

Defence Technology Academic Journal : DTAJ



รายชื่อผู้จัดทำวารสารวิชาการเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

คณะที่ปรึกษา

พลเอก ชูชาติ บัวขาว
นาวาอากาศเอก คมสันต์ ประพันธ์กาญจน์
พันเอก จิรศักดิ์ จิวไม้แดง
พลตรี ไพรพงศ์ โพธิ์เหมือน
นาวาอากาศโท ดร.เพิ่มศักดิ์ ศิริพละ

บรรณาธิการ

นาวาอากาศเอก ดร.ชำนาญ ชุมทรัพย์

กองบรรณาธิการ

ศาสตราจารย์ ดร.สุจินต์ บุรีรัตน์
รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาติ จิรวิภากร
ศาสตราจารย์ ดร.เจษฎา ธารีบุญ
รองศาสตราจารย์ ดร.ธีรพงศ์ เหล่าสุวรรณ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทวีศักดิ์ กฤษเจริญ

มหาวิทยาลัยขอนแก่น
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ฝ่ายจัดการ

นางสาวอินทิรา จุลชาติ
นางสาวสวิตรี ระงับพิษ
นางสาวนุกุลรัตน์ ลงลายทอง

นางสาวบุญญาภรณ์ วาณิชชาติ
นางสาวลัญญณ์ฐ์ ภาตะนันท์
ว่าที่ร้อยตรีหญิง ดร.ลำยอง แสนทวี

สารบัญ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีป้องกันประเทศ ปีที่ 3 ฉบับที่ 9 / มกราคม – มิถุนายน 2565

บทความวิชาการ (Academic Articles)

- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการแบ่งปันและการจัดการความรู้ในองค์กร
โกศลัญญา ตายะ และ พิมพรภัส งามสันติวงศ์ 4
- บทบาทของเทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการความรู้สำหรับโครงการศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน
รสริน ศิริรักษ์ และ พิมพรภัส งามสันติวงศ์ 16

บทความวิเคราะห์ (Defence Analysis Articles)

- Analyzing Geoffrey Till's Post Modern Navy Enabler of Defence Industry:
An Assessment of Leading Naval Industries in ASEAN 28
Bodin Suntud

บทความวิจัย (Research Articles)

- การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายดาวเทียมวิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดิน
ที่มีผลต่อปริมาณน้ำไหลบ่า 46
ระวีวรรณ บุญมา และ อริศรา เจริญปัญญาเนตร
- การคำนวณค่า NDVI, SAVI และ NDMI จากภาพถ่ายดาวเทียมประกอบการใช้สถิติ
ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร 56
วิภาวดี คำน้อย และ อริศรา เจริญปัญญาเนตร
- การศึกษาพฤติกรรมกรมการไหลของน้ำโลหะเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 72
ในแม่พิมพ์งานหล่ออินเวสต์เมนต์
พัทธ์พิมล สุวรรณกาญจน์, ณัฐพงศ์ สอนสุวิทย์ และ พิมพรภัส งามสันติวงศ์
- การเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ 80
สุวรรณี อัครกุลชัย, อรพรรณ คงมาลัย และ อัญญฐา ดิษฐานนท์
- การศึกษาเชิงตัวเลขของการไหลแก๊สและการเสียดร่อนสำหรับปลายท่อจรวดความเร็วเหนือเสียง 94
จิตพร ทองศรี, กมลวรรณ สระทองฮ่วม และ อุดุลยศักดิ์ บุญพันธ์
- การจำลองระดับน้ำท่วมด้วยข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขจากการบินถ่าย 108
ด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ: กรณีศึกษา อำเภอน้ำขุ่น จังหวัดน่าน
พลภัทร เหมวรรณ, อริศรา เจริญปัญญาเนตร, ภูตินันท์ สิงห์คำฟู, จิรวัดน์ สุขพิณิจ และ เจนภาพ สีแดง

บทบรรณาธิการ

วารสารวิชาการเทคโนโลยีป้องกันประเทศ ปีที่ 3 ฉบับที่ 9 มีเนื้อหาด้านการวิเคราะห์เทคโนโลยีป้องกันประเทศ เพื่อการประเมินอุตสาหกรรมกองทัพเรือชั้นนำในอาเซียน โดยมีข้อเสนอแนะเชิงนโยบายที่ค้นพบสำหรับการปรับปรุงกองทัพเรือไทยให้ทันสมัยในอนาคต ในบทความวิชาการนั้นเป็นเนื้อหาด้านการจัดการความรู้ ซึ่งเป็นอีกภารกิจหนึ่งของสถาบันวิจัยและสถาบันการศึกษา ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดผลสัมฤทธิ์ของการจัดการความรู้ ดังนั้น เทคโนโลยีสารสนเทศจึงเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง ที่ช่วยให้การจัดการความรู้ประสบความสำเร็จ นั่นคือเป็นเครื่องมือที่องค์กรใช้ในการจัดการความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยช่วยให้องค์กรสามารถจัดหา จัดเก็บ และใช้ความรู้ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว องค์กรความรู้สำคัญ ๆ จะมาจากการศึกษา การวิจัย และการพัฒนา ดังเช่นบทความที่ศึกษาแนวทางการพัฒนาชนวนหัวสำหรับลูกปืนขนาด 30 x 165 มม. เป็นต้น เป็นการศึกษาหลักการทำงานของชนวนหัวเพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ความรู้ และนำไปเป็นแนวทางตลอดจนขยายผลต่อยอดสร้างต้นแบบชิ้นส่วนของชนวนหัวลูกปืนขนาด 30 x 165 มม. และพัฒนาการออกแบบชนวนหัวลูกปืน นับเป็นแนวคิดที่นำไปสู่การพึ่งพาตนเองในอุตสาหกรรมป้องกันประเทศ

การอยู่ในยุคดิจิทัลทำให้มีประเด็นการจัดการข้อมูลขนาดใหญ่เข้ามาเกี่ยวข้อง อย่างไรก็ตาม การใช้ข้อมูลขนาดใหญ่มาคำนวณทางสถิติถือเป็นหลักพื้นฐานในการทำความเข้าใจที่มีเหตุผล หลักการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย NDVI, SAVI และ NDMI เป็นองค์ความรู้ด้านการวิเคราะห์ภาพถ่ายดิจิทัล และเป็นส่วนสำคัญในการวิเคราะห์ข้อมูลขนาดใหญ่อันเป็นผลมาจากเทคโนโลยีอวกาศและการสำรวจด้วยดาวเทียม เช่น ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 OLI เป็นต้น โดยส่วนหนึ่งของบทความวิจัยได้ใช้ข้อมูลในปี 2559 และปี 2563 ทำการจำแนกประเภทด้วยวิธีการกำกับดูแลและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยวิเคราะห์จากค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงขนาดของความสัมพันธ์ของตัวแปร จากนั้นจึงนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลบ่าเพื่อการจัดการด้านภัยพิบัติทางธรรมชาติ นอกจากนั้นข้อมูลขนาดใหญ่ยังเป็นผลมาจากข้อมูลบินถ่ายด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งสามารถนำมาจำลองระดับน้ำท่วมด้วยข้อมูลแบบจำลองระดับสูงเชิงเลข เพื่อศึกษาพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมรุนแรงและทำการจำลองสถานการณ์น้ำท่วม เป็นการใช้ประโยชน์จากข้อมูลขนาดใหญ่ทางด้านความมั่นคงอีกทางหนึ่ง

นาวาอากาศเอก ดร.ชำนาญ ชุมทรัพย์
บรรณาธิการวารสารวิชาการเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นเครื่องมือในการแบ่งปันและการจัดการความรู้ในองค์กร

โกศลญา ตายะ ^{1*} และ พิมพรภัส งามสันติวงศ์ ²

วันที่รับ 13 เมษายน 2565 วันที่แก้ไข 25 กรกฎาคม 2565 วันที่ตอบรับ 25 กรกฎาคม 2565

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างการประยุกต์ใช้เครื่องมือด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในการจัดการความรู้ในองค์กร ปัจจุบันหน่วยงานภาครัฐและเอกชนได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว ความถูกต้อง ประหยัดเวลา และสามารถเชื่อมโยงสารสนเทศระหว่างแผนกหรือระหว่างหน่วยงานทั้งหน่วยงานภายในและภายนอกที่อยู่ห่างไกลกัน เทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทและมีความสำคัญอย่างมากต่อการจัดการความรู้ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สนับสนุน อำนวยความสะดวกในกระบวนการจัดการความรู้ให้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว ทั้งยังช่วยให้องค์กรสามารถจัดเก็บองค์ความรู้ที่องค์กรสั่งสมมาในรูปแบบต่าง ๆ ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ที่เกิดขึ้น ส่งผลให้หน่วยงานภาครัฐและเอกชนได้รับผลกระทบในการบริหารองค์กร ซึ่งในปัจจุบันเครื่องมือทางด้านสารสนเทศมีส่วนช่วยให้กระบวนการจัดการความรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีสารสนเทศในด้านโปรแกรมต่าง ๆ ดังนั้น คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จึงได้กำหนดให้มีการแบ่งปันและใช้ความรู้ในองค์กร โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในองค์กรเพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการดำเนินงานขององค์กรและให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : เทคโนโลยีสารสนเทศ, กระบวนการจัดการความรู้, การแบ่งปันความรู้

¹ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, มหาวิทยาลัยพะเยา

² ส่วนบริหารองค์ความรู้, สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

* ผู้แต่ง, อีเมล: kolanya.ta@up.ac.th

Application of information technology as a tool for knowledge sharing and knowledge management in organizations

Kolanya Taya ^{1*} and Phimraphas Ngamsantivongsa ²

Received 13 April 2022, Revised 25 July 2022, Accepted 25 July 2022

Abstract

This article aims to strengthen the application of information technology as a tool for knowledge management in organizations. Currently, public and private organizations use information technology extensively to manage their operations. This is to provide convenience, speed, accuracy, time saving, and the ability to link inter-department or inter-organization information, both internal and external organizations that are a long distance. As a supporting tool, information technology plays a key role in knowledge management since it facilitates the efficient and rapid implementation of knowledge management processes. It also allows the organization to store the knowledge accumulated by the organization in various forms. A coronavirus disease epidemic has occurred, affecting both private and government organizations. Currently, information technology tools assist in improving knowledge management processes, especially information technology in various programs; consequently, School of Information and Communication Technology, University of Phayao has been set to share and use knowledge in the organization by applying information technology to provide flexibility in the operation of the organization and to achieve work efficiency.

Keywords : Information technology, Knowledge management process, Knowledge transfer

¹ School of Information and Communication Technology, University of Phayao

² Knowledge Management Division, Defence Technology Institute

* Corresponding author, E-mail: kolanya.ta@up.ac.th

1. บทนำ

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ (สำนักงาน ก.พ.ร.) และสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ [1] ได้ระบุไว้ว่า กระบวนการในการจัดการความรู้นั้น มี 7 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การบ่งชี้ความรู้ 2) การสร้างและแสวงหาความรู้ 3) การจัดความรู้ให้เป็นระบบ 4) การประมวลและกลั่นกรองความรู้ 5) การเข้าถึงความรู้ 6) การแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ และ 7) การเรียนรู้ โดยในขั้นที่ 6 และขั้นที่ 7 เห็นควรมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้เป็นสำคัญ เพราะระบบเทคโนโลยีสารสนเทศมีความสำคัญต่อการจัดการความรู้ขององค์กร ซึ่งปัจจุบันมีหน่วยงาน องค์กร และสถาบันต่างๆ มีการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารหลากหลายรูปแบบเป็นเครื่องมือในการแบ่งปันและการจัดการความรู้ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะอยู่ในรูปแบบเว็บไซต์ ซึ่งผู้จัดทำจะต้องมีความรู้และความเชี่ยวชาญในการจัดทำเว็บไซต์ การเขียนโปรแกรมและการใช้คอมพิวเตอร์อย่างลึกซึ้งในการพัฒนาเว็บไซต์ จึงเป็นข้อจำกัดของหน่วยงานหรือองค์กรขนาดเล็ก ซึ่งไม่มีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้เพียงพอและไม่มียกงบประมาณในการจ้างผู้เชี่ยวชาญมาจัดทำเว็บไซต์เพื่อจัดการความรู้ขององค์กรได้ จึงทำให้การจัดการความรู้ขององค์กรขนาดเล็กเป็นไปอย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ [2]

เทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทและมีความสำคัญอย่างมากต่อการจัดการความรู้ เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่สนับสนุน อำนวยความสะดวกในกระบวนการจัดการความรู้ ตั้งแต่การสร้าง การจัดเก็บ การแบ่งความรู้ ให้สามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว ทั้งยังช่วยให้องค์กรสามารถจัดเก็บองค์ความรู้ที่องค์กรสั่งสมมาในรูปแบบต่างๆ เช่น จากเอกสารสำคัญ จาก

บุคคลที่มีความรู้ความชำนาญ จากการวิจัยและพัฒนา เป็นต้น การนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในกระบวนการจัดการความรู้ยังช่วยกระตุ้นให้คนในองค์กรเกิดการเรียนรู้ร่วมกันมากยิ่งขึ้น เนื่องจากเกิดความสะดวกในการเข้าถึงความรู้ได้ทุกเวลาและสถานที่ และมีแหล่งข้อมูลรองรับในเรื่องที่สนใจ การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสามารถส่งผลกระทบต่อทั้งเชิงบวกและเชิงลบต่อการดำเนินการขององค์กร เชิงบวกที่สำคัญ คือ ทำให้เกิดความรู้คล่องตัวในการทำงาน งานสำนักงานมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ส่วนเชิงลบ คือ ทำให้เกิดการใช้ประโยชน์ในเรื่องข้อมูลข่าวสารในทางที่ผิดกฎหมาย จึงจำเป็นต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ และเลือกใช้เทคโนโลยีสารสนเทศที่เอื้อต่อการปฏิบัติงานของบุคคลและองค์กร ให้เกิดการเรียนรู้ พัฒนาสมรรถนะและสามารถปรับตัวภายใต้สภาพแวดล้อมได้อย่างมีความสุขและยั่งยืนตลอดไป [3]

คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมหาวิทยาลัยพะเยา ได้กำหนดนโยบายและทิศทางการดำเนินงานของคณะฯ เพื่อขับเคลื่อนวิสัยทัศน์ของมหาวิทยาลัยที่สอดคล้องกับประเทศ ทั้งด้านการพัฒนาและการศึกษามุ่งเน้นที่จะผลิตบุคลากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่มีคุณภาพและได้รับมาตรฐานเป็นที่ยอมรับในระดับสากล [4] สามารถเรียนรู้ที่จะพัฒนาตนเองได้ตลอดชีวิต มีคุณธรรมและจริยธรรมในการดำรงชีวิตในสังคม พร้อมทั้งส่งเสริมและสนับสนุนให้เกิดการพัฒนาด้านงานวิจัยและนวัตกรรม การนำเทคโนโลยีด้านดิจิทัลไปใช้เพื่อให้เป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม และเพื่อเป็นรากฐานในการดำรงชีวิตในยุคดิจิทัลแห่งศตวรรษที่ 21 เป็นที่ยอมรับทั้งในระดับชุมชนและนานาชาติ ด้วยยุทธศาสตร์ในการพัฒนา “ICT NEXT” ที่พร้อมจะนำพาคณะฯ เติบโตกับบริบทความท้าทายของ

การจัดการศึกษาในยุคปัจจุบันและในอนาคต และ ได้กำหนดปรัชญาไว้ว่า “เทคโนโลยีสารสนเทศ สร้างองค์ความรู้ สร้างสานชีวิตสู่สากล” [5]-[6] ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัส โควโรนา 2019 (COVID-19) ที่เกิดขึ้น ส่งผลให้คณะฯ ได้รับผลกระทบตามไปด้วย ซึ่งบุคลากรภายในคณะฯ ต้องมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการทำงานจากเดิม ที่เป็นการทำงานในคณะฯ ไปเป็นทำงานที่บ้าน ของตนเอง เพื่อหลีกเลี่ยงการแออัดและป้องกันการแพร่ระบาดของเชื้อโรค จากผลกระทบดังกล่าว ทำให้คณะฯ เกิดปัญหาหลาย ๆ ด้านตามมา เช่น การเข้าถึงข้อมูลที่สำคัญและจำเป็นอย่างยากลำบาก บุคลากรเกิดความรู้สึกละเลยจากองค์กรและ เพื่อนร่วมงาน สิ่งรบกวนจากที่บ้าน เป็นต้น

ดังนั้น คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา จึงได้กำหนดให้มีการแบ่งปันและใช้ความรู้ภายในองค์กร โดยได้มีการนำความรู้ของบุคลากรที่ได้รับมาแบ่งปันและ ก่อให้เกิดการเรียนรู้ร่วมกัน ดังแสดงในรูปที่ 1 อีกทั้งยังมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ใน องค์กรเพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการดำเนินงาน ขององค์กรและให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพ



รูปที่ 1 การแบ่งปันและใช้ความรู้ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

2. ความหมายการจัดการความรู้

เป็นวิธีการหรือกระบวนการที่จะช่วยให้มีการสร้าง รวบรวม จัดระบบ เผยแพร่ ถ่ายโอน แลกเปลี่ยนความรู้ที่มีอยู่ในองค์กรเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ทั้งต่อบุคคลและองค์กร โดยสามารถใช้ระบบสารสนเทศเป็นเครื่องมือช่วยให้การจัดการความรู้เกิดได้ง่ายและสะดวกขึ้น อันจะส่งผลให้การปฏิบัติงานของคนในองค์กรมีคุณภาพและประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

น.พ.วิจารณ์ พานิช ได้ให้ความหมายของคำว่า “การจัดการความรู้” ดังนี้ สำหรับนักปฏิบัติ การจัดการความรู้คือ เครื่องมือเพื่อการบรรลุเป้าหมายอย่างน้อย 4 ประการ ไปพร้อม ๆ กัน ได้แก่ 1. บรรลุเป้าหมายของงาน 2. บรรลุเป้าหมายการพัฒนาคน 3. บรรลุเป้าหมายการพัฒนาองค์กรไปเป็นองค์กรเรียนรู้ และ 4. บรรลุความเป็นชุมชน เป็นหมู่คณะ ความเอื้ออาทรระหว่างกันในที่ทำงาน [7] การรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่ในองค์กร กระจัดกระจายอยู่ในตัวบุคคลหรือเอกสาร มาพัฒนาให้เป็นระบบ เพื่อให้ทุกคนในองค์กรสามารถเข้าถึงความรู้และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ รวมทั้งปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันจะส่งผลให้องค์กรมีความสามารถแข่งขันสูงสุด

สำนักงาน ก.พ.ร. และสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ [8] ได้ให้ความหมายของการจัดการความรู้ คือ การรวบรวมองค์ความรู้ที่มีอยู่ในองค์กร ซึ่งกระจัดกระจายอยู่ในตัวบุคคลหรือเอกสาร มาพัฒนาให้เป็นระบบ เพื่อให้ทุกคนในองค์กรสามารถเข้าถึงความรู้และพัฒนาตนเองให้เป็นผู้รู้ รวมทั้งปฏิบัติงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อันส่งผลให้องค์กรมีความสามารถในเชิงแข่งขันสูงสุด

ปณิตา พันภัย [9] ให้ความหมายของการจัดการความรู้ว่า หมายถึง กระบวนการอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับการประมวลผลสารสนเทศความคิด การกระทำ

ตลอดจนประสบการณ์ของบุคคลเพื่อสร้างความรู้หรือนวัตกรรม และจัดเก็บในลักษณะของแหล่งข้อมูลที่สามารถเข้าถึงได้โดยอาศัยช่องทางต่าง ๆ ที่องค์กรการจัดเตรียมไว้ เพื่อนำความรู้ที่มีอยู่ไปประยุกต์ในการปฏิบัติงาน ซึ่งก่อให้เกิดการแบ่งปันและถ่ายโอนความรู้และในที่สุดความรู้ที่มีอยู่ก็จะแพร่กระจายและไหลเวียนทั่วทั้งองค์กรอย่างสมดุล เพื่อเพิ่มความสามารถในการพัฒนาผลผลิตและองค์กร ด้วยเหตุนี้แนวคิดเรื่องการจัดการความรู้ (Knowledge Management) จึงถูกนำมาใช้ในหน่วยงานราชการแทบทุกแห่ง เพื่อให้สามารถพัฒนา แข่งขัน และดำรงองค์กรให้อยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพในยุคปัจจุบัน [10]

3. ความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศ

เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) หรือ ไอที คือ การนำเอาเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้กับสารสนเทศ ทำให้สารสนเทศมีประโยชน์และใช้งานได้กว้างขวางมากขึ้น เช่น การรวบรวมข้อมูล การจัดเก็บอย่างมีระบบ การค้นหาข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว [11] มีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการดำเนินชีวิตในยุคปัจจุบัน ซึ่งเป็นยุคที่เทคโนโลยีทำให้มนุษย์ก้าวสู่สังคมดิจิทัลอย่างเต็มรูปแบบ ด้วยวิถีชีวิตที่พึ่งพาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สื่อสารเพื่อเข้าถึงอินเทอร์เน็ต การเรียนรู้ในปัจจุบันใช้ช่องทางการเรียนผ่านทางออนไลน์มากขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเรียนรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีสารสนเทศให้เข้าใจอย่างถูกต้อง มีผู้รู้หลายท่านให้คำจำกัดความของเทคโนโลยีสารสนเทศไว้ดังนี้

พจนานุกรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ [12] ระบุว่า เทคโนโลยีสารสนเทศ คือ เทคโนโลยีของการจัดการข้อมูลและประมวลผลข้อมูล เศรษฐชัย ชัยสนิท [13] อธิบายว่า เทคโนโลยีสารสนเทศ คือ ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดวิธีการใหม่ ๆ ในการจัดเก็บความรู้ การส่งผ่าน และการสื่อสารสารสนเทศ การเข้าถึงข้อมูลสารสนเทศ รวมไปถึงการสร้างอุตสาหกรรมสารสนเทศ ความต้องการสารสนเทศ และการจัดการสารสนเทศให้มีประสิทธิภาพ

สุพรรณายางทอง [14] อธิบายว่า เทคโนโลยีสารสนเทศ คือ การประยุกต์เอาความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์มาจัดการสารสนเทศที่ต้องการ โดยอาศัยเครื่องมือทางเทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น เทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีด้านเครือข่ายโทรคมนาคม และการสื่อสาร ตลอดจนอาศัยความรู้ในกระบวนการดำเนินงานสารสนเทศในขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่การแสวงหา การวิเคราะห์ การจัดเก็บ รวมถึงการจัดการเผยแพร่และแลกเปลี่ยนสารสนเทศด้วย เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความถูกต้อง แม่นยำ และความรวดเร็วทันต่อการนำมาใช้ประโยชน์

สุกิจา พงษ์สุวรรณ [15] ได้นิยามความหมายของเทคโนโลยีสารสนเทศว่า หมายถึง เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการจัดหา การจัดเก็บประมวลผล และเผยแพร่สารสนเทศ ซึ่งในปัจจุบันหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน ได้นำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้กันอย่างกว้างขวาง งานประยุกต์ที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การสร้างระบบสารสนเทศแบบต่าง ๆ มีการนำเครื่องมือและอุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ ระบบการสื่อสารโทรคมนาคมไปใช้ในหน่วยงานหรือธุรกิจต่าง ๆ มุ่งไปที่การคิดค้นอย่างสะดวก รวดเร็ว รวมถึงการจัดทำรายงาน ตลอดจนการจัดทำผลลัพธ์

ของข้อมูลให้สามารถค้นหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากความหมายดังกล่าวข้างต้น สรุปได้ว่า “เทคโนโลยีสารสนเทศ” คือ เทคโนโลยีที่ใช้ในการรวบรวม จัดเก็บ ประมวลผล สืบค้น และนำเสนอสารสนเทศในรูปแบบต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีคมนาคม และเทคโนโลยีอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เทคโนโลยีสารสนเทศจัดเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับระบบสารสนเทศและการจัดการความรู้

4. เทคโนโลยีสารสนเทศกับการจัดการความรู้

การจัดการความรู้เป็นกระบวนการไม่ใช่เทคโนโลยี แต่เทคโนโลยีสารสนเทศกลับถูกคาดหวังว่าเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยให้การจัดการความรู้ประสบความสำเร็จ กล่าวคือ เป็นเครื่องมือที่องค์กรใช้ในการจัดการความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยช่วยให้องค์กรสามารถจัดหา จัดเก็บ และใช้ความรู้ได้อย่างสะดวก รวดเร็ว โดยเฉพาะช่วยขจัดอุปสรรคด้านระยะทางและเวลาในการเผยแพร่ความรู้ เทคโนโลยีสารสนเทศที่เกี่ยวข้องและมีบทบาทในการจัดการความรู้ ประกอบด้วย เทคโนโลยีการจัดเก็บ (Storage Technology) เทคโนโลยีการสื่อสาร (Communication Technology) เทคโนโลยีสนับสนุนการทำงานร่วมกัน (Collaboration Technology) สังคมเครือข่าย (Social Networking) [14], [15] ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 เทคโนโลยีการจัดเก็บ (Storage Technology)

ในการจัดการความรู้ องค์กรต้องกำหนด สิ่งสำคัญที่จะจัดเก็บไว้เป็นองค์ความรู้ ควรคำนึงถึง

โครงสร้างการจัดเก็บความรู้ ควรเป็นระบบที่สามารถ ค้นหาและส่งมอบได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว ทันเวลา และเหมาะสมกับความต้องการ เทคโนโลยีที่ช่วยในการจัดเก็บและจัดการความรู้ต่าง ๆ เช่น ระบบดาต้าแวร์เฮาส์ (Data warehouse) ระบบดาต้าไมนิ่ง (Data mining) เป็นต้น

4.2 เทคโนโลยีการสื่อสาร (Communication Technology)

