza mediilor mobile etc. (Bassie, 1958; Gardner & McKenzie, 1985; Holden et al., 1994; Hyndman & Athanasopoulos, 2018).



**Figura 11.** Valori lunare ale indicelui NASDAQ (valori efective și ale trendului liniar pentru perioada ianuarie 2016 – noiembrie 2019; valori ale trendului extrapolat pentru perioada decembrie 2019 – mai 2020)

**Sursa datelor:** <https://finance.yahoo.com/quote/%5EIXIC?p=^IXIC>

În Figura 11 este ilustrată extrapolarea trendului liniar al valorilor lunare ale indicelui bursier NASDAQ din perioada ianuarie 2016 – noiembrie 2019 pentru un orizont de prognoză ce acoperă intervalul de timp decembrie 2019 – mai 2020. Pentru valorile din trecut (perioada ianuarie 2016 – noiembrie 2019) a fost identificat un trend liniar ascendent. Valorile extrapolate au fost obținute introducând, în ecuația trendului, valorile atribuite indicelui timp pentru perioada decembrie 2019 – mai 2020. Dacă am neglija componentele ciclică și sezonieră din evoluția indicelui NASDAQ atunci trendul extrapolat ar putea fi asimilat unei prognoze a valorilor variabilei pentru următoarele șase luni.

Un aspect important al utilizării previziunilor obținute prin extrapolarea trendurilor este reprezentat de aprecierea acurateții acestora. O eroare de prognoză, calculată ca o diferență dintre valoarea efectivă și cea previzionată, poate avea diverse cauze: impactul unor evenimente accidentale, dificil de anticipat în momentul elaborării prognozei, utilizarea unei ecuații neadecvate pentru definirea trendului, neglijarea componentei ciclice și/sau a celei sezoniere etc. (Christoffersen, 1998; Chatfield, 2000; Brockwell & Davis, 2002; Montgomery et al., 2005). Unele metode de apreciere a acurateții prognozelor au la bază comparațiile dintre valorile efective din trecut și cele ale trendului asociat cu argumentul că, deoarece tendințele din viitor se vor menține în viitor, acestea vor da măsura diferențelor dintre valorile viitoare efective și cele previzionate. Totuși, o astfel de abordare nu aduce rezultatele scontate în cazul în care, pentru orizontul de prognoză, trendul va suferi schimbări majore. Este indicat, în consecință, ca posibilitatea unor astfel de schimbări să fie abordată înainte de a se trece la previziunea prin extrapolarea unui trend.

## **Bibliografie**

- Anderson, T. W. (1994). *The statistical analysis of time series*. John Wiley & Sons, New York.
- Armstrong, J. S. (Ed.). (2001). *Principles of forecasting: a handbook for researchers and practitioners*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Balke, N. S., & Fomby, T. B. (1991). Shifting trends, segmented trends, and infrequent permanent shocks. *Journal of Monetary Economics*, 28(1), 61-85.
- Bassie, V. L. (1958). *Economic forecasting*. Mc Graw-Hill, New York.
- Bisgaard, S., & Kulahci, M. (2011). *Time series analysis and forecasting by example*. John Wiley & Sons, New Jersey.
- Box, G., & Jenkins, M. (1970). *Time series forecasting analysis and control*. Holden Day, San Francisco.
- Brillinger, D. R. (1975). *Time series: data analysis and theory*. Holt, Rinehart and Winston, Inc., New York.
- Brockwell, P. J., & Davis, R. A. (2002). *Introduction to time series and forecasting*, Second Edition, Springer-Verlag, New York.
- Carnot, N., Koen, V., & Tissot, B. (2005). *Economic forecasting*. Palgrave Macmillan, New York.
- Chatfield, C. (2000). *Time-Series Forecasting*. Chapman & Hall/CRC, Boca Raton.

Christoffersen, P. F. (1998). Evaluating interval forecasts. *International Economic Review*, 39(4), 841-862.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.41.8009&rep=rep1&type=pdf>

Clements, M., & Hendry, D. (1998). *Forecasting economic time series*. Cambridge University Press, Cambridge.

Danilov, D. L. (1997). Principal components in time series forecast. *Journal of computational and graphical statistics*, 6(1), 112-121.

Diebold, F. X. (2001). *Elements of forecasting*. Second Edition, South-Western: Cincinnati, Ohio.

Evans, M. K. (2003). *Practical business forecasting*. Blackwell Publishers Ltd, Oxford.

Franses, P. H., van Dijk, D., & Opschoor, A. (2014). *Time Series Models for Business and Economic Forecasting*, Second Edition. Cambridge University Press.

Gardner Jr, E. S., & McKenzie, E. D. (1985). Forecasting trends in time series. *Management Science*, 31(10), 1237-1246.

Granger, C. W. J., & Newbold, P. (2014). *Forecasting economic time series*, Second Edition. Academic Press Inc., San Diego.

Holden, K., Peel, D. A., & Thompson, J.L. (1994). *Economic forecasting: an introduction*, Cambridge University Press, Cambridge.

Hyndman, R. J., & Athanasopoulos, G. (2018). *Forecasting: principles and practice*, Second Print Edition. OTexts.

Kirchgässner, G., Wolters, J., & Hassler, U. (2012). *Introduction to modern time series analysis*. Springer-Verlag, Berlin.

Kitagawa, G. (2010). *Introduction to time series modeling*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton.

Montgomery, D. C., Jennings, C. L., & Kulahci, M. (2015). *Introduction to time series analysis and forecasting*. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

Pollock, D. S. G. (2001). Methodology for trend estimation. *Economic Modelling*, 18(1), 75-96.

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.533.7510&rep=rep1&type=pdf>

Stefanescu, R., & Dumitriu, R. (2015). Conținutul analizei seriilor de timp financiare. SSRN Papers. <http://ssrn.com/abstract=2672628>

Stefanescu, R., & Dumitriu, R. (2018). Introducere în analiza trendului, Partea întâi, SSRN Papers. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3128521](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3128521)

Stefanescu, R., & Dumitriu, R. (2019). Trendurile seriilor de timp discrete. Forthcoming.

Wei, W. W. (2006). Time series analysis: univariate and multivariate methods, Second Edition, Pearson Education Inc., Boston.

Woodward, W. A., Gray, H. L., & Elliott, A. C. (2011). Applied time series analysis. Chapman and Hall/CRC, New York.