

Final report

Project information and reporting objectives

Project information

Project number:	309218
Project title:	Statistical modelling and inference for (high-dimensional) financial data
Activity / Programme:	FINANSMARK
Project manager:	Støve, Bård
Project owner:	UNIVERSITETET I BERGEN
Project period:	2020.02.15 - 2023.12.31

Reporting objectives

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Main page of the progress report: Update progress report up to project completion date. | Completed |
| 2. Final accounts: Give a summary of the financial status of the project | Completed |
| 3. Outcomes and impacts: I understand that the information entered into the field for Outcomes and impacts will be made publicly accessible* | Completed |
| 4. Results report: Attach results report | Completed |
| 5. Special reports: Any requests for special reports must be fulfilled. Have special reports been submitted? | Not applicable |
| 6. Final data management plan: Has the final data management plan been uploaded? | Not applicable |

Final accounts

Actual cost plan (Amount in NOK 1000)

Account	2023	2022	2021	2020	Total sum
Payroll and indirect expenses	245	442	523	659	1,869
Procurement of R&D services	0	0	0	0	0
Equipment	0	0	0	0	0
Other operating expenses	270	137	0	3	410
Sum	515	579	523	662	2,279

Actual cost code (Amount in NOK 1000)

Account	2023	2022	2021	2020	Total sum
Trade and industry	0	0	0	0	0
Research institutes	0	0	0	0	0
Universities and university colleges	515	579	523	662	2,279
Other sectors	0	0	0	0	0
Abroad	0	0	0	0	0
Sum	515	579	523	662	2,279

Actual funding plan (Amount in NOK 1000)

Account	2023	2022	2021	2020	Total sum
The Research Council	80	200	0	318	598
Own financing	245	442	523	471	1,681
Public funding	0	0	0	0	0
Private funding	0	0	0	0	0
International funding	0	0	0	0	0
Deviation	-190	63	0	127	0
Deviation basis	515	579	523	662	2,279
Sum	325	642	523	789	2,279

Comment

Impacts and effects

Anticipated outcomes and impacts - from the grant application form

Both sub-projects address important issues within the financial service industry.

For sub-project a) a possible output from the study of the clustering of corporate defaults could be that more sophisticated class of models may be needed to model bankruptcies. Adjusting current credit risk models to comply with these specifications would not only be relevant for internal risk assessment, but also for external supervision of financial institutions.

For sub-project b), the introduction of the new risk measures can hopefully improve the estimation of tail risks. This would be of benefit for many financial institutions, including banks and insurances.

Achieved and potential outcomes and impacts - based on the project results

Results - Summary

Uploaded results - summary

Original filename: sluttrappport.pdf

File reference: RESULTAT_Sluttrappport11868451.pdf

Message to the Research Council of Norway

Special reports

Comment

Uploaded file

Final data management plan

Uploaded final data management plan

Progress report

Project information and reporting objectives

Project information

Project number:	309218
Project title:	Statistical modelling and inference for (high-dimensional) financial data
Activity / Programme:	FINANSMARK
Project manager:	Støve, Bård
Project owner:	UNIVERSITETET I BERGEN
Project period:	2020.02.15 - 2023.12.31
Report period:	2022.10.01 - 2023.12.31

Reporting objectives

1. **Popular science presentation:** I understand that the text of the popular science presentation will be made publicly available* **Yes**
2. **Results:** Has information on publications been provided? **Yes**
3. **Performance indicators:** All results data that have emerged from the project are to be reported. Has this been done? **Yes**
4. **Fellowship grants:** Information regarding all fellowship grants must be complete and correct. Have you updated the man-months and other information for each fellowship-holder? **Yes**
5. **International cooperation:** The extent of international cooperation is to be indicated. Has any international cooperation taken place during the report period? **Yes**
6. **Special reports:** If any requests for special reports have been put forth by the case officer at the Research Council, these must be fulfilled. **No**

Popular science presentation

Popular science presentation (Norwegian)

I løpet av de siste 10 årene etter finanskrisen i 2008, har en rekke nye statistiske modeller blitt introdusert for å bedre beskrive finansdata, spesielt med tanke på å kunne predikere f.eks. konkurser og fremtidige avkastninger, samt å kvantifisere finansiell risiko. Typisk har modeller som er bedre egnet til å beskrive tidsdynamikken i prosessene vært i fokus. Videre, er den enorme mengden data som nå er tilgjengelig, på den ene siden, en rik kilde til informasjon, men på den andre siden kreves det ad-hoc-metoder som er i stand til å takle utfordringer med høydimensjonale data, og de krevende beregningene som er involvert i enhver "stor-data" modellering.

