

ISSN 2697-6609 (Online)

J I B M

วารสารนวัตกรรมธุรกิจ การจัดการ และสังคมศาสตร์

VOLUME 2, ISSUE 3, September – December 2021

<https://so03.tci-thaijo.org/index.php/jibim>



Journal of Innovation in Business, Management, and Social Sciences

สารบัญ

หน้า

Consumers' willingness to pay for eco-friendly coffee shops: The role of green brand image and consumers' environmental concern.....1

Chonlada Sajjanit

Does Mobile Cellular Subscription Enhance Access of Financial Inclusion?.....27

Punyanit Khowsehawat and Tatre Jantarakolica

Audit Quality and Real Earnings Management: Evidence from Thailand.....63

Pajaree Nimpi and Tatre Jantarakolica

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงินโดยใช้แบบจำลองของ Ohlson ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย.....87

กษิดิ์เดช ตรังเกษตรสิน เจษฎา ประสมศรี และอานนท์ ธนอมรูป

การคาดการณ์ผลตอบแทนในอนาคตของตราสารทุนหุ้นสามัญโดยการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง.....108

วิศรุต แก้วมหา และวริศ ปัญญาฉัตรพร

Consumers' Willingness to Pay for Eco-Friendly Coffee Shops: The Role of Green Brand Image and Consumers' Environmental Concern

Chonlada Sajjanit

Department of Marketing, Kasetsart Business School

Kasetsart University, Bangkok, Thailand

E-mail: chonlada.saj@ku.th

Abstract

The purpose of this study is to examine the antecedents of consumers' attitudes and willingness to pay more for coffee shops adopting green practices. In particular, it investigates the impact of green brand image and individual environmental concern on consumers' attitudes towards an eco-friendly coffee shop. It also studies the effect of consumers' green attitudes on willingness to pay (WTP) for the coffee shop embracing green initiatives. Paper surveys and online surveys were conducted with 225 consumers who have experience in using services at the specified coffee shop in Thailand. Structural equation modeling was applied to test the proposed framework. The empirical results exhibited that green brand image ($\beta = 0.38$, p-value = .000) and individual environmental concern ($\beta = 0.58$, p-value = .000) positively related to consumers' attitude towards the eco-friendly coffee shop. The findings also revealed the significant relationship between consumers' attitudes and their WTP for the green coffee shop ($\beta = 0.64$, p-value = .000). Additionally, the study also provides results on the number of extra consumers are willing to pay.

Keywords: Green brand image, environmental concern, green attitudes, willingness to pay, eco-friendly coffee shops

Introduction

In the environmental era, the environment-related issues have been gaining more importance and become challenges for consumers, businesses, and society over recent decades (Bronfman, Cisternas, López-Vázquez, de la Maza, & Oyanadel, 2015; Chen & Chang, 2012; Tang & Lam, 2017). Due to increasing awareness of deterioration, increasing pollution, global warming, and depletion of natural resources, consumers have become progressively more interested in environmental protection (Yadav, Khandelwal, & Tripathi, 2017). In view of that, environmental concern emerges as a mainstream issue for consumers under the new ecological paradigm (NEP) (Wong & Wan, 2011) and more researches have been conducted in attempt to study consumers' level of environmental concern (Borisenko, 2018). Notably, environmental concern is one key factor in consumer's decision making process (Ottman, 2001). Consumers who are more concerned about the environment are prone to exhibit environmentally friendly behavior (Albayrak, Aksoy, & Caber, 2013). They are willing to support firms that offer greener products and services to reduce their environmental impact (Royne, Thieme, Levy, Oakley, & Alderson, 2016).

From the supply side, many businesses exploit popular concerns about environmental issues and seek to catch the opportunity by positioning their brands to gain differential advantages in the highly competitive market situation (Yadav et al., 2017). Accordingly, the introduction of green practices and sustainable offerings can become a strategic way of brand positioning (Chen, 2010). Prior research indicated that firms with a green orientation achieve greater profits, higher market shares, increased customer satisfaction and employee commitment (Moser, 2015). Companies who engage in green practices might consider energy saving operations, purchasing locally produced materials, using chemical free and natural materials, reducing and recycling wastes, and other practices that would not harm the environment (Borisenko, 2018; Schubert, Kandampully, Solnet, & Kralj, 2010; Teng, Wu, & Huang, 2014). Accordingly, eco-friendly businesses can be conceptualized as business organizations that employ green practices in its operations (Schubert et al., 2010). For instance, food service operators that adopt green practices will put

emphasis on organic and local food offerings, green environment and energy-efficient equipment, and green management such as recycling and waste reduction (Teng, Wu, & Huang, 2014).

Notably, one of reasons for firms embracing green initiatives is to increase their images (Chen & Chang, 2012). Since brand image has been regarded as one of the most imperative concepts in marketing as it plays a key role when consumers cannot differentiate product or services based on tangible attributes (Chen, 2010; Martinez, Perez, & Rodriguez del Bosque, 2014). Brand images can enhance customer satisfaction, trust, loyalty and purchase intention (Chen, 2010; Han, Yu, Chua, Lee, & Kim, 2019; Huang, Wang, Chen, Deng & Huang, 2020). In particular, green brand image or eco-friendly image could improve the emotional tie-up with the customer (Yadav et al., 2017) and avoid the trouble of environmental disputes (Chen, 2010). In this study, green brand image is expected to be one antecedent that can impact consumers' favorable attitude towards green businesses and their willingness to pay for firms' green initiatives.

According to Keller (1993), consumers will respond to the product and service of a brand favorably if they have positive brand attitude (Han et al., 2019). Specifically, attitudes towards green practices of eco-friendly businesses should be profoundly examined as attitudes are significant as the reference points for consumers when they choose a brand (Han et al., 2019). Additionally, consumers' willingness to pay (WTP) for a product or service is also one crucial factor for management decisions concerning product's value, price response and communication decisions (Schmidt & Bijmolt, 2020). To study the relationships between attitudes and WTP for green practices, Ajzen (1991)'s Theory of Planned Behavior (TPB) explaining environmental attitude-behavior relations (Bronfman et al., 2015) is used to examine in this study. According to the TPB, green behavioral intention i.e. willingness to pay for green practices is likely to be predicted by personal evaluation of environmentally conscious businesses (Bronfman et al., 2015). Accordingly, since green products are increasingly popular nowadays, more consumers are willing to pay higher price for them (Chen, 2010; Han & Chan, 2013; Borisenko, 2018). However, some studies indicated that other consumers are not willing to pay premium price for green offerings (Borisenko, 2018). For instance, hotel guests viewed that green practices implemented in the hotel are cost-cutting measures of a hotel and should be priced lower or not be priced differently from

the traditional offers (Millar & Mayer, 2013; Baker, Davis, & Weaver, 2014; Dimara, Manganari, & Skuras, 2015). Accordingly, green strategies might work effectively under different market conditions (Chen & Chang, 2012). The current research model is proposed to gain better understandings of the green attitude-WTP intention in a specific service setting i.e. coffee shop industry.

In recent years, the domestic coffee market and consumption of Thailand keeps growing, with an overall coffee market estimated at 25.8 billion baht in 2019 (ThaiSMEsCenter, 2020). There are two types of service businesses in the coffee market, coffee shops and café (Food Intelligence Center Thailand, 2015). A coffee shop focuses on coffee and drinks menu over the food menu while a café is likely to serve food rather than coffee. This study focuses on examining the proposed framework in the coffee shop sector. According to Euromonitor, there were 8,025 coffee shops operated in Thailand in 2018 (Jitpleecheep & Hicks, 2019). Although per-person consumption of coffee in Thailand is approximately 300 cups per year, compared with 400 cups per year in Japan and 600 cups per year in Europe (Jitpleecheep & Hicks, 2019), the demand is still rising. The market is expected to grow annually by 7.4% between 2019 and 2023 (Ferris, 2021). One of the reasons is the current trend of coffee lifestyle. Consumers are likely to spend time together in a favorite coffee shop. Some coffee shops create a workspace environment for their consumers. According to the vice-president of the Asian Coffee Federation and president of the Barista Association of Thailand, coffee becomes a rising star in the food and beverage industry sector and it is anticipated to double over the next five years (Jitpleecheep & Hicks, 2019). Unfortunately, during the COVID-19 outbreak in 2020-2021, the food service businesses including coffee shops have experienced a negative impact from decreased demand, the lockdown and social distancing regulations (Euromonitor, 2021). The coffee shops adapted their offers by generating take-home sales and partnering with food delivery application services (Euromonitor, 2021). Nevertheless, due to the consumers' new lifestyles and coffee culture, coffee shop industry is likely to have the promising future after the end of the pandemic.

Key players in the coffee shop market in Thailand include Amazon, Starbucks, Doi Chaang, Coffee World, and True Coffee, however, in a particular segment, Inthanin Coffee is recognized as

an eco-friendly coffee shop. Inthanin, a coffee shop chain in the Bangchak group, opened its first outlet in a Bangchak petrol station in 2006 (Bangchak Corporation Public Company Limited, 2018). As of the end of the first quarter of 2021, there are 694 outlets of Inthanin Coffee Shops across the country (Bangchak Corporation Public Company Limited, 2021). Inthanin positions itself as an environmentally friendly brand or eco-brand (Bangchak Corporation Public Company Limited, 2018, 2021). It uses organic Arabica beans supplied by coffee farmers in Chiang Mai and provinces in northern Thailand via contract farming. Inthanin is one of the brands using the most organic Arabica beans, totaling 15 tons per year (Bangchak Corporation Public Company Limited, 2018). In 2016, it was the first coffee shop to launch a campaign that encourages customers to bring their own cups and get a 5% discount to reduce the use of plastic cups. In this regard, plastic waste has been reduced by 200,000 cups per year. Under its social and environmental responsibility policy, the company redesigned the lids of its coffee cups so that customers can drink from the cups and stopped using plastic straws in 2018. It introduced paper cups coated with biodegradable plastic (BioPBS) for takeaway hot coffee. The 100% biodegradable cup is made from plant biomass and compostable within 180 days. At present, Inthanin is the number one brand in using the most biodegradable plastic cups in Thailand (Bangchak Corporation Public Company Limited, 2018, 2021). Since this study focuses on environmentally friendly or eco-friendly coffee shops (i.e. coffee shops that adopt green practices), Inthanin brand is chosen in this study to examine the impact of its green image on consumers' attitudes and WTP decisions.

Research objectives

This study aims to investigate the antecedents of consumers' attitudes and willingness to pay a premium for coffee shops adopting green practices. Specifically, it explores the effect of green brand image and individual environmental concern on consumers' attitudes towards eco-friendly coffee shops. It also studies the impact of consumers' attitude on willingness to pay for the coffee shops embracing green initiatives.

Literature review

Green brand image

Brand image has become an increasing popular concept in consumer behavior research since the 1950's (Riley, Charlton, & Wason, 2015). Keller (1993) conceptualized brand image as the perceptions about a brand reflected by associations of that brand kept in the consumer's memory. While Park, Jaworski, and MacInnis (1986) posited that brand image embraces symbolic, functional, and experiential benefits, Cretu and Brodie (2007) argued that brand image involves a consumer's emotional picture of a brand in the consumer's mind. Although brand image have been defined in various ways, a favorable and renowned brand image is recognized as an asset for any business as image can lead to customer perceptions of the firm's communication and operations (Kang & James, 2004).

To study brand image in the sustainability context, this study adopts the definition of green brand image asserted by Chen (2010, p. 309) as "a set of perceptions of a brand in a consumer's mind that is linked to environmental commitments and environmental concerns." Based on this definition, green brand image is essential for firms especially under the growth of prevalent environmental awareness of consumers and regulations of environmental protection (Chen, 2010). Additionally, due to intense competition between brands, firms need to create unique position of their brands in customers' mind and gain the differential competitive advantage (Han et al., 2019). Thus, firms should exploit these concerns about environmental issues to incorporate their environmental visions into their branding strategies. Accordingly, this study expects that green brand image can enhance consumers' attitudes and intention to support eco-friendly businesses.

Environmental concern

Zimmer, Stafford, and Stafford (1994, p. 64) defined environmental concern as "a general concept that can refer to feelings [consumers have] about many different green issues." This concept emerged as the call for human behavior change from the exploitation of many of the world's natural resources (Gifford & Nilsson, 2014). The problems of environmental degradation, natural resource depletion, global warming and pollution are examples that put pressure on

people, businesses and the government to commit to environmental protection and improvements as the global issues for sustainable development (Wong & Wan, 2011; United Nations Environment Programme, 2005).

The relationship between nature and humans can be explained by the new ecological paradigm and the dominant social paradigm (Wong & Wan, 2011). The new ecological paradigm (NEP) involves being sensitive to the risk of an environmental crisis and underlining the balance of nature while the dominant social paradigm (DSP) posits that humans are superior to nature and other species, there is unlimited resources for humans and economic development is a higher priority than the environment protection (Dunlap, Van Liere, Mertig, & Jones, 2000; Borisenko, 2018). Accordingly, people who pursue the NEP are more concerned about the environment than those who believe in the dominant social paradigm (Wong & Wan, 2011). Since environmental concern has been one key factor in consumers' decision making process (McDonald, Oates, Thyne, & Timmis, 2015; Ottman, 2001; Zimmer et al., 1994), this study adopts the new ecological paradigm (NEP) and anticipates that consumers' strong environmental concern leads to pro-environmental attitudes and willingness to pay for green practices.

Attitudes towards green businesses

Bagozzi (1992) defined an attitude as an evaluation (positive or negative) that determines individual's intention to perform behaviors. Similarly, Yadav et al. (2017) posited that individual's liking and disliking leads them to behave in a particular way. Attitude towards an object such as a company or a brand can vary based on the consumer preference (Chang & Liu, 2009). Attitudes are important as the reference points for consumers when they select a brand (Han et al., 2019). In the sustainability context, attitudes towards green practices of eco-friendly businesses can be conceptualized as the overall consumer assessment of businesses adopting green practices.

To understand the formation of individuals' attitude-intention, the Theory of Planned Behavior (TPB) introduced by Ajzen (1991) is examined. According to the TPB, actual behavior and behavioral intention are influenced by attitude, subjective norm and perceived behavioral control (Bronfman et al., 2015; Jalilvand, Shahin, & Vosta, 2014). To extend this concept of attitude-intention relationships to the current study, green behavioral intentions in consumers are likely

to be driven by personal evaluation of environmentally conscious businesses. Specifically, it is expected that consumers' attitudes towards eco-friendly coffee shops are positively related to their willingness to pay for using services there.

Willingness to pay for green practices

Willingness to pay (WTP) refers to the maximum price at or below which a consumer will certainly purchase one unit of a product (Varian, 1992). Borisenka (2018, p.1) conceptualized WTP as "an amount or cost that a person intends to pay for a designated improvement or compensation." Consumers' WTP can be used to assess firms' value offerings, pricing and communication decisions (Schmidt & Bijmolt, 2020). In a sustainability setting, this study focuses on WTP for businesses engaging in green practices. In particular, it attempts to examine consumers' willingness to pay premium price for using a service at eco-friendly coffee shops. Willingness to pay such price for the greener services reflects that there is a demand for green consumers. Hence, it is expected that people who choose environmentally friendly products/services over traditional ones (Kuscu, 2019) are likely to pay premiums for sustainable offerings (Schmidt & Bijmolt, 2020). Accordingly, the extra amount that consumers are willing to pay for coffee shops embracing green initiatives would be explored in this study.

In this regard, eco-friendly coffee shops refer to the coffee shops that engage in green practices. They pay attention on energy saving, purchasing local food and drink materials, using natural materials, recycling, reducing wastes, and other practices that would not damage to the environment (Borisenko, 2018; Schubert et al., 2010; Teng et al., 2014). Accordingly, this study choose Inthanin coffee shops as they adopt such green practices (Bangchak Corporation Public Company Limited, 2018, 2021).

Research framework

Based on branding, consumer behavior, and sustainability literature, the framework of green brand image, individual environmental concern, consumer attitudes, and willingness to pay for green practices are proposed as follows.

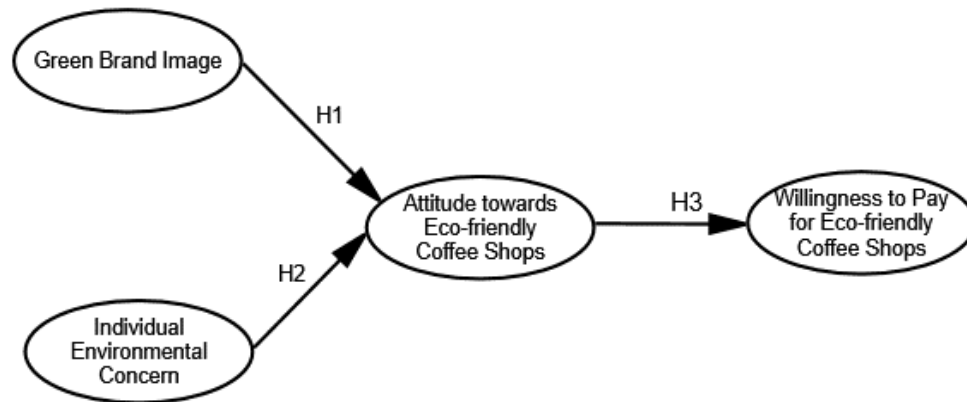


Figure 1 Research framework

Hypotheses development

Green brand image and attitude towards green businesses

According to de Ruyter and Wetzels (2000) and Jalilvand et al. (2014), brand image is an essential predictor of attitude towards brand. In other words, positive brand perceptions can enhance the credibility of the market offerings. Huang, Wang, Chen, Deng, and Huang (2020) asserted that brand image reflects consumers' overall impression of the brand. Martínez and Pina (2010) also indicated that the more favorable the brand image, the more positive the attitude to the brand. In a green marketing context, green brand image increases the pleasurable level of consumer fulfillment (Chen, 2010). Thus, based on the above discussion, the study proposes that green brand image is expected to significantly affect attitude.

H1 Green brand image positively relates to consumers' attitude towards the eco-friendly coffee shop.

Individual environmental concern and attitudes towards green businesses

Consumers pay more attention and actively participate in environmental protection issues than in the past (Tang & Lam, 2017). According to the Value-Belief-Norm (VBN) theory proposed by Stern, Dietz, Abel, Guagnano, and Kalof (1999), consumers will adopt pro-environmental attitudes if they perceive that they are responsible for protecting themselves, other people in the society and the whole ecosystem (Bronfman et al., 2015). Additionally, based on the new ecological paradigm (NEP), consumers who believe in the NEP are highly concerned about the

environment (Wong & Wan, 2011). Thus, consumers with a stronger concern for the environment are expected to buy green products and services as a consequence of their pro-environmental perspective than those who have lower environmental concern (Borisenko, 2018). Particularly, Chan (2000), Hassan (2014), Kirmani and Khan (2016) and Tang, Wang, and Lu (2014) found in their empirical studies that the higher degree of environmental concern impacts favorable attitude towards green offerings. Therefore, this study proposes the following hypothesis.

H2 Consumers' environmental concern positively relates to their attitudes towards the eco-friendly coffee shop.

Attitude towards green businesses and willingness to pay for green practices

Ajzen (1991)'s Theory of Planned Behavior (TPB) has been generally accepted as one of the theories that explain environmental attitude-behavior relations (Bronfman et al., 2015). According to the TPB, attitudes, which are stable evaluative overall summaries about an object, are an imperative psychological variable because they have been established to impact many behaviors (Olson & Zanna, 1993; Jalilvand et al., 2014). Specifically, this theory proposes that an individual's behavioral intention is directly explained by attitude (Bronfman et al., 2015). Ajzen suggested that the more favorable the attitude toward the behavior, the stronger will be an individual's intention to perform the behavior (Jalilvand et al., 2014). Han et al. (2019) asserted that attitude towards brand can predict consumer behavior and is formed through emotional responses. Thus, attitude is one key indicator of the targeted behavioral intention. In this study, the behavioral intention is the willingness to pay for green businesses i.e. eco-friendly coffee shops. In an empirical study in the eco-friendly hotel setting, consumers with more positive attitudes toward green hotels are willing to pay more to stay in the green hotels (Tang & Lam, 2017). In the food context, attitude has been proven to have high predictive power on green behavior (Moser, 2015). Therefore, the current study proposes that pro-environmental attitudes can predict willingness to pay for the eco-friendly coffee shop.

H3 Consumers' attitudes towards the green coffee shop positively relates to willingness to pay for the eco-friendly coffee shop.

Research methodology

Research design

To test the conceptual framework, a quantitative survey is applied. The survey instrument is a questionnaire which has three parts. The first part involves respondents' demographic characteristics including gender, age, education level, occupation, and monthly income. The second part involves respondents' usage experience at coffee shops. It also includes a screening question asking if respondents know about the "Inthanin Coffee" brand. The third part involves respondents' evaluation of green brand image, their environmental concern, their attitudes and willingness to pay for eco-friendly coffee shops. In this part, more information of the brand's green practices is given to them before they respond to those questions. A five-point Likert scale (from strongly disagree to strongly agree) is employed to measure the variables. All measurement items are adapted from previous studies as shown in Table 1. Additionally, in the third part, respondents are asked to indicate whether and how much (%) they are willing to pay more for coffee shops adopting green practices. To assess face validity of the measures, three scholars in the field of marketing and sustainability would be asked to assess and modify the questionnaire.

Table 1 Measurement of variables

Variables	Measurement items	Sources
Green brand image	GBI1 The brand is regarded as the best benchmark of environmental commitments.	Chen 2010
	GBI2 The brand is professional about environmental reputation.	
	GBI3 The brand is successful about environmental performance	
	GBI4 The brand is well established about environmental concern.	

Variables	Measurement items	Sources
	GBI5 The brand is trustworthy about environmental promises.	
Individual Environmental concern	IEC1 I am worried about the environment. IEC2 Mankind is severely abusing the environment. IEC3 When people interfere with nature, they produce disastrous results. IEC4 The balance of nature is very sensitive. IEC5 The balance of nature is easily deteriorate. IEC6 If we continue as before, we are approaching an environmental disaster. IEC7 For the benefit of the environment, we should be ready to restrict our momentary style of living.	Kirmani and Khan, 2016
Consumers' attitude towards eco-friendly coffee shops	ATT1 The overall image I have about an eco-friendly coffee shop is positive. ATT2 My overall image for using services in an eco-friendly coffee shop is positive. ATT3 Overall, I have a good image about an eco-friendly coffee shop.	Tang and Lam, 2017
Willingness to pay for eco-friendly coffee shops	WTP1 I am willing to spend extra to use the service at an eco-friendly coffee shop. WTP2 It is acceptable to pay more for a coffee shop that engages in green practices. WTP3 I am willing to pay more for an eco-friendly coffee shop.	Tang and Lam, 2017; Borisenko, 2018

Variables	Measurement items	Sources
	WTP4 I prefer green coffee shops over non-green coffee shops when their service qualities are similar.	
	WTP5 If I have a choice, I will choose a coffee shop based on its green practices.	
	How much more you are willing to pay for coffee shops adopting green practices? (Indicate %)	

Population, sample and data collection

The population of the study is the consumers who have experiences in using services at coffee shops and know the brand specified in this study. The sample size is calculated based on a ratio of 10 samples to 1 measurement item (Bentler & Chou, 1987). Given the total 20 indicators, the sample size should be 200 samples at a minimum. In this regard, 300 questionnaires will be distributed to consumers to deal with unusable and missing responses. The sampling method is convenience sampling with the screening question so that respondents can answer all questionnaire items. Paper survey and online survey via Google Form will be utilized to collect data. Accordingly, the researcher will contact Inthanin coffee shop managers, explain the purpose of the survey, and ask for their cooperation. With the consent of the managers, customers in each shop will be invited and asked to evaluate the paper/online questionnaires. To encourage customers to participate in the survey, some souvenirs such as foldable cloth bags were provided to the respondents. Notably, consent, privacy, and confidentiality were considered in collecting data. Within five weeks, 256 questionnaires were collected. Following the missing data screening, the usable questionnaires were 225.

Since a self-report survey was used to collect data in the present study, the common method bias (CMB) might be a concern (Malhotra, Schaller, & Patil, 2017). In this regard, the study employed the Harman's single factor test to assess CMB. According to Podsakoff, MacKenzie, Lee, & Podsakoff (2003), CMB establishes if majority of the variance of all the variables is exhibited by

a single factor. Based on exploratory factor analysis (excluding a rotation) results, the first factor explained only 32.38% of the total variance, thus CMB is not the problem in the present data set.

Results and analysis

The majority of the respondents were female (65.3%), employees (67.1%) and between 25 and 35 years of age (46.2%). Most of them were at the undergraduate level of education (69.4%) and had monthly income between 25,001 and 35,000 baht (45.8%). Additionally, among all respondents, 171 (76.0%) of the sample were willing to pay a premium for coffee shops adopting green practices. In this regard, they indicated that they would pay 1-100% more for eco-friendly coffee shops. Specifically, among the 171 respondents, 49 (28.7%) were willing to pay 5% more for such sustainable offerings, 42 (24.6%) would pay 10% more, and 15 (8.8%) would pay 20% extra for green coffee shops.

Measurement Model Results

This study adopted Confirmatory Factor Analysis (CFA) via AMOS to test the fitness of the measurement model. Accordingly, three analyses were conducted i.e. the measurement model fitness indices, reliability, and validity. According to Hair, Black, Babin, Anderson, and Tatham (2010), multiple fit indices including $\chi^2/\text{degree of freedom (df)}$, Comparative Fit Index (CFI), Tucker–Lewis index (TLI), and Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA) were examined to assess a model fit. Accordingly, the measurement model indicated a good fit to the data ($\chi^2 = 394.87$, $df = 155$, $p\text{-value} = .00$, $\chi^2/df = 2.55$, $CFI = 0.93$, $TLI = 0.92$, $RMSEA = 0.08$). All exceeded the recommended values ($RMSEA < 0.08$, CFI , $TLI > 0.90$ proposed by Hair et al. (2010), and $1 < \chi^2/df < 5$ advised by Joreskog (1969).

Table 2 presents the reliability and validity measures for the proposed constructs. Cronbach's alpha, and composite reliability (CR) were used to examine the reliability of each construct in the measurement model. According to Table 2, Cronbach's alpha (0.79 – 0.92), and CR (0.83 – 0.93) values were all higher than 0.70, the threshold suggested by Hair et al. (2010), indicating good reliability. All indicator loadings and average variance extracted (AVE) values were

assessed for convergent validity. From Table 2, standardized factor loadings (0.52 – 0.93) and AVE values for each construct (0.62 - 0.66) were greater than 0.50, showing convergent validity (Hair et al., 2010).

Table 2 Reliability and validity of the measurement model

Construct	Standardized factor loadings	AVE	CR	Cronbach's alpha
Green brand image (GBI)		.655	.904	.911
GBI1	.70***			
GBI2	.75***			
GBI3	.82***			
GBI4	.87***			
GBI5	.89***			
Individual Environmental concern (IEC)		.648	.927	.922
IEC1	.66***			
IEC2	.87***			
IEC3	.83***			
IEC4	.78***			
IEC5	.65***			
IEC6	.93***			
IEC7	.87***			
Consumers' attitude towards eco-friendly coffee shops (ATT)		.621	.829	.790
ATT1	.81***			
ATT2	.67***			

Construct	Standardized factor loadings	AVE	CR	Cronbach's alpha
ATT3	.87***			
Willingness to pay for eco- friendly coffee shops (WTP)		.630	.890	.896
WTP1	.90***			
WTP2	.92***			
WTP3	.93***			
WTP4	.52***			
WTP5	.60***			

Note: *** = p-value < .01, Model fit indices = $\chi^2 = 394.87$, df = 155, p-value = .00, $\chi^2/df = 2.55$, CFI = 0.93, TLI = 0.92, RMSEA = 0.08

To test for discriminant validity, the procedure suggested by Fornell and Larcker (1981) was used. From Table 3, the square root of AVE for all the constructs was higher than the correlation with each of the other constructs, thus showing the evidence of discriminant validity. Therefore, the measures of all constructs were reliable and valid.

Table 3 Discriminant validity results

Construct	IEC	GBI	ATT	WTP
IEC	0.805			
GBI	0.290	0.809		
ATT	0.640	0.490	0.788	
WTP	0.410	0.420	0.600	0.794

Structural model assessment and hypotheses results

The study conducted Structural Equation Modeling (SEM) via AMOS to test research framework and hypotheses. The structural model results indicated good model fit ($\chi^2 = 402.33$,

df = 157, p-value = .00, χ^2/df = 2.56, CFI = 0.93, TLI = 0.92, RMSEA = 0.08). From Figure 2, the findings of the study showed that green brand image (β = 0.38, p-value = .000) and individual environmental concern (β = 0.58, p-value = .000) were antecedents of consumers' attitude towards eco-friendly coffee shops, thus supporting H1 and H2. The significant linkage between consumers' attitudes and their willingness to pay for eco-friendly coffee shops (β = 0.64, p-value = .000) also supported H3. Table 3 exhibits the findings of hypotheses testing.

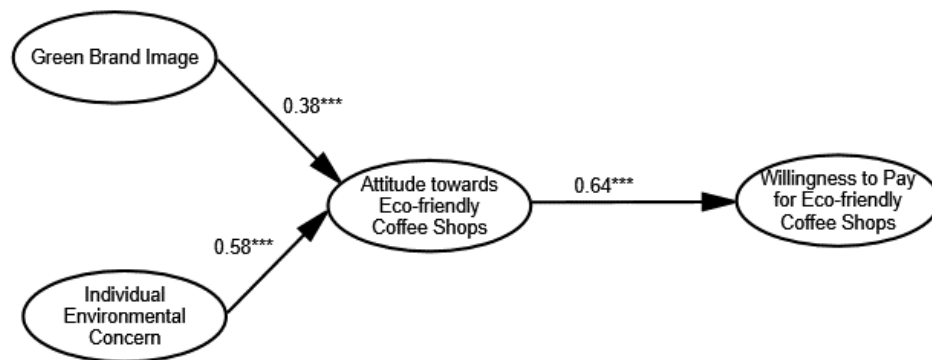


Figure 2 Structural model results

Note: Model fit indices = χ^2 = 402.33, df = 157, p-value = .00, χ^2/df = 2.56, CFI = 0.93, TLI = 0.92, RMSEA = 0.08

Table 4 Hypotheses testing results

Hypotheses	Path Coefficient	P-value	S.E.
H1 Green brand image positively relates to consumers' attitude towards the eco-friendly coffee shop.	0.38	.000	0.07
H2 Consumers' environmental concern positively relates to their attitudes towards the eco-friendly coffee shops	0.58	.000	0.07
H3 Consumers' attitudes towards the green coffee shop positively relates to willingness to pay for the eco-friendly coffee shop.	0.64	.000	0.11

Conclusions, discussions, contributions, limitations and recommendations of the study

Following the new ecological paradigm (NEP), the current study proposes that consumers' strong environmental concern influences attitudes towards service businesses adopting green practices. Likewise, from the supply side, service firms' green brand image could predict consumers' attitude towards brand. The study also exploited Ajzen (1991)'s Theory of Planned Behavior (TPB) to verify environmental attitude-WTP relations in the coffee shop sector. Paper survey and online survey were conducted using 225 respondents who have experiences in using services at "Inthanin", an eco-friendly coffee shop in Thailand.

Accordingly, CFA was used to validate the measurement scales and SEM was applied to test research hypotheses. The CFA findings showed that the proposed measures were reliable and valid. SEM results supported all hypotheses indicating that green brand image ($\beta = 0.38$, p-value = .000) and individual environmental concern ($\beta = 0.58$, p-value = .000) positively related to consumers' attitude towards the green coffee shop. The significant link between consumers' attitudes and their WTP for the green coffee shop ($\beta = 0.64$, p-value = .000) was confirmed in this empirical study.

The findings of the present study were consistent with prior research (Chen, 2010), suggesting that green brand image increases the pleasurable level of consumer fulfillment. In other words, image reflects a consumer's emotional picture of a green brand in the consumer's mind (Cretu & Brodie, 2007). Accordingly, this study confirms that the perceptions of green brand is an antecedent of attitude towards brand in the service setting. Under the NEP, consumers who are more concerned about the environment would adopt environmentally friendly behavior (Albayrak et al., 2013). Particularly, consumers who have more environmental concern for the environment are likely to buy green products and services as an outcome of their pro-environmental attitudes than those who have a lower environmental concern (Borisenko, 2018). Therefore, the current empirical findings are consistent with the NEP and previous studies (Chan, 2000; Hassan, 2014; Kirmani & Khan, 2016; Tang et al., 2014) in that the higher degree of individual environmental concern enhance consumers' attitudes towards green service offerings.

According to the TPB, actual behavior and behavioral intention are influenced by attitude, (Bronfman et al., 2015; Jalilvand et al., 2014). Hence, the current study provides the evidence that green behavioral intention, i.e. WTP for environmentally conscious businesses is driven by pro-environmental attitudes. According to related literature, green practices might work effectively under different market circumstances (Chen & Chang, 2012). On the one hand, some studies suggested that more consumers are willing to pay extra for green offerings to support eco-friendly businesses (Chen, 2010; Han & Chan, 2013; Royne et al., 2016). On the other hand, according to Borisenko (2018), some consumers are not willing to pay premium price for green practices for specific reasons. For instance, consumers consider adopting green practices as businesses' cost-cutting processes. In this study, the high percentage (76.0%) or three-fourths of all respondents indicated that they were willing to pay more for coffee shops adopting green practices. In particular, among these respondents, most of them would pay 5%-20% more for the green coffee shop. Collectively, the current findings reveal that consumers are willing to support firms that offer greener services in the coffee shop industry.

