

Bootstrap inference for conditional risk measures

Citation for published version (APA):

Heinemann, A. M. (2019). *Bootstrap inference for conditional risk measures*. [Doctoral Thesis, Maastricht University]. ProefschriftMaken Maastricht. <https://doi.org/10.26481/dis.20190620ah>

Document status and date:

Published: 01/01/2019

DOI:

[10.26481/dis.20190620ah](https://doi.org/10.26481/dis.20190620ah)

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Nederlandse Samenvatting

*“Economics is like the Dutch language:
Im told it makes sense, but I have my doubts.”*
-John Oliver (1977-...)

Risicomaatstaven spelen een belangrijke rol in financieel risicobeheer en worden in de huidige regelgeving toegepast om de financiële stabiliteit te waarborgen. Vooral Value-at-Risk en Expected Shortfall, kortweg VaR en ES, zijn populaire risicomaatstaven om kapitaalreserves te berekenen en de marktrisico's van financiële activa te beoordelen. Risicomaatstaven nemen vaak de tijdafhankelijkheid van financiële gegevens in acht. Dit betekent dat ze *voorwaardelijk* worden toegepast, m.a.w. afhankelijkheid van verleden waarden wordt expliciet gemodelleerd. Een veelvuldig gebruikte methode om onzekerheid rond de puntschattingen van risicomaatstaven te kwantificeren is het opstellen van betrouwbaarheidsintervallen door middel van de bootstrap.³

Dit proefschrift levert drie belangrijke bijdragen. Ten eerste biedt het een theoretische onderbouwing voor veel voorkomende geconstrueerde intervallen rond puntschattingen van voorwaardelijke objecten, zoals voorwaardelijke risicomaatstaven. Ten tweede, nieuwe bootstrap methoden worden voorgesteld om de onzekerheid rond de puntschattingen van de voorwaardelijke VaR en ES te kwantificeren. Bijbehorende theoretische resultaten worden gepresenteerd ter bevestiging van hun validiteit. Ten derde, simulatieresultaten evalueren de prestaties van de voorgestelde methodiek en bijbehorende aanbevelingen zijn gericht op onderzoekers die kiezen voor een praktische toepassing van deze bootstrap methoden.

Hoofdstuk 2 beschouwt het kwantificeren van de parameteronzekerheid rond puntschattingen van voorwaardelijke objecten. Er is sprake van een fundamenteel probleem. Enerzijds wordt de steekproef als gerealiseerd beschouwt zodat het verleden informeert over het heden. Anderzijds wordt de steekproef ook gezien als een reeks toevalsvariabelen zodat men schattingsonzekerheden kan verklaren. Om dit probleem te omzeilen, worden betrouwbaarheidsintervallen opgesteld onder de onrealistische aanname twee onafhankelijke processen te observeren. Een alternatieve, realistische rechtvaardiging voor dit type intervallen wordt gepresenteerd op basis van een steekproef-splitsing en een zwakke afhankelijkheidsconditie. Omdat de voorwaardelijke objecten variëren door de tijd heen, wordt een *merging* concept gebruikt dat zwaake convergentie generaliseert.

Hoofdstuk 3 belicht de algemene opzet van het vorige hoofdstuk. Een technisch rapport verifieert de voorwaarden van hoofdstuk 2 voor verschillende tijdreeksmodellen. Deze omvatten onder meer de voorwaardelijke verwachting in een AR(1)

³*Bootstrap* betekent letterlijk laarzenriem en is afgeleid van de Engelse uitdrukking pull oneself up by one's bootstraps.

en ARMA(1,1) model, de voorwaardelijke variantie in een GARCH(1,1) model evenals de voorwaardelijke volatiliteit in een T-GARCH model. Ook wordt de uitbreiding van de voorwaardelijke VaR en ES gepresenteerd.

In hoofdstuk 4 wordt de voorwaardelijke VaR besproken in een algemene categorie van volatiliteitsmodellen. Een populaire twee-staps schatter is onderzocht en een *fixed-design residual bootstrap* methode wordt voorgesteld om de onbekende verdeling van de oorspronkelijke steekproef te benaderen. Theoretische resultaten ondersteunen de validiteit van deze bootstrap methode en bootstrap intervallen worden opgesteld voor de voorwaardelijke VaR. Een simulatiestudie toont aan dat het gebruikelijke *equal-tailed percentile* bootstrap interval de tendens heeft te kort te schieten ten opzichte van de nominale waarde, terwijl het *reversed-tails* bootstrap interval een accurate dekking oplevert. In vergelijking met de gerelateerde *recursive-design* residual bootstrap dekken beide methoden even goed, maar de *fixed-design* opzet leidt gemiddeld tot kortere intervallen. De *fixed-design residual bootstrap* methode is eenvoudig te implementeren en wordt geïllustreerd in een empirische toepassing op Franse beursgegevens.

In hoofdstuk 5 ligt de focus op voorwaardelijke ES als risicomaatstaf, waarbij dezelfde algemene categorie volatiliteitsmodellen in acht wordt genomen als in hoofdstuk 4. Wederom is een twee-staps schatter bestudeerd en een *fixed-design residual bootstrap* methode gebruikt om de steekproefverdeling te benaderen. De asymptotische validiteit van de bootstrap algoritme wordt theoretisch bewezen en een simulatiestudie bevestigt dat de methode adequaat presteert in de meeste gevallen.

De conclusie van het proefschrift is te vinden in hoofdstuk 6. De algemene conclusie luidt dat bootstrap inferentie voor voorwaardelijke risicomaten praktische relevantie heeft voor banken, vermogensbeheerders en pensioenfondsen, maar ook voor regelgevende instituten. De theoretische resultaten uit dit proefschrift ondersteunen onderzoekers om de bootstrap methoden zorgvuldig toe te passen.