

การเผยแพร่ผลงานวิชาการ

คชินทร์ โภกนุทาภรณ์

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

<b>บทความวิจัย เรื่อง Forecast the Number of Unemployed in Thailand Classified by Level Education using Differential Equation Model</b>	๑
รูปแบบการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	๒
หน้าปก วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ธัญบุรี	๓
กองบรรณาธิการ	๔
สารบัญ	๖
บทความฉบับสมบูรณ์	๗
แบบตอบรับการตีพิมพ์บทความวิจัยในวารสารวิชาการ	๒๖
ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ ๓ (รับรองผลถึง ๓๑ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๒)	๒๗
ประกาศ ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI)	
เรื่อง แนวทางการอ้างอิงกลุ่มคุณภาพของบทความในวารสารของศูนย์ TCI	๒๘
แบบแสดงหลักฐานการมีส่วนร่วมในผลงานทางวิชาการ	๒๙
<b>บทความวิจัย เรื่อง การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง</b>	๓๐
รูปแบบการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	๓๑
หน้าปก วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร.	๓๒
กองบรรณาธิการ	๓๓
สารบัญ	๓๕
บทความฉบับสมบูรณ์	๓๖
หนังสือราชการ เรื่อง ตอบรับลงตีพิมพ์	๔๕
ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ ๔ พ.ศ. ๒๕๖๓ - ๒๕๖๗	๔๖
แบบแสดงหลักฐานการมีส่วนร่วมในผลงานทางวิชาการ	๔๗
<b>บทความวิจัย เรื่อง ตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์</b>	๔๘
รูปแบบการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	๔๙
หนังสือ ตอบรับการตีพิมพ์บทความลงวารสารศรีปทุมปริทัศน์	๕๐
ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ ๔ พ.ศ. ๒๕๖๓ - ๒๕๖๗	๕๑
กองบรรณาธิการ	๕๒
บทความฉบับสมบูรณ์	๕๓
แบบแสดงหลักฐานการมีส่วนร่วมในผลงานทางวิชาการ	๖๘
<b>บทความวิจัย เรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้น้ำประปา การประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี</b>	๖๙
รูปแบบการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	๗๐
หนังสือ เรื่องแจ้งตอบรับการตีพิมพ์บทความวิจัย	๗๑
ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ ๔ พ.ศ. ๒๕๖๓ - ๒๕๖๗	๗๒
กองบรรณาธิการ	๗๓
บทความฉบับสมบูรณ์	๗๔
แบบแสดงหลักฐานการมีส่วนร่วมในผลงานทางวิชาการ	๘๔

## สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทความวิจัย เรื่อง การใช้พีชคณิตพิสูจน์จุดเก้าจุดบนวงรีโดยการสร้างจาก สามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ สอดคล้องกับทฤษฎีวงรีเก้าจุด	๘๕
รูปแบบการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ	๘๖
หน้าปก วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์	๘๗
กองบรรณาธิการ	๘๘
สารบัญ	๙๐
บทความฉบับสมบูรณ์	๙๑
ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ ๔ พ.ศ. ๒๕๖๓ - ๒๕๖๗	๑๐๕
แบบแสดงหลักฐานการมีส่วนร่วมในผลงานทางวิชาการ	๑๐๖

### หมายเหตุ

๑. บทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper) ให้ถ่ายเอกสารตั้งแต่หน้าปก หน้าลิขสิทธิ์ ที่ปรากฏชื่อเจ้าของ  
บรรณาธิการ กองบรรณาธิการ บทบรรณาธิการ หน้าสารบัญ และบทความฉบับสมบูรณ์
๒. การนำเสนอที่ประชุม ให้ถ่ายเอกสารตั้งแต่หน้าปก บทบรรณาธิการ หน้าสารบัญ และบทความฉบับ  
สมบูรณ์ รายชื่อคณะกรรมการดำเนินงาน และรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ (peer reviewer)

เรื่อง

Forecast the Number of Unemployed in Thailand Classified by  
Education Level using Differential Equation Model

## รูปแบบการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

- ( ✓ ) เผยแพร่ในรูปแบบของบทความวิจัยในวารสารทางวิชาการระดับชาติ
๑. วารสารชื่อ วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ธัญบุรี
  ๒. ชื่อหน่วยงานที่จัดทำวารสาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
  ๓. รายชื่ออยู่ในฐานข้อมูลระดับชาติ ได้แก่ ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai Journal Citation Index - TCI)
    - ( ✓ ) TCI กลุ่มหนึ่ง ..... ลำดับที่.....
    - (     ) TCI กลุ่มสอง ..... ลำดับที่.....
- (     ) เผยแพร่ในรูปแบบของบทความวิจัยในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ
๑. วารสารชื่อ.....
  - ปีที่.....ฉบับที่ .....
  ๒. ชื่อหน่วยงานที่จัดทำวารสาร.....
  ๓. รายชื่อฐานข้อมูลระดับนานาชาติ (ตามเอกสารแนบท้ายประกาศประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการ สำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ. ๒๕๕๖)
    - ระบุชื่อฐานข้อมูล.....
- (     ) การเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับชาติและเป็นบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper)
๑. ชื่อการประชุม.....ครั้งที่.....วัน/เดือน/ปีที่.....
  - สถานที่ในการจัด.....
  ๒. หน่วยงานที่จัด.....
- (     ) การเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติและเป็นบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper)
๑. ชื่อการประชุม.....ครั้งที่.....วัน/เดือน/ปีที่.....
  - สถานที่ในการจัด.....
  ๒. หน่วยงานที่จัด.....
  ๓. โครงการจัดประชุม.....

ISSN 2229-1547



# วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ธัญบุรี

## Science and Technology RMUTT Journal

ปีที่ 10 ฉบับที่ 1 (มกราคม - มิถุนายน 2563)

Vol.10 No.1 (January - June 2020)



คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
Faculty of Science and Technology  
Rajamangala University of Technology Thanyaburi



HOME ABOUT USER HOME SEARCH CURRENT ARCHIVES IN PRESS  
PROCESS SUBMIT

Home > About the Journal > **Editorial Team**

## Editorial Team

### Editor

[Assistant Professor Dr. Nipat Jongsawat](#), Division of Computer Technology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

### Co-Editor

[Dr. Anucha Tungkastan](#), Division of Computer Technology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

### Associate Editor in Biology and Applied Biology

[Assistant Professor Dr. Wanthanee Khetkorn](#), Division Biology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

### Associate Editor in Chemistry and Applied Chemistry

[Assistant Professor Dr. Singto Sakulphaemaruehai](#), Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

### Associate Editor in Physics and Applied Physics

[Assistant Professor Dr. Voranuch Thongpool](#), Division of Physics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

### Associate Editor in Information and Communications Technology

[Dr. Anucha Tungkastan](#), Division of Computer Technology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Dr. Wiparat Busyatrass](#)

### Associate Editor in Mathematics and Applied Statistics

[Dr. Kamonrat Sombut](#), Division of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Sirinapa Aryuyuen](#)

### Associate Editor in Miscellaneous (Applied Science)

[Assistant Professor Dr. Nipat Jongsawat](#), Division of Computer Technology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

### External Committee

[Professor Dr. Pichet Limsuwan](#), Department of Physics, Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Thailand  
[Professor Dr. Anwar Ramez BAYDOUN](#), School of Life and Medical Sciences, University of Hertfordshire, United Kingdom  
[Professor Dr. Somsak Panha](#), Department of Biology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Thailand  
[Professor Dr. Pramuan Tangboriboonrat](#), Department of Chemistry, Faculty of Science, Mahidol University, Thailand  
[Professor Dr. Somyote Suththivaiyakit](#), Faculty of Science, Ramkhamhaeng University, Thailand  
[Professor Dr. Gary Brian Wills](#), Computer Science, University of Southampton, England, United Kingdom  
[Professor Dr. Yoshikazu Miyanaga](#), Graduate School of Information Science and Technology, Hokkaido University, Japan  
[Professor Dr. Lung-Jen Wang](#), College of Computer Science, National Pingtung University, Taiwan  
[Professor Dr. Shigeto Watanabe](#), Department of CosmoSciences, Hokkaido University, Japan  
[Professor Dr. Poom Kumam](#), Department of Mathematics, Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi (KMUTT), Thailand  
[Professor Dr. Yotsanan Meemark](#), Department of Mathematics and Computer Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Thailand

[OPEN JOURNAL SYSTEMS](#)

[Journal Help](#)

#### INFORMATION

- [For Readers](#)
- [For Authors](#)
- [For Librarians](#)

#### USER

You are logged in as...  
**kachin2519**

- [My Profile](#)
- [Log Out](#)

#### NOTIFICATIONS

- [View](#) (1 new)
- [Manage](#)

#### JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

#### Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)

#### FONT SIZE

#### KEYWORDS

[\(s Biology Pure and applied Crossbred pig, Box-Jenkins method Equilibrium problem, Fixed point problem, Nonexpansive map- ping, Nonspreading mapping, Microbiology, Biology Physics Porous ceramics, Reaction bonded Sintering, Lithium aluminates, Pore size distribution Risk assessment, Fuel oil unloading, Delphi technique, Analytic Hierarchy Process, Risk assessment criteria Scroll wave, Excitability, the Oregonator model Thai Folk Medicine applied chemistry, geminated Homnin brown rice flour, rice paper, antioxidant activity, gamma- aminobutyric acid, glycemic index integrated data, ontological inference, sensor detection, smart campus, decision support system local rice varieties, chemical composition, vitamin B1 content, amylose content photosynthetic bacteria, 5- aminolevulinic acid, Plackett- Burman phytoplankton, benthos, plants, birds sci, bio wheat flour, alkaline noodle, texture, physical quality attributes การเพิ่มค่า, ฟอสฟอรัส, แอนโทไซยานิน, โยเกิร์ตชนิด-3-กรดไขมัน, สารต้านอนุมูลอิสระ, Black](#)



[Associate Professor Dr. Sajeera Kuplttayanant](#), The Center for Educational Services, Suranaree University, Thailand  
[Associate Professor Dr. Srunya Vajrodaya](#), Department of Botany, Faculty of Science, Kasetsart University, Thailand  
[Associate Professor Dr. Yuwadee Peerapornpisal](#), Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Thailand  
[Associate Professor Dr. Sunit Sooksamrarn](#), Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Thailand  
[Associate Professor Dr. Rabian Wangkeeree](#), Department of Mathematics, Faculty of Science, Naresuan University, Thailand  
[Associate Professor Dr. Somchit Chotchaisthit](#), Department of Mathematics, Faculty of Science, Khon Kaen University, Thailand  
[Associate Professor Dr. Worapoj Kreesuradej](#), Department of Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Wasu Pathom-aree](#), Department of Biology, Faculty of Science, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200 Thailand  
[Assistant Professor Dr. Supakorn Boonyuen](#), Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Maneenat Kaewneam](#), Department of Mathematics and Applied Statistics Program, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University., Thailand  
[Assistant Professor Dr. Wanvimol Pasanphan](#), Department of Materials Science, Faculty of Science, Kasetsart University., Thailand  
[Assistant Professor Dr. Kamon Aiempanakit](#), Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Thammasat University., Thailand  
[Associate Professor Pongpitsanu Pakdeenarong](#), Faculty of Forensic Science, Royal Police Cadet Academy, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Noppon Lertwattanasakul](#), Department of Microbiology, Faculty of Science, Kasetsart University., Thailand  
[Assistant Professor Dr. Tanin Tangkuaram](#), Department of Chemistry, Faculty of Science , Maejo University, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Mena Patummasut](#), Department of Statistics, Faculty of Science, Kasetsart University., Thailand  
[Assistant Professor Dr. Sikarin Yoo-Kong](#), Department of Physics, Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi., Thailand  
[Assistant Professor Dr. Chutintorn Punwong](#), Department of Physics, Faculty of Science, Prince of Songkla University., Thailand  
[Dr. Rawisara Ruenwai](#), School of Agriculture and Natural resources, Division of Biotechnology, University of Phayao, Thailand  
[Dr. Robert Molloy](#), Department of Chemistry, Faculty of Science, Chiang Mai University., Thailand  
[Dr. Boonyarit Choopradit](#), Faculty of Sciences and Industrial Technology, Prince of Songkla University, Surat Thani Campus., Thailand

[glutinous rice, Phenolic, Anthocyanin, cyanidin-3-glycoside, Antioxidant, ฟอสฟอรัส, วิตามินเอ, วิตามินบี, วิตามินซี, วิตามินดี, วิตามินอี, วิตามินเค, วิตามินพี, วิตามินเค, วิตามินดี, วิตามินอี, วิตามินเค, วิตามินพี, วิตามินเค, วิตามินดี, วิตามินอี, วิตามินเค, วิตามินพี](#)

## Internal Advisory Board

[Assistant Professor Dr. Chiraporn Ananchipattana](#), Division Biology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Preeyaporn Chaiyasat](#), Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Chatchai Ponchio](#), Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Unchalee Tonggumnead](#), Division of Applied Statistics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Naris Barnthip](#), Division of Physics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Voranuch Thongpool](#), Division of Physics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Wanthanee Khetkorn](#), Division Biology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Assistant Professor Dr. Akapong Phunpueok](#), Division of Physics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Dr. Jantima Tekka](#), Division Biology, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Dr. Wanna Sriprad](#), Division of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Dr. Nothiya makate](#), Division of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Oam Sthityanak](#), Division of Mathematics, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand  
[Pongpon Nilaphruek](#), Division of Computer Science, Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

## Staffs

[podjarin phasuk](#), Faculty of Science and Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, Thailand

## SCIENCE AND TECHNOLOGY RMUTT JOURNAL

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

Faculty of Science and Technology

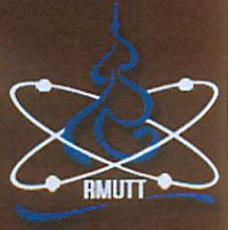
<http://www.sci.rmutt.ac.th/stj>





# วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ธัญบุรี

## Science and Technology RMUTT Journal



- HOME
- ABOUT
- USER HOME
- SEARCH
- CURRENT
- ARCHIVES
- IN PRESS
- PROCESS
- SUBMIT

Home > Archives > Vol 10, No 1 (2020)

## Vol 10, No 1 (2020)

January - June 2020

### Table of Contents

<a href="#">Comet assay of healthy elderly people in Thai people in Tambon Lak Hok population at Pathumthani province by Lucia program</a> Faongchat Jarintanan, Weerawat Liemmanee, Kantima Choosang	<a href="#">PDF</a> 1-9
<a href="#">การผลิตกระดาษข่อยที่มีคุณสมบัติต้านแบคทีเรียสาเหตุของกลิ่นเท้า (Production of Bagasse Paper with Antibacterial Activity against Foot-Odor Causing Bacteria)</a> สุญา ฤทธิศรี, ทรงพล จำดิษฐ์	<a href="#">PDF</a> 10-18
<a href="#">ผลของน้ำส้มควันไม้จากเสตค้อการต้านแบคทีเรียและประสิทธิภาพการเจริญเติบโตในลูกสุกรหย่านม (Effects of Neem Wood Vinegar on Antibacterial Activities and Growth Performance in Weaned Piglets)</a> พิมพ์ชนก โสฬ์ทองคำ, ภคนิจ คุปพิทยานันท์	<a href="#">PDF</a> 19-35
<a href="#">Machine Learning Apply for Financial Credit Approval to Filter Selected Customer in Domain Specific Bank</a> Uraiwan Inyaem, Sirina Chuaytem	<a href="#">PDF</a> 36-46
<a href="#">บล็อกยางปูพื้นสำหรับผู้สูงอายุ: ผลของสารหน่วงปฏิกิริยาการควบแน่นของบล็อกยางปูพื้น (Rubber blocks flooring for elder: Effect of pre-vulcanization inhibitor on rubber block flooring properties)</a> ชัชวาลย์ วัชรัง, สราวุธ ประเสริฐศรี, ชัยวัฒน์ บำเพ็ญ, ชลากรณ์ ครองยุทธ, ศตวรรษ ดอกจันทร์, จารุวรรณ ชูปวา	<a href="#">PDF</a> 47-60
<a href="#">การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยใช้ชุดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ กรณีวัตถุหมุนและไม่หมุน Development of Upper Secondary Students Learning Achievement by using the Learning Activity Packages: Projectile motion for spinning and non-spinning objects</a> มยุรี จักรสิทธิ์, เกริก ศักดิ์สุภาพ, สุนันทา มั่นสมงคล, พงษ์แก้ว อุดมสมุทรวิทย์	<a href="#">PDF</a> 61-74
<a href="#">การศึกษาความเร็วปลายในการตกอย่างอิสระของลูกแมกนิติน ในระบะความสูงไม่เกินสามเมตรโดยใช้สมาร์ทโฟน</a> Kritsakorn Boonpraserd, Pakamas Sukmuang, Pongkaew Udomsamuthirun	<a href="#">PDF</a> 75-84
<a href="#">การผลิตคอนกรีตบล็อกไว้รับน้ำหนักจากขยะอุตสาหกรรมในเขต จังหวัดนครศรีธรรมราช Brick production form industrial waste in Nakhon Si Thammarat Province</a> uraiwun wanthong	<a href="#">PDF</a> 85-95
<a href="#">Generalized Identities for third order Pell Number, Pell-Lucas Number and Modified Pell Number</a> Mongkol Tatong, Tawan Ampawa	<a href="#">PDF</a> 96-106
<a href="#">เสถียรภาพสำหรับแบบจำลองโรคระบาด เอส อี ไอ อาร์ และ เอส อี ไอ ดี อาร์ (On the stability for SEIR and SEIQR epidemic model)</a> สลิลทิพย์ แดงกองโค, ยุทธนา อุทธา, จิตติพร ตั้งศรีเวชกุล	<a href="#">PDF</a> 107-116
<a href="#">Forecast the Number of Unemployed in Thailand Classified by Education Level using Differential Equation Model</a> kachin Goganutapon	<a href="#">PDF</a> 117-135
<a href="#">On the value distribution of two Dirichlet L-functions over sums of two zeros of the Riemann zeta-function</a> nattiwut maugmai, Teerapat Srichan	<a href="#">PDF</a> 136-147
<a href="#">Generalized Nonexpansive Mappings in CAT(0) spaces</a> Pim Sanboonsiri, Paiwan Wongsasinchai	<a href="#">PDF</a> 148-160

[OPEN JOURNAL SYSTEMS](#)

[Journal Help](#)

#### INFORMATION

- [For Readers](#)
- [For Authors](#)
- [For Librarians](#)

#### USER

You are logged in as... **kachin2519**

- [My Profile](#)
- [Log Out](#)

#### NOTIFICATIONS

- [View \(1 new\)](#)
- [Manage](#)

#### JOURNAL CONTENT

Search

Search Scope

All

#### Browse

- [By Issue](#)
- [By Author](#)
- [By Title](#)

#### FONT SIZE

#### KEYWORDS

(s Biology Pure and applied Equilibrium problem, Fixed point problem, Nonexpansive map- ping, Nonspreading mapping Fermented rice vinegar, Koji, Glutinous rice Microbiology, Biology, Physics Porous ceramics, Reaction bonded Sintering, Lithium aluminates, Pore size distribution Risk assessment, Fuel oil unloading, Delphi technique, Analytic Hierarchy Process, Risk assessment criteria [Scroll wave, Excitability, the Oregonator model](#) Thai Folk Medicine applied chemistry bio.Biology, applied, Microbiology, germinated Homnin brown rice flour, rice paper, antioxidant activity, gamma-aminobutyric acid, glycemic index local rice varieties, chemical composition, vitamin B1 content, amylose content [photosynthetic bacteria, 5- aminolevulinic acid, Plackett-Burman](#) phytoplankton, benthos, plants, birds scj, bio wheat flour, alkaline noodle, texture, nphysical quality attributes ข้าวเหนียวดำ, ฟีนอลิค, แลนโนโซยานิน, โยมาดีน-3-กลูโคไซด์, สารต้านอนุมูลอิสระ, Black glutinous rice, Phenolic, Anthocyanin, cyanidin-3-



---

**Forecast the Number of Unemployed in Thailand Classified  
by Education Level using Differential Equation Model**

Kachin Goganutapon

Program in Applied Mathematics, Faculty of Science and Technology,  
Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage,  
Khlong Luang, Phatum Thani 13180, Thailand.

E-mail: Kachin@vru.ac.th

**Abstract**

The purpose of this study were 1) to construct the appropriate model forecasting for the number of unemployed in Thailand classified by education level using differential equation model , the primary and lower education, junior high school, senior high school, vocational certificate, high vocational certificate and higher education, and 2) Predict the number of unemployed people in Thailand classified by education in the future using information from the website of the National Statistical Office from 2001 to 2017, totally 17 values. Is divided into 2 sets, set 1 is data from year 2001 to year 2016, 16 values for creating differential equations to predict the number of unemployed in Thailand check the relationship between the differential equation model and the real value and the suitability of the forecasting model with the correlation coefficient (R), coefficient of determination ( $R^2$ ) coefficient of improvement decision ( $R^2$  - Adjusted), estimation of standard error of regression equation and analysis of the recession, respectively. Set 2 had 5 values from 2013 to 2017 for comparing accuracy of the forecasts via criteria of the lowest root mean squared error (RMSE) and mean absolute percentage error (MAPE).

---

Received: September 11, 2019

Revised: December 23, 2019

Accepted: January 08, 2020

The research found that

1. Differential equation model for forecasting the number of unemployed by qualification achieved in Thailand

Primary and lower education is  $\hat{Y}_1(t) = -0.173t^3 + 2.425t^2 - 11.593t + 98.335$

Junior high school is  $\hat{Y}_2(t) = 0.063t^3 + 0.750t^2 - 8.874t + 85.717$

Senior high school is  $\hat{Y}_3(t) = 0.077t^3 + 0.610t^2 - 5.729t + 49.191$

Vocational certificate is  $\hat{Y}_4(t) = 0.013t^3 + 0.238t^2 - 1.598t + 18.844$

High vocational certificate is  $\hat{Y}_5(t) = 0.030t^3 + 0.352t^2 - 3.029t + 32.082$

Higher education is  $\hat{Y}_6(t) = 0.119t^3 + 0.791t^2 - 4.567t + 83.141$

2. Number of unemployed graduates' primary and lower education have a tendency to decrease but the unemployed graduates junior high school graduation, senior high school graduation, vocational certificate graduation, high vocational certificate graduation and higher education graduation upward trend.

**Keywords:** differential equation, unemployed, forecast

## 1. Introduction

Population is a resource national manpower that plays an important role in success or failure to develop the country. Therefore, it is very important to analyze the current situation of population, manpower, labor and unemployment in order to set guidelines for solving problems from the unemployment situation, termination and demand for labor surveyed by national statistical office. The results of the labor force survey in April 2017 found that the number of people aged from 15 years up to 55.89 million people who live in the labor force or those who are ready to work 37.89 million people. Which consists of 37.09 million active people, 4.73 thousand hundred unemployed people and 3.24 hundred thousand people waiting for the season, while those outside the labor force or those who are not ready to work 18.00 million people,

including house wife, student, and elderly people.

In April 2017, the unemployment situation were 4.73 hundred thousand people, or 1.2 percent of the unemployment rate, compared to the same period in 2016. The number of unemployed increased by 7.7 ten thousand people (from 3.96 hundred thousand to 4.73 hundred thousand people) and compared to March 2017, the number of unemployed decreased by 2.3 thousand people (from 4.96 hundred thousand people to 7.73 hundred thousand people) when comparing the unemployment rate with the same period of the previous year. The result of the unemployment rate increased (from 1.0 percent to 1.2 percent) compared to the previous month. The unemployment rate decreased (from 1.3 percent to 1.2 percent). Unemployment according to the level of education achieved in April 2017, it was found that the unemployed higher education graduated



1.92 hundred thousand people (2.3 percent unemployment rate), followed by the upper junior high school, 1.08 hundred thousand people (1.7 percent), junior high school graduated 8.9 ten thousand people (1.4 percent), primary education graduated 6.0 thousand people (0.7 percent) and those who do not have education and lower than 2.2 ten thousand people (0.3 percent) compared to the same period of 2016. Found that, the number of detractors In the senior high school graduated increased by 2.8 ten thousand people, higher education increased by 2.6 ten thousand people, primary education graduated increased by 1.9 thousand people and junior high school graduated increased by 8.0 thousand people for those who do not have education and lower than primary education graduated, the number of unemployed reduced down 4.0 thousand people [1].

For this research, the researcher wanted to study the movement of the number of unemployed. In the past, to create a model for differential equations to predict the number of unemployed in the country. Separating the qualification achieved to know the trend of the number of unemployed how it looks if the number of unemployed in the future decreases would have a positive impact on national development planning. For that reason, the researcher therefore is interested in studying the formation of differential equations. To predict the number of unemployed by classifying graduates who are primary education graduated and lower, junior high school graduated, senior high school graduated, vocational certificate graduated, high vocational certificate graduated and higher education

graduated in the creation of differential equations to predict the number of unemployed will determine the trend equation that is suitable for the number of unemployed by the level of education achieved and then apply the trend equation to create the differential equation model In the construction of the differential equation model, this is a forecast of future unemployment trends for information on various agencies, including education, government, private sector, public sector and related sectors.

## 2. Materials and Experiment

This research is conducted to create a differential equation model to predict the number of unemployed. By using statistical achievement program the data used in the study were obtained from the website, social database and quality of life system, the office of the Economic Development Board and National society is a time series of unemployed people that are aged 15 years and over (thousands), classified by graduated level achieved from the year 2001 to year 2017, data 16 valve, the researcher has divided the data into 2 sets, which is set 1 is the data from 2001 to year 2016, 15 values. [2] For creating differential equations by using the statistical achievement program create a scatter diagram to study the movement of time series is a preliminary consideration of what time series has changed. What time-series components are there (trends, seasonal, cyclical or unusual events) based on the graph of time series versus time for the proper selection of statistical methods for further data analysis [3] calculates the trend equation that fits the time series

of the number of unemployed. Classified by graduated level achievement and then apply the trend equation to create the differential equation model checking the relationship of the value of the equation model and the true value to calculate the correlation coefficient (R), coefficient of determination ( $R^2$ ), coefficient of determination ( $R^2$  - Adjusted), standard error estimation of regression equation (Standard error of the estimate) and check the suitability of the differential equation model with real values by the regression analysis. Set 2 is the year 2013 to year 2017, 5 values for precision checking used by considering the mean absolute percentage error (MAPE) and the square root of the root mean squared error (RMSE). Both values must be low. Therefore, being classified as a model that is suitable for the time series [4].

Show as follows  $MAPE = \frac{100}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} \left| \frac{e_t}{Y_t} \right|$

and  $RMSE = \sqrt{\frac{1}{n_2} \sum_{t=1}^{n_2} e_t^2}$

When  $e_t = Y_t - \hat{Y}_t$

$Y_t$  means the actual value in time period t,

$\hat{Y}_t$  means the forecast values for time period t.

t represents the time period, which has a value from 1 to  $n_2$ , where  $n_2$  represents the amount of data in the time series, set 2 [5].

The researcher determined the differential equation model for forecasting the number of unemployed in Thailand by qualifying as follows.

To  $\hat{Y}_1(t)$  Instead of the differential equation model for forecasting number of unemployed

who have completed primary and lower education at the time t determined by

$$\hat{Y}_1(t) = \frac{dEs(t)}{dt} + Es(t)$$

To  $\hat{Y}_2(t)$  Instead of the differential equation model for forecasting number of unemployed who have completed Junior high school at the time t determined by

$$\hat{Y}_2(t) = \frac{dJh(t)}{dt} + Jh(t)$$

To  $\hat{Y}_3(t)$  Instead of the differential equation model for forecasting the number of unemployed who have completed senior high school at the time t determined by

$$\hat{Y}_3(t) = \frac{dHs(t)}{dt} + Hs(t)$$

To  $\hat{Y}_4(t)$  Instead of the differential equation model for forecasting the number of unemployed who have completed vocational certificate at the time t determined by

$$\hat{Y}_4(t) = \frac{dVs(t)}{dt} + Vs(t)$$

To  $\hat{Y}_5(t)$  Instead of the differential equation model for forecasting the number of unemployed who have completed high vocational certificate at the time t determined by

$$\hat{Y}_5(t) = \frac{dHv(t)}{dt} + Hv(t)$$

To  $\hat{Y}_6(t)$  Instead of the differential equation model for forecasting the number of unemployed who have completed higher education at the time t determined by

$$\hat{Y}_6(t) = \frac{dHe(t)}{dt} + He(t)$$

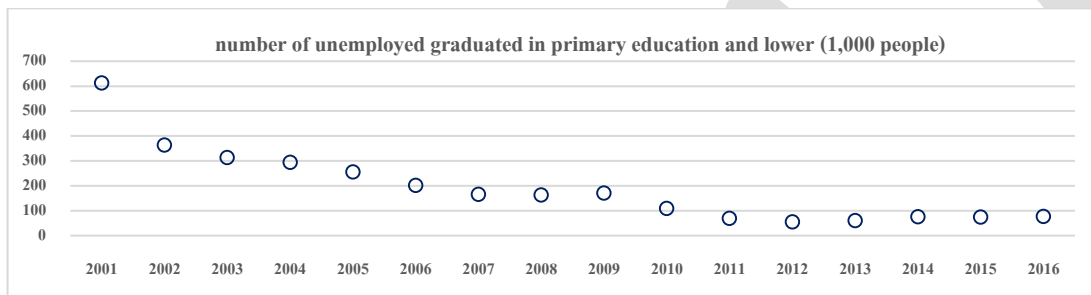
When  $Es(t), Jh(t), Hs(t), Vc(t), Hv(t)$  and  $He(t)$  Is the trend equations of unemployed who have completed primary education and lower, Junior high school graduates, senior high school graduates, vocational certificate graduated, higher vocational certificate graduated and higher education graduated at the time t.

### 3. Results and Discussion

#### 3.1 The results of the creation of differential equation models for forecasting number of unemployed classified by education.

3. 1. 1 Differential equation model for forecasting the number of unemployed who have completed primary education and lower.

Consider the scatter diagram of the number of unemployed. Graduated from primary education and lower than the year 2001 to year 2016, as shown in Figure 1.



**Figure 1** The scatter diagram for the number of unemployed graduated in primary education and lower.

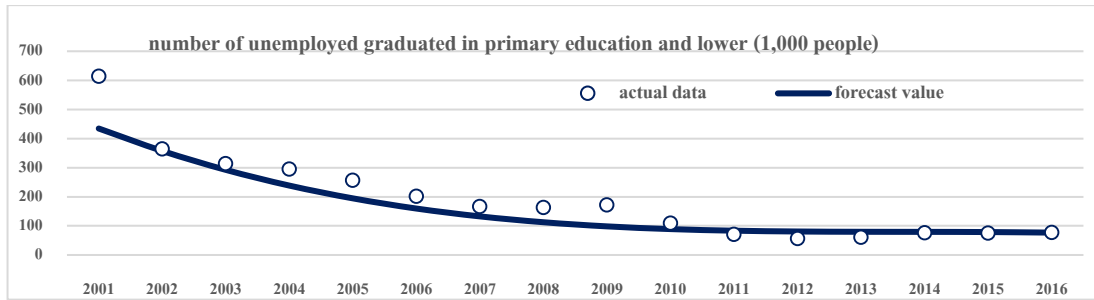
Which creates a trend equation  $Es(t)$  which is suitable for the number of unemployed who have completed primary and lower education can be used to create a differential equation model as follows

$$\begin{aligned} \hat{Y}_1(t) &= \frac{dEs(t)}{dt} + Es(t) \\ &= -0.173t^3 + 2.425t^2 - 11.593t + 98.335 \end{aligned}$$

$$\text{When } Es(t) = -0.173t^3 + 2.943t^2 - 17.478t + 115.813$$

at the time t

The graph shows the relationship  $\hat{Y}_1(t)$  between the number of unemployed who have completed primary education and lower. As shown in Figure 2.



**Figure 2** Graph of  $\hat{Y}_1(t)$  and number of unemployed who have completed primary education and lower.

Check the relationship between the values of  $\hat{Y}_1(t)$  and the number of unemployed who have completed primary education and lower by to calculation the R value,  $R^2$  value  $R^2$  - Adjusted, the

standard error estimation of the regression equation by showing in the Model Summary as shown in Table 1.

**Table 1** Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0.9955	0.9909	0.9888	11.7252

From Table 1, it is found that the value of R,  $R^2$  and value  $R^2$  - Adjusted values are approaching 1, indicating that the value  $\hat{Y}_1(t)$  and the number of unemployed who have completed primary education and lower have a positive correlation.

Check the suitability of the value of  $\hat{Y}_1(t)$  for use in forecasting the number of unemployed who have completed primary education and lower by to calculation Regression analysis which is shown in the form of the ANOVA as shown in Table 2.

**Table 2** ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	195397.4218	3	65132.4739	473.7609	0.0000
Residual	1787.2351	13	137.4796		
Total	197184.6569	16			



From Table 2, it is found  $\hat{Y}_1(t)$  that it is appropriate to predict the number of unemployed who have completed primary education and lower with statistical significance at .01 level ( F = 473.7609).

Check the accuracy of the forecasting model. By applying forecast values  $\hat{Y}_1(t)$  to compare with the actual data of the number unemployed who have completed primary education and lower in Thailand in the years 2013 to year 2017, as shown in Table 3.