Contributions of the study

This research contributes to the literature by integrating the body of knowledge among branding, consumer behavior and sustainability in the coffee shop industry context. This study focused on exploration for new framework of green marketing in compliance with the environmental trends to increase green brand image and pro-environmental attitudes. The proposed model could be an essential step for future investigation of the effect of green brand image and environmental-related constructs on consumers' WTP decisions in other business sectors.

For practical implications, since green brand image and individual environmental concern can enhance consumers' attitudes and intention to support the green coffee shop, service firms in the coffee shop sector should exploit the consumers' concerns regarding environmental issues to incorporate their environmental visions into their branding strategies. Particularly, due to today's tough competition among brands, service firms need to construct a competitive advantage by creating unique position of their brands (Han et al., 2019) i.e. green brand positioning

in customers' mind. They might implement and promote their green practices such as eco-friendly innovations, purchasing local and natural materials, offering local ingredients on the menu, water and electricity saving, conducting food waste composting program and recycling processes, using biodegradable containers, and other practices which help to protect environment (Borisenko, 2018; Schubert et al., 2010; Teng, Wu, & Huang, 2014; Wang, 2012).

Accordingly, eco-friendly coffee shops can attract and target green consumers who are concern for the environment and choose to buy green products or services over the traditional offers (Kuscu, 2019). Based on the findings, most respondents indicated that they were willing to pay 5%-20% extra for the green coffee shop. According to Yadav et al. (2017), green brand image could increase the emotional tie-up with the customer. Thus, providing green brand and green innovation positioning could encourage customers to have greater awareness of the coffee shop's image and are likely to pay more for eco-friendly services. Such branding strategy could lead to a premium in pricing the firms' offers. To summarize, the research findings encourage coffee shop managers to implement more environmentally friendly initiatives into their businesses and adapt their branding strategies in sustainable practices to gain the differential competitive advantage.

Limitations and recommendations of the study

The limitation of this research is that the current research tested the conceptual framework based on the coffee shop sector. Thus, future studies might explore the proposed relationship in other green service settings to enhance understandings of the green attitude-WTP intention. Furthermore, since a particular case (i.e. Inthanin coffee shop) was chosen in this study, the generalizability of the results could be one of the concerns as it might not a perfect representation of the entire eco-friendly coffee shops. Additionally, the study was merely investigated in a specific country, Thailand. Thus, it requires extensive studies to test the generalizability of the research findings to other green coffee shops including café in different countries and regions. Finally, subsequent studies could employ qualitative interviews to gain insights of consumers' willingness to pay a premium for eco-friendly services.

References

- Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50, 179–211.
- Albayrak, T., Aksoy, S., & Caber, M. (2013). The effect of environmental concern and Skepticism on green purchase behavior. *Marketing Intelligence & Planning*, 31(1), 27-39.
- Bagozzi, R. (1992). The self-regulation of attitudes, intentions, and behavior. *Social Psychology Quarterly*, 55(2), 178-204.
- Baker, M. A., Davis, E. A., & Weaver, P. A. (2014). Eco-friendly attitudes, barriers to participation, and differences in behavior at green hotels. *Cornell Hospitality Quarterly*, 55(1), 89-99.
- Bangchak Corporation Public Company Limited, (2018, October 5). 'New lids without straws' – Inthanin in a push to raise environmental awareness and underscore its leadership role as the only Eco Brand in Thailand's coffee market and number one brand using the most bioplastic cups in Thailand. Retrieved from <https://www.bangchak.co.th/en/newsroom/social-activity/495/>
- Bangchak Corporation Public Company Limited, (2021, May 12). *Bangchak shows strong Q1 performance New High for retail marketing, lubricants, and Inthanin Maintain momentum for all stakeholders and sustainability*. Retrieved from <https://www.bangchak.co.th/en/newsroom/bangchak-news/674/>
- Bentler, P.M., & Chou, C.P. (1987). Practical issues in structural equation modeling. *Sociological Methods and Research*, 16, 78-117.
- Borisenko, S. (2018). *Tourists' willingness to pay for green hotel practices*. [Doctoral dissertation, the School of Tourism and Maritime Technology of Polytechnic Institute of Leiria].
- Bronfman, N. C., Cisternas, P. C., López-Vázquez, E., de la Maza, C., & Oyanedel, J. C. (2015).

- Understanding attitudes and pro-environmental behaviors in a Chilean community. *Sustainability*, 7(10), 14133-14152.
- Chan, K. (2000). Market segmentation of green consumers in Hong Kong. *Journal of International Consumer Marketing*, 12(2), 7-24.
- Chang, H. H., & Liu, Y. M. (2009). The impact of brand equity on brand preference and Purchase intentions in the service industries. *The Service Industries Journal*, 29(12), 1687-1706.
- Chen, Y. (2010). The drivers of green brand equity: Green brand image, green satisfaction, and green trust. *Journal of Business Ethics*, 93(2), 307-319.
- Chen, Y. S., & Chang, C. H. (2012). Enhance green purchase intentions: The roles of green perceived value, green perceived risks, and green trust. *Management Decision*, 50(3), 502-520.
- Cretu, A. E., & Brodie, R. J. (2007). The influence of brand image and company reputation Where manufacturers market to small firms: A customer value perspective. *Industrial Marketing Management*, 36(2), 230-24.
- de Ruyter, K., & Wetzels, M. (2000). The role of corporate image and extension similarity in service brand extensions. *Journal of Economic Psychology*, 21(6), 639-659.
- Dimara, E., Manganari, E., & Skuras, D. (2015). Consumers' willingness to pay premium for green hotels: Fact or Fad?. In *Proceedings International Marketing Trends Conference 2015*.
- Dunlap R. E., Van Liere, K. D., Mertig, A. G., & Jones, R. E. (2000). Measuring endorsement of The new ecological paradigm: A revised NEP scale. *Journal of Social Issues* 56, 425–442.
- Euromonitor. (2021). *Cafés/Bars in Thailand (Executive Summary)*. Retrieved from <https://www.euromonitor.com/cafes-bars-in-thailand/report>
- Ferris, F. (2021). *Buying and Running a Coffee shop in Thailand*. Retrieved from

- <https://thailand.businessesforsale.com/thai/search/coffee-shops-for-sale/articles/buying-and-running-a-coffee-shop-in-thailand>
- Food Intelligence Center Thailand. (2015). *Coffee shop industry in Thailand*. Retrieved from <http://fic.nfi.or.th/MarketOverviewDomesticDetail.php?id=78>
- Fornell, C., & Larcker, D. (1981). Evaluating structural equation models with unobserved variables and measurement errors. *Journal of Research Marketing*, 27(3), 445-66.
- Gifford, R., & Nilsson, A. (2014). Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. *International Journal of Psychology*, 49(3), 141-157.
- Hair, J. F. Jr., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2010). *Multivariate data analysis*. Pearson Education, Inc.
- Han, X., & Chan, K. (2013). Perception of green hotels among tourists in Hong Kong: An exploratory study. *Services Marketing Quarterly*, 34(4), 339-352.
- Han, H., Yu, J., Chua, B., Lee, S., & Kim, W. (2019). Impact of core-product and service-encounter quality, attitude, image, trust and love on repurchase: Full-service vs low-cost carriers in South Korea. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 31(4), 1588-1608.
- Hassan, S.H. (2014). The role of Islamic values on green purchase intention. *Journal of Islamic Marketing*, 5(3), 379-395.
- Huang, L., Wang, M., Chen, Z., Deng, B., & Huang, W. (2020). Brand image and customer loyalty: Transmitting roles of cognitive and affective brand trust. *Social Behavior and Personality*, 48(5), 1-12.
- Jalilvand, M. R., Shahin, A., & Vosta, L.N. (2014). Examining the relationship between branding and customers' attitudes toward banking services: Empirical evidence from Iran. *International Journal of Islamic and Middle Eastern Finance and Management*, 7(2), 214-227.

- Jitpleecheep, P., & Hicks, W. (2019, February, 20). Wake up and sell the coffee. *Bangkok Post*. Retrieved from <https://www.bangkokpost.com/thailand/special-reports/1631922/wake-up-and-sell-the-coffee>
- Joreskog, K.G. (1969). General approach to confirmatory maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika*, 34(2), 183-202.
- Kang, G., & James, J. (2004). Service quality dimensions: An examination of Gronroos's service quality model. *Managing Service Quality*, 14(4), 266-277.
- Keller, K. (1993). Conceptualizing, measuring, and managing customer-based brand equity. *Journal of Marketing*, 57(1), 1-22.
- Kirmani, M. D., & Khan, M. N. (2016). Environmental concern to attitude towards green products: Evidences from India. *Serbian Journal of Management* 11(2), 159-179.
- Kuscu, A. (2019). *Green marketing and branding: Combining micro and macro perspectives to achieve a circular economy*. Retrieved from <https://www.igi-global.com/book/circular-economy-its-implications-sustainability/214498>
- McDonald, S., Oates, C. J., Thyne, M., & Timmis, A. J. (2015). Flying in the face of Environmental concern: why green consumers continue to fly. *Journal of Marketing Management*, 31(13-14), 1503-1528.
- Malhotra, N. K., Schaller, T. K., & Patil, A. (2017). Common method variance in advertising research: When to be concerned and how to control for it. *Journal of Advertising*, 46(1), 193-212
- Martinez, P., Perez, A., & Rodriguez del Bosque, I. (2014). CSR influence on hotel brand image and loyalty. *Academia Revista Latinoamericana de Administracion*, 27(2), 267-283.
- Martinez, E., & Pina, J. M. (2010). Consumer responses to brand extensions: A comprehensive Model. *European Journal of Marketing*, 44(7), 1182-1205.
- Millar, M., & Mayer, K. J. (2013). A profile of travelers who are willing to stay in

- environmentally friendly hotel. *Hospitality Review*, 30(2), 5.
- Moser, A. K. (2015). Thinking green, buying green? Drivers of pro-environmental purchasing behavior. *Journal of Consumer Marketing*, 32(3), 167–175.
- Olson, J. M., & Zanna, M. P. (1993). Attitudes and attitudes change. *Annual Review of Psychology*, 44(1), 117-154.
- Ottman, J. (2001). *Green marketing*. Lincolnwood, NTC Business Books.
- Park, C. W., Jaworski, B. J., & MacInnis, D. J. (1986). Strategic brand concept-image management. *Journal of Marketing*, 50(4), 135-14.
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J. Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879–903.
- Riley, D., Charlton, N., & Wason, H. (2015). The impact of brand image fit on attitude towards a brand alliance. *Management & Marketing Challenges for the Knowledge Society*, 10(4), 270-283.
- Royne, M. B., Thieme, J., Levy, M., Oakley, J., & Alderson, L. (2016). From thinking green to Buying green: Consumer motivation makes the difference. *Journal of Business Strategy*, 37(3), 37-43.
- Schmidt, J., & Bijmolt, T.H.A. (2020). Accurately measuring willingness to pay for consumer goods: A meta-analysis of the hypothetical bias. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48, 499–518.
- Schubert, F., Kandampully, J., Solnet, D., & Kralj, A. (2010). Exploring consumer perceptions Of green restaurants in the US. *Tourism and Hospitality Research*, 10(4), 286–300.
- Stern, P. C., Dietz, T., Abel, T., Guagnano, G. A., & Kalof, L. (1999). A value-belief-norm theory of support for social movements: The case of environmentalism. *Human Ecology Review*, 6(2), 81-97.
- Tang, Y., Wang, X., & Lu, P. (2014). Chinese consumer attitude and purchase intent towards

- green products. *Asia-Pacific Journal of Business Administration*, 6(2), 84-96.
- Tang, C. M. F., & Lam, D. (2017). The role of extraversion and agreeableness traits on Gen Y's attitudes and willingness to pay for green hotels. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 29(1), 607-623.
- Teng, Y., Wu, K., & Huang, D. (2014). The influence of green restaurant decision formation Using the VAB model: The effect of environmental concerns upon intent to visit. *Sustainability*, 6, 8736-8755.
- ThaiSMEsCenter. (2020). *Trends in Thai coffee industry in 2020*. Retrieved from <http://www.thaismescenter.com/>
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2005). *Talk the walk: Advancing sustainable lifestyles through marketing and communications*. Retrieved from www.talkthewalk.net.
- Wang, R. (2012). Investigations of important and effective effects of green practices in restaurants. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 40, 94-98.
- Wong, T. K., & Wan, P. (2011). Perceptions and determinants of environmental concern: The case of Hong Kong and its implications for sustainable development. *Sustainable Development*, 19(4), 235-249.
- Varian, Hal R. (1992): *Microeconomic Analysis*, 3rd ed., Norton: New York.
- Yadav, S. K., Khandelwal, U., & Tripathi, V. (2017). Determinants of green purchase intention: An empirical study in India. *International Journal on Customer Relations*, 5(2), 42-54.
- Zimmer, M., Stafford, T. F., & Stafford, M. R. (1994). Green issues: Dimensions of environmental concern. *Journal of Business Research*, 30, 63-74.

Does Mobile Cellular Subscription Enhance Access of Financial Inclusion?

Punyanit Khowsehawat¹ and Tatre Jantarakolica²

Faculty of Commerce and Accountancy, Thammasat University¹

Faculty of Economics, Thammasat University²

Abstract

This study examines the relationship among account ownership at financial institutions, savings, and borrowings across Asian countries. Electricity and mobile cellular subscriptions are applied to determine whether they enhance access through financial inclusions. A heteroskedasticity probit model is used to examine the relationship of socioeconomic factors against basic financial inclusion factors, electricity consumption, and mobile cellular subscriptions. Thirty-seven countries were tested in 2014 and 2017 with a total sample size of 84,782 adult respondents. Results show that socioeconomic factors vary depending on financial inclusions but not on mobile cellular subscriptions. Mobile cellular subscriptions have been shown to enhance account ownership at financial institutions but do not impact savings and borrowings.

Keywords: Financial inclusion, socioeconomic factors, electricity, mobile cellular subscriptions.

Introduction

Poverty, income inequality, and gender disparities have been rampant problems in Asian countries for decades. These problems have large gaps and have occurred across countries. Almost half of the surveyed population do not have a bank account. Moreover, they lack financial literacy and do not have formal savings and formal borrowings in financial institutions. This insufficient financial literacy has caused poverty traps, income inequality, and gender disparities, which are caused by the exclusion of numerous adults from formal financial inclusion. As a result, approximately 1.7 billion adults remain unbanked half of which live in Asia.

Digital technology is applied to financial inclusion in the form of access and use of formal financial services. Digital financial inclusion would help excluded and underprivileged adults to get into the formal financial system. Given its ease of access and convenience, digital financial inclusion will minimize but not entirely close the gap of financial inclusion. In addition, it will

allow formal savings and formal borrowings by mobilizing these services digitally. This approach is low-cost, offers more distribution channels, is user-friendly, and is connected real-time through channels, such as an online banking system.

The result of this study shows that mobile phones enhance account ownership at financial institutions but are not convincing to formal savings and formal borrowings. In addition, they are convenient, connected, and safe to use and access. Other socioeconomic factors also have a wide effect on financial inclusions.

As mentioned in the above paragraphs, financial inclusion will provide but not minimize the ease of access of adults in having their own bank accounts. Thus, this study has two objectives: 1. Which factors determine financial inclusion in Asian countries? The financial inclusion is studied through the account ownership at financial institution of Asian countries during 2014 and 2017. 2. Does digital development enhance the financial inclusion in Asian countries? 3. The scope of digital development is measured through electricity consumption and mobile cellular subscription. Does it help improve the financial inclusion in Asian countries?

Review of Literature

Financial inclusion overview

Financial inclusion

Financial inclusion refers to the access of individuals and enterprises to financial products and services that meet their needs, such as transactions, payments, savings, credit, and insurance, in a responsible and sustainable approach (The World Bank, 2018).

In addition, financial inclusion is the first step toward accessing a transaction account. It allows people to store money, send payments, and receive deposits, which serve as an initial gateway to other financial services (The World Bank, 2018). As mentioned, financial access is important because it helps facilitate day-to-day living and aids individuals and enterprises in managing long-term goals and certain unexpected events.

The Consultative Group to Assist the Poor (CGAP) is a global partnership that consists of more than 230 leading development organizations. It works to help and improve the lives of poor people through financial inclusion (Consultative Group to Assist the Poor, 2020). Approximately 1.7 billion adults are unable to access financial inclusion, with more than half of them living in

Asian countries (Park, 2018). Such inclusion is an open door to businesses, economic opportunities, and the improvement of lives (Park, 2018).

Financial inclusion has been transformed into digital financial inclusion. Digital financial inclusion is defined as the digital access to and the use of formal financial services of excluded and underserved populations (Lauer & Lyman, 2015). However, the Global Partnership for Financial Inclusion (GPFI) defines digital financial inclusion as the use of digital financial services to advance financial inclusion (Global Partnership for Financial Inclusion, 2014). The GPFI has an inclusive platform for all G20 countries, interested non-G20 countries, and relevant stakeholders (Global Partnership for Financial Inclusion, 2020).

Digital financial inclusion helps poor or unbanked adults to have basic financial services through innovative technologies, such as mobile phone solutions, electronic money models, and digital payment platforms (Alliance for Financial Inclusion, 2020). The Alliance for Financial Inclusion (AFI) includes policymakers who aim to increase access to quality financial services among the poorest populations (Alliance for Financial Inclusion, 2020).

Approximately 1.7 billion adults remain unbanked, half of which live in Asian countries; in addition, these individuals are typically women and self-employed and have been excluded from financial inclusion (Shinozaki, 2017). Therefore, the development of financial inclusion provides new opportunities about financial awareness and literacy. Digital financial inclusion helps reach out to unbanked adults by teaching them about the costs and risks of financial products; it also aids traditional commercial and retail banks in finding ways to improve their savings and lending management and adapt new ways to use electronic services to meet the growing demands of unbanked adults (Hunter, Cruz, & Dole, 2016).

Account ownership at financial institution

Account ownership is defined as having an individual or jointly owned account at financial institutions. A financial institution is a bank or another type of formal, regulated financial institution, such as a credit union, a cooperative, and a microfinance institution. Globally, accounts are a safe way to store money and build savings for future use. It is also a convenient way to purchase and send money or remittances (The World Bank, 2017; Kunt, Klapper, Singer, Ansar, & Hess, 2018).

Savings

Savings refer to any money set aside in the financial institution for any reason, such as future expenses (wedding), large purchases, investments in education or business, retirement fund, possible emergencies, and immediate expenses. Adults may save money through a financial institution or by using a savings club or a person outside of the family. The latter is defined as informal saving. This informal saving includes cash at home (“under the mattress” or “behind the wardrobe”) or saving in the form of livestock, commodities, or real estate. This approach may use the investment products offered by equity and other traded markets or purchasing government (The World Bank, 2017; Kunt, Klapper, Singer, Ansar, & Hess, 2018).

Borrowings

Borrowings include any money borrowed for any reason from a financial institution or with a credit card. The common purposes of borrowing are to buy lands or homes, which require huge amounts of future money. This purchase is the largest financial investment that many people make in their lives. This investment requires a loan from a financial institution. Another type of borrowing is the use of credit cards. A credit card is a payment instrument that provides a source of credit (The World Bank, 2017; Kunt, Klapper, Singer, Ansar, & Hess, 2018).

Socioeconomic factors

Gender disparities

Professor Muhammad Yunus introduced the Grameen Bank in Bangladesh in October 1983. The Grameen Bank provides microfinance loans by granting specific loans for the poor and those who are unable to obtain conventional loans without any collateral (Grameen Bank, 2019). It focuses on improving women’s economic, social, and political status (Bernasek, 2003). This bank aims to alleviate poverty and help women in their willingness and ability to respond to economic opportunities.

Muslims religious belief

Islamic finance and banking follow the Sharia law. Unlike conventional banking, Islamic finance adopts its economic system from the Quran and the performance of the Holy Prophet and Imams. The main Sharia rules about banking and finance are as follows (Komijani & Taghizadeh-Hesary, 2018): 1) Money has no intrinsic value. It is a medium of exchange in assessing

the value of goods, services, and properties. 2) Aims on sharing risks and rewards. Both parties enter into contracts in Islamic finances to share profit or loss. Either party can benefit from this transaction. 3) Interest (riba) payments or collecting are strictly prohibited.

Age

The life-cycle hypothesis (LCH) is a theory regarding smooth consumption throughout a person's lifetime. Smooth consumption refers to having a proper standard of living by balancing between spending and saving through different life phases (Kenton, 2020). Adults want to maximize their utility function through the resources available to them. At different stages of their life, adults will allocate their consumption and savings (Ando & Modigliani, 1963).

Education

Financial education (literacy) is the ability to understand and use various financial skills, which include financial management, budgeting, and investing (Fernando, 2020). Financial literacy plays a crucial role in financial inclusion for inexperienced adults because they are not familiar with formal finance. Some new adults may lack understanding of financial inclusion and fail to use these services fully or properly (Hunter, Cruz, & Dole, 2016).

Income inequalities

In this study, the term "financial exclusion" refers to those processes that serve to prevent certain social groups and individuals from gaining access to the financial system. Although the criteria for exclusion may vary over time, the financial system has an inherent tendency to discriminate against the poor and other disadvantaged groups.

Electricity

Electricity is one way to alleviate poverty, improve economic growth, and improved standards of living. Access to electricity is a measurement that refers to the percentage of adults in each area who have stable access to electricity. It can be referred to as the electrification rate. It is one of the indicators showing a country's wealth (poverty status) and opportunities.

Mobile cellular subscription

Mobile cellular telephone subscriptions are subscriptions to a public mobile telephone service that provide an access to PSTN (Public Switch Telephone Network) using cellular technology (The World Bank, 2020). In the revolution of mobile banking, mobile phones are used to make financial

transactions such as mobile technology in doing payments and savings. Mobile banking schemes are growing across the world (Klein & Mayer, 2011).

Hypothesis 1: Factors such as age, gender, religion, income quintile, education level, population, electricity consumption, and mobile cellular subscription can determine financial inclusion in Asian countries. This objective is explained through the heteroskedasticity probit model to examine the relationship of age, gender, religion, income quintile, education level, population, electricity consumption, and mobile cellular subscription as an independent.

Hypothesis 2: Digital development (Technology inclusion) has enhanced financial inclusion in Asian countries.

Hypothesis 3: Electricity consumption and mobile cellular subscriptions improved financial inclusion in Asian countries.

Research Methodology

Data collection

In this study, the main source of data is the Global Findex Database. This database holds the world's most comprehensive data set about adults' savings, borrowings, payments, and managing risks. Its database has been published every three years. In this study, the database selected covers 2014 and 2017 (The World Bank, 2017; Kunt, Klapper, Singer, Ansar, & Hess, 2018). The database of 2011 are excluded because of incomplete data. The population of each country is collected, which includes the entire civilian and noninstitutionalized population aged 15 and above. Surveys are conducted face to face and by telephone with approximately 1,000 people in each country. For face-to-face interviews, the respondents are randomly selected within the selected household. The Kishgrid method is applied to the selected respondent by a paper survey. Data weighting is applied to ensure a nationally representative sample for each country. Weight is based on the sampling weight and is used to correct unequal probability of selection on the basis of household size. The poststratification weight is used to correct sampling and nonresponse error (The World Bank, 2017; Kunt, Klapper, Singer, Ansar, & Hess, 2018). Inconsistency data are removed, and weights are computed and re-allocated in certain countries. In this study, the Global Findex Database of 2014 and 2017 is applied by selecting 37 Asian countries, namely, Afghanistan, Armenia, Azerbaijan, Bahrain, Bangladesh, Cambodia, China,

Cyprus, Georgia, Hong Kong SAR, India, Indonesia, Iraq, Israel, Japan, Jordan, Kazakhstan, Korea Republic, Kuwait, Kyrgyz Republic, Lebanon, Malaysia, Mongolia, Nepal, Pakistan, Philippines, Saudi Arabia, Singapore, Sri Lanka, Tajikistan, Thailand, Turkey, Turkmenistan, United Arab Emirates, Uzbekistan, Vietnam, and West Bank and Gaza. West Bank and Gaza are applied as replacement for Palestine. Genders are classified into female and male. Religions are based on 2010 data from the Pew Research Center. In this study, religions are divided into seven categories: Muslims, Christians, Hindus, Buddhists, Jews, Folk Religions, and Unaffiliated. The West Bank is considered Jewish (Office of International Religious Freedom, 2018). The Muslim religion is clearly separated from other religions in this study because the theoretical issues about the principles and guidance of Islamic financial systems are clearly distinct from other financial systems. Age groups are divided into two groups: Individuals who are less than or are 20 years old are classified as young age. Those who are 60 years old and above are classified under old age. Education levels are defined as follows: primary or less (elementary school), secondary (intermediate and high school), and tertiary or more (undergraduate school, graduate school, and postgraduate school). Income quintiles come from household income surveys. Then, they are scaled by using the global Gini index and fitting a Pareto distribution (Lakner & Milanovic, 2013). Income quintiles are defined as the overall level of income inequality, which has dimensions showing countries' welfare and implications for a country's ability to reduce poverty. Within each country, the household income quintile is divided into five equal groups: poorest 20%, second 20%, middle 20%, fourth 20%, and richest 20%. Population is the total population of adults (respondents) aged 15 years old and above. Electricity is a power source used to charge mobile phones. The data on access to electricity (% of population) are gathered from World Development Indicators. They are collected from the national consensus (household surveys). The data periods are 2014 and 2017. Mobile cellular subscriptions are applied as the means to access digital financial inclusion. Data are gathered from World Development Indicators. The data periods are 2014 and 2017.

Probit Regression Model

The probit regression model is the cumulative standard normal distribution function $\Phi()$, which is used to model the regression function when the dependent variable is binary. It assumes that Y is a binary variable (0, 1). The model is

$$P(Y = 1|x_1, x_2, \dots, x_k) = \Phi(x_j\beta)$$

where x_j is the matrix of exogenous variables which are gender, religion, age, education level, income quintile, log of adult population, electricity, mobile subscription, country, and year. β is the coefficients outcomes and γ is the variance outcomes of y_1, y_2, y_3 based on each type of variable.

In this study, the Global Findex Database is defined as pooled data. It uses the same data that vary across time and the times series of cross sections. However, the data in each cross section are not referred to as the same unit. Thus, heteroskedasticity problems occur.

Heteroskedasticity probit model

The heteroskedastic probit model is a generalization of the probit model. The standard probit model assumes that the error distribution of the latent model has a unit variance. However, the heteroskedastic probit model has relaxed this assumption by allowing the error variance to depend on some of the predictors in the regression model. The heteroskedastic probit generalizes the probit model by generalizing $\Phi()$ to a normal CDF with a variance that is no longer fixed at 1 but can vary as a function of the independent variables. It is used to determine the inverse of the information matrix yield of adults' response of having account ownership at financial institutions, savings, and borrowings based on gender, religion, age, education level, income quintile, country population, electricity consumption, and mobile cellular subscription. The log-likelihood function for the heteroskedastic probit model is as follows:

$$\ln L = \sum_{j \in S} w_j \ln \Phi \left\{ \frac{x_j \beta}{\exp(z_j \gamma)} \right\} + \sum_{j \notin S} w_j \ln \left[1 - \Phi \left\{ \frac{x_j \beta}{\exp(z_j \gamma)} \right\} \right]$$

where S is the set of all observations j such that $y_j \neq 0$ and w_j denotes the optional weights. $\ln L$ is maximized as details of iterative maximization.

Z_j is the variance as a multiplicative function of the log of adult population, income quintile, and religion.

y_1 is the account ownership at a financial institution. y_2 is the possession of a savings account at the financial institution. y_3 is the possession of a borrowing account at the financial institution.

The dependent variables of the model are shown below. The binary outcomes y_1, y_2, y_3 are generated by thresholding an unobserved random variable.

A dummy for having accounts at financial institutions.

$$y_1 = \begin{cases} 1 & \text{if having accounts at financial institutions} \\ 0 & \text{if not having accounts at financial institutions} \end{cases}$$

A dummy for having saving accounts at financial institutions.

$$y_2 = \begin{cases} 1 & \text{if having saving accounts at financial institutions} \\ 0 & \text{if not having saving accounts at financial institutions} \end{cases}$$

A dummy for having borrowing accounts at financial institutions.

$$y_3 = \begin{cases} 1 & \text{if having borrowing accounts at financial institutions} \\ 0 & \text{if not having borrowing accounts at financial institutions} \end{cases}$$

Then, the unobserved w_j are heteroskedastic with variance.

$$\sigma_j^2 = \{\exp(z_j\gamma)\}^2$$

The explanatory variables are the dummy variables of socioeconomic and personal characteristics of adults. The control variables are the level of the log of adult population, income quintiles, and religion.

The heteroskedasticity probit supports estimation with survey data and variance estimation.

Variance estimation for survey data (Stratified single-stage design)

The stratified single-stage design is the simplest design that has the elements present in most complex survey designs. The population is partitioned into groups called strata. Clusters of observations are randomly sampled—with or without replacement—from within each stratum. These clusters are called primary sampling units (PSUs). In single-stage designs, data are collected from every member of the sampled PSUs. When the observed data are analyzed, sampling weights are used to account for the survey design. If the PSUs have been sampled without replacement, a finite population correction (FPC) is applied to the variance estimator.

The estimator for the variance of \hat{Y} is

$$\hat{V}(\hat{Y}) = \sum_{h=1}^L (1 - f_h) \frac{n_h}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (y_{hi} - \bar{y}_h)^2$$

where y_{hi} is the weighted total for PSU (h, i),

$$y_{hi} = \sum_{j=1}^{m_{hi}} w_{hij} y_{hij}$$

and \bar{y}_h is the mean of the PSU totals for stratum h :

$$\bar{y}_h = \frac{1}{n_h} \sum_{i=1}^{n_h} y_{hi}$$

The factor $(1 - f_h)$ is the FPC for stratum h , and f_h is the sampling rate for stratum h . If an FPC variable is set and its values are greater than or equal to n_h , then the variable is assumed to contain the values of N_h , is given by $f_h = \frac{n_h}{N_h}$. If its values are less than or equal to 1, then the variable is assumed to contain the sampling rates f_h .

The estimator for the covariance between \hat{Y} and \hat{X} (notation for X is defined similarly to that of Y) is

$$\widehat{Cov}(\hat{Y}, \hat{X}) = \sum_{h=1}^L (1 - f_h) \frac{n_h}{n_h - 1} \sum_{i=1}^{n_h} (y_{hi} - \bar{y}_h)(x_{hi} - \bar{x}_h)$$

The model will be estimated by using maximum likelihood.

Results and Discussion

Descriptive statistics

In the overall descriptive statistics show the independent variable analysis in which more females participate than males. Major religions are Buddhists, Christians, and Muslims. Adults tend to have completed primary or less and secondary levels, while those who have completed tertiary or more are minimal. Majority of adults come from the income quintiles of the richest 20% and the fourth 20%, which include almost 45% of the total survey. The average age of adults in the participation are approximately 41 to 42 years old. Most of the countries have access to

electricity (Low chance of poverty). In addition, the average mobile cellular subscriptions have a high percentage. In Table 4.2, the analysis of the dependent variables shows an increasing trend of account ownership at financial institutions at 13%. It mainly comes from the Indian government's policy launched in 2014 for unbanked adults, which issued biometric identification cards called Aadhaar (Kunt, Klapper, Singer, Ansar, & Hess, 2018). Aadhaar has inherent features, such as financial addresses and e-KYC, which allow the Indian government to reach adults directly and provide benefits and services (Unique Identification Authority of India - Government of India). Improvements have also been observed in Armenia, Cambodia, Kyrgyz Republic, Pakistan, Tajikistan, and Turkmenistan. Savings increased from 2014 to 2017, and borrowings also continue to experience rising trends. However, many adults (approximately 50%) have not borrowed from financial institutions.

Table 1 Descriptive statistics – independent variables analysis

Years / Independent variables	2014		2017	
Observation	42,138		42,644	
Gender				
- Male	20,080	47.65%	20,189	47.34%
- Female	22,058	52.35%	22,455	52.66%
Religions				
- Buddhists	5,047	11.98%	5,650	13.25%
- Christians	12,137	28.80%	11,595	27.19%
- Folk Religions	978	2.32%	981	2.30%
- Hindus	3,050	7.24%	3,597	8.43%

Years / Independent variables		2014		2017	
- Jews	1,991	4.72%	1,997	4.68%	
- Muslims	15,950	37.85%	15,961	37.43%	
- Unaffiliated	2,985	7.08%	2,863	6.71%	
Education					
- Completed primary or less	13,709	32.53%	14,361	33.68%	
- Secondary	21,003	49.84%	20,536	48.16%	
- Completed tertiary or more	7,426	17.62%	7,747	18.17%	
Income Quintile					
- Poorest 20%	7,277	17.27%	7,742	18.15%	
- Second 20%	7,977	18.93%	7,784	18.25%	
- Middle 20%	8,169	19.39%	8,153	19.12%	
- Fourth 20%	8,612	20.44%	8,909	20.89%	
- Richest 20%	10,103	23.98%	10,056	23.58%	
Average Age	40.5053	(16.6265)	41.1627	(16.7568)	
Average access to electricity (% of population)	94.5843	(10.4869)	96.9305	(6.3854)	
Average mobile cellular subscriptions (per 100 people)	116.9362	(39.2828)	121.3515	(37.0420)	

Frequency and percentage (%).