Dette prosjektet vil introdusere en klasse av statistiske modeller, kjent som skjulte eller latente Markov-modeller, for bedre å karakterisere økonomiske og finansielle data når det gjelder krise kontra ikke-kriseperioder, og for å fange opp mulige smittekilder mellom sektorer. Dette gjøres samtidig ved å ta hensyn til makroøkonomiske størrelser som vil brukes for å øke nøyaktigheten til prediksjoner, f.eks. konkurssannsynligheter. Vi vil videre utvikle bedre metoder for å måle finansiell risiko.

Prosjektgruppen har fått antatt flere artikler i akademiske journaler, spesielt trekkes frem et nylig arbeid i "Journal of the Royal Statistical Society", med tittel "Modelling clusters of corporate defaults: Regime-switching models significantly reduce the contagion source". I denne artikkelen blir en regime-modell kombinert med telletidsrekker, og vi viser at dynamikken i prosessen av antall konkurser i selskaper er mer dynamisk enn tidligere antatt, og at smitteeffekten, dvs. at konkurs i et selskap påvirker sannsynligheten for at et annet selskap går konkurs, er redusert sammenlignet med modeller uten regimer, og at denne effekten kun er tilstede i et regime.

Popular science presentation - Updated (Norwegian)

I løpet av de siste 10 årene etter finanskrisen i 2008, har en rekke nye statistiske modeller blitt introdusert for å bedre beskrive finansdata, spesielt med tanke på å kunne predikere f.eks. konkurser og fremtidige avkastninger, samt å kvantifisere finansiell risiko. Typisk har modeller som er bedre egnet til å beskrive tidsdynamikken i prosessene vært i fokus. Videre, er den enorme mengden data som nå er tilgjengelig, på den ene siden, en rik kilde til informasjon, men på den andre siden kreves det ad-hoc-metoder som er i stand til å takle utfordringer med høydimensjonale data, og de krevende beregningene som er involvert i enhver "stor-data" modellering.

Dette prosjektet har introdusert en klasse av statistiske modeller, kjent som skjulte eller latente Markov-modeller, for bedre å karakterisere økonomiske og finansielle data når det gjelder krise kontra ikke-kriseperioder, og for å fange opp mulige smittekilder mellom sektorer. Dette gjøres samtidig ved å ta hensyn til makroøkonomiske størrelser som vil brukes for å øke nøyaktigheten til prediksjoner, f.eks. konkurssannsynligheter. Vi har videre utviklet bedre metoder for å måle finansiell risiko.

Prosjektgruppen har fått antatt flere artikler i akademiske journaler, spesielt trekkes frem et arbeid i "Journal of the Royal Statistical Society", med tittel "Modelling clusters of corporate defaults: Regime-switching models significantly reduce the contagion source". I denne artikkelen blir en regime-modell kombinert med telletidsrekker, og vi viser at dynamikken i prosessen av antall konkurser i selskaper er mer dynamisk enn tidligere antatt, og at smitteeffekten, dvs. at konkurs i et selskap påvirker sannsynligheten for at et annet selskap går konkurs, er redusert sammenlignet med modeller uten regimer, og at denne effekten kun er tilstede i et regime. Videre har prosjektet resultert i flere akademiske artikler som omhandler egenskapene og estimeringsalgoritmene til skjulte Markov modeller, og andre relaterte modeller.