ช่วยให้บุคลากรสามารถเข้าถึงความรู้ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น สะดวกขึ้น รวมทั้งสามารถติดต่อสื่อสารกับผู้เชี่ยวชาญในสาขาต่าง ๆ ค้นหาข้อมูลสารสนเทศ และความรู้ที่ต้องการได้ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หรืออินเทอร์เน็ตได้

4.3 เทคโนโลยีสนับสนุนการทำงานร่วมกัน (Collaboration Technology)

เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้สามารถประสานการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขจัดอุปสรรคในเรื่องระยะทาง เช่น กรุปแวร์ (Groupware) การประชุมระยะไกล (Video Conferencing) เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าเทคโนโลยีสารสนเทศที่นำมาใช้ในการจัดการความรู้ นั้น ประกอบด้วยเทคโนโลยีที่สามารถครอบคลุมกระบวนการต่าง ๆ ในการจัดการความรู้ให้ได้มากที่สุดเท่าที่เป็นไปได้ เช่น มีระบบฐานข้อมูลและระบบการสื่อสารที่ช่วยในการสร้างความรู้ ค้นหา แลกเปลี่ยน และจัดเก็บความรู้ นอกจากนี้ยังมีเทคโนโลยีสารสนเทศอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องในการจัดการความรู้ ดังแสดงในตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ตัวอย่างเทคโนโลยีที่ใช้ในการจัดการความรู้ของ Bollinger และ Smith [18]

Tool Category	Tool
Technology	- Investment in information technology (IT)
Hardware technology	- Networks - Intranet
Software and database tools	- Knowledge-based systems (KBS) - Collaborative hypermedia for documentation of discussions - Learned lessons databases - Data warehouses - Databases for classification, codification, and categorization of information - Storage of e-mail threads to create a repository of best practices - Corporate memory databases also known as knowledge archives - Corporate yellow pages such as the Deere & Co. "People who know" project - Employee home pages on an intranet
Collaboration tools	- Electronic meeting systems - Video-conferencing - GroupWare - Electronic bulletin boards
Intelligent tools	- Decision support tools using neural networks - Virtual reality - Genetic algorithms - Intelligent agent - Internet search engines - Knowledge mapping

4.4 สังคมเครือข่าย (Social Networking)

ปัจจุบันเครื่องมือด้านเทคโนโลยีได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและมีการปรับเปลี่ยนพัฒนาตามพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปของผู้บริโภคปัจจุบัน ระบบสังคมเครือข่ายบนโลกออนไลน์กำลังเป็นที่นิยมอย่างสูง เนื่องจากเป็นการพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ตที่ตอบสนองตรงต่อความต้องการของผู้บริโภค Social Networking โดยส่วนมากจะปรากฏให้เห็นในลักษณะของการ

นำมาใช้เพื่อดำเนินงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ โดยมีตัวบุคคลหรือหน่วยงานต่าง ๆ ร่วมกันเป็นเครือข่ายเพื่อให้สามารถใช้ทรัพยากรร่วมกัน แลกเปลี่ยนแบ่งปันทรัพยากร ข้อมูลข่าวสาร ฯลฯ ด้วยลักษณะสำคัญ คือ การมีปฏิสัมพันธ์ของคนในระบบเครือข่าย จึงไม่ใช่เรื่องแปลกนักที่เมื่อมีปริมาณจำนวนคนในเครือข่ายจำนวนมากจะนำไปสู่การสร้างความปลอดภัยที่สำคัญ ๆ ให้เกิดขึ้นในสังคมจริงได้

5. การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการความรู้

ปัจจุบันหลายหน่วยงานได้นำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความสะดวกรวดเร็ว ความถูกต้อง และประหยัดเวลาดังนั้น คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมหาวิทยาลัยพะเยา จึงได้กำหนดให้มีการแบ่งปันและใช้ความรู้ในองค์กร โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในองค์กรเพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการดำเนินงานขององค์กรและให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) จากการทำงานที่บ้านหรือ Work From Home (WFH) อาจทำให้บุคลากรภายในคณะฯ รู้สึกถึงระบบการทำงานที่ไม่ราบรื่นและทำให้ไม่อยากพัฒนาตัวเองให้ก้าวหน้าในการทำงาน คณะฯ จึงประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในองค์กรเพื่อให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นดังนี้



5.1 มีการรายงานตัวในแต่ละวันทำงานอย่างสม่ำเสมอ

คณะฯ มีการจัดหาเทคโนโลยีใหม่ๆ ใช้เป็นช่องทางในการสื่อสารและพูดคุยกัน ซึ่งจะพูดคุยเรื่องการทำงานที่บ้านของแต่ละคนว่าในแต่ละวันทำงานอะไร มีปัญหาหรือติดขัดอะไรในการทำงานที่บ้านบ้าง หากบุคลากรท่านใดมีปัญหา คณะฯ จะหาแนวทางปรับแก้ปัญหานั้นๆ โดยได้นำโปรแกรม Microsoft Teams มาประยุกต์ใช้ในการทำงานของแต่ละวัน ให้บุคลากรทำการแลกเปลี่ยนและแบ่งปันข้อมูลงานที่ทำไว้ในโปรแกรม Microsoft Teams ผู้บริหารหรือหัวหน้างานสามารถเข้ามาตรวจสอบและตรวจงานของบุคลากรได้ และยังสามารถรายงานผลการปฏิบัติงานของแต่ละวันแทนการลงลายมือชื่อในกระดาษ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งผลจากการดำเนินงานพบว่าบุคลากรสามารถเข้าร่วมประชุมและแลกเปลี่ยนผ่านโปรแกรม Microsoft Teams ได้ครบทุกคน และการใช้ช่องทางการติดต่อสื่อสารนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและช่วยลดช่องว่างของการทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี

รูปที่ 2 บันทึกรายงานตัว เข้า-ออก การปฏิบัติงาน WFH

5.2 มีเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในการแบ่งปันความรู้และใช้ความรู้ในองค์กร

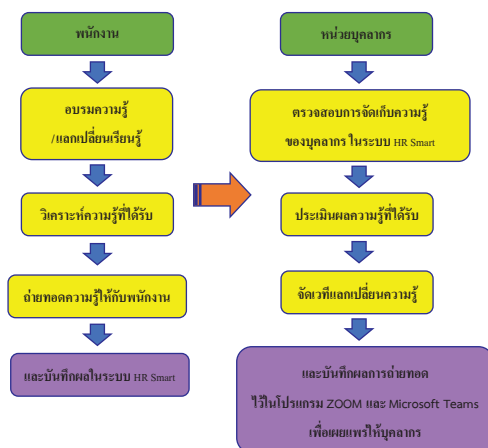
คณะฯ มีการเพิ่มประสิทธิภาพการอบรม และการฝึกอบรม การมีส่วนร่วม และการทำงาน ร่วมทีมของบุคลากร โดยผ่านช่องทางโปรแกรม ZOOM Cloud Meetings และโปรแกรม Microsoft Teams ดังแสดงในรูปที่ 3 ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกัน ระหว่างวิทยากร ผู้บริหาร และบุคลากรทุกคน ในการแบ่งปันความรู้กับบุคลากรภายในคณะได้ ในทุกสถานที่ทุกเวลา โดยเป็นอีกช่องทางที่ทำให้ บุคลากรภายในคณะฯ รู้สึกได้ถึงความใกล้ชิด เกิดความรู้เพิ่มมากขึ้น และมีความสามัคคีกลมเกลียว ภายในคณะฯ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี สารสนเทศเป็นสื่อกลางในการแบ่งปันความรู้และ ใช้ความรู้ร่วมกันในองค์กร แทนการอบรมหรือ การทำงานแบบในห้องอบรมหรือสำนักงาน ซึ่งผล จากการดำเนินงานพบว่า บุคลากรมีส่วนร่วมในการ แบ่งปันความรู้ระหว่างกันเพิ่มมากขึ้น มีความกล้า ในการแสดงความคิดเห็น พร้อมรับฟังการแลกเปลี่ยน ความรู้และประสบการณ์จากผู้อื่น ช่วยลดข้อจำกัด ในเรื่องเวลาและสถานที่ทำงานภายใต้สภาวะการระบาดของ โรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ได้



รูปที่ 3 โปรแกรม Microsoft Teams และโปรแกรม ZOOM Cloud Meetings

5.3 มีการจัดเก็บข้อมูลการอบรมความรู้การเผยแพร่ความรู้ เพื่อใช้ความรู้ในองค์กร

นอกจากคณะฯ จะมีการฝึกอบรม การมี ส่วนร่วม และการทำงานร่วมทีมของบุคลากร โดย ผ่านช่องทางโปรแกรม ZOOM Cloud Meetings และโปรแกรม Microsoft Teams ยังมีการจัดเก็บ ข้อมูลและการเผยแพร่ความรู้ในโปรแกรม เพื่อให้ บุคลากรในองค์กรสามารถนำไปศึกษาหรือหาความรู้ เพิ่มเติมได้ตลอดเวลาในทุกสถานที่ ซึ่งเป็นการประยุกต์ ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศเป็นสื่อกลางในการแบ่งปัน ความรู้และใช้ความรู้ร่วมกันในองค์กร แทนการอบรม หรือการทำงานแบบในห้องอบรมหรือสำนักงาน เช่นเดียวกัน ซึ่งผลจากการดำเนินงานพบว่า ข้อมูล การอบรมความรู้ถูกจัดเก็บอย่างเป็นระบบและ ถูกนำมาเผยแพร่มากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 4 ทำให้องค์กรความรู้ที่ฝังอยู่ในตัวคน (Tacit Knowledge) ถูก แปรเปลี่ยนเป็นความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) ที่กระจายทั่วทั้งองค์กร ทั้งนี้เพื่อการนำคณะฯ เข้าสู่ องค์กรแห่งการเรียนรู้ (Learning Organization) ในอนาคต



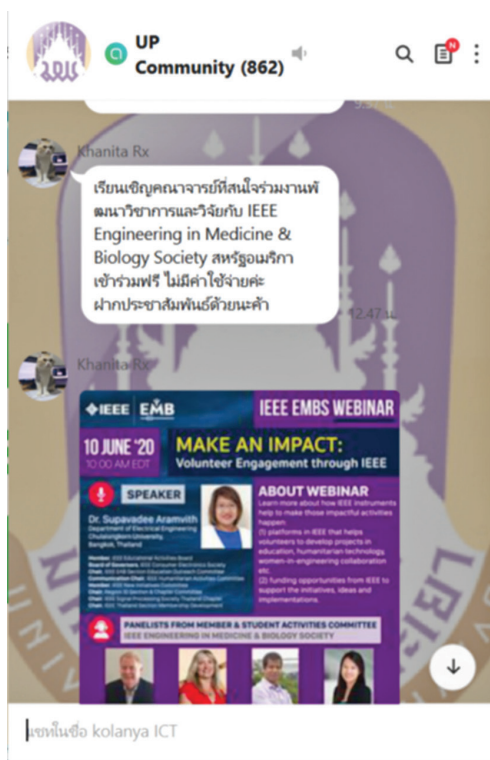
รูปที่ 4 แสดงกระบวนการจัดเก็บและการเผยแพร่ความรู้ ในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา

5.4 มีการประชาสัมพันธ์ช่องทางการอบรมออนไลน์

คณะฯ มีการประชาสัมพันธ์ข่าวสารต่าง ๆ ผ่านช่องทางการสื่อสารของคณะฯ คือ แอปพลิเคชัน Line และกล่องข้อความในเฟซบุ๊ก ดังแสดงในรูปที่ 5 ที่สามารถแจ้งข้อมูลข่าวสารให้บุคลากรได้รับทราบ ในช่วงสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) การอบรมเพิ่มทักษะความรู้ของบุคลากรจะเป็นไปได้ยากลำบาก หลาย ๆ องค์กรหันมาจัดการอบรมออนไลน์ ซึ่งหากบุคลากรในคณะฯ เข้าร่วมอบรมออนไลน์จะเป็นการพัฒนาและเพิ่มทักษะความรู้ใหม่ ๆ ให้กับบุคลากรได้อย่างต่อเนื่อง แม้อยู่ในช่วงสถานการณ์ที่ย่ำแย่เช่นนี้ได้ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศแทนการประชาสัมพันธ์ผ่านสื่อแผ่นพับหรือใบปลิวที่เป็นกระดาษ ซึ่งผลจากการดำเนินงานพบว่าทำให้บุคลากรของคณะฯ สามารถเปิดรับรูปแบบการรับฟังข่าวสารใหม่ ๆ ได้ พร้อมทั้งก้าวทันการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบสื่อออนไลน์มากขึ้นในอนาคต และนำมาปรับใช้กับการทำงานในหน้าที่ที่รับผิดชอบได้

สรุปในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเข้ามาใช้ในการจัดการความรู้ในองค์กรให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ก่อให้เกิดการแบ่งปันและถ่ายโอนความรู้ที่สะดวกรวดเร็ว เข้าถึงได้ง่าย ความรู้ที่มีอยู่ในองค์กรก็จะแพร่กระจายและไหลเวียนทั่วทั้งองค์กรอย่างสมดุล เพื่อเพิ่มความสามารถในการพัฒนาผลผลิตและองค์กร

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้นทั้งหมดแล้ว คณะฯ ได้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในองค์กร เพื่อให้เกิดความคล่องตัวในการดำเนินงานขององค์กร และให้เกิดการทำงานที่มีประสิทธิภาพ อีกทั้งคณะผู้บริหาร บุคลากรทุกระดับชั้น ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดการความรู้ จึงเป็นปัจจัยหลักของการมุ่งไปสู่ความสำเร็จในแบ่งปันความรู้และการเผยแพร่ความรู้ จะช่วยลดอุปสรรคในการ



รูปที่ 5 การประชาสัมพันธ์ข่าวสารผ่านแอปพลิเคชัน Line

แลกเปลี่ยน เรียนรู้ ส่งเสริมให้การทำงานในองค์กรเป็นไปด้วยความสะดวก รวดเร็ว อีกทั้งจะช่วยให้เกิดการแพร่กระจายและส่งถ่ายข้อมูลทั้งที่เป็นแบบที่ฝังอยู่ในตัวคน (Tacit Knowledge) และความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) ได้ทั่วทั้งองค์กร โดยผ่านโปรแกรม ZOOM Cloud Meetings และโปรแกรม Microsoft Teams เช่นเดียวกัน

6. บทสรุป

ปัจจุบันการจัดการความรู้มีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับองค์กร สิ่งหนึ่งที่ยอมรับคือ เทคโนโลยีเป็นทางออกในการแก้ปัญหาหรืออุปสรรคในการจัดการความรู้ที่เห็นผลอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทคโนโลยีสารสนเทศ

ในด้านโปรแกรมต่าง ๆ เช่น โปรแกรม ZOOM Cloud Meetings และโปรแกรม Microsoft Teams ทั้งนี้เพราะเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือในการสนับสนุนการดำเนินการจัดการความรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดอุปสรรคด้านระยะทาง และมีระบบการทำงานเป็นกลุ่ม รวมทั้งเทคโนโลยียังสามารถช่วยในการจัดเก็บ ดูแลปรับปรุงสารสนเทศและความรู้ต่าง ๆ (Knowledge storage and maintenance) ช่วยอำนวยความสะดวกเป็นอย่างมากในช่วงจากสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ที่ช่วยให้การแบ่งปัน แสวงหาความรู้ การกระจายความรู้ การใช้ความรู้ ในองค์กร การถ่ายทอดความรู้ สามารถดำเนินการได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพ สะดวกในทุกสถานที่ ทุกเวลา องค์กรต่าง ๆ จึงไม่สามารถหลีกเลี่ยงในการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ได้ ดังเช่น คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา ได้มีการนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ในการแบ่งปันความรู้และใช้ความรู้ในองค์กร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการดำเนินงานในองค์กรมากยิ่งขึ้น พบว่า บุคลากรสามารถเข้าร่วมประชุมและแลกเปลี่ยนผ่านโปรแกรม Microsoft Teams ได้ครบทุกคน และการใช้ช่องทางการติดต่อสื่อสารนี้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานและช่วยลดช่องว่างของการทำงานร่วมกันได้เป็นอย่างดี

ด้านการมีส่วนร่วมในการแบ่งปันความรู้ระหว่างกันมีเพิ่มมากขึ้น มีความกล้าในการแสดงความคิดเห็น พร้อมรับฟังการแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์จากผู้อื่น ช่วยลดข้อจำกัดในเรื่องเวลาและสถานที่ทำงานภายใต้สภาวะสถานการณ์การแพร่ระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ได้ นอกจากนี้ที่กล่าวมาข้างต้น คณะฯ ยังมีการประยุกต์เทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้ในองค์กรเพื่อแบ่งปันความรู้ในเรื่องการพัฒนากระบวนการ

บริหารและการปฏิบัติงาน การเปลี่ยนแปลงโดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาจัดการความรู้ในองค์กรจะช่วยลดอุปสรรคในการแลกเปลี่ยน เรียนรู้ ส่งเสริมให้การทำงานในองค์กรเป็นไปด้วยความสะดวก รวดเร็ว อีกทั้งจะช่วยให้เกิดการแพร่กระจายและส่งถ่ายข้อมูลทั้งแบบที่ฝังอยู่ในตัวคน (Tacit Knowledge) และความรู้ชัดแจ้ง (Explicit Knowledge) ได้ทั่วทั้งองค์กร ซึ่งผ่านช่องทางโปรแกรม ZOOM Cloud Meetings และโปรแกรม Microsoft Teams เช่นเดียวกัน

นับได้ว่าเทคโนโลยีเป็นเครื่องมือสนับสนุนและเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการจัดการความรู้ แต่เทคโนโลยีเป็นเพียงเครื่องมือที่ทำให้การจัดการความรู้ง่ายขึ้นเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ในการนำเทคโนโลยีมาเป็นเครื่องมือในการจัดการความรู้ มีประโยชน์ในแง่ความรวดเร็วและสะดวกในการใช้งาน สิ่งสำคัญขององค์กรที่นำเทคโนโลยีมาใช้ ต้องมีความเข้าใจและสามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีให้เหมาะสมกับกิจกรรมการจัดการความรู้ของแต่ละองค์กร

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ และสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, “คู่มือการจัดทำแผนการจัดการความรู้,” กรุงเทพฯ: สำนักงาน ก.พ.ร.: กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร, 2548.

[2] สุชาติ จันทรวงศ์, วรชัย เยาวภาณี, บุญมาก ศิริเนาวกุล, วีระชัย คอนจจอหอ, “การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศคุณภาพจัดการความรู้ด้วยเว็บล็อก,” วารสารวิชาการราชภัฏตะวันตก, ปีที่ 8, ฉบับที่ 1, หน้า 71-86. 2556.

[3] คณะครุศาสตร์มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา. “รูปแบบการจัดการความรู้โดยใช้เทคโนโลยี

สารสนเทศ.” <http://edu.yru.ac.th/knowledge/page/48/รูปแบบการจัดการความรู้โดยใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ.html> (เข้าถึงเมื่อ มี.ค. 24, 2565).

[4] คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. “แผนยุทธศาสตร์เพื่อการพัฒนา คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยาปีงบประมาณ พ.ศ. 2564-2570.” <http://www.ict.up.ac.th> (เข้าถึงเมื่อ พ.ค. 25, 2563).

[5] เว็บไซต์ของคณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. <http://www.ict.up.ac.th> (เข้าถึงเมื่อ พ.ค. 26, 2563).

[6] คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร มหาวิทยาลัยพะเยา, “รายงานประจำปี 2562 (อิเล็กทรอนิกส์),” มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา, ประเทศไทย, <http://www.ict.up.ac.th> (เข้าถึงเมื่อ มี.ค. 24, 2565).

[7] วิจารย์ พานิช, “การจัดการความรู้กับการบริหารราชการไทย,” กรุงเทพฯ: สถาบันส่งเสริมการจัดการความรู้เพื่อสังคม, 2548.

[8] สำนักงาน ก.พ.ร. และสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, “การจัดการความรู้จากทฤษฎีสู่การปฏิบัติ,” กรุงเทพฯ, 2548.

[9] ปณิดา พันภัย, “การบริหารความรู้ (Knowledge Management): แนวคิดและกรณีศึกษา,” เอกสารวิจัยภาคีข้าราชการศาสตราจารย์ คณะรัฐศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

[10] สำนักพัฒนาสังคมและคุณภาพชีวิต. “ร่างการพัฒนาทุนทางสังคมเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืน.” http://www.nesdb.go.th/econSocial/naturalResource/attachment/04_3.doc (เข้าถึงเมื่อ มี.ค. 24, 2565).

[11] สุภัตรา ทรัพย์อุปการ. “มารู้จัก ระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (MIS) ให้มากขึ้น กันดีกว่า.” <https://www.scimath.org/article-technology/item/10477-mis> (เข้าถึงเมื่อ มี.ค. 25, 2565).

[12] ฝ่ายตำราวิชาการคอมพิวเตอร์, “พจนานุกรมคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ,” กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2557.

[13] เศรษฐชัย ชัยสนิท, “เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการอาชีพ,” กรุงเทพฯ : โสภณการพิมพ์, 2558.

[14] สุพรรณษา ยวงทอง, “ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ,” กรุงเทพฯ : บริษัท พิมพ์ดี จำกัด, 2557.

[15] สุกิจจา พงษ์สุวรรณ, “การยอมรับของบุคลากรที่มีต่อการพัฒนาสถานบันการศึกษาไปสู่คณะอิเล็กทรอนิกส์: กรณีศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน,” ปริญาศิลปศาสตรมหาบัณฑิต ศศ.ม. (รัฐศาสตร์) กรุงเทพฯ : บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2547.

[16] สมชาย นำประเสริฐชัย. “เทคโนโลยีกับการจัดการความรู้.” http://www.vet.cmu.ac.th/KM/document/Tech_KM.pdf. (เข้าถึงเมื่อ มี.ค. 24, 2565).

[17] Aj.Khem. “การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการจัดการความรู้.” <http://ajkhem.blogspot.com/2016/04/blog-post.html> (เข้าถึงเมื่อ มี.ค. 25, 2565).

[18] Bollinger, S.A. and Smith, D.R., “Managing organizational knowledge as a strategic asset,” Journal of Knowledge Management, 2001, Vol. 5, No. 1, pp.8-18.

บทบาทของเทคโนโลยีสารสนเทศ ในการจัดการความรู้สำหรับโครงการศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน

รสริน ศิริรักษ์^{1*} และ พิมพรัศ งามสันติวงศ์²

วันที่รับ 17 เมษายน 2565 วันที่แก้ไข 3 สิงหาคม 2565 วันที่ตอบรับ 9 สิงหาคม 2565

บทคัดย่อ

ปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทและเป็นส่วนสนับสนุนสำคัญในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันเป็นอย่างมากเมื่อเข้าสู่สังคมยุคดิจิทัล ทำให้การติดต่อสื่อสารมีความสะดวกรวดเร็วมากขึ้น นำมาสู่การพัฒนาทางการศึกษาตอบสนองการให้บริการแก่ประชาชน สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) เป็นหน่วยงานในสังกัดกระทรวงศึกษาธิการ มีหน้าที่รับผิดชอบกำกับดูแลการศึกษาด้านอาชีวศึกษาหรือการศึกษาด้านสายอาชีพ เป็นองค์กรผลิตและพัฒนากำลังคนที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานสากลด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศ จึงมีการดำเนินโครงการที่เข้าถึงประชาชนด้วยการให้บริการศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน โดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาประยุกต์ใช้ในการจัดการความรู้โครงการเพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการมากยิ่งขึ้นเพื่อประสิทธิภาพที่นำไปสู่ประสิทธิผลในการดำเนินงานที่มีคุณภาพ

คำสำคัญ : เทคโนโลยีสารสนเทศ, ศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน, ยุคดิจิทัล, การจัดการความรู้

¹ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร, มหาวิทยาลัยพะเยา

² ส่วนบริหารองค์ความรู้ (Knowledge Management Division - TKM), สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

* ผู้แต่ง, อีเมล: Rosrinpr2557@gmail.com

Information technology's role in knowledge management for Fix It Center project

Rosrin Siriruk ^{1*} and Phimraphas Ngamsantivongsa ²

Received 17 April 2022, Revised 3 August 2022, Accepted 9 August 2022

Abstract

Nowadays, information technology has played a significant role and is an important support in daily life activities as it enters the digital society. Communications have become more convenient and faster, allowing education to improve as a result. Under the Ministry of Education, the Office of Vocational Education Commission (OVEC) oversees vocational education and produces and develops skilled manpower with international standards and modern technology, which is an important force in the development of the country. Therefore, the Fix it center is using information technology to provide service to the community using information technology to facilitate service providers and users more efficiently and improve quality.