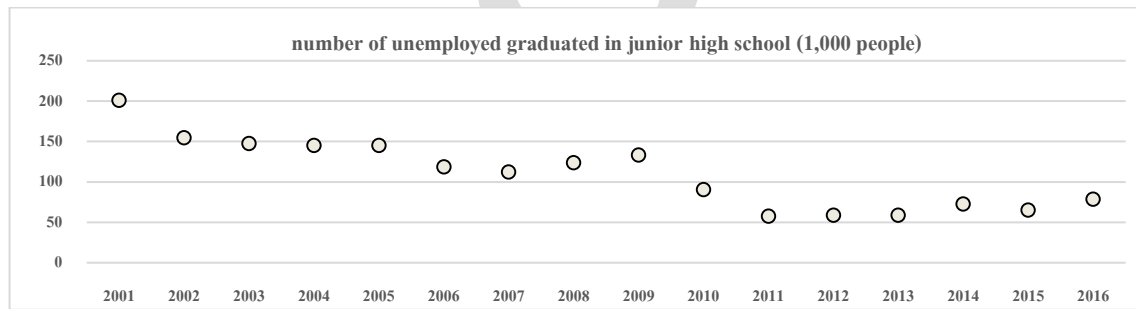
**Table 3** Forecasting values  $\hat{Y}_1(t)$  and actual data of the number of unemployed who have completed primary education and lower in Thailand than in year 2013 to year 2017 (thousands of people), MAPE and RMSE.

duration	2013	2014	2015	2016	2017	MAPE	RMSE
actual data	61.47	76.65	75.52	77.64	93.4	12.23	12.58
$\hat{Y}_1(t)$	79.73	79.44	78.82	76.85	72.48		

From Table 3, the mean absolute percentage error and the square root of the mean square error are acceptable low values. Shows that the forecast value  $\hat{Y}_1(t)$  is accurate in predict the number of unemployed who have completed primary education and lower in Thailand.

3. 1. 2 Differential equation model for forecasting number of unemployed who have completed junior high school.

Consider the scatter diagram of the number of unemployed who have completed junior high school than the year 2001 to year 2016, as shown in Figure 3.



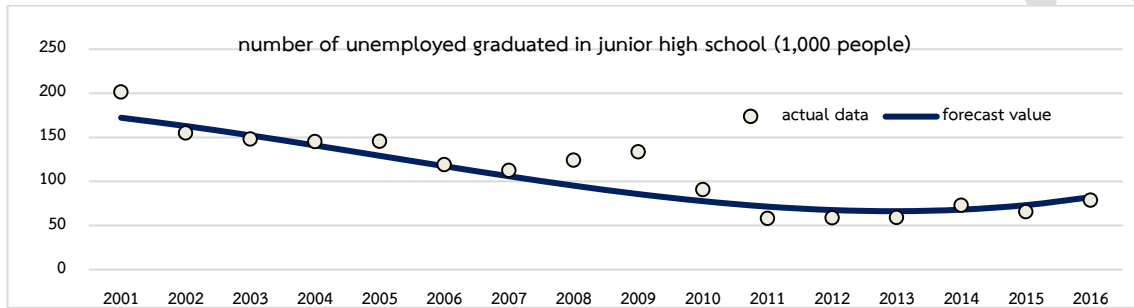
**Figure 3** The scatter diagram for the number of unemployed graduated in junior high school.

Which creates the trend equation  $Jh(t)$  which is suitable for the number of unemployed who have completed junior high school can be used to create a differential equation model as follows.

$$\hat{Y}_2(t) = \frac{dJh(t)}{dt} + Jh(t) = 0.063t^3 + 0.750t^2 - 8.874t + 85.717$$

When  $Jh(t) = 0.063t^3 + 0.561t^2 - 9.995t + 95.712$  at the time  $t$

The graph shows the relationship  $\hat{Y}_2(t)$  between the numbers of unemployed who have completed junior high school. As shown in Figure 4.



**Figure 4** Graph of  $\hat{Y}_2 t$  and number of unemployed who have completed junior high school

Check the relationship between the values of  $\hat{Y}_2(t)$  and the number of unemployed who have completed junior high school by to calculation R

value,  $R^2$  value,  $R^2$  - Adjusted value, standard error estimation of regression equation by showing in the Model Summary table as shown in Table 4

**Table 4** Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0.9302	0.8652	0.8342	14.5288

From Table 4, it is found that the value of  $R$ ,  $R^2$  and  $R^2$  - Adjusted values are approaching 1, indicating that the value  $\hat{Y}_2(t)$  and the number of unemployed who have completed junior high school have a positive correlation.

Check the suitability of the value  $\hat{Y}_2(t)$  for use in forecasting the number of unemployed who have completed junior high school by to calculation Regression analysis which is shown in the form of the ANOVA as shown in Table 5.

**Table 5** ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	17619.9030	3	5873.3010	27.8240	0.0000
Residual	2744.1020	13	211.0850		
Total	20364.0050	16			

From Table 5, it is found that  $\hat{Y}_2(t)$  that it is appropriate to predict the number of unemployed who have completed junior high school with statistical significance at .01 level ( $F = 27.8240$ ).

Check the accuracy of the forecasting model. By applying forecast values  $\hat{Y}_2(t)$  compared with the actual data of the number of unemployed who have completed junior high school in Thailand in the years 2013 to year 2017, as shown in Table 6.

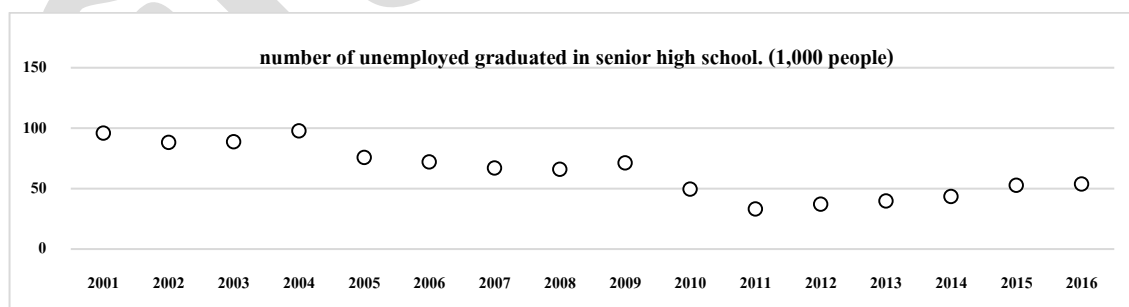
**Table 6** Forecast value  $\hat{Y}_2(t)$  and actual data of the number of unemployed who have completed junior high school in Thailand than in year 2013 to year 2017 (thousands of people), MAPE and RMSE.

duration	2013	2014	2015	2016	2017	MAPE	RMSE
actual data	59.02	72.93	65.50	78.71	87.9	8.65	6.31
$\hat{Y}_2 t$	66.28	68.02	73.16	82.08	95.16		

From Table 6, the average absolute error percentage and the square root of the mean square error are acceptable low values. Shows that the forecast value  $\hat{Y}_2(t)$  is accurate in predicting the number of unemployed who have completed junior high school in Thailand.

3.1.3 Differential equation model for forecasting number of unemployed who have completed senior high school.

Consider the scatter diagram of the number of unemployed who have completed senior high school than the year 2001 to year 2016, as shown in Figure 5.

**Figure 5** The scatter diagram for the number of unemployed graduated in senior high school.

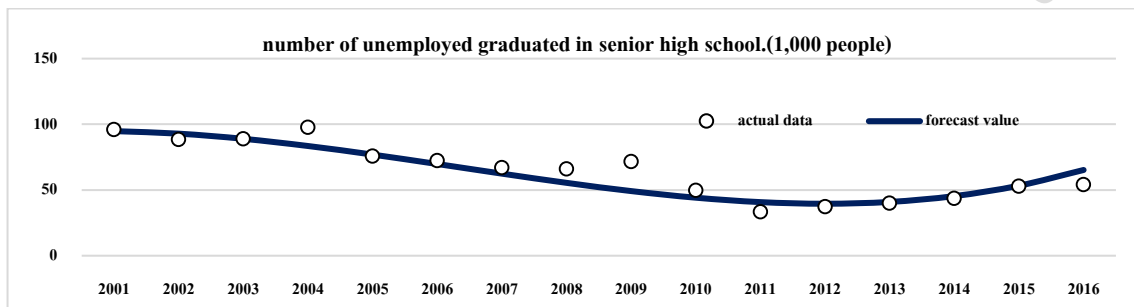
Which creates a trend equation  $Hs(t)$  which is suitable for the number of unemployed who have completed senior high school can be used to create a differential equation model as follows:

$$\hat{Y}_3(t) = \frac{dHs(t)}{dt} + Hs(t) = 0.077t^3 + 0.610t^2 - 5.729t + 49.191$$

When  $Hs(t) = 0.077t^3 + 0.378t^2 - 6.484t + 55.675$

at the time t

The graph shows the relationship  $\hat{Y}_3(t)$  between the numbers of unemployed who have completed senior high school. As shown in Figure 6.



**Figure 6** Graph of  $\hat{Y}_3(t)$  and number of unemployed who have completed senior high school.

Check the relationship between the values of  $\hat{Y}_3(t)$  and the number of unemployed who have completed senior high school by to calculation the R value,  $R^2$  value  $R^2$  - Adjusted, the

standard error estimation value of the regression equation by showing in the Model Summary table as shown in Table 7.

**Table 7** Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0.9003	0.8106	0.7669	9.4420

From Table 7, it is found that the value of R,  $R^2$  and  $R^2$  - Adjusted values are approaching 1, indicating that the value  $\hat{Y}_3(t)$  of the number of unemployed who have completed senior high school have a positive correlation.

Check the suitability of the value  $\hat{Y}_3(t)$  for use in forecasting the number of unemployed who have completed senior high school by to calculation Regression analysis which is shown in the form of the ANOVA as shown in Table 8.

**Table 8** ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	4960.0650	3	1653.3550	18.5460	0.0000
Residual	1158.9580	13	89.1510		
Total	6119.0230	16			

From Table 8, it is found  $\hat{Y}_3(t)$  that it is appropriate to predict the number of unemployed who have completed senior high school with statistical significance at the level of .01 (F = 18.5460).

Check the accuracy of the forecasting model. By applying forecast values  $\hat{Y}_3(t)$  compare with the actual data of the number unemployed who have completed senior high school in Thailand in the year 2013 to year 2017, as shown in Table 9.

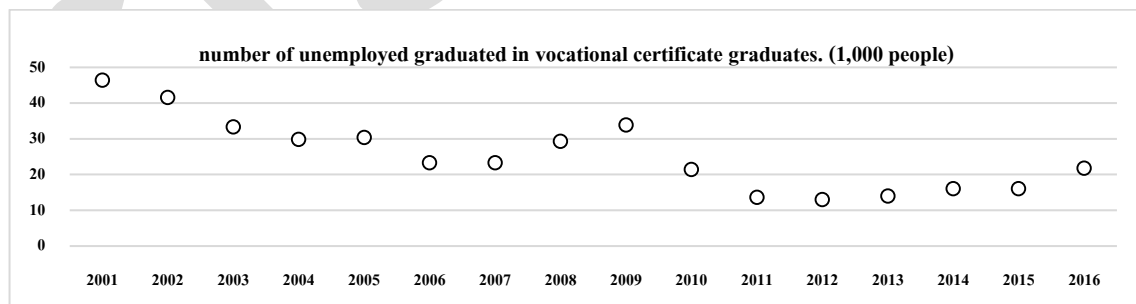
**Table 9** Forecast value  $\hat{Y}_3(t)$  and actual data of the number of unemployed who have completed senior high school in Thailand than in year 2013 to year 2017 (thousands of people), MAPE and RMSE

duration	2013	2014	2015	2016	2017	MAPE	RMSE
actual data	39.86	43.55	52.93	54.01	66.03	10.39	8.64
$\hat{Y}_3(t)$	40.93	45.37	53.31	65.24	81.60		

From table 9, the average absolute error percentage and the square root of the mean square error are acceptable low values. Shows that the forecast value  $\hat{Y}_3(t)$  is accurate in predicting the number of unemployed who have completed senior high school in Thailand.

3.1.4 Differential equation model for forecasting number of unemployed who have completed vocational certificate.

Consider the scatter diagram of the number of unemployed who have completed vocational certificate than the year 2001 to year 2016, as shown in Figure 7.



**Figure 7** The scatter diagram for the number of unemployed graduated in vocational certificate graduates.

Which creates trend equations  $Vc(t)$  which is suitable for the number of unemployed who have completed vocational certificate can be used to create a differential equation model as follows

$$\hat{Y}_4(t) = \frac{dVc(t)}{dt} + Vc(t) = 0.013t^3 + 0.238t^2 - 1.598t + 18.844$$

When  $Vc(t) = 0.013t^3 + 0.199t^2 - 1.996t + 20.840$

at the time t

The graph shows the relationship  $\hat{Y}_4 t$  between the numbers of unemployed who have completed vocational certificate. As shown in Figure 8.

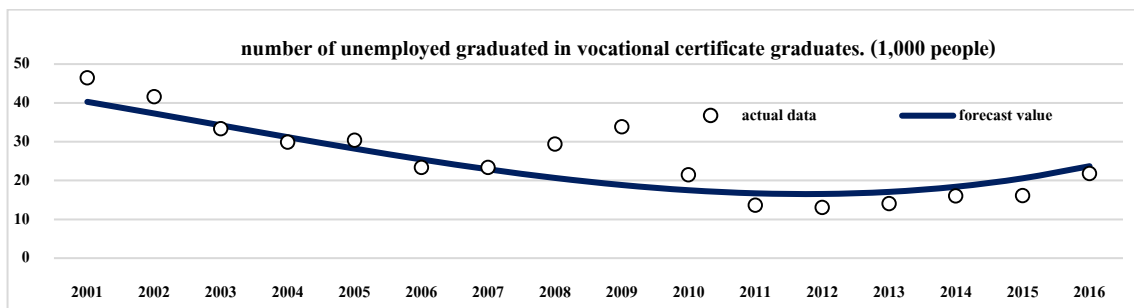


Figure 8 Graph  $\hat{Y}_4(t)$  and number of unemployed who have completed vocational certificate.

Check the relationship between the values of  $\hat{Y}_4(t)$  and the number of unemployed who have completed vocational certificate by to calculation the

R value,  $R^2$  value,  $R^2$  - Adjusted value, the standard error estimation of regression equation by showing in the Model Summary table as shown in Table 10.

Table 10 Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0.8629	0.7446	0.6857	4.2227

From Table 10, it is found that the value of R,  $R^2$  and  $R^2$  - Adjusted values are approaching 1, indicating that the value  $\hat{Y}_4(t)$  of the number of unemployed who have completed vocational certificate have a positive correlation.

Check the suitability of the value  $\hat{Y}_4(t)$  for use in forecasting the number of unemployed who have completed vocational certificate level by to calculation Regression analysis which is shown in the form of the ANOVA as shown Table 11.

**Table 11** ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	675.9110	3	225.3037	12.6353	0.0004
Residual	231.8069	13	17.8313		
Total	907.7179	16			

From Table 11, it is found  $\hat{Y}_4(t)$  that it is appropriate to predict the number of unemployed who have completed vocational certificate with statistical significance at the level of .01 (F = 12.6353).

Check the accuracy of the forecasting model. By applying forecast values  $\hat{Y}_4(t)$  compared with the actual data of the number of unemployed who have completed vocational certificate in Thailand in the year 2013 to year 2017, as shown in Table 12.

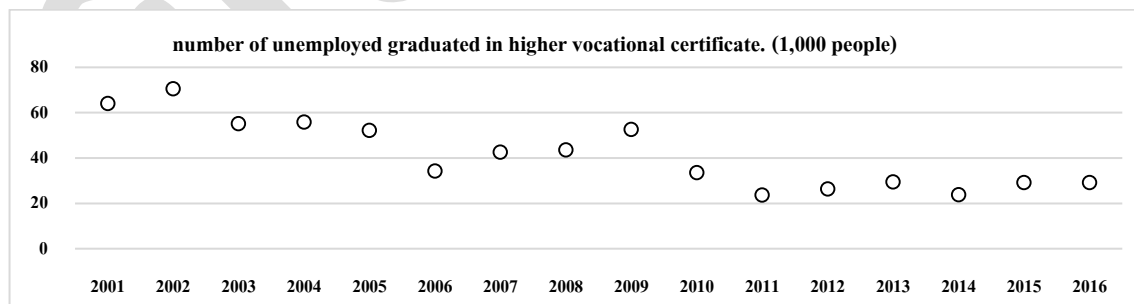
**Table 12** Forecast value  $\hat{Y}_4 t$  and actual data of the number of unemployed who have completed vocational certificate in Thailand then in year 2013 to year 2017 (thousands of people), MAPE and RMSE.

duration	2013	2014	2015	2016	2017	MAPE	RMSE
actual data	14.10	16.10	16.10	21.90	27.2	14.80	2.75
$\hat{Y}_4(t)$	17.07	18.39	20.57	23.69	27.82		

From Table 12, the average absolute error percentage and the square root of the mean square error are acceptable low values. Shows that the forecast value  $\hat{Y}_4(t)$  is accurate in predicting the number of unemployed who have completed vocational certificate in Thailand.

3. 1. 5 Differential equation model for forecasting number of unemployed who have completed high vocational certificate.

Considering the scatter diagram of the number of unemployed who have completed high vocational certificate than the year 2001 to year 2016, as shown in Figure 9.



**Figure 9** The scatter diagram for the number of unemployed graduated in higher vocational certificate.



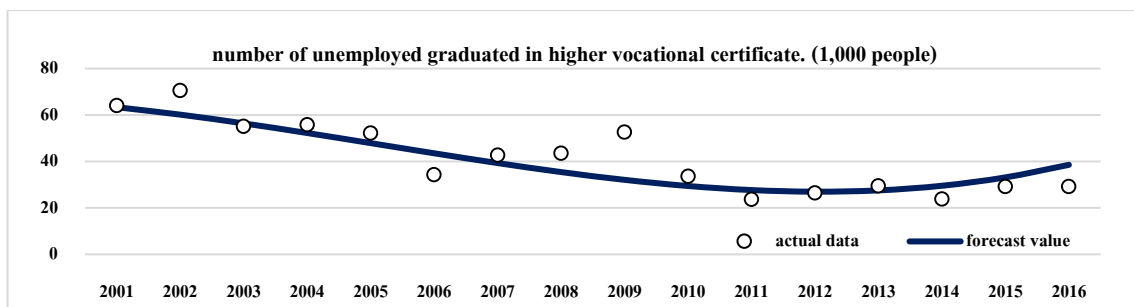
Which creates trend equations  $Hv(t)$  which is suitable for the number of unemployed who have completed high vocational certificate can be used to create a differential equation model as follows.

$$\hat{Y}_5(t) = \frac{dHv(t)}{dt} + Hv(t) = 0.03t^3 + 0.352t^2 - 3.029t + 32.082$$

When  $Hv(t) = 0.03t^3 + 0.262t^2 - 3.552t + 35.634$

at the time t

The graph shows the relationship  $\hat{Y}_5(t)$  between the numbers of unemployed who have completed high vocational certificate. As shown in Figure 11.



**Figure 11** Graph of  $\hat{Y}_5(t)$  and number of unemployed who have completed higher vocational certificate.

Check the relationship between the values of  $\hat{Y}_5(t)$  and the number of unemployed who have completed high vocational certificate by to calculation

the R value,  $R^2$  value,  $R^2$ -Adjusted value, the standard error estimation of regression equation by showing in the Model Summary table as shown in Table 13.

**Table 13** Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0.8691	0.7554	0.6990	6.5868

From Table 13, it is found that the value of R value,  $R^2$  and  $R^2$  - Adjusted values are approaching 1, indicating that the value  $\hat{Y}_5(t)$  of the number of unemployed who have completed high vocational certificate have a positive correlation.

Check the suitability of the value  $\hat{Y}_5(t)$  for use in forecasting the number of unemployed who have completed high vocational certificate by to calculation Regression analysis which is shown in the form of the ANOVA as shown Table 14.

**Table 14** ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	1741.9557	3	580.6519	13.3833	0.0003
Residual	564.0203	13	43.3862		
Total	2305.9760	16			

From Table 14, it is found  $\hat{Y}_5(t)$  that it is appropriate to predict the number of unemployed who have completed high vocational certificate with statistical significance at the level of .01 level ( $F = 13.3833$ ).

Check the accuracy of the forecasting model. By applying forecast values  $\hat{Y}_5(t)$  compared with the actual data of the number of unemployed who have completed high vocational certificate in Thailand in the year 2013 to year 2017, as shown in Table 15.

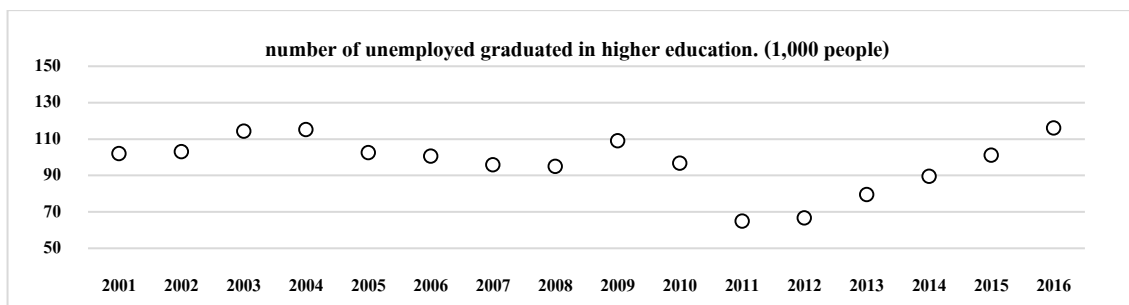
**Table 15** Forecast value  $\hat{Y}_5(t)$  and actual data of the number of unemployed who have completed high vocational certificate in Thailand then in year 2013 to year 2017 (thousands of people), MAPE and RMSE.

duration	2013	2014	2015	2016	2017	MAPE	RMSE
actual data	29.56	23.83	29.28	29.22	45.33		
$\hat{Y}_5(t)$	27.55	29.54	33.14	38.54	45.92	15.45	5.27

From Table 15, the average absolute error percentage and the square root of the mean square error are acceptable low values. Shows that the forecast value  $\hat{Y}_5(t)$  is accurate in predicting the number of unemployed who have completed high vocational certificate in Thailand.

### 3.1.6 Differential equation model for forecasting number of unemployed who have completed higher education.

Consider the scatter diagram of the number of unemployed who have completed higher education than the year 2001 to year 2016, as shown in Figure 12.



**Figure 12** The scatter diagram for the number of unemployed graduated in higher education.

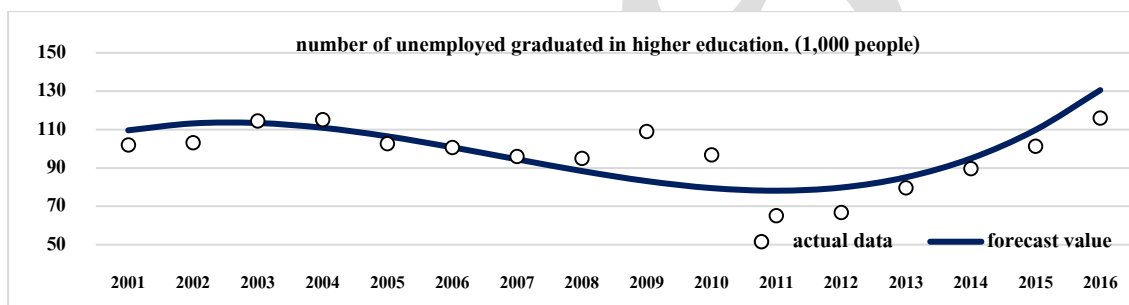
Which creates trend equations  $He(t)$  which is suitable for the number of unemployed who have completed higher education can be used to create a differential equation model as follows.

$$\begin{aligned} \hat{Y}_6(t) &= \frac{dHe(t)}{dt} + He(t) \\ &= 0.119t^3 + 0.791t^2 - 4.567t + 83.141 \end{aligned}$$

When  $He(t) = 0.119t^3 + 0.435t^2 - 5.437t + 88.579$

At the time t.

The graph shows the relationship  $\hat{Y}_6(t)$  between the numbers of unemployed who have completed higher education. As shown in Figure 13.



**Figure 13** Graph of  $\hat{Y}_6(t)$  and number of unemployed who have completed higher education.

Check the relationship between the values of  $\hat{Y}_6(t)$  and the number of unemployed who have completed higher education by to calculation the R

value,  $R^2$ ,  $R^2$  - Adjusted value and the standard error estimation of the regression equation by showing in the Model Summary table as shown in Table 16.

**Table 16** Model Summary

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
0.8797	0.7739	0.7416	10.5732

From Table 16, it is found that the value of R value,  $R^2$  and  $R^2$  - Adjusted values are approaching 1, indicating that the value  $\hat{Y}_6(t)$  of the number of unemployed who have completed higher education have a positive correlation.

**Table 17** ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
<b>Regression</b>	5356.1666	2	2678.0833	23.9559	0.0000
<b>Residual</b>	1565.0896	14	111.7921		
<b>Total</b>	6921.2562	16			

From Table 17, it is found  $\hat{Y}_6(t)$  that it is appropriate to predict the number of unemployed who have completed higher education with statistical significance at the level of .01 (F = 23.9559).

**Table 18** Forecast value  $\hat{Y}_6(t)$  and actual data of the number of unemployed who have completed higher education in Thailand then in year 2013 to year 2017 (thousands of people), MAPE and RMSE.

duration	2556	2557	2558	2559	2560	MAPE	RMSE
actual data	79.53	89.63	101.21	116.04	130.84		
$\hat{Y}_6(t)$	85.11	94.89	109.81	130.57	157.89	10.91	14.66

From Table 18, the average absolute error percentage and the square root of the mean square error are acceptable low values. Shows that the forecast value  $\hat{Y}_6(t)$  is accurate in predicting the number of unemployed who have completed higher education in Thailand.

Check the suitability of the value  $\hat{Y}_6(t)$  for use in forecasting the number of unemployed who have completed higher education by to calculation Regression analysis which is shown in the form of the ANOVA as shown Table 17.

Check the accuracy of the forecasting model. By applying forecast values  $\hat{Y}_6(t)$  compare with the actual data of the number unemployed who have completed higher education in Thailand in year 2013 to year 2017, as shown in Table 18.

### 3.2 Predict the number of unemployed in Thailand

From the table to check the accuracy of the forecasting model  $\hat{Y}_1(t), \hat{Y}_2(t), \hat{Y}_3(t), \hat{Y}_4(t), \hat{Y}_5(t)$  and  $\hat{Y}_6(t)$  find that it can accurately predict the number of unemployed classified by education

is primary education and lower, junior high school, senior high school, vocational certificate, high vocational certificate and higher education respectively as shown in Table 19.

**Table 19** Forecasting the number of unemployed classified by education in Thailand (thousand people) the year 2018 to year 2022

duration	number of unemployed classified by education in Thailand (thousand people)					
	$\hat{Y}_1(t)$	$\hat{Y}_2(t)$	$\hat{Y}_3(t)$	$\hat{Y}_4(t)$	$\hat{Y}_5(t)$	$\hat{Y}_6(t)$
2018	64.68	112.78	102.86	33.03	55.46	192.48
2019	52.42	135.32	129.48	39.42	67.34	235.05
2020	34.65	163.15	161.91	47.04	81.77	286.32
2021	10.36	196.67	200.61	55.99	98.84	346.98
2022	-21.51	236.24	246.05	66.33	118.83	417.76

From Table 19 found that the number of unemployed who have completed primary education and lower have a tendency to decrease but the unemployed who have completed junior high school, senior high school, vocational certificate, high vocational certificate and higher education upward trend.

#### 4. Conclusions

This research presents the creation of differential equations that are suitable for time series, number of unemployed classified by education: primary education and lower, junior high school, senior high school, vocational certificate, high vocational certificate and higher education by using data from the website of the National Statistical Office from year 2001 to year 2017, 17 values, the researcher has divided the data into 2 sets, set 1 is the data from the year 2001 to year 2016, 16 values for creating differential equations to predict the

number of unemployed in Thailand check the relationship between the differential equation model and the real value and the suitability of the forecasting model With the correlation coefficient (R), coefficient of determination ( $R^2$ ), coefficient of improvement decision ( $R^2$  - Adjusted), estimation of standard error of regression equation and analysis of the recession, respectively. Set 2 is the year 2013 to year 2017, 5 values for precision checking. By considering the MAPE and RMSE. Both values must be low, found that the differential equation model  $\hat{Y}_1(t), \hat{Y}_2(t), \hat{Y}_3(t), \hat{Y}_4(t), \hat{Y}_5(t)$  and  $\hat{Y}_6(t)$  the relationship the same high level is appropriate. and accurate in forecasting  $\hat{Y}_1(t), \hat{Y}_2(t), \hat{Y}_3(t), \hat{Y}_4(t), \hat{Y}_5(t)$  and  $\hat{Y}_6(t)$  the number of unemployed classified by the education that graduated: primary education and lower, junior high school, senior high school, vocational certificate, high vocational certificate and higher education, respectively, as shown in Table 1 to Table 18 when

using forecast values and used to predict the trend of the number of unemployed classified by educational in Thailand. Found that the number of unemployed who have completed primary education and lower have a tendency to decrease but the unemployed who have graduated from junior high school, senior high school, vocational certificate, high vocational certificate and higher education upward trend which is consistent with the summary for the working population management in April 2017 that says the number of unemployed at the senior high school increased by 2.8 ten thousand people, higher education increased by 2.6 thousand people. Primary education and lower increased by 1.9 ten thousand people and junior high school increased by 8.0 thousand. For those without education and lower than primary education the number of unemployed decreased by 4.0 thousand, however, the number of unemployed has always changed. Therefore, when there is current information, the researcher should apply to improve the differential equation model. In order to obtain a model of differential equations that are suitable for forecasting and add more precision to be used to predict the number of future unemployed [1].

## 5. References

- [1] National Statistical Office. *Summary for Executives of the Economy of Population Work in April 2017*. 2561. 12 December 2018. [Online], Available: [http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/Explore/Social/labor/demographic conditions.aspx](http://www.nso.go.th/sites/2014/Pages/Explore/Social/labor/demographic%20conditions.aspx).
- [2] Social & quality of life database system Office of the National Economic and Social Development Board. *Unemployed by education level achieved worldwide Kingdom Year 2001 - 2017 Year 12 December 2018*. 2018. [Online], Available: <http://social.nesdb.go.th/social>
- [3] Bowerman, B. L. & O'Connell, R. T. , *Forecasting and Time Series: Applied Methods*. Issue 3 . Duxbury Press, California, pp. 5, 521-565. 1993.
- [4] Ketiam S. *Forecasting Techniques*. Songkhla: Thaksin University. 2005.
- [5] Hanke JE, Reitsch AG, Wichern DW. *Business Forecasting*. 7<sup>th</sup> ed. United State of America:Prentice-Hall : 2001.