Popular science presentation (English)

During the last 10 years, after the economic crisis in 2008, a wide class of models has been introduced to model financial data features, aiming at forecasting the risk of defaults, future returns, etc, and at minimizing the forecasting error. This is typically done by introducing models able to capture the temporal dynamics of the processes generating the data. Moreover, the huge amount of data currently available, on the one side, is a rich source of information, but, on the side, require ad-hoc methodologies able to address the curse of dimensionality and the computational burden involved in any "big-data" modelling.

This project introduces a class of models, into the wide framework of models known as hidden or latent Markov models, to better characterize financial data in terms of crisis vs. non-crisis periods, and to capture possible sources of contagion into specific financial sectors. Of course, this is done by taking into account macro-economic indicators that may be used to increase the accuracy of the predictions/estimates, as they are often used of proxies of the economic health/status.

As the data under analysis are massive, proper models to reduce the dimension of the problem as well as computationally feasible algorithms are developed. This ensures the application of the proposed novel methods by non-experts and their usefulness in a wide range of financial application, where "big-data" are not easy to deal with.

All these aspects were addressed and incorporated in the definition of novel systemic risk measures, starting from a re-visitation of the Co-movement Value-at-Risk (Co-VaR), by not only capturing the overall risk embedded in each institution, but reflecting individual contributions to the systemic risk, accounting also for extreme tail comovements.

The project group has had several articles published in academic journals, particularly a recent work in the "Journal of the Royal Statistical Society", entitled "Modelling clusters of corporate defaults: Regime-switching models significantly reduce the contagion source". In this article, a regime model is combined with a count time series model, and we show that the process of corporate defaults is more dynamic than previously believed. Moreover, the contagion effect, that current defaults affect the probability of other firms defaulting in the future, is reduced compared to models without regime-switching, and is only present in one regime.

[Popular science presentation - Updated \(English\)](#)

During the last 10 years, after the economic crisis in 2008, a wide class of models has been introduced to model financial data features, aiming at forecasting the risk of defaults, future returns, etc, and at minimizing the forecasting error. This is typically done by introducing models able to capture the temporal dynamics of the processes generating the data. Moreover, the huge amount of data currently available, on the one side, is a rich source of information, but, on the side, require ad-hoc methodologies able to address the curse of dimensionality and the computational burden involved in any "big-data" modelling.

This project has introduced a class of models, into the wide framework of models known as hidden or latent Markov models, to better characterize financial data in terms of crisis vs. non-crisis periods, and to capture possible sources of contagion into specific financial sectors. Of course, this is done by taking into account macro-economic indicators that may be used to increase the accuracy of the predictions/estimates, as they are often used of proxies of the economic health/status.

As the data under analysis are massive, proper models to reduce the dimension of the problem as well as computationally feasible algorithms are developed. This ensures the application of the proposed novel methods by non-experts and their usefulness in a wide range of financial application, where "big-data" are not easy to deal with.

The project group has had several articles published in academic journals, particularly a recent work in the "Journal of the Royal Statistical Society", entitled "Modelling clusters of corporate defaults: Regime-switching models significantly reduce the contagion source". In this article, a regime model is combined with a count time series model, and we show that the process of corporate defaults is more dynamic than previously believed. Moreover, the contagion effect, that current defaults affect the probability of other firms defaulting in the future, is reduced compared to models without regime-switching, and is only present in one regime. Furthermore, the project has published several articles related to the estimation of Hidden Markov models, and related models.

[Message to the Research Council of Norway](#)

