# TRANZICIJA/TRANSITION Časopis za ekonomiju i politiku tranzicije / Journal of economic and politics of Transition Godina XXI Vitez-Tuzla-Zagreb-Beograd-Bukurešt, 2019. Br. 43

*Recenzija, prikaz Stručni rad*

***JEL Classification****: Y30*

Tihana Škrinjarić[[1]](#footnote-2)\*

***GARCH MODELS. STRUCTURE, STATISTICAL INFERENCE AND FINANCIAL APPLICATIONS, Second edition***

**Autori: Christian Francq i Jean-Michel Zakonian**

**Izdavač: John Wiley & Sons Ltd., UK, broj stranica: 487**

Financijska ekonometrija posvećena je specifičnim modelima s obzirom na specifične karakteristike financijskih vremenskih serija. Zbog kontinuiranog povećanja broja i vrsta financijske imovine, kao i računalnih mogućnosti, stalno se razvijaju novi modeli kako bi opisali nove međuodnose i karakteristike varijabli od interesa. Knjiga *GARCH models* autora Francqa i Zakoniana je već drugo izdanje posvećeno modelima za modeliranje financijskih vremenskih serija, te se sastoji od 12 poglavlja i 4 dodatka u kojima se određeni pojmovi dodatno pojašnjavaju. Ono što su autori primijetili tijekom godina s obzirom na prvo izdanje, jest potreba za dodatnom materijom i novijim modelima. Pa se tako ovo drugo izdanje uključuje nova poglavlja (modele): modele stohastičke volatilnosti, MS (engl. *Markov switching*) modele volatilnosti, kao i asimetričnosti u GARCH modelima. Knjiga je većinom na teorijskoj bazi (kroz teoreme, dokaze, propozicije i sl.), s numeričkim primjerima kako bi se određeni pojmovi lakše razumjeli. Za lakše praćenje materije, potrebno je znanje iz vjerojatnosti, matričnog računa i drugih grana matematike.