Mean values and standard deviations (SD, in parentheses).

Table 2 Descriptive statistics – dependent variables analysis

Years / Dependent variables	2014		2017	
Accounts ownership at financial institutions				
- Yes	23,562	55.92%	26,553	62.27%
- No	18,576	44.08%	16,091	37.73%
Savings				
- Yes	22,068	52.37%	23,047	54.05%
- No	20,070	47.63%	19,597	45.95%
Borrowings				
- Yes	18,663	44.29%	20,933	49.09%
- No	23,475	55.71%	21,711	50.91%

Frequency and percentage (%).

Mean values and standard deviations (SD, in parentheses).

Heteroskedasticity probit model

The heteroskedasticity probit model allows error variance depending on some of the predictors in the model by controlling the population, income quintile, and religions. In the survey weighted analysis, the overall F-tests are 3.8311 in account ownership at financial institutions, 1.9853 in savings, and 1.2322 in borrowings, thus indicating that the overall significance fits the

data. In this study, the main focus is on survey weighted analysis. In the heteroskedasticity testing results, the value of account ownership at financial institutions is 17.0063, that of savings is 165.6913, and that of borrowings is 74.8086. These factors have p-values greater than 0.05, which have no significant evidence of heteroskedasticity. Table 4.3 demonstrates that account ownership at financial institutions is the initial point to financial inclusion in the financial system. Account ownership in financial institutions leads to savings and borrowings or both in the financial system. Thus, such ownership has a significant impact on savings (0.4292), borrowings (0.4954), and both (0.6797). A negative relationship is observed in the coefficients of females in all dependent variables (account ownership at financial institutions: -0.2223, savings: -0.0349, and borrowings: -0.1767). These results may be due to gender disparities. In the Muslim religion, borrowings in the formal sector show a positive relationship in Islamic countries. Receiving or paying interest (Riba) is prohibited in the Islamic financial system. In terms of age group, a negative relationship exists between the young age group and account ownerships, savings, and borrowings at financial institutions. Generally, account owners open their first account to receive wages/salaries, government payments, or payments for the sale of products at approximately 25 years old. The young age group saves money and borrows money from family members because of bank account policies in some countries, such as Singapore (15 years old), Vietnam (18 years old), Thailand (15 years old), and Dubai (18 years old). The case is the opposite for the old age group. The education level has positive impacts on account ownership at financial institutions and savings. Adults with higher education levels have more understanding of the financial literacy in financial inclusion. The same trend is observed in income quintiles. Financial literacy encourages adults to understand the concept and potential benefits of using financial services/financial inclusion. Moreover, financial services are more compatible with adults with different religious beliefs. Adults tend to find sources of funds aside from borrowing from financial institutions, such as selling stocks and circulating money for its own use. Borrowing from financial institutions has a negative trend (-1.2043) in countries with high population sizes and impoverished banking countries, such as Pakistan, India, and Bangladesh. These countries lack access to and understanding about financial inclusion, thus causing individuals in these nations to borrow from friends or families instead of regulated financial institutions. The value of electricity is -1.9519, which signifies the relationship between electricity consumption and GDP. A strong correlation is

observed with the linear relationship of electricity use and gross national product over a certain period (Hirsh & Koomey, 2015). Thus, high electricity demand is correlated to growth in the economy. However, an inverse relationship exists between electricity consumption and borrowings. It implies that borrowing declines as the GDP increases (electricity consumption also increases) (Steindl, 1989). Mobile cellular subscriptions have a significant impact on account ownership at financial institutions, with a value of 0.3564. These subscriptions are intermediaries that connect mobile phones and online banking, which is a convenient means for adults to make transactions from their financial institution accounts. Hence, it facilitates the use of these services and increases account ownership. Moreover, it provides financial services in unbanked locations, which starts by having bank accounts. The variance of ln adult population in savings, with a value of -0.0226, might come from countries with large population sizes, such as Bangladesh, Pakistan, India, China, and Japan. They have similar types of saving products, such as saving accounts, fixed deposits, and term deposits. However, the variation of ln adult population in borrowings, with a value of 0.0348, might be from countries with large population sizes, such as Bangladesh, Pakistan, and India. These countries have loan products, such as personal loans and home loans. Meanwhile, other countries, such as Thailand, Japan, and Korea, have personal loans, loans for pensioners, home loans, home equity loans, car loans, credit card loans (without collateral), and other financial products for selection. The variance of income quintiles (or income distribution) has low variation in account ownership at financial institutions, savings, and borrowings. The variance of Muslim religion in savings (0.1810) and borrowings (0.1004) come from interest, which is prohibited according to individuals' religious beliefs. Savings and borrowings may be alternatives to Islamic banking and financing concepts.

Table 3 Heteroskedasticity probit model – overall

Variables	Cross-sectional Analysis			Survey Weighted Analysis		
	Account ownership at financial institutions	Savings from financial institutions	Borrowings from financial institutions	Account ownership at financial institutions	Savings from financial institutions	Borrowings from financial institutions
Has formal borrowings at financial institutions			0.6328 ***			0.6797 ***
Has formal savings at financial institutions		0.3373 ***	0.3972 ***		0.4292 ***	0.4954 ***
Gender (Female)	-0.2571 ***	-0.0287 ***	-0.1966 ***	-0.2223 ***	-0.0349 ***	-0.1767 ***
Religion (Muslims)	0.5069 *	-0.6417 ***	2.3509 ***	0.1168	-0.5858 **	2.1609 ***
Age:						
Young age (<= 20)	-0.7166 ***	-0.0405 ***	-0.6841 ***	-0.6616 ***	-0.0400 ***	-0.7556 ***
Old age (>= 60)	0.0434 **	-0.1198 ***	-0.8766 ***	0.1141 ***	-0.1455 ***	-0.8744 ***

Education level:						
Secondary	0.4996 ***	0.1070 ***	-0.0432 **	0.4307 ***	0.1655 ***	-0.0085
Completed tertiary or more	1.0537 ***	0.2499 ***	0.0296	0.9381 ***	0.3884 ***	0.0623 *
Income quintile:						
Second 20%	0.1342 ***	0.0752 ***	-0.0534 *	0.0932 ***	0.0831 ***	-0.0566 *
Middle 20%	0.2333 ***	0.1586 ***	-0.1097 ***	0.1960 ***	0.1842 ***	-0.1071 ***
Fourth 20%	0.3764 ***	0.2175 ***	-0.1490 ***	0.3232 ***	0.2657 ***	-0.1662 ***
Richest 20%	0.5709 ***	0.2974 ***	-0.2601 ***	0.4793 ***	0.3605 ***	-0.2615 ***
Ln adult population	-0.4693 ***	0.2799 ***	-1.3132 ***	-0.2152	0.2484 **	-1.2043 ***
Electricity	0.1984	-0.0999	-1.9557 ***	0.0091	-0.1689	-1.9519 ***
Mobile subscription	0.4054 ***	-0.1305 ***	-0.0415	0.3564 ***	-0.0767	0.1121

Table 4 Heteroskedasticity probit model – overall (cont'd)

Variables	Cross-sectional Analysis			Survey Weighted Analysis		
	Account ownership at financial institutions	Savings from financial institutions	Borrowings from financial institutions	Account ownership at financial institutions	Savings from financial institutions	Borrowings from financial institutions
Country dummy	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year dummy	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Constant	5.2018 **	-4.5791 ***	20.8342 ***	1.7678	-4.2784 **	19.0228 ***
Variance:						
Ln adult population	0.0070	-0.0378 ***	0.0401 ***	0.0002	-0.0226 ***	0.0348 ***
Income quintile:						
Second 20%	-0.0609 ***	0.0176	-0.1713 ***	-0.0416	0.0278	-0.1019 **

Middle 20%	-0.0677 ***	-0.0237	-0.1904 ***	-0.0438 *	-0.0284	-0.1116 **
Fourth 20%	-0.0703 ***	-0.0141	-0.1985 ***	-0.0495 *	0.0214	-0.0766 *
Richest 20%	-0.0615 ***	0.0296	-0.1772 ***	-0.0616 **	0.0743 **	-0.0493
Religion (Muslims)	-0.0135	0.2048 ***	0.0560 *	-0.0079	0.1810 ***	0.1004 **
N	84,782	84,782	84,782	84,782	84,782	84,782
N_strata				37	37	37
N_pop				74,000	74,000	74,000
N (Accounts at financial institutions)	34,667	43,117	45,186	34,667	43,117	45,186
N (Formal savings)	50,115	41,665	39,596	50,115	41,665	39,596
Log likelihood	-38,890.7510	-50,216.8000	-53,738.3670			
F-test				3.8311 ***	1.9853 ***	1.2322 ***
Chi-square test	286.9924 ***	166.4158 ***	93.6062 ***			
Hetero test	17.0063 ***	165.6913 ***	74.8086 ***			

Legend: * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

Heteroskedasticity probit model – formal savings and borrowings shows the relationship among account ownership, formal savings, and formal borrowings at financial institutions. The overall F-tests are 3.8311 in account ownership at financial institutions, 3.0509 in formal savings, and 4.6469 in formal borrowings, which show that the overall significance fits the data. The heteroskedasticity testing results are 17.0063 in account ownership at financial institutions, 43.6169 in formal savings, and 36.9899 in formal borrowings, which have p-values greater than 0.05 and have no significant evidence of heteroskedasticity. In the formal sector, numerous variables show a direct relationship, which is the same as that in the overall sector. Except for income quintile, adults tend to borrow from financial institutions. The variance of ln adult population is -0.0442 in formal savings, which might come from countries with large population sizes, such as Bangladesh, Pakistan, India, China, and Japan. These countries have similar types of saving products, such as savings accounts, fixed deposits, and term deposits. The variance of income quintiles has low variation in account ownership at financial institutions, savings, and borrowings. The variance of Muslim religion in borrowings is 0.1880, which comes from interest that is prohibited according to their religious beliefs. Borrowings are possibly an alternative way of Islamic banking and financing concepts.

Table 5 Heteroskedasticity probit model – formal savings and borrowings

Variables	Cross-sectional Analysis			Survey Weighted Analysis		
	Account ownership at financial institutions	Formal savings from financial institutions	Formal borrowings from financial institutions	Account ownership at financial institutions	Formal savings from financial institutions	Formal borrowings from financial institutions
Gender (Female)	-0.2571 ***	-0.0801 ***	-0.2380 ***	-0.2223 ***	-0.0596 ***	-0.1514 ***
Religion (Muslims)	0.5069 *	-0.5181 ***	1.2008 ***	0.1168	-0.2510	1.1403 ***
Age:						
Young age (<= 20)	-0.7166 ***	-0.2275 ***	-0.5834 ***	-0.6616 ***	-0.1765 ***	-0.4171 ***
Old age (>= 60)	0.0434 **	-0.0949 ***	-0.6157 ***	0.1141 ***	-0.0587 ***	-0.3742 ***
Education level:						
Secondary	0.4996 ***	0.2301 ***	0.4484 ***	0.4307 ***	0.1938 ***	0.3070 ***

Completed tertiary or more	1.0537 ***	0.4839 ***	0.8915 ***	0.9381 ***	0.4168 ***	0.6354 ***
Income quintile:						
Second 20%	0.1342 ***	0.1117 ***	0.2980 ***	0.0932 ***	0.0713 ***	0.2133 ***
Middle 20%	0.2333 ***	0.2050 ***	0.4454 ***	0.1960 ***	0.1503 ***	0.3131 ***
Fourth 20%	0.3764 ***	0.2829 ***	0.6159 ***	0.3232 ***	0.2073 ***	0.4088 ***
Richest 20%	0.5709 ***	0.3943 ***	0.7640 ***	0.4793 ***	0.2888 ***	0.5185 ***
Ln adult population	-0.4693 ***	0.1923 **	-1.0313 ***	-0.2152	0.1136	-0.8227 ***
Electricity	0.1984	0.1905 **	-1.8378 ***	0.0091	0.0862	-1.2102 ***
Mobile subscription	0.4054 ***	-0.0206	0.1000	0.3564 ***	0.0179	0.0967
Country dummy	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year dummy	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Constant	5.2018 **	-4.0451 ***	14.1316 ***	1.7678	-2.6594 **	11.1726 ***

Table 6 Heteroskedasticity probit model – formal savings and borrowings (cont'd)

Variables	Cross-sectional Analysis			Survey Weighted Analysis		
	Account ownership at financial institutions	Formal savings from financial institutions	Formal borrowings from financial institutions	Account ownership at financial institutions	Formal savings from financial institutions	Formal borrowings from financial institutions
Variance:						
Ln adult population	0.0070	-0.0306 ***	0.0240 ***	0.0002	-0.0442 ***	0.0004
Income quintile:						
Second 20%	-0.0609 ***	-0.0472 *	-0.0874 **	-0.0416	-0.0451	-0.1034 **
Middle 20%	-0.0677 ***	-0.0630 **	-0.0881 **	-0.0438 *	-0.0620 *	-0.0882 *
Fourth 20%	-0.0703 ***	-0.0480 *	-0.1102 ***	-0.0495 *	-0.0215	-0.0931 **
Richest 20%	-0.0615 ***	-0.0123	-0.1177 ***	-0.0616 **	-0.0053	-0.1157 ***
Religion (Muslims)	-0.0135	0.0432	0.1502 ***	-0.0079	0.0184	0.1880 ***

N	84,782	84,782	84,782	84,782	84,782	84,782
N_strata				37	37	37
N				74,000	74,000	74,000
N (Accounts at financial institutions)	34,667	54,538	68,099	34,667	54,538	68,099
N (Formal savings)	50,115	30,244	16,683	50,115	30,244	16,683
Log likelihood	-38,890.7510	-43,643.9720	-35,986.5650			
F-test				3.8311 ***	3.0509 ***	4.6469 ***
Chi-square test	286.9924 ***	221.6309 ***	349.8027 ***			
Hetero test	17.0063 ***	43.6169 ***	36.9899 ***			

Legend: * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

Table 5 shows the relationship among informal account ownership, informal savings, and informal borrowings at financial institutions. The overall F-tests are 3.8311 in informal account ownership at financial institutions, 5.7217 in informal savings, and 3.3145 in informal borrowings, thus showing that the overall significance fits the data. The heteroskedasticity testing results are 17.0063 in informal accounts ownership at financial institutions, 91.5464 in informal savings, and 57.8948 in informal borrowings, which have p-values greater than 0.05 and have no significant evidence of heteroskedasticity. Informal means having accounts, savings, and borrowings outside the financial system (financial exclusion). Informal savings refer to adults saving their money in savings clubs, cooperatives, and people outside the family (The World Bank, 2017; Kunt, Klapper, Singer, Ansar, & Hess, 2018). Meanwhile, informal borrowings refer to adults borrowing from savings clubs (The World Bank, 2017; Kunt, Klapper, Singer, Ansar, & Hess, 2018). Genders has significant impacts in informal account ownership because of the financial services (financial inclusions) provided by unregulated providers. These unregulated providers are carved out for a niche target by selecting groups and individuals. The young age group relies on regulated financial service providers because of trustworthiness. Conversely, informal account ownership has a positive impact on the old age group. However, both groups do not find informal borrowings favorable. Higher education level creates awareness of financial literacy and financial decision making in borrowings in informal financial services. The same trend occurs in income quintiles. Adults may have informal accounts but use informal borrowings less frequently. The variance of ln adult population is -0.0855 in informal borrowings from countries with large population sizes. These countries may not select informal borrowings as an alternative option. In terms of income quintile, the variances have low variation in the dependent variables. The variance of Muslim religion is -0.6840 in informal borrowings, as borrowing from unregulated providers will violate Sharia laws.

Table 7 Heteroskedasticity probit model – informal savings and borrowings

Variables	Cross-sectional Analysis			Survey Weighted Analysis		
	Account ownership at financial institutions	Informal savings	Informal borrowings	Account ownership at financial institutions	Informal savings	Informal borrowings
Gender (Female)	-0.2571 ***	0.0048 **	-0.0192 ***	-0.2223 ***	0.0075	-0.0304 **
Religion (Muslims)	0.5069 *	-0.0956 *	0.4660 ***	0.1168	-0.1328	0.4985 *
Age:						
Young age (<= 20)	-0.7166 ***	0.0151 **	-0.1178 ***	-0.6616 ***	0.0262	-0.2463 ***
Old age (>= 60)	0.0434 **	-0.0059 *	-0.1404 ***	0.1141 ***	-0.0087	-0.2534 ***
Education level:						
Secondary	0.4996 ***	-0.0050 **	-0.0724 ***	0.4307 ***	0.0015	-0.0801 ***

Completed tertiary or more	1.0537 ***	-0.0272 **	-0.1726 ***	0.9381 ***	-0.0383	-0.2591 ***
Income quintile:						
Second 20%	0.1342 ***	0.0082	-0.0186	0.0932 ***	0.0117	-0.0429 *
Middle 20%	0.2333 ***	0.0144 **	-0.0426 ***	0.1960 ***	0.0119	-0.0805 **
Fourth 20%	0.3764 ***	0.0205 **	-0.0865 ***	0.3232 ***	0.0322	-0.1504 ***
Richest 20%	0.5709 ***	0.0182 **	-0.1665 ***	0.4793 ***	0.0216	-0.3164 ***
Ln adult population	-0.4693 ***	0.0866 **	-0.2629 ***	-0.2152	0.1471	-0.2929 *
Electricity	0.1984	-0.0295 *	-0.2575 ***	0.0091	-0.0697	-0.3996 **
Mobile subscription	0.4054 ***	-0.0277 **	-0.0485 *	0.3564 ***	-0.0446	-0.0536
Country dummy	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Year dummy	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Constant	5.2018 **	-1.3789 **	4.0865 ***	1.7678	-2.3563	4.6186 *

Table 8 Heteroskedasticity probit model – informal savings and borrowings (cont'd)

Variables	Cross-sectional Analysis			Survey Weighted Analysis		
	Account ownership at financial institutions	Informal savings	Informal borrowings	Account ownership at financial institutions	Informal savings	Informal borrowings
Variance:						
Ln adult population	0.0070	-0.1267 ***	-0.0367 ***	0.0002	-0.0125	-0.0855 **
Income quintile:						
Second 20%	-0.0609 ***	-0.0645 *	-0.1402 ***	-0.0416	-0.0632	-0.0336
Middle 20%	-0.0677 ***	-0.0946 ***	-0.2102 ***	-0.0438 *	-0.1318 ***	-0.0113
Fourth 20%	-0.0703 ***	-0.1674 ***	-0.1956 ***	-0.0495 *	-0.1127 **	-0.1232 ***
Richest 20%	-0.0615 ***	-0.1835 ***	-0.1563 ***	-0.0616 **	0.0055	-0.0966 **
Religion (Muslims)	-0.0135	-0.4941 ***	0.0899	-0.0079	0.0628	-0.6840 ***

N	84,782	84,782	84,782	84,782	84,782	84,782
N_strata				37	37	37
N_pop				74,000	74,000	74,000
N (Accounts at financial institutions)	34,667	73,361	61,869	34,667	73,361	61,869
N (Formal savings)	50,115	11,421	22,913	50,115	11,421	22,913
Log likelihood	-38,890.7510	-27,986.8750	-45,260.2830			
F-test				3.8311 ***	5.7217 ***	3.3145 ***
Chi-square test	286.9924 ***	395.6874 ***	227.5013 ***			
Hetero test	17.0063 ***	91.5464 ***	57.8948 ***			

Legend: * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

Discussion and conclusion

The results of this study show that several socioeconomic factors affect financial inclusions. Females have a negative impact on financial inclusion because of gender disparities, which allow men to have control over the financial activities. In addition, men are considered as the breadwinners in the family in several Asian countries. Meanwhile, women in poor developing countries still receive less education than men (Dollar & Gatti, 1999). Conversely, the Grameen Bank emphasizes improving women's economic status. However, women still have less important roles in the financial inclusion according to the result of account ownership at financial institutions, savings, and borrowings. Gender disparities exist from this testing. In Islamic countries, account ownership and formal borrowings have a positive impact due to religious barriers. Muslim adults are interested in conventional loan products in case of emergency or making important investments. Meanwhile, conventional savings products stick to religious standards prohibiting its usage (Demirguc-Kunt, Klapper, & Randall, 2013). In terms of age group, several Asian countries follow central bank policies by limiting the eligible age to open personal bank accounts and formal loan accounts. Aside from having their first personal bank accounts, individuals in the young age group need legal consent from their parents to participate in financial inclusion. In contrast, no limitation exists in the old age group. The education level matters on account ownership and formal savings at financial institutions. The education level allows adults to have a better understanding of financial literacy, which leads to sound financial decision making. Education has desirable effects to adults and improve their understanding about financial literacy (Kaiser & Menkhoff, 2017). An individual's income quintile has the same effect. Impoverished countries that have high population sizes, such as Pakistan, India, and Bangladesh, lack access and understanding about financial inclusion. This financial exclusion bars specific social groups and individuals from engaging in financial systems (Leyshon & Thrift, 1995). The high percentage of access to electricity proves the wealth of a country. The empirical results demonstrate a negative relationship between electricity and borrowings. A strong correlation exists in the linear relationship between electricity and the GDP. However, this relationship is reversed between electricity consumption and borrowings. Mobile cellular subscriptions show an enhancement to account ownership at financial institutions but have no effect on savings and borrowings. Account ownership, savings, and borrowings are favorable to formal financial services or financial

institutions. In addition, savings and borrowings follow the LCH, thus proving that being in the young age group negatively affects savings (Ando & Modigliani, 1963). Meanwhile, older adults rely on spending rather than savings. The previous study Financial Inclusion, Poverty and Income Inequality in Developing Asia shows a link between financial inclusion, poverty, and income inequality. Despite the findings of the Comparative Analysis of Financial Inclusion in Developing Regions around the World, the financial inclusion indicators (formal accounts, formal savings, formal borrowings, debit cards, and mobile account usages) of the developing countries are much lower than those of high-income countries. However, this study shows the effects of socioeconomic factors, including gender, age, religion, education level, and income, on financial inclusion apart from access to electricity. This study is performed on a micro level, whereas the two other works examine the macro level.

Conclusions and Recommendations

Recommendations

From the overall result, this study divided financial inclusion into three parts, namely, overview, formal sector, and informal sector. As the regulator, the central bank should focus more on escalating informal financial inclusion to formal financial inclusion. The study found that low education and income quintiles have significant impacts on informal account ownership. Social network is an online network of social relationships with other adults who share similar personal, careers, interests, or activities. It plays a crucial role involving adult decision making. As such, it helps promote informal financial inclusion adult to understand about financial literacy through advertising or banners in the social media applications which are easy and convenient to explore. Thus, commercial banks need to pay more attention to young customers so that they may be able to participate in financial inclusion. Numerous countries have age limits on customers who are seeking to open their first banking accounts. Policy makers (government sector) should further promote financial inclusion to the public. In addition, mobile phones provide convenient intermediary access to e-saving accounts. An e-savings account (online savings accounts) is an online account for managing and funding a savings account with higher interest rates than traditional banks. Several countries in Asia, such as Vietnam, China, and Afghanistan, still do not recognize e-saving accounts.

Limitation and future research

One limitation of this study is that the questionnaire of the Global Index Database 2014 and 2017 did not ask its respondents whether they used mobile phones to access online banking/mobile banking applications, which could signify financial inclusion. Therefore, mobile cellular subscriptions were used as the replacement variable in this study. Indeed, internet access helps to overcome the barriers of unbanked adults, as it provides ease of use in accessing financial services, thus allowing these individuals to become part of financial inclusion.

References

- Alliance for Financial Inclusion. (2020). *About Us*. Retrieved from <https://www.afi-global.org/about-us>
- Alliance for Financial Inclusion. (2020). *Digital Financial Services*. Retrieved from <https://www.afi-global.org/policy-areas/digital-financial-services>
- Ando, A., & Modigliani, F. (1963). The "Life Cycle" Hypothesis of Saving: Aggregate Implications and Tests. *The American Economic Review*, 53(1), 55-84
- Bernasek, A. (2003). Banking on Social Change: Grameen Bank Lending to Women. *International Journal of Politics, Culture, and Society: Toward Gender Equity: Policies and Strategies*, 16, 369-385. doi:203.150.54.87
- Consultative Group to Assist the Poor. (2020). *About CGAP*. Retrieved from <https://www.cgap.org/about>
- Demirguc-Kunt, A., Klapper, L., & Randall, D. (2013). *Islamic Finance and Financial Inclusion: Measuring Use of and Demand for Formal Financial Services among Muslim Adults*. Retrieved from <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/16875>
- Dollar, D., & Gatti, R. (1999). *Gender Inequality, Income, and Growth: Are Good Times Good for Women?*. Retrieved from <https://www.worldcat.org/title/gender-inequality-income-and-growth-are-good-times-good-for-women/oclc/43703722>
- Fernando, J. (2020). *Financial Literacy*. Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/f/financial-literacy.asp>
- Global Partnership for Financial Inclusion. (2014). Issues Paper Digital Financial Inclusion and the Implications for Customers, Regulators, and Supervisors and the Standard-Setting Bodies. *2nd GPMI Conference on Standard-Setting Bodies and Financial Inclusion: Standard*

- Setting in the Changing Landscape of Digital Financial Inclusion* (pp. 17-20). Basel: Global Partnership for Financial Inclusion.
- Global Partnership for Financial Inclusion. (2020). *About GPFI*. Retrieved from <https://www.gpfi.org/about-gpfi>
- Grameen Bank. (2019). *Introduction*. Retrieved from <http://www.grameen.com/introduction/>
- Hirsh, R. F., & Koomey, J. G. (2015). Electricity Consumption and Economic Growth: A New Relationship with Significant Consequences? *The Electricity Journal*, 28(9), 72-84. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.tej.2015.10.002>
- Hunter, S., Cruz, V. d., & Dole, D. (2016). Financial Inclusion in the Digital Age. *Policy Brief*, No. 2016-7. Retrieved from <https://www.adb.org/publications/financial-inclusion-digital-age>
- Kaiser, T., & Menkhoff, L. (2017). Does Financial Education Impact Financial Literacy and Financial Behavior, and If So, When? *The World Bank Economic Review*, 31(3), 611-630. doi:<https://doi.org/10.1596/1813-9450-8161>
- Kenton, W. (2020). *Consumption Smoothing*. Retrieved from <https://www.investopedia.com/terms/c/consumption-smoothing.asp>
- Khandker, S., Khalily, B., & Khan, Z. (1994). *Is Grameen Bank Sustainable?* Human Resources Development and Operations Policy. Bangladesh: The World Bank Group.
- Klein, M., & Mayer, C. (2011). *Mobile Banking and Financial Inclusion: The Regulatory Lessons*. Washington, DC: Public-Private Infrastructure Advisory Facility, Financial and Private Sector Development. doi:<https://doi.org/10.1596/1813-9450-5664>
- Komijani, A., & Taghizadeh-Hesary, F. (2018). *An Overview of Islamic Banking and Finance in Asia*. Tokyo: Asian Development Bank Institute.
- Kunt, A. D., Klapper, L., Singer, D., Ansar, S., & Hess, J. (2018). *The Global Findex Database 2017*. Washington, DC: The World Bank.
- Lakner, C., & Milanovic, B. (2013). *Global Income Distribution From the Fall of the Berlin Wall to the Great Recession*. Washington D.C.: The World Bank.
- Lauer, K., & Lyman, T. (2015). *Digital Financial Inclusion*. Retrieved from <https://www.cgap.org/research/publication/digital-financial-inclusion>

- Leyshon, A., & Thrift, N. (1995). Geographies of Financial Exclusion: Financial Abandonment in Britain and the United States. *Transactions of the Institute of British Geographers*, 20(3), 312-341. doi:194.128.227.202
- Meldina Kokorovic, J., & Softic, A. (2016). Comparative Analysis of Financial Inclusion in Developing Regions Around the World. *Journal of Economics and Business*, 56-65.
- Office of International Religious Freedom. (2018). *2018 Report on International Religious Freedom: Israel: West Bank and Gaza*. Retrieved from <https://www.state.gov/reports/2018-report-on-international-religious-freedom/israel-west-bank-and-gaza/west-bank-and-gaza/#:~:text=Section%20I.,Religious%20Demography,territories%20are%20predominantly%20Sunni%20Muslims.>
- Park, C.-Y. (2018). *How Financial Inclusion Reduces Poverty, Income Inequality*. Retrieved from <https://blogs.adb.org/blog/how-financial-inclusion-reduces-poverty-income-inequality>
- Shinozaki, S. (2017). *How Can Digital Finance Better Serve Asia's Poor?*. Retrieved from <https://blogs.adb.org/blog/how-can-digital-finance-better-serve-asia-s-poor>
- Steindl, J. (1989). *Money, Credit and Prices in Keynesian Perspective*. London: Palgrave Macmillan. doi:https://doi.org/10.1007/978-1-349-20117-4_4
- Stenhouse, K., Hanania, J., & Donev, J. (2018). *Access to Electricity*. Retrieved from [https://energyeducation.ca/encyclopedia/Access_to_electricity#:~:text=electricity%20%2D%20Energy%20Education-,Access%20to%20electricity,simple%2C%20stable%20access%20to%20electricity.&text=This%20means%20that%20electricity%20access,and%20opportunity%20in%](https://energyeducation.ca/encyclopedia/Access_to_electricity#:~:text=electricity%20%2D%20Energy%20Education-,Access%20to%20electricity,simple%2C%20stable%20access%20to%20electricity.&text=This%20means%20that%20electricity%20access,and%20opportunity%20in%20)
- The World Bank. (2017). *The Global Findex Database 2017*. Retrieved from <https://globalfindex.worldbank.org/node>
- The World Bank. (2017). *The Global Findex Database 2017: About*. Retrieved from <https://globalfindex.worldbank.org/node>
- The World Bank. (2018). *Financial Inclusion: Financial Inclusion is a Key Enabler to Reducing Poverty and Boosting Prosperity*. (T. W. Bank, Editor) Retrieved from <https://www.worldbank.org/en/topic/financialinclusion/overview>
- The World Bank. (2020). *World Development Indicators*. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/IT.CEL.SETS.P2?view=chart>

Unique Identification Authority of India - Government of India. (2019). *What is Aadhaar*.

Retrieved from <https://uidai.gov.in/my-aadhaar/about-your-aadhaar.html>

Audit Quality and Real Earnings Management: Evidence from Thailand

Pajaree Nimpi¹ and Tatre Jantarakolica²

Faculty of Commerce and Accountancy, Thammasat University¹

Faculty of Economics, Thammasat University²

Abstract

This study aims to investigate whether audit quality is related to real earnings management in Thailand, with a total of 368 listed companies or 2,576 observations in 2013–2019. In addition, this study uses a balanced-panel data set, which is defined as a set of observation units in every observation time period. Results indicate that the audit fee is significantly and negatively related to abnormal discretionary expense, and big4 is insignificant. The negative relationship between audit quality and real earnings management indicates that a high audit fee is associated with lower abnormal discretionary expense. Moreover, audit fee and big4 are insignificant in abnormal operating cash flow and abnormal production cost. The overall signs of real earnings management activities as signalled by the real earnings management index show insignificant results in audit fee and big4 audit firms.

Keywords: Real earnings management, audit quality

Introduction

Previous research suggests that a company's earnings can be managed in two alternative ways, namely, accrual earnings management and real earnings management (Roychowdhury, 2006; Cohen, Dey, & Lys, 2008). Both consider the priority of current earnings target. However, real earnings management potentially charges more long-term costs to shareholders than accrual earnings management because managers tend to choose the short-term decision to show their performance each year. Examples include increasing sales by providing more discounts, increasing the production to receive more inventories and less cost of goods sold and reducing the investment in research and development (R&D) and necessary expense, which will all generate profit at the end of the year (Cohen, Dey, & Lys, 2008).

Since 2017, the International Standard on Auditing (ISA) 701-Communicating key audit matters (KAM) noted in the dependent auditor's report that KAM has been used by external auditors in Thailand to communicate about significant risks and important issues found during auditing in the fiscal year to financial statement users, such as investors, shareholders, creditors, management, banks and revenue department. KAM will describe the auditing detail and gathered evidence to help users understand easily and make decisions confidently. Moreover, KAM reflects the auditors' work and their discretions, which is mandatorily used by listed companies but an option for others.

External auditors represent the agents that are independent and can provide assurance about financial accounting standards to users through financial statements. They are the ones who can reduce the conflict of interest that occurs from information asymmetry between principals and agents, where the latter have more information about the financial transaction than the former (Schipper, 1989; Jensen & Smith, 2000). Consequently, audit quality is necessary to support assurance.

Audit quality is a proxy to measure earnings management. High audit quality is negatively associated with accrual earnings management but is positively associated with real earnings management. As audit quality increases, the ability to manage accrual is constrained. Managers change to use real earnings management (Chi, Lisic, & Pevzner, 2011).

Our study aims to investigate whether audit quality is related to real earnings management in Thailand. We collected data from the financial report, Annual Registration Statements (Form 56-1) from the Securities and Exchange Commission (SEC) and SETSMART for listed companies operating in Thailand in 2013–2019.

Review of Literature

Earning manipulation can be divided into two types, namely, accrual earnings management and real earnings management. The former aims to conceal economic value by using accounting vulnerabilities, such as changing the accounting method or using discretion in estimation. On the contrary, the latter alters the execution of real business transactions. However, both consider the priority of current earnings target.