แบบตอบรับการตีพิมพ์บทความวิจัยในวารสารวิชาการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. ธัญบุรี  
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี  
39 หมู่ที่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก ตำบลคลองหก  
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12110

วันที่ 26 ธันวาคม 2562

เรื่อง การตอบรับบทความวิจัยเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารวิชาการ  
เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ คชินทร์ โกขุนทด

ตามที่ท่านมีความประสงค์ส่งบทความวิจัยเรื่อง “Forecast the Number of Unemployed in Thailand Classified by Education Level using Differential Equation Model” ลงพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ธัญบุรี ซึ่งเป็นวารสารวิชาการของคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี กองบรรณาธิการได้พิจารณาถ้อยแถลงและรับบทความของท่านลงตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. ธัญบุรี ฉบับที่ 10 เล่มที่ 1 ฉบับเดือน มกราคม - มิถุนายน 2563

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

*ดร. นพิต จงสวัสดิ์*

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพิต จงสวัสดิ์)

บรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. ธัญบุรี

กองบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร. ธัญบุรี

โทรศัพท์ 02-549-4164

โทรสาร 02-549-4164



ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 3 (รับรองผลถึง 31 ธันวาคม พ.ศ. 2562)

ชื่อวารสาร	ISSN	เจ้าของ	จัดอยู่ในวารสารกลุ่มที่	สาขา
วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ภูเก็ต	0857-7927	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี ภูเก็ต	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครราชสีมา	0859-4562	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี นครราชสีมา	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุตรดิตถ์	0859-6808	วิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี อุตรดิตถ์	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี	0858-110X	วิทยาลัยพยาบาลพระปกเกล้า จันทบุรี	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาลัยพาณิชยศาสตร์บูรพาปริทัศน์	1685-2354	วิทยาลัยพาณิชยศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา	1	มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
วารสารวิทยาลัยราชสุดาเพื่อการวิจัยและพัฒนาคนพิการ	1686-6959	วิทยาลัยราชสุดา มหาวิทยาลัยมหิดล	1	มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
วารสารวิทยาลัยสงฆ์นครลำปาง	2350-9953	วิทยาลัยสงฆ์นครลำปาง	2	มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
วารสารวิทยาศาสตร์ คชศาสตร์	1686-4522	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์	2	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์ มก.	0125-7730	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	3	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์ มช.	0125-2364	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์ มศว.	0857-1600	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร	0125-0507 (เดิม 0125-0369)	สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทยเพระบรมราชูปถัมภ์	2	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	0858-4435	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มทร.ธัญบุรี	2229-1547	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2286-6558	กองบริหารวิจัยและบริการวิชาการ สำนักงานวิทยาเขตกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ. นครปฐม 73140	2	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	1686-9664	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี	2287-0083	มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี	2	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	1685-7941	สำนักงานส่งเสริมบริหารงานวิจัย บริการวิชาการ และทำนุบำรุง ศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ	2408-266X	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษา	1513-7201	สมาคมวิทยาศาสตร์การศึกษาระดับประเทศไทย	1	วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี



**ประกาศศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI)  
เรื่อง แนวทางการอ้างอิงกลุ่มคุณภาพของบทความในวารสารของศูนย์ TCI**

ภายหลังการประกาศผลการประเมินคุณภาพวารสารในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 4 (พ.ศ. 2563-2567) เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2563 ได้มีข้อซักถามมาทางศูนย์ฯ เป็นจำนวนมาก เกี่ยวกับการอ้างอิงกลุ่มคุณภาพวารสาร (กลุ่ม 1 กลุ่ม 2 และ กลุ่ม 3) ของ TCI กับบทความวิจัย/วิชาการที่อยู่ระหว่างการประเมินและระหว่างการจัดพิมพ์เผยแพร่ เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการขอ กำหนดตำแหน่งทางวิชาการ ใช้เพื่อสำเร็จการศึกษาหรือใช้ในการประกันคุณภาพ ในการนี้ ศูนย์ TCI จึงขอประกาศให้ทราบ แนวทางโดยทั่วกัน ดังนี้

1. หากบทความใดได้รับการตอบรับ (Final accept) จากบรรณาธิการวารสารให้ลงตีพิมพ์ในวารสารใดๆ ก่อนวันที่ 31 ธันวาคม 2562 ให้อ้างอิงกลุ่มวารสารตามผลการประเมินคุณภาพวารสารรอบที่ 3 (พ.ศ. 2558-2562) ถึงแม้ว่า บทความนั้นๆ จะไปปรากฏในเล่มที่ตีพิมพ์หลังจากปี 2562 ก็ตาม
2. หากบทความใดได้รับการตอบรับ (Final accept) จากบรรณาธิการวารสารให้ลงตีพิมพ์ในวารสารใดๆ ตั้งแต่วันที่ 1 มกราคม 2563 เป็นต้นไป ให้อ้างอิงกลุ่มวารสารตามผลการประเมินคุณภาพวารสารรอบที่ 4 (พ.ศ. 2563-2567)

เพื่อความเข้าใจตรงกัน ขอแสดงตัวอย่าง ดังนี้

**ตัวอย่าง:** บทความ X และบทความ Y ได้ส่งไปขอรับการลงพิมพ์ในวารสาร A ซึ่งวารสาร A ได้รับการจัดกลุ่มคุณภาพเป็นกลุ่ม 1 ในการประเมินรอบที่ 3 (2558-2562) แต่ถูกปรับลดกลุ่มลงมาเป็นวารสารในกลุ่มที่ 2 ในการประเมินรอบที่ 4 (2563-2567)

- **กรณีที่ 1:** บทความ X ได้รับการตอบรับเพื่อลงพิมพ์ใน วารสาร A ตามหนังสือตอบรับ (acceptance letter) ลงวันที่ 10 ธันวาคม 2562 แต่บทความจะไปปรากฏใน วารสาร A ในปี 2563 ให้ถือว่า บทความ X อยู่ในวารสาร A ที่เป็นวารสารกลุ่มที่ 1
- **กรณีที่ 2:** บทความ Y ได้รับการตอบรับเพื่อลงพิมพ์ใน วารสาร A ตามหนังสือตอบรับ (acceptance letter) ลงวันที่ 1 มกราคม 2563 แต่บทความจะไปปรากฏใน วารสาร A ในปี 2563 ให้ถือว่า บทความ Y อยู่ในวารสาร A ที่เป็นวารสารกลุ่มที่ 2

อย่างไรก็ตาม ข้อความข้างต้นเป็นเพียงข้อเสนอแนะจากศูนย์ TCI ผลการพิจารณาว่าบทความวิจัย/วิชาการจะอยู่ในกลุ่มคุณภาพใด ขึ้นอยู่กับประกาศของหน่วยงาน/สถาบันของอาจารย์/นักวิจัย/นักศึกษา เป็นสำคัญ

ประกาศ ณ วันที่ 30 มกราคม 2563



ศ.ดร. ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ  
หัวหน้าศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (TCI)

## แบบแสดงหลักฐานการมีส่วนร่วมในผลงานทางวิชาการ

ผลงานทางวิชาการประเภท บทความวิจัย

เรื่อง Forecast the Number of Unemployed in Thailand Classified by Education Level  
using Differential Equation Model

ผู้ร่วมงาน จำนวน ๑ คน แต่ละคนมีส่วนร่วมดังนี้

(๑) ชื่อผู้ร่วมงาน	(๒) สารบัญ รายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ และระบุว่าผู้ขอ กำหนดตำแหน่ง เขียนส่วนใด	(๓) ปริมาณงานร้อยละ พร้อมระบุบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบอื่นนอกเหนือจาก ที่แสดงไว้ในช่อง ๒
คชินทร์ โกกนุทาภรณ์	หน้าที่รับผิดชอบ : ทุกขั้นตอน ของการเขียนบทความวิจัย ได้แก่ ออกแบบการวิจัย การ วิเคราะห์ข้อมูล การสรุป ผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และ ดำเนินการเผยแพร่บทความ วิจัย	ร้อยละ ๑๐๐

**ใช้แบบฟอร์ม**

**ตามเอกสารแนบท้าย ประกาศ ก.พ.อ.**

**เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคล**

**ให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์  
และศาสตราจารย์ พ.ศ. ๒๕๖๔**

ลงชื่อ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์คชินทร์ โกกนุทาภรณ์)

เรื่อง

การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง

A Comparison of the Forecasting for the Sale Price of Gold Bar

## รูปแบบการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

- ( ✓ ) เผยแพร่ในรูปแบบของบทความวิจัยในวารสารทางวิชาการระดับชาติ
๑. วารสารชื่อ วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร.
  ๒. ชื่อหน่วยงานที่จัดทำวารสาร สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนภาคใต้ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา
  ๓. รายชื่ออยู่ในฐานข้อมูลระดับชาติ ได้แก่ ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai Journal Citation Index - TCI)
    - ( ✓ ) TCI กลุ่มหนึ่ง ..... ลำดับที่ ๘๔๑
    - ( ) TCI กลุ่มสอง ..... ลำดับที่.....
- ( ) เผยแพร่ในรูปแบบของบทความวิจัยในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ
๑. วารสารชื่อ.....
  - ปีที่.....ฉบับที่ .....
  ๒. ชื่อหน่วยงานที่จัดทำวารสาร.....
  ๓. รายชื่อฐานข้อมูลระดับนานาชาติ (ตามเอกสารแนบท้ายประกาศประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการ สำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ. ๒๕๕๖)
    - ระบุชื่อฐานข้อมูล.....
- ( ) การเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับชาติและเป็นบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper)
๑. ชื่อการประชุม.....ครั้งที่.....วัน/เดือน/ปีที่.....
  - สถานที่ในการจัด.....
  ๒. หน่วยงานที่จัด.....
- ( ) การเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติและเป็นบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper)
๑. ชื่อการประชุม.....ครั้งที่.....วัน/เดือน/ปีที่.....
  - สถานที่ในการจัด.....
  ๒. หน่วยงานที่จัด.....
  ๓. โครงการจัดประชุม.....





วารสาร  
 วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี **USY.**  
**YRU** Journal of Science and Technology  
 Print ISSN: 2539-5688, e-ISSN: 2672-9873

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 มกราคม-มิถุนายน 2563

Vol.5 No.1 January-June 2020



สวพ. ๒๓.

**VOL.5 No.1**

สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนภาคใต้  
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

หน้าแรก [/index.php/yru\_jst/index] / ทีมบรรณาธิการ

## ทีมบรรณาธิการ

### ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมบัติ โยธาทิพย์

อธิการบดีมหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกสรี ลัดเสียว

รองอธิการบดีฝ่ายวิจัย และบริการวิชาการ  
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

### บรรณาธิการ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลวัลย์ แก้วตาทิพย์

ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนภาคใต้  
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

### กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.ไมตรี สุทธจิตต์

มหาวิทยาลัยพะเยา

ศาสตราจารย์ ดร.วิทย์ ธารชลาณุกิจ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศาสตราจารย์ ดร.อภิพรธม พุกภักดี

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศาสตราจารย์ ดร.สมปอง เตชะโต

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รองศาสตราจารย์ ดร.นพ.ชูนม พรหมขัติแก้ว

มหาวิทยาลัยนเรศวร

รองศาสตราจารย์ ดร.دنุพล ตันนโยภาส

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

รองศาสตราจารย์ ดร.วิชิต เรืองแป้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

รองศาสตราจารย์ ดร.อับลุณาเชร์ หะยีสาแมะ

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

### เจ้าหน้าที่งานวารสาร

นางสาวพีตรีนา ดาราแม

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

นางสาวชอฝิยะห์ สุแป

มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา

## ข้อมูลวารสาร





Approved by TCI during 2020 - 2024

[[https://www.kmutt.ac.th/jif/public\\_html/announcement\\_58.php](https://www.kmutt.ac.th/jif/public_html/announcement_58.php)]

Indexed in TCI [[https://www.kmutt.ac.th/jif/public\\_html/list%20journal.php](https://www.kmutt.ac.th/jif/public_html/list%20journal.php)]



บรรณาธิการ : ผศ.ดร.วิไลวัลย์ แก้วตาทิพย์

ภาษา

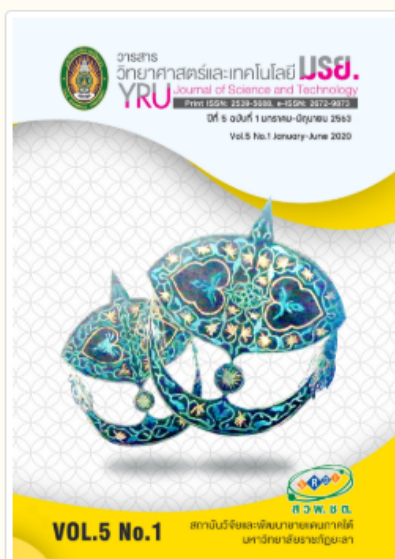
English [/[index.php/yru\\_jst/user/setLocale/en\\_US?source=%2Findex.php%2Fyru\\_jst%2Fabout%2FeditorialTeam](https://www.kmutt.ac.th/jif/public_html/index.php/yru_jst/user/setLocale/en_US?source=%2Findex.php%2Fyru_jst%2Fabout%2FeditorialTeam)]

ภาษาไทย [/[index.php/yru\\_jst/user/setLocale/th\\_TH?source=%2Findex.php%2Fyru\\_jst%2Fabout%2FeditorialTeam](https://www.kmutt.ac.th/jif/public_html/index.php/yru_jst/user/setLocale/th_TH?source=%2Findex.php%2Fyru_jst%2Fabout%2FeditorialTeam)]

หน้าหลัก ThaiJo

**THAIJO** [<https://www.tci-thaijo.org/>]

คู่มือคำแนะนำ



**วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มจร.** เป็นเอกสารวิชาการ มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริม และเผยแพร่ผลงานทางวิชาการที่มีคุณภาพ ในลักษณะของบทความวิชาการ (Academic Article) บทความวิจัย (Research article) บทความปริทัศน์ (Review article) และบทวิจารณ์หนังสือ (Book Review) ในสาขาเกษตรศาสตร์ (พืชศาสตร์ สัตวศาสตร์ หรืออื่น ๆ ในด้านเกษตรศาสตร์) วิทยาศาสตร์ชีวภาพ (ชีววิทยา เทคโนโลยีทางอาหาร และอื่น ๆ) วิทยาศาสตร์กายภาพ (ฟิสิกส์ เคมี และอื่น ๆ) จัดพิมพ์และออกเผยแพร่ปีละ 2 ฉบับ (ฉบับแรกประจำเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน และฉบับที่สองประจำเดือนกรกฎาคมถึงเดือนธันวาคม)

เผยแพร่แล้ว: 2020-06-30

บทความวิจัย

### การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง

คชินทร์ โทกนุกาภรณ์

1-9

PDF

### การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและสมบัติทางโครงสร้างของกากกาแฟพันธุ์อาราบิก้า

ศศิกานต์ ปานปรานีเจริญ, นันทกริช รอดเกตุ

10-16

PDF [English]

### การเตรียมสารประกอบ Ni-based oxides โดยวิธีการตกตะกอนร่วมทางเคมี เพื่อนำไปประยุกต์ใช้เป็นตัวดูดซับโลหะหนัก

วรรณกษิมา ฮารณ

17-27

PDF

### ความเข้มข้นของน้ำมะพร้าวที่เหมาะสมต่อการแตกหน่อของกล้วยนาภายใต้สภาวะปลอดเชื้อ

อรพิน เสละคร , สุดารัตน์ สุตพันธ์ , คงเดช พะสีนาม, ธันวมาศ กาศสบุญ

28-33

PDF

### การหาลำดับนิวคลีโอไทด์บางส่วนของยีน rbcl ของสนุนไฟระจันท์เทศ (Myristica fragans Houtt.)

ชวัลรัตน์ สมนึก, พิสุทธิ การบุญ

34-40

PDF

### Effect of Gamma Amino Butyric Acid from Germinated Paddy Rice Supplementation on Egg Performance and Qualities

Wirot Likittrakulwong, Narakamol Laorodphan, Khongsak Srikaeo, Pisit Poolprasert, Tossaporn Incharoen, Skorn Koonawootrittriron

41-47

PDF [English]

## การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง A Comparison of the Forecasting for the Sale Price of Gold Bar

คชินทร์ โกขุนทด  
Kachin Goganutapon

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
เลขที่ 1 หมู่ 20 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

Program in Applied Mathematics, Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University  
under the Royal Patronage, 1 Moo 20 Phaholyothin Road, Khlong Luang, Phathum Thani 13180, Thailand.

Corresponding author, e-mail: kachin@vru.ac.th

(Received: Jan 22, 2020; Revised: Feb 21, 2020; Accepted: Apr 20, 2020)

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ สำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ราคาทองคำวันนี้ เริ่มใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 96 ค่า แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด คือชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 จำนวน 93 ค่า สำหรับเปรียบเทียบหาตัวแบบพยากรณ์ วิธีการพยากรณ์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก และชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 3 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้เกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย และเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด เมื่อได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดแล้วนำมาคำนวณหาช่วง การพยากรณ์ล่วงหน้า ใช้เกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า วิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ จากรูปแบบวิธีการดังกล่าว นำมาคำนวณหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า 1 เดือน 3 เดือน และ 5 เดือน พบว่า วิธีการพยากรณ์นี้เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ล่วงหน้า 3 เดือน

**คำสำคัญ :** การพยากรณ์ ทองคำแท่ง วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์ ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

### Abstract

The purpose of this research was to study and compare the forecasting methods for the sale price of gold bar. The data was gathered from website Gold price today during January, 2012 to December, 2019 of 96 values which were used and separated into 2 groups. The first group contained 93 values from January, 2012 to September, 2019 for comparing and searching for forecasting models. There were forecasting methods: Box-Jenkins, Single exponential smoothing, Holt's exponential smoothing method, Brown's exponential smoothing method, and Damped trend exponential smoothing method. The second set had 3 values from October, 2019 to December, 2019 for comparing and finding the most suitable forecasting method via criteria of the lowest root mean square error and mean absolute percentage error. Then the selected suitable method was used to determine the most suitable forecasting period the lowest mean absolute percentage error was used as the criteria of each period. The result indicated that Box-Jenkins method was the best method. It was implemented for forecasting 1, 3 and 5 months. Showed that the method was suitable for advance 3 months.

**Keywords:** Forecasting, Gold bar, Box-Jenkins method, Holt's exponential smoothing method, Mean absolute percentage error

## บทนำ

ทองคำกับประเทศไทยมีความผูกพันกันมายาวนาน อาจย้อนไปถึงสมัยอาณาจักรเชียงแสนเพราะมีหลักฐานพระพุทธรูปหล่อด้วยทองคำซึ่งมีศิลปะแบบเชียงแสนปรากฏอยู่ จากนั้นเมื่อประเทศไทยได้รับระบบสมมติเทวราชของขอมมาให้เป็นสถาบันบริหารสูงสุดของประเทศ ทองคำจึงถูกนำมาใช้ในการทำเครื่องราชกกุธภัณฑ์ และเครื่องราชูปโภคทั้งหลายในรัชสมัยของสมเด็จพระนารายณ์มหาราช ได้ส่งทองคำไปเป็นเครื่องบรรณาการแด่พระเจ้าหลุยส์ที่ 14 ของฝรั่งเศสถึง 46 หีบ และพระองค์ได้ให้เอกอัครราชทูตไทยที่ส่งไปเจริญสัมพันธไมตรีในครั้งนั้น ว่าจ้างผู้เชี่ยวชาญการทำเหมืองแร่ทองคำจากฝรั่งเศสมาด้วย ในสมัยกรุงศรีอยุธยาเครื่องทองคำเป็นเครื่องประดับสำหรับเกียรติยศ ซึ่งปรากฏในหลักฐานเอกสารต้นตำนานตราตราพรตน์ ฯ เมื่อพระมหากษัตริย์บรมราชาภิเษกเสด็จประทับพระที่นั่งภัทรบิฐพราหมณ์ ย่อมถวายพระสังฆาล์นพรตน์นั้น สวมทรงก่อนจวบจนถึงสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ พ.ศ. 2325 เป็นต้นมา ในรัชกาลที่ 4 สมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว การขุดทองลดน้อยลงจนต้องหาซื้อนำเข้าจากต่างประเทศ การใช้ทองคำมีปรากฏในพระราชบัญญัติกรมพระยาดำรงราชานุภาพซึ่งได้กล่าวเกี่ยวกับการทำเงินตราสยามเป็นเหรียญเงิน และพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวได้โปรดให้ทำเหรียญทองคำ ด้วยเช่นกัน (Gold Traders Association, 2019, p. 1) จากการศึกษาและทบทวนวรรณกรรม พบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพยากรณ์ราคาทองคำแท่ง และราคาทองคำรูปพรรณ ดังเช่นงานวิจัยของ Riansut (2016, p. 41) ได้ศึกษาการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2550 ถึงเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2559 ด้วยวิธีบอกซ์ - เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังที่มีแนวโน้มแบบแคม ผลการศึกษาพบว่า วิธีการทำให้เรียบด้วยเส้นโค้งเลขชี้กำลังของโฮลต์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลา นอกจากนี้ Keerativibool & Na-laed (2013, p. 65) ยังได้ศึกษาตัวแบบพยากรณ์ราคาขายทองคำรูปพรรณรายเดือน โดยใช้ด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์และวิธีการทำให้เรียบแบบเอกซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบ damped ใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ของสมาคมค้าทองคำ ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ.2550 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2555 ผลการศึกษาพบว่า วิธีการทำให้เรียบเอกซ์โพเนนเชียลวิธีของโฮลต์มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลา ซึ่งตัวแบบพยากรณ์เป็น  $\hat{Y}_{t+m} = 23,950.028 + 228.633(m)$  เมื่อ m แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า โดยมีค่าเริ่มต้น คือ เดือนมิถุนายน พ.ศ. 2555 (m=1) จากการศึกษาวรรณกรรม จะเห็นได้ว่าการพยากรณ์ราคาทองคำแท่ง และราคาทองคำรูปพรรณ พบว่าใช้ข้อมูลของอนุกรมเวลาที่นำมาศึกษายังไม่เป็นช่วงเวลาปัจจุบัน ส่งผลทำให้การพยากรณ์ราคาทองคำแท่งเกิดความคลาดเคลื่อนกับราคาทองคำแท่งในช่วงเวลาปัจจุบัน จากปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษาราคาทองคำแท่งในช่วงเวลาปัจจุบันเพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ทำนายราคาทองคำแท่งให้มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น และเพื่อเป็นประโยชน์ให้นักลงทุนซื้อขายทองคำแท่ง ใช้ในการตัดสินใจ ซึ่งการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ในครั้งนี้ใช้ช่วงเวลาตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบการพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแคม สำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง

## วิธีดำเนินการวิจัย

การสร้างตัวแบบพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง โดยใช้ข้อมูลจากเว็บไซต์ราคาทองคำวันนี้ (Gold price today, 2019, p. 1) เริ่มใช้ข้อมูลตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 96 ค่า โดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 จำนวน 93 ค่า สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้วิธีการพยากรณ์ คือ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแคม และชุดที่ 2 ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 3 ค่า สำหรับการเปรียบเทียบหาความแม่นยำที่สุด โดยใช้เกณฑ์ รากของค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย



(MAPE) ที่ต่ำที่สุด เมื่อได้วิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุดแล้วนำมาคำนวณหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า ใช้เกณฑ์ร้อยละ ค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ยที่ต่ำที่สุด

#### ศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

การศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา เป็นการพิจารณาเบื้องต้นว่าอนุกรมเวลามีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด มีส่วนประกอบของอนุกรมเวลาใดบ้าง (แนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักร หรือ เหตุการณ์ที่ผิดปกติ) โดยพิจารณาจากแผนภาพการกระจายของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา เพื่อความเหมาะสมของการเลือกใช้วิธีการทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป Keerativibool (2013 as cited in Bowerman & O'Connell, 1993, p. 426)

#### การทดสอบแนวโน้ม

ตรวจสอบอนุกรมเวลาในแต่ละปีมีการแจกแจงปกติและมีความแปรปรวนเท่ากันหรือไม่ เพื่อเลือกสถิติสำหรับการทดสอบค่าเฉลี่ย หรือค่ามัธยฐานของอนุกรมเวลาในแต่ละปี โดยถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละปีมีการแจกแจงปกติ และมีความแปรปรวนเท่ากัน จะใช้สถิติพารามิเตอร์ (parametric statistic) คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (analysis of variance, One-Way ANOVA) ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละปี แต่ถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละปีไม่มีการแจกแจงปกติ หรือมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ (nonparametric statistic) คือการวิเคราะห์ทางเดียว โดยลำดับที่ของครัสคอลล-วอลลิส (Kruskal-Wallis's one-way analysis of variance by rank) ในการทดสอบค่ามัธยฐานของอนุกรมเวลาในแต่ละปี ถ้าค่าเฉลี่ย หรือค่ามัธยฐานแต่ละปีมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แล้วอนุกรมเวลาเป็นส่วนประกอบของแนวโน้ม (Riansut, 2018a, p. 462)

#### การทดสอบความผันแปรตามฤดูกาล

หากผลการตรวจสอบพบว่าอนุกรมเวลาเป็นส่วนประกอบของแนวโน้ม ต้องมีการกำจัดแนวโน้มออกก่อนที่จะทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละเดือน การกำจัดแนวโน้ม มี 2 วิธี คือ พิจารณากราฟของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา ถ้าอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวหรือมีการแกว่งตัวค่อนข้างคงที่เมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป อนุกรมเวลาที่มีความเหมาะสมกับตัวแบบการบวก ควรกำจัดแนวโน้มออกด้วยการลบ แต่ถ้าอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวหรือมีการแกว่งตัวที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเมื่อเวลาเปลี่ยนแปลงไป อนุกรมเวลาที่มีความเหมาะสมกับตัวแบบการคูณ ควรกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหาร เมื่อกำจัดแนวโน้มออกแล้ว ถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละเดือน มีการแจกแจงปกติและมีความแปรปรวนเท่ากันจะใช้สถิติพารามิเตอร์ คือ การวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว ในการทดสอบค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาในแต่ละเดือน แต่ถ้าอนุกรมเวลาในแต่ละเดือนไม่มีการแจกแจงปกติ หรือมีความแปรปรวนไม่เท่ากัน จะใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ คือการวิเคราะห์ทางเดียวโดยลำดับที่ของครัสคอลล-วอลลิส ในการทดสอบค่ามัธยฐานของอนุกรมเวลาในแต่ละเดือน ถ้าค่าเฉลี่ย หรือค่ามัธยฐานแต่ละเดือนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แล้วอนุกรมเวลาเป็นส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล (Riansut, 2018 a, p. 460)

#### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษา 5 วิธี ได้แก่ วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโซลท์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก ดังแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

#### การพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins Method)

สำหรับการพยากรณ์ระยะสั้น วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีการพยากรณ์ที่มีความถูกต้องสูงกว่าวิธีอื่น ๆ (Taesombut, 2006, p. 245) เนื่องจากมีการกำหนดตัวแบบโดยตรวจสอบคุณสมบัติฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) ซึ่งพิจารณาภายใต้อนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี (Stationary Time Series) หรืออนุกรมเวลาที่มีค่าเฉลี่ยและความแปรปรวนคงที่ โดยกรณีที่อนุกรมเวลาไม่เป็นสเตชันนารี ต้องแปลงอนุกรมเวลาให้เป็นสเตชันนารีก่อนที่จะกำหนดตัวแบบ เช่นการแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างหรือผลต่างฤดูกาล (Difference or Seasonal Difference) การแปลงข้อมูลด้วยลอการิทึมสามัญหรือลอการิทึมธรรมชาติ (Logarithm or Natural Logarithm) การแปลงข้อมูลด้วยเลขยกกำลัง เช่น ยกกำลัง 0.5 (Square Root Transformation) หรือยกกำลัง 2 (Square Transformation) เป็นต้น ตัวแบบทั่วไปของวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ คือ Seasonal Autoregressive Integrated Moving Average: SARIMA(p,d,q)(P,D,Q), แสดงดังสมการที่ (1) Riansut (2019 as cited in Box et al, 1994, p. 82) และขั้นตอนการสร้างตัวแบบพยากรณ์แสดงรายละเอียดดังนี้ Riansut (2019 as cited in Bowerman & O'Connell, 1993, p. 82)



$$\phi_p(B)\Phi_p(B^s)(1-B)^d(1-B^s)^D Y_t = \delta + \theta_q(B)\Theta_q(B^s)\varepsilon_t \quad (1)$$

เมื่อ  $Y_t$  แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$

$\varepsilon_t$  แทนอนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา

$\delta = \mu\phi_p(B)\Phi_p(B^s)$  แทนค่าคงที่ โดยที่  $\mu$  แทนค่าเฉลี่ยของอนุกรมเวลาที่เป็นสเตชันนารี

$\phi_p(B) = 1 - \phi_1 B - \phi_2 B^2 - \dots - \phi_p B^p$  แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่  $p$  (Non-Seasonal Autoregressive Operator of Order  $p$ : AR( $p$ ))

$\Phi_p(B^s) = 1 - \phi_1 B^s - \phi_2 B^{2s} - \dots - \phi_p B^{ps}$  แทนตัวดำเนินการสหสัมพันธ์ในตัวเองแบบมีฤดูกาลอันดับที่  $P$  (Seasonal Autoregressive Operator of Order  $p$ : SAR( $P$ ))

$\theta_q(B) = 1 - \theta_1 B - \theta_2 B^2 - \dots - \theta_q B^q$  แทนตัวแบบดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบไม่มีฤดูกาลอันดับที่  $q$  (Non-Seasonal Moving Average Operator of Order  $q$ : MA( $q$ ))

$\Theta_q(B^s) = 1 - \theta_1 B^s - \theta_2 B^{2s} - \dots - \theta_q B^{qs}$  แทนตัวแบบดำเนินการเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบมีฤดูกาลอันดับ  $Q$  (Seasonal Moving Average Operator of Order  $Q$ : SMA( $Q$ ))

$t$  แทนช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n$  โดยที่  $n$  แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

$s$  แทน จำนวนฤดูกาล

$d$  และ  $D$  แทนลำดับที่ของการหาผลต่างและผลต่างฤดูกาล ตามลำดับ

$B$  แทน ตัวดำเนินการถอยหลัง (Backward Operator) โดยที่  $B^s Y_t = Y_{t-s}$

#### การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Single exponential smoothing method)

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย เป็นวิธีการสร้างสมการพยากรณ์โดยการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่แบบถ่วงน้ำหนักซึ่งน้ำหนักของข้อมูลในปัจจุบันจะมีค่ามากที่สุด และน้ำหนักจะลดหลั่นกันไปแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลสำหรับค่าของข้อมูลที่ห่างไกลออกไป โดยมีค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ ( $\alpha$ ) โดยให้ค่า  $0 < \alpha < 1$  วิธีนี้เหมาะสำหรับข้อมูลที่ไม่มีส่วนประกอบของแนวโน้มและส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล มีสมการพยากรณ์หนึ่งช่วงเวลาล่วงหน้าที่เวลา  $t$  ดังสมการที่ (2) (Taesombut, 2006, p. 210)

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)\hat{Y}_t \quad (2)$$

เมื่อ  $Y_t$  แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$ ,  $\hat{Y}_{t+1}$  แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t + 1$ ,  $\hat{Y}_t$  แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$

#### การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์ (Holt's exponential smoothing method)

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลท์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล มีค่าคงที่การทำปรับเรียบ 2 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ ( $\alpha$ ) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน ( $\gamma$ ) ตัวแบบเขียนได้ดังสมการที่ (3) และตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ดังสมการที่ (4) Keerativibool (2013 as cited in Manmin, p. 427)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) \quad (4)$$

เมื่อ  $Y_t$  แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$ ,  $\beta_0$  และ  $\beta_1$  แทน พารามิเตอร์ของตัวแบบแสดงระยะตัดแกน และความชันของแนวโน้ม ตามลำดับ  $\varepsilon_t$  แทน อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา  $\hat{Y}_{t+m}$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t + m$  โดยที่  $m$  แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า  $a_t$  และ  $b_t$  แทน ค่าประมาณ ณ เวลา  $t$  ของ พารามิเตอร์  $\beta_0$  และ  $\beta_1$  ตามลำดับ โดยที่  $a_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$ ,  $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$ ,  $\alpha$  และ  $\gamma$  แทน ค่าคงที่การปรับเรียบ โดยที่  $0 < \alpha < 1$  และ  $0 < \gamma < 1$ ,  $t$  แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n$  โดยที่  $n$  แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1



### การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ (Brown's exponential smoothing method)

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มเป็นเส้นตรง แต่ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล เช่นเดียวกับวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ แต่มีการกำหนดให้ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันเท่ากัน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์เป็นกรณีพิเศษของการปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ ตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ดังสมการที่ (5) Riansut (2018b as cited in IBM Corporation, 2014, p. 205)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \left[ (m-1) + \frac{1}{\alpha} \right] \quad (5)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+m}$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t+m$  โดยที่  $m$  แทน จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า  $a_t$  และ  $b_t$  แทน ค่าประมาณ ณ เวลา  $t$  ของพารามิเตอร์  $\beta_0$  และ  $\beta_1$  ตามลำดับ โดยที่  $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)a_{t-1}$ ,  $b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1-\alpha)b_{t-1}$ ,  $\alpha$  แทน ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ โดยที่  $0 < \alpha < 1$ ,  $t$  แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n$ ,  $n$  แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

### การพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก (Damped trend exponential smoothing method)

วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีส่วนประกอบของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรง แต่ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล และมีอัตราการเพิ่มขึ้น (หรือลดลง) เปลี่ยนแปลงช้ากว่าการเพิ่มขึ้น (หรือลดลง) ของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรงมีค่าคงที่การปรับเรียบ 3 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ ( $\alpha$ ) ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน ( $\gamma$ ) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันแบบแฉก (Damped Trend) ( $\phi$ ) ตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ ดังสมการที่ (6) Riansut (2019 as cited in IBM Corporation, 2014, p. 205)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \phi^i \quad (6)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+m}$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t+m$  โดยที่  $m$  แทน จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า  $a_t$  และ  $b_t$  แทน ค่าประมาณ ณ เวลา  $t$  ของ พารามิเตอร์  $\beta_0$  และ  $\beta_1$  ตามลำดับ โดยที่  $a_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(a_{t-1} + \phi b_{t-1})$ ,  $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1-\gamma)\phi b_{t-1}$ ,  $\alpha$ ,  $\gamma$  และ  $\phi$  แทนค่าคงที่การปรับเรียบ โดยที่  $0 < \alpha < 1$ ,  $0 < \gamma < 1$  และ  $0 < \phi < 1$ ,  $t$  แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n$ ,  $n$  แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

### การเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลา โดยการเปรียบเทียบเกณฑ์รากของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) และเกณฑ์ร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุดจากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า RMSE และ MAPE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด ซึ่งเกณฑ์ RMSE และ MAPE คำนวณได้ดังสมการที่ (7) (Ket-iam, 2005, pp. 8-9)

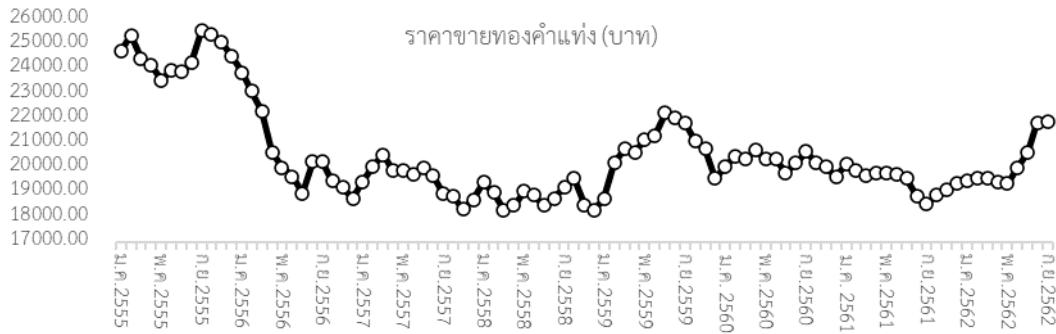
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2} \quad \text{และ} \quad MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \quad (7)$$

เมื่อ  $Y_t$  แทน ค่าของอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$ ,  $\hat{Y}_t$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$ ,  $n$  แทน จำนวนข้อมูล

### ผลและอภิปรายผลการวิจัย

#### ผลการศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาของราคาขายทองคำแท่ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 จำนวน 93 ค่า นำมาสร้างแผนภาพการกระจาย ดังภาพที่ 1 พบว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มลดลงในช่วงเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2561 และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในช่วง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2561 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2562 แต่ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล

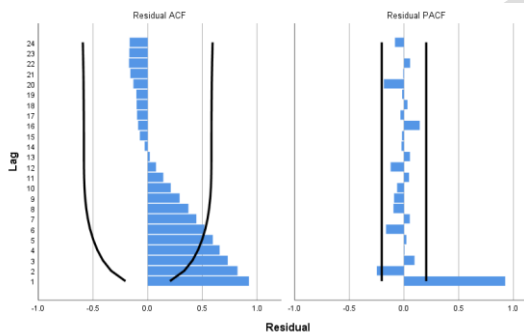


ภาพที่ 1 แผนภาพการกระจายของราคาขายทองคำแท่ง ตั้งแต่เดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึง เดือนเมษายน พ.ศ. 2562