Keywords : Information technology, Fix It Center, Digital society, Knowledge management

¹ School of Information and Communication Technology, University of Phayao

² Knowledge Management Division - TKM, Defence Technology Institute

* Corresponding author, E-mail: Rosrinpr2557@gmail.com

1. บทนำ

ปัจจุบันสภาพแวดล้อมขององค์การอยู่ในยุคที่เรียกว่า โลกาภิวัตน์ (Globalization) ที่มีสภาวะทางสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว รุนแรง และต่อเนื่อง อันเป็นผลมาจากความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคม และส่งผลต่อการบริหารองค์การในหลายมิติ [1] เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญอย่างกว้างขวางต่อการพัฒนาสังคมและประเทศชาติ โดยเฉพาะทางด้านการศึกษา เทคโนโลยีสารสนเทศนับเป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่นำสมัยมีผลต่อการดำรงชีวิตของประชาชน เพราะเป็นกุญแจสำคัญที่นำไปสู่การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ให้มีคุณภาพตามความต้องการของประเทศ นอกจากนี้ยังช่วยในการแสวงหาความรู้ สามารถใช้เป็นเวทีในการแลกเปลี่ยนประสบการณ์แก่กัน การจัดการศึกษาที่น่าสู่โลกในอนาคต รวมถึงการเรียนการสอนที่มีการนำเทคโนโลยีมาใช้อเพื่ออำนวยความสะดวก ทำให้

การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้สังคมเปลี่ยนจากสังคมอุตสาหกรรมมาเป็นสังคมสารสนเทศ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องเตรียมความพร้อมในการพัฒนาผู้เรียนยุคใหม่เพื่อก้าวเข้าสู่สังคมโลกยุคดิจิทัล (Digital Native) ที่มีความท้าทายของเทคโนโลยีที่เปลี่ยนไปอย่างรวดเร็ว [2]

กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมได้นำยุทธศาสตร์กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม ปี พ.ศ. 2563 - 2567 มาเป็นกรอบแนวทางในการจัดทำเป็นแผนปฏิบัติการ 5 ปี เพื่อใช้เป็นแนวทางการปฏิบัติงานของหน่วยงานในสังกัดกระทรวง และร่วมกันขับเคลื่อนแผนยุทธศาสตร์กระทรวงไปสู่การปฏิบัติให้เกิดผลเป็นรูปธรรม มุ่งเน้นการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในระยะยาวอย่างยั่งยืน ให้สอดคล้องกับการจัดทำยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาดิจิทัลของประเทศไทย ตามวิสัยทัศน์และแนวทางการพัฒนาตามภูมิทัศน์ดิจิทัล 4 ระยะ [3] ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภูมิทัศน์ดิจิทัลของประเทศไทย 4 ระยะ [3]

เพื่อขับเคลื่อนการพัฒนาดิจิทัลของประเทศไทยตามวิสัยทัศน์และแนวทางการพัฒนาตามภูมิทัศน์ดิจิทัลของประเทศไทย 4 ระยะ แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม จึงได้กำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาไว้ 6 ยุทธศาสตร์ ที่ส่งเสริม

ซึ่งกันและกัน โดยแต่ละยุทธศาสตร์มีการกำหนดเป้าหมายระยะ 5 ปี มีการกำหนดเป้าหมายเพื่อให้สามารถติดตามและประเมินความก้าวหน้าได้อย่างชัดเจน และมีแผนงานเพื่อดำเนินการตามยุทธศาสตร์ [4] ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ยุทธศาสตร์การพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม [4]

แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม เป็นเครื่องมือสนับสนุนในการพัฒนาประเทศของรัฐบาล โดยเป็นแม่บทด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารของประเทศ เพื่อเป็นกรอบแนวทางการดำเนินการตามนโยบายเศรษฐกิจและสังคมดิจิทัลของรัฐบาลให้เกิดการนำเทคโนโลยีที่ทันสมัย และหลากหลายมาเปลี่ยนเป็นวิธีการดำเนินธุรกิจ การดำเนินชีวิตของประชาชน และการดำเนินงานของภาครัฐ ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความมั่นคงทางเศรษฐกิจที่แข่งขันได้ในเวทีโลก และความมั่นคงทางสังคมของประเทศ

แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม มีวิสัยทัศน์ในการปฏิรูปประเทศไทยสู่ Digital Thailand โดยมีเป้าหมายเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันทางเศรษฐกิจของประเทศ ด้วยการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีดิจิทัลเป็นเครื่องมือหลักในการสร้างสรรค์นวัตกรรมการผลิต การบริการ สร้างโอกาสทางสังคมอย่างเท่าเทียมด้วยข้อมูลข่าวสารและบริการต่าง ๆ ผ่านสื่อดิจิทัล เพื่อยกระดับคุณภาพชีวิตของประชาชน เตรียมความพร้อมให้บุคลากรทุกกลุ่มมีความรู้และทักษะที่เหมาะสมต่อการดำเนินชีวิต และการประกอบอาชีพในยุคดิจิทัล รวมถึงปฏิรูปกระบวนการทำงานและการให้บริการของภาครัฐ ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลและการใช้ประโยชน์จากข้อมูลเพื่อให้เกิดการปฏิบัติงานที่โปร่งใส มีประสิทธิภาพ และประสิทธิผล

2. ความสำคัญของเทคโนโลยีสารสนเทศ

เทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology: IT) คือ การประยุกต์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์เพื่อนำมาจัดการสารสนเทศที่ต้องการ โดยอาศัยเทคโนโลยีสมัยใหม่ อาทิเช่น เทคโนโลยี

ด้านคอมพิวเตอร์ และเทคโนโลยีด้านเครือข่าย โทรคมนาคมและการสื่อสาร และอาศัยความรู้ กระบวนการดำเนินงานสารสนเทศตั้งแต่ขั้นตอน การแสวงหา การวิเคราะห์ การจัดเก็บ ตลอดจนถึงการเผยแพร่สารสนเทศและแลกเปลี่ยนสารสนเทศ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพ ความถูกต้อง ความแม่นยำ และความรวดเร็วต่อการนำมาใช้ ประโยชน์ [5]

ในปัจจุบันเทคโนโลยีสารสนเทศมีการเปลี่ยนแปลงอย่างมาก เมื่อเข้าสู่ยุคสังคมดิจิทัลที่มีการติดต่อสื่อสารกันด้วยความรวดเร็วและซับซ้อน ตลอดจนมีการแข่งขันที่รุนแรง ทำให้เทคโนโลยีสารสนเทศไม่ได้เป็นเพียงเครื่องมือสนับสนุนในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ให้สะดวกและรวดเร็วขึ้นเท่านั้น แต่ได้กลายเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตประจำวันของมนุษย์ มีความสำคัญ และเกี่ยวข้องกับคนทุกระดับ ทั้งในระดับประเทศ ระดับองค์กร หรือระดับบุคคล ดังนี้

ระดับประเทศ ตามนโยบายเศรษฐกิจ และสังคมดิจิทัลของรัฐบาลให้มีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศที่ทันสมัยและหลากหลายมาเปลี่ยนแปลงวิธีการดำเนินชีวิตของประชาชน ซึ่งจะส่งผลให้ประชาชนมีความรอบรู้ สามารถพัฒนา และใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีสารสนเทศได้อย่างรู้เท่าทัน มีโอกาสในการสร้างรายได้และมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

ระดับองค์กร ในยุคของสังคมดิจิทัลที่ทำให้สามารถทำงานได้ทุกสถานที่และทุกเวลาตลอด 24 ชั่วโมง ทั้งองค์กรภาครัฐและเอกชนต้องพบกับข้อมูลจำนวนมากมหาศาล ดังนั้น ความสามารถในการทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความเข้าใจ เครือข่ายสังคมออนไลน์ การบริการซ่อมบำรุง เครื่องมืออุปกรณ์ผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน

และการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างชาญฉลาด การดำเนินงานในองค์กรจึงต้องมีเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการปฏิบัติงานที่รวดเร็ว ช่วยเพิ่มผลผลิต ลดต้นทุน ใช้เป็นกลยุทธ์เพื่อการแข่งขัน สร้างความพึงพอใจกับลูกค้าหรือกลุ่มเป้าหมาย และเกิดประสิทธิภาพในการดำเนินงาน

ระดับบุคคล สำหรับคนทั่วไปเทคโนโลยีสารสนเทศช่วยให้เข้าถึงข้อมูลข่าวสาร สามารถพัฒนาตนเองให้เป็นคนที่ฉลาดรู้เท่าทันสื่อเท่าทันโลก และยังเป็นเครื่องมือในการสร้างศักยภาพของบุคคล ช่วยยกระดับคนไปสู่สังคมแห่งการเรียนรู้

นอกจากนี้ เทคโนโลยีสารสนเทศยังมีความสำคัญและเกี่ยวข้องกับคนทุกระดับ ไม่ว่าจะเป็นนักเรียน นักศึกษา ข้าราชการ ผู้ประกอบการ ผู้บริหาร นักธุรกิจ หรือบุคคลทั่วไป ดังนั้น ในฐานะนักเรียน นักศึกษา จึงจำเป็นต้องมีทักษะในการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการแสวงหาความรู้อย่างถูกวิธี สามารถนำองค์ความรู้ที่มีอยู่มาบูรณาการเชิงสร้างสรรค์เพื่อพัฒนานวัตกรรมต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์และสามารถตอบสนองความต้องการของสังคม

3. การดำเนินการจัดการความรู้

เทคโนโลยีสารสนเทศมีบทบาทต่อการจัดการความรู้เป็นอย่างมาก จึงควรต้องคำนึงไว้เสมอว่า ข้อมูลสารสนเทศ (Information) ไม่ใช่ความรู้ กล่าวคือ ข้อมูล (Data) หมายถึงข้อมูลดิบที่ยังไม่มีการแปลความหมาย สารสนเทศ (Information) เป็นข้อมูลที่ผ่านกระบวนการเรียบเรียงตีความวิเคราะห์ และให้ความหมายแล้ว ความรู้ (Knowledge) คือ สิ่งที่ได้จากกระบวนการที่มนุษย์รับข้อมูลผ่านกระบวนการคิด เปรียบเทียบ [6] เชื่อมโยง จนเกิด

เป็นความเข้าใจและนำไปใช้ ส่วนความรู้ขั้นสูงสุดคือ ปัญญา (Wisdom) เป็นความรู้ที่สะสมหรือฝังอยู่ในตัวบุคคล

การเลือกวิธีการจัดการความรู้ได้อย่างเหมาะสม สิ่งที่ต้องคำนึงอย่างยิ่ง คือ วิธีการที่ใช้กับองค์กรหนึ่งอาจจะไม่ได้ผลดีกับอีกองค์กรหนึ่ง เพื่อให้การจัดการความรู้ประสบผลสำเร็จ องค์กรนั้น ๆ ควรเริ่มทดลองปฏิบัติจริงและปรับเปลี่ยนวิธีการจนกว่าจะได้แนวทางที่เหมาะสมและได้ผลดีที่สุด โดยในปี 2549 เมื่อสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติวางระบบเรื่องนี้ให้สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ (ก.พ.ร.) ทำให้ส่วนราชการมีการจัดการความรู้ตามขั้นตอนที่เป็นระบบ โดยเริ่มจาก 1) การบ่งชี้ความรู้ 2) การสร้างและแสวงหาความรู้ 3) การจัดความรู้ให้เป็นระบบ 4) การประมวลและกลั่นกรองความรู้ 5) การเข้าถึงความรู้ 6) การแบ่งปันแลกเปลี่ยนความรู้ และ 7) การเรียนรู้ โดยในขั้นที่ 6 และขั้นที่ 7 ควรมีการนำเทคโนโลยีสารสนเทศมาประยุกต์ใช้ที่สำคัญ [7]

4. โครงการศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน (Fix it Center)

สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) [8] เป็นองค์กรผลิตและพัฒนากำลังคนที่มีคุณภาพและได้มาตรฐานสากล ด้วยเทคโนโลยีที่ทันสมัย เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของประเทศตามเป้าหมายยุทธศาสตร์ชาติ มีพันธกิจในการจัดและส่งเสริมและพัฒนาการอาชีวศึกษา และการอบรมวิชาชีพให้มีคุณภาพและได้มาตรฐาน มุ่งตอบสนองต่อความต้องการของประเทศ ยกระดับคุณภาพและมาตรฐานกำลังคนสายอาชีพสู่สากล ขยายโอกาสทางการศึกษาสายอาชีพให้ทั่วถึง เป็นแกนกลางในการจัดอาชีวศึกษาและอบรมวิชาชีพ

ระดับฝีมือ เทคนิค และเทคโนโลยีของประเทศ สร้างเครือข่ายความร่วมมือให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วม ในการพัฒนาการจัดการอาชีวศึกษาและการฝึก อบรมวิชาชีพ วิจัย สร้างนวัตกรรม จัดการองค์ความรู้ เพื่อการพัฒนาอาชีพและคุณภาพชีวิตของประชาชน และเป็นหนึ่งในโครงการที่ได้นำเอาเทคโนโลยีมา ปรับใช้ในการดำเนินงาน ทำให้สถานศึกษาสังกัด สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาหรือการเรียน สายอาชีพเป็นที่รู้จักนอกเหนือจากการเรียนการสอน ที่มุ่งเน้นในการลงมือปฏิบัติ และอีกหนึ่งภารกิจหลัก ที่วันนี้เหล่าผู้เรียนและผู้สอนต่างมีความภาคภูมิใจ เป็นอย่างยิ่งที่ได้มีโอกาสเข้าถึงชุมชนโดยการนำ ทักษะความรู้ วิชาชีพทางด้านต่าง ๆ ไปเผยแพร่ ถ่ายทอดสร้างองค์ความรู้ให้แก่คนในชุมชนให้มี วิธีการดำเนินชีวิตที่ดีขึ้นผ่านโครงการที่เรียกว่า “ศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน” Fix it Center

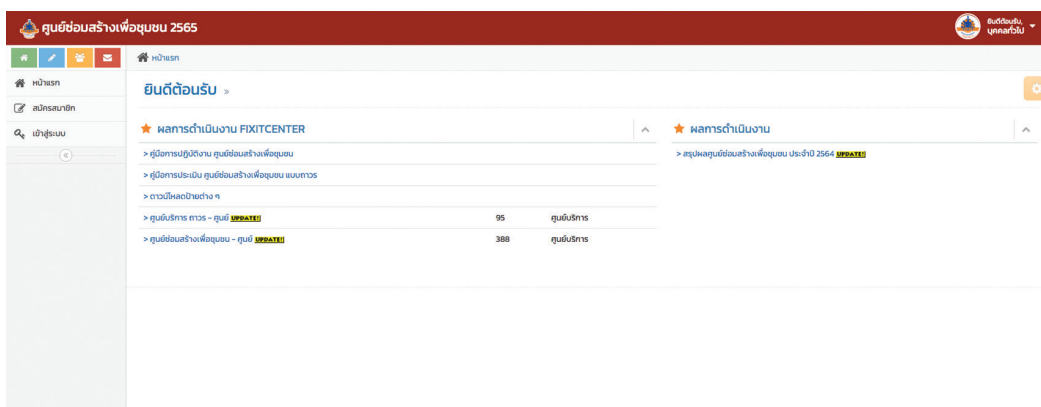
โครงการ “ศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน” Fix it Center ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2548 ตามนโยบาย เร่งด่วนของรัฐบาลในการขยายบทบาทศูนย์ซ่อมสร้าง เพื่อชุมชน Fix it Center และสถาบันอาชีวศึกษา เพื่อให้คำแนะนำถ่ายทอดความรู้แก่ประชาชนให้รู้ วิธีการใช้ การดูแลรักษา และพัฒนาทักษะช่างชุมชน ให้สามารถซ่อมบำรุงเครื่องมืออุปกรณ์การประกอบ อาชีพและเครื่องใช้ในครัวเรือน ตลอดจนสร้างเครือข่าย ความร่วมมือระหว่างสถานศึกษากับชุมชนในการ ถ่ายทอดความรู้และพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน เพื่อ สร้างมูลค่าและมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เพื่อให้เกิด ประโยชน์ต่อทุกภาคส่วนอย่างแท้จริง และโครงการ มีศักยภาพในการดำเนินการให้บรรลุตามเป้าหมาย อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลการดำเนินงาน อย่างต่อเนื่องและยั่งยืน สำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาจึงได้จัดทำโครงการพัฒนารูปแบบ และยกระดับคุณภาพศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน

โดยมี (1) กิจกรรมบริการซ่อม (Repair) เครื่องมือ เครื่องจักรกลการเกษตร ยานพาหนะ เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องใช้ในครัวเรือน และอื่น ๆ ให้คำแนะนำวิธีการใช้ การดูแลรักษา (2) กิจกรรมบริการสร้าง (Build) อาชีพใหม่หรือต่อยอดอาชีพ (3) กิจกรรมบริการพัฒนา (Top Up) ผลิตภัณฑ์ชุมชน [9] นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและชุมชน ในการสร้างเครือข่าย ถ่ายทอดความรู้ พัฒนาคุณภาพ อนามัยพื้นฐาน และพัฒนาผลิตภัณฑ์ชุมชน เพื่อ สร้างมูลค่าเพิ่มและเสริมสร้างมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ชุมชน โดยมอบหมายให้สำนักงานคณะกรรมการ การอาชีวศึกษาเป็นหน่วยงานหลักรับผิดชอบและ ส่งมอบไปยังสถานศึกษาในสังกัด 400 กว่าแห่ง ทั่วประเทศ ดำเนินการลงพื้นที่และสนับสนุนให้มีการก่อตั้งศูนย์บริการศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชนแบบ ถาวรในแต่ละจังหวัด และมอบหมายให้สถานศึกษา นั้น ๆ เป็นผู้ดูแลภายใต้วัตถุประสงค์ของการดำเนินงาน ตามโครงการ ในการให้คำแนะนำ ถ่ายทอดความรู้ แก่ประชาชน ให้รู้วิธีการใช้ การดูแลรักษา และพัฒนา ทักษะช่างชุมชนให้สามารถซ่อมบำรุงเครื่องมือ อุปกรณ์การประกอบอาชีพและเครื่องใช้ในครัวเรือน เพื่อลดรายจ่ายโดยการยืดอายุการใช้งานของเครื่องมือ อุปกรณ์การประกอบอาชีพ และเครื่องใช้ในครัวเรือน ยกระดับฝีมือช่างชุมชน พัฒนาทักษะอาชีพการซ่อม บำรุง และเสริมสร้างประสบการณ์ด้านการบริหาร จัดการแก่ช่างชุมชน ส่งเสริมการรวมกลุ่มช่างชุมชน ในการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ผ่านเครือข่ายความร่วมมือ กับองค์กรบริหารส่วนตำบล และพัฒนาศูนย์ซ่อมสร้าง เพื่อชุมชนให้เกิดความยั่งยืน เพิ่มประสิทธิภาพและ ความเชื่อมั่นให้กับนักเรียน นักศึกษาอาชีวศึกษา ในการออกไปปฏิบัติงานในชุมชน สร้างแหล่ง ปฏิบัติงานจริง รวมทั้งการพัฒนาทักษะแก่นักศึกษา ให้มีความสามารถ มีประสบการณ์ มีสมรรถนะและ

ความร่วมมือ สร้างช่องทางในการประกอบอาชีพอิสระ ให้ประชาชนได้รับความรู้เรื่องการบำรุงรักษา การซ่อมบำรุงเบื้องต้น และการยืดอายุการใช้งาน เครื่องมือ เครื่องจักรในการประกอบอาชีพ และ อุปกรณ์การดำรงชีวิตประจำวัน ช่างชุมชนได้รับการพัฒนาและยกระดับโดยการเพิ่มทักษะจากการฝึกปฏิบัติจริงกับทีมช่างซ่อมประจำศูนย์ซ่อมสร้าง เพื่อชุมชนในการให้บริการซ่อมแซม บำรุงรักษา เครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบอาชีพและ เครื่องใช้ในครัวเรือนของชุมชนอย่างยั่งยืน จึงทำให้ สถานศึกษาต่าง ๆ ดำเนินโครงการดังกล่าวตั้งแต่นั้น เป็นต้นมา โดยกำหนดเป็นรอบการดำเนินการ ลงพื้นที่ให้บริการแก่พี่น้องประชาชนในเขตพื้นที่ ของสถานศึกษาทุกปีการศึกษา ด้วยระยะเวลา การดำเนินงานที่ผ่านมา โครงการ Fix it Center เป็น หนึ่งโครงการที่สร้างภาพลักษณ์ให้แก่ผู้เรียนทางด้าน สายอาชีพเป็นอย่างมาก เนื่องจากผลการปฏิบัติงาน สามารถทำให้ประชาชนในชุมชนได้รับผลประโยชน์ อย่างแท้จริง ประกอบกับเป็นการฝึกทักษะ ประสพการณ์ให้แก่ผู้เรียนเป็นอย่างมาก ส่งเสริมให้ ผู้เรียนทางด้านสายอาชีพมีจิตอาสาบริการ

อย่างไรก็ตาม จากการปฏิบัติงานกันอย่าง จริงจังก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์จากการปฏิบัติงานที่เป็น

รูปธรรม จึงทำให้สถานศึกษาและสำนักงาน คณะกรรมการการอาชีวศึกษามีข้อมูล ผล จำนวน สถิติ การดำเนินโครงการอยู่จำนวนมาก โดยสรุป ผลโครงการดำเนินงานต่าง ๆ จะถูกส่งไปจัดเก็บไว้ที่ ส่วนกลางสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา ในรูปแบบเอกสารและไฟล์เฉพาะของสถานศึกษา ทำให้การจัดเก็บและสืบค้นข้อมูลไม่เป็นระบบ อีกทั้ง ยังมีข้อจำกัดในการค้นหาวิธีการแก้ปัญหา เทคนิค หรือวิธีดำเนินงานของชุมชนที่มีความแตกต่างกัน ซึ่งยังขาดการแชร์ประสบการณ์การดำเนินการให้กับ สถานศึกษาในสังกัดเดียวกันในการนำไปปรับใช้ ในการแก้ปัญหากรณีชุมชนตัวอย่าง เป็นต้น ดังนั้น ส่วนกลางสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา จึงได้นำเอาเทคโนโลยีเข้ามาจัดการและแก้ปัญหา ดังกล่าว เพื่อเป็นการแลกเปลี่ยนองค์ความรู้ ประสพการณ์ ระหว่างสถานศึกษาด้วยกัน การส่งผล การดำเนินงานแบบเรียลไทม์ ลดการดำเนินงาน ที่มีความซับซ้อนและหลากหลายขั้นตอน ประหยัด ทรัพยากร โดยการจัดทำเว็บไซต์ที่เป็นของโครงการ Fix it Center โดยตรง สามารถจัดเก็บรวบรวม และถ่ายทอดข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 เว็บไซต์หลักโครงการ Fix it Center [10]

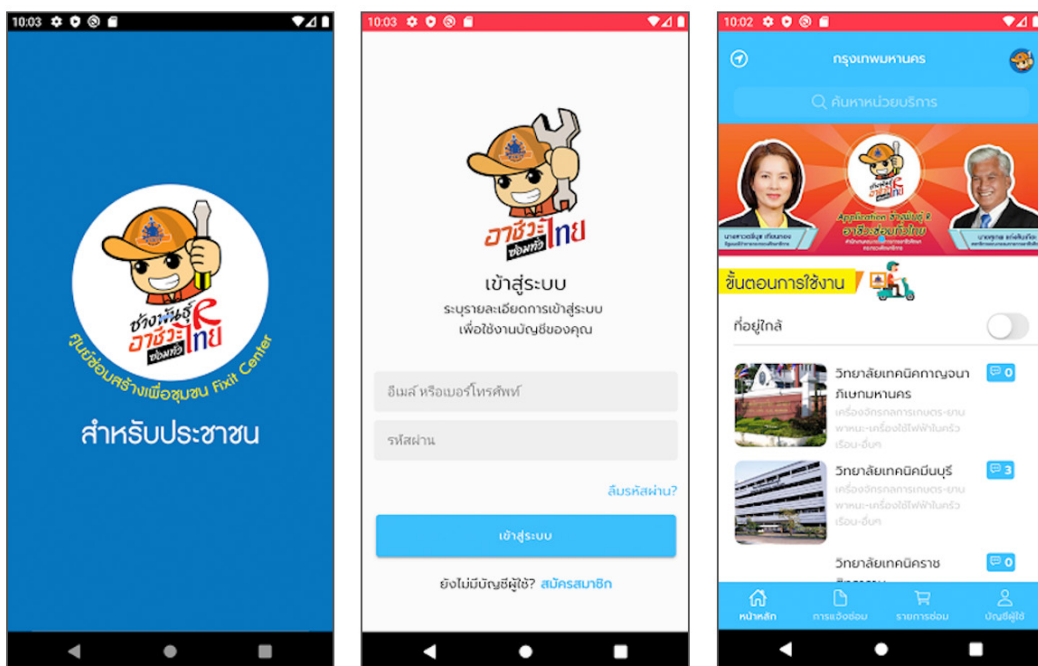
การระบุที่ตั้งของจุดบริการ ซึ่งทำให้สถานศึกษาสามารถดำเนินงานได้ง่ายขึ้นเมื่อปฏิบัติหน้าที่แล้วเสร็จในแต่ละวันที่ตั้งปฏิบัติหน้าที่ หรือแม้แต่การกรอกข้อมูลประชาชนที่มาใช้บริการ เมื่อมีประชาชนมาใช้บริการข้อมูลก็จะถูกกรอกและนำไปจัดเก็บไว้ที่ส่วนกลางในรูปแบบออนไลน์ ซึ่งส่วนกลางมีหน้าที่ในการจัดเก็บแยกข้อมูลเหล่านั้น ซึ่งสามารถประมวลผลสรุปทำให้สถานศึกษาสามารถนำผลที่ได้จากระบบมาประกอบและสรุปผลการดำเนินงานได้ในทันที ทำให้ผู้บริหารสามารถนำผลการดำเนินงานมาพิจารณาในการปรับปรุงการให้บริการ เข้าใจปัญหาความต้องการของชุมชนมากขึ้น

จากการดำเนินการที่เป็นรูปธรรม ปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการจึงมีนโยบายในการยกระดับมาตรฐานศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน Fix it Center แบบถาวรขึ้นและให้ทันสมัยได้มาตรฐานสอดคล้องกับแผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมที่มีวิสัยทัศน์ในการปฏิรูปประเทศไทยสู่ Digital Thailand ให้ประเทศไทยก้าวเข้าสู่ยุคไทยแลนด์ 4.0 โดยการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาช่วยในการดำเนินงานให้ประชาชนเข้าถึงการบริการได้อย่างรวดเร็ว โดยมอบหมายให้สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษาจัดทำแอปพลิเคชัน “ช่างพันธุ์ R อาชีวะซ่อมทั่วไทย” เพื่อให้ประชาชนได้เข้าถึงบริการ ซ่อม-สร้าง กับ “ช่างพันธุ์ R อาชีวะซ่อมทั่วไทย” จิตอาสา ผ่านการลงทะเบียนและนัดหมายจากแอปพลิเคชัน ซึ่งมีขั้นตอนการเข้าใช้งานได้ง่าย เพียงแค่ประชาชนผู้ให้บริการดาวน์โหลดแอปพลิเคชัน “ช่างพันธุ์ R อาชีวะซ่อมทั่วไทย” กรอกข้อมูลแจ้งซ่อม เมื่อศูนย์ได้รับทราบข้อมูลแล้วก็จะส่งทีมช่างออกไปให้บริการภายในเขตพื้นที่จุดให้บริการ เมื่อทีมช่างให้บริการเสร็จเรียบร้อยก็รายงานผลกลับมาศูนย์ถาวร และ