Real earnings management is defined as the deviation from normal business practices to manipulate report earnings (Roychowdhury, 2006; Sitanggang et al., 2020). Real earnings management can be measured by three proxies, namely, operating cash flows, discretionary expenses and production costs. Moreover, lower abnormal cash flow, lower abnormal discretionary expenses and higher abnormal production costs can be used to indicate real earnings management (Cohen, Dey, & Lys, 2008)

Audit quality is a proxy to measure earnings management. External auditors represent the agents who are independent and can provide assurance. They can reduce the conflict of interest between principals and agent from asymmetry information considering that the latter can access more information than the former. As high audit quality can constrain the earnings management ability, it shows a negative association with accrual earnings management (lower absolute values). Meanwhile, companies change to use real earnings management, which shows a positive association. The updated financial standard contributes to constraints, reduces any other material misstatement and reduces the flexibility for opportunists. Hence, companies tend to use real earnings management (Ewert & Wagenhofer, 2005; Cohen, Dey, & Lys, 2008)

The audit fee is used as an indicator in measuring audit quality because it is charged from the level of client risks and hours reallocated from senior to junior auditors. The audit fee is an indicator that defines audit quality and the AQI project released by the Public Company Accounting Oversight Board in 2015. Moreover, the audit fee shows the signal of the auditor's effort. The auditing process and scope of time are reasonably applied to the client's risks from their weak internal controls or risks of restatement in the future (Ettredge, Li, & Scholz, 2007). The audit firm size, such as big4 and non-big4, is another indicator to use in measuring audit quality. Big4 provides a higher quality audit and more creditability to financial statement's users than non-big4. Furthermore, Big N auditors are more conservative than non-Big N to protect their brand name reputation (Basu, Hwang, & Jan, 2001). For this study, we use them to measure audit quality.

Findings of the relationship between audit quality and earnings management vary. For instance, Krishnan (2003) found that auditor industry expertise is associated with lower levels of accrual earnings management. Then, Alzoubi (2016) found a significant negative relationship between audit quality and accrual earnings management for firm audit size and audit fee in Jordan-listed companies. Similarly, Fufuengsombat (2016) noted that Big4 affects the lower

accrual earnings management in Thailand. Moreover, Houqe, Ahmed and Zijl (2017) found the investigation effect of audit quality on accrual earnings management of Indian-listed companies, where a high audit quality has a lower degree of earnings management. Furthermore, Chi, Lisic and Pevzner (2011) posited that city-level auditor industry expertise and the Big N auditors constrain accrual management. They also tested the association between audit quality and real earnings management and found that high audit quality is associated with more real earnings management. Audit fee has a relationship with the three proxies, whereas the Big N audit firm is associated with lower abnormal cash flow. Meanwhile, Sitanggang et al. (2020) found that a high audit fee is associated with a higher level of abnormal cash flow, and Big4 is not significant with any proxies. Conversely, from previous studies, a high audit fee is associated with a high level of abnormal discretionary expense.

Thus, based on prior research that audit quality constrains a company's ability to manage earnings via accruals, we expect that companies may resort to more real earnings management given incentives to manage earnings. Hence, we propose the following hypothesis:

H1: Audit quality, as operationalised by the Big N auditors and audit fees, is associated with higher levels of real earnings management amongst companies with incentives to manage earnings.

Agency Theory

Alchian and Demsetz (1972) explored agency theory, which is originally in economic theory, and then, Jensen and Meckling (1976) developed this theory. Agency theory is defined as the relationship between the principals, such as shareholders and agents such as the company executives and managers. In this theory, shareholders, who are the owners or principals of the company, hire the agents to perform work and expect them to maximise the company's value. By contrast, agents are motivated for personal benefit and try to find a way to maximise the company's value while also benefiting. The conflict of interest occurs when their benefit does not match (Tummanon, 2000). In this case, the managers may choose to present incomplete accounting information or manipulate earnings to conceal the actual information. Information asymmetry and opportunistic behaviour make principals lack reasons to trust them.

To ensure that financial statements present actual and relevant information under financial accounting standards, the external auditor, who acts as the agent of the principal (shareholders) and is independent from other agents (managers, directors) (Institute of Chartered Accountants in England & Wales, 2005), is responsible for auditing financial report prepared by the managers and can make an assurance to the principals. Auditing helps to reduce the scope of information asymmetry and opportunistic behavior.

A high audit quality constrains the ability to manage accrual earnings management, where managers change to use real earnings management (Chi, Lisic, & Pevzner, 2011)

Earnings Management Model

Earnings management can be divided into two types, namely, accrual earnings management and real earnings management.

1. Accrual earnings management

Jones Model

Jones (1991) found that total accruals (TA) comprise non-discretionary and discretionary accruals. On the one hand, the former is an accrual transaction that the managers cannot control and occurs from natural business factors. On the other hand, the latter is the accrual transaction that uses managements' discretion. That is, the managers can use discretion in changing or controlling. Jones (1991) focused on measuring discretionary accrual.

Total accrual = Discretionary Accrual + Non-Discretionary Accrual

Jones (1991) used regression analysis to find the relation amongst total accruals (TA), change in earnings (ΔREV) and property plant and equipment (PPE) by using data before the companies detect the manipulation. The formula is as follows:

$$\frac{TA_{i,t}}{A_{i,t-1}} = \alpha_0 \frac{1}{A_{i,t-1}} + \beta_1 \frac{\Delta REV_{i,t}}{A_{i,t-1}} + \beta_2 \frac{PPE_{i,t}}{A_{i,t-1}} + \varepsilon_{i,t}$$

However, the Jones model (1991) cannot estimate discretionary accrual accurately. Hence, Dechow and Sloan (1995) explained that revenue consists of sales from cash and accrual.

The managers manipulate through sales from accrual more than sales from cash because the former cannot be reflected in the company's cash flow. Dechow and Sloan (1995) developed the Jones model (1991), which they regarded as the modified Jones model

Modified Jones Model

The modification is designed to eliminate the conjectured tendency of the Jones model to measure discretionary accruals with errors when the discretion is exercised over revenues. In the modified Jones model, the net receivables are excluded in revenues:

$$\frac{TA_{i,t}}{A_{i,t-1}} = \alpha_0 \frac{1}{A_{i,t-1}} + \beta_1 \frac{\Delta REV_{i,t} - \Delta REC_{i,t}}{A_{i,t-1}} + \beta_2 \frac{PPE_{i,t}}{A_{i,t-1}} + \varepsilon_{i,t}$$

Extended Modified Jones Model

In addition to revenue, the managers can manipulate expense. Yoon and Miller (2002) extended the modified Jones model by adding the change in the expense variable that excludes accrual expense ($\Delta EXP - \Delta PAY$), depreciation (DEP) and retirement (RET):

$$\frac{TA_{i,t}}{REV_{i,t}} = \beta_0 + \beta_1 \frac{\Delta REV_{i,t} - \Delta REC_{i,t}}{REV_{i,t}} + \beta_2 \frac{\Delta EXP_{i,t} - \Delta PAY_{i,t}}{REV_{i,t}} + \beta_3 \frac{DEP_{i,t} + RET_{i,t}}{REV_{i,t}} + \varepsilon_{i,t}$$

After the Sarbanes-Oxley Act—a law to help protect investors from fraudulent financial reporting by corporations—was issued in 2002, the managers shifted from using accrual earnings management to real earnings management (Cohen, Dey, & Lys, 2008). Moreover, Graham, Harvey and Rajgopal (2005) conducted a comprehensive survey to cash flow from operating activities (CFOs) and found that they preferred to manage earnings through real earnings management than accrual earnings management. The reasons are that the auditor and the involved person tend to be interested in accrual more than real transaction about pricing or production and that manipulation through only accrual transactions has high risk.

Research on audit quality and real earnings management is limited (e.g., Chi, Lisic, & Pevzner, 2011; Alhadab & Clacher, 2018; Sitanggang et al., 2020). Most of them study on audit quality and accrual earnings management (e.g., Krishnan, 2003; Chi, Lisic, & Pevzner, 2011; Alzoubi,

2016; Houge, Ahmed, & Zijl, 2017). Thus, we are interested in investigating real earnings management.

2. Real earnings management

Real earnings management is defined as a deviation from normal business practices to manipulate report earnings (Roychowdhury, 2006; Sitanggang et al., 2020). Real earnings management can be measured by three proxies, namely, operating cash flows, discretionary expenses and production costs. Lower abnormal cash flow, lower abnormal discretionary expenses and higher abnormal production costs can be used to indicate real earnings management (Cohen, Dey, & Lys, 2008).

Managers attempt to temporarily increase sales during the year by providing discount and more lenient credit term to customers. Sales volumes will initially increase but will decrease when the price return to normal. However, high sales volumes from increased sales do not always result in the same direction with operating cashflows because cash inflows per sale tend to be lower than normal sales. A normal operating cash flow is formulated as a linear function of sale and change in sales in the same period (Roychowdhury, 2006). An abnormal operating cash flow (Abn_CFO) is calculated as the difference between actual cash flows from operations and the expected level for each company-year (Cohen, Dey, & Lys, 2008). However, in this case, the abnormality is defined as the standardised residual (Chi, Lisic, & Pevzner, 2011; Sitanggang et al, 2020) as shown in the following formula:

$$\text{Estimation of cash flows from operation activity}$$

$$\frac{CFO_{it}}{Assets_{i,t-1}} = a_{1t} \frac{1}{Assets_{i,t-1}} + a_{2t} \frac{Sales_{i,t}}{Assets_{i,t-1}} + a_{3t} \frac{\Delta Sales_{i,t}}{Assets_{i,t-1}} + \varepsilon_{it}$$

In addition to increasing sale to meet the sales target, decreasing discretionary expenses, such as R&D, advertising and maintenance, can increase current year earnings. Decreasing such expenses most probably occur when they do not generate immediate revenue and income. Hence, discretionary expenses are expected to lower than normal in real earnings management. A normal level of discretionary expense is formulated as a linear function of lagged

sales to avoid exceptionally low abnormality in discretionary expenses due to upward sales in the current year (Roychowdhury, 2006). Abnormal discretionary expense ($Abn_Discexp$) is calculated as the difference between the actual and expected levels of discretionary expenses for every company-year (Cohen, Dey, & Lys, 2008). However, in this case, the abnormality is defined as the standardised residual (Chi, Lisic, & Pevzner, 2011; Sitanggang et al, 2020) as shown in the following formula:

Estimation of discretionary expenses

$$\frac{Discexp_{it}}{Assets_{i,t-1}} = b_{1t} \frac{1}{Assets_{i,t-1}} + b_{2t} \frac{Sales_{i,t-1}}{Assets_{i,t-1}} + \varepsilon_{it},$$

More production to increase inventories can spread the fixed cost to each unit of inventory resulting in a low cost of goods sold and a high profit margin. A normal level of production cost is estimated as a linear function of sales at period t , inventory growth at period t and lagged of inventory growth (Roychowdhury, 2006). Overproduction (Abn_Prod) is formulated as the difference between actual production costs and its expected level for every company-year (Cohen, Dey, & Lys, 2008). However, in this case, the abnormality is defined as the standardised residual (Chi, Lisic, & Pevzner, 2011; Sitanggang et al, 2020) as shown in the following formula:

Estimation of production costs

$$\frac{Prod_{it}}{Assets_{i,t-1}} = c_{1t} \frac{1}{Assets_{i,t-1}} + c_{2t} \frac{Sales_{i,t}}{Assets_{i,t-1}} + c_{3t} \frac{\Delta Sales_{i,t}}{Assets_{i,t-1}} + c_{4t} \frac{\Delta Sales_{i,t-1}}{Assets_{i,t-1}} + \varepsilon_{it}$$

Research Methodology

This study examined 621 listed companies in 2013–2019. Data were collected from the Annual Report, Annual Registration Statements (Form56-1) from Stock Exchange of Thailand (SET) and SETSMART for listed companies operating in Thailand. We collected data for all company industries except for the following:

- 1) Companies in the financial industry, which comprise banking, finance and securities and insurance because they have a different accounting practice and financial structure from others.

2) Companies under rehabilitation because they do not send a report to SET some years. Data are not enough to collect.

3) Companies that have incomplete information in 2013–2019 because SET enters after 2013.

A total of 368 listed companies or 2,576 observations were collected from 2013 to 2019. This study used a balanced-panel data set, which is defined as a set of observation units in every observation time period. However, this method has risk, where the results may not represent the population due to the elimination of missing observations (Baltagi, 2005).

Estimation Of Real Earnings Management Variables

Real earnings management can be measured by three proxies, that is, operating cash flows, discretionary expenses and production costs. Lower abnormal cash flow, lower abnormal discretionary expenses and higher abnormal production costs can be used to indicate real earnings management (Cohen, Dey, & Lys, 2008)

1. Estimation of cash flows from operation activity

$$\frac{CFO_{it}}{Assets_{i,t-1}} = a_{1t} \frac{1}{Assets_{i,t-1}} + a_{2t} \frac{Sales_{i,t}}{Assets_{i,t-1}} + a_{3t} \frac{\Delta Sales_{i,t}}{Assets_{i,t-1}} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

where CFO is the cash flows from operating activity for company i at period t .

2. Estimation of discretionary expenses

$$\frac{Discexp_{it}}{Assets_{i,t-1}} = b_{1t} \frac{1}{Assets_{i,t-1}} + b_{2t} \frac{Sales_{i,t-1}}{Assets_{i,t-1}} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

where Discexp is the discretionary expenses as the sum of R&D, SG&A and advertising expenses for company i at period t .

3. Estimation of production costs

$$\frac{Prod_{it}}{Assets_{i,t-1}} = c_{1t} \frac{1}{Assets_{i,t-1}} + c_{2t} \frac{Sales_{i,t}}{Assets_{i,t-1}} + c_{3t} \frac{\Delta Sales_{i,t}}{Assets_{i,t-1}} + c_{4t} \frac{\Delta Sales_{i,t-1}}{Assets_{i,t-1}} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

where Prod is the production costs as the sum of the cost of goods sold and change in inventory for company i at period t .

The Abn_CFO, Abn_Discexp and the Abn_Prod are computed as the difference between the actual value and the normal levels predicted in Equations (1)–(3). We use these variables as proxies for real earnings management.

Empirical Model

Abnormality for each proxy can be captured by estimating the standardised residuals from Equations (1)–(3). Each of these residuals is regressed individually using Equation (4) (Chi, Lisic, & Pevzner, 2011; Sitanggang et al., 2020). In addition to these individual regressions, the combination of standardised residuals from three real earnings management activities (REM_Index) is regressed as follows:

$$REM_t = \alpha_0 + \alpha_1 LAudFees_t + \alpha_2 Big4_t + \alpha_3 Tenure + \alpha_4 SOLV_{t-1} + \alpha_5 LMVE_{t-1} + \alpha_6 PTB_{t-1} + \alpha_7 \Delta NI_{t-1} + \alpha_8 ROA_{t-1} + \varepsilon_{it}, \quad (4)$$

where

REM is the real earnings management proxies that calculate from standardized residuals from equation 1-3.

LAudFees is the natural logarithm of audit fees.

Big4 is identified by 1 for Big 4 audit firm and 0 for non-Big 4 audit firm.

Tenure is identified by 1 for three consecutive years audited by the same audit firm and 0 for otherwise.

SOLV is the solvency ratio or ratio of total liabilities to assets as leverage measurement.

LMVE is the natural logarithm of market value equity.

PTB	is the price-to-book ratio.
Δ NI	is the change in annual net income.
ROA	is the return on asset.

Table 1 List of variables and expected sign

Variables	Type of variables	Measure	Description	Expected sign			
				abnormal			REM Index
				cfo	discexp	prod	
REM_Index	dependent						
Lnaudfee _t	independent	Proxies to measure audit quality	High audit quality constrains the ability to manage accrual, manager shifts to manipulate through real earnings activities	-	-	+	+
Big4 _t	independent			-	-	+	+
Tenure _t	control	Indicate the extent of auditor's monitoring quality	Longer (shorter) tenure indicates deteriorating audit quality, which should be positive (negative)	- (+)	- (+)	+ (-)	+ (-)
SOLV _{t-1}	control	Use to control the company's unique characteristics	The companies with high solvency ratio tend to enhance real earnings management as debt is higher than equity	+	+	+	+
LMVE _{t-1}	control	because of a different size, income	The company with a low market value equity tends to increase real earnings management more than that with a high market value equity.	-	-	-	+
PTB _{t-1}	control	performance, growth	The company with low PTB tends to enhance real earnings management to attract investors' attention more than that with high PTB.	-	-	-	+

ΔNI_{t-1}	control	opportunities and value	A positive relationship with real earnings management as management wants to maintain consistent profits by avoiding any impact on shareholders and outsiders.	+	+	+	+
ROA_{t-1}	control		Low company performance tends to enhance real earnings management.	-	-	-	+

Results and Discussion

Tables 2 provides descriptive statistic for all variables in real earnings management regression with its relation to audit quality. Audit quality is defined from audit fee, Big4 audit firm. The mean REM_Index is -0.0388. The mean of three proxies, Abn_CFO, Abn_Discexp and Abn_Prod, are 0.0139, 0.0014 and -0.0235, respectively, which is consistent with prior studies, such as Cohen, Dey and Lys (2008) and Chi, Lisic, and Pevzner (2011). The average audit fee is 7.6 ranging from 5.8 to 11.9. Of the companies, 64% are audited by the Big4 audit firm, and 36% are audited by the non-big4 audit firm. Of which, 88% are tenured companies in the three consecutive years audited by the same audit firm.

Table 3 shows the correlation result amongst variables. Abn_CFO, Abn_Discexp and Abn_Prod are negatively, negatively and positively correlated with REM_Index, respectively. The audit fee is positively correlated with REM_Index, negatively correlated with Abn_CFO, negatively correlated Abn_Discexp and positively correlated Abn_Prod. Big4 is positive with REM_Index. Tenure is only negatively correlated in Abn_Discexp. These correlations suggest that the audit fee is correlated with a greater level of real earnings management. The correlation of Big4, tenure and real earnings management is weak. However, all these are merely univariate associations, and we should rely on the multiple regression analyses for our inferences.

Table 2 Descriptive statistics for all variables in real earnings management model

Variables	Obs.	No. of Firms	Median	Mean	S.D.	Min.	Max.
Abn_Cfo _t	1275	319	0.0120	0.0139	0.1030	-0.4764	0.5606
Abn_Discexp _t	1275	319	-0.0175	0.0014	0.0834	-0.1849	0.5064
Abn_Prod _t	1275	319	-0.0143	-0.0235	0.2133	-1.3362	1.2905
REM_Index _t	1275	319	0.0013	-0.0388	0.2970	-1.9302	1.7204
Lnaudfee _t	1275	319	7.3902	7.5663	0.7532	5.7683	11.8881
Big4 _t	1275	319	1	0.6369	0.4811	0	1
Tenure _t	1275	319	1	0.8808	0.3242	0	1
SOLV _{t-1}	1275	319	0.3661	0.3708	0.1900	0.0118	0.9029
LMVE _{t-1}	1275	319	15.4155	15.6670	1.5309	9.8884	20.9963
PTB _{t-1}	1275	319	1.7249	2.7394	3.2899	0.0050	37.1367
ΔNI _{t-1}	1275	319	0.0292	-0.0029	0.8580	-4.9242	5.6130
ROA _{t-1}	1275	319	8.2766	10.0556	7.4714	-0.2311	75.0568

Table 3 Correlation results

Variables	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)
Abn_Cfo _t	(A) 1					
Abn_Discepx _t	(B) 0.0820 ***	1				
Abn_Prod _t	(C) -0.1645 ***	-0.2719 ***	1			
REM_Index _t	(D) -0.5298 ***	-0.5373 ***	0.8787 ***	1		
Lnaudfee _t	(E) -0.0556 **	-0.0742 ***	0.0798 ***	0.1059 ***	1	
Big4 _t	(F) 0.0454 **	0.0477 **	0.0652 ***	0.0196	0.2357 ***	1
Tenure _t	(G) 0.0340	-0.0873 ***	-0.0508 **	-0.0236	0.0393 *	0.1174 ***
SOLV _{t-1}	(H) -0.0681 ***	0.0440 **	0.0621 ***	0.0559 **	0.2181 ***	0.0331
LMVE _{t-1}	(I) 0.0839 ***	-0.0813 ***	-0.0608 **	-0.0529 **	0.5265 ***	0.3114 ***
PTB _{t-1}	(J) 0.0691 ***	0.1925 ***	-0.2236 ***	-0.2665 ***	0.0648 ***	0.0913 ***
ΔNI _{t-1}	(K) 0.0680 **	0.0081	-0.0297	-0.0475 *	-0.0057	0.0226
ROA _{t-1}	(L) 0.3138 ***	0.1176 ***	-0.2602 ***	-0.3418 ***	-0.0359	0.0753 ***
Variables	(G)	(H)	(I)	(J)	(K)	(L)
Tenure _t	(G) 1					
SOLV _{t-1}	(H) -0.0684 ***	1				
LMVE _{t-1}	(I) 0.1050 ***	0.1655 ***	1			
PTB _{t-1}	(J) 0.0722 ***	0.0585 ***	0.4141 ***	1		
ΔNI _{t-1}	(K) -0.0249	-0.0020	0.0572 **	0.0653 **	1	
ROA _{t-1}	(L) 0.0716 ***	-0.2836 ***	0.2911 ***	0.2859 ***	0.2711 ***	1

Note *, **, *** denote 0.1, 0.05 and 0.01 significance levels, respectively.

This study uses two indicators, that is, audit fee and Big4 audit firms to measure audit quality. Then, the study uses the combination of standardised residuals as lower Abn_CFO, lower Abn_Discepx and higher Abn_Prod to measure real earnings management. Table 4 shows the association between audit quality and real earnings management by using fixed and random effects models. From the FE test, alphas i exist, thereby confirming that the fixed effect exists. Moreover, Hausman chi-square is significant for Abn_CFO, Abn_Discepx, Abn_Prod and REM_Index.

This result means that the fixed effects model is more reasonable than the random effects model. Hence, we explain the result of the fixed effects model.

The results from the regression indicate that the audit fee is significantly and negatively related to abnormal discretionary expense, and Big4 is insignificant. They are all negative signs consistent, which is with the findings of Chi, Lisic, and Pevzner (2011). The negative relationship between audit quality and real earnings management indicates that high audit fee is associated with lower abnormal discretionary expense. Abnormal discretionary tends to be low when real earnings management inflates. This result suggests that a high audit quality tends to be more real earnings management. However, considering the existence of real earnings management, three proxies should be used.

Audit fee and big4 are insignificant in abnormal operating cashflow and abnormal production cost. They have negative signs in abnormal operating cash flow, which is consistent to prior studies (Chi, Lisic, & Pevzner, 2011; Sitanggang et al., 2020). The audit fee is positive, similar to Chi, Lisic, & Pevzner (2011), contrary to big4. The overall signs of real earnings management activities as signalled by the real earnings management index show insignificant results in audit fee and big4 audit firms.

In addition, the result shows that some control variables are significant with real earnings management. Tenure is significantly and negatively related to the abnormal discretionary expense. Longer tenure is associated with lower abnormal discretionary expense. The solvency ratio or the ratio of total liabilities to assets as leverage measurement is significantly positive in Abn_CFO and significantly negative in Abn_Discexp, Abn_Prod and REM_Index. They are not in the same direction. These results suggest that the companies with a high solvency ratio tend to enhance real earnings management in abnormal operation cash flow and the companies with a low solvency ratio tend to deflate real earnings management in abnormal discretionary expense and abnormal production cost. These results are not consistent with those of Bumrunkyat and Sutthachai (2016), which are all significantly positive. LMVE is the natural logarithm of market value equity, which is negatively significant with the abnormal discretionary expense and is positively significant with abnormal production cost. The company with high market value equity tends to increase real earnings management less than that with low market value equity. Therefore, the company with low market value equity tends to enhance real earnings

management in abnormal discretionary expense. PTB is the price-to-book ratio, which is positively significant with the abnormal discretionary expense and is negatively significant with abnormal production cost. The company with low PTB tends to enhance real earnings management to attract investors' attention more than the company with high PTB. Thus, the company with low PTB tends to enhance real earnings management through abnormal production cost. ROA is significantly negative in abnormal discretionary expense, suggesting that low company performance tends to enhance real earnings management.

Overall, high audit quality has no effect on real earnings management. When classifying by three proxies, the relationship between the audit fee and abnormal discretionary expense is only negatively significant. Audit fee and big4 are not significant in abnormal operating cash flow and abnormal production cost, although they show correct direction signs. This result implies that managers enhance real earnings management through decreasing discretionary expense when a high audit quality limits the ability to manage accrual earnings management. On the contrary, operating cash flow and

Table 4 Table shows the association between audit quality and real earnings management

Variables	Fixed Effect Model						Random Effect Model					
	Abn_cfo	Abn_Discexp	Abn_prod	REM_Index			Abn_cfo	Abn_Discexp	Abn_prod	REM_Index		
Constant	0.0806	0.1568 ***	-0.4498	-0.6872 *			0.0454	0.1433 ***	-0.2901 **	-0.5118 ***		
Lnaudfee _t	-0.0108	-0.0096 *	0.0101	0.0305			-0.0129 *	-0.0065	0.0017	0.0156		
Big4 _t	-0.0043	-0.0014	-0.0312	-0.0255			0.0022	0.0022	0.0048	-0.0077		
Tenure _t	-0.0082	-0.0059 **	0.0057	0.0198			-0.0082	-0.0061 **	0.0102	0.0262		
SOLV _{t-1}	0.1454 ***	-0.0573 ***	-0.1696 **	-0.2578 ***			0.0466 **	-0.0378 ***	0.0391	-0.0208		
LMVE _{t-1}	-0.0023	-0.0032 *	0.0280 ***	0.0335 **			0.0010	-0.0052 ***	0.0187 ***	0.0299 ***		
PTB _{t-1}	0.0006	0.0010 *	-0.0080 ***	-0.0096			0.0005	0.0017 ***	-0.0107 ***	-0.0156 ***		
ΔNI _{t-1}	0.0017	0.0012	-0.0035	-0.0065			-0.0010	0.0006	0.0035	0.0055		
ROA _{t-1}	0.0008	-0.0007 ***	0.0009	0.0008			0.0023 ***	-0.0004 **	-0.0019 **	-0.0044 ***		
Industry	No	No	No	No			Yes	Yes	Yes	Yes		
Year	Yes	Yes	Yes	Yes			Yes	Yes	Yes	Yes		
Company-year	1275	1275	1275	1275			1275	1275	1275	1275		
Companies	319	319	319	319			319	319	319	319		
RSS	4.3452	0.4219	13.9867	24.4859								
RMSE	0.0678	0.0211	0.1217	0.1611			0.0689	0.0219	0.1252	0.1675		
F-test	2.0051 **	4.2109 ***	2.2018 **	2.3493 **								
Chi-Square test							46.4647 ***	41.7411 ***	48.3783 ***	68.7525 ***		

<u>Fixed Effect Model</u>								<u>Random Effect Model</u>							
FE Test	5.3516 ***	47.2302 ***	7.4926 ***	7.6437 ***											
Hausman Chi-Square	54.46 ***	3449.27 ***	79.05 ***	126.69 ***				54.46 ***	3449.27 ***	79.05 ***	126.69 ***				
Overall R-square	0.0025	0.0012	0.0004	0.0066				0.0984	0.0196	0.1271	0.1860				
Within R-square	0.0249	0.0508	0.0272	0.0290				0.0093	0.0414	0.0051	0.0066				

Note *, ** and *** statistical significance at 0.1, 0.05 and 0.01, respectively

production cost may be considered, but they are not the main factors to use in upward real earnings management.

The insignificant result in abnormal operating cash flow and abnormal production cost can imply two ways. First, inventory management ‘Just in Time’ is an alternative way to reduce cost. Then, overhead expense and carrying cost from excess inventories are reduced. Companies can obtain a high profit, and ending inventory is not over. Products are enough for customers’ needs and can be sold at a regular price. Sale promotion and discount may be available to customers, but they are not so frequent until cash inflow has a significant effect. Second, our sample is not enough causing an insignificant result.

Conclusions And Recommendations

This study indicates three proxies, that is, abnormal operating cash flows, abnormal discretionary expense and abnormal production cost, which are negative, negative and positive, respectively. The real earnings management comprised of lower operating cash flows, lower abnormal discretionary expense and higher abnormal production cost.

However, our findings show that the audit fee is significantly and negatively related to abnormal discretionary expense, and Big4 is insignificant. The negative relationship between audit quality and real earnings management indicates that high audit fee is associated with lower abnormal discretionary expense. Audit fee and Big4 are insignificant in abnormal operating cashflow and abnormal production cost, respectively. The overall signs of real earnings management activities as signalled by real earnings management index showed insignificant results in audit fee and Big4 audit firms. Overall, high audit quality has no effect on real earnings management. When classifying by three proxies, the relationship between the audit fee and abnormal discretionary expense is only negatively significant. Audit fee and big4 are not significant in abnormal operating cash flow and abnormal production cost, although they show correct direction signs. This result implies that managers enhance real earnings management through decreasing discretionary expense when a high audit quality limits the ability to manage accrual earnings management. On the contrary, operating cash flow and production cost may be considered, but they are not the main factors to use in upward real earnings management.

The insignificant result in abnormal operating cash flow and abnormal production cost can imply two ways. First, inventory management ‘Just in Time’ is an alternative way to reduce

cost. Then, overhead expense and carrying cost from excess inventories are reduced. Companies can obtain a high profit, and ending inventory is not over. Products are enough for customers' needs and can be sold at a regular price. Sale promotion and discount may be available to customers, but they are not so frequent until cash inflow has a significant effect. Second, our sample is not enough causing an insignificant result.

From our results, an association exists between high audit quality and lower abnormal discretionary expense. However, direction signs of audit fee and tenure are consistent with those of previous studies. Those signs suggest that lower abnormal operating cash flow, lower discretionary expense and higher production cost exist.

Manager. The result of this study suggests that managers enhance real earnings management through the discretionary expense, which can make a temporary performance for the managers. However, this method is not efficient in the long run, and our study does not recommend this for managers as it will reduce the company's value.

Shareholder. Real earning management by managers provides a high profit to the company. The result can create temporarily satisfaction with shareholders. Our findings show that a high audit quality makes managers maximise real earnings management through discretionary expense. This finding can remind shareholders to be careful, and they should allow the audit committee to randomly check the managers to protect their rights.

Investor. Real earning management by managers provides a high profit to the company. The result can be attractive to investors. From our findings, the auditor's monitoring can make the managers switch to enhance real earnings management through discretionary expense. Investors should study more information, specifically in discretionary expense and compare the performance of companies with many prior years before investing.

Auditor. A high audit quality can make the managers shift from accrual earnings management to real earnings management as it is difficult to verify. Our results in *Abn_Discexp* is significant. The auditor should make more intensive auditing on those expenses to find some unregular transactions and report through KAM in the financial statement to communicate with financial statement's users, such as shareholders and investors.

Regulator. Real earnings management can attract investors, but regulators should randomly check for some companies to build the confidence of investors and warn the companies that they are always being monitored by regulators. However, this process can reduce real earnings management.

Research on audit quality and real earnings management is limited (e.g., Chi, Lisic, & Pevzner, 2011; Alhadab and Clacher, 2017; Sitanggang et al., 2020). Most of them studied audit quality and accrual earnings management (e.g., Krishnan, 2003; Chi, Lisic, & Pevzner, 2011; Alzoubi, 2016; Houqe, Ahmed, & Zijl, 2017). Our research findings are not significant for three proxies to measure real earnings management. Therefore, future research studies can additionally provide audit quality and real earnings management by adding some factors to measure audit quality or study pre- and post-financial crisis.

The limitations of this study are as follows. First, some data are unavailable to download. That is, SETSMART was only available five years (2015–2019), and data in the remaining two years (2013–2014) are manually collected from the financial statement downloaded from SEC. The secondary data, such as audit fee, Big4 and tenure, are also manually collected from 56-1. Second, some companies have recently entered SET, but the data are inefficient to collect, and observations are reduced. Given this limitation, our findings have less testing capabilities, where some variables that we expect to be significant might not be significant at all.

However, this study also finds the relationship between audit quality and real earnings management. Although variables are not all significant, audit fee and tenure show a correct direction sign. To make these variables significant, further studies should collect more data and obtain more observations based on these variables.

References

- Alchian, A. A. and Demsetz, H. (1972). Production, Information Costs, and Economic Organization. *American Economic Review*, 62(5), 777–795.
- Alhadab, M. and Clacher, I. (2018). The Impact of Audit Quality on Real and Accrual Earnings Management around IPOs. *The British Accounting Review*, 442-461.
- Alzoubi. (2016). Audit Quality and Earnings Management: Evidence from Jordan. *Journal of Applied Accounting Research*, 17(2), 170-189.
- Baltagi, B. (2005). *Econometrics Analysis of Panel Data*. John Wiley & Sons.
- Basu, S., Hwang, L., and Jan, C. (2001). *Differences in Conservatism between Big Eight and Non-Big Eight Auditors*. Working paper. City University of New York and California State University.