Prvo poglavlje posvećeno je uvodu u (financijske) vremenske serije: stacionarnost, ARMA (engl. *autoregressive moving average*), stilizirane činjenice o financijskim vremenskim serijama, te se daje popis literature na koju se čitatelji upućuju ako je potrebno prvo naučiti materiju koja je ovdje samo kratko ponovljena. Dakle, potrebno je imati određena prethodna znanja iz (primijenjene) ekonometrije, što uključuje vremenske serije, testiranje (ne)stacionarnosti i slično. Ovo poglavlje izdvojeno je od ostatka knjige, koje se dalje sastoji od tri cjeline. U prvu cjelinu uključena su poglavlja univarijatnih GARCH modela, njihovo tzv. miješanje (engl. *mixing*), te alternativni GARCH modeli. Drugu cjelinu čine statistička inferencija (kako prepoznati prikladan model), metode procjene GARCH modela, provođenje testova te alternativne metode procjene GARCH modela (osim tipične metode najveće vjerodostojnosti). Treća cjelina sastoji se od multivarijatnih GARCH modela, primjene u financijama (primjerice VaR, engl. *Value at Risk*) te noviji modeli, što je spomenuto već (stohastička volatilnost te MS modeli). Može se reći da četvrti dio knjige čine dodaci koji uključuju pojašnjenje ergodičnosti, miješanja, markovljevih lanaca i Kalmanova filtra – određenih pojmova koje je nužno znati u prethodnim dijelovima knjige. Drugo poglavlje detaljno je posvećeno GARCH (*p*,*q*) modelima pa se tako definiraju GARCH model, jaki GARCH model, definira se i dokazuje striktna stacionarnost, stacionarnost drugog reda, posebno za GARCH (1,1) proces, te se poopćuje na slučaj (*p*,*q*). Razmatra se potom striktna stacionarnost IGARCH procesa. Stoga je potrebno dobro razumijevanje ovakvih pojmova vezanih uz vremenske serije. Osim ARCH(∞) reprezentacije, razmatra se IARCH(∞) reprezentacija za odgovarajući IGARCH proces. Detaljno se promatraju svojstva GARCH procesa, poput prva tri momenta procesa koji je definiran kao GARCH (*p*,*q*). Na kraju poglavlja obrađuje se prognoziranje točkom kao i intervalom i predočen je numerički primjer uz grafičke prikaze. Treće poglavlje, naziva *Mixing*, želi prikazati čitatelju da su svojstva GARCH modela vezana uz velike brojeve (zbog centralnog graničnog teorema) bitna za samu analizu takvih modela. Stoga se najprije razmatraju svojstva markovljevih lanaca (ireducibilnost, rekurentnost – poznata nužna svojstva). Čitatelj bi trebao imati određenu podlogu i u ovome području (npr. poznavanje Felleova lanca, što je geometrijska ergodičnost i slično). Nakon uvodnog dijela se ta svojstva razmatraju za ARCH (1), GARCH (1,1), ARCH(*q*) procese. Ako je čitatelju potrebno još temelja iz ovoga područja, na kraju samog poglavlja, kao i svih nalazi se posebno potpoglavlje u kojem autori navode daljnju literaturu na koju se čitatelji mogu uputiti. To predstavlja jednu od prednosti ove knjige, s obzirom da ne može svaka knjiga u potpunosti pokriti određeno područje pa autori upućuju na daljnju analizu pojedinih tema u onoj literaturi koja to posebno obrađuje. *Alternativni modeli za uvjetnu varijancu* naziv je četvrtog poglavlja, s obzirom da GARCH model sa svojim svojstvima nije uvijek prikladan za sve vremenske serije. Najprije se obrađuje E-GARCH (engl. *exponential GARCH*) i njegova svojstva i momenti te uz njega vezan log-GARCH za kojeg često čitatelji misle da se radi o istome modelu. No, ovdje se razlučuju razlike (npr. log-GARCH zbog svojeg zapisa nema problema s invertibilnošću). *Treshold*-GARCH je idući model kojim se asimetričnosti mogu modelirati, stoga se detaljno obrađuje i ovaj model; kao i APARCH (engl. *asmmetric power GARCH*). Korisno je što na jednome mjestu čitatelji dobivaju sve izvode o svojstvima svakoga modela, zajedno s posljedicama pojedinih teorema i definicija. Nakon opsežnog primjera gdje se uspoređuju rezultati dolazi korisno potpoglavlje, koje se često ne nalazi u sličnoj literaturi: GARCH-X modeli. U takve modele se u jednadžbi uvjetne volatilnosti dodaju egzogene varijable, stoga se razmatraju svojstva takvih modela, s obzirom na, primjerice uvjete striktne stacionarnosti ili pozitivne varijance. Na kraju samog poglavlja autori se ukratko osvrću na modele koji su prikladniji za unutar-dnevne podatke i općenito podatke visoke frekvencije; kao i prikladne modele za varijable koje nisu prinosi (npr. volumeni ili trajanja). Nakon uvedenih tipova GARCH modela, drugi dio knjige bavi se odabirom prikladnog modela i samom inferencijom. Najprije se u petom poglavlju obrađuju testovi kojima se razmatra autokoreliranost pojedinog procesa, te adekvatni pomaci *p* i *q* za GARCH (*p*,*q*) model (npr. metoda ugla, engl. *Corner method*). Određeni pojmovi se razmatraju detaljno. Tako se, primjerice, obrađuje procjenjivanje generaliziranih granica statističke značajnosti koeficijenata autokorelacije. Šesto poglavlje bavi se procjenom GARCH modela metodom najmanjih kvadrata. Razmatraju se svojstva OLS (engl. *ordinary least squares*) procjenitelja za ovakve modele, no zbog određenih nedostataka (neefikasnosti), poopćuje se LS procjenitelj na FGLS (engl. *feasible generalized LS*) i razmatra se COLS (engl. *constrainedOLS*). Kako se u praksi češće koriste druge metode, ovo poglavlje je kraće. Zato se odmah iduće, sedmo poglavlje posvećuje metodi (kvazi) najveće vjerodostojnosti jer ta metoda omogućava konzistentne i asimptotski normalne procjenitelje. Tako se prikazuje iterativni postupak izračuna prema ovoj metodi i detaljno obrađuju svojstva procjenitelja, s obzirom na njihovu važnost kako bi rezultati bili pouzdani. Posebno potpoglavlje posvećeno