ทำการสรุปผลการดำเนินงานต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4 สำหรับแอปพลิเคชัน “ช่างพันธุ์ R อาชีวะซ่อมทั่วไทย” เปิดตัวเมื่อต้นเดือนมีนาคม 2563 [11] และได้ดำเนินการเป็นโครงการความร่วมมือระหว่างสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) และสำนักงานส่งเสริมการศึกษานอกระบบและการศึกษาตามอัธยาศัย (กศน.) ดังแสดงในรูปที่ 5 เพื่อให้การบริการสามารถเข้าถึงประชาชนได้มากขึ้นและทีมงานการให้บริการที่เพียงพอแก่ความต้องการ โดยได้มีการนำร่องสถานศึกษาในเขตกรุงเทพและปริมณฑล และเขตพื้นที่ในจังหวัดใหญ่ ๆ ประจำภูมิภาค ซึ่งผลการตอบรับเป็นที่น่าพอใจอย่างยิ่ง



รูปที่ 4 การประชาสัมพันธ์คู่มือการใช้งาน แอปพลิเคชัน “ช่างพันธุ์ R อาชีวะซ่อมทั่วไทย” [12]



รูปที่ 5 แอปพลิเคชัน “ช่างพันธุ์ R อาชีวะซ่อมทั่วไทย” [12]

ทั้งนี้ ในส่วนของแอปพลิเคชันยังต้องนำผลของการทดลองสถานศึกษาและเขตพื้นที่ให้บริการดังกล่าวมาพัฒนาปรับปรุง เพื่อให้การดำเนินการบริการมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นการพัฒนาปรับปรุงการดำเนินงานโครงการของศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน โดยการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ให้บริการและผู้ใช้บริการมากยิ่งขึ้น เพื่อประสิทธิภาพที่นำไปสู่ประสิทธิภาพในการดำเนินงานที่มีคุณภาพ

5. บทสรุป

บทบาทของเทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อการจัดการความรู้ที่เหมาะสม คือ กลยุทธ์ที่สำคัญในการแข่งขันทางธุรกิจขององค์กรสมัยใหม่ เห็นได้ว่า

เทคโนโลยีสารสนเทศได้เข้ามามีบทบาทอย่างมากในการศึกษา การเรียนรู้ของผู้คนในสังคม เทคโนโลยีสารสนเทศมีส่วนทำให้วิถีชีวิตของผู้คนเปลี่ยนไปในทิศทางที่ดีขึ้นเมื่อถูกนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ โครงการศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน Fix it Center เป็นเพียงหนึ่งโครงการในสังคมที่ได้นำเอาเทคโนโลยีมาปรับประยุกต์ใช้โดยการจัดทำเว็บไซต์ fixitcenter.vec.go.th การออกแบบแอปพลิเคชัน “ช่างพันธุ์ R อาชีวะซ่อมทั่วไทย” เพื่อให้ประชาชนเข้าถึงบริการที่จะช่วยลดภาระค่าใช้จ่าย เพิ่มทักษะองค์ความรู้ทางด้านวิชาชีพ และทำให้สถานศึกษาในสังกัดสามารถดำเนินงานได้ง่าย สะดวก และมีระบบมากยิ่งขึ้น การดำเนินโครงการทำให้ประชาชนที่เข้าร่วมโครงการมีความพึงพอใจในการได้รับผลประโยชน์

โดยตรงทันทีจากการเข้าร่วมโครงการ ช่างชุมชน ได้รับการพัฒนาและยกระดับโดยการเพิ่มทักษะจากการฝึกปฏิบัติจริงกับทีมช่างซ่อมประจำศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชนในการให้บริการซ่อมแซม บำรุงรักษา เครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ในการประกอบ อาชีพและเครื่องใช้ในครัวเรือน [13]-[14] อีกทั้ง การแบ่งปันประสบการณ์การถ่ายทอดองค์ความรู้ ทางด้านวิชาชีพต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพและก่อให้เกิด ประสิทธิภาพในการดำเนินงานแก่สถานศึกษาในสังกัด ร่วมกัน จึงทำให้โครงการศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน Fix it Center ประสบความสำเร็จและเป็นที่ยอมรับ ของประชาชน ส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดีต่อการเรียน สายอาชีพมากขึ้น ควรค่าแก่การรักษาคุณภาพ การให้บริการ การพัฒนาให้โครงการคงอยู่นั่นคงถาวร สามารถเป็นแบบอย่างและถอดบทเรียนการเรียนรู้ จากการนำเทคโนโลยีมาพัฒนาประยุกต์ใช้ให้เกิด ประโยชน์ในการดำเนินงานให้ประสบความสำเร็จได้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] วิโรจน์ ก่อสกุล, “เอกสารประกอบการบรรยายกระบวนการเรียนรู้แบบบูรณาการทางรัฐประศาสนศาสตร์,” กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยรามคำแหง, โครงการรัฐประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต, 2561.

[2] สายฝน สียาห์, “บทบาทเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารที่ส่งเสริมการเรียนรู้,” วารสารมนุษยสังคมปริทัศน์ (มสป.), ปีที่ 21, ฉบับที่ 2, หน้า 248-275, กรกฎาคม - ธันวาคม, 2562.

[3] สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, “นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม

(พ.ศ. 2561 - 2580),” กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, 2561.

[4] กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, “แผนปฏิบัติการ 5 ปี พ.ศ. 2563 - 2567 กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม,” กรุงเทพฯ: กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม, 2563.

[5] คณาจารย์คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา, เอกสารประกอบการบรรยาย 88510159 ก้าวทันสังคมดิจิทัลด้วยไอซีที (Moving Forward in a Digital Society with ICT) บทที่ 2 ไอซีทีคืออะไร, คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยบูรพา, https://www.informatics.buu.ac.th/88510159/chapters/chapter_2.pdf (เข้าถึงเมื่อ เม.ย. 14, 2565).

[6] M. Marquardt, “Building the Learning Organization,” New York :MxFeW – Hill, 1996, 12.

[7] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนา าระบบราชการ และสถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ, “คู่มือการจัดทำแผนการจัดการความรู้,” กรุงเทพฯ: สำนักงาน ก.พ.ร.: กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร, 2548.

[8] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, “หน่วยงานภาครัฐ: สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา,” สำนักงานพัฒนารัฐบาลดิจิทัล (องค์การมหาชน) (สพร.), <https://www.egov.go.th/th/government-agency/522/> (เข้าถึงเมื่อ เม.ย. 14, 2565).

[9] สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา, “คู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงาน ศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน FIX IT CENTER THIALAND 4.0,” กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ, 2560.

[10] ศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน Fix it Center Thailand 4.0 สำนักความร่วมมือ, http://61.19.75.200/fixit60bk/filecenter.php?action=showallfile&fil_status=%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AD%E0%B8%B7%E0%B9%88%E0%B8%99%20%E0%B9%86& (เข้าถึงเมื่อ เม.ย. 4, 2565).

[11] มติชนออนไลน์, “เปิดตัวแอปพ์ ‘ช่างพันธุ์ R’ ดัน ‘อาชีวะ’ ฝึกอาชีพปชช.,” https://www.matichon.co.th/education/news_2039555 (เข้าถึงเมื่อ เม.ย. 15, 2565).

[12] AppFixit100, “คู่มือการใช้งานแอปพลิเคชัน ช่างพันธุ์ R อาชีวะซ่อมทั่วไทย,” <https://sites.google.com/bcbat.ac.th/appfixit100/%E0%B8%AB%E0%B8%99%E0%B8%B2%E0%B9%81%E0%B8%A3%E0%B8%81> (เข้าถึงเมื่อ เม.ย. 15, 2565).

[13] สุวรรณ บรรจง, “การประเมินโครงการเกษตรตามหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงในโรงเรียนบ้านกอกวิทยาการ โดย CIPP MODEL,” วิทยานิพนธ์ ค.ม. (วิจัยและประเมินผลการศึกษา), มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, มหาสารคาม, 2558.

[14] แคชริยา ศรีวงษา, จุฑามาส ศรีจันทงค์, และ ภัทรพร เกษสัง, “การประเมินโครงการพัฒนารูปแบบและยกระดับคุณภาพศูนย์ซ่อมสร้างเพื่อชุมชน (Fix It Center Thailand 4.0) ของวิทยาลัยอาชีวศึกษาเลย,” วารสารวิชาการวิทยาลัยสันตพล, ปีที่ 6, ฉบับที่ 1, 103-112, มกราคม - มิถุนายน, 2563.

Analyzing Geoffrey Till's Post Modern Navy Enabler of Defence Industry: An Assessment of Leading Naval Industries in ASEAN

Bodin Suntud

Received 21 February 2022, Revised 5 July 2022, Accepted 26 July 2022

Abstract

This article has three primary objectives. First, it attempts to revisit the analytical framework of Modern Navy and Post-Modern Navy offered by Geoffrey Till, the author of *Seapower: A Guide for the Twenty-First Century*. Second, it focuses on the enablers of defence industry, especially the naval components, of Malaysia, Singapore, and Indonesia. These regional navies are worth studying not only because nearby naval industries are growing rapidly, but also the Strait of Malacca on which they currently operate is one of the most sensitive and significant shipping lanes in the world. Third, from studying above mentioned navies, it outlines some policy recommendations for naval modernization in Thailand. The research methodology of content analysis of modern and postmodern navy was discussed. Moreover, it formulated the SWOT analysis to assess overall characteristics of strength, weakness, opportunity and threat of respective navies, especially their recent developments after the Cold War. The source of these data derived from various academic works, online news and data base, researches and dissertations, all of which were academic open-sources and were entirely not confidential. The sequence of this analysis stems from the theoretical framework of modern and post-modern navy and the next section is followed by proposing a thesis statement on an enabler of defence industry. This article used this defence industry enablers to analyze the naval industries consecutively and comparatively. Then, it forecasted the trends of naval technology and business for the future. Some policy recommendations and organizational directions for Royal Thai Navy's force modernization were discussed as potential outcomes of this research.

Key Words : Defence Industry, ASEAN, Post-Modern Navy, Naval Modernization

¹ Defence Technology Analysis Department, Defence Technology Institute

* Corresponding author, E-mail: bodin.s@dti.or.th

1. Introduction to Geoffrey Till's Modern and Post Modern Navy: Roles and Characteristics

There are several books or academic works which describe the roles and functions of the armed services in societies. Some might analyze holistically as one military organization, while others might prefer looking at separate armed service. Geoffrey Till is the second type. He is a renowned British naval strategist and the author of *Seapower: A Guide for the Twenty-First Century*. [1] His book provides a very useful concept to understand the role and operations of the global navies. It provides an academic foundation of three types of states influencing the types of international navies. The first type of state is pre-modern state where the domestic agriculture is the primary industry of the nation. Pre-modern industry has a low level of cross-country dependency and low surplus supply from its production. The characteristics of good governance of these subsistent states are far from perfect and some have become fail states. Since the lawlessness is very common in these states, therefore social and economic progresses have been very limited. This type of states can be found in African continent, some part of Asia and South Pacific islands.

The second type of state is a modern one where industrial capabilities have been

largely developed and are driven mainly by realist thought which focuses on state-centric perception. They are very sensitive about the land or sea territory and usually skeptical on the relation of states that struggle on resource, influence, power. Most states in Asia-Pacific are of this type.

Third, post-modern states are some of the advanced economies where political and social institutions are well-established. They govern by state-of-the-arts information sophistication which constitutes the main stream globalization in current era. In term of international affairs, they concern less on what modern counterpart does. They are system-centered, give little attention about interstate borders and believe that interdependence such as international institutions and roles of liberal civil societies are the backbone of a more collaborative world. States within North America, North and Western Europe are among the prime examples of its kind. Till also stresses that these types of state are not mutually exclusive, a particular state can behave more than one pattern or result in a mixed feature, especially the modern and post-modern types.

After Geoffrey Till differentiates three types of states, He assesses that the navies, as an instrument of states, also vary by its owner as well. However, he sees that the

pre-modern type should be dismissed from the study because their navies are useless, and sometimes non-existent, these navies are not able to respond to the threats in a modern world. Therefore, there are two kinds left here to discuss. Generally, both modern navy and post-modern navy seem

to perform quite similar operational roles and missions. However their mission analysis differs significantly. Moreover, they are shaped by a very far spectrum of philosophical thought, modern navy by the realist and the post-modern the liberalist. Two types of navy are elaborated in the Table 1 below.

Table 1 The Analysis of Geoffrey Till and Author toward the Role and Operation of Modern and Postmodern Navy

Modern Navy in the Modern State (realist-driven) (Geoffrey Till)	Post-Modern Navy in the Post-Modern State (liberalist-driven) (Geoffrey Till)	Author’s Analysis
Nuclear deterrence and ballistic missile defence. They stress that state is the sole manager of international conflicts and plays the main role in national defence.	Did not mention.	The modern navy prioritizes national security and missile defence. Their threat perceptions are based upon the fact that the opposition state or government is the challenge of their survival.
Sea control The modern navy takes the word “control” literally as their primary mission statement. Their perception is that an open sea battle is the most prominent form of operation, this Mahanian force preparation of ship-to-ship will assess the capability that their navies must be most	Sea control The post-modern navy shifts from the more aggressive word “control” to a more relaxed “direct” or “supervise” approach. Still, they believe that the sea operation is a paramount mission of the navy, but they observe that the littoral safety concerns should not be overlooked. They calculate	The post-modern navy does not abandon the defence mission or traditional security challenges; rather their missions are much more diversified. The Post-Cold war era experiences less state conflicts than before, but non-traditional threats expose themselves more than ever in terms of

Modern Navy in the Modern State (realist-driven) (Geoffrey Till)	Post-Modern Navy in the Post-Modern State (liberalist-driven) (Geoffrey Till)	Author's Analysis
ready and even superior. Not only this type of force development demands a very huge amount of defence budget, but also it is much more vulnerable to reach a dangerous regional arms race in the near future, which may culminate in a security dilemma as realist theorists usually warn.	that a post-modern navy is much more ready to respond to the incidents near the shores, such as asymmetric warfare, transnational or domestic terrorism, or nowadays low-intensity conflicts. By this way, the post-modern navies are geared towards internationalization of commerce and globalization, making sure that the sea and territorial water are safe not only for their state, but also for everyone, except their enemy. This is main principle of freedom of navigation and free passage.	non-state actors. While the modern type is controlled by their own top-down style of bureaucracy, the post-modern navy approach comes with more lateral international navies to collectively accomplish the missions together.
Narrower concepts of maritime power projection The modernists disagree with the role of liberal interventionism and collective actions. Instead, they prioritize the role of traditional naval firepower, ship-to shore movement, with advanced weapon technology, but the	Expeditionary Operations The post-modernists sees that the land or ashore territory as the main source of maritime disorder, solving the problem at sea is merely treating the symptom of the problem. They should tackle problem at land and act as a guardian of a safe sea trade and secure	The modern navy relies on the principle of statism and views the traditional security as their primary mission. The post-modernist analyzes that the root causes of the problems come from those land-based political, economic decision makers. They do not hesitate to

Modern Navy in the Modern State (realist-driven) (Geoffrey Till)	Post-Modern Navy in the Post-Modern State (liberalist-driven) (Geoffrey Till)	Author's Analysis
international trading system seems to be overlooked.	shorelines, which forms an integral part of globalization.	take part in politics and or influence the policy issues to ensure smooth trade and globalization.
Good order at sea The modern navy stresses on the defence of national interest and territorial integrity, but less on matters far from their state's physical reach. They also avoid the foreign participation, international agreement and view it as a violation of their sovereignty.	Good order at sea They stress that good order at sea and land contributes to economic growth and sustainable globalization. They regard non-traditional security such as the international crime, environmental degradation, and international terrorism as challenges to globalization.	The post-modern navy views a bigger picture than their modern counterpart. The post-modern navy calculates that their naval role are much diversified, not only to face traditional security but to ensure an entire systems of globalization as well.
Maritime Consensus The modern navy tends to concern about mutual agreement or dialogue which will influence their operations or render the freedom of action. They are not willing to sacrifice or negotiate any challenges affecting their decisions. When it comes to multilateral agreements the collaboration will be very limited. Therefore, bilateral cooperation on some very specific issues is much more preferred. They believe	The maintenance of maritime consensus The post-modern navy does not limit its role to a top-down type of bureaucracy but they are willing to collaborate laterally with international navies and are very open to citizen's criticism. This democratic navy will support the ongoing globalization and institutionalize the maritime agenda as their platform to mitigate future state conflicts which is likely to derive from	The post-modern navy maintains its inclusiveness, openness and interdependence as their concept of operations, plus they comply with international norms, agreements and welcome people's criticisms. These characteristics are difficult to accept for the modern navy as they think they are politically isolated, focusing narrowly with the conventional means of bureaucracy.

Modern Navy in the Modern State (realist-driven) (Geoffrey Till)	Post-Modern Navy in the Post-Modern State (liberalist-driven) (Geoffrey Till)	Author's Analysis
that nation state and conventional conception of national interest, as realists argue, is what determines their security agenda.	the worrisome concept of balance of power.	

Geoffrey Till's work presented here states that the role and responsibilities of navies of each type, while sharing some similarities, are very complex and worth scrutinizing. When a nation is going to face imminent threats or crisis, the navy at sea is on the first line of defence. Naval officers are very far away from the public and media so less and less people will know how they work at sea. There have been growing concerns or questionings about how the navy implements their duties and how they make some strategic decisions, especially as in the case of submarine procurement of Thailand. One group believes that submarine procurement is inevitable; another believes that a submarine fleet is entirely useless and unnecessary. These two sides fight endlessly to convey the ideas in which they believe. The author strongly believes that adopting

this theoretical framework shall yield a more precise and objective understanding of argument from each side and provides a clearer direction of naval force development.

2. The Arguments on Post-Modern Navy Enabler of Defence Industry: An Assessment

The previous section discussed the roles and responsibility of two kinds of navies. Geoffrey Till also proposed that these navies are driven by enablers to perform their missions. The defence industry enablers are one of the two criteria for analysis. This article in Table 2 will focus more about the defence industry enablers, which is the second enabler as the Force Preparation of the navies. The first and second rows are drawn from Geoffrey Till's proposal, while the right row is the author's analysis.

Table 2 The Analysis of Geoffrey Till and the Author toward the Enablers of Defence Industry

Modern Navy in the Modern State (realist-driven) (Geoffrey Till)	Post-Modern Navy in the Post-Modern State (liberalist-driven) (Geoffrey Till)	Author’s Analysis
A Balanced Fleet In an unforeseeable future, the modern navy maintains its force readiness based on military capability and its independence. They are called an all-round capability balanced fleet seeking to do all missions by themselves. They will not be technologically or functionally specialized nor consent to let any navies to meddle with their own state affairs or sovereignty.	Contributory Fleets The Post-modern navy is aware of the scenario where they might face an intense budget cut or limited resource which impedes them to perform all ranges of mission as before. Hence, They seek operational collaborations of which several navies rely on a more complex alliance system, interdependent navies. They avoid being a stand-alone force which usually comes with a great deal of financial requirement.	The Use of Force Each navy has their own way of the use of force. The modern navy tends to operate their mission by a stand-alone pattern with their all-round capability, including surface warfare, air transportation, and submarine warfare. The post-modern counterpart chooses to collaborate with other organization or even other state’s navies. They sometimes accept that each party has to offer their own specialization to mutually accomplish the mission.
<u>An indigenous defence industrial maritime base</u> A modern navy wishes that all operational options are open for them. They are determined to maintain and own a secure domestic maritime base at their disposal and they are also ready to sacrifice international trade or collaboration to	<u>An open defence market</u> The post-modern navy attitude is shaped by a liberal “laisses-faire” toward the maintenance of a defence industrial base together with a free market approach. A government of post-modern nation feels free to procure foreign supply if they are cheaper or	<u>The Force Preparation</u> On one hand, the modern navy adopts realist’s self-help tradition both their defence economy and military capability, there are reluctant to rely on international armament collaboration and point out that foreign suppliers are unlikely to be more sustainable than their domestic source. They seek to

Modern Navy in the Modern State (realist-driven) (Geoffrey Till)	Post-Modern Navy in the Post-Modern State (liberalist-driven) (Geoffrey Till)	Author's Analysis
maintain this objective. Therefore, the defence industry of a modern navy tends to be more isolated and protected. Free trade and globalization are less important for them.	faster than their domestic source. They are less concerned about the strategic vulnerability where arms market will be more competitive than ever. This is the very economic concept of an open economy that fits well with a full-blown globalization era.	develop their competitiveness by enforcing several policy mechanisms such as, local content, local sourcing priority, protectionism to support domestic markets. On the other hand, The post-modern navy tends to be more liberal towards armament business. Although they feel some pressure from losing their options but they understand the strategic choice to relocate their defence industrial base to a more suitable or profitable place. The government of post-modern nation realizes that it is a normal business practice of comparative advantage when it comes to defence procurement.

From Geoffrey Till's Analysis, the author agrees with the notion of The Use of Force. The author, however, disagrees with the proposal of The Force Preparation, the defence industry enablers. The author revisits this argument by stating that the enablers of defence industry of which

Geoffrey Till presents might seem to be readily understandable, providing clearly distinctive characteristics, where the enabler of modern navy is shaped from realist's school of thought (maintaining and investing the defence industrial base at their disposal) and post-modern a liberalist side (liberating

the arms business, prioritizing industrial relocation and procuring foreign equipment). My argument here is that the enablers of defence industry are not entirely separated and these two schools of thought will be discussed.

First, in term of the phenomenon, splitting the enablers of defence industry into two categories does not seem reasonable in the real world practice. Almost all countries in the world, both modern states and post-modern states, demonstrate a mixed practice and are shaped by the characteristics of both enablers, trying their best to applying various means to reach an end. Most countries keep their defence industrial base politically and strategically secure, sometime even subsidizing it, and at the same time, they look for export, import, technological collaborative opportunities worldwide, as if the distinction between realism and liberalism, as Geoffrey Till proposes, has become very blurred and unrealistic.

Moreover, when Geoffrey Till states that the modern navy stresses on developing in-house military industrial base, this seems to be an incorrect information. From my observation, even the most isolated economies in the world like North Korea, Myanmar, Laos or Pakistan, when it comes to the defence industry, they usually

welcome and depend heavily on foreign arms companies and states to collaborate and trade. These nations have some very strong ties among each other and outsiders like China, Russia, Iran, and Libya. We also notice that North Korea or Libya are, frequently off-the-record, one of the major arms exporters of the world, without considering their realism or liberalism inclinations of their foreign or international trade policy. When we consider some post-modern states, of which most of them are developed nations, these states clearly show how sustainable and powerful their defense industries are, and their market shares or exports are extremely enormous. In other words, the types of the states or their navies, modern or post-modern, have almost nothing to do with the armament policy or defence industrial base in which they are implementing it.

Some post-modern states even show more realists' practice in arms business. When these nations have to make decision on which weapon systems are to make or to buy, with their immensely sustainable domestic industrial base, they have given priority to local market first. These protectionism are not just an ad-hoc policy, they are laws on which federal governments have to abide by, such as Buy American Act [2], South Korean Offset Policy [3], or the existence of ST Engineering [4], a state-owned

company. All these legal frameworks and institutions enforce federal government to procure domestic equipment first. If the required equipment is not available, then the armed service will have to defend their staff requirements to the Congress or the

Parliaments to import or decide to make an investment on R&D to make their own. This is far from a liberal way of doing business. We can see that the Geoffrey Till’s statement of enablers of the defence industry is still a myth which cannot be overlooked.

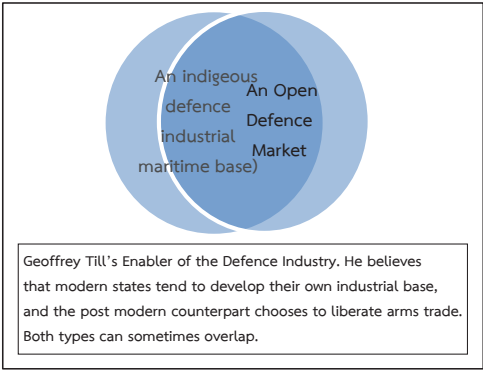


Figure 1 Geoffrey Till’s Enabler of the Defence Industry.

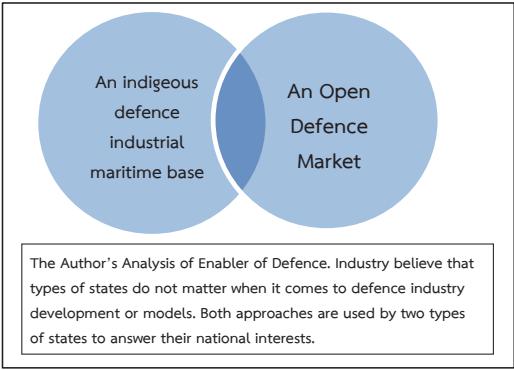


Figure 2 The Author’s Analysis of Enabler of the Defence Industry.

3. The Analysis of Defence Industry Characteristics of Malaysia, Indonesia, Singapore.

In this section, I analyze defence industrial capability and characteristics of each case study, especially the naval component. Factors presented here came from my observation and prediction as to ways to adopt the concepts of modern navy and postmodern navy into the future development of the navies. These factors comprise, state policy and directions [5], naval industrial capabilities [6], defence budget trends [7], responsible organization for naval equipment development, naval

equipment export profiles [8], international collaborations, international arms market competitions, and my personal prediction about how each member state correlates with Geoffrey Till’s enablers of defence industry of both modern and post-modern navy.