- Bumrunyot, N. and Sutthachai, S. (2016). A Relationship Between Real Activities Earnings Management and Debt Covenant Maintenance of Listed Companies in The Stock Exchange of Thailand. *Nida Business Journal*, 94-114.
- Chi, W., Lisic, L. L., and Pevzner, M. (2011). Is Enhanced Audit Quality Associated with Greater Real Earnings Management?, *Accounting Horizons*, 25(2), 315-335.
- Cohen, Dey, and Lys. (2008). Real and Accrual-based Earnings Management in the Pre-and Post-Sarbanes-Oxley Periods. *The Accounting Review*, 83(3), 757-787.
- Dechow, P.M. and Skinner, D.J. (2000). Earnings Management: Reconciling the Views of Accounting Academics, Practitioners, and Regulators. *Accounting Horizons*, 14(2), 235-250.
- Ettredge, M. L., Li, C., and Scholz, S. (2007). Audit Fees and Auditor Dismissals in the Sarbanes-Oxley era. *Accounting Horizons*, 371-386.
- Ewert, R., and Wagenhofer, A. (2005). Economic Effects of Tightening Accounting Standards to Restrict Earnings Management. *The Accounting Review*, 80(4), 1101-1124.
- Fufuengsombat, N. (2016). *Audit Quality and Earnings Management*. Bangkok: Integrated Bachelor' s and Master' s Degree Program in Business and Accounting, Faculty of Commerce and Accountancy, Thammasat University.
- Graham, J.R., Harvey, C.R., Rajgopal, S. (2005). The Economic Implications of Corporate Financial Reporting. *Journal of Accounting and Economics*, 40, 3-73.
- Houqe, M. N., Ahmed, K., and Zijl, T. V. (2017). Audit Quality, Earnings Management, and Cost of Equity Capital: Evidence from India. *International Journal of Auditing*, 1-13.
- Institute of Chartered Accountants in England & Wales. (2005). *Agency Theory and the Role of Audit*. The Audit Quality Forum.
- Jensen, M. C. and Meckling, W. H. (1976). Theory of the Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305-360.
- Jensen, M. C. and Smith, C. W. (2000). *Stockholder, Manager and Creditor Interests: Applications of Agency Theory*. Cambridge and London: Harvard University Press, 136-167.
- Jones, J. J. (1991). Earnings Management during Import Relief Investigations. *Journal of Accounting Research*, 193-228.

-
- Krishnan, G. V. (2003). The Association between Big 6 Auditor Industry Expertise and the Asymmetric Timeliness of Earnings. *Auditing: A Journal of Practice and Theory*, 22(1), 109-126.
- Roychowdhury, S. (2006). Earnings Management through Real Activities Manipulation. *Journal of Accounting and Economics*, 42(3), 335-370.
- Schipper, K. (1989). Commentary on Earnings Management. *Accounting Horizons*, 3, 91-102.
- Sitanggang, et al. (2020). Audit Quality and Real Earnings Management: Evidence from the UK. *International Journal of Managerial Finance*, 16(2), 165-181.
- Tummanon, W. (2000), *Do you know Creative Accounting and Earnings Quality?*. Ionic Intertrade Resources.
- Yoon, S. S., & Miller, G. A. (2002). Cash from Operations and Earnings Management in Korea. *The International Journal of Accounting*, 37(4), 395-412.

การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงินโดยใช้แบบจำลอง
ของ Ohlson ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

Analysis of Factors Affecting the Valuation of Financial Ratios Using Ohlson's Model on
the Stock Exchange of Thailand (SET)

กษิ์เดช ตรังเกษตรสิน¹ เจษฎา ประสมศรี² และอานนท์ ฅนอมรฐบ³

Kasidech Trangkasetsin¹ Jetsada Prasomsri² and Arnont Thanomroob³

วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล^{1,2,3}

College of Management Mahidol University^{1,2,3}

E-mail: taekasidech.t@gmail.com

บทคัดย่อ

งานศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อระบุปัจจัยอัตราส่วนทางการเงินที่ส่งผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ด้วยแบบจำลองของ Ohlson(1995) โดยใช้ข้อมูลบริษัทในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย การศึกษาใช้เทคนิค Panel Generalized Least Squares (PGLS) ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2548 ถึง พ.ศ. 2563 ผลการศึกษาแบบจำลองของ Ohlson พบว่าตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อราคาหลักทรัพย์ ประกอบด้วย อัตราส่วนราคาต่อมูลค่าตามบัญชี อัตราส่วนราคาต่อกำไรสุทธิ และ การคาดการณ์อัตราส่วนราคาต่อกำไรสุทธิ กำไรสุทธิต่อหุ้น คาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น ความเสี่ยงที่เป็นระบบ และขนาดของกิจการ ซึ่งนักลงทุนสามารถนำแบบจำลองนี้ช่วยประเมินราคาหลักทรัพย์ได้

คำสำคัญ: การประเมินมูลค่า อัตราส่วนทางการเงิน หลักทรัพย์

Abstract

The purpose of this study was to identify financial ratio factors that affect securities prices by using Ohlson's (1995) model using company data in the Stock Exchange of Thailand. The study used a Panel Generalized Least Squares (PGLS) technique between 2005 and 2020. Ohlson's model study found that the variables that affect securities prices include the price-to-book value ratio (P/BV ratio), the price-to-earnings ratio (P/E ratio), the forecasted price-to-earnings ratio (Forward P/E Ratio), the earnings per share (EPS), the forecasted earnings per share (FEPS), the systemic risk (Beta), and the size of the firm. Investors can use this model to help valuation the price of securities.

Keyword: Valuation, financial ratios, stock

บทนำ

การลงทุนเริ่มเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของผู้คน ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้ผู้คนหันมาสนใจการลงทุนก็คือ การพัฒนาของเทคโนโลยีและการสื่อสารที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้การเข้าถึงข้อมูลสามารถทำได้ง่ายและสะดวก ซึ่งในการลงทุนข้อมูลถือว่าเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องนำมาพิจารณา ไม่ว่าจะเป็น ข้อมูลพื้นฐานของกิจการ ผลประกอบการ นโยบายการขยายกิจการ หรือแม้กระทั่งการเปลี่ยนแปลงผู้บริหาร ข้อมูลเหล่านี้เป็นสิ่งที่นักลงทุนควรคำนึงถึงหากต้องการเข้าไปลงทุนในกิจการ ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินมูลค่า (Valuation) อัตราส่วนทางการเงิน ที่นำข้อมูลตัวแปรทางบัญชีต่าง ๆ เข้ามาเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจลงทุนของนักลงทุนว่าบริษัทควรเข้าไปลงทุนหรือไม่

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการประเมินมูลค่าอัตราส่วนทางการเงินที่ได้รับความนิยม และใช้กันอย่างแพร่หลาย คือ อัตราส่วนราคาต่อมูลค่าตามบัญชี (P/BV Ratio) อัตราส่วนราคาต่อกำไรสุทธิ (P/E Ratio) และการคาดการณ์อัตราส่วนราคาต่อกำไรสุทธิ (Forward P/E Ratio) โดยใช้แบบจำลองของ Ohlson เป็นต้นแบบ จากนั้นเพิ่มตัวแปรที่มีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของราคา ซึ่งตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลองทั้งหมดจะมี ดังนี้ มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (BVPS) กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS) คาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS*) ความเสี่ยงอย่างเป็นระบบ (BETA) ขนาดของกิจการ (Size) ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage) และ อัตราการจ่ายเงินปันผล (Dividend per share)

งานวิจัยในครั้งนี้ใช้แบบจำลองทางเศรษฐมิติโดยวิธีการประมาณค่ากำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (General Least Square : GLS), การทดลองแบบคงที่ (Fixed Effect Model), การทดลองแบบสุ่ม (Random Effect Model) และการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) ข้อมูลที่นำมาใช้เป็นข้อมูลแบบหลายบริษัทหลายช่วงเวลา (Panel Data) ซึ่งหลักเกณฑ์ในการคัดเลือกข้อมูลในครั้งนี้ ใช้ข้อมูลของบริษัทที่จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (SET) ระหว่างปี พ.ศ.2548 จนถึง 2563 ที่มีความต่อเนื่องกันของข้อมูลอย่างน้อยห้าปีต่อเนื่อง โดยยกเว้นบริษัทในกลุ่มสถาบันการเงิน และบริษัทที่อยู่ในระหว่างฟื้นฟูกิจการ

ผลการทดสอบพบว่า แบบจำลองดังกล่าวสามารถอธิบายตัวแปรที่ส่งผลต่อ อัตราส่วนราคาต่อมูลค่าตามบัญชี (P/BV Ratio) อัตราส่วนราคาต่อกำไรสุทธิ (P/E Ratio) และ การคาดการณ์อัตราส่วนราคาต่อกำไรสุทธิ (Forward P/E Ratio) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งการอธิบายกลุ่มอุตสาหกรรมทั้งหมด หรืออธิบายแยกกลุ่มอุตสาหกรรมผลการทดสอบส่วนใหญ่เป็นไปตามทฤษฎีที่ทางกลุ่มได้ตั้งไว้

นอกเหนือจากศึกษาทฤษฎีการประเมินมูลค่าหลักทรัพย์ของ Ohlson แล้วงานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึง ทฤษฎีแบบจำลอง Capital Asset Pricing Model (CAPM) ทฤษฎีแบบจำลองการกำหนดราคาของหลักทรัพย์ Fama-French และทฤษฎีโครงสร้างเงินลงทุน (ทฤษฎีทางเลือก) เพื่อทดสอบตัวแปรที่เพิ่มเข้ามาในแบบจำลองว่ามีความเกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงของราคา

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ทฤษฎีและแนวคิดที่เกี่ยวข้อง (Theories)

1.1 ทฤษฎีการประเมินราคาหลักทรัพย์ของ Ohlson

ทฤษฎีนี้มีจุดเริ่มต้นมาจากสมมติฐานที่เกี่ยวกับการประเมินมูลค่าหุ้น โดยวิธีการคิดลดเงินปันผลที่คาดหวังในอนาคตมาเป็นมูลค่าปัจจุบัน (Dividend Discounted Model) ซึ่งกล่าวไว้ว่า มูลค่าของหลักทรัพย์จะเท่ากับ มูลค่าปัจจุบันของเงินปันผลที่คาดว่าจะได้รับ โดยเพิ่มสมมติฐานในเรื่องเกี่ยวกับ “Clean Surplus Relation” ที่ว่า มูลค่าตามบัญชีในรอบปัจจุบัน จะเท่ากับ มูลค่าตามบัญชีในรอบก่อนหน้าบวกด้วยกำไรสุทธิในรอบปัจจุบัน แล้วหักออกด้วยเงินปันผลที่จ่ายในรอบปัจจุบัน หลังจากนั้นใช้สมมติฐานในเรื่องที่ชื่อว่า Linear Information Dynamics ในเรื่องเกี่ยวกับ “Abnormal Earnings” ที่ว่าตัวแปร กำไรที่ผิดปกติในรอบถัดไป จะเท่ากับผลรวมของ กำไรที่ผิดปกติในรอบปัจจุบันบวกด้วยข้อมูลอื่นๆ ที่ไม่ใช่กำไรที่ผิดปกติ และ ค่าความคลาดเคลื่อน สมการของ Ohlson’s (1995) จึงถูกแสดงโดยตัวแปร ราคาของหลักทรัพย์ ที่เกิดจากผลรวมของ มูลค่าตามบัญชี(BV) กำไรที่ผิดปกติ(Abnormal Earnings) และ ข้อมูลอื่นๆ ที่ไม่ใช่กำไรที่ผิดปกติ(V) จากสมการพบว่าตัวแปร ข้อมูลอื่นๆที่ไม่ใช่กำไรที่ผิดปกติ(V) สามารถกำหนดให้มีค่าเท่ากับศูนย์ได้จากการอ้างอิงถึงงานของ Stober(1999) และตัวแปรกำไรที่ผิดปกติ(Abnormal Earnings) จะสามารถอธิบายได้ด้วยตัวแปร มูลค่าตามบัญชี(BV) กับ กำไรสุทธิ(NI) จึงเป็นที่มาของสมการประเมินมูลค่าหุ้นที่ว่า ราคาของหลักทรัพย์(Price) หาได้จากผลรวมของ มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น(BVPS) และ กำไรสุทธิต่อหุ้น(EPS) อีกทั้งต่อมา Ohlson ได้ศึกษาเพิ่มเติมโดยเพิ่มตัวแปร การคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (FEPS) ในแบบจำลองซึ่งพบว่าตัวแปรดังกล่าวสามารถอธิบายการเปลี่ยนแปลงของราคาได้

1.2 ทฤษฎีการกำหนดราคาหลักทรัพย์ Fama-French

ทฤษฎีที่ต้องอ้างอิงจากแบบจำลองกำหนดราคาหลักทรัพย์ 3 ปัจจัยของ Fama-French ซึ่งหนึ่งในปัจจัยนั้นก็คือ ปัจจัยจากขนาด (Size Factor) ซึ่งได้กล่าวไว้ว่าบริษัทที่มีขนาดเล็กจะมีความเสี่ยงมากกว่าบริษัทที่มีขนาดใหญ่ เนื่องจากความแข็งแกร่งของฐานะทางการเงิน รวมถึงความสามารถในการแข่งขันของบริษัทขนาดเล็กจะน้อยกว่าบริษัทขนาดใหญ่ ทำให้ผู้ลงทุนสามารถคาดหวังผลตอบแทนในบริษัทขนาดเล็กได้มากกว่าบริษัทขนาดใหญ่ ซึ่งผลตอบแทนที่นักลงทุนคาดหวัง (Cost of equity) กับ ราคาของหลักทรัพย์ (Price) มีความสัมพันธ์กันคือ ราคาของหลักทรัพย์เกิดจากการคิดลดผลตอบแทนที่นักลงทุนคาดว่าจะได้รับในอนาคตให้มาเป็นมูลค่าปัจจุบันด้วยผลตอบแทนที่นักลงทุนคาดหวัง ถ้าอ้างอิงจาก Fama-French (1993) การที่บริษัทมีขนาดใหญ่ ย่อมส่งผลให้มีผลตอบแทนที่นักลงทุนคาดหวังต่ำ นั่นแสดงถึงตัวหารที่น้อยลง ถ้าผลตอบแทนที่นักลงทุนคาดว่าจะได้รับในอนาคตไม่เปลี่ยนแปลงจะส่งผลให้ราคาของหลักทรัพย์ปรับตัวเพิ่มสูงขึ้น

1.3 ทฤษฎี Capital asset pricing model (CAPM) ของ William F. Sharpe (1964)

ทฤษฎีดังกล่าวอธิบายถึงความเสี่ยงที่เป็นตัวกำหนดผลตอบแทนหรือราคาของหลักทรัพย์ คือ เบต้า (Beta) ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Systematic Risk) ไม่สามารถจัดได้โดยการกระจายการลงทุน ตาม

ทฤษฎีค่าเบต้าของตลาดจะเท่ากับ 1 หากค่าเบต้าของหลักทรัพย์ตัวใดมากกว่า 1 จะมีความผันผวนมากกว่าตลาด หรือหากน้อยกว่า 1 จะมีความผันผวนน้อยกว่าตลาด หรือในอีกมุมมองหนึ่ง CAPM จะเปรียบเสมือนต้นทุนของผู้ถือหุ้น (Cost of Equity) ยิ่งถ้าเบต้ามี่ค่าสูง จะทำให้ต้นทุนของผู้ถือหุ้นเพิ่มขึ้นส่งผลให้ผลตอบแทนลดลง ซึ่งเมื่อผลตอบแทนลดลง แต่ความเสี่ยงปรับตัวสูงขึ้นจะทำให้ราคาของหลักทรัพย์ปรับตัวลดลง

1.4 ทฤษฎีทางเลือก (Trade-off Theory)

หนึ่งสินถือว่าเป็นส่วนสำคัญในโครงสร้างกิจการ ทฤษฎีดังกล่าวเปรียบเทียบกับระหว่างต้นทุนทางการเงินที่เพิ่มขึ้น และผลประโยชน์ทางภาษีว่าโครงสร้างที่เหมาะสมของกิจการควรมีสัดส่วนแบบใด แต่การถ่วงน้ำหนักเกินไปอาจเป็นอันตรายต่อกิจการและนักลงทุนได้ อย่างไรก็ตามหากการดำเนินงานของกิจการสามารถสร้างอัตราผลตอบแทนที่สูงกว่าอัตราดอกเบี้ยของเงินกู้ หนึ่งอาจช่วยกระตุ้นการเติบโตได้ แต่กลับกันหากระดับหนี้เพิ่มสูงขึ้นและไม่สามารถสร้างผลตอบแทนมาทดแทนอัตราดอกเบี้ยที่เสียไปจนไม่สามารถควบคุมระดับหนี้ได้ อาจนำไปสู่การปรับลดอันดับเครดิตหรือแย่ลง เมื่อมีการปรับลดอันดับเครดิต ส่งผลให้ต้นทุนทางการเงินเพิ่มขึ้น ทำให้กำไรของกิจการลดลง เมื่อกำไรลดลงผลตอบแทนที่ไปสู่นักลงทุนก็มีแนวโน้มที่จะลดลง ทำให้ราคาของหลักทรัพย์ปรับตัวลดลง

1.5 ทฤษฎีการประเมินราคาหลักทรัพย์ของ Ohlson's (1995) Reformulation Model

ทฤษฎีที่ต่อยอดมาจากทฤษฎีการประเมินราคาหลักทรัพย์ของ Ohlson's (1995) ที่ว่าราคาของหลักทรัพย์ ณ เวลาใดๆ หาได้จากผลรวมของ มูลค่าตามบัญชี(BV) กำไรที่ผิดปกติ(Abnormal Earnings) และ ข้อมูลอื่นๆ ที่ไม่ใช่กำไรที่ผิดปกติ(V) โดย Reformulation Model ได้เสนอแนวทางการประเมินราคาหลักทรัพย์ ซึ่งได้จากการนำ Basic Ohlson's model (1995) มาเพิ่มสมมติฐานในเรื่อง "Clean Surplus Relation" ที่ว่า มูลค่าตามบัญชีในรอบปัจจุบัน จะเท่ากับ มูลค่าตามบัญชีในรอบก่อนหน้าบวกด้วยกำไรสุทธิในรอบปัจจุบัน แล้วหักออกด้วยเงินปันผลที่จ่ายในรอบปัจจุบัน หลังจากนั้นเพิ่มสมมติฐานในเรื่อง "Balance Sheet Equation Among Accounting Numbers" อธิบายรูปแบบพื้นฐานของงบแสดงฐานะการเงินว่า ราคาของหลักทรัพย์ ณ เวลาใด ๆ คือ ผลรวมของ มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น(BVPS) กำไรสุทธิต่อหุ้น(EPS) เงินปันผลจ่ายต่อหุ้น (DPS) และ error term ของแต่ละบริษัท ณ เวลา t ใดๆ นี่จึงเป็นที่มาที่ตัวแปร เงินปันผลจ่ายต่อหุ้น (DPS) ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการศึกษา

2. การศึกษาเชิงประจักษ์ที่เกี่ยวข้อง (Empirical studies)

งานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการความสัมพันธ์ของมูลค่ากิจการและราคาของหลักทรัพย์ ที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรทางบัญชี Silvestri, A., & Veltri, S. (2012) โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นกิจการในตลาดหลักทรัพย์ประเทศอิตาลีจำนวน 30 บริษัท ในปี 2009 (หลังจาก Subprime Crisis) โดยเลือกเฉพาะกิจการในอุตสาหกรรมการเงิน คือ ธนาคาร ประกันภัย และการบริการทางการเงิน การทดสอบในครั้งนี้ใช้แบบจำลอง Ohlson Model (1995) เป็นต้นแบบ และเพิ่มตัวแปรทางบัญชีที่คาดว่าจะมีผลกระทบต่อราคาของหลักทรัพย์ คือ

คาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (Forecast Earnings per share) ขนาดของกิจการ (Size) ความเสี่ยงที่เป็นระบบของหลักทรัพย์ (Beta) และ ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage) เข้าไป เพื่อหาความสัมพันธ์ของราคากับตัวแปรทางบัญชี ใช้วิธีการทดสอบทางสถิติแบบ Ordinary Least Square (OLS) และจากการทดสอบพบว่าตัวแปรทางบัญชีที่เลือกมานั้นสามารถอธิบายราคาของหลักทรัพย์ได้ ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างราคาของหลักทรัพย์ กับ มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น กำไรสุทธิต่อหุ้น การคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น และขนาดของกิจการเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ในส่วนของความสัมพันธ์ระหว่างราคาของหลักทรัพย์หลักกับ ความเสี่ยงที่เป็นระบบของหลักทรัพย์ และระดับหนี้สินของกิจการเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน

Senthilnathan, S., & Kajoon, H. (2013) ศึกษาที่ใช้แบบจำลองของ Ohlson เป็นต้นแบบ และมีการปรับเปลี่ยนตัวแปรจากมูลค่าตามบัญชี (BVPS) เป็นการนำสินทรัพย์สุทธิ (Net Asset) กำไร (Earning Pershare) และ เงินปันผล (Dividend) เพื่อหาความสัมพันธ์กับราคา จากแบบจำลองของ Ohlson (1995) โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นกิจการในตลาดหลักทรัพย์ประเทศศรีลังกา ผลการทดลองพบว่าแบบจำลองสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรกับราคาได้อย่างมีนัยสำคัญและมีความสัมพันธ์เชิงบวก

นอกจากนี้ งานวิจัยประเทศแถบละตินอเมริกา Martinez, P., Prior, D., & Rialp, J. (2012) ใช้แบบจำลอง Ohlson เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการทำนายราคาหุ้นสำหรับตลาดหุ้นละตินอเมริกาส่วนใหญ่ ยกเว้นเวเนซุเอลา อาร์เจนตินา และโคลอมเบีย ในกรณีของบราซิล เปรู และปานามา ตัวแบบจำลองใช้ได้ แต่ตัวแปรอย่างน้อยหนึ่งตัวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติหรือมีค่าสัมประสิทธิ์มีค่าติดลบ

ข้อมูลที่ใช้ ตัวแปร และวิธีการทางสถิติ (Methodology)

1. ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา (Data)

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูล S&P Capital IQ ซึ่งศึกษาข้อมูลของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (Stock Exchange of Thailand หรือ SET) โดยศึกษาข้อมูลของทุกบริษัทในตลาด ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2563 (รวมระยะเวลาที่ศึกษาทั้งสิ้น 15ปี) ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยเป็นข้อมูลแบบ Unbalanced Panel data โดยข้อมูล(ตัวแปร)ที่นำมาใช้ในการศึกษา ได้แก่ ราคาหลักทรัพย์ (Price adjusted), มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (Book value per share), กำไรสุทธิต่อหุ้น (Earnings per share), คาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (Forecast earnings per share), ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Beta), ขนาดของกิจการ (Size), ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage), และเงินปันผลจ่ายต่อหุ้น (Dividend per share)

2. ตัวแปร (Variables)

2.1 ตัวแปรตาม (Dependent Variables)

ราคาหลักทรัพย์ของกิจการ (Price adjusted)

ราคาเฉลี่ยของหลักทรัพย์ของเดือนเมษายน ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548-2563 รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 15 ปี

2.2 ตัวแปรอธิบาย (Explanatory Variables)

มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (Book value per share)

Book value = Total Asset – Total Liabilities

Book value per share = Book value / number of shares outstanding

มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น เกิดจากการนำมูลค่าตามบัญชี ณ วันที่ 31/03 มาหารกับจำนวนหุ้นของบริษัท จะเท่ากับมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น ณ วันที่ 31/03

กำไรสุทธิต่อหุ้น (Earnings per share)

Earnings per share = Net income / number of shares outstanding

กำไรสุทธิต่อหุ้น เกิดจากการนำกำไรสุทธิ ณ วันที่ 31/03 มาหารกับจำนวนหุ้นของบริษัท ซึ่งจะได้เป็นกำไรสุทธิต่อหุ้นของบริษัท ณ วันที่ 31/03

การคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (Forecast Earnings per share)

เป็นการคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น โดยคาดการณ์ล่วงหน้าไป 12 เดือน นับจากวันที่ 31/03 ซึ่งข้อมูลการคาดการณ์หาได้จาก S&P Capital IQ โดยใช้ผลสำรวจจากข้อมูลนักวิเคราะห์หลักทรัพย์ CIQ estimate consensus

ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Beta)

ค่าเบต้าที่นำมาใส่ในแบบจำลอง คือ ค่าเบต้าย้อนหลัง 2 ปี ซึ่งจะย้อนหลังจากวันที่ 31/03 โดยคิดแบบรายสัปดาห์ และใช้ MSCI เป็น Benchmark

ขนาดของกิจการ (Size)

Market capitalization = Market price x Number of shares outstanding

ขนาดของกิจการของบริษัท จะวัดโดยใช้มูลค่าหลักทรัพย์ตามราคาตลาด (Market capitalization) โดยใช้ข้อมูล ณ วันที่ 31/03

ระดับหนี้สิน (Leverage)

Leverage = total debts / total assets

ระดับหนี้สินของบริษัทสะท้อนถึงความเสี่ยงของบริษัท โดยจะวัดจากการเทียบ หนี้สินที่มีการจ่ายดอกเบี้ย (debts) และ สินทรัพย์ (Assets) ซึ่งเราจะใช้ข้อมูล หนี้สินรวมที่มีการจ่ายดอกเบี้ยของบริษัท ณ วันที่ 31/03 หารกับ สินทรัพย์รวมของบริษัท ณ วันที่ 31/03 จะได้เป็น Leverage ratio ณ วันที่ 31/03

เงินปันผลจ่ายต่อหุ้น (Dividend per share)

Dividend = Dividend paid / number of shares outstanding

เงินปันผลจ่ายต่อหุ้น เป็นเงินที่บริษัทจ่ายให้ผู้ถือหุ้น ซึ่งทางกลุ่มเราใช้ข้อมูลเงินปันผลจ่ายต่อหุ้นมา ณ วันที่ 31/03

ตารางที่ 1 ตารางสรุปตัวแปรที่ใช้ในการทดสอบ

ตัวแปร	นิยาม	การวัดผล	สัญลักษณ์ที่คาดหวัง	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
ราคาหลักทรัพย์ของกิจการ (Price)	ราคาหลักทรัพย์ของกิจการเฉลี่ยของเดือนเมษายน	ราคาหลักทรัพย์ของกิจการเฉลี่ยของเดือนเมษายน	0	0
มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น(BVPS)	มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น คือ สินทรัพย์รวมหักออกด้วยหนี้สินรวมและหารด้วยจำนวนหุ้นของกิจการ	มูลค่าตามบัญชีของกิจการ ณ วันที่ 31/03 ÷ จำนวนหุ้นสามัญของกิจการ	+	Ohlson Model (1995)
กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS)	กำไรสุทธิต่อหุ้น คือ กำไรสุทธิของกิจการหารด้วยจำนวนหุ้นของกิจการ	กำไรสุทธิของกิจการ ณ วันที่ 31/03 ÷ จำนวนหุ้นสามัญของกิจการ	+	Ohlson Model (1995)
คาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (FEPS)	การคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (S&P Capital IQ) (CIQ estimate consensus)	การคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้นล่วงหน้าเป็นเวลา 12 เดือน นับจากวันที่ 31/03	+	Ohlson Model (2001)
ความเสี่ยงที่เป็นระบบ(BETA)	ค่าเบต้า คือ ค่าความเสี่ยงที่เป็นระบบของหลักทรัพย์ (Systematic Risk)	ค่าเบต้าคิดคำนวณแบบรายสัปดาห์ย้อนหลัง 2 ปี นับตั้งแต่วันที่ 31/03 (MSCI Benchmark)	-	Capital asset pricing Model (CAPM)
ขนาดของกิจการ (Size)	ขนาดของกิจการ เป็นความเสี่ยงเฉพาะของกิจการ วัดโดยมูลค่าหลักทรัพย์ตามราคาตลาด	มูลค่าหลักทรัพย์ตามราคาตลาดของกิจการ ณ วันที่ 31/03	+	Fama-French Model
ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage)	ระดับหนี้สินของกิจการ เป็นความเสี่ยงเฉพาะของกิจการ	หนี้สินรวมของกิจการ ณ วันที่ 31/03 ÷ สินทรัพย์	-	Trade-off Theory

ตัวแปร	นิยาม	การวัดผล	สัญลักษณ์ที่ คาดหวัง	ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
		รวมของกิจการ ณ วันที่ 31/03		
เงินปันผลจ่าย ต่อหุ้น(DPS)	เงินปันผลจ่ายต่อหุ้น คือ เงินปันผลทั้งหมดที่บริษัท จ่ายให้แก่ผู้ถือหุ้นหารด้วย จำนวนหุ้นของกิจการ	เงินปันผลจ่าย ณ วันที่ 31/03 ÷ จำนวนหุ้นสามัญ ของกิจการ	-	Ohlson (1995) Reformulation Model

แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษา

$$P_{it} = \beta_0 + \beta_1 BVPS_{it} + \beta_2 EPS_{it} + \beta_3 EPS^*_{it} + \beta_4 beta_{it} + \beta_5 size_{it} + \beta_6 leverage_{it} + \beta_7 DPS_{it} + \varepsilon_{it}$$

โดยที่ตัวแปร

P_{it} = ราคาหลักทรัพย์ของกิจการ i ณ เวลา t

B = ค่า Intercept

$BVPS_{it}$ = มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้นของกิจการ i ณ เวลา t

EPS_{it} = กำไรสุทธิต่อหุ้นของกิจการ i ณ เวลา t

$FEPS_{it}$ = คาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้นของกิจการ i ณ เวลา t

$Beta_{it}$ = ความเสี่ยงที่เป็นระบบของกิจการ i ณ เวลา t

$Size_{it}$ = ขนาดของกิจการ i ณ เวลา t

$Leverage_{it}$ = ระดับหนี้สินของกิจการ i ณ เวลา t

DPS_{it} = เงินปันผลจ่ายต่อหุ้นของกิจการ i ณ เวลา t

3. วิธีการทางสถิติ (Model and Estimation Method)

วิธีการทางสถิติของกลุ่มเราเริ่มด้วยการนำตัวแปรทั้งหมด 3 ตัว ได้แก่ มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (Book value per share), กำไรสุทธิต่อหุ้น (Earnings per share) และคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (Forecast earnings per share) มาหารตลอดทั้งสมการ ซึ่งการนำมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (BVPS) มาหารทั้งสมการเพื่อเปลี่ยนตัวแปรตามจากราคาปกติเป็น ราคาต่อมูลค่าตามบัญชี (P/BV) การนำกำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS) มาหารทั้งสมการเพื่อเปลี่ยนตัวแปรตามจากราคาปกติเป็น ราคาตลาดต่อกำไรสุทธิต่อหุ้น (P/E) และการนำคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (FEPS) มาหารทั้งสมการเพื่อเปลี่ยนตัวแปรตามจากราคาปกติเป็น ราคาตลาดต่อคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (Forward P/E)

จากนั้นใช้การทดสอบทางเศรษฐมิติ (Econometric) โดยใช้การประมาณค่าจากวิธีการกำลังสองน้อยที่สุดแบบทั่วไป (General Least Square: GLS) ทำการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามกับตัวแปรอธิบายต่างๆในสมการ โดยจะทำการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เลือกมาทั้งหมดก่อน หลังจากนั้นจะทำการทดสอบแยกเป็นรายอุตสาหกรรม โดยทางกลุ่มแบ่งอุตสาหกรรมออกเป็น 8 อุตสาหกรรมโดยยึดรูปแบบการแบ่งตามตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ได้ดังนี้

1. อุตสาหกรรมเกษตรและอุตสาหกรรมอาหาร (AGRO) ประกอบไปด้วย 17 บริษัท ได้แก่ BR, BRR, CBG, CPF, GFPT, ICHI, KSL, MALEE, MINT, M, SAPPE, CFRESH, STA, TACC, TKN, TU, TVO

2. อุตสาหกรรมสินค้าอุปโภคบริโภค (CONSUMP) ประกอบไปด้วย 3 บริษัท ได้แก่ JUBILEE, MODERN, TOG

3. อุตสาหกรรมธุรกิจการเงิน (FINCIAL) ทางกลุ่มผู้วิจัยได้ตัดสินใจที่จะไม่รวมอุตสาหกรรมธุรกิจการเงินเข้ามาในงานวิจัยด้วย เนื่องจากการบันทึกตัวแปรในงบการเงินเป็นการบันทึกเฉพาะอุตสาหกรรมมีความแตกต่างจากอุตสาหกรรมอื่น

4. อุตสาหกรรมสินค้าอุตสาหกรรม (INDUS) ประกอบไปด้วย 10 บริษัท ได้แก่ AH, IVL, PCSGH, PTTGC, SNC, SAT, TSTH, STANLY, UEC, VNT

5. อุตสาหกรรมอสังหาริมทรัพย์ และก่อสร้าง (PROPCON) ประกอบไปด้วย 33 บริษัท ได้แก่ AMATA, ANAN, AP, BJCHI, CPN, CK, DRT, DCC, EPG, FPT, ITD, LPN, LH, MK, NWR, QH, RML, ROJNA, SIRI, SC, SEAFCO, SCCC, SF, STEC, STPI, SPALI, PLAT, SCC, TASCO, TPIPL, TTCL, UNIQ, WHA

6. อุตสาหกรรมทรัพยากร (RESOURC) ประกอบไปด้วย 20 บริษัท ได้แก่ BCP, BAFS, BANPU, CKP, DEMCO, EGCO, EA, ESSO, GPSC, GUNKUL, IRPC, LANNA, PTTEP, PTT, RATCH, SGP, SPCG, TOP, TPCH, TTW