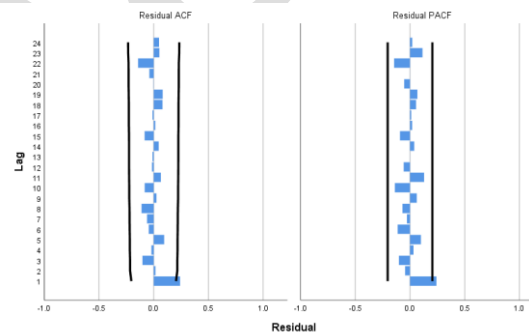
นอกจากการพิจารณาแผนภาพการกระจายของอนุกรมเวลาแล้ว ผู้วิจัยได้ตรวจสอบอนุกรมเวลาว่ามีส่วนประกอบของแนวโน้มและส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาลดังนี้ ราคาขายทองคำแท่งในแต่ละปีไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (Kolmogorov-Smirnov  $Z=0.204$ ,  $p\text{-value} = 0.00$ ) ทดสอบค่ามัธยฐานของอนุกรมเวลาในแต่ละปี โดยใช้ Kruskal-Wallis พบว่า ราคาขายทองคำแท่งในแต่ละปีมีค่ามัธยฐานแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ( $\chi^2 = 58.535$ ,  $p\text{-value} < 0.0001$ ) หมายความว่า อนุกรมเวลาชุดนี้มีส่วนประกอบของแนวโน้ม ราคาขายทองคำแท่งในแต่ละเดือนหลังจากกำจัดแนวโน้มออกด้วยการหารแล้ว ไม่มีการแจกแจงแบบปกติ (Kolmogorov-Smirnov  $Z=0.121$ ,  $p\text{-value} = 0.002$ ) เมื่อตรวจสอบราคาขายทองคำแท่งในแต่ละเดือนมีค่ามัธยฐานไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 ( $\chi^2 = 8.973$ ,  $p\text{-value} = 0.624$ ) หมายความว่าอนุกรมเวลาชุดนี้ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล

#### ผลการพยากรณ์โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

เมื่อพิจารณารูป ACF และ PACF ดังภาพที่ 2 พบว่า อนุกรมเวลาไม่คงที่ เนื่องจากมีส่วนประกอบของแนวโน้ม ดังนั้นจึงแปลงข้อมูลด้วยการหาผลต่างอันดับที่ 1 ( $d = 1$ ) ได้กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลาที่แปลงข้อมูลแล้ว แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 2 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา  
ราคาขายทองคำแท่ง



ภาพที่ 3 กราฟ ACF และ PACF ของอนุกรมเวลา  
ราคาขายทองคำแท่งเมื่อหาผลต่างอันดับที่ 1

จากภาพที่ 3 อนุกรมเวลามีลักษณะคงที่ จึงสามารถกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เป็นไปได้ พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ โดยกำหนดตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม คือ ARIMA(0,1,0) พร้อมกับประมาณค่าพารามิเตอร์ในตัวแบบ คือ ค่าคงตัว ( $\delta$ ) มีค่าเท่ากับ -31.26554 ที่มีค่า BIC ต่ำที่สุด (BIC = 12.7253) และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 12.45,  $p\text{-value} = 0.82$ ) ค่า RMSE = 551.99 และค่า MAPE = 2.13 เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov  $Z = 0.0556$ ,  $p\text{-value} = 0.2$ ) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test:  $Z=-2.097$ ,  $p\text{-value} = 0.036$ ) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ( $t = 0.00$ ,  $p\text{-value} = 0.9999$ ) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 0.6134,  $p\text{-value} = 0.8123$ ) ดังนั้น วิธีบ็อกซ์-เจนกินส์เป็นวิธีที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ซึ่งตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (8)





$$\hat{Y}_t = -31.2655434782609 + Y_{t-1} \quad (8)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_t$  แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$  และ  $Y_{t-1}$  แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา  $t - 1$

#### ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

จากการสร้างตัวแบบโดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.72 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 12.59, p-value = 0.76) ค่า RMSE = 563.49 และค่า MAPE = 2.18 โดย  $\alpha = 0.999993452030732$  เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ (Kolmogorov-Smirnov Z= 0.06, p-value= 0.20) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z= -2.19, p-value =0.03) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = -0.53, p-value = 0.60) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 0.64, p-value = 0.79) ดังนั้นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง โดยที่ราคาขายทองคำแท่ง ตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2560 มีค่าประมาณ 21,854.00 บาท

#### ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์

จากการสร้างตัวแบบโดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.7745 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 12.56, p-value = 0.70) ค่า RMSE = 565.97 และค่า MAPE = 2.16 โดยที่  $\alpha = 0.999987884491656$ ,  $\gamma = 0.000932396930976521$  เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ (Kolmogorov-Smirnov Z=0.06, p-value= 0.20) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z= -2.19, p-value = 0.03) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = 0.09, p-value = 0.93) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 0.64, p-value = 0.79) ดังนั้นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของโฮลต์ มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ซึ่งตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (9)

$$\hat{Y}_{t+m} = 21854.0068087774 + 591.401900895019 (m) \quad (9)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+m}$  คือค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t + m$  โดยที่  $m = 1$  (เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2562)

#### ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์

จากการสร้างตัวแบบโดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.8960 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 21.61, p-value = 0.20) ค่า RMSE = 616.24 และค่า MAPE = 2.38 โดย  $\alpha = 0.6503255772318$  เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปรกติ (Kolmogorov-Smirnov Z= 0.08, p-value= 0.09) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z= -1.56, p-value =0.12) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = 0.23, p-value = 0.82) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 0.74, p-value = 0.70) ดังนั้นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ซึ่งตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (10)

$$\hat{Y}_{t+m} = 21661.7452045041 + 505.739546594704 \left[ (m - 1) + \frac{1}{0.6503255772318} \right] \quad (10)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+m}$  คือค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t + m$  โดยที่  $m = 1$  (เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562)

#### ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก

จากการสร้างตัวแบบโดยวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.7744 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 10.62, p-value = 0.78) ค่า RMSE = 552.29 และค่า MAPE = 2.12 โดยที่  $\alpha = 0.999998688385653$ ,  $\gamma = 0.999971599451182$ ,  $\phi = 0.221328958030827$  เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมี

การแจกแจงปกติ (Kolmogorov-Smirnov  $Z = 0.06$ ,  $p\text{-value} = 0.20$ ) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test:  $Z = -0.73$ ,  $p\text{-value} = 0.47$ ) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ( $t = -0.41$ ,  $p\text{-value} = 0.68$ ) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic =  $0.52$ ,  $p\text{-value} = 0.88$ ) ดังนั้นวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง ซึ่งตัวแบบพยากรณ์แสดงดังสมการที่ (11)

$$\hat{Y}_{t+m} = 21854.0003074765 + 29.9383514849203 \sum_{i=1}^m (0.221328958030827)^i \quad (11)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+m}$  คือค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t + m$  โดยที่  $m = 1$  (เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2562)

#### ผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบไฮลด์ วิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลของบราวน์ และวิธีปรับเรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก ในสมการที่ (8) ถึง สมการที่ (11) สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 คืออนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่ง ตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 3 เดือน นำมาคำนวณค่า RMSE และค่า MAPE แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ค่าจริงและค่าพยากรณ์ ราคาขายทองคำแท่ง (บาท) ตั้งแต่เดือนตุลาคม ถึง เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2562 ค่า RMSE และค่า MAPE

ช่วงเวลา	ราคาขายทองคำแท่ง	วิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง				
		ARIMA (0,1,0)	Simple	Holt	Brown	Damped Trend
ต.ค. พ.ศ. 2562	21,505.56	21,822.73	21,854.00	22,445.41	22,439.42	21,860.63
พ.ย. พ.ศ. 2562	21,111.54	21,791.47	21,854.00	23,036.81	22,945.16	21,862.09
ธ.ค. พ.ศ. 2562	21,203.85	21,760.20	21,854.00	23,628.21	23,450.90	21,862.42
	RMSE	<b>539.2671</b>	604.2495	1867.9326	1759.1182	611.8590
	MAPE	<b>2.4398</b>	2.7344	8.3078	7.8751	2.7707

จากตารางที่ 1 พบว่าผลการเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์ วิธีบอกซ์-เจนกินส์ มีความแม่นยำของการพยากรณ์มากที่สุด เนื่องจากมีค่า RMSE และค่า MAPE ต่ำที่สุด นำวิธีการพยากรณ์นี้มาหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้าที่เหมาะสม โดยแบ่งช่วงการพยากรณ์ออกเป็น 3 ช่วง คือช่วงเวลาล่วงหน้า 1 เดือน 3 เดือน และ 5 เดือน โดยพิจารณาจากค่าร้อยละค่าคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) ที่ต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2

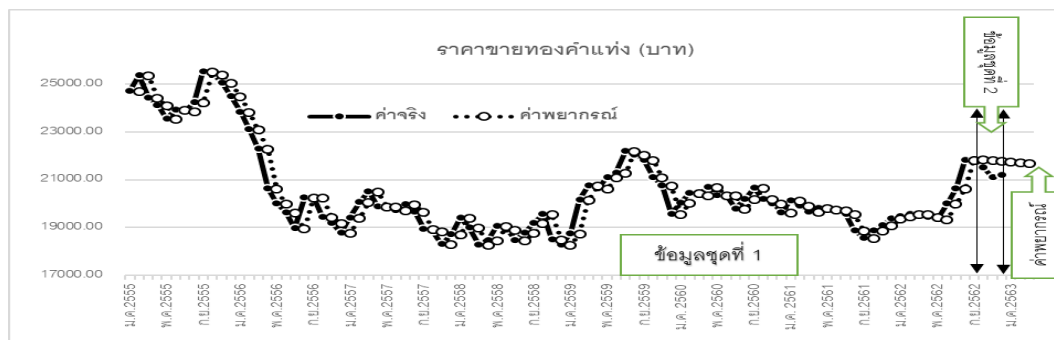
**ตารางที่ 2** การเปรียบเทียบช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้าที่เหมาะสมโดยวิธีบอกซ์-เจนกินส์

ช่วงเวลา	ราคาขายทองคำแท่ง	ช่วงพยากรณ์ล่วงหน้าในการพยากรณ์ ราคาขายทองคำแท่ง (บาท)		
		1 เดือน	3 เดือน	5 เดือน
ส.ค. พ.ศ. 2562	21,824.07	20,598.36	20,598.36	20,598.36
ก.ย. พ.ศ. 2562	21,854.00		21,792.80	21,792.8
ต.ค. พ.ศ. 2562	21,505.56		21,822.73	21,822.73
พ.ย. พ.ศ. 2562	21,111.54			21,791.47
ธ.ค. พ.ศ. 2562	21,203.85			21,760.20
	MAPE	5.6163	<b>2.4571</b>	2.6431

จากตารางที่ 2 พบว่าวิธีบอกซ์-เจนกินส์ มีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ล่วงหน้า 3 เดือน เนื่องจากให้ค่า MAPE ที่ต่ำที่สุด การพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่งตั้งแต่เดือนมกราคม ปี พ.ศ. 2563 ถึงเดือนมีนาคม ปี พ.ศ. 2563 แสดงดังตารางที่ 3 และภาพที่ 5 ตามลำดับ ซึ่งผลการพยากรณ์ครั้งนี้พบว่า ราคาขายทองคำแท่งมีแนวโน้มลดลง

ตารางที่ 3 ค่าพยากรณ์ของราคาขายทองคำแท่ง (บาท) ตั้งแต่เดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2562

ช่วงเวลา	มกราคม พ.ศ. 2563	กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2563	มีนาคม พ.ศ. 2563
ค่าพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง (บาท)	21728.94	21697.67	21666.41



ภาพที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างราคาขายทองคำแท่งค่าจริงกับค่าพยากรณ์ โดยวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์

### สรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ได้นำเสนอวิธีการสร้างและเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาราคาขายทองคำแท่ง ผลการศึกษาพบว่าวิธีบ็อกซ์-เจนกินส์ ARIMA(0,1,0) มีความเหมาะสมที่สุดในการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง โดยมีตัวแบบพยากรณ์ คือ  $\hat{Y}_t = -31.2655434782609 + Y_{t-1}$  เมื่อ  $\hat{Y}_t$  แทนค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$  และ  $Y_{t-1}$  แทนอนุกรมเวลา ณ เวลา  $t-1$  และวิธีการพยากรณ์นี้เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 3 เดือน จากตารางที่ 3 ภาพที่ 5 พบว่าแนวโน้มของลดลง อย่างไรก็ตามราคาขายทองคำแท่งมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ซึ่งขึ้นอยู่กับราคาทองคำแท่งของตลาดโลก สภาวะเศรษฐกิจทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ หรือมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง จึงควรพิจารณาตัวแปรที่มีผลต่อราคาทองคำแท่งเหล่านี้ด้วย ดังนั้นควรปรับปรุงตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมเมื่อเวลาเปลี่ยนไปให้เป็นปัจจุบันต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

- Gold price today. (2019). *Gold Price History* [Online]. Retrieved October 12, 2019, from: <https://ทองคำราคา.com/ราคาทองย้อนหลัง>. (in Thai)
- Gold Traders Association. (2019). *Gold History* [Online]. Retrieved July 1, 2016, from: <http://www.goldtraders.or.th/PageView.aspx?page=6>. (in Thai)
- Keerativibool, W. & Na-laed, D. (2013). Forecasting Model of Monthly Gold Ornament Selling Prices. *NU Science. Journal*, 9(2), 65-81. (in Thai)
- Keerativibool, W. (2013). Forecasting Model for the Retail Prices of Gasohol 95 in Bangkok and Peripheral Areas. *KMUTT Research & Development Journal*, 36(4), 423-438. (in Thai)
- Ket-iam, S. (2005). *Forecasting Technique*. (2<sup>nd</sup> ed.). Songkhla: Thaksin University. (in Thai)
- Riansut, W. (2016). Forecasting the Sale Prices of Gold Bar. *Journal of Science Ladkabang*, 25(2), 41-53. (in Thai)
- Riansut, W. (2018a). Comparison of Tangerine Prices Forecast Model by Exponential Smoothing Methods. *Thai Journal of Science and Technology*, 7(5), 460 – 470. (in Thai)
- Riansut, W. (2018b) Comparison of the Cattle Prices Forecasting Models. *Thai Science and Technology Journal (TSTJ)*, 27(2), 201-212. (in Thai)
- Riansut, W. (2019). Forecasting Model for the Wholesale Cost of Cattleya Orchid at SI-MUM-MUANG market. *Phranakhon Rajabhat Research Journal (Science and Technology)*, 14(2), 76-92. (in Thai)
- Taesombut, S. (2006). *Quantitative Forecasting*. Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)



ที่ อว ๐๖๓๘.๐๓/๘๑

สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนภาคใต้  
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา  
อำเภอเมือง จังหวัดยะลา ๙๕๐๐๐

๒๐ เมษายน ๒๕๖๓

เรื่อง ตอบรับลงตีพิมพ์

เรียน คุณคชินทร์ โภกนุทาภรณ์

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย รหัสบทความ SCI ๕/๖๓ เรื่อง “การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง (A Comparison of the Forecasting for the Sale Price of Gold Bar)” มาให้กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย. พิจารณาลงตีพิมพ์เผยแพร่ นั้น

บัดนี้ กองบรรณาธิการฯ ขอเรียนให้ท่านทราบว่า บทความวิจัยดังกล่าวได้ผ่านการพิจารณาถ้อยแถลงจากผู้ทรงคุณวุฒิให้สามารถรับลงตีพิมพ์ได้ใน วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย. ปีที่ ๕ ฉบับที่ ๑ มกราคม – มิถุนายน ๒๕๖๓ กองบรรณาธิการฯ วารสารขอขอบคุณท่านที่ได้ส่งผลงานที่มีคุณภาพมารับการพิจารณาลงตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย. และหวังว่าท่านจะส่งผลงานในลักษณะดังกล่าวมาให้กองบรรณาธิการฯ พิจารณาเพื่อลงตีพิมพ์เผยแพร่อีกในโอกาสหน้า

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิไลวัลย์ แก้วตาทิพย์)

บรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.  
สถาบันวิจัยและพัฒนาชายแดนภาคใต้  
มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา  
โทร. ๐๗๓-๒๙๙-๖๓๔

Advanced S

[เกี่ยวกับ TCI](#)
[ฐานข้อมูล TCI](#)
[ค่า T-JIF](#)
[เกณฑ์คุณภาพวารสาร](#)
[ThaiJO](#)
[Fast-track Indexing System](#)
[FAQ](#)

## ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 4 พ.ศ. 2563-2567 และวารสารใหม่ที่ต้องการเข้าสู่ฐานข้อมูล TCI พ.ศ. 2562

ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 3 (รับรองผลถึง 31 ธันวาคม 2562)

Show  entries

Search: วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.

No.	Journal Name English	Journal Name Local	ISSN	E-ISSN	TCI Tier	Date for next submission
841	YRU Journal of Science and Technology	วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มรย.	2539-5688	2672-9873	1	-

Showing 1 to 1 of 1 entries (filtered from 855 total entries)

Previous  Next

ตัวอย่าง

## แบบแสดงหลักฐานการมีส่วนร่วมในผลงานทางวิชาการ

ผลงานทางวิชาการประเภท บทความวิจัย

เรื่อง การเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ราคาขายทองคำแท่ง

ผู้ร่วมงาน จำนวน ๑ คน แต่ละคนมีส่วนร่วมดังนี้

(๑) ชื่อผู้ร่วมงาน	(๒) สารบัญ รายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ และระบุว่า ผู้ขอกำหนดตำแหน่ง เขียนส่วนใด	(๓) ปริมาณงานร้อยละ พร้อมระบุบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบอื่นนอกเหนือจาก ที่แสดงไว้ในช่อง ๒
คชินทร์ โภกนุทาภรณ์  <b>ใช้แบบฟอร์ม ตามเอกสารแนบท้าย ประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคล ให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ พ.ศ. 2564</b>	หน้าที่รับผิดชอบ : ทุกขั้นตอน ของการเขียนบทความวิจัย ได้แก่ ออกแบบการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และดำเนินการ เผยแพร่บทความวิจัย	ร้อยละ ๑๐๐

ลงชื่อ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์คชินทร์ โภกนุทาภรณ์)

เรื่อง

ตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์  
ในพระบรมราชูปถัมภ์

Forecasting Method for Number of New Students Valaya Alongkorn  
Rajabhat University under the Royal Patronage

## รูปแบบการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

- ( ✓ ) เผยแพร่ในรูปแบบของบทความวิจัยในวารสารทางวิชาการระดับชาติ
๑. วารสารชื่อ วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
  ๒. ชื่อหน่วยงานที่จัดทำวารสาร ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนางานวิจัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม
  ๓. รายชื่ออยู่ในฐานข้อมูลระดับชาติ ได้แก่ ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai Journal Citation Index - TCI)
    - ( ✓ ) TCI กลุ่มหนึ่ง ..... ลำดับที่ ๖๙๓
    - ( ) TCI กลุ่มสอง ..... ลำดับที่.....
- ( ) เผยแพร่ในรูปแบบของบทความวิจัยในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ
๑. วารสารชื่อ.....
  - ปีที่.....ฉบับที่ .....
  ๒. ชื่อหน่วยงานที่จัดทำวารสาร.....
  ๓. รายชื่อฐานข้อมูลระดับนานาชาติ (ตามเอกสารแนบท้ายประกาศประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการ สำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ. ๒๕๕๖)
    - ระบุชื่อฐานข้อมูล.....
- ( ) การเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับชาติและเป็นบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper)
๑. ชื่อการประชุม.....ครั้งที่.....วัน/เดือน/ปีที่.....
  - สถานที่ในการจัด.....
  ๒. หน่วยงานที่จัด.....
- ( ) การเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติและเป็นบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper)
๑. ชื่อการประชุม.....ครั้งที่.....วัน/เดือน/ปีที่.....
  - สถานที่ในการจัด.....
  ๒. หน่วยงานที่จัด.....
  ๓. โครงการจัดประชุม.....



ที่ มศป. 0402/2947

**BANGKHEN**

2410/2  
PHAHOLYOTHIN RD.,  
JATUJAK, BANGKOK  
10900  
TEL. 0 2579 1111  
FAX. 0 2561 1721  
www.spu.ac.th

**CHONBURI CAMPUS**  
79 BANGNA-TRAD RD.,  
KLONGTAMRU, MUANG,  
CHONBURI 20000  
TEL. 0 3874 3690-9  
FAX. 0 3874 3700  
www.east.spu.ac.th

**KHON KAEN**  
182/12 MOO 4,  
SRICHAN RD.,  
NAIMUANG DISTRICT,  
AMPHUR MUANG,  
KHON KAEN 40000  
TEL. 0 4322 4111  
FAX. 0 4322 4119  
www.khonkaen.spu.ac.th

16 มกราคม 2563

เรื่อง ตอบรับการตีพิมพ์บทความลงวารสารศรีปทุมปริทัศน์

เรียน คุณคชินทร์ โกกนุทาภรณ์

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง "ตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์" เพื่อตีพิมพ์ลงในวารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งได้แก้ไขบทความตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

ในการนี้กองบรรณาธิการได้พิจารณาบทความดังกล่าว ตามกระบวนการพิจารณาแล้ว จะนำตีพิมพ์ลงในวารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 12 (มกราคม – ธันวาคม 2563) เมื่อตีพิมพ์เรียบร้อยแล้ว จะนำส่งวารสารศรีปทุมปริทัศน์ จำนวน 1 ฉบับต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ อัญจนอม)

รองอธิการบดี

บรรณาธิการ วารสารศรีปทุมปริทัศน์



ศูนย์ส่งเสริมและพัฒนางานวิจัย มหาวิทยาลัยศรีปทุม

โทรศัพท์ 0-2579-1111 ต่อ 1155, 1252, 1331

โทรสาร 0-2579-1111 ต่อ 2187

ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ research@spu.ac.th

## ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 4 พ.ศ. 2563-2567 และวารสารใหม่ที่ต้องการเข้าสู่ฐานข้อมูล TCI พ.ศ. 2562

ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 3 (รับรองผลถึง 31 ธันวาคม 2562)

Show  entries

Search: วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

No.	Journal Name English	Journal Name Local	ISSN	E-ISSN	TCI Tier	Date for next submission
693	Sripatum Review of Science and Technology	วารสารศรีปทุมปริทัศน์ ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	2228-8724	2672-9970	1	-

Showing 1 to 1 of 1 entries (filtered from 855 total entries)

Previous  Next

ตัวอย่าง



ฉบับปัจจุบัน

ฉบับย้อนหลัง

Announcements

เกี่ยวกับวารสาร ▾

## ทีมบรรณาธิการ

### ที่ปรึกษา

ดร.รัชนีพร พุคยาภรณ์ พุกกะมาน

ดร.บุษบา ชัยจินดา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา พุคยาภรณ์

### บรรณาธิการบริหาร

รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม

### บรรณาธิการผู้พิมพ์ผู้โฆษณา

รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม

### กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.นวดล เหล่าศิริพจน์

น.อ.ศาสตราจารย์ ดร.ประสงค์ ประณีตพลกรัง

รองศาสตราจารย์ ดร.กัรติ ชยะกุลศิริ

รองศาสตราจารย์ ดร.ไพบุลย์ ปัญญาโคไป

รองศาสตราจารย์ ดร.อัศม์เดช วานิชชินชัย

รองศาสตราจารย์ ดร.จันทน์ เพชรานนท์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทพฤทธิ์ บัณฑิตวัฒนาวงศ์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

มหาวิทยาลัยศรีปทุม

มหาวิทยาลัยมหิดล

มหาวิทยาลัยพะเยา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

### ฝ่ายจัดการและเลขานุการกองบรรณาธิการ

อาจารย์นิภาวรรณ พุทธสงกรานต์

### ฝ่ายประชาสัมพันธ์ จัดจำหน่าย และสมาชิก

นางสาวอรกัญญา สุขแก้ว

### ฝ่ายศิลปกรรมและจัดทำรูปเล่ม

นางฉวีวรรณ สภาพ

นายสุรตณชัย ชื่นตา

### ฝ่ายพิสูจน์อักษร

รองศาสตราจารย์สมทรง สิตลาเย็น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนน ถนอมเกียรติ

Forecasting Method for Number of New Students  
Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

Kachin Goganutapon<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Program in Applied Mathematics, Faculty of Science and Technology,  
Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage

*Received:*

*Revised:*

*Accepted:*

---

**ABSTRACT**

The purpose of this research was to construct the appropriate forecasting model for the number of new students Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage. The data was gathered from Administrative Affairs and Registration of Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage during academic year, 1997 - 2019 of 23 values which were used and separated into 2 sets. The first set contained 20 values from academic year, 1997 - 2016 for constructing the forecasting method by Simple moving average of three academic year, Linear trend equations method, Parabola trend equations method, Single exponential smoothing, Holt's exponential smoothing method, Brown's exponential smoothing method and Damped trend exponential smoothing method. The second set had 3 values from academic year, 2017 - 2019 for comparing accuracy of the forecasts via criteria of the lowest mean absolute deviation and mean absolute percentage error. The results showed that the Damped trend exponential smoothing method is most accurate. Which the tendency of new students tend to decrease.

**Keywords:** Forecasting, Number of new students, Damped trend exponential smoothing method, Mean Absolute Percent Error

---

\* Corresponding Author; E-mail: kachin@vru.ac.th

ตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

คชินทร์ โภกนุทาภรณ์<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

---

**บทคัดย่อ**

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม สำหรับการพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยใช้ข้อมูลจากสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2540 - 2562 จำนวน 23 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2540 - 2559 จำนวน 20 ค่า สำหรับการสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยงานวิจัยในครั้งนี้ใช้วิธีการพยากรณ์ 7 วิธี คือ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 3 ปีการศึกษา วิธีสมการแนวโน้มเชิงเส้น วิธีสมการแนวโน้มพาราโบลา วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก และข้อมูลชุดที่ 2 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2560 - 2562 จำนวน 3 ค่า เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ ด้วยเกณฑ์พิจารณา ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉกมีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ที่สุด โดยแนวโน้มของนักศึกษาใหม่มีแนวโน้มลดลง

**คำสำคัญ :** การพยากรณ์ จำนวนนักศึกษาใหม่ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

---

\* ผู้ประสานงานหลัก; อีเมล: kachin@vru.ac.th

## ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันจำนวนนักเรียนที่ต้องการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษามีแนวโน้มลดลง ซึ่งสาเหตุมาจากจำนวนประชากรการเกิดลดลง จึงทำให้จำนวนนักเรียนที่สำเร็จการศึกษาชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ลดลง และยังมีสาเหตุมาจากการตอบรับการเข้าเรียนในมหาวิทยาลัยแล้วในระบบรับตรง โควตา ฯลฯ อีกด้วย ทำให้นักเรียนมีการแข่งขันเพื่อช่วงชิงที่นั่งในสถาบันอุดมศึกษาของรัฐที่มีชื่อเสียง และบางส่วนไม่เข้าศึกษาต่อในสถาบันอุดมศึกษาเพราะต้องการเข้าสู่ตลาดแรงงาน หรือต้องการทำงานหาประสบการณ์ก่อน หรือเพราะวิกฤตเศรษฐกิจของครอบครัว เป็นต้น และปัจจุบันมีทางเลือกเรียนที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นการศึกษานอกระบบทำให้นักศึกษาเข้ามาเรียนในมหาวิทยาลัยลดลง (campus-star, 2019) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล (มทร.) ธัญบุรี พบปัญหาจำนวนนักเรียนที่สมัครเข้าเรียนต่อในระดับอุดมศึกษาด้วยระบบ TCAS ประจำปีการศึกษา 2561 พบว่ามีเด็กที่จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สมัครเข้าเรียนต่อในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ กว่า 8 หมื่นคน ในขณะที่สถาบันอุดมศึกษาต่าง ๆ สามารถรับนักศึกษาได้กว่า 1.2 แสนคน ซึ่งตัวเลขดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าปีนี้มีเด็กที่จะเข้าสู่การเรียนระดับอุดมศึกษาลดลง ทั้งนี้มีความเป็นไปได้ที่อาจจะมีเด็กจำนวนหนึ่งที่หันเข้าสู่อาชีวะก่อนก็ได้ ซึ่งสถานการณ์ที่เกิดขึ้นนี้ย่อมส่งผลให้ทั้งมหาวิทยาลัยรัฐและเอกชนจะขาดแคลนหรือมีตัวเลขเด็กที่จะเข้ามาเรียนลดลงอย่างเห็นได้ชัด โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยเอกชน เพราะส่วนใหญ่แล้วนักเรียนจะมุ่งเข้าสู่มหาวิทยาลัยของรัฐก่อน โดยเฉพาะมหาวิทยาลัยที่ชื่อเสียงและค่าเล่าเรียนที่ถูก (Pinprathomrat, 2018) ดังนั้น สถาบันการศึกษาต้องปรับตัวเพื่อรองรับจำนวนประชากรที่ลดลง โดยการพัฒนา และสร้างความแตกต่างเพื่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่ ๆ เป็นที่สนใจของผู้เข้าศึกษามากยิ่งขึ้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ เป็นมหาวิทยาลัยแห่งหนึ่งที่ตระหนักถึงความสำคัญของจำนวนนักศึกษาใหม่ที่เข้ามาศึกษาต่อเช่นกัน ซึ่งปัจจุบันจำนวนนักศึกษาของมหาวิทยาลัยมีแนวโน้มลดลงตามไปด้วย ทำให้การจัดการศึกษาต้องมีการปรับตัวให้สอดคล้องกับสถานการณ์ปัจจุบัน เนื่องจากจำนวนนักศึกษามีผลต่อการวิเคราะห์เพื่อจัดทำแผนของงบประมาณในแต่ละปีงบประมาณ จึงทำให้การพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ล่วงหน้าในแต่ละภาคการศึกษาของปีงบประมาณนั้น ๆ มีความสำคัญและมีความจำเป็นด้วยเหตุผลดังกล่าวผู้วิจัยเห็นความสำคัญของการเลือกตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมในการพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ (ศึกษาในเวลาราชการ) ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยใช้วิธีการพยากรณ์เชิงสถิติ เนื่องจากการพยากรณ์ด้วยกระบวนการทางสถิติเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สำคัญ ให้ผลการพยากรณ์น่าเชื่อถือสามารถนำผลการพยากรณ์เป็นข้อมูลในการตัดสินใจวางแผนในการของงบประมาณในการจัดการศึกษา และการวางแผนการรับนักศึกษาในปีการศึกษาต่อไป

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อสร้างตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสม สำหรับการพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

## วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการสร้างตัวแบบพยากรณ์ โดยใช้ข้อมูลอนุกรมเวลา จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ ซึ่งข้อมูลจำนวนนักศึกษาใหม่นำมาจากสำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2540 ถึงปีการศึกษา 2562 จำนวน 23 ค่า (Administrative Affairs and Registration of Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, 2019) ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ชุดที่ 1 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2540 ถึง ปีการศึกษา 2559 จำนวน 20 ค่า สำหรับสร้างตัวแบบพยากรณ์ ด้วยวิธีการทางสถิติ 7 วิธี ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 3 ปีการศึกษา วิธีสมการแนวโน้มเชิงเส้น วิธีสมการแนวโน้มพาราโบลา วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบไฮลท์ วิธีการทำให้เรียบแบบเท็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก ชุดที่ 2 ตั้งแต่ปีการศึกษา 2560 ถึงปีการศึกษา 2562 จำนวน 3 ค่า เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์พิจารณา ค่า MAPE และ MAD ที่ต่ำที่สุด

### ศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

การศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาเป็นการพิจารณาในเบื้องต้นว่าอนุกรมเวลามีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะใด มีส่วนประกอบของอนุกรมเวลาใดบ้าง (แนวโน้ม ฤดูกาล วัฏจักร หรือ เหตุการณ์ที่ผิดปกติ) โดยพิจารณาจากแผนภาพการกระจายของอนุกรมเวลาเทียบกับเวลา เพื่อความเหมาะสมของการเลือกใช้วิธีการทางสถิติสำหรับการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป (Bowerman & O'Connell, 1993)

### การทดสอบแนวโน้มแบบเครื่องหมาย

การทดสอบแนวโน้มแบบเครื่องหมายเป็นการทดสอบแนวโน้มที่ตัวทดสอบสถิติได้จากการพิจารณาค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่อยู่ในตำแหน่งติดกันว่ามีความต่างกันทางบวกหรือลบ นั่นคือพิจารณาว่าค่าสังเกต  $Y_t$  มากกว่าหรือน้อยกว่าค่าสังเกต  $Y_{t-1}$  หรือพิจารณาเครื่องหมายของผลต่างครั้งที่หนึ่งของค่าสังเกต ( $Y_t - Y_{t-1}$ ) ถ้าจำนวนผลต่างเป็นบวกมากแสดงว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้น และถ้าเป็นลบมากแสดงว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มลง กำหนด  $V$  เป็นจำนวนครั้งที่หนึ่งค่าของค่าสังเกตเป็นบวก (Taesombat, 2006) ขั้นตอนของการทดสอบแนวโน้มแบบเครื่องหมายมีดังนี้

1. กำหนด  $H_0$  : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม กับ

$H_1$  : อนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้นหรือลง

2. สำหรับอนุกรมเวลาขนาดใหญ่ หรือ  $n \geq 20$  ตัวสถิติ  $V$  มีการแจกแจงประมาณแบบปกติมีค่าเฉลี่ย

$\mu_V$  และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $\sigma_V$  ใช้ตัวทดสอบสถิติ  $Z = \frac{V - \mu_V}{\sigma_V}$  เมื่อ  $\mu_V = \frac{n}{2}$  และ  $\sigma_V = \sqrt{\frac{n}{4}}$  ที่ระดับนัยสำคัญ

$\alpha$  มีช่วงวิกฤติ  $CR: |Z| \geq Z_{\alpha/2}$  ซึ่ง  $Z_{\alpha/2}$  เป็นค่าวิกฤติ

### การทดสอบความแปรผันตามฤดูกาลด้วยวิธีการทดสอบของ ครัสคาล-วัลลิส

การทดสอบของ ครัสคาล-วัลลิส นำมาประยุกต์กับการทดสอบอนุกรมเวลาที่จำกัดค่าแนวโน้มแล้วมีความแปรผันตามฤดูกาลหรือไม่ การทดสอบนี้จะใช้ลำดับของข้อมูลอนุกรมเวลาที่จำกัดแนวโน้มแล้ว การทดสอบตามวิธีนี้มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. หาข้อมูลอนุกรมเวลาที่จำกัดแนวโน้มทั้งหมด แล้วเรียงลำดับข้อมูลดังกล่าวจากค่าต่ำสุด (ให้เป็นอันดับที่ 1) และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนครบข้อมูลทุกตัว ซึ่งจะเท่ากับ  $n$  เมื่อ  $n$  คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. ตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานทางเลือก ดังนี้