For the purpose of effective data interpretation, this table is shaded by descriptive explanations and color tone to identify the performance or capability. The green means they are well-developed, yellow means they are improving and getting better, the red means they lack the readiness or possess a modest capability.

Table 3 The Author's Analysis of the Defence Industry of the Regional Navies

	Malaysia	Indonesia	Singapore
State policy and directions	Its offset policy and industrial promotion program are very determined and sustainable.	Its offset policy is somewhat unclear and difficult to implement, but the countertrade is still effective.	It does not currently run offset policy. However, with well-developed infrastructure and excellent human capital, the defence industry, is a world-class supplier.
Naval industrial capabilities	Very modest	Developing	Quite sustainable.
Defence budget trends	Its trend is steady, but the real value is a very small portion of the whole national budget.	It seems that the trend is rising, but a large amount of budget is devoted to military personnel and welfare.	Its trend is steady at three percent of GDP, holding the highest budget defence budget allocation among all ASEAN member states. It has the greatest investment in defence industry.
Responsible organization for naval equipment development	None (but there is one department of naval equipment within STRIDE, mainly used for foreign equipment acceptance)	PT PAL Indonesia (Persero) is responsible for shipbuilding and naval development. It operates business on merchant ships, naval and submarine vessels, and energy business.	Found in 1968, the ST Marine, a naval subsidiary of ST Engineering, is an advanced naval and commercial shipbuilding company. It is a major player in defence industry in Southeast Asian region of which its core capability spans turnkey shipbuilding and repairs, ship design, and project management.

Naval equipment export profiles	Malaysia exported two small amphibious ships to UAEs and exported a patrol craft to Bangladesh.	Indonesia exported two large strategic sealift vessels (SSV) to Philippine navy. Nowadays, Indonesia plans to expand its business opportunity to many other states in African continent.	ST Marine has a very extensive export profile. From 1978, the majority of them has been patrol crafts, oil transportation ships, littoral mission ships, and landing ship tanks to several countries (Brazil, Nigeria, Taiwan, Bangladesh, Brunei, Philippines, Sweden, Thailand, UAE)
International Collaborations	Malaysia is enhancing its industrial collaboration strategy through offset program administered by a state organization called TDA (Technology Depository Agency)	Indonesia's international collaboration is very strong and ambitious. The most notable program is a domestic submarine construction with South Korean DSME.	The naval shipbuilding industry of ST Marine and other private organizations is developed and world-class. The strength of Singapore, among others, is that many academic universities, central government, and private sectors takes the military industry very seriously. Singapore soon will take further step from traditional weapon platform design and production to advanced sub-systems such as naval sensors, autonomous vessels, empowered by data analytics and machine learning technique.

International arms market competitions	Competition is very low since Malaysia has been very unsuccessful in terms of export.	Competition is very low since Indonesia's PT PAL primarily aims at serving the armed force of Indonesia, which is responsible for a large area of its territorial waters.	ST Engineering has been experiencing an intense competition as a latercomer in armament market. Due to its limited territorial water, the primary success factor of shipbuilding is with foreign market opportunity.
--	---	---	--

4. Data Presentation by SWOT: Forecasting the Future Naval Industry

From the table in previous page, we can integrate all findings into SWOT matrixes

to figure out their strength, weakness, opportunity, and threats in order to synthesize some naval modernization policy and recommendations.

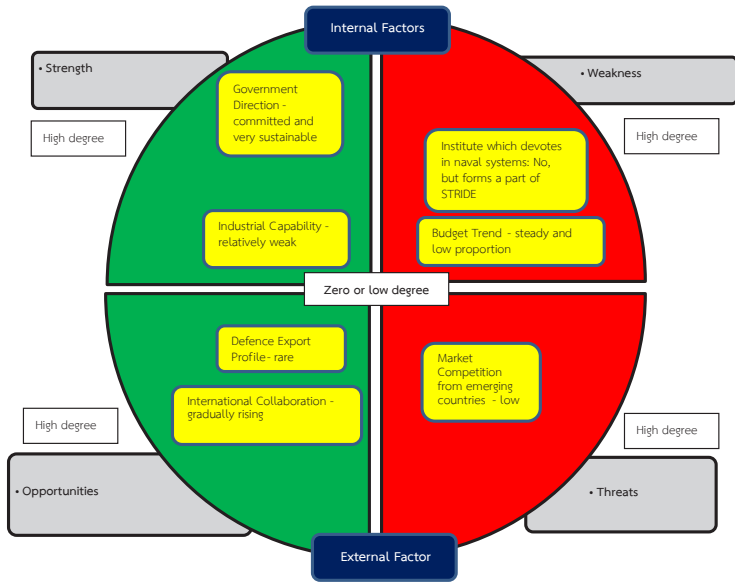


Figure 3 A Malaysian example has a mixed characteristic of modern and post-modern navy. It attempts to achieve a sustainable defence industrial base by implementing a state policy called offset or ICP (Industrial Collaboration Programmes) but the government still lacks the support for budget and infrastructure development. There aren't many ships in its Navy so the domestic requirement is not sustained. The Malacca Strait forces Malaysian Navy to fully aware its non-traditional warfare and threats. This nation should continue its international collaboration as a strategic force development scheme.

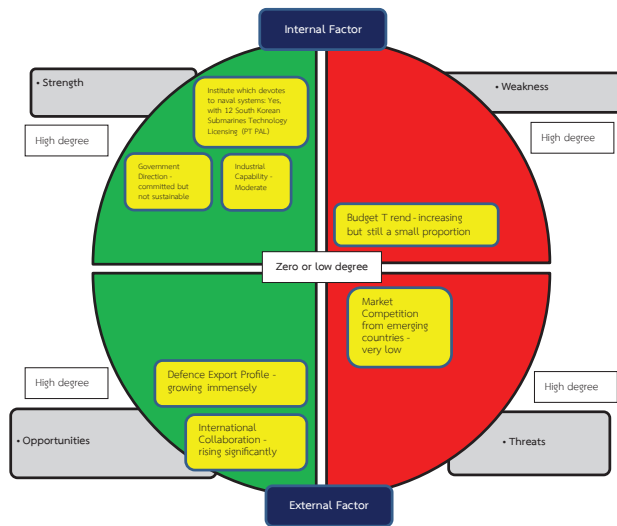


Figure 4 Indonesian Navy manifests itself as more of a modern navy character. The State-owned enterprise PT PAL is the national primary maritime industrial base originally used for its domestic Navy. Lately, PT PAL has revealed some export profile to extend their capability and its offset program is doing well. Its Navy is rather a balance fleet since it clearly concerns both surface and sub-surface technological superiority. Noted program is a technology transfer submarine construction program from South Korea. Although Indonesia frequently claims that it is a maritime nation, its naval leadership tends to perform their duty within the Navy at sea but they aren't able reach out or tackle sea problems at central government or influence land-based political, economic decision makers, like those in post-modern navies usually do.

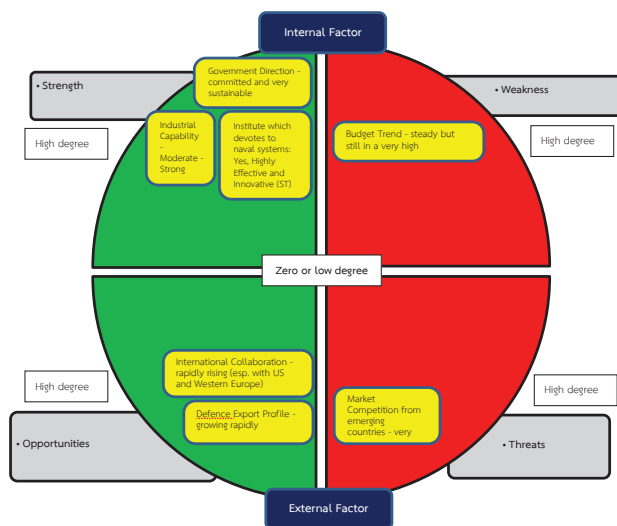


Figure 5 Overview: Singapore naval triple helix, its defence industry, academic institutions, and central government exhibit themselves as both modern navy and post-modern navy character. While it is determined to sustaining a domestic industrial base, it has been, among other countries, a very open and effective government. It uses a private sector style of ST Marine to run merchant and naval shipbuilding business overseas. Its industrial infrastructure and human capital are very well-performed. Singapore obtains the highest amount of defence budget within the region.

5. Some Policy Recommendations for Future Royal Thai Navy Force Modernizations

The dichotomy of modern and post-modern navy does not force navies to choose what roles they take or how they represent themselves. Rather, it outlines challenges the navies will be facing in a much more complex world in which politics, economics, social problems converge with one another and shed the light on how the navy prioritizes or respond to each incident at times.

Also, it conveys a significant message that the naval leadership should calculate other land-based domestic politics, international politics, world environmental degradation, social issues, health or human security and globalization as their everyday waves and winds. In the era of COVID-19 outbreak, this crisis arguably forces the globalization to shrink and undermines the traditional ‘modern’ role of naval forces. The navy must think beyond the horizon

especially during the difficult time. If we assume that this incident affects globalization, failing international business, and disrupting sea line logistics, it is possible that navies are forced to perform a more ‘independently excluded’ modern navy rather than an ‘open and collaborative’ post-modern character. Royal Thai Navy and its naval industrial establishment is no exception. We might synthesize some policy recommendations for them to take away.

Policy recommendations will be separated into two parts. The first part considers each characteristic in which each example country took in the previous section, but this section will look at a Thai case as to what it is currently taking place and what it should have been taking place. The second part broadens some other recommendations regarding naval roles and industrial development. Both parts are my analysis and prediction which are based on, and are influenced by, the concept of postmodern navy discussed in the earlier section.

Table 4 Policy Recommendations for Royal Thai Navy Force and Industry Development

	What it is currently taking place	What it should have been taking place
State policy and directions	Import is still a primary weapon acquisition method.	The navy should study defence import policy guideline from South Korea, Indonesia or Malaysia to attain a Make or Buy strategy.
Naval industrial capabilities	The navy sustains its independency on small patrol crafts, but lack capability to advanced weapon systems or larger vessels. Only few domestic private industries invest in weapon program.	The navy should use offset procurement as a means to access and absorb high technology from abroad. [9]
Defence budget trends	Due to the COVID-19 outbreak, the defence budget is in decline and consistently shared with other ministries.	The government should initiate domestic defence investment, instead of imports, to stimulate economic growth and job creation.
Responsible organization	These are a handful of private industries and Bangkok Dock as a sole state-owned enterprise.	In comparison with PT PAL and ST Marine, Bangkok Dock and other shipbuilding business need to receive orders from Thai and overseas government.
Naval equipment export profiles	In the year 2006, A Thai company called Marsun [10] constructed and delivered two M39 patrol boats on the site of Karachi Shipyard and Engineering Works in Pakistan.	Naval shipbuilding is one of the main priorities in international market. High-income countries in Middle East are very important customers since they usually operate smaller vessels. For exporting to lower-income countries, Thai government needs to prepare banking service or soft-loans for them to ease their decision-making for import or loans.
International Collaborations	There is currently very limited opportunity with foreign engagements.	Thai government needs to prepare for foreign protectionism scheme.
International arms market competitions	Thai defence export profiles are very low.	Thai government must insist on finding markets for smaller vessels.

The second part of recommendations regarding naval responsibilities and industrial development based on Geoffrey Till's modern and post-modern navy is discussed below.

1. **Export strategy** for both naval and merchant ship is necessary. It will drive national economy forward during this difficult time. Shipbuilding is a lucrative business and high paid job positions are involved. Patrol boats or offshore patrol vessels should be a national export priority.

2. In terms of force modernization, a **detailed roadmap or masterplan** should dictate the development direction of the navy. It has been, for a very long time, several occasions where force development depends on the leadership on the top. It changes continuously when a chief of navy retires and a new chief assumes office. A long-term White Paper should be the best solution here for it outlines a solid commitment as to what to make or buy. It demonstrates direction, lay down strategy, prioritize, for how much and when or why to invest. The White Paper is designed to inform the public and private industries and stakeholders as well. The more players in the domestic market, the better the competition between them occur, the less the government will have to spend on defence procurement. By this way, it will eventually eliminate middlemen as the government has transparency throughout the process.

3. **A navy's engagement of activities on land** is said to be one of the requirements of the post-modern navy. Many serious catastrophes can be nipped in the bud if they are detected early enough. An active

navy should pay more attention on what political or social actors are planning to do with tasks to which the navy normally executes; sometimes the defence affairs are merely a result but not the root cause of the problem. This requires visionary leaders at all levels. Activities the navy should engage to inform the public, and gather information, range from, their functional public relations, academic conference, media Q&A, public hearings, negotiations with conflicting parties.

4. **"Navy in Contingency" Concept.** Geoffrey Till predicts that the development of state and the navy are linear from modern and post-modern. It would be particularly true if COVID-19 would not occur. We can see that an already globalized world is tremendously disrupted by it. During this difficult time of the outbreak, we are not able to comprehend the long-term severity of it. However, I believe that there are some missions only the navy could do to help vulnerable people during this crisis. The navy should be prepared to dispatch ships or helicopters in areas where it is nearly difficult to access to deliver vaccines, foods, or supplies, such as remote or small islands, oil rigs, areas on a lock-down order from government. Moreover, the navy is the only one organization to provide physical security and build investor's confidence when it comes to merchant ship navigation and post security in order to drive international trade of a nation.

5. **The navy should monitor regional and outside navies closely.** Although international laws and various international regimes might guarantee mutual peace in

these areas, these are times where individuals, small units of ships may make mistakes by unintentional or intentional trespassing, skirmishing with one another, or provocation from each side. These incidents happen many times. The navy should train and educate their personnel, especially their naval officers, on the rule of engagement, negotiation tactics, international laws, proportional acts in order to ease the situation.

6. A collective work arrangement of international navies might be the best solution to provide long-term peace in Southeast Asian waters. The balanced fleet modern navies traditionally receive orders from their commanders and execute them as a top-down style, but the post-modern platform keeps balance between their top-down approach and a more lateral approach in which they build their mutual trusts among international navies. As they are mature for their interoperability and joint military doctrines, it might create an ASEAN Naval Force or ASEAN Multi-Task Force.

6. References

[1] Geoffrey Till, “Seapower in a Globalised World: Two Tendencies,” in *Seapower : A Guide for the Twenty-First Century*, 2nd ed. New York, NY, USA: Routledge, 2009, pp. 1-17.

[2] U.S. Chamber of Commerce. “Q&A on “Buy American” Policies.” The Buy American Act. uschamber.com. www.uschamber.com/international/q-a-on-buy-american-policies (Accessed Apr. 25, 2021).

[3] Defense Acquisition Program Administration. “Offset Program.” DAPA Offset Program Guidelines. dapa.go.kr. http://www.dapa.go.kr/dapa_en/na/ntt/selectNttList.do?bbsId=402&menuId=600 (Accessed Apr. 25, 2021).

[4] ST Engineering, “Our History,” <https://www.stengg.com/en/about/our-history/> (Accessed Apr. 25, 2021).

[5] บดินทร์ สันทัด, “ปรากฏการณ์การแข่งขันสะสมอาวุธในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้: กรณีศึกษาประเทศมาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย,” *ปรัชญาดุซกฏิบัณฑิต, รัฐศาสตร์, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์*, 2559.

[6] Andrew MacDonald and Jon Gravette, “APAC Defence Industrial Capability,” in *Defence Offsets in the Asia-Pacific*, Janes Defence Industry & Market Intelligence Centre.

[7] Stockholm International Peace Research Institute, “SIPRI Arms Transfer Database,” sipri.org. <https://www.sipri.org/databases/armstransfers>. (Accessed Apr. 25, 2021).

[8] IHS Jane’s Defence Budget and Jane’s World Defence Industry, Issue 46, 2020.

[9] บดินทร์ สันทัด, “นโยบายออฟเซตเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมป้องกันประเทศของไทย,” *วารสารวิชาการเทคโนโลยีป้องกันประเทศ*, ปีที่ 1, ฉบับที่ 3, หน้า 98-120. 2562.

[10] รุ่งนภา พิมมะศรี, “พาไปทำความรู้จัก “มาร์ชชีน” อุตุ๋ต้อเรือสำนุชาติไทยที่ต่อเรือรบขายต่างชาติได้.” prachachat.net. <https://www.prachachat.net/d-life/news-422703> (Accessed Apr. 25, 2021).

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภาพถ่ายดาวเทียม วิเคราะห์การใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีผลต่อปริมาณน้ำไหลบ่า

ระวีวรรณ บุญมา^{1*} และ อริศรา เจริญปัญญาเนตร²

วันที่รับ 21 กุมภาพันธ์ 2565 วันที่แก้ไข 2 มิถุนายน 2565 วันที่ตอบรับ 5 กรกฎาคม 2565

บทคัดย่อ

การศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำไหลบ่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน มีวัตถุประสงค์การศึกษา คือ 1) เพื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินด้วยภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน และ 2) เพื่อวิเคราะห์ผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำไหลบ่าบริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 OLI ปี 2559 และ ปี 2563 ทำการจำแนกประเภทด้วยวิธีการกำกับดูแลและวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยวิเคราะห์จากค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงขนาดของความสัมพันธ์ของตัวแปร จากนั้นแบบจำลอง SCS-CN ถูกนำมาใช้เพื่อวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลบ่า โดยอาศัยข้อมูลปริมาณน้ำฝนรายปี การใช้ประโยชน์ที่ดิน ชุดดิน และความลาดชันของพื้นที่ จากนั้นผลการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณน้ำไหลบ่าทั้ง 2 ช่วงเวลาถูกนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ด้วยวิธีการทางสถิติ ผลการศึกษาพบว่าพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนในช่วงปี 2559 ถึงปี 2563 พื้นที่ป่าไม้มีจำนวนลดลง พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่เมืองมีเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของปริมาณน้ำไหลบ่า คือ ในช่วงปี 2559 มีปริมาณน้ำไหลบ่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,086.58 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และปี 2563 มีปริมาณน้ำไหลบ่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,534.00 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์ผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำไหลบ่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบน พบว่าพื้นที่ป่าไม้ที่ลดลงมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณน้ำไหลบ่าที่ค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ (R^2) เท่ากับ 0.884

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน, น้ำไหลบ่า, แบบจำลอง SCS-CN, ภาพถ่ายดาวเทียม, เทคโนโลยีอวกาศ

^{1,2} ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

* ผู้แต่ง, อีเมล: Raweewan_b@cmu.ac.th

The Application of Satellite Imagery Technology to Analyze the Effect of Land Use Changes on Runoff

Raweewan Boonma ^{1*} and Arisara Charoenpanyanet ²

Received 21 February 2022, Revised 2 June 2022, Accepted 5 July 2022

Abstract

A study on “Effects of land use change on runoff in the Upper Nan River Basin” had 2 objectives; 1) to analyze land use change with satellite data in the Upper Nan Basin and 2) to analyze effects of land use change on runoff in the Upper Nan Basin. Landsat-8 OLI data in 2016 and 2020 were used. Classification was carried out using supervised classification and analyzed land use change by analyzing the coefficients representing the magnitude of the correlation of the variables. Then SCS-CN model was performed to analyze amount of runoff. In this model, an annual rainfall data, land use types, soil types, and slope of the target area were applied. After that the result of land use change and runoff in two period was analyzed with statistical technique. The result found that between 2016 and 2020 forest area represents a decrease, but agricultural and urban areas represent an increase. And the results of the amount of runoff revealed that the average runoff in 2016 was 1,086.58 cubic meters per year and in 2020 was 1,534.00 cubic meters per year. The effect of land use change on runoff found that there is strong positive correlation with coefficient determination of 0.884.

Keywords : Land Use Changes, Runoff, SCS-CN model, Satellite imagery, Space technology

^{1,2} Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University.

* Corresponding author, E-mail: Raweewan_b@cmu.ac.th

1. บทนำ

แม่น้ำ ลำธาร เป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญต่อการใช้ประโยชน์และการดำรงชีวิตของมนุษย์มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งในด้านอุปโภคและบริโภค เช่น การใช้ชีวิตประจำวัน การคมนาคมขนส่ง การพัฒนาเศรษฐกิจ โดยเฉพาะภาคการเกษตร เป็นต้น ปัจจุบันการเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างรวดเร็วส่งผลให้มีความต้องการใช้น้ำมากขึ้น อีกทั้งยังมีการพัฒนาเศรษฐกิจจนเปลี่ยนสภาพพื้นที่เป็นเมืองและย่านการค้ามากขึ้น และประชากรส่วนใหญ่ทำอาชีพเกษตรกรรม ทำให้มีการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อใช้พื้นที่ทำไร่เลื่อนลอย พื้นที่ป่าไม้ได้ถูกทำลายลงอย่างมาก เนื่องจากไม่มีป่าไม้หรือสิ่งปกคลุมดินที่จะดูดซับน้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นที่ลุ่มน้ำ จึงทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ [1] ซึ่งหนึ่งในนั้นคือ ปัญหาน้ำไหลบ่าจนอาจทำให้เกิดปัญหาน้ำท่วมตามมา ซึ่งพื้นที่ที่ประสบปัญหาดังกล่าว ในช่วงที่ผ่านมามีส่วนใหญ่มักจะเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นภูเขาสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่จังหวัดทางตอนเหนือของประเทศไทย ได้แก่ เชียงใหม่ แพร่ พะเยา ลำปาง ลำพูน อุดรดิตถ์ สุโขทัย และน่าน ซึ่งลุ่มน้ำน่านตอนบนเป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องน้ำ ทั้งน้ำท่วมในฤดูฝนและขาดแคลนน้ำในฤดูแล้ง โดยลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ลุ่มน้ำ มีบริเวณต้นน้ำเป็นพื้นที่ภูเขาสูงและยังครอบคลุมถึงพื้นที่อำเภอเมืองจันทน่านที่เป็นพื้นที่ราบ ซึ่งในช่วงหลายปีที่ผ่านมาพบว่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนมีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่าไม้เป็นพื้นที่เกษตรกรรม มีการแปรสภาพพื้นที่ป่าไม้ทำการเกษตรเชิงเดี่ยว ทำให้ป่าไม้ลดลงอย่างเห็นได้ชัด ส่งผลให้เวลาฝนตกมีการไหลของน้ำลงสู่พื้นราบอย่างรวดเร็วและรุนแรง ทำให้เกิดความเสียหายต่อพืชผลทางการเกษตรและชุมชนในพื้นที่อย่างมาก ปัจจุบันมีหลากหลายงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำไหลบ่า ทั้งการตรวจวัด จำลองผลแบบจำลอง

และติดตามผล ซึ่งวิธีการที่ใช้ศึกษาและวิจัยมีอยู่หลายวิธี เช่น การวิเคราะห์แบบจำลองของ The Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) การวิเคราะห์แบบจำลองอุทกวิทยา HEC-HMS ร่วมกับการคำนวณน้ำฝนรายวัน การศึกษาผลกระทบการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อการไหลของน้ำไหลบ่า [2] การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินกับแบบจำลอง SWAT [3] และการประมาณปริมาณน้ำไหลบ่าด้วยแบบจำลองของ SCS-CN [4] แต่ยังไม่ค่อยมีงานวิจัยใดที่ศึกษาเกี่ยวกับการหาความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่ากับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำไหลบ่า งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้ภาพถ่ายดาวเทียมในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและวิเคราะห์ผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำไหลบ่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนภายใต้สมมติฐานที่ว่า “เมื่อพื้นที่ป่าลดลง ปริมาณน้ำไหลบ่าในพื้นที่จะมีปริมาณเพิ่มขึ้น” การศึกษานี้จะเป็นประโยชน์อย่างมากในการที่จะทำการประเมินสถานการณ์ปริมาณน้ำไหลบ่าในปัจจุบันเพื่อแนวทางในการวางแผนรับมือกับการเกิดอุทกภัยในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนต่อไป

2. พื้นที่ศึกษาและข้อมูล

ขอบเขตของการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยใน 3 ลักษณะ คือ ขอบเขตเชิงพื้นที่ ขอบเขตเชิงเนื้อหา และขอบเขตเชิงระยะเวลา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ขอบเขตเชิงพื้นที่ ลุ่มน้ำน่านตอนบนมีพื้นที่ลุ่มน้ำ 2,221.82 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 6.36 ของพื้นที่ลุ่มน้ำน่าน ครอบคลุมพื้นที่อำเภอเฉลิมพระเกียรติ อำเภอเชียงกลาง อำเภอท่าวังผา อำเภอทุ่งช้าง อำเภอบ่อเกลือ อำเภอปัว อำเภอสองแคว จังหวัดน่าน (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

2) ขอบเขตเชิงระยะเวลาในครั้งนี้ทำการศึกษา โดยใช้ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 OLI ที่มีความละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร ในช่วงเดือน มีนาคม - เมษายน ของปี 2559 และปี 2563 จำนวนปีละ 3 ภาพ มาปรับแก้ความคลาดเคลื่อนเชิงรังสีด้วยวิธี Atmospheric Correction เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงเวลาดังกล่าวนั้น มีความสอดคล้องกับช่วงเวลาที่มีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษา

3) ขอบเขตเชิงเนื้อหา การศึกษาในครั้งนี้ จะทำการวิเคราะห์ผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำไหลบ่า โดยจะทำการ จำแนกประเภทข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมโดยใช้ โปรแกรมภูมิสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในการ ประมวลผลภาพเชิงเลขด้วยวิธีกำกับดูแล (Supervised classification) จากเทคนิค Support Vector Machine (SVM) ทำการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน ออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่เมือง พื้นที่เกษตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่น้ำ และพื้นที่อื่น ๆ เป็นต้น จากนั้น นำผลการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินมา วิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำไหลบ่า

ในพื้นที่ โดยใช้เครื่องมือ CorrelatBivariate ใน โปรแกรม PASW Statistics 18 เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ ที่แสดงขนาดของความสัมพันธ์ของตัวแปร

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ ข้อมูล ที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วยข้อมูลทุติยภูมิที่ได้ จากการเก็บรวบรวมข้อมูลของหน่วยงานต่าง ๆ เช่น ข้อมูลปริมาณน้ำฝนที่ได้จากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูล ภาพถ่ายดาวเทียม หนังสือ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และ บทความ รวมถึงแหล่งข้อมูลออนไลน์ที่ใช้ประกอบ ในการศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย ซึ่งวิธีการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ประกอบไปด้วย 2 วิธีการ ดังนี้

1) การขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจาก หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยา ข้อมูลชุดดินจากกรมพัฒนาที่ดิน ในช่วงปี 2559 และปี 2563

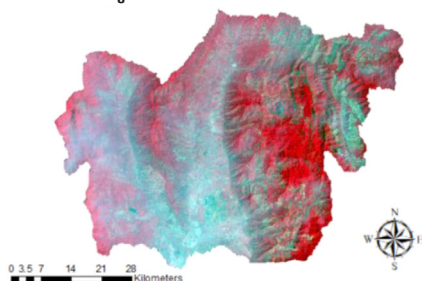
2) การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทาง เว็บไซต์ เช่น ข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 OLI (รูปที่ 2) และข้อมูลความสูงของภูมิประเทศจาก กรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา

3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

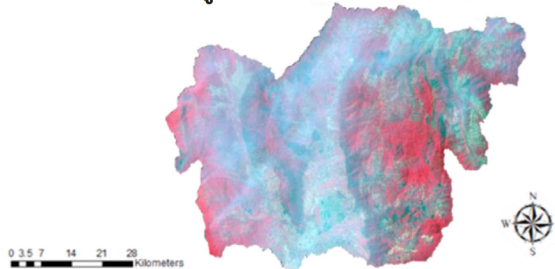
การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

การจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากข้อมูลภาพถ่ายจากดาวเทียม Landsat 8 OLI ที่ทำการบันทึกในปี 2559 และปี 2563 มาปรับแก้ ความคลาดเคลื่อนเชิงรังสี จากนั้นทำการจำแนก ประเภทข้อมูลดาวเทียมโดยใช้โปรแกรมประมวลผล ภาพเชิงเลขด้วยวิธีกำกับดูแล ทำการจำแนก ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินออกเป็น 5 ประเภท ได้แก่ พื้นที่เมือง พื้นที่เกษตร พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่น้ำ และพื้นที่อื่น ๆ เป็นต้น จากนั้นทำการวิเคราะห์ผล การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมปี 2559



ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมปี 2563



รูปที่ 2 ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8 OLI ปี 2559 และปี 2563

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลบ่า

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลบ่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนสามารถทำได้โดยใช้ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลความลาดชัน ข้อมูลชุดดิน และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน มาคำนวณแบบจำลอง SCS-CN เพื่อหาค่า CN ซึ่งเป็นวิธีที่ไม่ซับซ้อนและเป็นแบบจำลองที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการประเมินค่าน้ำไหลบ่าที่นิยมใช้มากที่สุดในไทย [5] จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาค่าปริมาณน้ำไหลบ่าในพื้นที่ได้ ดังสมการ

$$R = (P - 0.2) / (P + 0.8S) \quad (1)$$

เมื่อ R = ปริมาณน้ำท่า (ลบ.ม.)