7. อุตสาหกรรมบริการ (SERVICE) ประกอบไปด้วย 39 บริษัท ได้แก่ AOT, AAV, AS, BA, BCH, BDMS, BEAUTY, BEC, BJC, BTS, BH, CENTEL, CHG, COM7, CPALL, WORK, GRAMMY, HMPRO, JWD, KAMART, LPH, LOXLEY, MAJOR, MCOT, MEGA, MONO, PLANB, PSL, RCL, RS, SVH, GLOBAL, MAKRO, SINGER, TKS, THAI, ERW, TTA, VGI

8. อุตสาหกรรมเทคโนโลยี (TECH) ประกอบไปด้วย 17 บริษัท ได้แก่ ADVANCE, AIT, CCET, DELTA, HANA, INTUCH, JAS, KCE, MFEC, SAMART, SDC, SAMTEL, SVI, SYMC, THCOM, DTAC, TRUE

ผลการทดสอบทางสถิติ

1. ผลการทดสอบทางสถิติของทั้ง 7 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงิน

จากผลการศึกษาการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงิน ราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น(P/BV) ราคาตลาดต่อกำไรสุทธิต่อหุ้น (P/E) และราคาตลาดต่อค่าการณำกำไรสุทธิต่อหุ้น(Forward P/E) โดยใช้แบบจำลองของ Ohlson มาประยุกต์ใช้ในการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงินในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ซึ่งประกอบไปด้วยตัวแปรอธิบาย 1. มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (BVPS) 2.กำไรสุทธิต่อหุ้น(EPS) 3.ค่าการณำกำไรสุทธิต่อหุ้น(FEPS) 4.ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Beta) 5. ขนาดของกิจการ(SIZE) 6. ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage) 7. เงินปันผลต่อหุ้น(DPS) ซึ่งมีผลการศึกษา เป็นดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบทางสถิติของตัวแปรในแบบจำลอง

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
Symbol					
No	2,085	70	40.134	1	139
T	2,085	2,012	4.322	2,005	2,019
EPS	1,903	1.750	4.505	-12.584	61.163
FEPS	1,513	2.079	4.420	-5.104	42.533
BVPS	1,904	12.044	29.653	-34.763	737.361
DPS	1,904	1.057	3.251	0.000	83.730
PAVG4	1,780	26.796	57.446	0.125	542.235
BETAT	1,734	0.485	0.331	-0.377	1.799
LEV	1,907	0.283	0.184	0.000	0.843
MKCAP	1,772	56789.960	131826.900	204.000	1576677.000
LNMKCAP	1,772	9.677	1.566	5.318	14.271

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบผลจากการทดสอบการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงิน ราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (P/BV) ทั้งแบบข้อมูลรวมทุกอุตสาหกรรม และแบบแยกเป็นรายอุตสาหกรรม หมายเหตุ: () = Standard Error และ นัยสำคัญทางสถิติ 3 ระดับคือ 10% [*], 5% [**] และ 1% [***]

ตัวแปรอธิบาย	เครื่องหมาย ที่คาดหวัง	กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด	เกษตรและอาหาร	สินค้าอุปโภค บริโภค	สินค้า อุตสาหกรรม	อสังหาริมทรัพย์ และก่อสร้าง	ทรัพยากร	บริการ	#เทคโนโลยี#
มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (BVPS)	+								
กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS)	+	0.079 *** (0.006)	-0.541 (0.621)	-8.063 ** (3.314)	-0.918 * (0.509)	-1.366 *** (0.463)	0.248 (0.276)	0.078 *** (0.022)	0.240 (0.549)
การคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS*)	+	3.339 *** (0.240)	4.018 *** (0.760)	3.803 ** (1.618)	5.345 *** (0.929)	7.103 *** (0.511)	4.222 *** (0.574)	-0.329 * (0.200)	4.074 *** (0.802)
ขนาดของกิจการ (Size)	+	0.971 *** (0.045)	1.561 *** (0.169)	2.897 *** (0.835)	1.305 *** (0.174)	0.880 *** (0.052)	1.325 *** (0.155)	2.090 *** (0.119)	1.031 *** (0.142)
ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage)	-	0.519 *** (0.192)	-4.094 *** (0.983)	4.870 ** (2.038)	-1.509 (1.062)	0.347 (0.296)	0.401 (0.855)	0.225 (0.451)	3.122 *** (0.866)
เงินปันผลต่อหุ้น (DPS)	-	7.068 *** (0.388)	5.355 *** (1.352)	17.923 ** (8.566)	8.535 *** (1.217)	7.521 *** (0.685)	5.457 *** (1.107)	12.358 *** (0.714)	7.194 *** (1.055)
ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Beta)	-	-0.300 ** (0.147)	-1.648 ** (0.738)	-1.299 * (0.782)	-1.885 ** (0.487)	-0.148 (0.147)	0.294 (0.518)	-1.022 *** (0.281)	3.956 *** (0.565)
ส่วนกลับมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (Inverse BVPS)		-7.746 *** (0.418)	-11.165 *** (1.574)	-23.449 *** (5.379)	-10.024 *** (1.337)	-7.865 *** (0.508)	-11.477 *** (1.706)	-16.124 *** (1.154)	-11.307 *** (1.317)
ค่าคงที่ (Constant)		0.420 *** (0.030)	0.536 *** (0.073)	0.644 ** (0.285)	0.177 ** (0.089)	-0.062 * (0.037)	0.298 *** (0.068)	0.585 *** (0.043)	0.760 *** (0.152)
จำนวนข้อมูล		1480	152	26	109	379	210	402	202
จำนวนหุ้น		139	17	3	10	33	20	39	17
Chi2		3153.743 ***	397.513 ***	980.138 ***	403.424 ***	2576.736 ***	537.018 ***	1671.492 ***	2840.600 ***
R2		69.222%	34.616%	21.600%	51.624%	86.531%	28.858%	86.779%	95.932%
Log likelihood		-2140.223	-172.405	-16.727	-52.322	-459.800	-172.010	-753.220	

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบผลจากการทดสอบการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงิน ราคาตลาดต่อกำไรสุทธิ (P/E) ทั้งแบบข้อมูลรวมทุกอุตสาหกรรมและแบบแยกเป็นรายอุตสาหกรรม หมายเหตุ: () = Standard Error และ นัยสำคัญทางสถิติ 3 ระดับคือ 10% [*], 5% [**] และ 1% [***]

ตัวแปรอธิบาย	เครื่องหมาย ที่คาดหวัง	กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด	เกษตรและ อาหาร	สินค้าอุปโภค บริโภค	สินค้า อุตสาหกรรม	อสังหาริมทรัพย์ และก่อสร้าง	ทรัพยากร	บริการ	เทคโนโลยี
มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (BVPS)	+	0.954 *** (0.006)	0.511 *** (0.048)	0.249 (0.230)	0.456 *** (0.061)	0.823 *** (0.046)	0.392 *** (0.471)	0.622 *** (0.014)	0.709 *** (0.067)
กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS)	+								
การคาดการณ์กำไรสุทธิ ต่อหุ้น (EPS*)	+	-0.379 ** (0.153)	4.812 *** (0.445)	14.071 *** (2.324)	3.251 *** (0.791)	6.695 *** (0.472)	3.876 *** (0.391)	-0.881 *** (0.205)	-0.173 *** (0.054)
ขนาดของกิจการ (Size)	+	1.183 *** (0.392)	1.593 *** (0.112)	0.819 (1.116)	1.210 *** (0.158)	0.337 *** (0.451)	0.956 *** (0.097)	2.699 *** (0.933)	1.116 *** (0.105)
ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage)	-	-1.165 *** (0.100)	-6.025 *** (0.803)	4.223 (9.655)	-2.077 *** (0.649)	-1.144 *** (0.393)	-1.224 (0.746)	1.450 *** (0.231)	0.964 (0.680)
เงินปันผลต่อหุ้น (DPS)	-	-0.007 (0.173)	3.791 *** (1.197)	9.511 (12.981)	6.799 *** (1.285)	7.989 *** (0.798)	-1.815 * (0.701)	12.461 *** (0.903)	2.019 ** (0.791)
ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Beta)	-	-0.645 *** (0.048)	-3.099 *** (0.405)	-0.309 (2.179)	-1.493 *** (0.363)	0.347 (0.759)	-1.569 *** (0.384)	-1.189 *** (0.244)	-0.483 ** (0.239)
ส่วนกลับกำไรสุทธิต่อหุ้น (Inverse EPS)		-8.757 *** (0.341)	-9.185 *** (0.872)	-8.684 (7.680)	-9.405 *** (1.210)	-2.451 *** (0.381)	-6.429 *** (1.150)	-21.704 *** (0.904)	-9.340 *** (1.132)
ค่าคงที่ (Constant)		3.279 *** (0.154)	-0.839 (0.635)	-4.315 (5.531)	0.749 (0.735)	-4.792 *** (0.639)	3.929 *** (0.292)	0.042 (0.199)	6.075 *** (0.730)
จำนวนข้อมูล		1480	152	26	109	379	210	402	202
จำนวนหุ้น		139	17	3	10	33	20	39	17
Chi2		805683.420 ***	12634.370 ***	247.920 ***	3619.850 ***	16401.900 ***	6020.280 ***	13070070 ***	49333.060 ***
R2		98.44%	92.07%	76.39%	80.65%	95.44%	78.56%	85.79%	95.89%
Log likelihood		-5576.131	-490.594		-302.059	-1311.785	-683.494	-1653.044	-732.264

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบผลจากการทดสอบการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงิน ราคาตลาดต่อคาดการณ์กำไรสุทธิ (Forward P/E) ทั้งแบบข้อมูลรวมทุกอุตสาหกรรม และแบบแยกเป็นรายอุตสาหกรรม หมายถึง () = Standard Error และ นัยสำคัญทางสถิติ 3 ระดับคือ 10% [*], 5% [**] และ 1% [***]

ตัวแปรอธิบาย	เครื่องหมาย ที่คาดหวัง	กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด	เกษตรและอาหาร	สินค้าอุปโภค บริโภค	สินค้า อุตสาหกรรม	อสังหาริมทรัพย์ และก่อสร้าง	ทรัพยากร	บริการ	เทคโนโลยี
มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (BVPS)	+	0.437 *** (0.016)	0.394 *** (0.051)	0.329 * (0.190)	0.377 *** (0.060)	1.005 *** (0.042)	0.397 *** (0.062)	0.425 *** (0.028)	0.295 *** (0.045)
กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS)	+	-0.003 (0.042)	-2.169 *** (0.504)	-6.736 (4.900)	-1.024 *** (0.344)	-0.211 (0.250)	0.955 *** (0.289)	-0.011 (0.042)	-0.851 *** (0.234)
การคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS*)	+								
ขนาดของกิจการ (Size)	+	1.052 *** (0.036)	1.087 *** (0.121)	1.321 (1.035)	1.027 *** (0.165)	0.903 *** (0.069)	0.589 *** (0.151)	1.441 *** (0.098)	1.136 *** (0.118)
ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage)	-	-0.645 *** (0.257)	-2.874 *** (0.929)	3.807 (8.533)	-0.815 (0.948)	-0.362 (0.402)	4.733 *** (1.164)	0.350 (0.512)	2.658 *** (0.521)
เงินปันผลต่อหุ้น (DPS)	-	4.737 *** (0.380)	5.825 *** (1.283)	17.003 (11.984)	7.843 *** (1.325)	10.380 *** (0.673)	5.743 *** (1.123)	-0.777 (1.049)	0.076 (0.262)
ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Beta)	-	0.064 (0.056)	-0.232 (0.517)	-0.990 (2.034)	-0.517 (0.340)	-0.206 (0.183)	-0.066 (0.390)	-0.265 (0.263)	-0.589 ** (0.279)
ส่วนกลับคาดการณ์กำไรสุทธิ ต่อหุ้น (Inverse FEPS)		-7.926 *** (0.292)	-7.683 *** (1.189)	-12.256 * (6.943)	-8.690 *** (1.355)	-7.705 *** (0.608)	-6.562 *** (1.577)	-11.166 *** (0.996)	-10.195 *** (1.017)
ค่าคงที่ (Constant)		4.336 *** (0.223)	6.555 *** (0.788)	9.521 *** (2.274)	5.101 *** (0.774)	-0.172 (0.342)	3.598 *** (0.575)	12.990 *** (0.845)	10.589 *** (0.565)
จำนวนข้อมูล		1480	152	26	109	379	210	402	202
จำนวนหุ้น		139	17	3	10	33	20	39	17
Chi2		5184.500 ***	327.660 ***	16.416 ***	588.381 ***	12123.301 ***	304.842 ***	1467.546 ***	528.540 ***
R2		23.504%	25.458%	38.436%	72.288%	96.896%	57.054%	9.424%	60.145%
Log likelihood		-5088.173	-455.787	-	-270.583	-1264.105	-554.944	-1614.270	-650.516

ตารางที่ 6 การเปรียบเทียบผลจากการทดสอบการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงิน ราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (P/BV) ทั้งแบบข้อมูลรวมทุกอุตสาหกรรม และแบบแยกเป็นรายอุตสาหกรรม ในเชิงเปรียบเทียบกับผลที่คาดหวังตามสมมติฐานของกลุ่ม

ตัวแปรอธิบาย	เครื่องหมาย ที่คาดหวัง	กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด	เกษตรและอาหาร	สินค้าอุปโภค บริโภค	สินค้า อุตสาหกรรม	อสังหาริมทรัพย์ และก่อสร้าง	ทรัพยากร	บริการ	#เทคโนโลยี#
มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (BVPS)	+								
กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS)	+	+ ✓	- ?	- ✗	- ✗	- ✗	+ ?	+ ✓	+ ?
การคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS*)	+	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	- ✗	+ ✓
ขนาดของกิจการ (Size)	+	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓
ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage)	-	+ ✗	- ✓	+ ✗	- ?	+ ?	+ ?	+ ?	+ ✗
เงินปันผลต่อหุ้น (DPS)	-	+ ✗	+ ✗	+ ✗	+ ✗	+ ✗	+ ✗	+ ✗	+ ✗
ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Beta)	-	- ✓	- ✓	- ✓	- ✓	- ?	+ ?	- ✓	+ ✗
ส่วนกลับมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (Inverse BVPS)		-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าคงที่ (Constant)		+	+	+	+	-	+	+	+
จำนวนข้อมูล		1480	152	26	109	379	210	402	202
จำนวนหุ้น		139	17	3	10	33	20	39	17
Chi2		3153.743	397.513	980.138	403.424	2576.736	537.018	1671.492	2840.600
R2		69.222%	34.616%	21.600%	51.624%	86.531%	28.858%	86.779%	95.932%
Log likelihood		-2140.223	-172.405	-16.727	-52.322	-459.800	-172.010	-753.220	

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ 90% ✓ = เครื่องหมายถูกและมีนัยสำคัญ ✗ = เครื่องหมายผิดและมีนัยสำคัญ ? = ไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบผลจากการทดสอบการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงิน ราคาตลาดต่อกำไรสุทธิ (P/E) ทั้งแบบข้อมูลรวมทุกอุตสาหกรรมและแบบแยกเป็นรายอุตสาหกรรม ในเชิงเปรียบเทียบกับผลที่ คาดหวังตามสมมติฐานของกลุ่ม

ตัวแปรอธิบาย	เครื่องหมาย ที่คาดหวัง	กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด	เกษตรและ อาหาร	สินค้าอุปโภค บริโภค	สินค้า อุตสาหกรรม	อสังหาริมทรัพย์ และก่อสร้าง	ทรัพยากร	บริการ	เทคโนโลยี
มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (BVPS)	+	+ ✓	+ ✓	- ?	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓
กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS)	+								
การคาดการณ์กำไรสุทธิ ต่อหุ้น (EPS*)	+	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	- ✗	- ✗
ขนาดของกิจการ (Size)	+	+ ✓	+ ✓	+ ?	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓
ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage)	-	- ✓	- ✓	+ ?	- ✓	- ✓	- ?	+ ✗	+ ?
เงินปันผลต่อหุ้น (DPS)	-	+ ✗	+ ✗	- ?	+ ✗	+ ✗	- ✓	+ ✗	+ ✗
ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Beta)	-	- ✓	- ✓	- ?	- ✓	+ ?	- ✓	- ✓	- ✓
ส่วนกลับมูลค่าตามบัญชี ต่อหุ้น (Inverse BVPS)		-	-	-	-	-	-	-	-
ค่าคงที่ (Constant)		-	-	+	+	-	+	+	+
จำนวนข้อมูล		1480	152	26	109	379	210	402	202
จำนวนหุ้น		139	17	3	10	33	20	39	17
Chi2		805683.420 ***	12634.370 ***	247.920 ***	3619.850 ***	16401.900 ***	6020.280 ***	13070070 ***	49333.060 ***
R2		98.44%	92.07%	76.39%	80.65%	95.44%	78.56%	85.79%	95.89%
Log likelihood		-5576.131	-490.594		-302.059	-1311.785	-683.494	-1653.044	-732.264

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ 90% ✓ = เครื่องหมายถูกและมีนัยสำคัญ ✗ = เครื่องหมายผิดและมีนัยสำคัญ ? = ไม่มีนัยสำคัญ

ตารางที่ 8 การเปรียบเทียบผลจากการทดสอบการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงิน ราคาตลาดต่อราคาตลาดต่อคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (Forward P/E) ทั้งแบบข้อมูลรวมทุกอุตสาหกรรมและแบบแยกเป็นรายอุตสาหกรรม ในเชิงเปรียบเทียบกับผลที่ คาดหวังตามสมมติฐานของกลุ่ม

ตัวแปรอธิบาย	เครื่องหมาย ที่คาดหวัง	กลุ่มตัวอย่าง ทั้งหมด	เกษตรและอาหาร	สินค้าอุปโภค บริโภค	สินค้า อุตสาหกรรม	อสังหาริมทรัพย์ และก่อสร้าง	ทรัพยากร	บริการ	เทคโนโลยี
มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (BVPS)	+	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓
กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS)	+	- ?	- ✗	- ?	- ✗	- ?	+ ✓	- ?	- ✗
การคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS*)	+								
ขนาดของกิจการ (Size)	+	+ ✓	+ ✓	+ ?	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓
ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage)	-	- ✓	- ✓	+ ?	- ?	- ?	+ ✗	+ ?	+ ✗
เงินปันผลต่อหุ้น (DPS)	-	+ ✗	+ ✗	+ ?	+ ✗	+ ✗	+ ✗	- ?	+ ?
ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Beta)	-	+ ?	- ?	- ?	- ?	- ?	- ?	- ?	- ✓
ส่วนกลับคาดการณ์กำไรสุทธิ ต่อหุ้น (Inverse FEPS)		- ✓	- ✓	- ✓	- ✓	- ✓	- ✓	- ✓	- ✓
ค่าคงที่ (Constant)		+ ✓	+ ✓	+ ✓	+ ✓	- ?	+ ✓	+ ✓	+ ✓
จำนวนข้อมูล		1480	152	26	109	379	210	402	202
จำนวนหุ้น		139	17	3	10	33	20	39	17
Chi2		5184.500 ***	327.660 ***	16.416 ***	588.381 ***	12123.301 ***	304.842 ***	1467.546 ***	528.537 ***
R2		23.504%	25.458%	38.436%	72.288%	96.896%	57.054%	9.424%	60.145%
Log likelihood		-5088.173	-455.787	-	-270.583	-1264.105	-554.944	-1614.270	-650.516

หมายเหตุ: นัยสำคัญทางสถิติที่ 90% ✓ = เครื่องหมายถูกและมีนัยสำคัญ ✗ = เครื่องหมายผิดและมีนัยสำคัญ ? = ไม่มีนัยสำคัญ

ความสัมพันธ์จากผลการทดสอบที่ควรจะเป็น เพื่อให้สอดคล้องกับทฤษฎีของ Ohlson และ ทฤษฎีที่ทางกลุ่มได้ตั้งไว้ คือ มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น(BVPS), กำไรสุทธิต่อหุ้น(EPS), คาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น(FEPS) และตัวแปรขนาดของกิจการ(SIZE) กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (P/BV) แบบจำลองราคาตลาดต่อกำไรสุทธิ (P/E) และ แบบจำลองราคาตลาดต่อคาดการณ์กำไรสุทธิ (Forward P/E) เป็นไปในทิศทางเดียวกัน ในส่วนของตัวแปรระดับหนี้สินของกิจการ(Leverage), เงินปันผลต่อหุ้น(DPS) และ ตัวแปรความเสี่ยงที่เป็นระบบ(BETA) กำหนดให้มีความสัมพันธ์กับราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (P/BV) แบบจำลองราคาตลาดต่อกำไรสุทธิ (P/E) และ แบบจำลองราคาตลาดต่อคาดการณ์กำไรสุทธิ (Forward P/E) เป็นไปในทิศทางตรงข้ามกัน ผลการทดสอบที่ตรงตามทฤษฎีและมีนัยสำคัญ ที่พบมากที่สุด คือ ตัวแปรมูลค่าทางบัญชีต่อหุ้น(BVPS) และ ตัวแปรขนาดของกิจการ(SIZE) ในทางกลับกันผลทดลองที่ไม่ตรงตามทฤษฎี และมีนัยสำคัญ ที่พบมากที่สุด คือ เงินปันผลต่อหุ้น(DPS)

เมื่อนำตารางผลการทดสอบทั้งสามมาเปรียบเทียบกัน พบอีก ความสัมพันธ์ส่วนใหญ่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน และมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จะมีตัวแปรบางตัวจากแบบจำลองที่ความสัมพันธ์ไม่ตรงกับทฤษฎีที่คาดการณ์เอาไว้ คือ ตัวแปรเงินปันผลต่อหุ้น(DPS), ตัวแปรระดับหนี้สินของกิจการ(Leverage) และ ตัวแปรกำไรสุทธิต่อหุ้น(EPS) ซึ่งสามารถอธิบายได้ด้วยเหตุผลและทฤษฎี ดังนี้

ตารางที่ 9 ตัวแปรที่อธิบายผลผิดพลาด จากการทดสอบการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงิน ราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (Price To Book value)

ตัวแปรที่อธิบายผิดพลาด	อธิบายโดย
DPS	Signaling Theory
Leverage	MM Theory
EPS	งานวิจัยที่คล้ายกัน

ตัวแปรเงินปันผลต่อหุ้น(DPS) : จากผลสรุปในตาราง พบว่าตัวแปรเงินปันผลต่อหุ้น (DPS) สามารถใช้อธิบาย ราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (P/BV) ได้ แต่มักจะอธิบายผิดพลาดไม่ตรงกับสมมติฐานของกลุ่มที่ตั้งไว้ ทางกลุ่มจึงสังเกตเห็นว่าการผิดพลาดในครั้งนี้นี้สามารถใช้ ทฤษฎี Signaling มาช่วยอธิบายได้ ซึ่งตัวทฤษฎีนี้มีใจความว่า บริษัทมักจะรู้ข้อมูลสำคัญๆ มากกว่านักลงทุนจึงมักจะส่งสัญญาณบางอย่างเพื่อสื่อสารกับนักลงทุนในตลาดอยู่เสมอ ๆ เช่น ในตลาดหุ้นไทยบริษัทในตลาดมักเลือกใช้การจ่ายเงินปันผลเพื่อเป็นการส่งสัญญาณ โดยจ่ายปันผลเยอะเพื่อแสดงออกว่าธุรกิจมีกำไรดีทำให้มีความสามารถในการจ่ายเงินปันผลในปริมาณมาก หรืออีกวิธีคือเลือกการจ่ายปันผลแบบคงที่แต่จ่ายแบบสม่ำเสมอ เพื่อสื่อถึงนักลงทุนในตลาดว่า

บริษัทยังเติบโตได้ดีอยู่ทั้งในปัจจุบันและอนาคตข้างหน้า เพื่อสื่อว่าบริษัทยังสามารถทำกำไรได้ดี และมีความสามารถในการจ่ายปันผลอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นแล้วจึงเกิดเป็นความแตกต่างจากสมมติฐานเดิมที่ทางกลุ่มเลือกให้ตัวแปรเงินปันผลต่อหุ้น(DPS) จะต้องมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับ ราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (P/BV) ดังนั้นการที่ผลทดสอบออกมาในเชิงบวก หรือ ไปในทางเดียวกันกับ ราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (P/BV) จึงสามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลที่เรานำมาทดสอบได้รับผลจาก ทฤษฎี Signaling จึงทำให้อธิบายผิดพลาด

ตัวแปรระดับหนี้สินของกิจการ(Leverage) : จากผลสรุปในตาราง พบว่าตัวแปรระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage) สามารถใช้อธิบาย ราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (P/BV) ได้ แต่มักจะอธิบายผิดพลาดไม่ตรงกับสมมติฐานของกลุ่มที่ตั้งไว้ ทางกลุ่มจึงสังเกตเห็นว่าการผิดพลาดในครั้งนี้สามารถใช้ ทฤษฎีของ Modigliani & Miller (1958) มาช่วยอธิบายได้ ซึ่งตัวทฤษฎีมีใจความว่า การมีหนี้ไม่ใช่ความเสี่ยง สนับสนุนให้บริษัทมีหนี้เยอะๆ เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านภาษีแล้วทำให้ผลตอบแทนต่อผู้ถือหุ้นสูงขึ้น เช่นในตลาดหุ้นไทยอาจมีนักลงทุนที่ชอบในทฤษฎี MM แล้วสนับสนุนให้บริษัทมีระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage) ที่เพิ่มสูงขึ้น เพราะต้องการทำให้ผลตอบแทนต่อผู้ถือหุ้นสูงขึ้น ดังนั้นแล้วจึงเกิดเป็นความแตกต่างจากสมมติฐานเดิมที่ทางกลุ่มเลือกให้ตัวแปรระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage) จะต้องมีความสัมพันธ์ในเชิงลบกับ ราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (P/BV) ดังนั้นการที่ผลทดสอบออกมาในเชิงบวก หรือ ไปในทางเดียวกันกับ ราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (P/BV) จึงสามารถสรุปได้ว่า ข้อมูลที่เรานำมาทดสอบได้รับผลจาก ทฤษฎี MM จึงทำให้อธิบายผิดพลาด

ตัวแปรกำไรสุทธิต่อหุ้น(EPS) : จากผลสรุปในตาราง พบว่าโดยส่วนใหญ่ตัวแปรกำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS) สามารถใช้อธิบาย ราคาตลาดต่อมูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (P/BV) ได้ แต่สำหรับบางการทดสอบที่ใช้ข้อมูลแบบแยกตามรายอุตสาหกรรม มักจะอธิบายได้แบบผิดพลาดไม่ตรงกับสมมติฐานของกลุ่มที่ตั้งไว้ทางกลุ่มจึงสังเกตเห็นว่าการผิดพลาดในครั้งนี้สามารถใช้ งานวิจัยที่มีลักษณะคล้ายกันมาใช้ช่วยอธิบายได้ เช่น จากการสรุปผลของงานวิจัย Silvestri, A., & Veltri, S. (2012) การทดสอบที่ประยุกต์แบบจำลองมาจากสมการของ Ohlson (1995) โดยใช้ข้อมูลของกิจการในอุตสาหกรรมการเงิน ในตลาดหลักทรัพย์ของประเทศอิตาลี จำนวน 30 บริษัท ในปี 2009 (ช่วงเวลาหลัง crisis) มาใช้ทำการทดสอบ ผลลัพธ์ที่ได้คือตัวแปรกำไรสุทธิต่อหุ้น(EPS) สามารถใช้อธิบาย ราคาตลาดของหลักทรัพย์ได้ในทิศทางเดียวกันกับราคาตลาด ซึ่งก็ถือว่าสอดคล้องกับสมมติฐานในงานวิจัยนั้นที่ตั้งไว้ และ จากการสรุปผลของงานวิจัยของ Senthilnathan, S., & Kajoorn, H. (2013) การทดสอบที่ประยุกต์แบบจำลองมาจากสมการของ Ohlson(1995) โดยใช้ข้อมูลของ กิจการในตลาดหลักทรัพย์ประเทศศรีลังกา จำนวน 65 บริษัทตั้งแต่ปี ค.ศ. 2001–2010 และยังมีการแบ่งข้อมูลของกิจการไปเป็น 15 หมวดธุรกิจ (Sector) เพื่อใช้ในการทดสอบ ผลลัพธ์ที่ได้คือตัวแปรกำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS) สามารถใช้อธิบาย ราคาตลาดของหลักทรัพย์ได้แต่ในทิศทางตรงข้ามกับราคาตลาด ดังนั้นทางกลุ่มจึงขอสรุปว่า การที่ตัวแปรกำไรสุทธิต่อหุ้น(EPS) อธิบายได้แบบผิดพลาดในครั้งนี้อาจจะเกิดมาจากปัจจัยดังต่อไปนี้ 1. จำนวนของ

บริษัทจำนวนของข้อมูลที่น่ามาทดสอบ 2. ประเภทของข้อมูลที่น่ามาใช้ในการทดสอบ 3. ลักษณะจำเพาะของข้อมูลที่น่ามาใช้ทดสอบ 4. แบบจำลองที่ใช้ในการทดสอบ 5. วิธีในการทำการทดสอบ ซึ่งจากปัจจัยทั้งหมดล้วนมีแตกต่างกันไปในแต่ละงานวิจัย ผลลัพธ์ที่ได้ก็เช่นกัน

สรุปผลการศึกษา (Conclusion)

งานศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. หาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงินโดยอ้างอิงจากแบบจำลองของ Ohlson 2. วัดความสามารถของแบบจำลองในการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงินเมื่อนำไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลจากบริษัทในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย 3. ทดสอบความเหมาะสมของแบบจำลองเมื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงินในข้อมูลแบบแยกตามรายอุตสาหกรรม 4. ทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรในแบบจำลองการประเมินมูลค่าของอัตราส่วนทางการเงิน เช่น มูลค่าตามบัญชีต่อหุ้น (BVPS), กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS), คาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (FEPS), ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Beta), ขนาดของกิจการ (Size), ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage), เงินปันผลจ่ายต่อหุ้น (DPS) การศึกษาใช้เทคนิค Panel generalized least squares (PGLS) ในการศึกษาข้อมูลของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยที่มีความต่อเนื่องกันของข้อมูลอย่างน้อยห้าปีต่อเนื่อง โดยยกเว้นบริษัทในกลุ่มสถาบันการเงิน และบริษัทที่อยู่ในระหว่างฟื้นฟูกิจการ

ผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองสามารถอธิบายตัวแปรที่ส่งผลต่ออัตราส่วนราคาต่อมูลค่าตามบัญชี (P/BV Ratio) อัตราส่วนราคาต่อกำไรสุทธิ (P/E Ratio) และ การคาดการณ์อัตราส่วนราคาต่อกำไรสุทธิ (Forward P/E Ratio) โดย กำไรสุทธิต่อหุ้น (EPS) เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อการประเมินมูลค่า ผลลัพธ์ที่ได้เป็นไปในทิศทางเดียวกันกับตัวอัตราส่วนทางการเงิน ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการประเมินราคาหลักทรัพย์ของ Ohlson (1995) และปัจจัยอื่นๆ เช่น คาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (FEPS), ความเสี่ยงที่เป็นระบบ (Beta) รวมถึง ขนาดของกิจการ (Size) ก็สามารถอธิบายการประเมินมูลค่าได้อย่างมีนัยสำคัญ และความสัมพันธ์เป็นไปในทิศทางเดียวกันตามสมมติฐานที่ทางกลุ่มได้ตั้งไว้ แต่กลับกันพบว่าตัวแปรบางตัวในแบบจำลองสามารถอธิบายได้อย่างมีนัยสำคัญแต่ความสัมพันธ์ไม่ตรงตามสมมติฐานที่ตั้งได้ เช่น ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage) และ เงินปันผลจ่ายต่อหุ้น (DPS) อาจจะมีผลมาจากแบบจำลองเดิมไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยรวมถึงทฤษฎีอื่น เช่น ทฤษฎีการส่งสัญญาณ (Signaling) ที่อาจมีผลกับเงินปันผลจ่ายต่อหุ้น (DPS) และ ทฤษฎีโครงสร้างเงินลงทุน (Trade-off) ที่มีผลกับ ระดับหนี้สินของกิจการ (Leverage)

ผลการศึกษายังพบอีกว่าเมื่อแยกกลุ่มตัวอย่างตามอุตสาหกรรมโดยแบ่งเป็น 8 กลุ่มได้แก่ กลุ่มเกษตรและอาหาร, สินค้าอุปโภคบริโภค, สินค้าอุตสาหกรรม, อสังหาริมทรัพย์และก่อสร้าง, ทรัพยากร, บริการ และ เทคโนโลยี แบบจำลองยังคงสามารถอธิบายตัวแปรที่ส่งผลต่อการประเมินมูลค่าได้อย่างมีนัยสำคัญ และมีความแม่นยำ

ข้อจำกัดในการศึกษานี้เกี่ยวกับตัวแปรที่น่ามาทดสอบต้องมีข้อมูลต่อเนื่องอย่างน้อยห้าปี ซึ่งตัวแปรคาดการณ์กำไรสุทธิต่อหุ้น (FEPS) เป็นการใช้ข้อมูลบทวิเคราะห์จากการคาดการณ์กำไรสุทธิ

ล่วงหน้า 12 เดือนทำให้หุ้นบางตัวที่เป็นหุ้นขนาดเล็ก หรือเพิ่งเข้ามาในตลาดหลักทรัพย์จะไม่มีตัวแปรตัวดังกล่าว

สำหรับข้อเสนอแนะสำหรับผู้สนใจจะนำแบบจำลองนี้เพื่อไปศึกษาต่อ ทางคณะผู้วิจัยเห็นว่าสามารถเพิ่ม ลด หรือปรับเปลี่ยนตัวแปรที่คาดว่าจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของราคา เช่น ตัดตัวแปรที่ไม่มีผลกับแบบจำลองออก เปลี่ยนตัวแปรที่อธิบายได้ไม่ตรงกับสมมติฐาน เพิ่มตัวแปรที่ทำให้แบบจำลองมีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น รวมถึงอาจใช้แบบจำลองนี้ทดสอบดูกับอุตสาหกรรมการเงิน ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ทางกลุ่มผู้วิจัยตัดออกไป โดยใส่ข้อมูลบริษัทที่ถูกจัดอยู่ในอุตสาหกรรมการเงินเข้าไปเพื่อดูแตกต่างระหว่างการมีและไม่มีบริษัทในอุตสาหกรรมการเงิน และดูถึงความเหมาะสมของแบบจำลองว่าสามารถปรับใช้กับอุตสาหกรรมการเงินได้มากน้อยแค่ไหน

บรรณานุกรม

- Silvestri, A., & Veltri, S. (2012). A test of the Ohlson model on the Italian stock exchange. *Accounting & Taxation*, 4(1), 83.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and Bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3–56. [https://doi.org/10.1016/0304-405x\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405x(93)90023-5)
- Martinez, P., Prior, D., & Rialp, J. (2012). The price of stocks in Latin American financial markets: An empirical application of the Ohlson model. *The International Journal of Business and Finance Research*, 6(4), 73-85.
- Modigliani, F., & Miller, M. H. (1958). The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment. *The American Economic Review*, 48(3), 261–297.
- Ohlson, J. A. (1995). Earnings, book values, and dividends in Equity Valuation. *Contemporary Accounting Research*, 11(2), 661–687. <https://doi.org/10.1111/j.1911-3846.1995.tb00461.x>
- Ohlson, J. A. (2001). Earnings, book values, and dividends in equity valuation: An empirical perspective*. *Contemporary Accounting Research*, 18(1), 107–120. <https://doi.org/10.1506/7tpj-rxqn-tqc7-ffae>
- Senthilnathan, S., & Kajoon, H. (2013). Role of the Net Assets in Assessing the Relevance of Earnings. *Journal of Commerce and Accounting Research*, 2(3), 31-41.