Results

Category: Academic article

Author(s)	Title	Journal title	Page number, from - to	Volume	Year	ISSN /ISBN	DOI
Bacri, Timothée; D Berentsen, Geir; Bulla, Jan; Støve, Bård	Computational issues in parameter estimation for hidden Markov models with template model builder	Journal of Statistical Computation and Simulation		93	2023		10.1080/00949655.2023.2226788
Bacri, Timothee; D. Berentsen, Geir; Bulla, Jan; N. Hølleland, Sondre	A gentle tutorial on accelerated parameter and confidence interval estimation for hidden Markov models using Template Model Builder	Biometrical Journal			2022	0323-3847	10.1002/bimj.202100256
R. Berentsen, Geir; Bulla, Jan; Maruotti, Antonello; Stove, Bard	Modeling clusters of corporate defaults: regime-switching models significantly reduce the contagion source	JRSS Ser. C			2022		10.1111/rssc.12551
Sleire, Anders; Støve, Bård; Otneim, Håkon; Drage Berentsen, Geir; Tjøstheim, Dag; Hauso Haugen, Sverre	Portfolio allocation under asymmetric dependence in asset returns using local Gaussian correlations	Finance Research Letters			2022		10.1016/j.frl.2021.102475
Maruotti, Antonello; Petrella, Lea; Sposito, Luca	Computational Statistics & Data Analysis	Hidden semi-Markov-switching quantile regression for time series			2021		10.1016/j.csda.2021.107208
Maruotti, Antonello; Punzo, Antonio	International Statistical Review	Initialization of Hidden Markov and Semi-Markov Models: A Critical Evaluation of Several Strategies			2021		10.1111/insr.12436
Maruotti, Antonello; Fabbri, Marco; Rizzoli, Matteo	Multivariate Behavioral Research	Multilevel Hidden Markov Models for Behavioral Data: A Hawk-and-Dove Experiment			2021		10.1080/00273171.2021.1912583
Tjøstheim, Dag; Otneim, H.; Støve, B.	Statistical dependence: Beyond Pearson's rho	Statistical Science			2021		
Farcomeni, Alessio; Maruotti, Antonello; Divino, Fabio; Jona-Lasinio, Giovanna; Lovison, Gianfranco	An ensemble approach to short-term forecast of COVID-19 intensive care occupancy in Italian regions	Biometrical Journal			2020		

Category: Dissemination

Author(s)	Title	Journal/Publisher/Event	Year	ISSN/ISBN	DOI
Støve, Bård	Presentasjon av arbeidet knyttet til prosjektet «Statistical Modeling Using Local Gaussian Approximation»		2022		

Category: Other publication

Author(s)	Title	Journal/Type /Publisher	Year	ISSN /ISBN	DOI
Gundersen, K.; Bacri, T.; Bulla, J.; Hølleland, S.; B.Støve	Testing for time-varying nonlinear dependence structures: regime-switching and local Gaussian correlation		2023		

Performance indicators

Dissemination measures for users

Reports, memoranda, articles, presentations held at meetings/conferences for project target groups (public sector, trade and industry, organisations)

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	1	0	1

Industry-oriented R&D results

New/improved methods/models/prototypes finalised

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	0	0	0

Introduction of new/improved methods/models/technology to enhance value creation

Bedrifter utenfor prosjektet som har innført nye/forbedrede metoder/modeller/teknologi

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	0	0	0

Companies participating in the project that have introduced new/improved work processes/business models

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	0	0	0

Companies participating in the project that have introduced new/improved methods/technology

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	0	0	0

New business activity

New companies launched as a result of the project

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	0	0	0

New business areas in existing companies, resulting from the project

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	0	0	0

Commercial results to which the project has contributed

Licensing agreements signed (excluding software user licenses)

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	0	0	0

Patents registered (the same patent in different countries counts as 1 patent)

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	0	0	0

New/improved products finalised

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	0	0	0

New/improved processes finalised

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	0	0	0

New/improved services finalised

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
0	0	0	0	0

Scientific/scholarly publications

Article

2020	2021	2022	2023	Cumulative number
1	4	3	1	9

Fellowship grants

Fellowship grants funded under the project

International cooperation

International cooperation funded under the project (in NOK 1000)

Amount in NOK 1000

Country	2020	2021	2022	2023
Italy	0	0	40,000	160,000

Special reports

Comment

Uploaded file

RESULT REPORT: Statistical modelling and inference for (high-dimensional) financial data

1 Brief description of the project's objectives and background

One often encounters non-linear dependencies and non-Gaussianity in the joint distribution of stochastic variables in finance. This typically arises as easily recognized features of asset returns observed in financial markets. In this project we will extend both the theory and applications of non-linear stochastic models in two problem areas of finance, which are the a) corporate default modelling by non-linear integer-valued time series with regimes and b) new risk measures in high-dimensional multivariate settings.