P = ปริมาณน้ำฝน (ลบ.ม.)

S = ความสามารถในการกักเก็บน้ำของดิน

S หาได้จาก $S = (1000/CN) - 10$

ซึ่งค่า Curve Number (CN) แบ่งตามชนิดดินและประเภทสิ่งปกคลุมดิน (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 เกณฑ์การหาค่า Curve Number (CN) (Mishra and Singh, 2003)

Land cover	Hydrologic condition	Hydrologic Soil Group			
		A	B	C	D
Wood and Forest land	Poor	45	66	77	83
	Fair	36	60	73	79
	Good	25	55	70	77
Wood-grass combination or Orchard	Poor	57	73	82	86
	Fair	43	65	76	82
	Good	32	58	72	79
Rangeland and Herbaceous	Poor	-	80	87	93
	Fair	-	71	81	89
	Good	-	62	74	85
Agriculture land / Bare soil / Crop cover	Poor	77	86	91	94
	Fair	76	85	90	93
	Good	74	83	88	90
Urban/Settlement area		81	88	91	93

ผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำไหลบ่า

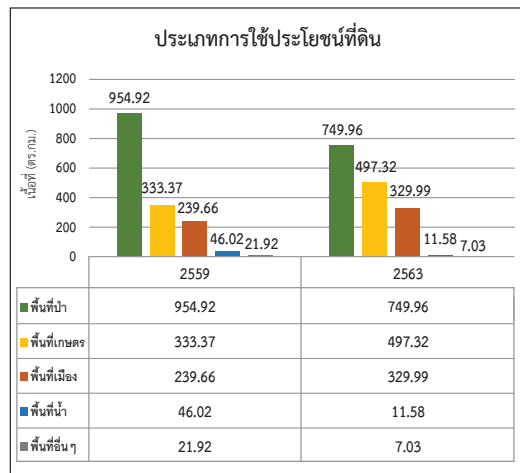
การหาความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ป่าที่ได้จากการแปลภาพถ่ายดาวเทียมและปริมาณน้ำไหลบ่าที่ได้จากการคำนวณแบบจำลอง SCS-CN สามารถหาความสัมพันธ์โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์ที่แสดงขนาดของความสัมพันธ์ของตัวแปร โดยค่าที่ได้หากเป็นเครื่องหมายบวก (+) หรือ (-) จะแสดงทิศทางของความสัมพันธ์ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์จะมีพิสัยระหว่าง +1 ถึง -1 แสดงถึงความสัมพันธ์เชิงบวกอย่างสมบูรณ์ ค่า 0 แสดงว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน และค่า -1 แสดงถึงความสัมพันธ์ผกผันอย่างสมบูรณ์ [5]

4. ผลการวิจัย

เนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงผลการจำแนกภาพถ่ายดาวเทียมและวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผลการวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลบ่า เพื่อวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำไหลบ่า โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน

จากการศึกษาพบว่าผลการจำแนกการใช้ที่ดินทั้ง 5 ประเภท พบว่าตั้งแต่ปี 2559 จนถึงปี 2563 มีการลดลงของพื้นที่ป่าจาก 954.92 ตารางกิโลเมตร ในปี 2559 เป็น 749.96 ตารางกิโลเมตร ในปี 2563 และมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่เมืองจาก 239.66 ตารางกิโลเมตร เป็น 329.99 ตารางกิโลเมตร ในปี 2563 (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในปี 2559 และ ปี 2563

การวิเคราะห์ปริมาณน้ำไหลบ่า

จากการวิเคราะห์ข้อมูลปริมาณน้ำฝน ข้อมูลความชื้น ข้อมูลชุดดิน และข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมที่ได้จากการจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน สามารถวิเคราะห์ค่าของสิ่งปกคลุมดิน (CN) ได้ดังตารางที่ 1 และเมื่อนำผลการวิเคราะห์ค่าของสิ่งปกคลุมดิน (CN) มาวิเคราะห์หาปริมาณน้ำไหลบ่าตามสมการของแบบจำลอง SCS-CN พบว่าปริมาณน้ำไหลบ่าในปี 2563 เมื่อเทียบกับปี 2559 มีปริมาณสูงกว่า ซึ่งบริเวณที่เกิดการไหลบ่าส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่ที่มีปริมาณน้ำฝนมากและมีการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทเมืองและเกษตรกรรม ซึ่งพื้นที่ที่เกิดน้ำไหลบ่าส่วนใหญ่จะอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอท่าวังผาและอำเภอปัว โดยในช่วงปี 2559 มีปริมาณน้ำไหลบ่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,086.58 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และปี 2563 มีปริมาณน้ำไหลบ่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,534.00 ลูกบาศก์เมตรต่อปี (รูปที่ 4-5)

ผลจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีต่อปริมาณน้ำไหลบ่า

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่ากับปริมาณน้ำไหลบ่าพบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่ามีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณน้ำไหลบ่า มีค่าสัมประสิทธิ์

การตัดสินใจ 0.884 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 แสดงว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจะส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลบ่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนมีปริมาณเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ตารางแสดงค่าสัมประสิทธิ์การตัดสินใจ

Correlations			
		LU	RunOff63
Pearson Correlation	LU	1.000	-.884
	RunOff63	-.884	1.000
Sig. (1-tailed)	LU	.	.001
	RunOff63	.001	.

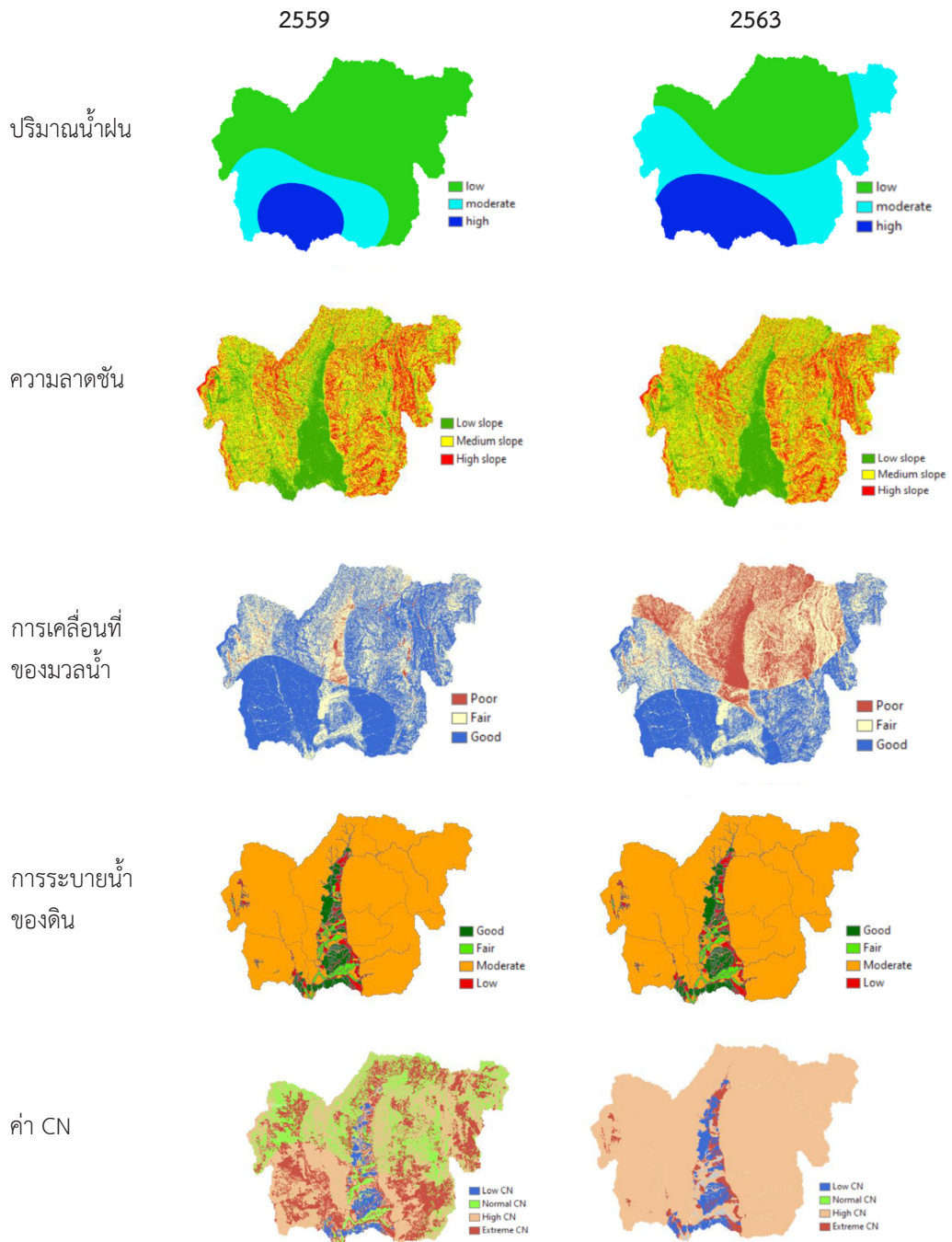
5. สรุปและอภิปรายผล

ในการศึกษาผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อปริมาณน้ำท่าในบริเวณลุ่มน้ำน่านตอนบน ผู้ศึกษาได้ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี 2559 และปี 2563 เพื่อเปรียบเทียบผลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินและผลของปริมาณน้ำไหลบ่าที่ได้จากการคำนวณตามสมการแบบจำลอง SCS-CN และหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต้น (การเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดิน) และตัวแปรตาม (ปริมาณน้ำไหลบ่า) เพื่อพิสูจน์สมมติฐานที่ตั้งไว้ว่าเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินจากพื้นที่ป่าเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มขึ้น ปริมาณน้ำไหลบ่าก็จะเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยสามารถสรุปผลการศึกษาได้ดังนี้ ในช่วงปี 2559

ถึงปี 2563 พื้นที่ป่าไม่มีจำนวนลดลง พื้นที่เกษตรกรรมและพื้นที่เมืองมีจำนวนเพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาของปริมาณน้ำไหลบ่าที่ได้ คือ ในช่วงปี 2559 มีปริมาณน้ำไหลบ่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,086.58 ลูกบาศก์เมตรต่อปี และปี 2563 มีปริมาณน้ำไหลบ่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1,534.00 ลูกบาศก์เมตรต่อปี ซึ่งเมื่อนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ของพื้นที่ป่าและปริมาณน้ำไหลบ่า พบว่าค่าการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ป่ามีความสัมพันธ์แบบผกผันกับปริมาณน้ำไหลบ่า มีค่า 0.884 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 ค่าระดับนัยสำคัญเท่ากับ 0.000 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 0.05 นั่นคือ ยอมรับสมมติฐานหลัก (H0) ปฏิเสธสมมติฐานรอง (H1) กล่าวคือ เมื่อมีการลดลงของพื้นที่ป่าไม่ส่งผลให้ปริมาณน้ำไหลบ่าในพื้นที่ลุ่มน้ำน่านตอนบนมีปริมาณเพิ่มขึ้น

ปัจจัยที่ใช้

ผลลัพธ์



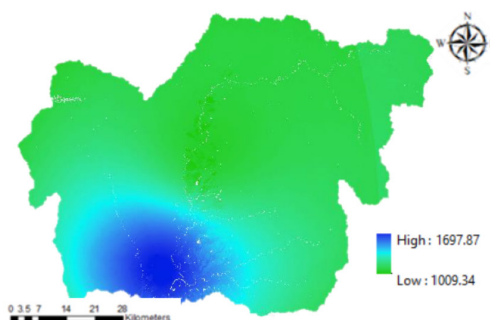
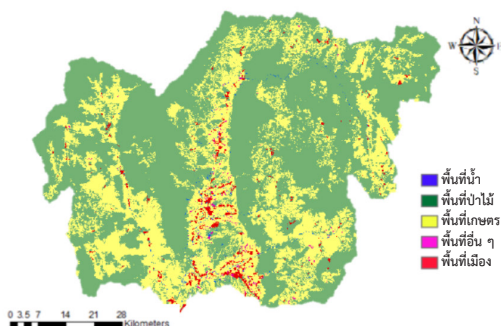
รูปที่ 4 ผลการวิเคราะห์ค่าสิ่งปกคลุมดิน (CN)

ปี

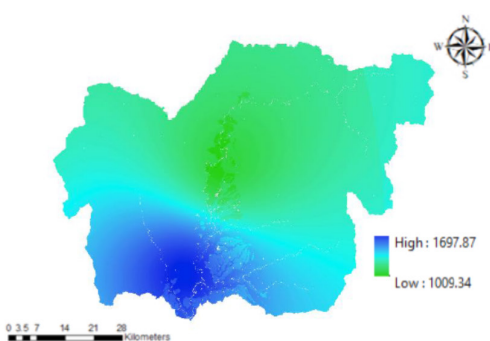
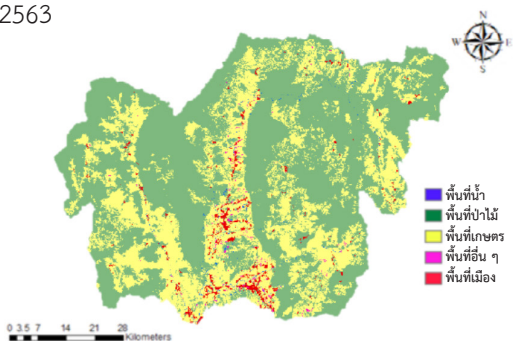
การใช้ประโยชน์ที่ดิน

ปริมาณน้ำท่า

2559



2563



รูปที่ 5 แผนที่แสดงเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินและปริมาณน้ำท่าของปี พ.ศ. 2559 และปี 2563

6. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ในการเลือกใช้อากาศยานเทียมควรเลือกชนิดภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดสูง เพื่อให้ง่ายต่อการจำแนกและมีความใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ควรหลีกเลี่ยงภาพถ่ายดาวเทียมที่มีเมฆปกคลุมพื้นที่ศึกษา เนื่องจากอาจเกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการเลือกใช้อากาศยานเทียมควรใช้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับช่วงเวลาที่ทำการศึกษาและเป็นข้อมูลที่มีการอัปเดต เพื่อให้ผลการวิเคราะห์มีความถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กิตติยา เกียรติยศ, “การวิเคราะห์พื้นที่ที่มีโอกาสเกิดอุทกภัยและการหาตำแหน่งการเตือนภัยที่เหมาะสมในพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ขาน จังหวัดเชียงใหม่,” วิทยาศาสตร์บัณฑิต (ภูมิศาสตร์), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่, 2558.

[2] เชษฐา ดิษยมาลย์, “การประยุกต์หลักการของ SCS เพื่อการประมาณน้ำท่ารายเดือน สำหรับลุ่มน้ำในประเทศไทย,” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรแหล่งน้ำ), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, 2538.

[3] พงษ์ศักดิ์ วิทวัสขุดิกุล, นิพนธ์ ตั้งธรรมและ เกษม จันทรแก้ว. “แบบจำลองสำหรับประเมินสถานะวิกฤตของลุ่มน้ำในประเทศไทย.” dnp.go.th. http://www.dnp.go.th/research/Journal/Vol2_No1/Modelling%20for%20Evaluation.html (เข้าถึงเมื่อ 19 เมษายน 2563).

[4] วิกุล โลหะมงคล, “การจำลองสภาพอุทกวิทยาที่รวมการแปรผันของพื้นที่และเวลา,” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมทรัพยากรแหล่งน้ำ), มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, 2533.

[5] พงษ์ศักดิ์ วิทวัสขุดิกุล และ วารินทร์ จิระสุขทวีกุล, “เทคนิคการกำหนดค่า Runoff Curve Number (CN),” สถาบันวิจัยต้นน้ำชายฝั่งทะเลตะวันออก ส่วนวิจัยต้นน้ำ, สำนักอนุรักษ์และจัดการต้นน้ำ กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช, หน้า 6, 2548.

[6] Hair, J.F., Black, W.C., Babin, B.J. and Anderson, R.E. (2010) Multivariate Data Analysis. 7th Edition, Pearson, New York.

[7] Anuttrangkun, “Study of the relationship between land use change and

water balance in Bung Boraphet wetlands with Soil and Water Assessment Tool,” Journal of Science and Technology Nakhon Sawan Rajabhat University, 2015, 125-142.

[8] Assefa M. Melesse, Jonathan D.Jordan, Jasmeet Judge and Kai-Jen Tien, “Runoff Change Study Using Remote Sensing and GIS in Southern Taiwan.Center for Remote Sensing,” Department of Agricultural and Biological Engineering, University of Florida, Gainesville, USA.

[9] Assefa M. Melesse, S.F.Shih, “Spatially distributed storm runoff depth estimation using LANDSAT images and GIS. Center for Remote Sensing,” Department of Agricultural and Biological Engineering, University of Florida, Computers and Electronics in Agriculture, USA.

[10] Ashish Pandey, V.M. Chowdary, B.C. Mal and P.P. Dabra, “Estimation of runoff for agricultural watershed using SCS Curve Number and Geographic Information System,” Department of Agricultural Engineering, NERIST, Nirjuli, Itanagar, Arunachal Pradesh, India-791109.

[11] ศักดิ์ดา หอมหวล, “การสร้างแบบจำลองน้ำในดินเพื่อสนับสนุนการตัดสินใจด้านการปลูกพืชโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์,” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม), มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก, 2547.

การคำนวณค่า NDVI, SAVI และ NDMI จากภาพถ่ายดาวเทียม ประกอบการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร

วิภาวิณี คำน้อย^{1*} และ อริศรา เจริญปัญญาเนตร²

วันที่รับ 7 กุมภาพันธ์ 2565 วันที่แก้ไข 2 มิถุนายน 2565 วันที่ตอบรับ 5 กรกฎาคม 2565

บทคัดย่อ

ข้าว เป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศในด้านการบริโภค อีกทั้งยังมีความสำคัญต่อภาวะเศรษฐกิจภูมิภาคและเป็นสินค้าเกษตรส่งออกอันดับหนึ่งของประเทศไทย ด้วยส่วนแบ่งการตลาดร้อยละ 60 การวางแผนและการกำหนดนโยบายทางด้านการเกษตรมีความจำเป็นต้องใช้ผลผลิตต่อไร่เป็นหลัก จึงได้มีการนำเทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ซึ่งเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถติดตามผลผลิตข้าวนาปีจากค่าสะท้อนพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่บันทึกโดยข้อมูลภาพจากดาวเทียม และคำนวณค่า NDVI, SAVI และ NDMI ประกอบกับการใช้สถิติในการวิเคราะห์ ซึ่งประกอบไปด้วยค่าเฉลี่ย การประมาณค่าช่วง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์แบบจำลองเชิงเส้น การศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเลือกตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรที่เหมาะสม โดยทำการประเมินปริมาณผลผลิตข้าวนาปีจากข้อมูลดาวเทียมในพื้นที่ตำบลบ้านแม่ อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ผลการศึกษาพบว่า การประเมินผลผลิตข้าวนาปีด้วยข้อมูลดาวเทียม Landsat 8-OLI มีแบบจำลองที่เหมาะสม 2 แบบจำลอง ซึ่งมีความถูกต้องร้อยละ 93 และร้อยละ 94 ตามลำดับ จากการประเมินผลผลิตข้าวนาปีและมีผลผลิตข้าวนาปี จากแบบจำลองพยากรณ์ผลผลิตที่ 1 ได้ผลผลิตรวมทั้งสิ้นจำนวน 2,838,667.44 กิโลกรัม จากแบบจำลองพยากรณ์ผลผลิตที่ 2 ได้ผลผลิตรวมทั้งสิ้นจำนวน 2,838,667.52 กิโลกรัม โดยคำนวณจากพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดประมาณ 4,659 ไร่ มีค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) อยู่ที่ 0.188341 และ 0.176023 ตามลำดับ

คำสำคัญ : แบบจำลองผลผลิตข้าว, ข้อมูลดาวเทียม, การวิเคราะห์ข้อมูลดิจิทัล

^{1, 2} ภาควิชาภูมิศาสตร์ คณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

* ผู้แต่ง, อีเมล: wipawinee_khamnoi@cmu.ac.th

The Calculation of NDVI, SAVI and NDMI from satellite imagery in conjunction with the use of statistics in data analysis for forecasting agricultural products

Wipawinee Khamnoi ^{1*} and Arisara Charoenpanyanet ²

Received 7 February 2022, Revised 2 June 2022, Accepted 5 July 2022

Abstract

Rice is an important crop in Thailand, in terms of consumption, the regional economy, and is the number one agricultural export. With a market share of 60%, agricultural planning and policy making are essentially required for production per rai. Therefore, geo-informatics technology, which is spatial data that can be tracked rice yields from the reflected electromagnetic wave energy received by satellite image data has been applied. NDVI and NDMI were calculated and analyzed using statistics including mean, interpolation, standard deviation, and linear model analysis. The purpose of this study was to create the model for estimation of in season rice yield. The results of the study found that the estimation of in-season rice yield with Landsat 8-OLI satellite data consisted of two suitable models with 93% and 94% accuracy. From the Yield Estimation Model 1 and 2, the total yield was 2,838,667.44 kg. and 2,838,667.52 kg, respectively.