$H_0$  : อนุกรมเวลาไม่มีความผันแปรตามฤดูกาล

$H_1$  : อนุกรมเวลาไม่มีความผันแปรตามฤดูกาล

3. ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ  $H = \frac{12}{n(n+1)} \left[ \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1)$  เมื่อ  $K$  แทนจำนวนฤดูกาล  $R_i$  แทนผลรวมของอันดับข้อมูลในฤดูกาลที่  $i$ ,  $n_i$  แทนจำนวนข้อมูลในฤดูกาลที่  $i$  โดยที่  $n = \sum_{i=1}^n n_i$

4. กาดัดสินใจที่จะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) ถ้า  $n_1 \leq K, K \leq 5, n \leq 15$  จะใช้ตาราง Kruskal-Wallis แต่ถ้า  $n_i > 5$  จะใช้ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นไคกำลังสองโดยปฏิเสธ ( $H_0$ ) เมื่อ  $H > \chi_{\alpha, K-1}^2$  (Ket-iam, 2005)

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิธีการสร้างตัวแบบพยากรณ์ในการวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษา 7 วิธี ได้แก่ วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 3 ปี การศึกษา วิธีสมการแนวโน้มเชิงเส้น วิธีแนวโน้มสมการพาราโบลา วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย วิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบโฮลท์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ และวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแตรม ดังแสดงรายละเอียดต่อไปนี้

### การพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย (Simple Moving Average method: SMAK)

เป็นวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมกับข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวอยู่ในระดับคงที่ หรือข้อมูลค่อนข้างราบเรียบตามแนวนอน (horizontal data) และเหมาะสมกับการพยากรณ์ระยะสั้น (short term) การพยากรณ์วิธีนี้จะนำข้อมูลจำนวน 3 ค่า หรือ 5 ค่า มาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งการเคลื่อนนี้เป็นค่าเฉลี่ยที่ให้น้ำหนักกับค่าสังเกตแต่ละค่าเท่ากัน สำหรับจำนวนค่าสังเกต ที่นำมาหาค่าเฉลี่ยนั้น ถ้าข้อมูลมีการเคลื่อนไหวมากควรใช้จำนวนค่าสังเกตมาก และในทางกลับกันถ้าข้อมูลค่อนข้างเรียบควรใช้ค่าสังเกตน้อยลงตามลำดับ สำหรับตัวแบบ ของข้อมูลที่มีลักษณะการเคลื่อนไหวอยู่ในระดับคงที่ จะมีตัวแบบดังนี้

$$Y_t = \beta_0 + \varepsilon_t \quad (1)$$

เมื่อ  $Y_t$  คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา  $t$ ,  $\beta_0$  คือ ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบ  $\varepsilon_t$  คือ ค่าความคลาดเคลื่อน ณ เวลา  $t$  สำหรับสูตรที่ใช้ในการพยากรณ์ คือ  $\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-K+1}}{K}$  (2)



โดยที่  $\hat{Y}_{t+1}$  คือ ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t + 1$ ,  $Y_t$  คือ ค่าสังเกตหรือข้อมูล ณ เวลา  $t$ ,  $K$  คือ จำนวนข้อมูลที่นำมาหาค่าเฉลี่ย

**การพยากรณ์โดยสมการแนวโน้มเชิงเส้น (Linear trend equations method: Linear)**

รูปแบบสมการคือ 
$$\hat{Y} = a + bX \quad (3)$$

จะได้สมการปกติดังนี้

$$\begin{aligned} \sum Y &= na + b \sum X \\ \sum XY &= a \sum X + b \sum X^2 \end{aligned}$$

เมื่อ  $a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่  $Y$  แทน ค่าจริงของข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้  $\hat{Y}$  แทน ค่าแนวโน้มของข้อมูล  $X$  แทน เวลาของข้อมูล  $n$  แทน จำนวนข้อมูลอนุกรมเวลาทั้งหมด (Ket-iam, 2005)

**การพยากรณ์โดยสมการแนวโน้มพาราโบลา (Parabola trend equations method: Parabola)**

รูปแบบสมการคือ 
$$\hat{Y} = a + bX + cX^2 \quad (4)$$

จะได้สมการปกติดังนี้

$$\begin{aligned} \sum Y &= na + b \sum X + c \sum X^2 \\ \sum XY &= a \sum X + b \sum X^2 + c \sum X^3 \\ \sum X^2 Y &= a \sum X^2 + b \sum X^3 + c \sum X^4 \end{aligned}$$

เมื่อ  $a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่  $Y$  แทน ค่าจริงของข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาได้  $\hat{Y}$  แทน ค่าแนวโน้มของข้อมูล  $X$  แทน เวลาของข้อมูล  $n$  แทน จำนวนข้อมูลอนุกรมเวลาทั้งหมด (Ket-iam, 2005)

**การพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย (Simple exponential smoothing method: Simple)**

เป็นวิธีที่ใช้หลักการของการหาค่าเฉลี่ยวิธีหนึ่งโดยให้น้ำหนักความสำคัญกับข้อมูลใหม่มาก ค่าพยากรณ์จะตอบสนองกับข้อมูลใหม่เป็นหลัก เหมาะสมกับข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงและคาดเดาได้ยาก ในการนี้จะกำหนดน้ำหนักข้อมูลล่าสุดเป็น  $\alpha$  โดยให้ค่า  $\alpha$  อยู่ระหว่าง 0 – 1 ถ้าค่า  $\alpha = 1$  แสดงว่าให้น้ำหนักกับข้อมูลล่าสุดแต่ถ้า  $\alpha$  มีค่าน้อยหมายความว่ายึดข้อมูลพยากรณ์ ในอดีตเป็นหลักโดยไม่คำนึงถึงข้อมูลปัจจุบัน การหาค่าพยากรณ์คำนวณได้จากสมการ (Theeraviriya, 2017)

$$F_{t+1} = \alpha A_t + (1 - \alpha)F_t \quad (5)$$

โดยที่  $F_{t+1}$  แทน ค่าพยากรณ์ในช่วงเวลาถัดไป  $F_t$  แทน ค่าพยากรณ์ของช่วงเวลาปัจจุบัน  $A_t$  แทน ความต้องการที่เกิดขึ้นจริงในช่วงเวลา  $t$ ,  $\alpha$  แทน ค่าถ่วงน้ำหนักปรับเรียบ

### การพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ (Holt's exponential smoothing method: Holt)

การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล มีค่าคงที่การทำให้เรียบ 2 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ (Level:  $\alpha$ ) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน (Trend:  $\gamma$ ) ตัวแบบเขียนได้ดังสมการที่ (6) และตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ดังสมการที่ (7) (Manmin, 2006)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_t \quad (6)$$

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t(m) \quad (7)$$

เมื่อ  $Y_t$  แทน อนุกรมเวลา ณ เวลา  $t$ ,  $\beta_0$  และ  $\beta_1$  แทน พารามิเตอร์ของตัวแบบแสดงระยะตัดแกน และความชันของแนวโน้ม ตามลำดับ  $\varepsilon_t$  แทน อนุกรมเวลาของความคลาดเคลื่อนที่มีการแจกแจงปกติและเป็นอิสระกัน ด้วยค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์และความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา  $\hat{Y}_{t+m}$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t + m$  โดยที่  $m$  แทนจำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า  $a_t$  และ  $b_t$  แทน ค่าประมาณ ณ เวลา  $t$  ของพารามิเตอร์  $\beta_0$  และ  $\beta_1$  ตามลำดับ

โดยที่  $a_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$ ,  $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1 - \gamma)b_{t-1}$ ,  $\alpha$  และ  $\gamma$  แทน ค่าคงที่การทำให้เรียบ โดยที่  $0 < \alpha < 1$  และ  $0 < \gamma < 1$ ,  $t$  แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n$  โดยที่  $n$  แทนจำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

### การสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ (Brown's exponential smoothing method: Brown)

การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่มีแนวโน้มเป็นเส้นตรงและไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล เช่นเดียวกับการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ แต่มีการกำหนดให้ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับและค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันเท่ากัน ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่าการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์เป็นกรณีพิเศษของการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ ตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ดังนี้ (IBM Corporation, 2014)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \left[ (m - 1) + \frac{1}{\alpha} \right] \quad (8)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+m}$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t + m$  โดยที่  $m$  แทน จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า  $a_t$  และ  $b_t$  แทน ค่าประมาณ ณ เวลา  $t$  ของพารามิเตอร์  $\beta_0$  และ  $\beta_1$  ตามลำดับ

โดยที่  $a_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)a_{t-1}$ ,  $b_t = \alpha(a_t - a_{t-1}) + (1 - \alpha)b_{t-1}$ ,  $\alpha$  แทน ค่าคงที่การทำให้เรียบ โดยที่  $0 < \alpha < 1$ ,  $t$  แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n$ ,  $n$  แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

### การสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก (Damped trend exponential smoothing method: Damped)

การทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาที่ไม่มีส่วนประกอบของความผันแปรตามฤดูกาล และมีอัตราการเพิ่มขึ้น (หรือลดลง) เปลี่ยนแปลงช้ากว่าการเพิ่มขึ้น (หรือลดลง) ของแนวโน้มที่เป็นเส้นตรง มีค่าคงที่การทำให้เรียบ 3 ตัว คือ ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ ( $\alpha$ ) ค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชัน ( $\gamma$ ) และค่าคงที่การปรับเรียบของค่าความชันแบบแฉก (Damped Trend) ( $\Phi$ ) ตัวแบบพยากรณ์เขียนได้ดังนี้ (IBM Corporation, 2014)

$$\hat{Y}_{t+m} = a_t + b_t \sum_{i=1}^m \Phi^i \quad (9)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+m}$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t + m$  โดยที่  $m$  แทน จำนวนช่วงเวลาที่ต้องการพยากรณ์ไปข้างหน้า  $a_t$  และ  $b_t$  แทน ค่าประมาณ ณ เวลา  $t$  ของ พารามิเตอร์  $\beta_0$  และ  $\beta_1$  ตามลำดับ

โดยที่  $a_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(a_{t-1} + \Phi b_{t-1})$ ,  $b_t = \gamma(a_t - a_{t-1}) + (1 - \gamma)\Phi b_{t-1}$ ,  $\alpha, \gamma$  และ  $\Phi$  แทนค่าคงที่การทำให้เรียบโดยที่  $0 < \alpha < 1$ ,  $0 < \gamma < 1$  และ  $0 < \Phi < 1$ ,  $t$  แทน ช่วงเวลา ซึ่งมีค่าตั้งแต่ 1 ถึง  $n$ ,  $n$  แทน จำนวนข้อมูลในอนุกรมเวลาชุดที่ 1

#### การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของค่าพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาจำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยการเปรียบเทียบค่า MAD และ MAPE จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MAD และ RMSE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด เกณฑ์ MAD และ MAPE (Ket-iam, 2005) ดังนี้

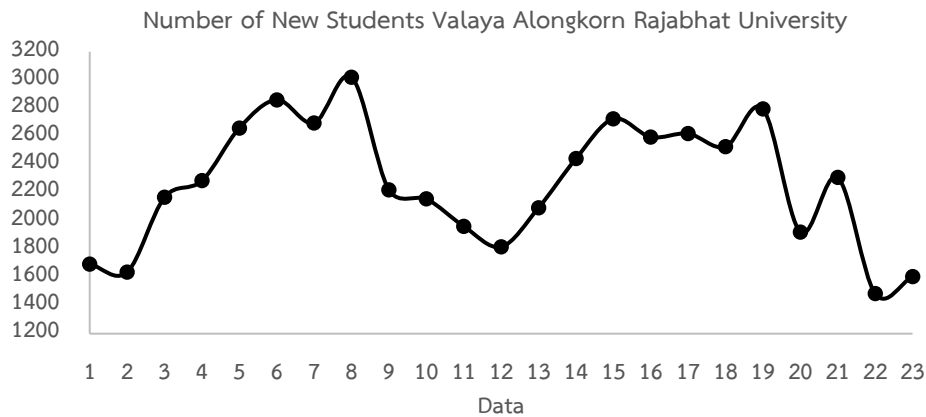
$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t| \quad \text{และ} \quad MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \quad (10)$$

เมื่อ  $Y_t$  แทน ค่าของข้อมูลจริง ณ เวลา  $t$ ,  $\hat{Y}_t$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$ ,  $n$  แทน จำนวนข้อมูล

#### ผลการวิจัย

##### ผลการศึกษาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาของจำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2540 ถึงปีการศึกษา 2562 จำนวน 23 ค่า นำมาสร้างแผนภาพการกระจาย ดังภาพที่ 1



**ภาพที่ 1** แผนภาพการกระจายลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2540 ถึงปีการศึกษา 2562

จากภาพที่ 1 อนุกรมเวลาจำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2540 ถึงปีการศึกษา 2562 จำนวน 23 ค่า ชุดนี้ไม่มีแนวโน้มและส่วนประกอบของฤดูกาล

การตรวจสอบแนวโน้มด้วยวิธีการทดสอบเครื่องหมาย (sign test) กำหนดสมมติฐานหลักและรองดังนี้  $H_0$  : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม กับ  $H_1$  : อนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้นหรือลง เมื่อ จำนวนเครื่องหมายของผลต่างที่เป็นบวก ( $V$ ) คือ 12 ค่าตัวทดสอบสถิติ คือ  $Z = 0.2085$  เมื่อ  $\mu_V = 11.5, \sigma = 2.3979$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีช่วงวิกฤติ  $CR: |Z| \geq Z_{\alpha/2} = 1.96$  พบว่า  $-Z_{\alpha/2} < Z < Z_{\alpha/2}$  จึงยอมรับ  $H_0$  สรุปได้ว่าอนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม

#### ผลการพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 3 ปีการศึกษา

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย 3 ปีการศึกษามีค่า  $MAD = 373.43$  และค่า  $MAPE = 16.04$  เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อน มีการแจกแจงปกติ (Shapiro-Wilk  $Z = 0.929, p\text{-value} = 0.213$ ) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test:  $Z = -0.488, p\text{-value} = 0.626$ ) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ( $t = 0.44, p\text{-value} = 0.333$ ) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 1.875,  $p\text{-value} = 0.191$ ) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม นั่นคือ จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2560 – 2562 มีค่าประมาณ 2413 คน

#### ผลการพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มเส้นตรง

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มเชิงเส้น ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}(t) = 2155 + 18.0143t \quad (11)$$

เมื่อ  $\hat{Y}(t)$  แทน ค่าพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ณ เวลา  $t$  โดยวิธีสมการแนวโน้มเส้น  $t$  แทน ช่วงเวลาที่พยากรณ์  $t = 21$  ถึง  $23$  (ปีการศึกษา 2560 ถึง 2562) มีค่า  $MAD = 318.95$   $MAPE = 14.3666$  เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ  $0.01$  พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Shapiro-Wilk  $Z=0.96$ ,  $p\text{-value}=0.553$ ) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ( $t = 0.02$ ,  $p\text{-value} = 0.4995$ ) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Static =  $0.575$ ,  $p\text{-value} = 0.458$ ) แต่มีการเคลื่อนไหวไม่เป็นอิสระกัน (Runs Test:  $Z = -2.527$ ,  $p\text{-value} = 0.006$ ) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ยังไม่มีความเหมาะสมเนื่องจากมีข้อสมมติไม่เป็นจริงบางข้อจึงไม่ควรนำไปพยากรณ์

#### ผลการพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มพาราโบลา

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มพาราโบลาตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}(t) = 1872.557 + 95.0442t - 3.6681t^2 \quad (12)$$

เมื่อ  $\hat{Y}(t)$  คือ ค่าพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ณ เวลา  $t$  โดยวิธีสมการแนวโน้มพาราโบลา  $t$  แทน ช่วงเวลาที่พยากรณ์  $t = 21$  ถึง  $23$  (ปีการศึกษา 2560 ถึง 2562) มีค่า  $MAD = 319.65$   $MAPE = 14.22$  เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ  $0.01$  พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Shapiro-Wilk  $Z=0.963$ ,  $p\text{-value}=0.606$ ) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ( $t = 0.001$ ,  $p\text{-value} = 0.5$ ) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Static =  $0.015$ ,  $p\text{-value} = 0.903$ ) แต่มีการเคลื่อนไหวไม่เป็นอิสระกัน (Runs Test:  $Z = -2.527$ ,  $p\text{-value} = 0.006$ ) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้ยังไม่มีความเหมาะสมเนื่องจากมีข้อสมมติไม่เป็นจริงบางข้อจึงไม่ควรนำไปพยากรณ์

#### ผลการพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีปรับให้เรียบเอ็กซ์โพเนนเชียลอย่างง่าย พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ  $11.909$  และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ  $0.01$  (Ljung-Box Q ณ lag  $18 = 25.29$ ,  $p\text{-value} = 0.088$ ) มีค่า  $MAD = 268.65$  และ  $MAPE = 11.76$  เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ  $0.01$  พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Shapiro-Wilk  $Z=0.893$ ,  $p\text{-value}=0.031$ ) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test:  $Z=0.00$ ,  $p\text{-value} = 1.00$ ) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ( $t = 0.211$ ,  $p\text{-value} = 0.4175$ ) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Static =  $0.008$ ,  $p\text{-value} = 0.929$ ) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม นั่นคือ จำนวนนักศึกษาใหม่มหาวิทยาลัยราชภัฏ

วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2560 – 2562 มีค่าประมาณ 1998 คน โดยมีค่าคงที่การปรับเรียบของค่าระดับ  $\alpha = 0.9079$

#### ผลการพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์ พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 11.909 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 25.35, p-value = 0.064) มีค่า MAD = 268.70 และค่า MAPE = 11.83 เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Shapiro-Wilk Z=0.894, p-value=0.032) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z=-0.230, p-value = 0.818) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = -0.02, p-value = 0.492) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Static = 0.006, p-value = 0.939) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 1998.46 - 56.99m \quad (13)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+m}$  คือ ค่าพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ณ เวลา  $t + m$  โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของโฮลต์  $m$  แทน ช่วงเวลาที่พยากรณ์  $m = 1$  ถึง 3 (ปีการศึกษา 2560 ถึง 2562)  $\alpha$  และ  $\gamma$  มีค่าเท่ากับ 0.9000283 และ 0.0000066 ตามลำดับ

#### ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.081 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 19.09, p-value = 0.323) มีค่า MAD = 277.40 และ MAPE = 12.41 เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่าความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Shapiro-Wilk Z = 0.913, p-value = 0.072) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test: Z=0.00, p-value = 1.00) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ (t = -0.698, p-value = 0.247) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Static = 0.061, p-value = 0.808) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 2224.59 - 257.28 \left[ (m - 1) + \frac{1}{0.6106} \right] \quad (14)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+m}$  คือ ค่าพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ณ เวลา  $t + m$  โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์  $m$  แทน ช่วงเวลาที่พยากรณ์  $m = 1$  ถึง 3 (ปีการศึกษา 2560 ถึง 2562)  $\alpha$  มีค่าเท่ากับ 0.6101

### ผลการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแตรม

จากการสร้างตัวแบบพยากรณ์โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแตรม พบว่า BIC มีค่าเท่ากับ 12.081 และมีค่าสถิติ Ljung-Box Q ไม่มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 (Ljung-Box Q ณ lag 18 = 12.281, p-value = 0.087) มีค่า MAD= 264.5 และ MAPE = 11.59 เมื่อตรวจสอบคุณลักษณะของความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 พบว่า ความคลาดเคลื่อนมีการแจกแจงปกติ (Shapiro-Wilk  $Z=0.901$ , p-value=0.043) มีการเคลื่อนไหวเป็นอิสระกัน (Runs Test:  $Z=-0.23$ , p-value = 0.818) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับศูนย์ ( $t = 0.004$ , p-value = 0.4985) และมีความแปรปรวนคงที่ทุกช่วงเวลา (Levene Statistic = 0.002, p-value = 0.969) ดังนั้นตัวแบบพยากรณ์ที่ได้มีความเหมาะสม ตัวแบบพยากรณ์แสดงดังนี้

$$\hat{Y}_{t+m} = 2238.95 - 451.22 \sum_{i=1}^m 0.5531^i \quad (15)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_{t+m}$  คือ ค่าพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ณ เวลา  $t + m$  โดยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลแบบแตรม  $t$  แทน ช่วงเวลาที่พยากรณ์  $m = 1$  ถึง  $3$  (ปีการศึกษา 2560 ถึง 2562)  $\alpha, \gamma$  และ  $\phi$  มีค่าเท่ากับ 0.6194, 0.999 และ 0.5531 ตามลำดับ

### ผลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการพยากรณ์

จากการใช้ตัวแบบพยากรณ์ ทั้ง 7 วิธี สำหรับการพยากรณ์ข้อมูลชุดที่ 2 คือจำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2560 - 2562 ได้ค่าพยากรณ์ค่า MAPE และค่า MAD แสดงดังตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ค่าจริงและค่าพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2560 - 2562 ค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย (MAPE) และค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD)

Academic year	Number of new students	Number of students from forecasting by method						
		SMA3	Linear	Parabola	Simple	Holt	Brown	Damped
2560	2308	2413	2533	2251	1998	1941	1803	1989
2561	1484	2413	2551	2188	1998	1884	1546	1851
2662	1604	2413	2569	2118	1998	1827	1288	1775
MAPE		39.20	47.29	27.33	24.21	18.92	<b>15.25</b>	16.40
MAD		614.33	752.65	425.15	406.00	330.00	294.33	<b>285.67</b>

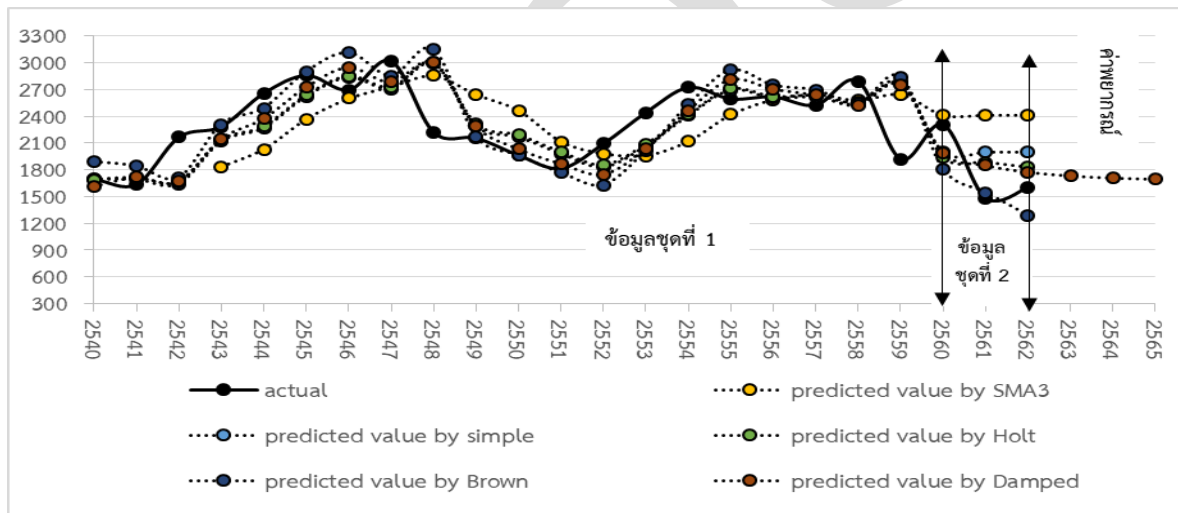


จากตารางที่ 1 พบว่าจากการศึกษาวิธีการพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี ภายใต้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) วิธีทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ มีประสิทธิภาพที่สุด ขณะที่ภายใต้เกณฑ์พิจารณาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก มีประสิทธิภาพที่สุด

### อภิปรายผล

การสร้างตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ผลการวิจัยพบว่า จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 7 วิธี ภายใต้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ มีประสิทธิภาพที่สุด ขณะที่ภายใต้เกณฑ์พิจารณาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก มีประสิทธิภาพที่สุด อย่างไรก็ตาม ค่าพยากรณ์ของทั้งสองวิธี มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p\text{-value} = 0.065$ ) เมื่อนำมาพิจารณาด้วยค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) พบว่าวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก มีค่า  $RMSE = 297.596$  น้อยกว่า วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลด้วยวิธีของบราวน์ มีค่า  $RMSE = 345.796$  ดังนั้น วิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก จึงมีความเหมาะสมสามารถนำตัวแบบไปพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ต่อไป

การเปรียบเทียบอนุกรมเวลาจำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ และค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมทั้ง 5 วิธี แสดงรายละเอียดดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 เปรียบเทียบอนุกรมเวลาจำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ และค่าพยากรณ์ที่เหมาะสมทั้ง 5 วิธี

จากภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าจำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล ที่มีแนวโน้มแบบแฉก มีแนวโน้มลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ คำกล่าวของศาสตราจารย์คลินิก นพ.อุดม คชินทร รัฐมนตรีช่วยว่าการกระทรวงศึกษาธิการ ปาฐกถาพิเศษ เรื่อง “ฝ่าวิกฤตการศึกษาไทยด้วยคุณภาพ” ในการประชุมวิชาการระดับชาติ ด้านการประกันคุณภาพการศึกษา ครั้งที่ 1 ได้กล่าวว่า ผู้เรียนมีจำนวนลดลง ทั้งในภาพรวมของมหาวิทยาลัยรัฐ ลดลงร้อยละ 10-15 และในมหาวิทยาลัยเอกชน ทั้งมหาวิทยาลัยเอกชนขนาดใหญ่ ที่นักศึกษาลดลงร้อยละ 20-30 และกลุ่มมหาวิทยาลัยเอกชนขนาดเล็ก ที่นักศึกษาลดลงมากถึงร้อยละ 50-70 (Ramasuta, 2019)

### ข้อเสนอแนะ

วิธีการพยากรณ์ด้วยวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก ที่ใช้พยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ มีประสิทธิภาพในการพยากรณ์ที่สุดและมีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาในลักษณะที่คล้ายกันได้ แต่การศึกษาจำนวนนักศึกษาใหม่ครั้งต่อไปควรศึกษาจำนวนผู้สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 และอัตราการเกิดของประชากรควบคู่ไปด้วย โดยนำวิธีการทำให้เรียบแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลที่มีแนวโน้มแบบแฉก มาพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ในปีการศึกษา 2563 มีจำนวน 1733 คน ปีการศึกษา 2564 มีจำนวน 1709 คน ปีการศึกษา 2565 มีจำนวน 1696 คน ปีการศึกษา 2566 มีจำนวน 1689 คน และปีการศึกษา 2567 มีจำนวน 1685 คน พบว่ามีแนวโน้มของจำนวนนักศึกษาใหม่ลดลง มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ จึงควรเพิ่มการประชาสัมพันธ์เชิงรุก หรือควรพัฒนาหลักสูตรที่ตรงความต้องการของตลาดแรงงาน หรือควรพัฒนาหลักสูตรระยะสั้น เพื่อเพิ่มความสนใจของนักเรียน นักศึกษาเลือกเข้ามาศึกษาต่อในมหาวิทยาลัยต่อไป

### เอกสารอ้างอิง

- Administrative Affairs and Registration of Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage. (2019). *Student number statistics*. [Online]. Retrieved June 24, 2019, from: [http://acad.vru.ac.th/about\\_acad/ac\\_StudentActive.php](http://acad.vru.ac.th/about_acad/ac_StudentActive.php) (in Thai)
- Campus-star. (2019). Critical! Students apply Universities nationwide decreased by 10-15% [Online]. Retrieved December 11, 2019 from: <https://campus.campus-star.com/education/95239.html> (in Thai)
- IBM Corporation. (2014). *IBM SPSS Statistics Information Center*. [Online]. Retrieved August 22, 2019, from: <http://publib.boulder.ibm.com/infocenter/spsstat/v20r0m0/index.jsp?>
- Ket-iam, S., (2005). *Forecasting Technique*, 2<sup>nd</sup> ed., Thaksin University, Songkhla. (in Thai) pp. 9.
- Manmin, M. (2006). *Time Series and Forecasting*. Bangkok: Four Printing Co., Ltd. (in Thai)

- Pinprathomrat, K. (2018). *Revealing the top student enrollment for TCAS, little to worry about both public-private universities affecting Suggest to accelerate to adjust to teach courses for future careers*. [Online]. Retrieved December 11, 2019 from: <http://www.pr.rmutt.ac.th/news/14716> (in Thai)
- Ramasuta, N. (2019). *Break through the crisis of Thai education with quality*. [Online]. Retrieved August 22, 2019, from: <https://www.egov.go.th/th/content/10301/6552/> (in Thai)
- Taesombat, S. (2006). *Quantitative Forecasting*, Kasetsart University, Bangkok, 15 pp. (in Thai)
- Theeraviriya, C. (2017). A Comparison of the Forecasting Method for Electric Energy Demand in Nakhonphanom Province. *Naresuan University Journal: Science and Technology*. 25(4), 124-137. (in Thai)

## แบบแสดงหลักฐานการมีส่วนร่วมในผลงานทางวิชาการ

ผลงานทางวิชาการประเภท บทความวิจัย

เรื่อง ตัวแบบพยากรณ์จำนวนนักศึกษาใหม่ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
ผู้ร่วมงาน จำนวน ๑ คน แต่ละคนมีส่วนร่วมดังนี้

(๑) ชื่อผู้ร่วมงาน	(๒) สารบัญ รายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ และระบุว่า ผู้ขอกำหนดตำแหน่ง เขียนส่วนใด	(๓) ปริมาณงานร้อยละ พร้อมระบุบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบอื่นนอกเหนือจาก ที่แสดงไว้ในช่อง ๒
<p>คชินทร์ โกกนุทาภรณ์</p> <p><b>ใช้แบบฟอร์ม ตามเอกสารแนบท้าย ประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคล ให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ พ.ศ. 2564</b></p>	<p>หน้าที่รับผิดชอบ : ทุกขั้นตอน ของการเขียนบทความวิจัย ได้แก่ ออกแบบการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และดำเนินการ เผยแพร่บทความวิจัย</p>	<p>ร้อยละ ๑๐๐</p>

ลงชื่อ .....



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์คชินทร์ โกกนุทาภรณ์)

เรื่อง

การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ จำนวนผู้ใช้น้ำประปา  
การประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี

A Comparative Study to Determine Optimal Models for Forecasting  
the Number of Tap water users of the Provincial Waterworks  
Authority Pathum Thani Branch

## รูปแบบการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

( ✓ ) เผยแพร่ในรูปแบบของบทความวิจัยในวารสารทางวิชาการระดับชาติ

๑. วารสารชื่อ วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
๒. ชื่อหน่วยงานที่จัดทำวารสาร มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
๓. รายชื่ออยู่ในฐานข้อมูลระดับชาติ ได้แก่ ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai Journal Citation Index - TCI)
  - (     ) TCI กลุ่มหนึ่ง ..... ลำดับที่.....
  - ( ✓ ) TCI กลุ่มสอง ..... ลำดับที่ ๗๔๕

(     ) เผยแพร่ในรูปแบบของบทความวิจัยในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ

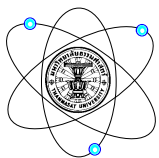
๑. วารสารชื่อ.....
- ปีที่.....ฉบับที่ .....
๒. ชื่อหน่วยงานที่จัดทำวารสาร.....
๓. รายชื่อฐานข้อมูลระดับนานาชาติ (ตามเอกสารแนบท้ายประกาศประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการ สำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ. ๒๕๕๖)
  - ระบุชื่อฐานข้อมูล.....

(     ) การเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับชาติและเป็นบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper)

๑. ชื่อการประชุม.....ครั้งที่.....วัน/เดือน/ปีที่.....
- สถานที่ในการจัด.....
๒. หน่วยงานที่จัด.....

(     ) การเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติและเป็นบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper)

๑. ชื่อการประชุม.....ครั้งที่.....วัน/เดือน/ปีที่.....
- สถานที่ในการจัด.....
๒. หน่วยงานที่จัด.....
๓. โครงการจัดประชุม.....



# วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ที่ อว 67.04.2/696

วันที่ 27 เมษายน 2563

เรื่อง แจ้งตอบรับการตีพิมพ์บทความวิจัย

เรียน คุณคชินทร์ โภกนุทาภรณ์

กองบรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีขอแจ้งให้ท่านทราบว่า บทความวิจัยของท่านเรื่อง “การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้ น้ำประปา การประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี” ได้ผ่านการพิจารณาคุณภาพจากผู้ประเมินผลงาน ให้ตีพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีปีที่ 29 ฉบับที่ 1 (มกราคม) 2564 เรียบร้อยแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระชัย ชนานันต์)

บรรณาธิการวารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ผู้ประสานงาน นางสาวชัชฎา วุฒิโชคดำรงค์



Advanced S

[Home](#)
[เกี่ยวกับ TCI](#)
[ฐานข้อมูล TCI](#)
[ค่า T-JIF](#)
[เกณฑ์คุณภาพวารสาร](#)
[ThaiJO](#)
[Fast-track Indexing System](#)
[FAQ](#)

## ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 4 พ.ศ. 2563-2567 และวารสารใหม่ที่ต้องการเข้าสู่ฐานข้อมูล TCI พ.ศ. 2562

ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 3 (รับรองผลถึง 31 ธันวาคม 2562)

Show  entries

Search: 0858-4435

No.	Journal Name English	Journal Name Local	ISSN	E-ISSN	TCI Tier	Date for next submission
745	Thai Science and Technology Journal	วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	0858-4435	2651-1231	2	ไม่ก่อนวันที่ 1 ม.ค. 2564

Showing 1 to 1 of 1 entries (filtered from 855 total entries)

Previous  Next

ตัวอย่าง

# ทีมบรรณาธิการ

<b>บรรณาธิการ</b>	รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระชัย ฐานันันต์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
<b>รองบรรณาธิการ</b>	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิรมล ศากยวงศ์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
<b>กองบรรณาธิการ</b>	ศาสตราจารย์ ดร. ทพ. สิทธิชัย ขุนทองแก้ว	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ดร. สมชาติ นันทศิริวรรณ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ดร. เกศรา ณ บางช้าง	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ดร. ผดุงศักดิ์ รัตนเดโช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ เดชะอำไพ	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	ศาสตราจารย์ ดร. ประภาส จงสถิตย์วัฒนา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
	ศาสตราจารย์ ดร. วีระพงศ์ ปรัชชญาสิทธิกุล	มหาวิทยาลัยมหิดล
	ศาสตราจารย์ ดร. เพทาย เย็นจิตโสมนัส	มหาวิทยาลัยมหิดล
	ศาสตราจารย์ ดร. จุลละพงษ์ จุลละโพธิ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	ศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ฤทธิ์ สมบัติสมภพ	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
	ศาสตราจารย์ ดร. ชูกิจ ลิ้มปิจำนงค์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
	ศาสตราจารย์ ดร. อภิรัฐ ศิริธราธิวัตร	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
	ศาสตราจารย์ ดร. สายัณห์ ทัดศรี	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ดร. สุรินทร์ ปิยะโชคนากุล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	ศาสตราจารย์ ประดิษฐ์ พงศ์ทองคำ	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	รองศาสตราจารย์ ดร. สมศักดิ์ อภิสิทธิ์วานิช	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	รองศาสตราจารย์ ดร. กิตติพัฒน์ อุโฆษกิจ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
	รองศาสตราจารย์ ดร. รัชนีวรรณ อุณแพทย์	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์  
จำนวนผู้ใช้น้ำประปา การประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี  
A Comparative Study to Determine Optimal Models  
for Forecasting the Number of Tap water users of the Provincial  
Waterworks Authority Phatum Thani Branch

คชินทร์ โภกนุทาภรณ์

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์  
ในพระบรมราชูปถัมภ์ เลขที่ 1 หมู่ 20 ต.คลองหนึ่ง อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี 13180

Kachin Goganutapon

Program in Applied Mathematics, Faculty of Science and Technology,  
Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage, Phatum Thani 13180

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ จำนวนผู้ใช้น้ำประปา ของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำเทคนิคการพยากรณ์มาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยวิธีสมการแนวโน้มเชิงเส้น วิธีสมการแนวโน้มกำลังสอง วิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม วิธีสมการแนวโน้มเอ็กซ์โพเนนเชียล และวิธีสมการแนวโน้มกำลัง ข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลทุติยภูมิที่รวบรวมจาก กองศูนย์ข้อมูลและแผนเทคโนโลยีสารสนเทศ การประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี ลักษณะข้อมูลจำแนกเป็นรายเดือนระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 91 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 84 ค่า สำหรับเปรียบเทียบหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้เกณฑ์พิจารณาค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAD) และค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ที่ต่ำที่สุด จากนั้นเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด คำนวณหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 2 คือตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 7 ค่า โดยใช้เกณฑ์ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (MAPE) ที่ต่ำที่สุด ผลการวิจัยพบว่า วิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ การพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม โดยมีตัวแบบพยากรณ์คือ  $\hat{Y}_3(t) = -0.007t^3 - 1.01t^2 + 243.173t + 43423.657$  เมื่อ  $t$  แทนช่วงเวลา จากรูปแบบดังกล่าว นำมาคำนวณหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้าที่เหมาะสมที่สุด 3 เดือน 5 เดือน และ 7 เดือน พบว่าวิธีนี้เหมาะสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 7 เดือน

**คำสำคัญ :** การพยากรณ์ จำนวนผู้ใช้น้ำประปา วิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย

Email : kachin@vru.ac.th

## Abstract

The objective of this study was to determine optimal models for forecasting the number of tap water users of the Provincial Waterworks Authority Phathum Thani Branch. In this study we applied 5 forecasting techniques to analyze the data. These include Linear trend analysis method, Quadratic trend analysis method, Cubic trend analysis method, Exponential trend analysis method and Power trend analysis method. Our raw data were secondary data, which were taken from the Data Center and Information Technology Planning Division the Provincial Waterworks Authority Phathum Thani Branch. All 91 values were separated on a monthly basis between from January 2012 and July 2019 which were used and separated into 2 sets. The first set contained 84 values were separated on a monthly basis between from January 2012 and December 2018 for comparing and finding the most suitable forecasting method via criteria of the lowest Mean Absolute Deviation (MAD) and Mean Absolute Percent Error (MAPE). Then the selected suitable method was used to determine the most suitable forecasting period by the second group which contained 7 values were separated on a monthly basis between from January 2019 and July 2019. The lowest MAPE was used as the criteria of each period. The result indicated that Cubic trend analysis method was the best method. Which the forecasting model is  $\hat{Y}_3(t) = -0.007t^3 - 1.01t^2 + 243.173t + 43423.657$ . When  $t$  represents time. From that method, it was implemented for forecasting 3, 5 and 7 months and it showed that the method was suitable for advance 7 months.

**Keywords :** Forecasting, Number of new students, Cubic trend analysis method, Mean Absolute Deviation, Mean Absolute Percent Error

## 1. บทนำ

ข้อมูลจากสำนักงานสถิติแห่งชาติระบุว่า ปัจจุบันประเทศไทยมีจำนวนประชากรประมาณ 66 ล้านคน เฉพาะในกรุงเทพฯ มีประชากรอาศัยอยู่มากกว่า 8 ล้านคน จึงเริ่มมีการขยายเมืองไปยังพื้นที่รอบนอกเพิ่มมากขึ้น แต่เมื่อพิจารณาถึงความต้องการใช้น้ำของประชาชนในพื้นที่กรุงเทพฯ และปริมณฑล จึงเป็นข้อกังวลว่าถ้าไม่มีเพียงพอต่อความต้องการที่มากขึ้น จากปริมาณคนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งยังไม่รวมประชากรแฝง การบริหารจัดการที่มีอยู่เพียงพอแล้วหรือยัง โดยข้อมูลจากกระทรวงพลังงาน ระบุว่า คนกรุงเทพฯ ใช้น้ำเฉลี่ยวันละ 200 ลิตร ขณะที่คนต่างจังหวัด ใช้เพียงวันละ 50 ลิตร ซึ่งความต้องการใช้สอยน้ำเพื่อบริโภค อาบน้ำ ชักผ้า และอื่น ๆ จะแตกต่างกันไปตามฐานะและความเป็นอยู่ของผู้บริโภค ตลอดจนลักษณะการใช้สอยของอาคาร และสภาพของดินฟ้าอากาศ [1] จากปัญหาข้างต้นผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาจำนวนผู้ใช้น้ำประปา ของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี โดยการใช้วิธีการพยากรณ์ ซึ่งการพยากรณ์ เป็นกระบวนการคาดคะเนแนวโน้ม หรือรูปแบบของการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ในอนาคต โดยอาศัยข้อมูลที่มีอยู่ ดังนั้นการพยากรณ์จึงมีบทบาทสำคัญ เป็นอย่างมากในการวางแผน และการตัดสินใจเกี่ยวกับการดำเนินงานในด้านต่าง ๆ ในปัจจุบัน ทั้งระยะสั้น และระยะยาว การพยากรณ์ยังเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่จะช่วยให้ได้ข้อมูล ในอนาคตเพื่อประกอบการวางแผน จึงเป็นที่ยอมรับกัน ว่าการพยากรณ์มีบทบาทสำคัญทั้งในงานของภาครัฐและภาคเอกชน ในปัจจุบัน ตัวแบบพยากรณ์ที่ใช้เทคนิค การวิเคราะห์อนุกรมเวลา หลายวิธีได้ถูกนำมาใช้ในการพยากรณ์จำนวนผู้ใช้น้ำประปาสอดคล้องงานวิจัยของ [2] และ [3] การคำนวณวิธีการพยากรณ์แต่ละวิธีที่มีประสิทธิภาพพิจารณาจากค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยที่สุดของการพยากรณ์ซึ่งการเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมควรพิจารณาจากหลาย ๆ ปัจจัยได้แก่ ช่วงการพยากรณ์ที่ต้องการเวลาที่ใช้ในการพยากรณ์ลักษณะของข้อมูลอนุกรมเวลา และขนาดของอนุกรมเวลา [4] เพื่อให้ได้วิธีการพยากรณ์ที่

เหมาะสม และง่ายต่อการนำไปใช้สำหรับพยากรณ์จำนวนผู้ใช้น้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี จึงนำมาสู่ความสนใจของผู้วิจัยที่จะทำการศึกษาเพื่อหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยเลือกวิธีการพยากรณ์ที่ง่ายต่อการเข้าใจ และวิธีที่เป็นที่นิยมใช้ นำมาทำการเปรียบเทียบกัน 5 วิธี ได้แก่ วิธีสมการแนวโน้มเชิงเส้น วิธีสมการแนวโน้มกำลังสอง วิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม วิธีสมการแนวโน้ม เอ็กซ์โปเนนเชียล และวิธีสมการแนวโน้มกำลัง เพื่อให้ได้เครื่องมือที่ให้การทำนายที่แม่นยำ สามารถนำไปเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการวิเคราะห์สถานการณ์การผลิตน้ำประปา เพื่อเป็นการวางแผนในการผลิตน้ำประปา ให้เพียงพอต่อความต้องการการใช้น้ำประปา ในจังหวัดปทุมธานี ต่อไป

## 2. อุปกรณ์และวิธีการ

### 2.1 การจัดเตรียมข้อมูล

ข้อมูลที่นำมาทำการวิเคราะห์ คือจำนวนผู้ใช้น้ำประปา การประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี กองศูนย์ข้อมูลและแผนเทคโนโลยีสารสนเทศ การประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี [5] ลักษณะข้อมูลจำแนกเป็นรายเดือนระหว่างเดือนมกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 91 ค่า ผู้วิจัยได้แบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด ข้อมูลชุดที่ 1 ตั้งแต่เดือน มกราคม 2555 ถึงเดือน ธันวาคม พ.ศ. 2561 จำนวน 84 ค่า สำหรับเปรียบเทียบหาวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด จากนั้นเลือกวิธีการพยากรณ์ที่เหมาะสมที่สุด คำนวณหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า โดยใช้ข้อมูลชุดที่ 2 คือ ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2562 ถึงเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2562 จำนวน 7 ค่า

### 2.2 การศึกษาความเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

เพื่อพิจารณาเบื้องต้นว่าอนุกรมเวลานั้น ๆ มีลักษณะเป็นแบบใด โดยทำการทดสอบองค์ประกอบของแนวโน้มและความแปรผันตามฤดูกาล โดยพิจารณาจากแผนภาพการกระจาย การทดสอบแนวโน้มแบบเครื่องหมาย (sign test) และการทดสอบความแปรผันตามฤดูกาลด้วยวิธีการทดสอบของ ครัสคาล-วัลลิส (Kruskal-Wallis test)

#### 2.2.1 การทดสอบแนวโน้มแบบเครื่องหมาย

เป็นการทดสอบแนวโน้มที่ตัวทดสอบสถิติได้จากการพิจารณาค่าสังเกตในอนุกรมเวลาที่อยู่ในตำแหน่งติดกัน ว่ามีความต่างกันทางบวกหรือลบ นั่นคือพิจารณาว่าค่าสังเกต  $Y_t$  มากกว่าหรือน้อยกว่าค่าสังเกต  $Y_{t-1}$  หรือพิจารณาเครื่องหมายของผลต่างครั้งที่หนึ่งของค่าสังเกต ( $Y_t - Y_{t-1}$ ) ถ้าจำนวนผลต่างเป็นบวกมากแสดงว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้น และถ้าเป็นลบมากแสดงว่าอนุกรมเวลามีแนวโน้มลง กำหนด  $V$  เป็นจำนวนครั้งที่หนึ่งค่าของค่าสังเกตเป็นบวก [4] ขั้นตอนของการทดสอบแบบเครื่องหมายมีดังนี้

1. กำหนด  $H_0$  : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม กับ  $H_1$  : อนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้นหรือลง

2. สำหรับอนุกรมเวลาขนาดใหญ่ หรือ  $n \geq 20$  ตัวสถิติ  $V$  มีการแจกแจงประมาณแบบปกติมีค่าเฉลี่ย  $\mu_V$  และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  $\sigma_V$  ใช้ตัวทดสอบสถิติ  $Z = \frac{V - \mu_V}{\sigma_V}$  เมื่อ  $\mu_V = \frac{n}{2}$  และ  $\sigma_V = \sqrt{\frac{n}{4}}$  ที่ระดับนัยสำคัญ  $\alpha$  มีช่วงวิกฤติ  $CR: |Z| \geq Z_{\alpha/2}$  ซึ่ง  $Z_{\alpha/2}$  เป็นค่าวิกฤติ

#### 2.2.2 การทดสอบความแปรผันตามฤดูกาลด้วยวิธีการทดสอบของ ครัสคาล-วัลลิส

การทดสอบของ ครัสคาล-วัลลิส นำมาประยุกต์กับการทดสอบอนุกรมเวลาที่จำกัดค่าแนวโน้มแล้วมีความแปรผันตามฤดูกาลหรือไม่ การทดสอบนี้จะใช้ลำดับของข้อมูลอนุกรมเวลาที่จำกัดแนวโน้มแล้ว การทดสอบตามวิธีนี้มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. หาข้อมูลอนุกรมเวลาที่จำกัดแนวโน้มทั้งหมด แล้วเรียงลำดับข้อมูลดังกล่าวจากค่าต่ำสุด (ให้เป็นอันดับที่ 1) และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนครบข้อมูลทุกตัว ซึ่งจะเท่ากับ  $n$  เมื่อ  $n$  คือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. ตั้งสมมติฐานหลักและสมมติฐานทางเลือก ดังนี้

$H_0$  : อนุกรมเวลาไม่มีความผันแปรตามฤดูกาล กับ  $H_1$  : อนุกรมเวลามีความผันแปรตามฤดูกาล

3. ตัวสถิติที่ใช้ทดสอบ  $H = \frac{12}{n(n+1)} \left[ \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} \right] - 3(n+1)$  เมื่อ  $K$  แทนจำนวนฤดูกาล  $R_i$  แทนผลรวมของอันดับข้อมูลในฤดูกาลที่  $i$ ,  $n_i$  แทนจำนวนข้อมูลในฤดูกาลที่  $i$  โดยที่  $n = \sum_{i=1}^n n_i$
4. การตัดสินใจที่จะยอมรับหรือปฏิเสธสมมติฐานหลัก ( $H_0$ ) ถ้า  $n_1 \leq K, K \leq 5, n \leq 15$  จะใช้ตาราง Kruskal-Wallis แต่ถ้า  $n_i > 5$  จะใช้ตารางการแจกแจงความน่าจะเป็นไคกำลังสองโดยปฏิเสธ ( $H_0$ ) เมื่อ  $H > \chi_{\alpha, K-1}^2$  [6]

## 2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ข้อมูลในงานวิจัยนี้เพื่อ เปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์อนุกรมเวลา 5 วิธี สร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วยวิธีสมการแนวโน้มเส้นตรง วิธีสมการแนวโน้มกำลังสอง วิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม วิธีสมการแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล และวิธีสมการแนวโน้มกำลัง โดยวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ การดำเนินการวิเคราะห์แสดงรายละเอียดดังนี้

### 2.3.1 การพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มเส้นตรง (Linear trend equations method)

ตัวแบบสมการแนวโน้มเส้นตรงอยู่ในรูป

$$Y = a + bX \quad (1)$$

จะได้สมการปกติดังนี้

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n y_i &= an + b \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i &= a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 \end{aligned}$$

เมื่อ  $a$  และ  $b$  เป็นค่าคงที่  $Y$  แทน ค่าแนวโน้มของข้อมูล  $X$  แทน เวลาของข้อมูล  $n$  แทน จำนวนข้อมูลอนุกรมเวลาทั้งหมด [6]

### 2.3.2 การพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสอง (Quadratic trend equations method)

ตัวแบบสมการแนวโน้มกำลังสองอยู่ในรูป

$$Y = a + bX + cX^2 \quad (2)$$

จะได้สมการปกติดังนี้

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n y_i &= an + b \sum_{i=1}^n x_i + c \sum_{i=1}^n x_i^2 \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i &= a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 + c \sum_{i=1}^n x_i^3 \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i &= a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i^3 + c \sum_{i=1}^n x_i^4 \end{aligned}$$

เมื่อ  $a, b$  และ  $c$  เป็นค่าคงที่  $Y$  แทน ค่าแนวโน้มของข้อมูล  $X$  แทน เวลาของข้อมูล  $n$  แทน จำนวนข้อมูลอนุกรมเวลาทั้งหมด [6]

### 2.3.3 การพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม (Cubic trend equations method)

ตัวแบบสมการแนวโน้มกำลังสามอยู่ในรูป

$$Y = a + bX + cX^2 + dX^3 \quad (3)$$

จะได้สมการปกติดังนี้

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n y_i &= an + b \sum_{i=1}^n x_i + c \sum_{i=1}^n x_i^2 + d \sum_{i=1}^n x_i^3 \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i &= a \sum_{i=1}^n x_i + b \sum_{i=1}^n x_i^2 + c \sum_{i=1}^n x_i^3 + d \sum_{i=1}^n x_i^4 \\ \sum_{i=1}^n x_i^2 y_i &= a \sum_{i=1}^n x_i^2 + b \sum_{i=1}^n x_i^3 + c \sum_{i=1}^n x_i^4 + d \sum_{i=1}^n x_i^5 \\ \sum_{i=1}^n x_i^3 y_i &= a \sum_{i=1}^n x_i^3 + b \sum_{i=1}^n x_i^4 + c \sum_{i=1}^n x_i^5 + d \sum_{i=1}^n x_i^6 \end{aligned}$$

เมื่อ  $a, b, c$  และ  $d$  เป็นค่าคงที่  $Y$  แทน ค่าแนวโน้มของข้อมูล  $X$  แทน เวลาของข้อมูล  $n$  แทน จำนวนข้อมูลอนุกรมเวลาทั้งหมด [6]

### 2.3.4 การพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล (Exponential trend equations method)

รูปแบบแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล คือ

$$Y_t = \beta_0 \beta_1^t \varepsilon_t$$

สร้างตัวแบบสมการแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียล

$$\hat{Y}_t = b_0 b_1^t \quad (4)$$

ด้วยวิธีกำลังน้อยที่สุดทำโดยแปลงรูปแนวโน้มเอ็กซ์โปเนนเชียลเป็นรูปแบบแนวโน้มเส้นตรง  $Y_t' = \beta_0 + \beta_1 t + \varepsilon_1$  ซึ่ง  $Y_t' = \ln Y_t, \beta_0 = \ln \beta_0, \beta_1 = \ln \beta_1$  และ  $\varepsilon_t = \ln \varepsilon_t$  หา  $b_0$  และ  $b_1$  ซึ่งเป็นค่าประมาณของ  $\beta_0$  และ  $\beta_1$  จาก  $b$  และ  $b_1$  ที่ได้หา  $b_0$  และ  $b_1$  จาก  $b_0 = \exp(b_0)$  และ  $b_1 = \exp(b_1)$  ส่วนวิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่เชิงเส้นตรงหา  $b_0$  และ  $b_1$  ที่ทำให้ผลรวมกำลังสองของความคลาดเคลื่อน หรือ SSE มีค่าน้อยที่สุด โดยกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ  $b_0$  และ  $b_1$  จากการพล็อตของอนุกรมเวลา การคำนวณค่า  $b_0$  และ  $b_1$  จะทำหลายรอบจนกว่าจะให้ค่า  $b_0$  และ  $b_1$  ที่คงที่และให้ค่า SEE มีค่าน้อยที่สุด [4]

### 2.3.5 การพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลัง (Power trend equations method)

รูปแบบสมการแนวโน้มกำลัง

$$Y_t = \beta_0 t^{\beta_1} \varepsilon_t$$

สร้างตัวแบบสมการแนวโน้มกำลัง

$$\hat{Y}_t = b_0 t^{b_1} \quad (5)$$

ในทำนองเดียวกันจากรูปแบบสมการแนวโน้มเอ็กโปเนนเชียล ด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดทำโดยแปลงรูปแบบแนวโน้มกำลังเป็นรูปแบบสมการแนวโน้มเส้นตรง  $Y'_t = \beta'_0 + \beta'_1 t + \varepsilon'_t$  ซึ่ง  $Y'_t = \ln Y_t, \beta'_0 = \ln \beta_0, t = \ln t$  และ  $\varepsilon'_t = \ln \varepsilon_t$  ประมาณ  $\beta'_0$  และ  $\beta'_1$  ด้วย  $b'_0$  และ  $b'_1$  ตามลำดับและหา  $b_0$  จาก  $b_0 = \exp(b'_0)$  กรณีไม่แปลงเป็นรูปแบบสมการแนวโน้มเส้นตรงจะใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุดไม่เชิงเส้นตรง [4]

### 2.4 การเปรียบเทียบความแม่นยำของค่าพยากรณ์

การวิจัยครั้งนี้ได้ศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบพยากรณ์ที่เหมาะสมกับอนุกรมเวลาจำนวนผู้ใช้น้ำประปา ของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี โดยการเปรียบเทียบค่า MAD และ MAPE จากวิธีการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธี ตัวแบบพยากรณ์ที่มีค่า MAD และ RMSE ต่ำที่สุด จัดเป็นตัวแบบที่มีความเหมาะสมกับอนุกรมเวลาชุดนี้มากที่สุด เนื่องจากให้ค่าพยากรณ์ ที่มีความแตกต่างกับข้อมูลจริงน้อยที่สุด เกณฑ์ MAD และ MAPE [6] แสดงดังนี้

#### 2.4.1 ค่าเฉลี่ยความคลาดเคลื่อน (mean absolute deviation: MAD)

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t| \quad (6)$$

#### 2.4.2 ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Mean Absolute Percentage Error: MAPE)

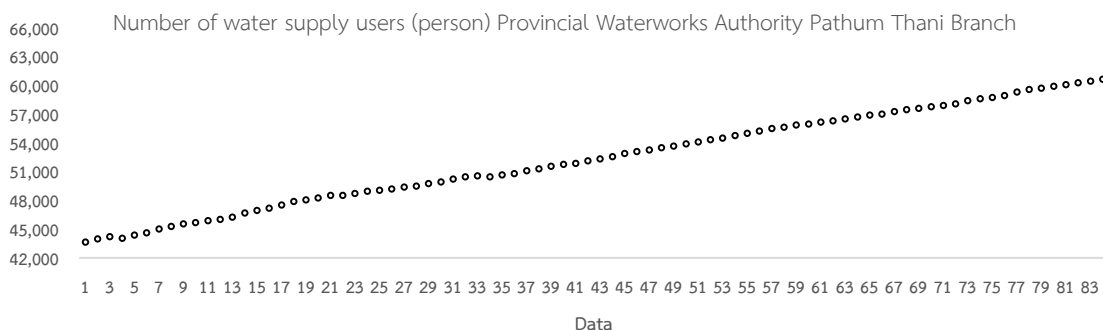
$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right| \quad (7)$$

เมื่อ  $Y_t$  แทน ค่าของข้อมูลจริง ณ เวลา  $t$ ,  $\hat{Y}_t$  แทน ค่าพยากรณ์ ณ เวลา  $t$ ,  $n$  แทน จำนวนข้อมูล

## 3. ผลการวิจัย

### 3.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา

จากการพิจารณาลักษณะการเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลาจำนวนผู้ใช้น้ำประปา การประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2561 นำมาสร้างแผนภาพการกระจาย ดังภาพที่ 1



Picture 1 The movement of the number of tap water users of Provincial Waterworks Authority Phatum Thani



จากภาพที่ 1 พบว่าอนุกรมเวลาจำนวนผู้ใช้น้ำประปา ของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี มีการเคลื่อนไหวของแนวโน้มแต่ไม่มีอิทธิพลของความแปรผันแปรตามฤดูกาล

### 3.1.1 การตรวจสอบแนวโน้ม

การตรวจสอบแนวโน้มด้วยวิธีการทดสอบเครื่องหมาย (sign test) กำหนดสมมติฐานหลักและรองดังนี้  $H_0$  : อนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้ม กับ  $H_1$  : อนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้นหรือลง เมื่อ จำนวนเครื่องหมายของผลต่างที่เป็นบวก ( $V$ ) คือ 88 ค่าตัวทดสอบสถิติ คือ  $Z = 8.91$  เมื่อ  $\mu_V = 45.5, \sigma = 4.77$  ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีช่วงวิกฤติ  $CR: |Z| \geq Z_{\alpha/2} = 1.96$  พบว่า  $Z > Z_{\alpha/2}$  จึงปฏิเสธ  $H_0$  สรุปได้ว่า อนุกรมเวลามีแนวโน้มขึ้นหรือลง

### 3.1.2. การตรวจสอบความแปรผันตามฤดูกาล

การตรวจสอบความแปรผันตามฤดูกาลด้วยวิธีการทดสอบของ ครัสคาล-วัลลิส (Kruskal-Wallis test) กำหนดสมมติฐานหลักและรองดังนี้  $H_0$  : อนุกรมเวลาไม่มีส่วนประกอบความแปรผันแปรตามฤดูกาล กับ  $H_1$  : อนุกรมเวลามีส่วนประกอบความแปรผันแปรตามฤดูกาล ค่าตัวทดสอบสถิติ คือ  $H = -275.209$  เมื่อ ที่ระดับนัยสำคัญ .05 มีช่วงวิกฤติ  $CR: |H| \geq \chi_{0.05,11}^2 = 26.7569$  พบว่า  $H < \chi_{0.05,11}^2$  จึงยอมรับ  $H_0$  สรุปได้ว่า อนุกรมเวลาไม่มีส่วนประกอบความแปรผันแปรตามฤดูกาล

## 3.2 ผลการพยากรณ์

### 3.2.1 ผลการพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มเส้นตรง

เมื่อใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติคำนวณค่าพยากรณ์ โดยวิธีสมการแนวโน้มเส้นตรง พบว่าค่า  $MAD = 149.28$  และค่า  $MAPE = 0.3008$  ดังภาพที่ 2 ตัวแบบพยากรณ์สมการแนวโน้มเส้นตรงคือ

$$\hat{Y}_1(t) = 201.407t + 43813.353 \quad (8)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_1(t)$  แทน ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้น้ำประปา ด้วยวิธีสมการแนวโน้มเส้นตรง ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $t$  แทน ช่วงเวลาที่พยากรณ์  $t = 58$  (เดือน มกราคม ปี พ.ศ. 2562)

### 3.3 ผลการพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสอง

เมื่อใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติคำนวณค่าพยากรณ์ โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสอง พบว่าค่า  $MAD = 137.223$  และค่า  $MAPE = 0.2726$  ตัวแบบพยากรณ์สมการแนวโน้มกำลังสอง คือ

$$\hat{Y}_2(t) = -0.142t^2 + 213.499t + 43640.037 \quad (9)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_2(t)$  แทน ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้น้ำประปา ด้วยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสอง ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $t$  แทน ช่วงเวลาที่พยากรณ์  $t = 58$  (เดือน มกราคม ปี พ.ศ. 2562) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ดังภาพที่ 3

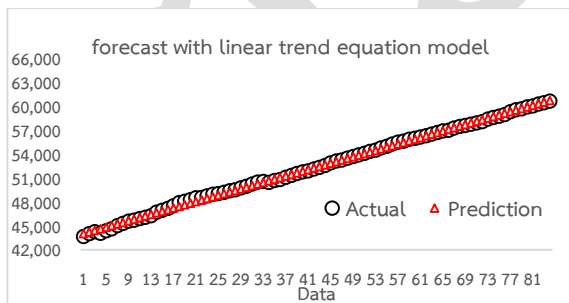


Figure 2 The relationship between the number of real water supply users and the predicted values  $\hat{Y}_1(t)$

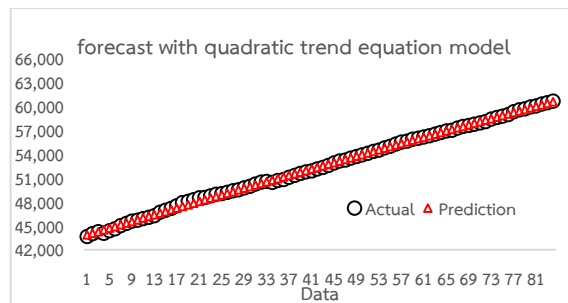


Figure 3 The relationship between the number of real water supply users and the predicted values  $\hat{Y}_2(t)$

### 3.4 ผลการพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม

เมื่อใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติคำนวณค่าพยากรณ์ โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสามพบว่าค่า  $MAD = 131.3655$  และค่า  $MAPE = 0.2564$  ตัวแบบพยากรณ์ โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม คือ

$$\hat{Y}_3(t) = -0.007t^3 - 1.01t^2 + 243.17t + 43423.66 \quad (10)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_3(t)$  แทน ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้น้ำประปา โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $t$  แทน ช่วงเวลาที่พยากรณ์  $t = 58$  (เดือน มกราคม ปี พ.ศ. 2562) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ดังภาพที่ 4

### 3.5 ผลการพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มเอ็กโปเนนเชียล

เมื่อใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติคำนวณค่าพยากรณ์ โดยวิธีสมการแนวโน้มเอ็กโปเนนเชียล พบว่า ค่า  $MAD = 282.6517$  และค่า  $MAPE = 0.5546$  ตัวแบบพยากรณ์สมการแนวโน้มเอ็กโปเนนเชียล คือ

$$\hat{Y}_4(t) = 4423.861(1.003879193)^t \quad (11)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_4(t)$  แทน ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้น้ำประปา โดยวิธีสมการแนวโน้มเอ็กโปเนนเชียล ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $t$  แทน ช่วงเวลาที่พยากรณ์  $t = 58$  (เดือน มกราคม ปี พ.ศ. 2562) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ดังภาพที่ 5

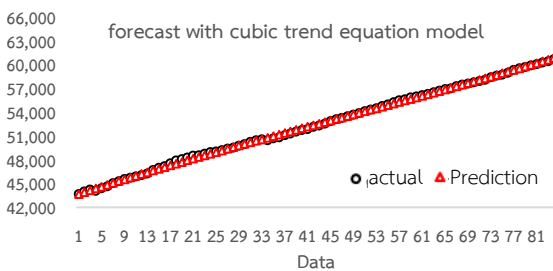


Figure 4 The relationship between the number of real water supply users and the predicted values  $\hat{Y}_3(t)$

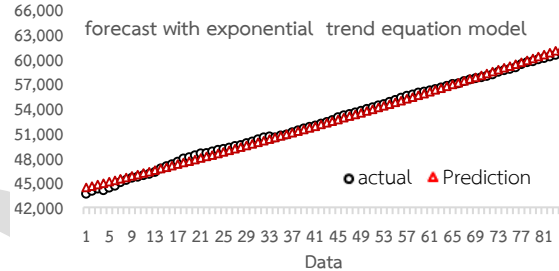


Figure 5 The relationship between the number of real water supply users and the predicted values  $\hat{Y}_4(t)$

### 3.6 ผลการพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลัง

เมื่อใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติคำนวณค่าพยากรณ์ โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลัง พบว่า ค่า  $MAD = 1540.82$  และค่า  $MAPE = 2.9610$  ตัวแบบพยากรณ์สมการแนวโน้มกำลัง คือ

$$\hat{Y}_5(t) = 37510.23t^{0.095} \quad (12)$$

เมื่อ  $\hat{Y}_5(t)$  แทน ค่าพยากรณ์จำนวนผู้ใช้น้ำประปา โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลัง ณ เวลา  $t$  เมื่อ  $t$  แทน ช่วงเวลาที่พยากรณ์  $t = 58$  (เดือน มกราคม ปี พ.ศ. 2562) แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าจริงและค่าพยากรณ์ดังภาพที่ 6

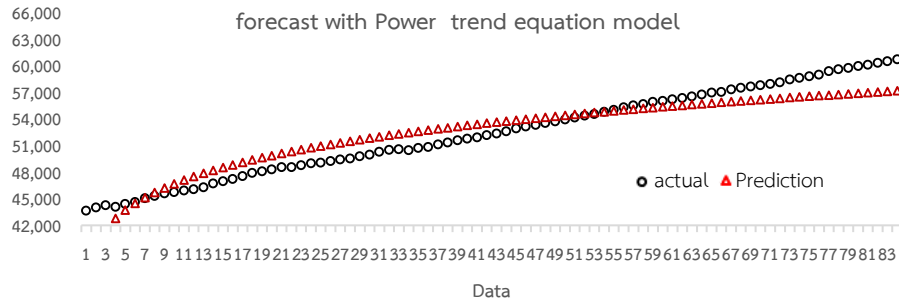


Figure 6 The relationship between the number of real water supply users and the predicted values  $\hat{Y}_5(t)$

### 3.7 ผลการวัดความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์

เมื่อได้ผลการพยากรณ์ทั้ง 5 วิธีแล้ว ขั้นตอนนี้เป็น การเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ โดยใช้เกณฑ์พิจารณาค่า MAPE และค่า MAD ที่ต่ำที่สุด ซึ่งจะพิจารณาที่ค่า MAPE ก่อน ถ้าหากมีค่าเท่ากัน จึงจะพิจารณาที่ค่า MAD เป็นลำดับถัดไป ผลการเปรียบเทียบความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์แสดงดังตารางที่ 1

Table 1 Forecasting accuracy

Forecasting model	MAPE	MAD
Linear trend equations method: $\hat{Y}_1(t)$	0.3008	149.2802
Quadratic trend equations method: $\hat{Y}_2(t)$	0.2726	137.2230
Cubic trend equations method: $\hat{Y}_3(t)$	<b>0.2564</b>	<b>131.3655</b>
Exponential trend equations method: $\hat{Y}_4(t)$	0.5546	2826517
Power trend equation model : $\hat{Y}_5(t)$	2.9610	1540.8224