Sharpe, W. F. (1964). Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *Journal of Finance*, 19(3), 425–443. <https://doi.org/10.2307/2977928>

Silvestri, A., & Veltri, S. (2012). A Test of the Ohlson Model on the Italian Stock Exchange. *Accounting & Taxation*, 4(1), 83–95.

การคาดการณ์ผลตอบแทนในอนาคตของตราสารทุนหุ้นสามัญโดยใช้ระบบ
คอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง

Predicting Stock Return Using Machine Learning

วิศรุต แก้วมหา¹ และวริศ ปัญญาฉัตรพร²

Witsarut Kaewmaha¹ and Varis Punyachatporn²

บริษัท เมืองไทยประกันภัย จำกัด (มหาชน)¹, วิทยาลัยการจัดการ มหาวิทยาลัยมหิดล²

Muang Thai Insurance Public Company Limited¹, College of Management Mahidol University²

E-mail: witsarut.kmh@gmail.com¹, varis116@hotmail.com²

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถพยากรณ์ของแบบจำลองคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเองต่อผลตอบแทนของตราสารทุน โดยใช้ข้อมูลราคารายวันของตราสารทุนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ข้อมูลในงบการเงิน ข้อมูลอัตราส่วนทางการเงิน ข้อมูลปัจจัยทางเทคนิคข้อมูลเศรษฐกิจมหภาค อัตราแลกเปลี่ยน ดัชนีหลักทรัพย์ และดัชนีทองคำ ข้อมูลช่วง 2009 -2021 ผลการศึกษาแสดงการพยากรณ์ผลตอบแทนด้วยแบบจำลองคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเองคาดการณ์ผลตอบแทนด้วยแบบจำลองที่มีความแม่นยำที่สุดก็คือแบบจำลอง Random Forest ซึ่งมีค่าความผิดพลาดต่ำที่สุดในทุกช่วงของการคาดการณ์ผลตอบแทน (ราย 1 วัน 1 เดือน และ 3 เดือน)

คำสำคัญ: ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตราสารทุน ผลตอบแทน

Abstract

The objective of this research was to determine the predictive capability of machine learning models on the returns of equity instruments. This research used daily price information of equity securities in the Stock Exchange of Thailand, financial statements data, financial ratio data, technical analysis data, macroeconomic data, exchange rate, stock index, and gold indices during 2009 to 2021. The results show that the most accurate model estimation of a machine learning model is the Random Forest model, which has the lowest deviation across all ranges of estimation window forecasts (1-day, 1-month, and 3-month).

Keywords: Machine Learning, stock, returns

บทนำ

ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันการลงทุนในตราสารทุนหุ้นสามัญเป็นการลงทุนที่ค่อนข้างได้รับความนิยมทั้งนักลงทุนสถาบันไปจนถึงนักลงทุนรายย่อย อันเนื่องมาจากผลตอบแทนที่สูงและขั้นตอนที่ง่ายในการลงทุน แต่การที่จะเลือกหลักทรัพย์ในการลงทุน และกำหนดกลยุทธ์ในการลงทุนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่เหมาะสมกับความคาดหวังของนักลงทุน ซึ่งขึ้นอยู่กับ การคาดการณ์ผลตอบแทนของตราสารทุน ในความเป็นจริงนั้นสามารถทำได้ยาก อันเนื่องมาจากปัจจัยหลายประการ อาทิเช่น ความผันผวนของสภาพตลาด ความสามารถในการบริหารของผู้บริหารซึ่งส่งผลโดยตรงต่อผลตอบแทนของตราสารทุน นโยบายของภาครัฐ รวมไปถึงปัจจัยภายนอกประเทศที่ส่งผลโดยตรงต่อความผันผวนของราคาตราสารทุน ซึ่งการคาดการณ์ผลตอบแทนในอนาคตของตราสารทุนจึงเป็นเรื่องที่สำคัญ และช่วยในการตัดสินใจลงทุนในตราสารทุนแต่ละชนิด

การศึกษาการพยากรณ์ผลตอบแทนของหุ้นในอนาคตมีหลากหลายวิธีด้วยกัน โดยการศึกษาครั้งนี้ได้เลือกเทคนิคที่ได้รับความนิยมและมีการประยุกต์ใช้อย่างแพร่หลาย คือ Machine Learning ซึ่งเป็นการทำให้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยใช้ข้อมูลในอดีต และอัลกอริทึมของ Machine Learning ที่น่าสนใจในการศึกษาถึงความสามารถในการพยากรณ์ที่แม่นยำ คือ Artificial neural network(ANN), Random Forest(RF) และ Long Short-Term Memory(LSTM) โดยเป็นการใช้ข้อมูลปัจจัยที่มีผลต่อผลตอบแทนของหุ้น เป็นข้อมูลเพื่อนำเข้าในระบบ Machine Learning ที่มีการออกแบบให้เหมาะสมกับแบบจำลองเรียนรู้

ดังนั้นเมื่อสามารถสร้างแบบจำลองสำหรับการคาดการณ์ผลตอบแทนในอนาคตได้อย่างแม่นยำ หากอัลกอริทึมใดเหมาะสมกับการพยากรณ์ผลตอบแทนของหุ้นได้แม่นยำที่สุดในช่วงเวลาต่างๆที่กำหนด (1 วัน 1 เดือน และ 3 เดือน) เพื่อนำโมเดลที่ได้มาใช้คาดการณ์ผลตอบแทนของหุ้นเพื่อเป็นแนวทางในการคัดเลือกหลักทรัพย์และกำหนดกลยุทธ์ในการลงทุนที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ผลตอบแทนที่เหมาะสมกับความคาดหวังของนักลงทุน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. งานศึกษาในอดีต (Empirical Studies)

Patel, Shah, Thakkar, and Kotecha (2015) ได้ทำการพยากรณ์มูลค่าในอนาคตของดัชนีตลาดหุ้นสองตัว ได้แก่ CNX Nifty และ S&P Bombay Stock Exchange (BSE) จากตลาดหุ้นอินเดียเพื่อทำการทดลอง การทดสอบอ้างอิงจากข้อมูลย้อนหลัง 10 ปีของดัชนีทั้งสอง โดยจะการคาดการณ์ผลตอบแทนล่วงหน้า 1-10 วัน, 15 วัน และ 30 วันโดยบทความนี้เสนอวิธีการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (Machine Learning) แบบผสมสองขั้นตอน โดยใช้ อัลกอริทึม Support Vector Regression (SVR) ในขั้นตอนแรก และใช้ อัลกอริทึม Artificial Neural Network (ANN), Random Forest (RF) และ SVR ในขั้นตอนที่สอง ซึ่งทำให้เกิดวิธีการแบบพหุขั้นตอนในการใช้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ดังนั้น SVR-ANN, SVR - RF และ SVR - SVR เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพความแม่นยำของการพยากรณ์ของโมเดลเหล่านี้ในสถานการณ์เดียวกันกับการวิธีแบบขั้นตอนเดียว ANN, RF และ SVR โดยใช้ข้อมูลปัจจัย

ทางเทคนิค(technical indicator) 10 ตัว เป็นตัวแปรต้นสำหรับแบบจำลองในการทำนายแต่ละแบบ ตัวชี้วัดทางเทคนิค (technical indicator) เป็นตัวเลือกทั่วไปสำหรับนำเข้าเป็นตัวแปรอินพุตของวิธีการใช้ Machine Learning เช่น(Basak, Kar, Saha, Khaidem, & Dey, 2019; Kim, 2003)

Ma, Han, and Wang (2021) ได้ศึกษาการคาดการณ์ผลตอบแทนของ ดัชนี CSI 100 ของตลาดหุ้นจีน โดยใช้ Machine Learning และ Deep Learning ในการทำการพยากรณ์ ซึ่งการใช้แบบจำลองทั้งสองนั้น การคาดการณ์ผลตอบแทนได้ดีกว่าแบบจำลองอนุกรมเวลา นอกจากนี้ วิธีการ Machine Learning ทั้งหมดถือว่ามีประสิทธิภาพเหนือกว่ากลยุทธ์ Buy-and-Hold ใน Trading simulation (Nevasalmi, 2020)

Banerjee (2019) ได้ทำการทดลองนำอัตราส่วนทางการเงิน(Financial ratios) มาทำนายผลตอบแทนของหุ้นของบริษัท 30 แห่งที่จดทะเบียนในตลาดการเงินคูโบและตลาดหลักทรัพย์อาบูดาบี ผลคืออัตราส่วนทางการเงินสามารถช่วยให้นักลงทุนคาดการณ์ผลตอบแทนของหุ้นในปีถัดไปได้

วิธีการ เทคนิคและรายละเอียดของแบบจำลอง (Methodology)

1. การใช้คอมพิวเตอร์เรียนรู้ด้วยตนเอง (Machine Learning) คือการทำให้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยใช้ข้อมูลแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลักๆคือ

การเรียนรู้โดยมีผู้ช่วยสอน (Supervised Learning) เป็นการให้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้โดยนำใส่ข้อมูลตัวแปรต้น (Input) และผลลัพธ์ตัวแปรตาม (Output) จากนั้นให้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้แบบจำลองที่เชื่อมโยงระหว่าง Input และ Output เมื่อเรียนรู้เสร็จ ระบบจะพยายามทำนายผลลัพธ์ซึ่งหากผลลัพธ์ที่ทำนายได้นั้นผิด ระบบจะพยายามแก้ไขแบบจำลองที่ใช้ทำนายไปเรื่อยๆตามข้อมูลที่เรป้อนเข้าเพื่อให้เกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุด

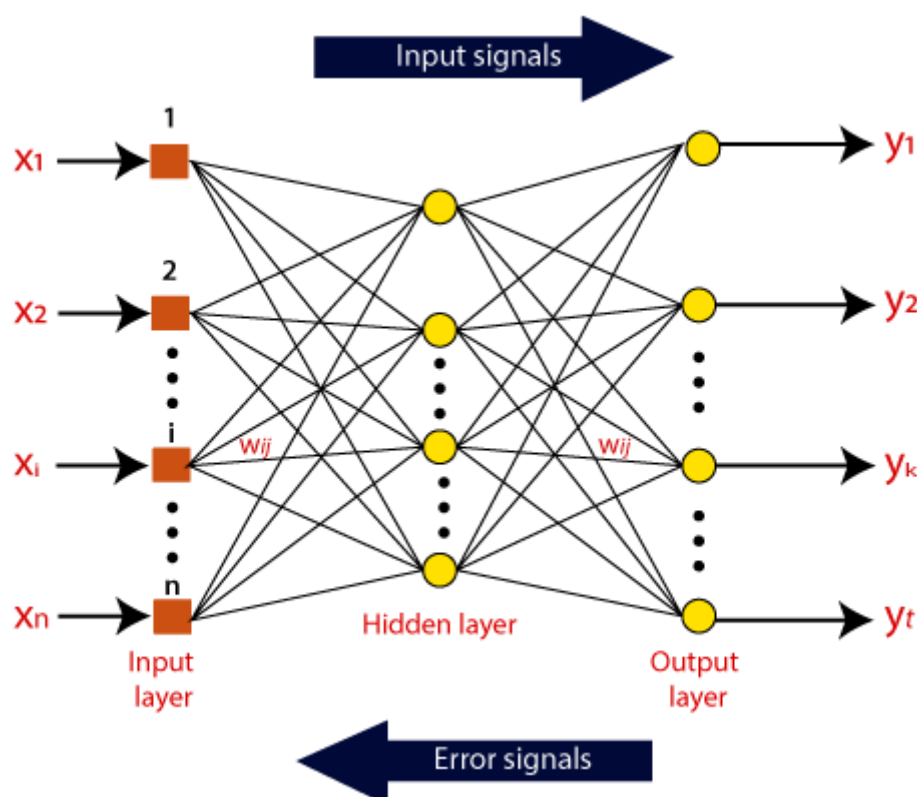
การเรียนรู้โดยไม่มีผู้ช่วยสอน (Unsupervised Learning) เป็นการให้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ด้วยการจำแนกข้อมูล วิธีนี้เราจะใส่เพียงข้อมูลนำเข้า (Input) จากนั้นระบบคอมพิวเตอร์จะทำการจำแนกข้อมูล (Clustering) โดยวิธีนี้จะเน้นการใช้งานในรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูล (Analysis)

งานวิจัยนี้จะเลือกใช้ Artificial neural network (ANN), Random Forest (RF) และ Long Short-Term Memory (LSTM) ใน การคาดการณ์ผลตอบแทนของตราสารทุนแต่ละตัว

2. โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network, “ANN”) เป็นการทำให้ระบบคอมพิวเตอร์เรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยใช้ข้อมูล (Machine Learning) จัดอยู่ในประเภทที่เรียนรู้โดยมีผู้ช่วยสอน ซึ่งต้องมีข้อมูลมาสอนระบบ (Supervised Learning) เป็นแนวคิดซึ่งจำลองมาจากรูปแบบการประมวลผลของสมองมนุษย์ โดยสมองของมนุษย์นั้นจะมีหน่วยประมวลผลขนาดเล็กอยู่มากมาย เพื่อช่วยให้มนุษย์สามารถ คิดวิเคราะห์ แยกแยะได้อย่างรวดเร็ว แต่โดยหลักการคอมพิวเตอร์ถูกออกแบบมาให้ทำงานตามคำสั่ง ดังนั้นหากต้องการให้คอมพิวเตอร์สามารถเรียนรู้ได้ จึงต้องจำลองการเรียนรู้ของมนุษย์ให้กับคอมพิวเตอร์ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งโครงสร้างประกอบด้วย Input Layer, Hidden Layer และ Output Layer ภายในแต่ละ

Layer จะประกอบด้วยโหนด (Node) ซึ่งความซับซ้อนของจำนวน Layer และ Node ขึ้นอยู่กับการออกแบบและความเหมาะสมในการทำงานรวมทั้งการทดสอบผล ซึ่งในงานวิจัยนี้ออกแบบให้มี 1 Input Layer (305 Node), 1 Hidden Layer (305 Node) และ 1 Output Layer (3 Node) หรือโครงสร้าง 305:305:3

การสร้างแบบจำลองนี้เริ่มต้นจากป้อนข้อมูลตัวแปรต้น (Input Node) หรือปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อผลตอบแทนของตราสารทุนแต่ละตัว และผลลัพธ์ตัวแปรตาม (Output Node) ซึ่งเป็นเหมือนเฉลยในที่นี้คือผลตอบแทน 1 วัน 1 เดือน และ 3 เดือนของหุ้นแต่ละตัว เมื่อป้อนข้อมูลหลายๆชุดให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้เพื่อหารูปแบบสร้างเป็นแบบจำลองไว้ใช้ในการพยากรณ์หรือคาดการณ์ผลตอบแทนเมื่อป้อนตัวแปรต้นใหม่ๆเข้าไปแบบจำลองก็จะสามารถคาดการณ์ตัวแปรตามได้ใกล้เคียงค่าจริงที่เกิดขึ้นได้โดยวัดจากฟังก์ชันเปรียบเทียบค่าจริงกับค่าพยากรณ์ หรือฟังก์ชันวัดความคลาดเคลื่อน (Cost Function)



รูปที่ 1 โครงสร้างแบบง่ายของการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม

ที่มา: <https://www.javatpoint.com/artificial-neural-network>

3. การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมหลายชั้น (Multi-Layer Perceptron Process)

ขั้นตอนการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมอย่างง่าย อธิบายโดยกำหนดให้มี 1 Input Layer, 1 Hidden Layer และ 1 Output Layer มีตัวแปรต้น (Input or X or Feature) 1 ตัว จะคำนวณผ่านฟังก์ชันการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์ (Logistic Regression) ร่วมกับน้ำหนักของตัวแปร X [Weight (X)] ที่ Hidden

Layer ได้ผลลัพธ์เป็นความน่าจะเป็นของตัวแปรตาม (Predicted Probability) สามารถอธิบายเป็นสมการคณิตศาสตร์ได้ตามสมการที่ 3.1

สมการที่ 3.1 อธิบายการคำนวณผ่านฟังก์ชันการวิเคราะห์ถดถอยโลจิสติกส์ ซึ่งประกอบด้วยน้ำหนักตัวแปรต้น (W or Weight), ค่าของตัวแปรต้น (Input or X or Feature) และค่าความคลาดเคลื่อนของสมการ (B or Bias or Logistic regression intercept term) โดยแสดงให้เห็นภาพการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม 1 เส้นโครงข่าย

$$\text{Activation Function} \left[\sum (\text{Weights} \times \text{Inputs}) \right] + \text{Bias} = \text{Output}$$

3.1 Activation Function คือฟังก์ชันที่ใช้ในการรับผลรวมจากการประมวลผลทั้งหมดจากทุก Input Node เข้ามาพิจารณาตามกลไกการคำนวณของ Activation Function นั้นๆแล้วส่งต่อไปเป็น Output ต่อไปซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ Activation Function สองตัว คือ Rectified Linear Unit (ReLU) และ Hyperbolic Tangent (Tanh)

3.1.1 Sigmoid เป็นฟังก์ชันเส้นตรงอย่างง่ายโดยช่วงข้อมูลที่ออกจากฟังก์ชันจะอยู่ในช่วง 0-1 ตามสมการ 2 และรูปที่ 1 โดยข้อดีของฟังก์ชันนี้คือเข้าใจได้ง่าย สามารถใช้ได้ในงานวิเคราะห์ความน่าจะเป็น (Probability) หรืองานจำแนกกลุ่ม (Segmentation or Boolean) ข้อเสียคือถ้าตัวแปรต้นมีค่าน้อยกว่า -5 หรือมากกว่า 5 ความชันจะเข้าใกล้ 0 จนเกิดปัญหา Optimizer ไม่ปรับค่าของน้ำหนักของตัวแปรต้นในโครงข่ายประสาทเทียมในขั้นตอนการเรียนรู้ของแบบจำลอง (Vanishing Gradient Problem)

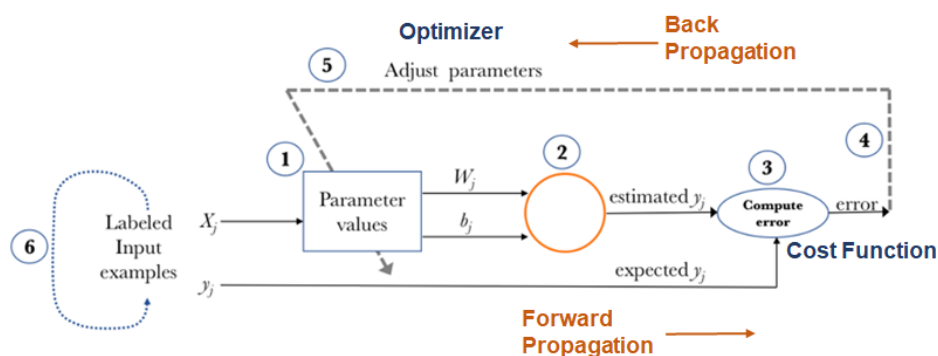
3.1.2 Rectified Linear Unit (ReLU) เป็นฟังก์ชันเส้นตรงที่ถูกปรับแก้ (Rectified) ซึ่งฟังก์ชันนี้เมื่อ Input ตัวแปรต้น X เป็นบวก Slope ของกราฟจะเป็น 1 เสมอตามสมการ 3.3 และรูปที่ 2 สำหรับข้อดีของ ReLU คือช่วยให้ขั้นตอนการเรียนรู้ของแบบจำลองผ่าน Optimizer ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไปนั้นทำงานได้เร็วขึ้น อีกทั้งช่วยลดปัญหาการไม่ปรับค่าของน้ำหนักของตัวแปรต้นในโครงข่ายประสาทเทียมในขั้นตอนการเรียนรู้ของแบบจำลอง (Vanishing Gradient Problem) แต่ ReLU มีข้อจำกัดคืออาจจะทำให้ข้อมูลออก (Output) ไม่สมดุลทำให้ผลการคาดการณ์หาจุดเหมาะสมได้ยาก รวมถึงช่วงข้อมูลออกเป็นได้ตั้งแต่ 0 ถึงไม่จำกัด ส่งผลให้จัดการข้อมูลออกได้ยากกว่า หากเมื่อเทียบกับข้อดีที่มากกว่าแล้วนั้นทำให้ Activation Function นี้เป็นที่นิยมในการใช้งานในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม สำหรับตัวแปรต้นก่อนเข้าแบบจำลองของงานวิจัยนี้มีค่าอยู่ในช่วง 0-1 จึงใช้ฟังก์ชันนี้ในทุกโหนดของ Input Layer และ Hidden Layer ในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

3.1.3 Hyperbolic Tangent (Tanh) เป็นฟังก์ชันที่มีข้อดีในเรื่องของข้อมูลออก (Output) มีความสมดุล มีการกระจายตัวของค่าเฉลี่ย (Mean) เท่ากับ 0 ทำให้การเรียนรู้ของแบบจำลองผ่าน Optimizer ทำได้ง่ายขึ้น โดยช่วงข้อมูลออกอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 นิยมใช้งานเพื่อช่วยเป็นการทำให้ข้อมูล

อยู่ในรูปอย่างง่าย (Normalization) ฟังก์ชันสามารถอธิบายได้ง่าย ข้อจำกัดของ Tanh อาจจะทำให้เกิดปัญหา Vanishing Gradient Problem ตามที่กล่าวไว้ในหัวข้อก่อนหน้านี้ได้ในกรณีที่ข้อมูลเข้ามีค่าน้อยกว่า -3 หรือมากกว่า 3 ซึ่งส่งผลให้ความชันเข้าใกล้ 0 โดยสมการของฟังก์ชันแสดงอยู่ใน สมการที่ 3.4 และกราฟ 3.3 แสดงให้เห็นการกระจายตัวของข้อมูลบนเส้นฟังก์ชัน Tanh ในส่วน Output Layer ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมใช้ฟังก์ชัน Tanh เนื่องจากความน่าจะเป็นของข้อมูลผลตอบแทนตราสารทุนทั้งหมดในงานวิจัย มีช่วงไม่เกิน -1 ถึง 1

4. การเรียนรู้ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม (Learning process of a neural network)

จากการทำงานของโครงข่ายประสาทเทียมที่กล่าวมาข้างต้น ตั้งแต่ข้อมูลตัวแปรต้นส่งเข้าโครงข่ายประสาทเทียมในแต่ละ Layer เพื่อกำหนดน้ำหนักเริ่มต้นของตัวแปรต้นแต่ละตัว (Weight) รวมทั้งค่าความคลาดเคลื่อนของสมการ (BO or Bias or Logistic regression intercept term) จนได้ข้อมูลออกจากแต่ละเส้นโครงข่ายรวมกันจนถึง Output Layer ผ่าน Activation Function ได้เป็นค่าคาดการณ์ตัวแปรตาม (Predicted Y) หรือผลตอบแทนของตราสารทุนแต่ละตัวที่คาดการณ์ได้ กระบวนการนี้เรียกว่า Forward Propagation Process หลังจากนั้นค่าคาดการณ์ตัวแปรตาม (Predicted Y) หรือผลตอบแทนของตราสารทุนแต่ละตัวที่คาดการณ์ได้นั้น จะถูกนำไปเทียบกับตัวแปรตาม หรือค่าผลตอบแทนของตราสารทุนจริงที่ส่งเข้ามาให้แบบจำลองเรียนรู้ผ่านฟังก์ชันวัดความคลาดเคลื่อน (Cost Function) โดยการทำงานจะใช้อัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimizer) ในการปรับค่าน้ำหนักของตัวแปรต้นและค่าความคลาดเคลื่อนของสมการ โดยเป้าหมายเพื่อให้ค่าคลาดเคลื่อนที่ได้จากฟังก์ชันวัดความคลาดเคลื่อนมีค่าต่ำที่สุด กลไกการปรับค่าน้ำหนักของตัวแปรต้นและค่าความคลาดเคลื่อนของสมการซึ่งถูกส่งกลับไปให้โครงข่ายประสาทเทียมแต่ละเส้นโครงข่ายเพื่อทำการคำนวณใหม่นั้นเรียกว่า Back Propagation Process



รูปที่ 2 ขั้นตอนการเรียนรู้ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม เรียงตามลำดับตั้งแต่ข้อมูลตัวแปรต้นเข้าจนถึงการส่งค่ากลับเพื่อปรับน้ำหนักตัวแปรเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ของแบบจำลองเพื่อการพยากรณ์ค่าตัวแปรตามให้ใกล้เคียงค่าจริงมากขึ้น

4.1 Cost Function เป็นฟังก์ชันวัดความคลาดเคลื่อนซึ่งใช้ในการเรียนรู้ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งถูกใช้ในขั้นตอนเปรียบเทียบหาค่าคลาดเคลื่อนของตัวแปรตามที่ยพยากรณ์ได้กับค่าตัวแปรตามจริงที่ป้อนเข้ามาให้แบบจำลองเรียนรู้ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเป็นการเปรียบเทียบตัวแปรตามที่เป็นการคาดการณ์ผลตอบแทนรายเดือนของตราสารทุน กับผลตอบแทนรายเดือนของตราสารทุนจริงที่เกิดขึ้น โดยใช้ฟังก์ชันที่ใช้คือ Mean Square Error (MSE) ซึ่งจะทำงานร่วมกับอัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimizer) เพื่อปรับให้ค่าน้ำหนักตัวแปรต้น เพื่อหาค่าฟังก์ชันวัดความคลาดเคลื่อนที่ต่ำที่สุดในทุกๆรอบการเรียนรู้ (epochs) ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม ทั้งนี้ฟังก์ชันวัดความคลาดเคลื่อนยังใช้เป็นผลในการทดสอบแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อเปรียบเทียบและเป็นการวัดผลความแม่นยำในการคาดการณ์ผลตอบแทนของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมอีกด้วยสำหรับรายละเอียดของฟังก์ชันวัดความคลาดเคลื่อนที่ใช้ในงานวิจัยมีดังนี้

4.1.1 Mean Square Error (MSE) คือฟังก์ชันเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าคาดการณ์ของตัวพยากรณ์ โดยแสดงเป็นผลเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนของทุกๆจุดเวลาที่แบบจำลองทำการพยากรณ์บนหนึ่งช่วงข้อมูล ซึ่งฟังก์ชันใช้ในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมเป็น Cost Function ที่ทำงานร่วมกับอัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimizer) เพื่อปรับให้ค่าน้ำหนักตัวแปรต้นในขั้นตอนการเรียนรู้ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมในงานวิจัยนี้ อีกทั้งจะใช้ในการประเมินความแม่นยำของแบบจำลองในการพยากรณ์ผลตอบแทนตราสารทุนทั้งในขั้นตอนเรียนรู้, ตรวจสอบ และทดสอบแบบจำลอง

4.1.2 Root Mean Square Error (RMSE) คือฟังก์ชันเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าคาดการณ์ของตัวพยากรณ์เช่นเดียวกัน แต่มีการเพิ่ม Square Root ในสมการเพื่อให้สะท้อนค่าเฉลี่ยของค่าคลาดเคลื่อนแต่ละจุดที่มีขนาดใหญ่ RMSE จะให้ค่าน้ำหนักของค่าคลาดเคลื่อนดังกล่าวมากกว่าจึงช่วยในการเปรียบเทียบผลได้ดีมากขึ้น ซึ่งฟังก์ชันนี้ใช้ขั้นตอนในการประเมินความแม่นยำของแบบจำลองในการพยากรณ์ผลตอบแทนตราสารทุนทั้งในขั้นตอนเรียนรู้, ตรวจสอบ และทดสอบแบบจำลองซึ่งเป็นตัวประเมินร่วมกับ Mean Square Error (MSE)

4.1.3 Mean Absolute Error (MAE) คือฟังก์ชันเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าจริงกับค่าคาดการณ์ของตัวพยากรณ์เช่นเดียวกัน ซึ่งเป็นตัววัดหน่วยอิสระ (Unit-free measure) เพื่อวัดค่าสัมบูรณ์ของค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของผลพยากรณ์ ซึ่งใช้วัดค่าคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นบนข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยได้ดี ถูกใช้ในขั้นตอนประเมินความแม่นยำของแบบจำลองเช่นเดียวกัน

4.2 Optimizer เป็นอัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimizer) ทำหน้าที่เป็นกลไกการปรับปรุงค่าน้ำหนักของตัวแปรต้นต่าง ๆ รวมถึงค่าคลาดเคลื่อน (Bias) ในขั้นตอนการเรียนรู้ของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมทำให้ Output หรือผลคาดการณ์ของแบบจำลองที่ได้เข้าใกล้ค่าจริงที่กำหนดให้แบบจำลองใช้เรียนรู้ ซึ่งการทำงานของอัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพ (Optimizer) คือ Gradient Descent ซึ่งเป็นหลักการหามุมของฟังก์ชันวัดความคลาดเคลื่อน (Cost Function) (θ Theta) ที่ต่ำที่สุด ซึ่งภายในฟังก์ชันวัดความคลาดเคลื่อน

ตามที่กล่าวข้างต้นเป็นการใช้น้ำหนักของตัวแปรตาม (Weight) คูณกับตัวแปรตามผ่าน Activation Function จนได้ค่าคาดการณ์ตัวแปรตามมาเปรียบเทียบกับค่าจริงนั้น ค่า Theta ที่ดีที่สุดจะมาจากค่า Theta ก่อนหน้าซึ่งถูกปรับลดด้วย Learning rate คูณผลฟังก์ชัน Mean Square Error ของค่า Theta โดยปรับซ้ำหลายรอบจนค่าน้ำหนักของตัวแปรตามที่ได้มาเทียบใน ฟังก์ชัน Mean Square Error ส่งผลให้ได้ค่า Theta ที่ดีที่สุดตามสมการ 3.13

สำหรับอัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพที่ใช้ในแบบจำลองของงานวิจัยนี้นั้น เลือกใช้ ADAM (Adaptive Moment Estimation) เป็นอัลกอริทึมการเพิ่มประสิทธิภาพที่สามารถปรับ Learning rates ที่เหมาะสมสำหรับแต่ละน้ำหนักของตัวแปรตามหรือพารามิเตอร์ในแต่ละครั้งของการเรียนรู้ของแบบจำลองได้และมีความสามารถในการแก้ไขปัญหาของ Optimizer ตัวเดิมๆในอดีต เช่น ปัญหาการ Decaying ของ Gradient Descent จากการใช้ Learning Rate ที่ไม่เหมาะสมกล่าวคือไม่สามารถหาจุดที่ต่ำสุดใน Cost Function ได้ โดยจากการศึกษาเปรียบเทียบจะพบว่า ADAM เป็น Optimizer ที่เหมาะสมที่สุดในการใช้งาน ณ ปัจจุบัน แสดงโดยกราฟ 3.4 ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบความสามารถของ Optimizer หลายๆตัวจะเห็นได้ว่า ADAM มีความสามารถในการลดค่าคลาดเคลื่อนของ Cost Function ได้ดีที่สุด