je dokazima svih svojstava (te se preporuča onima koji se detaljnije bave teorijskom ekonometrijom). Vezano poglavlje je iduće, osmo, naziva *Testovi temeljeni na vjerodostojnosti*. Tako se određeni nalazi i testovi (primjerice, stacionarnost drugog reda) temelje na nalazima iz prethodnog poglavlja. I ovo poglavlje se preporuča za detaljnije izučavanje na teorijskoj razini, a onima koji se više bave empirijskom ekonometrijom se preporuča pogledati pretpostavke pojedinog testa za lakše interpretacije u praksi. Poglavlje je korisno i u smislu usporedbe snage testa za različite veličine uzorka s kojim istraživač barata i samih testova koji se mogu provesti za isto pitanje (tj. hipotezu). Poglavlje 9 je također više usmjereno na one koji se više bave teorijskom stranom ove ekonometrije, jer se razmatraju alternativne metode procjenitelja GARCH modela. Svaki procjenitelj dobiven određenom metodom ima prednosti i nedostatke u odnosu na druge, pa tako i metoda najveće vjerodostojnosti ima određene nedostatke koji su motivirali nastanak alternativnih metoda: poluparametrijske metode, adaptivni procjenitelji, *self-weighted QMLE*, Whittle procjenitelj samo su neki od alternativnih pristupa procjene parametara GARCH modela. Na kraju samog poglavlja (kao i svakog) u bibliografskim preporukama za daljnje čitanje može se uočiti kako su mnoge metode razvijene tek u posljednjih nekoliko godina. Stoga je za očekivati u budućnosti da će doći do popularizacije tih alternativnih metoda. Treći dio knjige prirodno započinje multivarijatnim modelima. Nije realno pretpostavljati da financijske vremenske serije ne ovise jedna o drugoj uopće, posebice u teoriji portfolio menadžmenta. Ponovno se na početku definiraju osnovni pojmovi koji će se nadalje razmatrati, no sad se radi o vektorskim procesima. Obrađuju se uobičajeni MGARCH modeli (dijagonalni, VEC-GARCH, CCC – *constant conditional correlations,* DCC – *dynamic conditional correlations,* BEKK model, faktorski modeli, Cholesky model), nužne pretpostavke koje moraju vrijediti kod svakoga te njihova svojstva. No, kako je na početku spomenuto da je knjiga pisana na izuzetno teorijskoj razini, oni koji su se već susreli s određenim modelima u ovoj knjizi, mogu ovdje dobiti dodatne uvide i različit pogled na iste pojmove. Naravno, obrađuju se metode procjene multivarijatnih modela, i na kraju je posebno potpoglavlje posvećeno određenim dokazima. Autori su svjesni da će knjigu čitati i oni koji su više usmjereni na primjene, stoga se i u ostalim poglavljima određeni dokazi i izvodi nalaze na kraju samog poglavlja. U bibliografskim preporukama nalazi se velik broj novije literature (knjiga je izašla 2019. godine, a reference su čak iz 2016.). *Financijske primjene* naziv je jedanaestog poglavlja. Kako je već spomenuto da je knjiga više teorijski orijentirana, riječ primjene ovdje ne znači tipično što bi čitatelj pomislio – da se radi o uzimanju stvarnih podataka, prikazivanju procjena i svih nalaza te interpretaciji. Ovdje se radi o primjeni na poznate koncepte iz drugih područja, poput povezivanja do sad obrađene materije s kontinuiranim modelima iz financija (određeni stohastički modeli), primjene u području vrednovanja opcija, rizičnost vrijednosti, ES – *expected shortfall* i slično. Posljednje, dvanaesto poglavlje posvećeno je stohastičkoj volatilnosti i MS modelima volatilnosti, s obzirom da su postali popularniji u posljednjih nekoliko godina. Ovo je novo poglavlje u odnosu na prvo izdanje, nije opsežno kao neka druga, no za očekivati je da će u idućem izdanju knjige ovo zasigurno biti puno veće. Mogao bi se izdvojiti i četvrti dio knjige u kojem se nalaze dodaci u kojima se određeni prethodno obrađivani pojmovi posebno još obrađuju, s obzirom na njihovu važnost u GARCH modelima. Radi se o tridesetak stranica dodatnog teksta. Kroz čitavu knjigu autori u određenim dijelovima skrate izvode, ali se odmah pozovu na određeni dodatak, tako da onim čitateljima kojima je ovo od koristi mogu izravno pogledati određen dio dodatka (jer se autori pozivaju na način da napišu konkretan dodatak i broj dodatka, npr. D19 pa je lako pronaći ono što se nalazi na kraju knjige za konkretno slovo i broj). Na taj način se sam tekst ne preopterećuje određenim dijelovima teorije koje svaki čitatelj ne mora nužno znati. Temeljem svega rečenog, knjiga *GARCH Models. Structure, Statistical Inference and Financial Applications, Second edition* preporuča se svima onima koji se bave financijskom ekonometrijom te žele produbiti postojeća znanja i proširiti ih novijima. Knjiga pripada skupini srednje do više razine težine, s obzirom na način na koji je pisana kroz teoreme, dokaze i slično. Prije čitanja ove knjige, preporuča se najprije proći određene udžbenike koji čitatelju daju određenu razinu znanja iz ekonometrije vremenskih serija. Na taj način će se lakše pratiti materija u ovoj knjizi. No, autori su se potrudili uključiti nove izvore literature kako bi čitatelje upoznali s najnovijim doprinosima u ovome području. Stoga ovo predstavlja dodatnu vrijednost knjige. Za očekivati je da će i treće izdanje učiniti nešto slično i da će između trećeg i ovog drugog izdanja proći kraće vremensko razdoblju u odnosu na ono koje je proteklo između ovog i prvog izdanja.

1. *Primljeno: 25.06.2019; Prihvaćeno:20.07.2019Submitted: 25-06-2019; Accepted: 20-07-2019*

**\*Dr. sc. Tihana Škrinjarić, Ekonomski fakultet – Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Trg J. F. Kennedyja 6, 10000 Zagreb, Hrvatska**; tskrinjar@net.efzg.hr [↑](#footnote-ref-2)