2 Results achieved under the project

In sub-project a) we have developed the theory and applications regarding non-linear integer time series models by allowing for time-varying parameters in these models. The motivation for such an extension is the modelling and forecasting corporate defaults. A stylized fact of these defaults is their tendency to cluster in time. This default clustering phenomenon has been explored in the financial literature. The main result from this project, is the work in the "Journal of the Royal Statistical Society", entitled "Modelling clusters of corporate defaults: Regime-switching models significantly reduce the contagion source". In this article, a regime model is combined with a count time series model, and we show that the process of corporate defaults is more dynamic than previously believed. Moreover, the contagion effect, that current defaults affect the probability of other firms defaulting in the future, is reduced compared to models without regime-switching, and is only present in one regime. Hence, the project has contributed to this field by proposing a new class of non-linear integer-valued time series models with regimes, and provided more knowledge regarding the process of defaults of firms.

We have also published background papers regarding sub-project a), these includes e.g. a paper in the journal "International Statistical Review", entitled "Initialization of Hidden Markov and Semi-Markov Models: A Critical Evaluation of Several Strategies".

In sub-project b), the main results are published in the paper "Hidden semi-Markov-switching quantile regression for time series", in the journal "Computational Statistics & Data Analysis" and in the submitted paper "Testing for time-varying nonlinear dependence structures: regime-switching and local Gaussian correlation".

For a complete list of the published papers, see the final digital report. In all, 9 papers are published, and one is submitted, and currently under review.

During the project, we have been writing computer code for actually doing the estimation of the different models, which is available upon request.

3 Most important R&D tasks

The main research tasks have been to develop theory and perform the empirical analysis, in particular this has included non-trivial extensions of statistical algorithms and computer code. The main part of the research has been performed by the participants from the Statistics group, Dept. of Mathematics, UiB, but in close collaboration with participants from NHH, and foreign partners.

4 Assessment of the project's implementation and use of resources

Due to the pandemic 2020-2022, a substantial parts of the planned activities were postponed, and resulted in an extension of the project period. However, we are satisfied with the final result, and the way we have structured our work. There has been a great deal of collaboration with foreign researchers in the project, and the project has made it possible to invite the following guests to stays at UiB.

- Antonello Maruotti, LUMSA, Italy, June 2022 and June 2023.
- Francesco Lagona, Roma Tre, Italy, several visits 2021 - 2023.

The project has further supported the following participations in conferences/workshops/visits:

- B. Støve: The 16th International Conference on Computational and Financial Econometrics (CFE 2022), London, England
- K. Gundersen: The 16th International Conference on Computational and Financial Econometrics (CFE 2022), London, England
- Visit: Jan Bulla, Rome, Italy, September 2023

Further, we have arranged two workshops at Lofthus, Norway (2022) and (2023), attended by the core project team. Both workshops were great successes. Moreover, the project has also supported in the hiring of an adjunct lecturer at UiB for one year, enabling the participants at UiB to focus on the research in the project.

In all, the project has enabled us to participate in conferences/visits, arranged workshops and invited guests that we otherwise not would have been able to attend/arrange. In this respect, the project has been of great importance for the Statistics group, Dept. of Mathematics, at UiB. Also the visits by and to the foreign partners have secured progress researchwise.

5 Anticipated significance of the results

We believe our results are of great practical importance, specially for academia, but also for the financial service industry. Several of the applications studied, such as the study of corporate defaults, could be of direct relevance to society, and the credit models used in banks.

6 Plans for disseminating and utilising the results

Several papers are already published in reputable journals, as described above. We expect one more publication from the working paper not yet published. Further, some of the results have been presented in a meeting organized by The Norwegian Actuarial Association.

Unfortunately, we have not yet written a popularized version of the main findings. We plan to write such a paper in the near future.

7 Results that are expected to be finalised after completion of the project

The main tasks in the project are completed, but as already mentioned, we have one working paper submitted, and a possible revision of the submission remains.