5. แบบจำลอง Random Forest (RF) เป็นหนึ่งในกลุ่มของโมเดลที่เรียกว่า Ensemble learning ที่มีหลักการคือการเทรนโมเดลที่เหมือนกันหลายๆ ครั้ง (หลาย Instance) บนข้อมูลชุดเดียวกัน โดยแต่ละครั้งของการเทรนจะเลือกส่วนของข้อมูลที่เทรนไม่เหมือนกัน แล้วเอาการตัดสินใจของโมเดลเหล่านั้นมาโหวตกันว่า Class ไหนถูกเลือกมากที่สุด

5.1 กระบวนการทำงาน (Process) โมเดลทำงานโดยการรวมการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจจำนวนมากเข้าด้วยกันมักจะให้ผลการตัดสินใจที่แม่นยำมากกว่าการพึ่งพาการตัดสินใจจากแหล่งเดียว การเรียนรู้แบบ Ensemble นี้จะทำงานได้ดีบนเงื่อนไขที่ว่า โมเดลผู้ทำนายแต่ละตัวจะต้องเรียนรู้อย่างเป็นอิสระต่อกันให้มากที่สุด เหมือนว่าคนแต่ละคนจะต้องตัดสินใจด้วยตนเองให้มากที่สุดโดยไม่ได้รับข้อมูลจากคนอื่นหรือนำเอาข้อมูลจากคนอื่นมาเป็นส่วนในการตัดสินใจ ตัวอย่างวิธีการคือกำหนดจำนวนการสร้าง Decision Tree โดยกำหนดจำนวน คือ 1,000 ต้น เพื่อสุ่มตัวอย่างข้อมูล โดยการสุ่มข้อมูลตัวอย่าง (Bootstrapping หรือการสร้างต้นไม้หลายๆต้นไม่ให้ซ้ำกัน) จาก Data set ที่เป็นตัวแปรนำเข้า ให้ได้ข้อมูลออกมา 1,000 ชุดที่ไม่เหมือนกัน ตามจำนวน Decision Tree ใน Random Forest เพื่อคำนวณหาผลลัพธ์เป็นข้อมูลออก (Output) ตามที่ได้ทำการให้โมเดลเรียนรู้

6. แบบจำลอง Long Short-Term Memory (LSTM) เป็นเทคนิคหนึ่งที่ถูกพัฒนาจาก Recurrent neural network (RNN) ซึ่ง RNN นั้นมีหลักการทำงาน คือ การนำ Output ที่ได้จากการคำนวณจากโหนดก่อนหน้านี้กลับมาใช้เป็นข้อมูล Input ของโหนดถัดไป ซึ่งแต่ละโหนดของ RNN นั้นจะมีข้อมูลที่เข้ามา 2 ส่วน คือ ข้อมูล Input ของโหนดนั้นๆกับ Output ที่ผ่านการคำนวณจากโหนดก่อนหน้า โดยข้อมูลทั้ง 2 ชุดที่เข้า

มาในโหนดจะถูกรวมเข้าด้วยกัน ก่อนจะถูกแยกผลลัพธ์ออกเป็น 2 ส่วน คือ ผลลัพธ์ที่ได้จากโหนดนั้น ๆ และผลลัพธ์ที่จะถูกนำไปเป็นข้อมูล Input ของโหนดถัดไป เทคนิค RNN นั้นเหมาะนำมาใช้งานกับข้อมูลที่มีลักษณะเป็นลำดับ (Sequence) หรือข้อมูลที่มีความต่อเนื่อง เช่น ข้อมูลอนุกรมเวลา (Time Series), ข้อมูลเสียง, ข้อมูลประเภทข้อความ, ข้อมูลภาพและวิดีโอ เป็นต้น (Srivastava, Koutnik, Steunebrink, & Schmidhuber, 2017)

ข้อดีของ RNN คือ สามารถนำข้อมูลก่อนหน้า(ในอดีต) มาใช้ในการทำนายสิ่งที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้ ส่วนข้อเสียของ RNN คือ จะสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้แค่เพียงระยะสั้น ๆ เท่านั้น ซึ่งทำให้เกิดปัญหาในการทำ Backpropagation หรือการคำนวณหาความผิดพลาดย้อนหลังของแต่ละโหนดเมื่อสิ้นสุดการทำงาน เพราะการทำ Backpropagation นั้นจะต้องทำย้อนไปหลายขั้นตอนและหลายโหนดจึงทำให้เกิดปัญหา Vanishing Gradient Problem ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจึงทำให้เกิดเทคนิค LSTM ขึ้น

Long short-term memory (LSTM) เป็นโครงข่ายประเภท RNN รูปแบบหนึ่งที่ถูกพัฒนาขึ้นมาให้มีความเสถียรและมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยมีหลักการทำงานคือ สามารถเก็บ ‘สถานะ’ หรือข้อมูลของแต่ละโหนดเอาไว้เพื่อที่เวลาย้อนกลับไปดูจะได้ทราบถึงที่มาของข้อมูลค่าดังกล่าวว่าเดิมเป็นค่าอะไร และจุดเด่นของแบบจำลอง LSTM คือฟังก์ชันพิเศษที่มีหน้าที่เสมือนประตู(Gate) ที่คอยควบคุมข้อมูลที่จะเข้าไปในแต่ละโหนด ซึ่งประกอบด้วย Forget gate layer, Input gate layer และ Output gate layer (Jozefowicz, Zaremba, & Sutskever, 2015)

6.1 Forget gate layer เป็น Gate ที่มีหน้าที่ในการกำหนดว่าข้อมูลที่เข้ามาใน Cell นั้นควรจะถูกลบทิ้งหรือควรจะทิ้งไป ซึ่งข้อมูลที่ถูกตัดสินใจว่าควรเก็บไว้นั้นจะถูกประเมินจากข้อมูล Input ที่เข้ามาในโหนดนั้นๆ รวมกับผลลัพธ์ที่จะได้จากการคำนวณของโหนดก่อนหน้า ผ่านฟังก์ชัน ReLU ผลลัพธ์ที่ได้จาก Forget gate layer จะอยู่ระหว่างค่า 0 และ 1 ซึ่งถ้าได้ค่าเป็น 0 นั้น หมายถึงให้ลบค่า Cell state เดิมออก แต่ถ้าได้ค่าเป็น 1 นั้นหมายถึงให้เก็บค่า Cell state นี้ต่อไป

6.2 Input gate layer เป็น Gate ที่มีหน้าที่รับข้อมูล Input เข้ามาใหม่แล้วจึงทำการบันทึก หรือ เขียน(Write) ข้อมูลลงไปในแต่ละโหนดโดยมีการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนแรกคือ ถ้าต้องการ Update cell state เมื่อทำการรับข้อมูล Input เข้ามาแล้วฟังก์ชันที่เป็นตัวควบคุมจะเรียกใช้ Input gate เพื่อเลือกว่าจะให้ Update cell state หรือไม่ และในส่วนที่สองถ้า Input gate เลือกที่จะทำการ Update cell state ฟังก์ชัน tanh ก็จะทำการสร้าง Candidate values ขึ้นมาใน State

6.3 Output gate layer เป็น Gate ที่มีหน้าที่เตรียมทำการส่งออกข้อมูล (Output data) โดยข้อมูลที่จะทำการ Output นั้นจะดูจาก Cell state ที่ผ่านกระบวนการคำนวณต่างๆแล้ว โดยฟังก์ชัน ReLU จะเป็นตัวเลือกว่าข้อมูลส่วนไหน Cell state ที่จะถูก Output จากนั้นก็จะนำค่า Cell state เข้าฟังก์ชัน

tanh (เพื่อหาว่าจะได้ค่าออกมาเป็น 1 หรือ -1) แล้วนำค่าที่ได้จากฟังก์ชัน tanh มาทำการคำนวณกับค่า Output ที่ได้จาก ReLU gate จากนั้นจะได้ค่า Output ที่ต้องการ

ข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย (Data)

1. Stock selection

ข้อมูลที่ใช้ในการคาดการณ์ผลตอบแทนของพอร์ตโฟลิโอตราสารทุนนั้น เลือกใช้ข้อมูลตราสารทุนที่เป็นองค์ประกอบของดัชนี SET100 จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย (Stock Exchange of Thailand) ณ เดือนมกราคม 2009 รายชื่อตาม ตารางที่ 1 หลังจากนั้นเพื่อแก้ปัญหาความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลและเพื่อสร้างความแม่นยำของแบบจำลองจึงต้องคัดกรองตราสารทุน โดยมีวิธีคัดกรองตราสารทุน คือ ตราสารทุนที่จะนำไปในแบบจำลองต้องมีข้อมูลเพียงพอในช่วงที่จัดทำแบบจำลอง คือ 05/01/2009 – 22/04/2021 หรือเทียบเท่ากับระยะเวลา 12 ปี 4 เดือนและไม่อยู่ในกลุ่ม Banking Sector เนื่องจากโครงสร้างของงบการเงินทั้งสอง Sector ข้างต้นมีความแตกต่างจาก Sector อื่นๆ ซึ่งไม่เหมาะสมต่อการนำมา รวมกันพิจารณาในงานวิจัยนี้

2. Factor Selection การคัดเลือกตัวแปรต้นนั้นแบ่งชนิดของตัวแปรต้นที่จะนำไปคำนวณในแบบจำลองได้ 9 ประเภท ประกอบด้วย

- 1) ตัวแปรจากข้อมูลตราสารทุนในตลาด (Stock Trade)
- 2) ตัวแปรจากงบการเงิน (Financial Statement)
- 3) ตัวแปรทางเศรษฐศาสตร์มหภาค (Macro Economic)
- 4) ตัวแปรทางเทคนิคในการซื้อขายหุ้น (Technical Indicator)
- 5) ตัวแปรจากอัตราส่วนทางการเงิน (Financial ratio)
- 6) ตัวแปรจากอัตราแลกเปลี่ยนเงินตรา (Exchange rate)
- 7) ตัวแปรจากดัชนีหุ้น (Stock Index)
- 8) ตัวแปรจากดัชนีทองคำ (Gold index)
- 9) ตัวแปรจากตัวเลขผู้ติดเชื้อไวรัสโคโรนา (COVID-19)

เพื่อแก้ปัญหาความไม่สมบูรณ์ของข้อมูลและเพื่อสร้างความแม่นยำของแบบจำลองจึงต้องมีการปรับตัวแปรโดยมีวิธีดังนี้

2.1 การจัดเรียงข้อมูลใหม่ ซึ่งข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองจะต้องมีความถี่เป็นรายวันเท่านั้น ดังนั้นข้อมูลที่มีความถี่น้อยกว่ารายวัน เช่น ข้อมูลเศรษฐศาสตร์มหภาค, ข้อมูลจากงบการเงิน จะเป็นข้อมูลที่มีความถี่รายปี, รายไตรมาส และรายเดือน ซึ่งจะต้องปรับให้เข้าสู่ความถี่รายวันโดยการเลือกข้อมูลที่มีความถี่น้อย

กว่าเหล่านั้น กระจายเข้าสู่ข้อมูลที่มีความถี่รายวันโดยเลือกตัวแทนของช่วงความถี่ที่น้อยกว่า ที่เกิดขึ้นก่อนวันนั้นๆของข้อมูล

3. Data Normalization เป็นเทคนิคส่วนหนึ่งในการจัดเตรียมข้อมูลก่อนการสร้างแบบจำลองที่เรียนรู้ได้ด้วยตนเองโดยใช้ข้อมูล (Machine Learning) ซึ่งเป้าหมายของการทำ Data Normalization เป็นการเปลี่ยนข้อมูลตัวแปรต้นที่เป็นตัวเลขให้อยู่ในช่วงความถี่ที่เป็นมาตรฐานเดียวกันทั้งหมดเพื่อเพิ่มความแม่นยำในการพยากรณ์ เช่น ข้อมูลราคาซื้อขายของหุ้นอยู่ในช่วง 200 - 500 หรือ ข้อมูลสินทรัพย์ในการเงินอยู่ในช่วง 100,000,000 - 1,000,000,000 ซึ่งจะถูกรับให้อยู่ในช่วงความถี่มาตรฐานเดียวกัน เช่น ช่วง 0 - 1 เป็นต้น ทั้งนี้ทำให้แบบจำลองเรียนรู้ข้อมูลได้ดีขึ้น การทำ Data Normalization นั้นทำได้หลายวิธี แต่ในงานวิจัยนี้ใช้สูตรการปรับความถี่ของข้อมูลโดยพิจารณาจากความห่างของค่าต่ำสุดเป็นสัดส่วนต่อค่าของช่วงข้อมูลทั้งหมด ตามสมการที่ 3

สมการ 3 แสดงการทำ Data Normalization ของตัวแปรต้นทุกตัวที่ใช้ในแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม

$$x_{new} = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)}$$

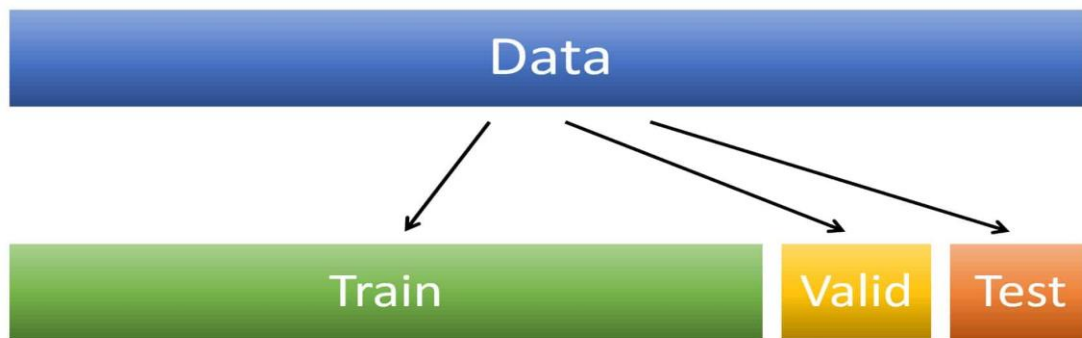
4. การแบ่งข้อมูล

การนำเข้าข้อมูลไปยังแบบจำลองจะแบ่งชุดข้อมูลออกเป็น 3 ชุด ตามรูปที่ 3 ดังนี้

4.1 ชุดพัฒนาแบบจำลอง (Train Set) โดยเป็นชุดข้อมูลที่ใช้เพื่อให้แบบจำลองเรียนรู้

4.2 ชุดทดสอบแบบจำลอง (Validate Set) ใช้สำหรับทดสอบแบบจำลองที่ระบบได้จัดทำจากข้อมูลชุดที่ 1 เพื่อทดสอบปัญหาเช่น การ Overfitting และ Underfitting ของแบบจำลองโดย Overfitting คือ การที่แบบจำลองถูกรบกวนด้วยตัวแปรหลายๆตัว ซึ่งทำให้แบบจำลองได้ผลดีในข้อมูลชุด Train แต่กลับให้ผลที่แย่ในข้อมูลชุดอื่นๆ จึงส่งผลให้แบบจำลองมีความคาดเคลื่อนมาก Underfitting คือ การที่แบบจำลองมีตัวแปรต้นที่ส่งผลในการอธิบายตัวแปรตามมีจำนวนน้อยเกินไปทำให้แบบจำลองมีความสามารถในการพยากรณ์ข้อมูลได้แม่นยำน้อย ซึ่งหากผลการทดสอบแบบจำลองได้ผลไม่ดี กล่าวคือค่าจาก Cost Function มีค่าสูง จะทำการกลับไปปรับแก้ไขโครงสร้างของแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมให้เหมาะสมและทำการรันทดสอบจนกว่าค่าที่ได้จะอยู่ในเกณฑ์ที่ดีจึงจะนำแบบจำลองดังกล่าวไปใช้ในการคาดการณ์ผลตอบแทนของตราสารทุนในลำดับต่อไป

4.3 ชุดคาดการณ์แบบจำลอง (Test Set) 20 วัน ก่อน Rolling ออกรอบละ 20 วัน และเพิ่มเข้าใหม่รอบละ 20 วัน ใช้สำหรับคาดการณ์ผลตอบแทนรายวัน, รายเดือน และราย 3 เดือน ของตราสารทุน โดยแบบจำลองที่ผ่านการจัดทำจากข้อมูลชุดที่ 1 และทดสอบโดยข้อมูลชุดที่ 2 แล้ว



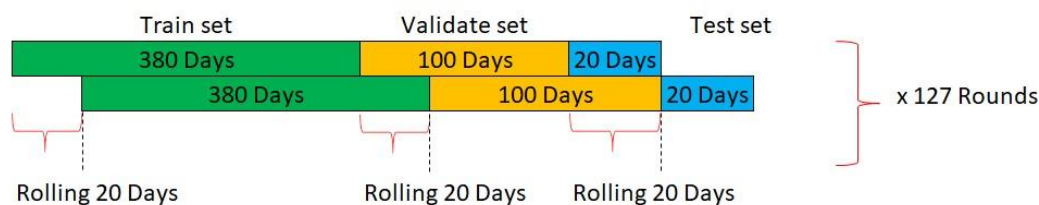
รูปที่ 3 การแบ่งช่วงข้อมูลสำหรับการเรียนรู้ การทดสอบและการคาดการณ์ผลตอบแทนของตราสารทุนของแบบจำลองแต่ละตัว

ผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ภาพรวมจะถูกแบ่งออกเป็นสองส่วนย่อยคือ การพยากรณ์ความถี่รายวันของผลตอบแทนรายวัน, รายเดือน และราย 3 เดือนของตราสารทุน แต่ละตัวทั้งหมด 61 แบบจำลองโดยใช้ Machine Learning 3 อัลกอริทึม (ANN, RF และ LSTM) ซึ่งการที่ออกแบบด้วยการแยกเป็น 61 แบบจำลองเนื่องจากแต่ละตราสารทุนมีปัจจัยที่มีผลต่อการคาดการณ์ผลตอบแทนที่แตกต่างกัน หลังจากนั้นจึงนำผลตอบแทนที่พยากรณ์ได้มาเปรียบเทียบความแม่นยำกันระหว่างแบบจำลองทั้ง 3 อัลกอริทึม ว่าแบบจำลองใดเหมาะสมกับการพยากรณ์ตราสารทุนหุ้นสามัญในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย

โดยการทำงานแต่ละรอบของการสร้างแบบจำลอง จะเริ่มจากการใช้ข้อมูล 380 วันแรกก่อนในการให้แบบจำลองเรียนรู้และทำการทดสอบแบบจำลองในอีก 100 วันถัดไป (Train set 380 days + Validate set 100 days) เช่น ปัจจุบันอยู่ที่สัปดาห์ ณ วันที่ 5-Jan-2016 จะใช้ข้อมูลย้อนหลัง 380 days (ตั้งแต่สัปดาห์ ณ วันที่ 5-Jan-2009 จนถึง ณ วันที่ 29-Jul-2010) สำหรับให้แบบจำลองเรียนรู้ และจะใช้ข้อมูลย้อนหลัง 100 วันถัดไป (ตั้งแต่สัปดาห์ ณ วันที่ 30-Jul-2010 จนถึงวันที่ 23-Dec-2010) เพื่อใช้ในการทดสอบแบบจำลอง โดยใช้ค่า Cost Function ทั้ง RMSE, MAE และ MSE ซึ่งกล่าวในบทก่อนหน้าในการทดสอบว่าแบบจำลองทำงานได้มีประสิทธิภาพในการคาดการณ์ผลตอบแทนได้แม่นยำหรือไม่ หากไม่แม่นยำจะทำการกลับไปปรับแบบจำลองตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบให้เหมาะสม เช่น เพิ่มเส้นโครงข่ายประสาทเทียม, ปรับ Activation Function ให้เหมาะสมกับข้อมูล, เพิ่มจำนวนโหนดในแต่ละ Layer ของโครงข่ายประสาทเทียม เป็นต้น และทำตามขั้นตอนข้างต้นวนไปทั้งหมด 127 รอบโดยการขยับช่วงข้อมูลไปข้างหน้ารอบละ 20 วัน ซึ่งยังคงโครงสร้างการใช้ข้อมูล 480 สัปดาห์ก่อนหน้านั้นในการให้แบบจำลองเรียนรู้และทำการทดสอบแบบจำลอง (Train set 380 days + Validate set 100 days) ตามรูปที่ 4

เมื่อการพยากรณ์ผลตอบแทนของตราสารทุนแต่ละตัวแล้วจะนำผลที่ได้ไปวัดความแม่นยำของแต่ละแบบจำลอง โดยใช้ RMSE, MAE และ MSE ในการเปรียบเทียบกันว่าแบบจำลองใดมีค่าความแม่นยำสูงสุด และเปรียบเทียบการพยากรณ์ด้วยว่าช่วงการพยากรณ์ใด (1 วัน, 1 เดือน และ 3 เดือน) มีความแม่นยำที่สุด



รูปที่ 4 การขยับช่วงข้อมูลในแต่ละรอบการปรับแบบจำลองในการคาดการณ์ผลตอบแทนของตราสารทุนแต่ละตัว

1. Prediction of Stock Return

งานวิจัยนี้พัฒนาแบบจำลอง Neural Network ด้วยโปรแกรมภาษา Python โดยทำงานร่วมกับ Scikit-learn ซึ่งเป็น Machine Learning Library และใช้งานร่วมกับ Keras ซึ่งเป็น High-level Neuron Network API สำหรับการออกแบบ แบบจำลอง ANN และ LSTM หลังจากผ่านการปรับแต่งแบบจำลองจากผลการทำ Model Validation ด้วยชุดข้อมูล Validate Set ของทุกแบบจำลองและประสิทธิภาพของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จึงใช้โครงสร้าง 305:305:3 คือมี Input Layer จำนวน 305 Node ร่วมกับ Hidden Layer 305 Node โดยทั้ง Input layer และ Hidden layer ใช้ ReLU Activation Function เนื่องจากข้อมูลตัวแปรต้นทุกตัวถูกปรับให้ข้อมูลอยู่ในรูปแบบอย่างง่ายหรือทำ Data Normalization มาแล้ว ทำให้ข้อมูลอยู่ในช่วง 0-1 จึงเหมาะสมในการใช้ ReLU Activation Function สำหรับส่วน Output Layer จำนวน 3 Node นั้นใช้ Tanh Activation Function ช่วยให้ผลคาดการณ์สอดคล้องกับค่าตัวแปรตามที่ต้องการซึ่งอยู่ในช่วง -1 ถึง 1 เนื่องจากตัวแปรตามหรือผลตอบแทนรายวันของตราสารทุนนั้นมีทั้งค่าบวกและลบ สำหรับการประมวลผลใช้อัลกอริทึมเพิ่มประสิทธิภาพ ADAM Optimizer ร่วมกับ Cost Function คือ Mean Absolute Error (MAE) โดยประมวลผลที่ 30 epochs ต่อ 1 รอบของการทำการปรับแบบจำลอง (Model calibration) และในส่วนของ RF กำหนดจำนวนการสร้าง Decision Tree โดยกำหนดจำนวน คือ 305 ต้น เพื่อสุ่มตัวอย่างข้อมูล โดยการสุ่มข้อมูลตัวอย่าง (Bootstrapping หรือการสร้างต้นไม้หลายๆต้นไม่ให้ซ้ำกัน) จาก Date set ที่เป็นข้อมูลตัวแปรต้น (Input data) ให้ได้ข้อมูลออกมา 305 ชุด ที่ไม่เหมือนกัน ตามจำนวน Decision Tree ใน Random Forest

การพัฒนาแบบจำลองของตราสารทุนแต่ละตราสารมีทั้งหมด 61 แบบจำลองตามจำนวนตราสารทุนที่ใช้ในการคาดการณ์ผลตอบแทนในแต่ละอัลกอริทึม ตามความแตกต่างของปัจจัยมีผลในการคาดการณ์ผลตอบแทนของตราสารทุนแต่ละตัว อีกทั้งต้องการให้แบบจำลองสามารถทำงานได้อิสระเกิดความเฉพาะใน

การคาดการณ์ผลตอบแทนของตราสารทุนแต่ละตัว โดยการทำงานในแบบจำลองแต่ละตัวจะคาดการณ์ผลตอบแทนรายวัน รายเดือน และราย 3 เดือน ของตราสารทุน ซึ่งการคาดการณ์ผลตอบแทนนี้จะทำรายวัน กล่าวคือมีข้อมูลปัจจัยที่มีผลหรือตัวแปรต้นเป็นรายวันย้อนหลัง และป้อนผลตอบแทนรายวัน รายเดือน และราย 3 เดือน ณ วันนั้นๆ ให้แบบจำลองเรียนรู้ และนำข้อมูลปัจจัยที่มีผลหรือตัวแปรต้น ณ วันที่จะทำการคาดการณ์ ป้อนใส่แบบจำลองเพื่อให้คาดการณ์ผลตอบแทนในแต่ละแบบของวันนั้นออกมา ซึ่งทำพยากรณ์ผลตอบแทนต่อเนื่องทั้งหมด 127 รอบ เพื่อให้แบบจำลองเกิดความแม่นยำมากที่สุด

สำหรับตารางที่ 1-3 เป็นการวัดผลแบบจำลองในขั้นตอนการคาดการณ์แบบจำลอง (Model Testing) โดยในขั้นตอนนี้มีค่าคลาดเคลื่อนที่คำนวณจาก MSE, RMSE และ MAE เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำในแต่ละแบบจำลองและในแต่ละช่วงผลตอบแทนที่พยากรณ์

ตารางที่ 1 ผลค่าคลาดเคลื่อนจากการทดสอบแบบจำลองหรือช่วงการใช้แบบจำลองคาดการณ์ผลตอบแทนของตราสารทุน (Model Testing) แบบ 1 วัน (1 Days) สำหรับทุกแบบจำลอง

Model	MSE	RMSE	MAE
ANN	7.01%	2.57%	1.85%
LSTM	8.34%	2.8%	1.99%
RF	6.61%	2.5%	1.8%

ตารางที่ 2 ผลค่าคลาดเคลื่อนจากการทดสอบแบบจำลองหรือช่วงการใช้แบบจำลองคาดการณ์ผลตอบแทนของตราสารทุน (Model Testing) แบบ 1 เดือน (1 Month) สำหรับทุกแบบจำลอง

Model	MSE	RMSE	MAE
ANN	53.48%	7.07%	4.94%
LSTM	56.53%	7.25%	5.02%
RF	43.83%	6.37%	4.51%

ตารางที่ 3 ผลค่าคลาดเคลื่อนจากการทดสอบแบบจำลองหรือช่วงการใช้แบบจำลองคาดการณ์ผลตอบแทนของตราสารทุน (Model Testing) แบบ 3 เดือน (3 Month) สำหรับทุกแบบจำลอง

Model	MSE	RMSE	MAE
ANN	68.06%	7.85%	5.3%
LSTM	68.91%	7.91%	5.34%
RF	55.54%	7.07%	4.85%

สรุปงานวิจัย

งานวิจัยนี้นำเสนอการคาดการณ์ผลตอบแทนตราสารทุนโดยใช้ Machine Learning 3 อัลกอริทึม (ANN, RF และ LSTM) ที่เรียนรู้จากข้อมูลและปัจจัยที่มีผลกระทบต่อราคาตราสารทุน ผสมกับการนำผลตอบแทนที่คาดการณ์ไว้มาหาค่าความผิดพลาดเพื่อเปรียบเทียบว่าแบบจำลองใดให้ค่าความผิดพลาดน้อยที่สุดหรือก็คือมีความแม่นยำมากที่สุด โดยผลจากการวิจัยพบว่าแบบจำลองที่มีความแม่นยำที่สุดก็คือแบบจำลอง Random Forest ซึ่งมีค่าความผิดพลาดต่ำที่สุดในทุกช่วงของการคาดการณ์ผลตอบแทน (1 วัน, 1 เดือน และ 3 เดือน) หมายความว่าแบบจำลอง RF เหมาะสมกับการพยากรณ์ตราสารทุนในตลาดหลักทรัพย์ไทยกว่าแบบจำลอง ANN และ LSTM

งานวิจัยนี้แสดงให้เห็นถึงการคาดการณ์ผลตอบแทนตราสารทุนที่มีความแม่นยำจากการใช้ Machine Learning โดยเลือกเทคนิคแบบจำลอง 3 อัลกอริทึม คือ ANN, RF และ LSTM ซึ่งสามารถนำผลที่ได้ไปประยุกต์ใช้ประกอบการตัดสินใจในการเลือกหลักทรัพย์ที่จะลงทุนหรือกำหนดกลยุทธ์ที่เหมาะสมกับความต้องการของนักลงทุน รวมถึงการนำไปจัดการปรับพอร์ตโฟลิโอให้กับนักลงทุนสถาบันหรือนักลงทุนอื่นๆ ได้ โดยในปัจจุบันแนวโน้มในการใช้ข้อมูลเพื่อตัดสินใจทางธุรกิจ (Data Driven), เทคโนโลยีด้านฮาร์ดแวร์ที่มีศักยภาพการคำนวณที่สูงขึ้นในราคาที่ถูกลงกว่าในอดีต, ข้อมูลปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อราคาตราสารทุนมีมากขึ้น ทั้งในแง่ขนาด ความเร็วและความหลากหลายข้อมูล รวมถึงแนวโน้มในการวิจัยพัฒนาเทคนิคด้าน Machine Learning และ Deep Learning ที่ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็วส่งผลให้มีการพัฒนาเทคนิควิธีการใหม่ๆ ซึ่งช่วยให้งานวิจัยนี้สามารถที่จะนำไปต่อยอดและขยายผลให้เกิดประโยชน์ได้อย่างกว้างขวางเพิ่มศักยภาพความแม่นยำในการคาดการณ์ผลตอบแทนของตราสารทุนได้เป็นอย่างดี เป็นตัวเลือกเพื่อสร้างโอกาสในการลงทุนของนักลงทุนต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีประสิทธิผล

งานวิจัยนี้ยังสามารถพัฒนาต่อยอดด้วยการนำผลที่ได้ไปจัดทำกลยุทธ์ในการจัดพอร์ตโฟลิโอในรูปแบบต่าง ๆ อาทิเช่น Bayes-Stein shrinkage, Black-Litterman, เป็นต้น สามารถต่อยอดโดยการเพิ่มปัจจัยหรือตัวแปรที่มีผลต่อการพัฒนาแบบจำลองเพื่อให้มีความแม่นยำในการคาดการณ์ผลตอบแทนมากขึ้น หรือนำแบบจำลองไปพัฒนาโดยใช้เทคนิคที่มีระดับสูงขึ้นอย่างเช่น Deep Learning

บรรณานุกรม

- Alaloul, W. S., & Qureshi, A. H. (2020). *Data Processing Using Artificial Neural Networks* (D. G. Harkut Ed.).
- Banerjee, A. (2019). Predicting Stock Return of UAE Listed Companies Using Financial Ratios. *Accounting and Finance Research*, 8(2). doi:<https://doi.org/10.5430/afr.v8n2p214>

- Basak, S., Kar, S., Saha, S., Khaidem, L., & Dey, S. R. (2019). Predicting the direction of stock market prices using tree-based classifiers. *North American Journal of Economics and Finance*, 47(47), 552–567. doi:<https://doi.org/10.1016/j.najef.2018.06.013>
- Jaroenkitwatcharachai, K. (2018). *Artificial intelligence for forecasting wage*. (Master degree Individual Study). Thammasat University,
- javatpoint. What is Artificial Neural Network. *Artificial Neural Network Tutorial*. Retrieved from <https://www.javatpoint.com/artificial-neural-network>
- Jiemwiriyakul, B., Sirianuntapiboon, P., & Lorsubkong, P. (2019). *Portfolio Return Prediction using Neural Network*. (Master degree Individual Study). Mahidol University
- Jozefowicz, R., Zaremba, W., & Sutskever, I. (2015). *An Empirical Exploration of Recurrent Network Architectures*. Paper presented at the Proceedings of the 32nd International Conference on Machine Learning, Proceedings of Machine Learning Research. <https://proceedings.mlr.press/v37/jozefowicz15.html>
- Kim, K.-j. (2003). Financial time series forecasting using support vector machines. *Neurocomputing*, 55(1), 307–319. doi:[https://doi.org/10.1016/S0925-2312\(03\)00372-2](https://doi.org/10.1016/S0925-2312(03)00372-2)
- Ma, Y., Han, R., & Wang, W. (2021). Portfolio optimization with return prediction using deep learning and machine learning. *Expert Systems with Applications*, 165, 1-15. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113973>
- Nevasalmi, L. (2020). Forecasting multinomial stock returns using machine learning methods. *Journal of Finance and Data Science*, 6(1), 86-106. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jfds.2020.09.001>
- Olah, C. (2015). Understanding LSTM Networks. Retrieved from <http://colah.github.io/posts/2015-08-Understanding-LSTMs/>
- Patel, J., Shah, S., Thakkar, P., & Kotecha, K. (2015). Predicting stock market index using fusion of machine learning techniques. *Expert Systems with Applications*, 42(4), 2162-2172. doi:<https://doi.org/10.1016/j.eswa.2014.10.031>
- Srivastava, R. K., Koutník, J., Steunebrink, B. R., & Schmidhuber, J. (2017). LSTM: A Search Space Odyssey. *IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems*, 28(10), 2222-2232. doi:<https://doi.org/10.1109/TNNLS.2016.2582924>