

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy

STOCHASTIC MODELLING OF TEMPERATURE VARIATIONS WITH APPLICATION TO FINANCE AND INSURANCE

MUKMINAH BINTI DARUS

2022

Main Supervisor : Che Mohd Imran bin Che Taib, Ph.D.

Co-Supervisor : Hassilah binti Salleh, Ph.D.

Faculty : Faculty of Ocean Engineering Technology and Informatics

Weather risk has an enormous impact on industries operationally and financially. Hence, weather derivatives make used to hedge against weather risk. The traditional way is irrelevant in risk hedging because it has a moral hazard problem. Weather derivatives and weather index insurance are among the methods for an organization or industry to hedge weather risks, especially those involving temperature. Pricing temperature derivatives becomes a problem when there is no accurate temperature information if the policyholder lives in an area far from the temperature stations. Selection of the best temperature dynamics model is the main for building a successful temperature index insurance and temperature derivatives. Therefore, this thesis uses the temperature dynamics model to price the temperature index insurance and temperature futures. For the problems related to spatial issues, we have used Kriging to get the information on the temperature. So then, we have included the spatial-temporal stochastic process in modelling temperature dynamics. This thesis also uses CARMA processes and the Ornstein-Uhlenbeck (OU) process in modelling temperature variations. In the model, the speed of mean reversion needs to be the focus because its value is not always constant. Thus, this study decided to make the speed of mean reversion by a stochastic process. The daily average data (DAT) used in this thesis are from New York, and five stations in Malaysia were Alor Setar, Chuping, Kota Bharu, Senai and Subang. By looking at the results we obtained in this thesis using the temperature dynamics model and the given data DAT, we managed to price the temperature index insurance and temperature futures. Our findings are crucial in the agricultural industry and even for financial institutions for hedging weather risk.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Doktor Falsafah

PEMODELAN STOKASTIK VARIASI SUHU DENGAN APLIKASI KEPADA KEWANGAN DAN INSURANS

MUKMINAH BINTI DARUS

2022

Penyelia Utama : Che Mohd Imran bin Che Taib, Ph.D.

Penyelia Bersama : Hassilah binti Salleh, Ph.D.

Fakulti : Fakulti Teknologi Kejuruteraan Kelautan dan Informatik

Risiko cuaca mempunyai kesan yang besar terhadap industri daripada segi operasi dan kewangan. Oleh itu, terbitan cuaca digunakan untuk melindungi nilai terhadap risiko cuaca. Cara tradisional adalah tidak relevan dalam lindung nilai risiko kerana mempunyai masalah bahaya moral. Terbitan cuaca dan insurans indeks cuaca adalah antara kaedah untuk organisasi atau industri lindung nilai risiko cuaca, terutamanya yang melibatkan suhu. Terbitan suhu harga menjadi masalah apabila tiada maklumat suhu yang tepat jika pemegang polisi tinggal di kawasan yang jauh dari stesen suhu. Pemilihan model dinamik suhu terbaik adalah penting dalam membina insurans indeks suhu dan terbitan suhu yang terbaik. Oleh itu, tesis ini menggunakan model dinamik suhu untuk menetapkan harga insurans indeks suhu dan penetapan harga hadapan suhu. Untuk masalah yang berkaitan dengan isu spatial, kajian ini telah menggunakan Kriging untuk mendapatkan maklumat mengenai suhu. Oleh itu, kajian ini telah memasukkan proses stokastik ruang-masa dalam pemodelan dinamik suhu. Tesis ini juga menggunakan proses CARMA dan proses Ornstein-Uhlenbeck (OU) dalam memodelkan variasi suhu. Di dalam model ini, kelajuan pembalikan min perlu menjadi tumpuan kerana nilainya tidak sentiasa malar. Oleh itu, kajian ini memutuskan untuk menjadikan kelajuan pembalikan min menjadi proses stokastik. Data purata harian (DAT) yang digunakan dalam tesis ini adalah dari New York, dan lima stesen di Malaysia iaitu Alor Setar, Chuping, Kota Bharu, Senai dan Subang. Dengan melihat keputusan yang diperolehi dalam tesis ini dengan menggunakan model dinamik suhu dan data DAT yang diberikan, kajian ini berjaya menentukan penetapan harga insurans indeks suhu dan penetapan harga hadapan suhu. Penemuan

ini adalah penting dalam industri pertanian dan juga untuk institusi kewangan untuk lindung nilai risiko cuaca.