Sluttrapport for prosjektnr. 309218: Statistical modelling and inference for (high-dimensional) financial data

Bakgrunn

I løpet av de siste 10-15 årene etter finanskrisen i 2008, har en rekke nye statistiske modeller blitt introdusert for å bedre beskrive finansdata, spesielt med tanke på å kunne predikere f.eks. konkurser og fremtidige avkastninger, samt å kvantifisere finansiell risiko. Dette prosjektet har hatt som mål å både videreutvikle teorien og bruken av mer avanserte modeller i disse to klassiske problemstillingene innen finans, dvs. a) modellering av selskapskonkurser og b) nye metoder for å modellere avkastninger fra ulike aktiva, og dermed beregne finansiell risiko.

Hovedresultater

I del-prosjekt a) har fokus vært å forbedre modellering av selskapskonkurser. Spesielt observeres klynger av konkurser blant selskaper, dvs. i noen tidsperioder er det flere selskaper som går konkurs enn i andre perioder, og i litteraturen er det primært to hovedforklaringer som presenteres som forklaring på dette. For det første kan hvert selskap betraktes som eksponert for en «systematisk risiko», som representeres av markøkonomiske eller finansielle variabler som forårsaker endringer i et selskaps betingede sannsynlighet for konkurs; og for det andre kan konkurs av et selskap øke sannsynligheten for at andre selskaper går konkurs, noe som resulterer i «konkurssmitte» (eller bare smitte). I den eksisterende litteraturen finner de fleste av studiene en signifikant effekt av «konkurssmitte», dvs. at den «systematiske risikoen» alene ikke kan forklare den opphopningen av konkurser som observeres. Dette fenomenet er spesielt tydelig i tilfeller der selskaper er økonomisk sammenkoblet gjennom ulike kanaler, for eksempel finansielle transaksjoner, forsyningskjeder, eller felles avhengighet av råvarer eller markedsforhold.

Imidlertid har ingen studier undersøkt denne effekten, konkurssmitte, ved å hensynta *tidsvarierende* effekter av både den systematiske risikoen og smitten. I dette del-prosjektet har vi nettopp introdusert en slik klasse av statistiske modeller, kjent som skjulte Markov-modeller (eller regime-modeller), for bedre å karakterisere økonomiske og finansielle data. Mer spesifikt kombinerer vi en regime-modell med telletidsrekker, og vi viser at dynamikken i prosessen av antall konkurser av selskaper er mer dynamisk enn tidligere antatt, og at *smitteeffekten*, dvs. at konkurs i et selskap påvirker sannsynligheten for at et annet selskap går konkurs, er *reduisert* sammenlignet med modeller uten regimer, og at denne effekten kun er tilstede i et regime, når vi studerer amerikanske konkursdata fra en database¹ i USA. Dette funnet er nytt, og har resultert i en vitenskapelig publikasjon i et svært anerkjent tidsskrift, *Journal of the Royal Statistical Society: Series C*.

Videre har prosjektet resultert i flere akademiske artikler, i bl.a. *Biometrical Journal*, *Journal of Statistical Computation and Simulation* og *International Statistical Review*, som omhandler selve egenskapene og estimeringsalgoritmene til slike skjulte Markov modeller (regime-modeller) og andre

¹ UCLA-LopPucki Bankruptcy Research database (see <http://lopucki.law.ucla.edu>)

relaterte modeller. Her har vi bl.a. offentliggjort kode i forbindelse med flere av disse artiklene, slik at andre forskere kan nyttiggjøre seg av dette².