จากตารางที่ 1 พบว่าการพยากรณ์ด้วยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์ คือ  $\hat{Y}_3(t)$  เป็นวิธีที่มีความแม่นยำมากที่สุด เนื่องจากมีค่า MAPE และค่า MAD ต่ำที่สุด

### 3.8 ช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้าที่เหมาะสม

การพิจารณาหาช่วงการพยากรณ์ที่เหมาะสม โดยกำหนดช่วงพยากรณ์ออกเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงเวลาล่วงหน้า 3 เดือน 5 เดือน และ 7 เดือน โดยใช้เกณฑ์การพิจารณา ค่า MAPE ที่ต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2

Table 2 Comparison of suitable forecasting intervals using cubic trend equation model

Forecast period (months)	MAPE
3	0.1767
5	0.1773
7	0.1638

จากตารางที่ 2 พบว่า วิธีการพยากรณ์ผู้ใช้น้ำประปา ของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม ซึ่งมีตัวแบบพยากรณ์คือ  $V_3(t) = -0.007t^3 - 1.01t^2 + 243.173t + 43423.657$  เหมาะสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 7 เดือน เนื่องจากมีค่า MAPE ที่ต่ำที่สุด คือ 0.1638

#### 4. วิจารณ์

ในการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการพยากรณ์ 5 วิธี คือ วิธีสมการแนวโน้มเชิงเส้น วิธีสมการแนวโน้มกำลังสอง วิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม วิธีสมการแนวโน้มเอ็กโปเนนเชียล และวิธีสมการแนวโน้มกำลัง ของข้อมูลจำนวนผู้ใช้น้ำประปา ของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี ตั้งแต่เดือน มกราคม พ.ศ. 2555 ถึงเดือน กรกฎาคม พ.ศ. 2562 พบว่าอนุกรมเวลาที่มีการเคลื่อนไหวของแนวโน้มแต่ไม่มีอิทธิพลของความแปรผันแปรตามฤดูกาล ซึ่งวิธีการพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสามเป็นวิธีที่เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลมากที่สุด แต่ผลการศึกษาของ พิวราวรรณ หนูเสน และคนอื่น [7] ซึ่งได้ศึกษาการเปรียบเทียบตัวแบบการพยากรณ์ปริมาณการผลิตน้ำมันดิบในประเทศไทย ซึ่งลักษณะเคลื่อนไหวของอนุกรมเวลา มีการเคลื่อนไหวของแนวโน้มแต่ไม่มีอิทธิพลของฤดูกาลซึ่งผลการศึกษาพบว่า วิธีบ็อกซ์-เจนกินเหมาะสมกับการพยากรณ์ ข้อมูลนี้มากที่สุด สาเหตุที่ผลการศึกษาได้วิธีการพยากรณ์ที่แตกต่างกันเพราะว่าลักษณะข้อมูลต่างกันถึงแม้ว่าข้อมูลทั้งสองจะมีการเคลื่อนไหวของข้อมูลในลักษณะเดียวกัน

#### 5. สรุป

การวิจัยครั้งนี้ได้พบว่า วิธีการพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมที่สุด คือ การพยากรณ์โดยวิธีสมการแนวโน้มกำลังสาม โดยมีตัวแบบพยากรณ์คือ  $V_3(t) = -0.007t^3 - 1.01t^2 + 243.173t + 43423.657$  เมื่อ  $t$  แทนช่วงเวลา เมื่อ  $t$  แทน ช่วงเวลาที่พยากรณ์  $t = 58$  (เดือน มกราคม ปี พ.ศ. 2562) ซึ่งมีค่า MAPE และค่า MAD ต่ำที่สุด จากรูปแบบดังกล่าว นำมาคำนวณหาช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้าที่เหมาะสมที่สุด 3 เดือน 5 เดือน และ 7 เดือน พบว่าวิธีนี้เหมาะสำหรับการพยากรณ์ล่วงหน้า 7 เดือน รองลงมาคือ 5 เดือน และ 3 เดือนตามลำดับ ซึ่งพบว่าค่า MAPE ของช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้าทั้ง 3 ช่วง มีค่าไม่แตกต่างกันมาก จึงได้ว่า ช่วงการพยากรณ์ทั้ง 3 ช่วงมีความเหมาะสมกับการพยากรณ์ โดยช่วงการพยากรณ์ล่วงหน้า 7 เดือนมีความเหมาะสมมากที่สุด

#### 6. ข้อเสนอแนะ

จากตัวแบบพยากรณ์โดย วิธีสมการแนวโน้มกำลังสามพยากรณ์จำนวนผู้ใช้น้ำประปา ของการประปาส่วนภูมิภาค สาขาปทุมธานี ถึงจะให้ค่า MAPE และค่า MAD ต่ำที่สุด แต่จำนวนผู้ใช้น้ำประปา อาจไม่ได้ขึ้นอยู่กับปัจจัยเวลาเพียงอย่างเดียว ดังนั้น การศึกษาครั้งต่อไป ผู้วิจัยควรพิจารณาปัจจัยอื่น ๆ ในการสร้างตัวแบบพยากรณ์ด้วย เช่น จำนวนประชากรในจังหวัดปทุมธานี และจำนวนหมู่บ้านจัดสรรภายในจังหวัดปทุมธานี เป็นต้น รวมถึงควรพิจารณาวิธีการพยากรณ์อื่น ๆ เช่น วิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่อย่างง่าย หรือ วิธีการแยกส่วนประกอบอนุกรมเวลา อีกทั้งเมื่อมีจำนวนผู้ใช้น้ำประปา ที่เป็นปัจจุบันมากขึ้นผู้วิจัยควรนำมาปรับปรุงตัวแบบพยากรณ์ เพื่อให้ได้ตัวแบบพยากรณ์ที่มีความเหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ค่าในอนาคตต่อไป

#### 7. รายงานอ้างอิง

- [1] Sakulsri, T., Urban people use 200 liters of water per day. Inadequate water supply risk in the next 20 years, Available Sources: <https://www.blbtangkok.com>, Sep 13, 2019 (in Thai)
- [2] Srichai, N., Kuayrakan, S. and Suwanprasit, C., 2016, Water use and water demand modeling for hotel and tourism business Patong Phuket Province Songklanakarin, Journal of Social Sciences and Humanities. 22(2): 255 – 292. (in Thai)

- [3] Supapim, N. and Kaenmanee, S., 2012, Forecasting future demand for water consumption using the ARIMA modal and GARCH modal, *KKU Res. J.(be)* 2012; 11(1): 45-55 (in Thai)
- [4] Taesombat, S., 2006, *Quantitative Forecasting*, Kasetsart University, Bangkok, 15 pp. (in Thai)
- [5] Data Center and Information Technology Planning Division, Provincial Waterworks Authority Phathum Thani Branch, Available Sources: <https://www.pwa.co.th/province/branch/5540227>, Sep 13, 2019 (in Thai)
- [6] Ket-iam, S., 2003, *Forecasting Techniques*, Department of Mathematics faculty of Science, Thaksin University, Songkhla, 8p. (in Thai)
- [7] Pirawan Noosen, P., Payakkapong, N. and Supapakorn, T., A Comparison of Quantity Production of Petroleum Forecasting Models in Thailand, *Thammasat Tht. J. Sci. Tech.* 23(3): 377-384. (in Thai)

## แบบแสดงหลักฐานการมีส่วนร่วมในผลงานทางวิชาการ

ผลงานทางวิชาการประเภท บทความวิจัย

เรื่อง การศึกษาเปรียบเทียบตัวแบบที่เหมาะสมสำหรับการพยากรณ์ จำนวนผู้ใช้น้ำประปา การประปาส่วน

ภูมิภาค สาขาปทุมธานี

ผู้ร่วมงาน จำนวน ๑ คน แต่ละคนมีส่วนร่วมดังนี้

(๑) ชื่อผู้ร่วมงาน	(๒) สารบัญ รายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ และระบุว่า ผู้ขอกำหนดตำแหน่ง เขียนส่วนใด	(๓) ปริมาณงานร้อยละ พร้อมระบุบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบอื่นนอกเหนือจาก ที่แสดงไว้ในช่อง ๒
คชินทร์ โกกนุทาภรณ์	หน้าที่รับผิดชอบ : ทุกขั้นตอน ของการเขียนบทความวิจัย ได้แก่ ออกแบบการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และดำเนินการ เผยแพร่บทความวิจัย	ร้อยละ ๑๐๐

ใช้แบบฟอร์ม  
ตามเอกสารแนบท้าย ประกาศ ก.พ.อ.  
เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคล  
ให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์  
และศาสตราจารย์ พ.ศ. 2564

ลงชื่อ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์คชินทร์ โกกนุทาภรณ์)

เรื่อง

การใช้พีชคณิตพิสูจน์จุดเก้าจุดบนวงรีโดยการสร้างจากสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ  
สอดคล้องกับทฤษฎีวงรีเก้าจุด

THE USE OF ALGEBRA TO PROOF THE NINE-POINT ELLIPSE  
CONSTRUCTED BY RIGHT-ANGLED TRIANGLE CONFORMITY OF  
THE NINE POINT THEORY



## รูปแบบการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ

- ( ✓ ) เผยแพร่ในรูปแบบของบทความวิจัยในวารสารทางวิชาการระดับชาติ
๑. วารสารชื่อ วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
  ๒. ชื่อหน่วยงานที่จัดทำวารสาร สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์
  ๓. รายชื่ออยู่ในฐานข้อมูลระดับชาติ ได้แก่ ศูนย์ดัชนีการอ้างอิงวารสารไทย (Thai Journal Citation Index - TCI)
    - (     ) TCI กลุ่มหนึ่ง ..... ลำดับที่.....
    - ( ✓ ) TCI กลุ่มสอง ..... ลำดับที่ ๘๓๒
- (     ) เผยแพร่ในรูปแบบของบทความวิจัยในวารสารทางวิชาการระดับนานาชาติ
๑. วารสารชื่อ.....
  - ปีที่.....ฉบับที่ .....
  ๒. ชื่อหน่วยงานที่จัดทำวารสาร.....
  ๓. รายชื่อฐานข้อมูลระดับนานาชาติ (ตามเอกสารแนบท้ายประกาศประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการ สำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ พ.ศ. ๒๕๕๖)
    - ระบุชื่อฐานข้อมูล.....
- (     ) การเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับชาติและเป็นบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper)
๑. ชื่อการประชุม.....ครั้งที่.....วัน/เดือน/ปีที่.....
  - สถานที่ในการจัด.....
  ๒. หน่วยงานที่จัด.....
- (     ) การเผยแพร่ผลงานวิจัยในที่ประชุมวิชาการระดับนานาชาติและเป็นบทความฉบับสมบูรณ์ (Full paper)
๑. ชื่อการประชุม.....ครั้งที่.....วัน/เดือน/ปีที่.....
  - สถานที่ในการจัด.....
  ๒. หน่วยงานที่จัด.....
  ๓. โครงการจัดประชุม.....



# วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

VRU Research and Development Journal // ISSN 2351-0366 ( Print )  
Science and Technology

ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม - เดือนเมษายน 2562)  
Volume 14 Number 1 (January - April 2019)



# วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ISSN: 2351-0366 (Print)

สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม – เดือนเมษายน 2562)

## วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานบทความวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ อาหาร วิทยาศาสตร์การแพทย์และสุขภาพ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีสารสนเทศ สำนักวิจัยและผู้สนใจทั่วไป
2. เพื่อส่งเสริมความร่วมมือในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้แก่ อาหาร วิทยาศาสตร์การแพทย์และสุขภาพ วิทยาศาสตร์ธรรมชาติ เกษตรศาสตร์ วิทยาศาสตร์ประยุกต์ วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม และเทคโนโลยีสารสนเทศ รวมไปถึงประสบการณ์ในการวิจัยระหว่างสถาบัน

## เจ้าของ

สถาบันวิจัยและพัฒนา  
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์  
ในพระบรมราชูปถัมภ์

## กำหนดออกเผยแพร่

ปีละ 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 (มกราคม – เมษายน)

ฉบับที่ 2 (พฤษภาคม – สิงหาคม)

ฉบับที่ 3 (กันยายน – ธันวาคม)

## บรรณาธิการอำนวยการ

อ.ดร.สุพจน์ ทรายแก้ว

## บรรณาธิการ

ผศ.ดร.มนัญญา คำวชิระพิทักษ์

## ผู้ช่วยบรรณาธิการ

ผศ.ดร.ปณณนุช นิลแสง

อ.กนกนาฏ พรหมนคร

อ.พัชรภรณ์ จันทรมานู

อ.ภุมรินทร์ ทวีศรี

นางวารุณี จันทพงษ์

น.ส.กัญญาวิรี กุลพิพัฒน์เตชนาด

นายชูศักดิ์ ชันธชาติ

น.ส.ณัฐพิพัฒน์ ดอกเทียน

น.ส.ชนาพร วยทรง

นายนพสิทธิ์ เหมือนสังข์

น.ส.ปรียา ยอดจันทร์

## กองบรรณาธิการ

1. รศ.ดร.วิลาศ พุ่มพิมล มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
2. รศ.ดร.กิริติ ชยะกุลศิริ มหาวิทยาลัยศรีปทุม
3. รศ.ดร.วุฒิชัย นาครักษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
4. รศ.ดร.ธีระชัย ธนานันต์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
5. ผศ.ดร. กิตติพันธ์ เตชะกิตติโรจน์ มหาวิทยาลัยอัสสัมชัญ
6. รศ.ดร.สุทธิพันธ์ แก้วสมพงษ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
7. รศ.ดร.ชูสิทธิ์ ประดับเพ็ชร มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
8. ผศ.ดร.ศุภกิตต์ สายสุนทร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
9. ผศ.ดร.ปรียาพร โภชา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

## ติดต่อสอบถามรายละเอียดได้ที่

กองบรรณาธิการวารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
เลขที่ 1 หมู่ 20 ถนนพหลโยธิน กม.48 ปถน.ประดิษฐ์น้ำพระอินทร์ ตำบลคลองหนึ่ง  
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 13180

โทรศัพท์/โทรสาร 0 2909 3036

E-mail: rdi\_published@vru.ac.th

Website: <http://rd.vru.ac.th>

## โรงพิมพ์

ศูนย์เรียนรู้การผลิตและจัดการธุรกิจสิ่งพิมพ์ดิจิทัล

มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

เลขที่ 1 หมู่ 20 ถนนพหลโยธิน กม.48 ปถน.ประดิษฐ์น้ำพระอินทร์ ตำบลคลองหนึ่ง  
อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี รหัสไปรษณีย์ 13180

โทรศัพท์ 0 2529 0674 7, 0 2909 1633

Website: [www.vru.ac.th](http://www.vru.ac.th)

จำนวน 80 เล่ม

อัตราค่าธรรมเนียมบำรุงวารสาร

บทความละ 2,500 บาท

**ข้อความและบทความในวารสารนี้  
เป็นความคิดเห็นของผู้นิพนธ์โดยเฉพาะ  
กองบรรณาธิการไม่มีส่วนรับผิดชอบในเนื้อหา  
และข้อคิดเห็นอื่นๆ แต่อย่างใด**

วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์  
 สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี  
 VRU Research and Development Journal  
 Science and Technology

บทบรรณาธิการ

วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นสื่อกลางในการเผยแพร่ผลงานบทความวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สู่นักวิจัยและผู้สนใจทั่วไป และเพื่อส่งเสริมความร่วมมือในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และประสบการณ์ในการวิจัยระหว่างสถาบัน ซึ่งได้รับการประเมินคุณภาพวารสารวิชาการจากศูนย์อ้างอิงดัชนีวารสารไทย (TCI) โดยถูกจัดให้เป็น วารสารกลุ่มที่ 2 สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีกำหนดออกเผยแพร่ปีละ 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม – เดือนเมษายน) ฉบับที่ 2 (เดือนพฤษภาคม – เดือนสิงหาคม) ฉบับที่ 3 (เดือนกันยายน – เดือนธันวาคม) สำหรับนักวิจัยที่มีความประสงค์จะส่งต้นฉบับเพื่อลงตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและพัฒนาฯ สามารถส่งบทความวิจัยดังกล่าวมายังกองบรรณาธิการได้โดยตรง ทั้งนี้บทความวิจัยที่เสนอขอตีพิมพ์จะต้องไม่เคยหรือได้อยู่ในระหว่างขอเสนอลงตีพิมพ์ในวารสารฉบับอื่นมาก่อน ซึ่งบทความวิจัยดังกล่าวจะต้องได้รับการอ่านและประเมินคุณภาพพร้อมได้รับความเห็นชอบให้ตีพิมพ์เผยแพร่จากผู้ทรงคุณวุฒิ (Peer Review) ในสาขาวิชานั้น ๆ ของวารสารวิจัยและพัฒนาฯ อย่างน้อย 2 ท่านก่อนลงตีพิมพ์ บทความวิจัยที่ได้รับการพิจารณาตีพิมพ์เผยแพร่ในวารสารวิจัยและพัฒนาฯ ถือเป็นกรรมสิทธิ์ของสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ ห้ามนำข้อความทั้งหมดหรือบางส่วนไปพิมพ์ซ้ำ เว้นแต่จะได้รับอนุญาตจากมหาวิทยาลัยเป็นลายลักษณ์อักษรหรือมีการอ้างอิงอย่างถูกต้องชัดเจน โดยเนื้อหาต้นฉบับที่ปรากฏในวารสารวิจัยและพัฒนาฯ เป็นความรับผิดชอบของผู้พิมพ์บทความวิจัยเอง ทั้งนี้ไม่รวมความผิดพลาดอันเกิดจากเทคนิคการพิมพ์

ปัจจุบันวารสารวิจัยและพัฒนาฯ ปีที่ 14 ฉบับที่ 1 (เดือนมกราคม – เดือนเมษายน 2562) ฉบับนี้ได้รับรวบรวมบทความวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จำนวน 14 เรื่อง เผยแพร่ผ่าน 3 ช่องทางได้แก่ การจัดพิมพ์เป็นรูปเล่มวารสาร การเผยแพร่ออนไลน์ผ่านทางเว็บไซต์ <http://rd.vru.ac.th> และเว็บไซต์ <http://www.tci-thaijo.org/index.php/vrurdistjournal/issue/archive>

สุดท้ายนี้ ทางกองบรรณาธิการ ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและส่งผลงานบทความวิจัยเข้าร่วมลงตีพิมพ์ในวารสารวิจัยและพัฒนาฯ อย่างดีตลอดมา

## สารบัญ

	หน้า
๑๘ การตรวจหา คุณลักษณะ และการยับยั้งเชื้อราของโคโตซานจากพืชไทย มานะ ชาวเมฆ	1
๑๘ การวิเคราะห์ข้อมูลผู้บาดเจ็บและเสียชีวิตจากอุบัติเหตุในช่วงเทศกาลสงกรานต์ โดยใช้เทคนิคการทำเหมืองข้อมูล วิไลลักษณ์ ตรีพีช	11
๑๘ EFFECT OF JELLOSE AND SWEET TAMARIND PULP OF THAILAND ON SOME PHYSICAL PROPERTIES AND SENSORY CHARACTERISTICS OF TAMARIND GELATO ICE CREAM Woatthichai Narkrusa Piyada Palaya Thanatchaporn Jaipakdeea Suthasinee Yodudom	21
๑๘ อิทธิพลของจำนวนนักท่องเที่ยวต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศในอาคารโบราณสถาน อนัญญา โพธิ์ประดิษฐ์ โรจน์ คุณเอนก	33
๑๘ การใช้พืชชนิดพิสูจน์จุดเก่าจุดบวมรังโดยการสร้างจากสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ สอดคล้องกับทฤษฎีวงรีเก่าจุด คชินทร์ โภกนุทาภรณ์	45
๑๘ การศึกษาคุณสมบัติบางประการของฟิล์มคีแตม พรพฐ อัดแอ วุฒิชัย นาครักษา	59
๑๘ การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงความหนืด, พฤติกรรมการไหล และคุณสมบัติทาง กายภาพบางประการ ของแป้งเมล็ดมะขามที่ได้จากเมล็ดมะขามหวานและเปรี้ยวของ ประเทศไทย พรรณวดี จุลภักดิ์ วุฒิชัย นาครักษา	72
๑๘ ผลสัมฤทธิ์การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาของนักศึกษาหลักสูตรสาธารณสุขศาสตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ อภิชัย คุณิพงษ์ ศศิธร ตันติเอกรัตน์	82
๑๘ ความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อการจัดการสิ่งแวดล้อมในพื้นที่อนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรม และส่งเสริมการท่องเที่ยวกรุงเทพมหานคร โดยฝั่งเมืองรวมกรุงเทพมหานคร พ.ศ.2556 วรลักษณ์ คงอ้วน	89
๑๘ การวิเคราะห์ห่อเตอร์ฟุตพรีนทีโดยใช้โปรแกรม CROPWAT 8.0 จากการเพาะปลูก มะยงชิด : กรณีศึกษาตำบลป่าชะ อาเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก นินสา พักตร์วิไล สามารถ พรเจริญ วารินทร์ เวียงรัตน์	100
๑๘ ความเข้มของสีของกล้วยไม้สกุลหวายพันธุ์ชาวสนาน(Dendrobium 'Khao Sanan')ที่ย้อมด้วยสีผสมอาหาร เพื่อการจัดดอกไม้แบบไทยประณีตศิลป์ ธเนศ เรืองเดช ศรัณยา คุณะติลล สุดาวดี เหมทานนท์	110

การใช้พีชคณิตพิสูจน์จุดเก้าจุดบนวงรีโดยการสร้างจากสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ  
สอดคล้องกับทฤษฎีวงรีเก้าจุด

คชินทร์ โภกนุทาภรณ์<sup>1\*</sup>

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. ศึกษาและแสดงการใช้พีชคณิตพิสูจน์จุดเก้าจุดในรูปทั่วไปบนวงรีซึ่งสร้างจากสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ สอดคล้องทฤษฎีวงรีเก้าจุด และ 2. เพื่อแสดงว่าจุดศูนย์กลางภายในจุดร่วม และ จุดศูนย์กลางของวงรี สอดคล้องลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์ จากการวิจัยพบว่า จุดทั้งเก้าจุดอยู่บนเส้นรอบรูปของวงรี และ จุดศูนย์กลางภายใน จุดร่วม และ จุดศูนย์กลางของวงรี สอดคล้องลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์

คำสำคัญ: พีชคณิต วงรี วงรีเก้าจุด

<sup>1</sup> ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาคณิตศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์  
ในพระบรมราชูปถัมภ์ จังหวัดปทุมธานี

\* ผู้นิพนธ์หลัก e-mail: kachin@vru.ac.th

THE USE OF ALGEBRA TO PROOF THE NINE-POINT ELLIPSE CONSTRUCTED  
BY RIGHT-ANGLED TRIANGLE CONFORMITY OF THE NINE POINT THEORY

Kachin Kokanotapron <sup>1\*</sup>

**Abstract**

This research aims to study and present the proof of the nine-point ellipse theorem which constructed by right-angled triangle by using algebra, and to show incenter, centroid and nine-point center which associated with generalization of the Euler line. The result showed that the nine-point all lie on circumference of the ellipse and incenter, centroid and nine-point center associated with generalization of the Euler line.

**Keywords:** Algebra, Ellipse, Nine-point Ellipse

---

*1 Assistant Professor of Program in Applied Mathematics, Faculty of Science and Technology,  
Valaya Alongkorn Rajabhat University Under The Royal Patronage,*

*\* Corresponding author, e-mail: kachin@vru.ac.th*



## บทนำ

MacKay (1892) ได้รวบรวมประวัติทฤษฎีวงกลมเก้าจุด โดยเริ่มตั้งแต่ปี ค.ศ. 1765 ซึ่งได้กล่าว ว่า ออยเลอร์ (Euler) เป็นผู้ค้นพบทฤษฎีวงกลมเก้าจุดเป็นคนแรก ในปี ค.ศ. 1827 เดวิส (T. S. Davies) พิสูจน์สมบัติเฉพาะของทฤษฎีวงกลมเก้าจุด และบทแทรก ที่ว่าด้วยจุดศูนย์กลางที่อยู่ในตำแหน่งบนเส้นซึ่งอยู่บน จุดตัดกันของส่วนสูงทั้งสามของสามเหลี่ยม บนจุดศูนย์กลางของจุดเก้าจุด และบนเส้นรอบวงกลม ใน ปี ค.ศ. 1828 สไตเนอร์ (Steiner) สร้างคุณสมบัติเฉพาะของทฤษฎีวงกลมเก้าจุด และในปี ค.ศ. 1833 แสดงทฤษฎี วงกลมสิบจุดที่เกี่ยวข้องกับสามเหลี่ยมที่อยู่บนเส้นรอบวงกลม ปี ค.ศ. 1842 เทอร์ควีมส์ (Terquem) แสดง การพิสูจน์ทฤษฎีวงกลมเก้าจุดที่สัมพันธ์กับวงกลมแนบใน และวงกลมแนบนอก ปี ค.ศ. 1850 เม็นชัน (J. Mention) แสดงการพิสูจน์ทฤษฎีของ Feuerbachs โดยใช้กระบวนการทางเรขาคณิต เป็นคนแรก ปี ค.ศ. 1854 ลีวี (W. H. Levy) ได้แสดงการพิสูจน์ทฤษฎีของ Feuerbachs โดยใช้กระบวนการทางเรขาคณิต ปี ค.ศ. 1855 วิลคินสัน (T. T. Wilkinson) ศึกษาเกี่ยวกับ ทฤษฎีวงกลมเก้าจุด ปี ค.ศ. 1857 จอห์น จอชัว โรบินสัน (John Joshua Robinson) แสดงการพิสูจน์ทฤษฎีใหม่เกี่ยวกับทฤษฎีวงกลมเก้า ปี ค.ศ. 1860 รีเวอร์ จอร์จ แซลเมน (Reverend George Salmon) ศึกษาเพิ่มเติมทฤษฎีวงกลมเก้าจุดที่เรียกว่า ทฤษฎีของ Feuerbachs

ต่อมาปี ค.ศ. 2005 มิเชล ดี วิลเลอร์ เสนอภาคตัดกรวยเก้าจุด ในรูปสามเหลี่ยมใด ๆ ซึ่งจุดกึ่งกลาง ของด้านทั้งสาม จุดปลายของเส้นตรงที่แบ่งครึ่งมุมของจุดยอดทั้งสาม และจุดกึ่งกลางของเส้นตรงที่ลากจาก จุดยอดทั้งสามกับจุดศูนย์กลางภายใน จะอยู่บนเส้นรอบรูปของภาคตัดกรวยและได้เสนอลักษณะทั่วไปของ เส้นออยเลอร์ (Euler line generalization) คือเส้นตรงที่ผ่านจุดศูนย์กลางภายใน จุดร่วม และจุดศูนย์กลางของ ภาคตัดกรวยเก้าจุด และจุดศูนย์กลางของภาคตัดกรวยเก้าจุดแบ่งลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์เป็นอัตราส่วน 1:3 ได้นำเสนอและแสดงการพิสูจน์ในวารสาร Pythagoras (Michael, 2005)

ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการพิสูจน์ทฤษฎีวงกลมเก้าจุด ด้วยวิธีการพิสูจน์ทางเรขาคณิตและ เก้าจุดบนภาคตัด กรวยของมิเชล ดี วิลเลอร์ (Michael, 2006) ซึ่งจุดทั้งเก้าสร้างโดยสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีมุมภายในอีกสองมุม เป็นมุมที่มีขนาด ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่สร้างจุดทั้งเก้าโดยสร้างจากสามเหลี่ยมมุมฉาก โดยมีมุมภายในอีกสองมุม มีขนาดทั่วไป และแสดงจุดทั้งเก้าที่สร้างโดยสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ สอดคล้องวงรีเก้าจุดและ แสดงว่าจุด ศูนย์กลางภายใน จุดร่วม และ จุดศูนย์กลางของวงรี สอดคล้องสมบัติลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์

## วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาและแสดงการใช้พีชคณิตพิสูจน์จุดเก้าจุดในรูปทั่วไปบนวงรีซึ่งสร้างจาก สามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ สอดคล้องทฤษฎีวงรีเก้าจุด
2. เพื่อแสดงว่าจุดศูนย์กลางภายใน จุดร่วม และ จุดศูนย์กลางของวงรี สอดคล้องลักษณะ ทั่วไปของเส้นออยเลอร์

## วิธีดำเนินการวิจัย

### ขอบเขตของการวิจัย

จุดเก้าจุดซึ่งสร้างโดยสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ ได้แก่ จุดปลายของเส้นตรงที่แบ่งครึ่งมุมของจุด ยอดทั้งสามของสามเหลี่ยม จุดกึ่งกลางของด้านทั้งสาม และจุดกึ่งกลางของเส้นตรงที่ลากจากจุดยอดทั้งสามกับ จุดศูนย์กลางภายใน ทั้งเก้าจุดอยู่บนเส้นรอบรูปวงรี และแสดงว่า จุดศูนย์กลางภายใน จุดร่วม และจุดศูนย์กลาง ของวงรี สอดคล้องลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์

### กรอบแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาวงรีเก้าจุด แสดงการพิสูจน์วงรีเก้าจุด โดยเริ่มจากการสร้างจุดทั้งเก้า สร้างโดยสามเหลี่ยม มุมฉากใด ๆ สร้างสมการวงรี แสดงว่าจุดทั้งเก้าสอดคล้องสมการวงรี จุดศูนย์กลางภายใน จุดร่วม และจุดศูนย์กลางของวงรี สอดคล้องลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการพิสูจน์วงรีเก้าจุด ใช้พีชคณิตที่เกี่ยวกับระยะทางระหว่างจุดสองจุด พิกัดของจุดกึ่งกลาง ความชันของเส้นตรง สมการของเส้นตรง วงรี สมการพหุนามกำลังสองสองตัวแปร การจำแนกประเภทของภาคตัดกรวย จุดศูนย์กลางของภาคตัดกรวย สามเหลี่ยมคล้าย เอกลักษณะของฟังก์ชันตรีโกณของครึ่งมุม และหลักเกณฑ์คราเมอร์

### การดำเนินการวิจัย

ทฤษฎีวงรีเก้าจุด คือ วงรีซึ่งมีเก้าจุดที่สร้างจากรูปสามเหลี่ยม ได้แก่ จุดกึ่งกลางของด้านทั้งสามของรูปสามเหลี่ยม จุดปลายของเส้นตรงที่แบ่งครึ่งมุมของจุดยอดทั้งสาม และจุดกึ่งกลางของเส้นตรงที่ลากจากจุดยอดทั้งสามกับ จุดศูนย์กลางภายในในอยู่บนเส้นรอบรูปวงรี และ จุดศูนย์กลางภายใน จุดร่วม และ จุดศูนย์กลางของวงรี สอดคล้องลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์ ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

**ขั้นตอนที่ 1** สร้างรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก  $ABC$  บนระบบพิกัดคาร์ทีเซียน ซึ่งกำหนดให้มุม  $B$  มีขนาด  $\theta_1$  และมุม  $C$  มีขนาด  $\theta_2$  โดยจุด  $A$  มีพิกัดคือ  $(0,0)$  จุด  $B$  มีพิกัดคือ  $(b,0)$  และ จุด  $C$  มีพิกัดคือ  $(0,c)$  สำหรับ  $a,b,c > 0$  ดังภาพที่ 1 ให้ความยาวของส่วนของเส้นตรง  $AB$  คือ  $b$  หน่วย ความยาวของส่วนของเส้นตรง  $AC$  คือ  $c$  หน่วย และความยาวของส่วนของเส้นตรง  $BC$  คือ  $a$  หน่วย

**ขั้นตอนที่ 2** หาพิกัดจุด  $D, E$  และ  $F$  ซึ่งเป็นจุดปลายของเส้นตรงที่แบ่งครึ่งมุมของจุดยอด  $C, B$  และ  $A$  ตามลำดับ และจุดศูนย์กลางภายใน ( $H$ ) ซึ่งเป็นจุดตัดของ  $\overline{BE}$  กับ  $\overline{CD}$

หาพิกัดจุด  $D$  ซึ่งเกิดจากเส้นแบ่งครึ่งมุม  $C$  ตัดกับ  $\overline{AB}$  พบว่าความยาวของส่วนของเส้นตรง  $AC$  คือ  $c$  หน่วย ให้ความยาวของส่วนของเส้นตรง  $AD$  คือ  $x$  หน่วย

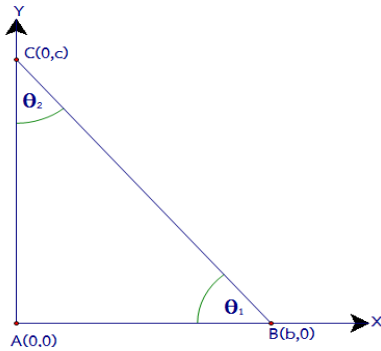
$$\text{พิจารณา } \tan\left(\frac{\theta_2}{2}\right) = \frac{x}{c} \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{พิจารณา } \tan\left(\frac{\theta_2}{2}\right) = \frac{\sin(\theta_2)}{1 + \cos(\theta_2)} = \frac{\frac{b}{a}}{1 + \frac{c}{a}} = \frac{b}{a+c} \quad \dots\dots\dots(2)$$

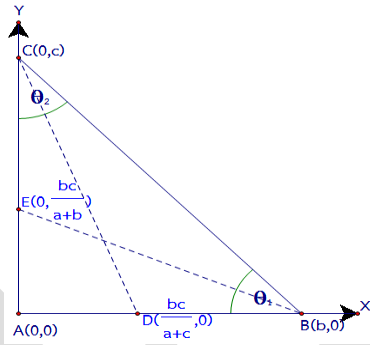
$$\text{จากสมการ(1) และสมการ (2); } \frac{b}{a+c} = \frac{x}{c} \text{ จึงได้ } x = \frac{bc}{a+c}$$