Keywords : Rice yield model, Landsat-8 satellite data, Digital data analysis

^{1,2} Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University

* Corresponding author, E-mail: wipawinee_khamnoi@cmu.ac.th

1. บทนำ

ประเทศไทยนับได้ว่าเป็นประเทศที่มีการประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นส่วนใหญ่ “ข้าว” เป็นหนึ่งในพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศทั้งในด้านการบริโภคและการเป็นสินค้าเกษตรส่งออกอันดับหนึ่งของประเทศไทย อีกทั้งยังมีความสำคัญต่อภาวะเศรษฐกิจภูมิภาค เนื่องจากเป็นพืชเกษตรหลักของประเทศที่ครอบคลุมพื้นที่เพาะปลูกมากที่สุด คิดเป็น 45.2% ของพื้นที่การเกษตรทั้งหมดของประเทศและมีจำนวนครัวเรือนที่มากถึง 4.3 ล้านครัวเรือน คิดเป็น 74.4% ของจำนวนครัวเรือนภาคเกษตรทั้งหมด โดยมีราคาข้าวเปลือกทั้งประเทศเฉลี่ยรายเดือนในปี พ.ศ. 2554 ราคา 15,196 บาท/ตัน พ.ศ. 2555 ราคา 15,379 บาท/ตัน พ.ศ. 2556 ราคา 14,672 บาท/ตัน พ.ศ. 2557 ราคา 12,781 บาท/ตัน พ.ศ. 2558 ราคา 11,632 บาท/ตัน ซึ่งมีแนวโน้มราคาลดลง อันเนื่องมาจากผลผลิตที่เพิ่มมากขึ้น [1] จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่าประเทศไทยมีผลผลิตข้าวเกินความต้องการการบริโภคค่อนข้างมาก เนื่องจากการขยายพื้นที่ปลูกเพิ่มขึ้น ขณะที่ความต้องการบริโภคข้าวของตลาดในประเทศยังคงเท่าเดิม และประเทศไทยกำลังประสบกับปัญหาการแข่งขันในตลาดระหว่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้นทุนค่าแรงงานและการเสื่อมคุณภาพของสภาพระบบนิเวศเมื่อมีการแข่งขันกันผลิตข้าวที่เพิ่มมากขึ้น จังหวัดเชียงใหม่มีการเพาะปลูกข้าวกันอย่างกว้างขวางและข้าวพันธุ์สันป่าตองก็เป็นที่รู้จักแพร่หลายกันไป เนื่องจากเป็นข้าวที่มีคุณภาพในทางโภชนาการ มีผลผลิตดีมากพันธุ์หนึ่ง และในส่วนของพื้นที่สันป่าตองนั้นเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการเพาะปลูกข้าว ซึ่งมีผลผลิตขนาดของเมล็ดข้าวที่สวยงาม จนเป็นข้าวที่ได้มาตรฐานเป็นที่นิยมในภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคอีสาน [2] การนำเทคโนโลยีการรับรู้จากระยะไกลหรือ Remote Sensing (RS) โดยการนำข้อมูลภาพถ่าย

จากดาวเทียม และการวิเคราะห์ข้อมูลสถิติ (Data Analytics) ที่สามารถนำข้อมูลมาวิเคราะห์ตั้งแต่อดีต ปัจจุบัน เพื่อทำนายอนาคต [3] มาใช้งานในด้านการเกษตรกรรมในพื้นที่ เช่น การประเมินและการประมาณค่าผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ ประเมินคุณลักษณะและปัจจัยที่ส่งผลต่อพืชในพื้นที่ขนาดใหญ่ จะสามารถช่วยลดระยะเวลาในการวิเคราะห์ได้มากกว่าการสำรวจพื้นที่ภาคสนาม และการนำวิธีวิเคราะห์การถดถอย (Regression Analysis) มาใช้ในการประมาณค่าผลผลิตพิจารณาพร้อมกับปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเพาะปลูก ยังสามารถช่วยให้เกษตรกรทราบถึงปัจจัยที่สำคัญต่อผลผลิตข้าว จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งเพื่อช่วยให้เกษตรกรสามารถเพิ่มผลผลิตข้าวได้มากที่สุด [4] ปัจจุบันมีหลากหลายงานวิจัยที่ศึกษาเกี่ยวกับการพยากรณ์ผลผลิต ซึ่งวิธีการศึกษามีหลากหลายวิธี เช่น การใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network, ANN) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการพยากรณ์การส่งออกข้าวจากประเทศไทย [5] การวิเคราะห์อนุกรมเวลา (TimeSeries Analysis) โดยวิธีการบ็อกซ์-เจนกินส์ (Box-Jenkins) [6] และการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) โดยวิธีการถดถอยแบบขั้นบันได (Stepwise Regressions) [7] แต่ยังไม่ค่อยมีงานวิจัยไหนที่วิเคราะห์ข้อมูลปัจจัยทางกายภาพที่สัมพันธ์กับผลผลิตข้าวที่มีอยู่ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เพื่อนำไปทำนายอนาคต

ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความสนใจอย่างยิ่งที่จะทำการศึกษาการคำนวณหาค่า NDVI, SAVI และ NDMI จากภาพถ่ายดาวเทียม ประกอบการใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพยากรณ์ผลผลิตการเกษตร โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อวิเคราะห์ปัจจัยทางกายภาพที่สัมพันธ์กับผลผลิตข้าวและสร้างแบบจำลองประมาณผลผลิตข้าวด้วยฟังก์ชันคณิตศาสตร์แบบเส้นตรง

2. พื้นที่ศึกษาและข้อมูล

ขอบเขตของการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยใน 3 ลักษณะ คือ ขอบเขตเชิงพื้นที่ ขอบเขตเชิงเนื้อหา และขอบเขตเชิงระยะเวลา โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ขอบเขตเชิงพื้นที่ ตำบลบ้านแมมีพื้นที่ทั้งหมด ประมาณ 16.65 ตารางกิโลเมตร หรือคิดเป็นพื้นที่ 10,406 ไร่ มีเขตรับผิดชอบจำนวน 13 หมู่บ้าน [8] ครอบคลุมทั่วทั้งพื้นที่ตำบลบ้านแม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา

ภาพสีผสม 6-5-2 จากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม โดยพืชพรรณเป็นสีเขียว น้ำเป็นสีน้ำเงินเข้ม เจาเมฆเป็นสีดำ และพื้นที่โล่งจะเป็นสีส้ม

2) ขอบเขตเชิงระยะเวลา ในครั้งนี้ทำการศึกษาโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8-OLI ที่บันทึกการถ่ายภาพในวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2558 เนื่องจากข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงเวลาดังกล่าวนั้นมีความสอดคล้องกับข้อมูลการเพาะปลูกข้าวที่ได้จากการสอบถามเกษตรกรตัวอย่าง การประเมินผลผลิตข้าวนาปีด้วยข้อมูลดาวเทียม Landsat 8-OLI มีความถูกต้องร้อยละ 68 เนื่องจากตำบลบ้านแมมีเนื้อที่ขนาดเล็ก ซึ่งภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8-OLI นั้นมีความละเอียดค่อนข้างต่ำ จึงส่งผลให้ผลการวิเคราะห์ค่าปัจจัยต่าง ๆ เกิดความคลาดเคลื่อน [9] ประกอบกับภาพถ่ายดาวเทียมในช่วงเวลาดังกล่าวมีเมฆปรากฏอยู่ในพื้นที่ศึกษาน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับช่วงเวลาใกล้เคียงกัน

3) ขอบเขตเชิงเนื้อหา การศึกษาในครั้งนี้จะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ [10] และผลผลิตข้าวนาปีโดยใช้วิธีการทางสถิติมาทดสอบเพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อผลผลิตข้าวนาปี นำปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าวนาปีมาสร้างแบบจำลองเพื่อประมาณผลผลิตข้าวนาปีในพื้นที่ตำบลบ้านแม เพื่อคาดการณ์ผลผลิตข้าวที่คาดว่าจะเกษตรกรจะได้รับ โดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8-OLI จากนั้นศึกษารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างผลผลิตข้าวและปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำรูปแบบสมการที่ได้มาไปประเมินผลผลิตข้าวนาปีให้กับพื้นที่นาข้าวทั้งหมดในพื้นที่ศึกษา และทดสอบประสิทธิภาพของสมการประมาณค่าที่ได้ จากค่าความถูกต้องของการประมาณค่าผลผลิตข้าวในรูปแบบของค่ารากที่สองของค่าคลาดเคลื่อนกำลังสองเฉลี่ย (RMSE) [11]

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

งานวิจัยเรื่องนี้เป็นงานวิจัยเชิงปริมาณ ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วยข้อมูลพื้นที่ปลูกข้าว และข้อมูลการประเมินข้าวก่อนทำการเก็บเกี่ยวที่ได้จากการศึกษาการประเมินผลผลิตข้าวนาปีด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 OLI ในเขตตำบลบ้านแม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8-OLI ที่ให้รายละเอียดจุดภาพช่วงคลื่น NIR, SWIR เป็นดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีรายละเอียดเชิงพื้นที่ 30 เมตร โคจรซ้ำตำแหน่งเดิมทุก ๆ 16 วัน โดยเลือกพื้นที่ตามพื้นที่ศึกษาคือพื้นที่ตำบลบ้านแม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ ที่บันทึกถ่ายภาพในวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2558 ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่สัมพันธ์กับข้อมูลหัตถภูมิดังกล่าว ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน หนังสืองานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และบทความ รวมถึงแหล่งข้อมูลออนไลน์ที่ใช้ประกอบในการศึกษา เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ผลการวิจัย ซึ่งวิธีการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

3.1 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ประกอบไปด้วย 2 วิธีการ ดังนี้

1) การขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินจากกรมพัฒนาที่ดิน ข้อมูลสถิติความชื้นสัมพัทธ์ ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝน ข้อมูลสถิติอุณหภูมิ จากกรมอุตุนิยมวิทยา

2) การสืบค้นข้อมูลจากแหล่งข้อมูลทางเว็บไซต์ เช่น ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตรจากกรมส่งเสริมการเกษตร ข้อมูลภาพถ่ายดาวเทียม Landsat 8-OLI จากกรมสำรวจธรณีวิทยาแห่งสหรัฐอเมริกา

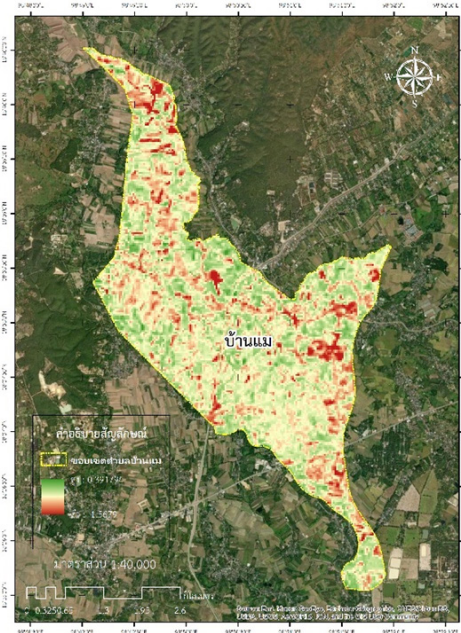
3.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ปัจจัยจากภาพถ่ายจากดาวเทียม

การวิเคราะห์หาดัชนีความต่างพืชพรรณ (NDVI) คือ การวิเคราะห์หาความแตกต่างดัชนีพืชพรรณ (รูปที่ 2) สามารถวิเคราะห์ได้จากการนำค่าความแตกต่างของการสะท้อนของพืชระหว่างช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรดกับช่วงคลื่นสีแดงที่ตามองเห็น ทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นที่สะท้อนจากพื้นผิวมาคำนวณผลต่างของการสะท้อนดังสมการ [12]

$$NDVI = (NIR-RED) / (NIR+RED) \quad (1)$$

โดย NDVI คือ ค่าพืชพรรณที่ได้จากการสะท้อนของพืช NIR คือ ช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด RED คือ ช่วงคลื่นสีแดงที่ตามองเห็น



รูปที่ 2 ดัชนีความต่างพืชพรรณ (NDVI)

การวิเคราะห์หาดัชนีพืชพรรณปรับแก้ดิน (SAVI) คือ การวิเคราะห์หาดัชนีพืชพรรณปรับแก้ดิน สามารถวิเคราะห์ได้จากการนำค่าความแตกต่างของการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) กับช่วงคลื่นสีแดงที่ตามองเห็นมาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นที่สะท้อนจากพื้นผิว มาคำนวณผลต่างของการสะท้อน เพื่อลดอิทธิพลของความสว่างดิน ด้วยการสมมติว่าเส้นดินที่มีความลาดชันสูงจะโดนตัดออก (รูปที่ 3) ดังสมการ [13]

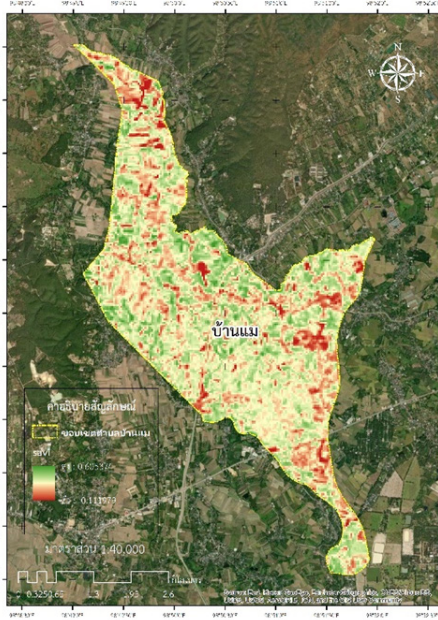
$$SAVI = (1+L) \times (NIR - RED) / NIR + RED + L \quad (2)$$

โดย SAVI คือ ดัชนีพืชพรรณปรับแก้ดิน

NIR คือ ช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด

RED คือ ช่วงคลื่นสีแดงที่ตามองเห็น

L = ค่าสัมประสิทธิ์การสะท้อนจากพื้นดิน (มีค่า 0 ถึง 1)



รูปที่ 3 ดัชนีพืชพรรณปรับแก้ดิน (SAVI)

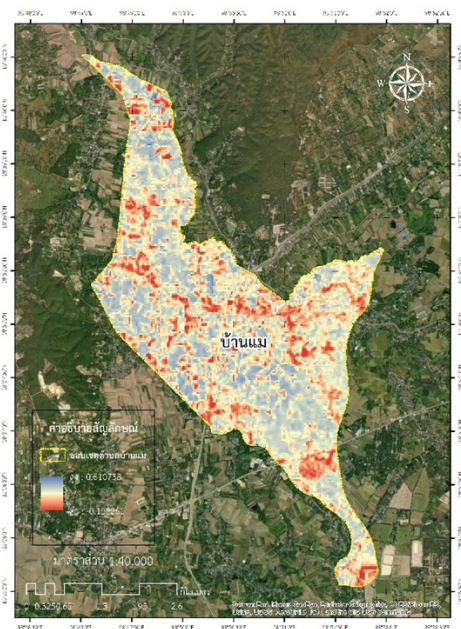
การวิเคราะห์หาดัชนีผลต่างของความชื้น (NDMI) คือ การวิเคราะห์หาดัชนีผลต่างความชื้นของน้ำ สามารถวิเคราะห์ได้จากการนำค่าความแตกต่างของการสะท้อนในช่วงคลื่นอินฟราเรดใกล้ (NIR) และอินฟราเรดคลื่นสั้น (SWIR1) มาทำสัดส่วนกับค่าผลบวกของทั้งสองช่วงคลื่นที่สะท้อนจากพื้นผิว มาคำนวณผลต่างของการสะท้อน (รูปที่ 4) หากมีปริมาณน้ำในดินหรือพืชพรรณมาก จะทำให้รังสีในช่วง SWIR1 ถูกดูดซับมากและมีการสะท้อนรังสีออกมาน้อยลง ส่งผลให้ดัชนี NDMI ที่คำนวณได้มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย ดังสมการ [14]

$$NDMI = (NIR - SWIR1) / (NIR + SWIR1) \quad (3)$$

โดย NDMI คือ ค่าผลต่างความชื้นของน้ำ

NIR คือ ช่วงคลื่นใกล้อินฟราเรด

SWIR1 คือ อินฟราเรดคลื่นสั้น



รูปที่ 4 ดัชนีผลต่างของความชื้น (NDMI)

ในการคำนวณได้ทำการเปลี่ยนค่าตัวเลขดิจิทัล (Digital Number, DN) ให้กลายเป็นค่าการสะท้อน (Reflectance) โดยใช้สมการ Conversion to TOA Reflectance เพื่อเพิ่มความถูกต้องในการคำนวณ ดังสมการ [15]

$$\rho\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p \quad (4)$$

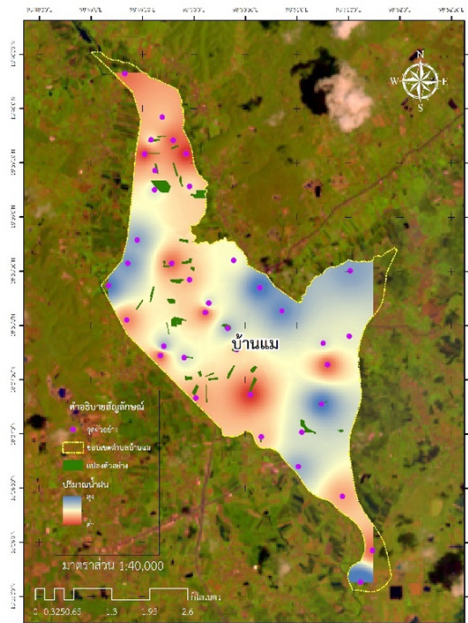
โดย $\rho\lambda'$ = TOA สะท้อนดาวเคราะห์โดยไม่ต้องแก้ไขมุมแสงอาทิตย์

M_p = ตัวคูณมาตราส่วนการคูณแบบทวีคูณเฉพาะแบนด์จากข้อมูล

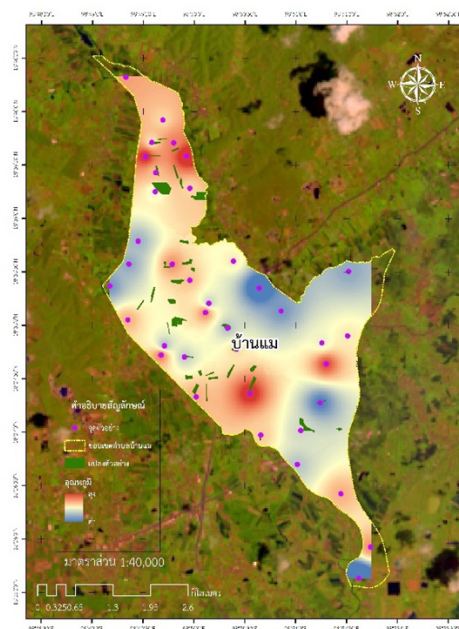
A_p = ปัจจัยสเกลเสริมเฉพาะแบนด์จากข้อมูลเมตา

Q_{cal} = ค่าพิกเซลผลิตภัณฑ์มาตรฐานเชิงปริมาณและสอบเทียบ (DN)

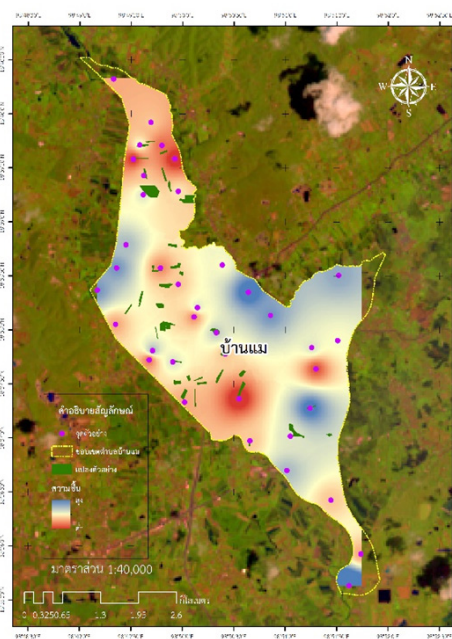
การประมาณค่าช่วงปริมาณน้ำฝน อุณหภูมิ และความชื้น ทำการประมาณค่าช่วงด้วยวิธี IDW (Inverse Distance Weight) โดยทำการสุ่มจุดตัวอย่างแต่ละจุดจากตำแหน่งที่สามารถส่งผลกระทบไปยังพื้นที่ที่ต้องประมาณค่าได้ ซึ่งจะมีผลกระทบน้อยลงเรื่อย ๆ ตามระยะทางที่ไกลออกไป ยิ่งใกล้ยิ่งมีอิทธิพลมาก ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ผ่านโปรแกรมทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์และจะทำการสุ่มจุดจากแปลงตัวอย่างจำนวน 38 แปลง (รูปที่ 5) (รูปที่ 6) (รูปที่ 7)



รูปที่ 5 การประมาณค่าช่วงปริมาณน้ำฝน



รูปที่ 6 การประมาณค่าช่วงอุณหภูมิ



รูปที่ 7 การประมาณค่าช่วงความชื้น

การถดถอยพหุคูณ (Multiple Regression)

ในการศึกษาเพื่อเลือกปัจจัยที่ส่งผลต่อผลผลิตข้าวนาปีจะทำการศึกษาระดับความสัมพันธ์ของข้อมูลจากตารางคุณลักษณะมาวิเคราะห์โดยใช้เครื่องมือโปรแกรม PASW Statistics 18 เพื่อหาความสัมพันธ์ที่บ่งบอกว่าปัจจัยทั้ง 12 ปัจจัย คือ NDVI, max NDVI, min NDVI, SAVI, max SAVI, min SAVI, NDMI, max NDMI, min NDMI, ปริมาณน้ำฝน, อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์ เพื่อหาว่ามีความสัมพันธ์กันมากน้อยเพียงใด มีทิศทางความสัมพันธ์อย่างไร และในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์นี้จะใช้สหสัมพันธ์แบบ Partial Correlation เป็นสถิติที่ใช้ควบคุมหรือแยกส่วนตัวแปรทำนายตัวอื่นที่มีความสัมพันธ์กับตัวแปรที่ต้องการศึกษาอย่างสมบูรณ์ เช่น ตัวแปร X1, X2 และ Y มีความสัมพันธ์กัน ถ้าต้องการหาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร X1 กับตัวแปร Y

แบบ Partial Correlation ต้องขจัดอิทธิพลของ X2 ที่มีต่อ X1 และอิทธิพลของ X2 ที่มีต่อ Y ออก เพื่อให้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทำนายกับตัวแปรตามมีความสัมพันธ์กันอย่างบริสุทธิ์โดยไม่มีอิทธิพลของตัวแปรอื่นร่วมทำนาย จึงต้องหักอิทธิพลของตัวแปรอื่นๆ ออก [16]

การวิเคราะห์การถดถอยพหุแบบขั้นตอน (Stepwise regression)

การศึกษานี้จะการใช้การถดถอยแบบขั้นตอน (Stepwise regression) เป็นวิธีการผสมระหว่างการเลือกแบบก้าวหน้าและการตัดทิ้งแบบถอยหลัง ขั้นตอนแรก ใส่ตัวแปรต้นที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุด โดยการเลือกแบบก้าวหน้า ตรวจสอบระดับนัยสำคัญ (p) ของอิทธิพลของตัวแปรต้นตัวนั้น และตัดตัวแปรนั้น โดยการตัดทิ้งแบบถอยหลัง ขั้นตอนที่สอง ใส่ตัวแปรต้นที่มีสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามที่มีขนาดรองลงมา โดยการเลือกแบบก้าวหน้า ตรวจสอบระดับนัยสำคัญ (p) ของอิทธิพลของตัวแปรต้นนั้น และตัดตัวแปรนั้น โดยการตัดทิ้งแบบถอยหลัง กระบวนการสิ้นสุดเมื่ออิทธิพลของตัวแปรต้นที่เหลืออยู่ในสมการมีนัยสำคัญทางสถิติทุกตัวแปร การวิเคราะห์ข้อมูลวิธีนี้ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ [17]

4. ผลการวิจัย

เนื้อหาในส่วนนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพ เพื่อเลือกปัจจัยที่เหมาะสมที่จะนำไปประเมินผลผลิตข้าวนาปี ซึ่งจะอธิบายถึงการวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์กับผลผลิตข้าวและการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) เพื่อหาสมการ

ที่เหมาะสมในการประเมินผลผลิตข้าวทั้งพื้นที่ และการประเมินผลผลิตข้าวทั่วทั้งพื้นที่ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ปัจจัยทางกายภาพ

จากผลการวิเคราะห์ปัจจัยทั้ง 12 ปัจจัยพบว่า ปัจจัยที่สัมพันธ์กับผลผลิตข้าวนาปีจากการวิเคราะห์สหสัมพันธ์แบบ Partial Correlation มีอยู่ 2 ปัจจัย คือ ปัจจัยของค่ามากที่สุดของดัชนีความต่างพืชพรรณ (maxNDVI) และปัจจัยของค่ามากที่สุดของดัชนีผลต่างของความชื้น (maxNDMI)

ค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีความต่างพืชพรรณ (NDVI)

ค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีความต่างพืชพรรณนั้นที่มีค่ามากที่สุดเพียง 0.39 เนื่องจากในช่วงเวลาที่ทำการถ่ายภาพนั้นเป็นวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2558 เป็นช่วงเวลาที่ใกล้ถึงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ซึ่งต้นข้าวจะลดความเขียวลงและกลายเป็นสีเหลืองมากกว่า ส่งผลทำให้ค่าสะท้อนของดัชนีความต่างพืชพรรณไม่สูงมาก ซึ่งค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีความต่างพืชพรรณจะมีช่วงระหว่าง -1 ถึง 1 กล่าวคือ เมื่อค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีความต่างพืชพรรณเข้าใกล้ 1 ก็แสดงถึงความสมบูรณ์พืชพรรณบริเวณนั้น ๆ ในขณะที่เมื่อค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีความต่างพืชพรรณมีค่าเข้าใกล้ 0 หรือมีค่าติดลบ แสดงว่าพืชในบริเวณนั้นมีความสมบูรณ์ต่ำหรือเป็นการใช้ที่ดินประเภทอื่น

ค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีผลต่างของความชื้น (NDMI)

ค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีผลต่างของความชื้นนั้นที่มีค่ามากที่สุด 0.61 เนื่องจากในช่วงเวลาที่ทำการถ่ายภาพนั้นเป็นวันที่ 15 กันยายน พ.ศ. 2558 เป็นช่วงปลายฝนต้นหนาว ปริมาณน้ำในดินหรือพืชพรรณค่อนข้างมาก จะทำให้ความชื้นถูกดูดซับมาก ส่งผลให้ค่าสะท้อนดัชนีผลต่างของความชื้นที่วิเคราะห์ออกมามีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย โดยทั่วไปค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีผลต่างของความชื้นจะมีช่วงระหว่าง -1 ถึง 1 กล่าวคือ เมื่อค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีผลต่างของความชื้นเข้าใกล้ 1 ก็แสดงถึงความชื้นมากบริเวณนั้น ๆ ในขณะที่เมื่อค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีผลต่างของความชื้นมีค่าเข้าใกล้ 0 หรือมีค่าติดลบ แสดงว่าความชื้นในบริเวณนั้นต่ำหรือเป็นการใช้ที่ดินประเภทอื่น

การวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis)

ผลจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น (Linear Regression Analysis) ด้วยวิธีการถดถอยพหุแบบขั้นตอน (Stepwise regression) ปรากฏว่ามีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าว (Crop) จำนวน 2 ชนิด คือ ค่ามากที่สุดของดัชนีความต่างพืชพรรณ (maxNDVI) และค่ามากที่สุดของดัชนีผลต่างของความชื้น (maxNDMI) (ตารางที่ 1) ผลจากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบขั้นตอน (Stepwise Multiple Linear Regression, SMLR)