I del-prosjekt b) har vi arbeidet med å videreutvikle modelleringen av finansielle avkastninger. For finansielle avkastninger er det velkjent at oppførsel i haler av fordelinger er viktig for investeringsbeslutninger. I denne sammenheng er bruk av kvantilregresjon hensiktsmessig, og flere standardmål for markedsrisiko er basert på nettopp kvantiler (se for eksempel Jorion, 1996). Spesielt unngår bruken av kvantilregresjon antagelser som normalitet eller uavhengighet mellom avkastningene. I et arbeid, har vi presentert en utvidelse av slike kvantilregresjonsmetoder, og forsøker å påvise mulige smitteeffekter fra avanserte markeder på det kinesiske markedet, representert ved Shanghai Stock Exchange (SSE), på ulike kvantilnivåer. Daglige avkastninger modelleres via skjulte semi-Markov-modell kvantilregresjoner for å tillate strukturelle endringer, og vi studerer også aksjeindekser fra flere markeder i Asia-Stillehavsområdet som mulige kovariater. Resultatene viser at det eksisterer finansielle markedssammenkoblinger for noen kvantiler mellom Kina og andre land. Dette arbeidet er publisert i *Computational Statistics & Data Analysis*.

Videre i del-prosjekt b), har vi foreslått en ny aktiva-allokeringsmetode forankret i det klassiske Markowitz (forventning-varians) rammeverket. Det er velkjent at det eksisterer asymmetriske avhengighetsstrukturer mellom finansielle avkastninger, som gjør at det ofte brukte målet på avhengighet, korrelasjonskoeffisienten, ikke er tilstrekkelig, og vil kunne underestimere risikoen i en portefølje. I en artikkel publisert i *Finance Research Letters* beskriver vi en allokeringsmetode som hensyntar slike asymmetriske avhengighetsstrukturer ved hjelp av et ikke-parametrisk mål på avhengighet, den lokale gaussiske korrelasjonen (LGC). Det vises at porteføljeoptimeringsprosessen for finansielle avkastninger med asymmetriske avhengighetsstrukturer er enkel ved bruk av lokale kovariansmatriser. Den nye metoden viser seg å gi bedre resultater enn den likt vektet ("1/N") porteføljen og den klassiske Markowitz-porteføljen når den anvendes på historiske data for seks ulike aktivaklasser.

Avslutningsvis har vi et arbeid til vurdering i en akademisk journal, der vi undersøker ikke-lineære og tidsvarierende avhengighetsstrukturer mellom par stokastiske variabler ved å bruke en ny tilnærming som kombinerer regime-modeller og lokal gaussisk korrelasjon (LGC). Vi foreslår en LGC-basert hypotesetest for å undersøke om avhengighetsstrukturen mellom to variabler er lik på tvers av ulike regimer. Vi undersøker denne testen i en Monte Carlo-studie, der den viser gode egenskaper. Vi argumenterer for at denne tilnærmingen er mer intuitiv enn konkurrerende metoder. Vi illustrerer tilnærmingen vår ved å bruke finansielle avkastninger fra US-UK aksjemarkeder og US aksje- og statsobligasjonsmarkeder, og gir detaljert innsikt i avhengighetsstrukturene mellom disse ulike markedene. Dette vil igjen kunne gi en bedre estimering av risikoen ved investering i disse markedene.

Prosjektgruppe og aktiviteter

Prosjektet har blitt ledet av Prof. Antonello Maruotti, LUMSA, Roma, Italia, så lenge han var ansatt ved UiB, og deretter Prof. Bård Støve, Matematisk institutt, UiB. Øvrige prosjektdeltagere har vært Prof. Jan Bulla, postdoktor Kristian Gundersen og PhD-student Timothee Bacri, alle ved Matematisk institutt, UiB, samt førsteamanuensene Geir D. Berentsen og Håkon Otneim, og postdoktor Sondre

² https://timothee-bacri.github.io/HMM_with_TMB/

Hølleland, alle ved NHH. I tillegg har Prof. Francesco Lagona, Roma Tre, Italia, fungert som diskusjonspartner ved flere av arbeidene.

Prosjektet ble noe forskyvet i oppstarten pga pandemien 2020, og ble derfor forlenget ut 2023. For øvrig er hovedmålene i prosjektet oppnådd, og resultatene er i all hovedsak publisert i internasjonale tidsskrifter, totalt 9 artikler og en under vurdering, og er offentlig tilgjengelige. Forskerne i prosjektgruppen har videre deltatt på ulike konferanser/workshops med presentasjoner, og finansiert vitenskapelige reiser til prosjektdeltagerne, samt innleie av en undervisningsressurs ved UiB.