ดังนั้น พิกัดจุด  $D$  คือ  $\left(\frac{bc}{a+c}, 0\right)$  ดังภาพที่ 2

หาพิกัดจุด  $E$  ซึ่งเกิดจากเส้นแบ่งครึ่งมุม  $B$  ตัดกับ  $\overline{AC}$  พบว่าความยาวของส่วนของเส้นตรง  $AB$  คือ  $b$  หน่วย ให้ความยาวของส่วนของเส้นตรง  $AE$  คือ  $y$  หน่วย ใช้วิธีการหาทำนองเดียวกับหาพิกัดจุด  $D$  ดังนั้น พิกัดจุด  $E$  คือ  $\left(0, \frac{bc}{a+b}\right)$  ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 สามเหลี่ยม  $ABC$



ภาพที่ 2 พิกัดจุด  $E$

หาพิกัดจุด  $H$  ซึ่งเป็นจุดที่เกิดจากการตัดกันของส่วนของเส้นตรง  $BE$  กับ  $CD$   
 พิจารณาสมการเส้นตรง  $BE$  ซึ่งผ่านจุด  $B(b,0)$  และ  $E\left(0, \frac{bc}{a+b}\right)$

หาความชันของเส้นตรง  $BE$ ;  $m_{BE} = \frac{0 - \frac{cb}{a+b}}{b - 0} = -\frac{c}{a+b}$

จึงได้สมการเส้นตรง  $BE$  ผ่านจุด  $B(b,0)$  และมีความชัน  $m_{BE} = -\frac{c}{a+b}$  คือ  $\frac{cx}{a+b} + y = \frac{bc}{a+b}$

พิจารณาสมาการเส้นตรง  $CD$  ซึ่งผ่านจุด  $C(0,c)$  และ  $D\left(\frac{bc}{a+c}, 0\right)$  ใช้วิธีการหาทำนองเดียวกับการหา

สมการเส้นตรง  $BE$  ดังนั้นจึงได้สมการเส้นตรง  $CD$  คือ  $\frac{x(a+c)}{b} + y = c$

พิจารณาคัดของส่วนของเส้นตรง  $BE$  กับ ส่วนของเส้นตรง  $CD$

$$\frac{cx}{a+b} + y = \frac{bc}{a+b} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$\frac{x(a+c)}{b} + y = c \quad \dots\dots\dots(6)$$

นำสมการ (5) – สมการ (6);  $\frac{cx}{a+b} - \frac{x(a+c)}{b} = \frac{bc}{a+b} - c$

$$x \left[ \frac{-a^2 - ab - ac}{(a+b)b} \right] = -\frac{ac}{a+b}$$

$$x = \frac{bc}{a+b+c} \text{ แทนในสมการ (6)}$$

$$y = \frac{bc}{a+b+c}$$

ดังนั้น พิกัดจุด  $H$  คือ  $\left(\frac{bc}{a+b+c}, \frac{bc}{a+b+c}\right)$  ดังภาพที่ 3

หาพิกัดจุด  $F$  เป็นจุดตัดของเส้นตรงที่ผ่านจุด  $A$  และจุด  $H$  ตัดกับ  $\overline{BC}$

ใช้วิธีการหาทำนองเดียวกับการหาพิกัดจุด  $H$  ดังนั้น พิกัดจุด  $F$  คือ  $\left(\frac{bc}{b+c}, \frac{bc}{b+c}\right)$  ดังภาพที่ 3

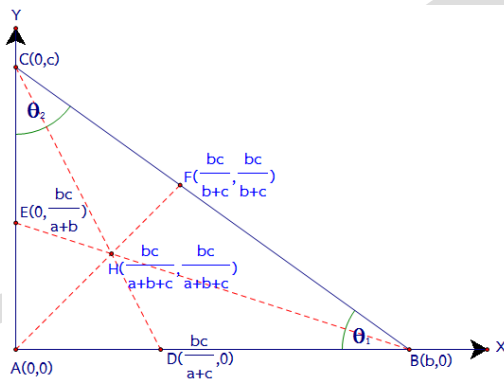
**ขั้นตอนที่ 3** หาพิกัดจุด  $G, I$  และ  $J$  ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางของ  $\overline{AC}, \overline{AB}$  และ  $\overline{BC}$  ตามลำดับ และ หาพิกัดจุด  $K, L$  และ  $M$  ซึ่งเป็นจุดกึ่งกลางของ  $\overline{AH}, \overline{CH}$  และ  $\overline{BH}$  ตามลำดับ

พิกัดจุด  $G = \left(\frac{0+0}{2}, \frac{0+c}{2}\right) = \left(0, \frac{c}{2}\right)$       พิกัดจุด  $I = \left(\frac{0+b}{2}, \frac{0+0}{2}\right) = \left(\frac{b}{2}, 0\right)$

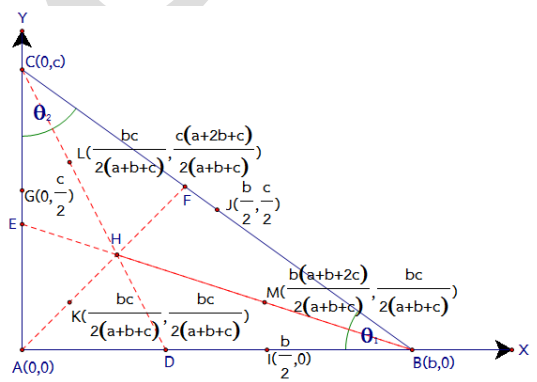
พิกัดจุด  $J = \left(\frac{b+0}{2}, \frac{0+c}{2}\right) = \left(\frac{b}{2}, \frac{c}{2}\right)$       พิกัดจุด  $K = \left(\frac{bc}{2(a+b+c)}, \frac{bc}{2(a+b+c)}\right)$

พิกัดจุด  $L = \left(\frac{bc}{2(a+b+c)}, \frac{c(a+2b+c)}{2(a+b+c)}\right)$       พิกัดจุด  $M = \left(\frac{b(a+2c+b)}{2(a+b+c)}, \frac{bc}{2(a+b+c)}\right)$

แสดงพิกัดจุด  $G, I, J, K, L$  และ  $M$  ดังภาพที่ 4



ภาพที่ 3 พิกัดจุด  $H$



ภาพที่ 4 พิกัดจุด  $G, I, J, K, L$  และ  $M$

**ขั้นตอนที่ 4** หาสมการวงรี โดยสร้างจากสมการพหุนามกำลังสองสองตัวแปร

$$Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0 \text{ เมื่อ } A, B, C, D, E \in \mathbb{R} \quad \dots\dots\dots(8)$$

นำ  $\frac{1}{A} \times$  สมการ (8);  $x^2 + \frac{C}{A}y^2 + \frac{B}{A}xy + \frac{D}{A}x + \frac{E}{A}y + \frac{F}{A} = 0 \quad \dots\dots\dots(9)$

ให้  $a_1 = \frac{B}{A}, b_1 = \frac{C}{A}, c_1 = \frac{D}{A}, d_1 = \frac{E}{A}$  และ  $e_1 = \frac{F}{A}$  แทนค่าในสมการ (9)

จึงได้  $a_1xy + b_1y^2 + c_1x + d_1y + e_1 = -x^2$  เมื่อ  $a_1, b_1, c_1, d_1, e_1 \in R$  .....(10)

ให้สมการ (10) ผ่านจุด จุด  $D\left(\frac{bc}{a+c}, 0\right), E\left(0, \frac{bc}{a+b}\right), G\left(0, \frac{c}{2}\right), I\left(\frac{b}{2}, 0\right)$  และ

$$K\left(\frac{bc}{2(a+b+c)}, \frac{bc}{2(a+b+c)}\right)$$

ผ่านจุด  $D\left(\frac{bc}{a+c}, 0\right); \left(\frac{bc}{a+c}\right)c_1 + e_1 = -\frac{b^2c^2}{(a+c)^2}$  .....(11)

ผ่านจุด  $E\left(0, \frac{bc}{a+b}\right); \left(\frac{b^2c^2}{(a+b)^2}\right)b_1 + \left(\frac{bc}{a+b}\right)d_1 + e_1 = 0$  .....(12)

ผ่านจุด  $G\left(0, \frac{c}{2}\right); \left(\frac{c^2}{4}\right)b_1 + \left(\frac{c}{2}\right)d_1 + e_1 = 0$  .....(13)

ผ่านจุด  $I\left(\frac{b}{2}, 0\right); \left(\frac{b}{2}\right)c_1 + e_1 = -\frac{b^2}{4}$  .....(14)

ผ่านจุด  $K\left(\frac{bc}{2(a+b+c)}, \frac{bc}{2(a+b+c)}\right); \left[\frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2}\right]a_1 + \left[\frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2}\right]b_1 + \left[\frac{bc}{2(a+b+c)}\right]c_1 + \left[\frac{bc}{2(a+b+c)}\right]d_1 + e_1 = -\frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2}$  .....(15)

จากสมการ (11) ถึง (15) ใช้หลักเกณฑ์คราเมอร์ (Cramer's rule) หาค่า  $a_1, b_1, c_1, d_1$  และ  $e_1$

ให้  $A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{bc}{a+c} & 0 & 1 \\ 0 & \frac{b^2c^2}{(a+b)^2} & 0 & \frac{bc}{a+b} & 1 \\ 0 & \frac{c^2}{4} & 0 & \frac{c}{2} & 1 \\ 0 & 0 & \frac{b}{2} & 0 & 1 \\ \frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & \frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & \frac{bc}{2(a+b+c)} & \frac{bc}{2(a+b+c)} & 1 \end{bmatrix}, X = \begin{bmatrix} a_1 \\ b_1 \\ c_1 \\ d_1 \\ e_1 \end{bmatrix}$  และ

$$B = \begin{bmatrix} -\frac{b^2c^2}{(a+c)^2} \\ 0 \\ 0 \\ -\frac{b^2}{4} \\ \frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} \end{bmatrix}$$

ได้ระบบสมการ  $AX = B$  หาค่า  $\det(A)$  โดยกระจายตามหลักที่ 2 ( $j = 2$ )

$$\det(A) = \sum_{i=1}^5 a_{i2} C_{i2} = a_{12} C_{12} + a_{22} C_{22} + a_{32} C_{32} + a_{42} C_{42} + a_{52} C_{52}$$

$$= a_{52} C_{52} = \frac{b^2 c^2}{4(a+b+c)^2} \begin{vmatrix} 0 & \frac{bc}{a+c} & 0 & 1 \\ \frac{b^2 c^2}{(a+b)^2} & 0 & \frac{bc}{a+b} & 1 \\ \frac{c^2}{4} & 0 & \frac{c}{2} & 1 \\ 0 & \frac{b}{2} & 0 & 1 \end{vmatrix}$$

$$= \frac{b^2 c^2}{4(a+b+c)} \left( \begin{vmatrix} \frac{b^2 c^2}{(a+b)^2} & \frac{bc}{a+b} & 1 \\ \frac{c^2}{4} & \frac{c}{2} & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} + \frac{b}{2} \begin{vmatrix} 0 & 0 & 1 \\ \frac{b^2 c^2}{(a+b)^2} & \frac{bc}{a+b} & 1 \\ \frac{c^2}{4} & \frac{c}{2} & 1 \end{vmatrix} \right)$$

$$= \frac{b^2 c^2}{4(a+b+c)^2} \left[ \frac{b^2 c^4 (a-b)}{4(a+c)(a+b)^2} - \frac{b^2 c^3 (a-b)}{8(a+b)^2} \right]$$

$$= \left[ \frac{b^2 c^2}{4(a+b+c)^2} \right] \left[ \frac{-b^2 c^3 (a-b)(a-c)}{8(a+c)(a+b)^2} \right] = \frac{-b^4 c^5 (a-b)(a-c)}{32(a+c)(a+b)^2 (a+b+c)^2}$$

จึงได้  $\det(A) = \frac{-b^4 c^5 (a-b)(a-c)}{32(a+c)(a+b)^2 (a+b+c)^2}$

ให้  $A_1 = \begin{vmatrix} -\frac{b^2 c^2}{(a+c)^2} & 0 & \frac{bc}{a+c} & 0 & 1 \\ 0 & \frac{b^2 c^2}{(a+c)^2} & 0 & \frac{bc}{a+b} & 1 \\ 0 & \frac{c^2}{4} & 0 & \frac{c}{2} & 1 \\ \frac{b^2}{4} & 0 & \frac{b}{2} & 0 & 1 \\ \frac{b^2 c^2}{4(a+b+c)^2} & \frac{b^2 c^2}{4(a+b+c)^2} & \frac{bc}{2(a+b+c)} & \frac{bc}{2(a+b+c)} & 1 \end{vmatrix}$

หาค่า  $\det(A_1)$  ใช้วิธีการคำนวณทำนองเดียวกับการหาค่า  $\det(A)$

จึงได้  $\det(A_1) = \sum_{i=1}^5 a_{i2} C_{i2} = -\frac{b^5 c^5 (bc - ac - ba + a^2)}{16(a+c)^2 (a+b)^2 (a+b+c)}$

$$\text{ดังนั้น } a_1 = \frac{\det(A_1)}{\det(A)} = \frac{2b(bc - ac - ab + a^2)}{(a+c)(a-c)(a-b)}$$

$$\text{ให้ } A_2 = \begin{bmatrix} 0 & -\frac{b^2c^2}{(a+b)^2} & \frac{bc}{a+c} & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{bc}{a+b} & 1 \\ 0 & 0 & 0 & \frac{c}{2} & 1 \\ 0 & -\frac{b^2}{4} & \frac{b}{2} & 0 & 1 \\ \hline \frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & -\frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & \frac{bc}{2(a+b+c)} & \frac{bc}{2(a+b+c)} & 1 \end{bmatrix}$$

หาค่า  $\det(A_2)$  ใช้วิธีการคำนวณทำนองเดียวกับการหาค่า  $\det(A)$

$$\text{จึงได้ } \det(A_2) = -\frac{b^5c^4(a-b)(a-c)}{32(a+b+c)^2(a+c)^2(a+b)}$$

$$\text{ดังนั้น } b_1 = \frac{\det(A_2)}{\det(A)} = \frac{b(a+b)}{c(a+c)}$$

$$\text{ให้ } A_3 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -\frac{b^2c^2}{(a+c)^2} & 0 & 1 \\ 0 & \frac{b^2c^2}{(a+b)^2} & 0 & \frac{bc}{a+b} & 1 \\ 0 & \frac{c^2}{4} & 0 & \frac{c}{2} & 1 \\ 0 & 0 & -\frac{b^2}{4} & 0 & 1 \\ \hline \frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & \frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & -\frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & \frac{bc}{2(a+b+c)} & 1 \end{bmatrix}$$

หาค่า  $\det(A_3)$  ใช้วิธีการคำนวณทำนองเดียวกับการหาค่า  $\det(A)$

$$\text{จึงได้ } \det(A_3) = -\frac{b^5c^5(-3c^2 + a^2 + 2ac)(a-b)}{64(a+b+c)^2(a+c)^2(a+b)^2}$$

$$\text{ดังนั้น } c_1 = \frac{\det(A_3)}{\det(A)} = -\frac{b(-3c^2 + a^2 + 2ac)}{2(a+c)(a-c)}$$

$$\text{ให้ } A_4 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{bc}{a+c} & -\frac{b^2c^2}{(a+c)^2} & 1 \\ 0 & \frac{b^2c^2}{(a+b)^2} & 0 & 0 & 1 \\ 0 & \frac{c^2}{4} & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & \frac{b}{2} & -\frac{b^2}{4} & 1 \\ \frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & \frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & \frac{bc}{2(a+b+c)} & -\frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & 1 \end{bmatrix}$$

หาค่า  $\det(A_4)$  ใช้วิธีการคำนวณทำนองเดียวกับการหาค่า  $\det(A)$

$$\text{จึงได้ } \det(A_4) = \frac{b^5c^5(a-c)(-3b^2+a^2+2ab)}{64(a+b+c)^2(a+b)^2(a+c)^2}$$

$$\text{ดังนั้น } d_1 = \frac{\det(A_4)}{\det(A)} = -\frac{b(-3b^2+a^2+2ab)}{2(a+c)(a-b)}$$

ให้

$$A_5 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{bc}{a+c} & 0 & -\frac{b^2c^2}{(a+c)^2} \\ 0 & \frac{b^2c^2}{(a+b)^2} & 0 & \frac{bc}{a+b} & 0 \\ 0 & \frac{c^2}{4} & 0 & \frac{c}{2} & 0 \\ 0 & 0 & \frac{b}{2} & 0 & -\frac{b^2}{4} \\ \frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & \frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} & \frac{bc}{2(a+b+c)} & \frac{bc}{2(a+b+c)} & -\frac{b^2c^2}{4(a+b+c)^2} \end{bmatrix}$$

หาค่า  $\det(A_5)$  ใช้วิธีการคำนวณทำนองเดียวกับการหาค่า  $\det(A)$

$$\text{จะได้ } \det(A_5) = -\frac{b^6c^6(a-c)(a-b)}{64(a+b+c)^2(a+b)^2(a+c)^2}$$

$$\text{ดังนั้น } e_1 = \frac{\det(A_5)}{\det(A)} = \frac{b^2c}{2(a+c)}$$

$$\text{แทนค่า } a_1 = \frac{2b(bc-ac-ab+a^2)}{(a+c)(a-c)(a-b)}, b_1 = \frac{b(a+b)}{c(a+c)}, c_1 = -\frac{b(-3c^2+a^2+2ac)}{2(a+c)(a-c)},$$

$$d_1 = -\frac{b(-3b^2+a^2+2ab)}{2(a+c)(a-b)} \text{ และ } e_1 = \frac{b^2c}{2(a+c)} \text{ ในสมการ (10)}$$

จากสมการ (10);  $a_1xy + b_1y^2 + c_1x + d_1y + e_1 = -x^2$



$$\text{จึงได้ } x^2 + \left[ \frac{2b(bc - ac - ab + a^2)}{(a+c)(a-c)(a-b)} \right] xy + \left[ \frac{b(a+b)}{c(a+c)} \right] y^2 + \left[ -\frac{b(-3c^2 + a^2 + 2ac)}{2(a+c)(a-c)} \right] x +$$

$$\left[ -\frac{b(-3b^2 + a^2 + 2ab)}{2(a+c)(a-b)} \right] y + \left[ \frac{b^2c}{2(a+c)} \right] = 0$$

$$[2c(a+c)(a-c)(a-b)]x^2 + [4bc(a-c)(a-b)]xy + [2b(a-c)(a-b)(a+b)]y^2 -$$

$$[bc(a+3c)(a-c)(a-b)]x - [bc(a+3b)(a-b)(a-c)]y + [b^2c^2(a-c)(a-b)] = 0$$

จัดรูปสมการ

$$[2c(a+c)]x^2 + [4bc]xy + [2b(a+b)]y^2 - [bc(a+3c)]x - [bc(a+3b)]y + [b^2c^2] = 0 \quad \dots (16)$$

ตรวจสอบว่าสมการ (16) เป็นสมการวงรีหรือไม่โดยอาศัยสมบัติการจำแนกประเภทของภาคตัดกรวย

ต่อไปนี จากสมการพหุนามกำลังสองสองตัวแปร  $Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0$  เป็นสมการที่มีกราฟเป็นรูปวงรี ถ้า  $B^2 - 4AC < 0$  (ศรีบุตร แววจเจริญ และชนศักดิ์ บ้ายเที่ยง, 2544) จากสมการ (16) ได้ว่า

$$A = 2c(a+c), B = 4bc \text{ และ } C = 2b(a+b)$$

พิจารณา  $\frac{B^2}{4AC} = \frac{[4bc]^2}{4[2c(a+c)][2b(a+b)]} = \frac{b}{(a+c)(a+b)} < 1$  เนื่องจาก  $a, b, c > 0$ ;

จึงได้  $B^2 < 4AC$  นั่นคือ  $B^2 - 4AC < 0$

ดังนั้น สมการ (16) เป็นสมการวงรี

### ผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่า

1. จะแสดงว่าจุด  $D, E, F, G, I, J, K, L$  และ  $M$  สอดคล้องสมการวงรี จากสมการวงรี (16);

พิจารณา จุด  $D\left(\frac{cb}{a+c}, 0\right)$ ;  $[2c(a+c)]\left(\frac{cb}{a+c}\right)^2 - [bc(a+3c)]\left(\frac{cb}{a+c}\right) + b^2c^2 = 0$

$$\frac{b^2c^2}{a+c}[2c - a - 3c + a + c] = 0$$

$$0 = 0 \text{ เป็นจริง}$$

จึงได้ว่า จุด  $D\left(\frac{cb}{a+c}, 0\right)$  สอดคล้องสมการวงรี (16);

สำหรับจุด  $E, F, G, I, J, K, L$  และ  $M$  ใช้วิธีการแสดงทำนองเดียวกับการแสดงว่าจุด  $D$  สอดคล้องสมการวงรี (16)

ดังนั้น จุด  $D, E, F, G, I, J, K, L$  และ  $M$  สอดคล้องสมการวงรี

2. จะแสดงว่าจุดศูนย์กลางภายใน ( $H$ ) จุดร่วม ( $G'$ ) และ จุดศูนย์กลางวงรี ( $N$ )

สอดคล้องลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์

หาจุดศูนย์กลางของวงรี จากสมการพหุนามกำลังสองสองตัวแปร  $Ax^2 + Bxy + Cy^2 + Dx + Ey + F = 0$

ถ้า  $B^2 - 4AC \neq 0$  จุดศูนย์กลางของภาคตัดกรวยคือ  $h = \frac{2CD - BE}{B^2 - 4AC}$  และ  $k = \frac{2AE - BD}{B^2 - 4AC}$

(อำพล ธรรมเจริญ, 2542) จากสมการวงรี (16) จึงได้  $A = 2c(a+c), B = 4bc, C = 2b(a+b),$

$D = bc(a+3c)$  และ  $E = bc(a+3b)$

$$h = \frac{2CD - BE}{B^2 - 4AC} = \frac{2[2b(a+b)][-bc(a+3c)] - [4bc][bc(a+3b)]}{[4bc]^2 - 4[2c(a+c)][2b(a+b)]} = \frac{b(a+b+2c)}{4(a+b+c)}$$

$$k = \frac{2AE - BD}{B^2 - 4AC} = \frac{2[2c(a+c)][-bc(a+3b)] - [4bc][-bc(a+3c)]}{[4bc]^2 - 4[2c(a+c)][2b(a+b)]} = \frac{c(a+2b+c)}{4(a+b+c)}$$

ดังนั้น พิกัดจุด  $N \left( \frac{b(a+b+2c)}{4(a+b+c)}, \frac{c(a+2b+c)}{4(a+b+c)} \right)$

หาจุดพิกัดจุด  $G'$  ซึ่งเกิดจากกันตัดกันของส่วนของเส้นตรง  $\overline{CI}$  กับส่วนของเส้นตรง  $\overline{BG}$  ใช้วิธีการหาทำนองเดียวกับกับการหาพิกัดจุด  $H$  ดังนั้น พิกัดจุด  $G'$  คือ  $\left( \frac{b}{3}, \frac{c}{3} \right)$

จะแสดงว่าจุด  $H, G'$  และ  $N$  อยู่บนเส้นตรงเดียวกันโดย โดยแสดงว่าทุกคู่ของจุดทั้งสามมีความชัน

$$\text{เท่ากัน พิจารณาความชัน } m_{HN} = \frac{\frac{bc}{a+b+c} - \frac{c(a+2b+c)}{4(a+b+c)}}{\frac{bc}{a+b+c} - \frac{b(a+b+2c)}{4(a+b+c)}} = \frac{c(a-2b+c)}{b(a+b-2c)}$$

$$\text{พิจารณาความชัน } m_{HG'} = \frac{\frac{bc}{a+b+c} - \frac{c}{3}}{\frac{bc}{a+b+c} - \frac{b}{3}} = \frac{c(a-2b+c)}{b(a+b-2c)}$$

$$\text{พิจารณาความชัน } m_{NG'} = \frac{\frac{c(a+2b+c)}{4(a+b+c)} - \frac{c}{3}}{\frac{b(a+b+2c)}{4(a+b+c)} - \frac{b}{3}} = \frac{c(a-2b+c)}{b(a+b-2c)}$$

จาก  $m_{HN} = m_{HG'} = m_{NG'}$  ดังนั้น จุด  $H, G'$  และ  $N$  อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน .....(17)

จะแสดงว่า  $|\overline{HN}| = 3|\overline{NG'}|$

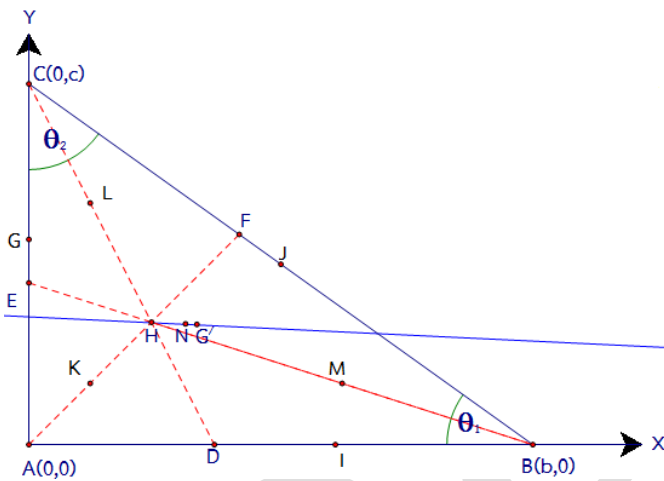
$$\begin{aligned} |\overline{HN}| &= \sqrt{\left[ \frac{bc}{a+b+c} - \frac{b(a+b+2c)}{4(a+b+c)} \right]^2 + \left[ \frac{bc}{a+b+c} - \frac{c(a+2b+c)}{4(a+b+c)} \right]^2} \\ &= \frac{\sqrt{b^2(2c-a-b)^2 + c^2(2b-a-c)^2}}{4(a+b+c)} \end{aligned}$$

$$|\overline{NG'}| = \sqrt{\left[ \frac{b(a+b+2c)}{4(a+b+c)} - \frac{b}{3} \right]^2 + \left[ \frac{c(a+2b+c)}{4(a+b+c)} - \frac{c}{3} \right]^2} = \frac{\sqrt{b^2(2c-a-b)^2 + c^2(2b-a-c)^2}}{12(a+b+c)}$$

$$\text{พิจารณา } \frac{|HN|}{|NG'|} = \frac{\frac{\sqrt{b^2(2c-a-b)^2 + c^2(2b-a-c)^2}}{4(a+b+c)}}{\frac{\sqrt{b^2(2c-a-b)^2 + c^2(2b-a-c)^2}}{12(a+b+c)}} = \frac{12(a+b+c)}{4(a+b+c)} = 3$$

ดังนั้น  $|HN| = 3|NG'|$  .....(18)

จากสมการ (17) และสมการ (18) จึงได้ว่า จุด  $H, G'$  และ  $N$  สอดคล้องลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์ ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 จุด  $H, G'$  และ  $N$  สอดคล้องลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์

**สรุปและอภิปรายผลการวิจัย**

จากผลการวิจัยสรุปและอภิปรายผลได้ดังนี้

1. จุดเก้าจุดที่สร้างโดยสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ ได้แก่ จุดปลายของเส้นตรงที่แบ่งครึ่งมุมของจุดยอดทั้งสามของสามเหลี่ยม จุดกึ่งกลางของด้านทั้งสาม และ จุดกึ่งกลางของเส้นตรงที่ลากจากจุดยอดทั้งสามกับจุดศูนย์กลางภายในทั้งเก้าจุดอยู่บนเส้นรอบรูปวงรี ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ มิเชล ดี วิลเลอร์ (Michael, 2006) กล่าวว่า จุดเก้าจุดอยู่บนเส้นรอบรูปของภาคตัดกรวย และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ คชินทร์ โกขุนทาภรณ์ (2559) ที่ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การใช้พีชคณิตในการพิสูจน์วงรีเก้าจุด ผลการวิจัยพบว่า จุดปลายของเส้นตรงที่แบ่งครึ่งมุมของจุดยอดทั้งสาม จุดกึ่งกลางของด้านทั้งสาม และ จุดกึ่งกลางของเส้นตรงที่ลากจากจุดยอดทั้งสามกับจุดศูนย์กลางภายในทั้งเก้าจุดอยู่บนเส้นรอบรูปวงรี

2. จุดศูนย์กลางภายใน จุดรวม และ จุดศูนย์กลางของวงรี ทั้งสามจุดอยู่บนเส้นตรงเดียวกัน และสอดคล้องสมบัติลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ มิเชล ดี วิลเลอร์ (Michael, 2006) กล่าวว่าจุดศูนย์กลางภายใน จุดรวมและ จุดศูนย์กลางของภาคตัดกรวย สอดคล้องสมบัติของลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์ และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ คชินทร์ โกขุนทาภรณ์ (2559) ที่ได้ศึกษาวิจัย เรื่อง การใช้พีชคณิตในการพิสูจน์วงรีเก้าจุด ผลการวิจัยพบว่า จุดศูนย์กลางภายใน จุดรวมมวล และ จุดศูนย์กลางของวงรีทั้งสามจุดอยู่บนเส้นตรงเดียวกันและสอดคล้องลักษณะทั่วไปของเส้นออยเลอร์

### ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งนี้

ในการพิสูจน์นี้ผู้วิจัยใช้ซอฟต์แวร์สำรวจเชิงคณิตศาสตร์ เรขาคณิตพลวัต (The geometer's sketchpad) ในการทำความเข้าใจทฤษฎีก่อนการพิสูจน์ ใช้ในการวาดรูป และใช้พีชคณิตที่เกี่ยวกับ ระยะทางระหว่างจุดสองจุด พิกัดของจุดกึ่งกลาง ความชันของเส้นตรง สมการของเส้นตรง วงรี สมการพหุนามกำลังสอง สองตัวแปร การจำแนกประเภทของภาคตัดกรวย จุดศูนย์กลางของภาคตัดกรวย สามเหลี่ยมคล้าย เอกลักษณ์ของฟังก์ชันตรีโกณของครึ่งมุม และหลักเกณฑ์คราเมอร์ ในการพิสูจน์ ผู้ที่สนใจจะศึกษาจะต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องดังกล่าว ผู้สนใจอาจดำเนินการวิจัย พิสูจน์ทฤษฎีโดยวิธีอื่นได้อีก ได้แก่ การพิสูจน์โดยเรขาคณิต

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การพิสูจน์วงรีเก้าจุดในงานวิจัยฉบับนี้ สร้างจุดทั้งเก้าจากรูปสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ ซึ่งสามารถดำเนินการวิจัยต่อไปโดยสร้างจุดทั้งเก้าโดยสามเหลี่ยมใด ๆ

### เอกสารอ้างอิง

- คชินทร์ โกขุนทาภรณ์. (2559). การใช้พีชคณิตในการพิสูจน์วงรีเก้าจุด. **วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์**. 11(3), 121-135.
- ศรีบุตธ วรรณเจริญ และชนศักดิ์ บ้ายเที่ยง. (2544). **เรขาคณิตวิเคราะห์และการเขียนกราฟ 2 มิติ, 3 มิติ คณิตศาสตร์สำหรับวิศวกรรมและวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: วังตะวัน.
- อำพล ธรรมเจริญ. (2542). **แคลคูลัสและเรขาคณิตวิเคราะห์ ตอนที่ 1**. กรุงเทพฯ: พิกษ์การพิมพ์.
- MacKay, J. S. (1892). History of the Nine Point Circle. **Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society**, (11). 19-61.
- Michael, D. V. (2005). A Generalization of the Nine – point circle and Euler line. **Pythagoras**. 62(December 2005), 31-35.
- Michael, D.V. (2006). The nine- point conic: a rediscovery and proof by computer. **International Journal of Mathematical Education in Science and Technology**. 37(1), 7-14.

[Advanced Search](#)

## ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 4 พ.ศ. 2563-2567 และวารสารใหม่ที่ต้องการเข้าสู่ฐานข้อมูล TCI พ.ศ. 2562

ผลการประเมินคุณภาพวารสารที่อยู่ในฐานข้อมูล TCI รอบที่ 3 (รับรองผลถึง 31 ธันวาคม 2562)

Show  entries

Search: วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูป

No.	Journal Name English	Journal Name Local	ISSN	E-ISSN	TCI Tier	Date for next submission
832	VRU Research and Development Journal Science and Technology	วารสารวิจัยและพัฒนา วไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี	2351-0366	-	2	ไม่ก่อนวันที่ 1 ม.ค. 2565

Showing 1 to 1 of 1 entries (filtered from 855 total entries)

Previous  Next

ตัวอย่าง

## แบบแสดงหลักฐานการมีส่วนร่วมในผลงานทางวิชาการ

ผลงานทางวิชาการประเภท บทความวิจัย

เรื่อง การใช้พีชคณิตพิสูจน์จุดเก้าจุดบนวงรีโดยการสร้างจากสามเหลี่ยมมุมฉากใด ๆ

สอดคล้องกับทฤษฎีวงรีเก้าจุด

ผู้ร่วมงาน จำนวน ๑ คน แต่ละคนมีส่วนร่วมดังนี้

(๑) ชื่อผู้ร่วมงาน	(๒) สารบัญ รายงานการวิจัย ฉบับสมบูรณ์ และระบุว่า ผู้ขอกำหนดตำแหน่ง เขียนส่วนใด	(๓) ปริมาณงานร้อยละ พร้อมระบุบทบาทหน้าที่ ความรับผิดชอบอื่นนอกเหนือจาก ที่แสดงไว้ในช่อง ๒
<p>คชินทร์ โกกนุทาภรณ์</p> <p><b>ใช้แบบฟอร์ม ตามเอกสารแนบท้าย ประกาศ ก.พ.อ. เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการพิจารณาแต่งตั้งบุคคล ให้ดำรงตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ รองศาสตราจารย์ และศาสตราจารย์ พ.ศ. 2564</b></p>	<p>หน้าที่รับผิดชอบ : ทุกขั้นตอน ของการเขียนบทความวิจัย ได้แก่ ออกแบบการวิจัย การวิเคราะห์ข้อมูล การสรุปผลการวิจัย ข้อเสนอแนะ และดำเนินการ เผยแพร่บทความวิจัย</p>	<p>ร้อยละ ๑๐๐</p>

ลงชื่อ .....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์คชินทร์ โกกนุทาภรณ์)