ปรากฏว่ามีตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กับผลผลิตข้าว (Crop) จำนวน 2 ชนิด คือ ค่ามากที่สุดของดัชนีความต่างพืชพรรณ (maxNDVI) และค่ามากที่สุดของดัชนีผลต่างของความชื้น (maxNDMI) กล่าวคือ ยิ่งค่า R และ R Square มีค่าเข้าใกล้ 1 ความเหมาะสมของชุดสมการที่จะนำไปประเมินผลผลิตข้าวก็จะยิ่งมากขึ้น ค่า R Square ในโมเดลที่ 1 มีค่า 0.933 หมายความว่า หากใช้รูปแบบสมการดังกล่าว

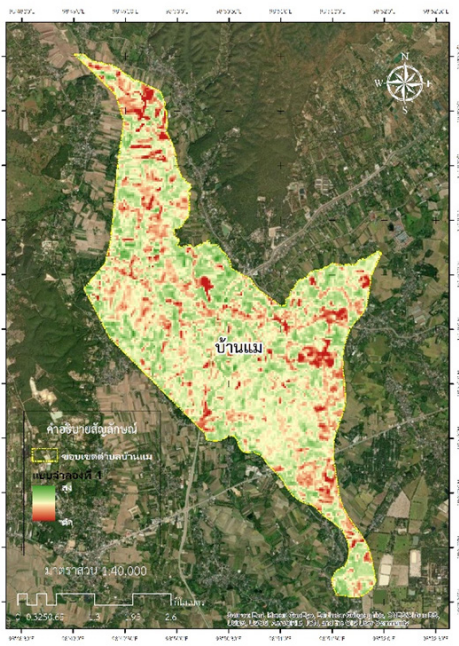
ในการประเมินผลผลิตข้าว จะมีความถูกต้องร้อยละ 93 (รูปที่ 8) และค่า R Square ในโมเดลที่ 2 มีค่า 0.941 หมายความว่า หากใช้รูปแบบสมการดังกล่าว ในการประเมินผลผลิตข้าว จะมีความถูกต้องร้อยละ 94 (รูปที่ 9) จากการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น จะได้ค่าที่ใช้บอกระดับความสัมพันธ์ (Coefficients) ซึ่งจะนำไปสร้างสมการที่ใช้ในการประเมินผลผลิตข้าว

ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบขั้นตอน
(Stepwise Multiple Linear Regression, SMLR)

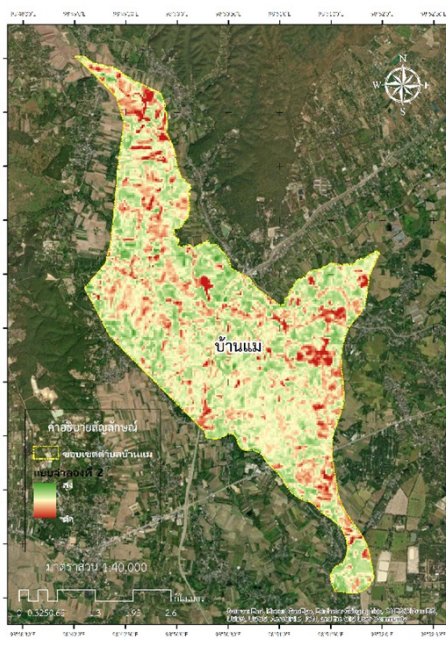
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Change Statistics				
					R Square Change	F Change	df1	df2	Sig. F Change
1	.966	.933	.931	447.720	.933	500.695	1	36	.000
2	.970	.941	.938	424.372	.008	5.070	1	35	.031

1. Predictors: (Constant), max NDVI
2. Predictors: (Constant), max NDVI, max NDMI

โดยที่ R หมายถึง ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์พหุคูณ
R Square หมายถึง สัมประสิทธิ์การพยากรณ์ (Coefficient of determinant)
Adjusted R Square หมายถึง สัมประสิทธิ์การตัดสินใจที่ปรับค่าแล้ว
Std. Error of the Estimate หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานในการพยากรณ์



รูปที่ 8 ผลแบบจำลองที่ 1



รูปที่ 9 ผลแบบจำลองที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงระดับความสัมพันธ์ (Coefficients)

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95.0% Confidence Interval for B	
	B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1 (Constant)	-2840.427	282.218		-10.065	.000	-3412.792	-2268.062
maxNDVI	44629.259	1994.496	.966	22.376	.000	40584.234	48674.285
2 (Constant)	-1763.027	548.179		-3.216	.003	-2875.889	-650.165
maxNDVI	45022.836	1898.550	.974	23.714	.000	41168.575	48877.097
maxNDMI	-2804.951	1245.696	-.093	-2.252	.031	-5333.848	-276.054

จากค่า Coefficient ดังกล่าวสามารถนำมาสร้างสมการที่จะนำไปประเมินผลผลิตข้าวได้ 2 สมการดังนี้

$$\text{Crop1} = (44629.259 \times \text{maxNDVI}) - 2840.427 \quad (5)$$

Crop1 หมายถึง ผลผลิตข้าว (กิโลกรัม)
maxNDVI หมายถึง ค่ามากที่สุดของดัชนีความต่างพืชพรรณ

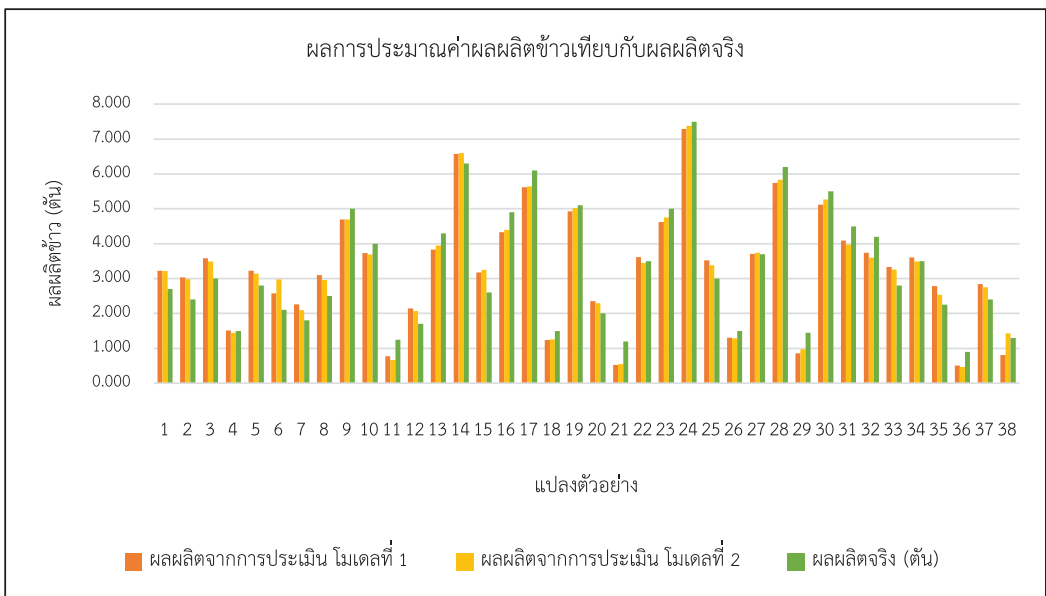
$$\text{Crop2} = (45022.836 \times \text{maxNDVI}) - (2804.951 \times \text{maxNDMI}) - 1763.027 \quad (6)$$

Crop2 หมายถึง ผลผลิตข้าว (กิโลกรัม)

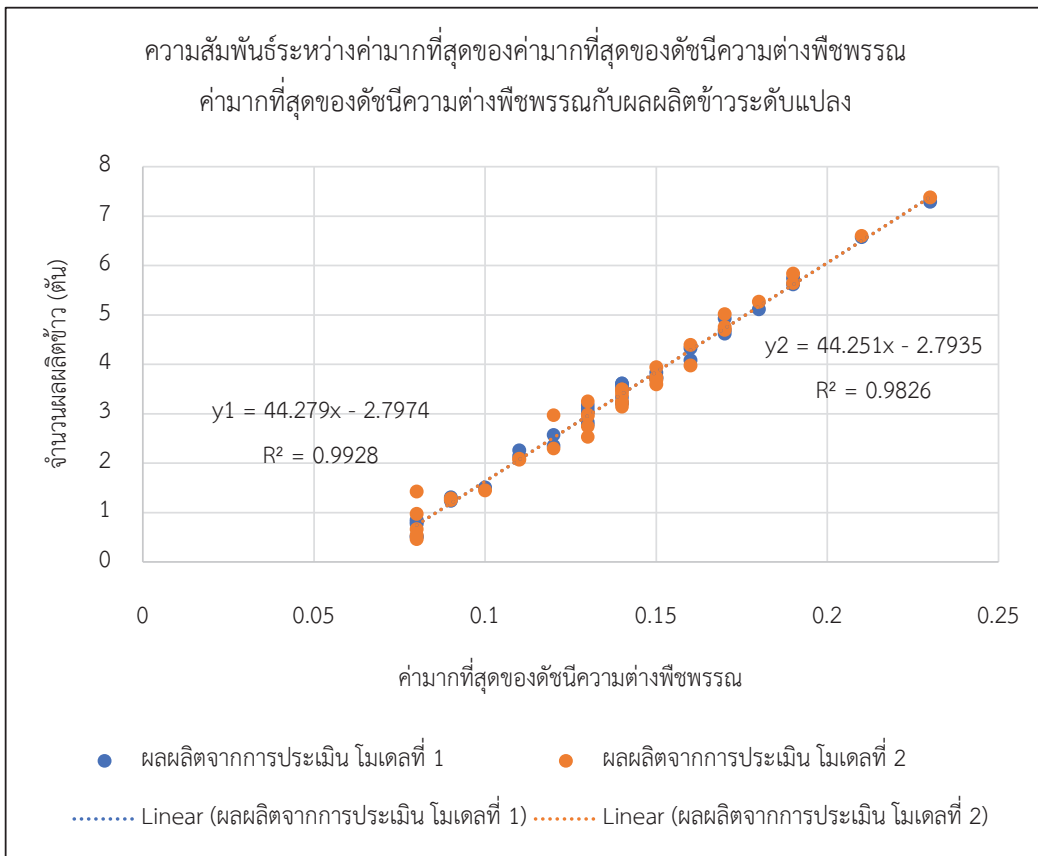
maxNDVI หมายถึง ค่ามากที่สุดของดัชนีความต่างพืชพรรณ

maxNDMI หมายถึง ค่ามากที่สุดของดัชนีผลต่างของความชื้น

โดยกำหนดให้ Crop1 คือ โมเดลที่ 1 และ Crop2 คือ โมเดลที่ 2 ผลจากการวิเคราะห์ค่าปัจจัยทั้ง 2 ปัจจัยไม่ส่งผลต่อผลผลิตข้าวที่แตกต่างกันมาก กล่าวคือความแตกต่างของผลผลิตข้าวของทั้ง 2 โมเดลนั้นน้อยมาก จากการตรวจสอบประสิทธิภาพของสมการโดยการนำสมการที่ได้ไปประเมินผลผลิตข้าวของแปลงตัวอย่างจำนวน 38 แปลง ผลที่ได้จะแสดงใน (รูปที่ 10)



รูปที่ 10 ผลการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้นแบบขั้นตอน



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างค่ามากที่สุดของดัชนีความแตกต่างของพืชพรรณกับผลผลิตข้าวระดับแปลง

จากกราฟรูปที่ 10 แสดงผลลัพธ์ของการประเมินผลผลิตข้าวจากสมการและผลผลิตต่อแปลงแล้วนำไปเปรียบเทียบกับผลผลิตข้าวจริง ผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมิน โมเดลที่ 1 คือ 123.95001 ตัน และผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมิน โมเดลที่ 2 คือ 123.95000 ตัน และจากกราฟรูปที่ 11 แสดงผลลัพธ์ของความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นระหว่างค่ามากที่สุดของดัชนีความต่างพืชพรรณกับผลผลิตข้าวแต่ละแปลง

การคำนวณค่า RMSE เพื่อวัดความแม่นยำของการประมาณค่าผลผลิตข้าว

ผลการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยกำหนดให้ผลการสำรวจภาคสนามของค่าผลผลิตข้าวจากชุดข้อมูลสร้างแบบจำลอง (Calibration Data Sets) เป็น Dependent variable (Y) โดย NDVI สูงสุดและ NDMI สูงสุดเป็น Independent Variable (X) ด้วยฟังก์ชันแบบเส้นตรง ฟังก์ชันเลขยกกำลัง โดยผลการสร้างแบบจำลอง (Calibration Data Sets)

ให้ผลของการทดสอบแบบจำลอง (Evaluation Data Sets) ได้ค่า RMSE เท่ากับ 0.188341, 0.176023 ต้น/ไร่ ตามลำดับ

5. สรุปและอภิปรายผล

การประเมินพื้นที่ปลูกข้าวนาปีในเขตพื้นที่ตำบลบ้านแม่ อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่ มีพื้นที่เพาะปลูกข้าวนาปีเนื้อที่ทั้งหมดประมาณ 4,659.731 ไร่ หรือ 7.456 ตารางกิโลเมตร ในการประเมินผลผลิตจากค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีความต่างพืชพรรณนั้นเป็นช่วงที่ใกล้เคียงเวลาเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าว ซึ่งต้นข้าวจะเกิดเป็นรวงทำให้ค่าสะท้อนความแตกต่างทั่วไปของดัชนีความต่างพืชพรรณที่ทำการวิเคราะห์มีค่าต่ำและในการประเมินผลผลิตจากค่าความแตกต่างทั่วไปของดัชนีผลต่างของความชื้นนั้นเป็นช่วงเปลี่ยนฤดูกาลจากฤดูฝนไปเป็นฤดูแล้ง ทำให้ปริมาณน้ำในดินหรือพืชพรรณค่อนข้างมาก ทำให้ความชื้นถูกดูดซับมาก ส่งผลให้ผลต่างของความชื้นที่คำนวณได้มีค่าสูงขึ้นตามไปด้วย การประเมินผลผลิตข้าวนาปีก่อนทำการเก็บเกี่ยวเป็นการประเมินหรือพยากรณ์ผลผลิตข้าวนาปีต่อไร่จากแปลงตัวอย่างของพื้นที่ที่ทำการเพาะปลูกในปี พ.ศ. 2558 โดยผ่านการวิเคราะห์การถดถอยเชิงเส้น เพื่อหารูปแบบของสมการที่มีความเหมาะสมผลลัพธ์ที่ได้คือ ผลผลิตข้าวนาปี จากโมเดลที่ 1 อยู่ที่ประมาณ 609.2868518 กิโลกรัมต่อไร่ และผลจากการทำนายผลผลิตจากโมเดลที่ 2 อยู่ที่ประมาณ 609.286869 กิโลกรัมต่อไร่ โดยพบว่า ทั้งสองโมเดลมีความแตกต่างกันน้อยมาก สามารถนำโมเดลไปประยุกต์ใช้ได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ โดยคำนวณจากพื้นที่เพาะปลูกทั้งหมดประมาณ 4,659 ไร่

6. ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ในการเลือกใช้ภาพถ่ายดาวเทียมควรเลือกชนิดภาพถ่ายดาวเทียมที่มีความละเอียดค่อนข้างสูงเพื่อความถูกต้องแม่นยำของข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ เช่น ภาพถ่ายจากดาวเทียม QuickBird ควรหลีกเลี่ยงภาพถ่ายดาวเทียมที่มีเมฆปกคลุมพื้นที่ศึกษา เนื่องจากอาจจะเกิดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ข้อมูล และการศึกษาในครั้งนี้ผู้ศึกษาควรลงสนามเพื่อตรวจสอบค่าความถูกต้องของข้อมูลจากเกษตรกร การศึกษาปัจจัยอื่น ๆ เพิ่ม อาจช่วยเป็นตัวเลือกให้โมเดลที่จะนำไปพัฒนาต่อมีปัจจัยเพิ่มขึ้นได้ด้วย และการทำการศึกษาประเภทเดียวกันนี้ควรขยายขอบเขตการศึกษาเป็นระดับอำเภอหรือใหญ่กว่า เนื่องจากในระดับอำเภอหรือใหญ่กว่าจะมีข้อมูลสถิติต่าง ๆ อย่างครบถ้วน ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่เพาะปลูก ผลผลิตที่ได้ จำนวนเกษตรกร ช่วงเวลาการเพาะปลูก เป็นต้น ซึ่งข้อมูลรายละเอียดเหล่านี้ไม่มีในระดับตำบล

7. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. “ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร.” oae.go.th. <https://www.oae.go.th/view/1/ข้อมูลเศรษฐกิจการเกษตร/TH-TH> (วันที่เข้าถึง 1 กันยายน 2564).

[2] สละ ทศานนท์, “ข้าวหอมดอกมะลิสิ่งที่ข้าพเจ้าภาคภูมิใจ” ฟุ่งกุลา “อาณาจักรเกลือ 2,500 ปี” จากยุคแรกเริ่มลำห้วยถึงยุคมังกรข้าวหอม, กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์มติชน, 2564.

[3] Awanafan. “Data Analytics.” <https://thewisdom.co/content/what-is-data-analytics/> (วันที่เข้าถึง 18 มิถุนายน 2565).

- [4] A. Na-udom, “A Comparison of Artificial Neural Network and Regression Model for Predicting the Rice Production in Lower Northern Thailand,” *Information Science and Applications*, Vol. 339, pp. 745–752. 2015.
- [5] นรวัฒน์ เหลืองทอง และ นันทชัย กานตานุทธ. “การเลือกตัวแบบพยากรณ์ผลผลิตการเกษตรที่เหมาะสม.” *tujournals.tu.ac.th*. <http://tujournals.tu.ac.th/tstj/detailart.aspx?ArticleID=4767> (วันที่เข้าถึง 1 ตุลาคม 2564)
- [6] วศัญญา เชื้อพานิชและอรนันท์ เชื้อพานิช. “การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจ เพื่อการวางแผนการผลิตข้าวนาปี จังหวัดมหาสารคาม โดยเทคนิคการพยากรณ์.” *so06.tci-thaijo.org*. <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/ve-irj/article/view/223404/159318> (วันที่เข้าถึง 1 ตุลาคม 2564)
- [7] พิมลพร พงศ์ทองคำ. “การพยากรณ์ปริมาณผลผลิตข้าวนาปี ด้วยแบบจำลองเชิงปริมาณ.” *kukr.lib.ku.ac.th*. https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php?/BKN_GRAD/search_detail/result/155334 (วันที่เข้าถึง 1 ตุลาคม 2564)
- [8] เทศบาลตำบลบ้านแม. “ประวัติความเป็นมาและข้อมูลทั่วไปของตำบลบ้านแม.” *banmae.go.th*. <http://www.banmae.go.th/about.php?id=1> (วันที่เข้าถึง 11 มกราคม 2565)
- [9] อานนท์ จินารักษ์. “การประเมินผลผลิตข้าวนาปีด้วยข้อมูลจากดาวเทียม Landsat 8 OLI ในเขตตำบลบ้านแม อำเภอสันป่าตอง จังหวัดเชียงใหม่.” *geo.soc.cmu.ac.th*. http://www.geo.soc.cmu.ac.th/geo_499/ (วันที่เข้าถึง 1 ตุลาคม 2564)
- [10] Y. Wang. “Contrasting Effects of Temperature and Precipitation on Vegetation Greenness along Elevation Gradients of the Tibetan Plateau,” *Remote Sensing*, Vol. 12, no. 17, 2020.
- [11] B. M. Refat Faisal, Hafizur Rahman, Nur Hossain Sharif, Nasrin Sultana, Mohammad Imrul Islam, S.M. Ahsan Habib and Tofayel Ahammad. “Integrated Application of Remote Sensing and GIS in Crop Information System - A Case Study on Aman Rice Production Forecasting Using MODIS-NDVI in Bangladesh,” *AgriEngineering*, Vol. 2, no. 2, 2020.
- [12] ภาณุพันธุ์ ไมตรี. “การประยุกต์ใช้ดัชนีพืชพรรณ (NDVI) ในการศึกษาศักยภาพการเพาะปลูกข้าวในพื้นที่ อำเภอยางชุมน้อย จังหวัดศรีสะเกษ.” *agi.nu.ac.th*. https://www.agi.nu.ac.th/nred/Document/is-PDF/2561/geo_2561_030_FullPaper.pdf (วันที่เข้าถึง 1 ตุลาคม 2564)
- [13] ภาณุภูมิ จันสน. “การประยุกต์ใช้ดัชนีพืชพรรณในการศึกษาศักยภาพการเพาะปลูกข้าวในเขต อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดชลบุรี.” *agi.nu.ac.th*. https://www.agi.nu.ac.th/nred/Document/is-PDF/2560/geo_2560_020_FullPaper.pdf (วันที่เข้าถึง 1 ตุลาคม 2564)
- [14] วิภาพ แสงวังทอง. “การจำแนกพื้นที่ป่าผลัดใบโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมแลนด์ซัทหลายช่วงเวลา กับเทคนิคอัตราส่วนช่วงคลื่น.” *tci-thaijo.org*.

<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/tstj/article/view/121073/92379> (วันที่เข้าถึง 1 ตุลาคม 2564)

[15] Anh V. Le. “Supplementary Materials: Exploring the Inclusion of Small Regenerating Trees to Improve Above-Ground Forest Biomass Estimation Using Geospatial Data.” Retrieved from <https://www.mdpi.com/2072-4292/10/9/1446/htm> (in Thai)

[16] พีรพงษ์ พันธุ์โสดา. “การวิเคราะห์ถดถอยพหุ (Multiple Regression).” panas.ac.th. http://www.panas.ac.th/files/1103231919275840_13122316161827.pdf (วันที่เข้าถึง 1 กันยายน 2564)

[17] นงลักษณ์ วิรัชชัย, “หน่วยที่ 7 การศึกษาพรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และหน่วยที่ 10 สถิติวิเคราะห์เชิงปริมาณ: สถิติบรรยายและสถิติพาราเมตริก,” ชุดวิชา 21701 การวิจัยหลักสูตรและการเรียนการสอน หลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2555.

การศึกษาพฤติกรรมการไหลของน้ำโลหะ เหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 ในแม่พิมพ์งานหล่ออินเวสต์เมนต์

พัตรพิมล สุวรรณกาญจน์^{1*} ณัฐพงศ์ สอนสุวิทย์² และ พิมพ์ภััส งามสันติวงศ์³

วันที่รับ 18 มีนาคม 2565 วันที่แก้ไข 5 สิงหาคม 2565 วันตอบรับ 16 สิงหาคม 2565

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันกระบวนการหล่องานเหล็กกล้าไร้สนิมที่มีความเล็กบางและมีความซับซ้อน มีการออกแบบระบบจ่ายโลหะเหลวและรูสลิ้น โดยทั่วไปเป็นการออกแบบจากประสบการณ์และทดลองหล่อแบบลองผิดลองถูก เพื่อตรวจสอบหาจุดบกพร่องของชิ้นงาน (Defects) ที่เกิดขึ้น จากนั้นจึงทำการปรับปรุงการออกแบบและทดลองหล่ออีกครั้งจนกระทั่งมั่นใจได้ว่างานหล่อที่ได้สมบูรณ์ปราศจากข้อบกพร่อง วิธีดังกล่าวทำให้สูญเสียเวลาและค่าใช้จ่ายอันเนื่องมาจากการทดลองหล่อเป็นจำนวนมาก ขาดความแน่นอนและความถูกต้องในการออกแบบ ปัจจุบันได้มีการพัฒนาคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ในการจำลองพฤติกรรม (Cast Designer[®]) เพื่อนำมาช่วยในการวิเคราะห์และออกแบบระบบงานหล่อเป็นจำนวนมาก ซึ่งส่วนใหญ่ราคาสูง ปัญหาของผู้ประกอบการคือการตัดสินใจในการจัดซื้อหรือการจัดหาคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์เหล่านี้นี้มาใช้เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าในการทำงานหล่องาน เพื่อศึกษาการจำลองพฤติกรรมของงานหล่อโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์มาใช้ในการวิเคราะห์โดยคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ที่เลือกใช้โปรแกรม Cast Designer[®] ขอบเขตในการทำงานวิจัยคือออกแบบชุดแม่พิมพ์งานหล่อ 3 แบบ โดยแม่พิมพ์เป็นแบบมีทางเข้าของโลหะเหลวทางเดียว มีการจัดวางเรียงชิ้นงานเป็นมุมเอียงลงกับระนาบแนวนอน 30, 45 และ 60 องศา โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบงานหล่อ โดยทำการเปรียบเทียบลักษณะของการไหลของโลหะเหลว เวลาในการเติมเต็มโลหะเหลว และทำการวิเคราะห์แม่พิมพ์ว่าในงานหล่อแม่พิมพ์ในแต่ละแบบเกิดข้อบกพร่องตรงจุดใดของแบบแม่พิมพ์จากการจำลองพฤติกรรมกระบวนการหล่อแม่พิมพ์แบบที่ 3 มีความสมบูรณ์แบบมากที่สุด เนื่องจากการไหลตัวของโลหะเหลว (Fluid Fraction) มีทิศทางไหลในทิศทางเดียวกัน ใช้เวลาในการเติมเต็มของโลหะเหลว (Fill Time) เข้าสู่โพรงแบบน้อยที่สุด โดยใช้เวลาเพียง 1.0667 วินาที และได้ชิ้นงานที่สมบูรณ์แบบเป็นแม่พิมพ์ที่ทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพที่สุด

คำสำคัญ : กระบวนการหล่อโลหะ, การออกแบบแม่พิมพ์, การจำลองพฤติกรรม

¹ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมเครื่องกล, วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

² ภาควิชากรรมวัสดุและเทคโนโลยีวัสดุ, วิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

³ ส่วนบริหารองค์ความรู้ (Knowledge Management Division - TKM), สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

* ผู้แต่ง, อีเมล : patpimol.s.@cit.kmutnb.ac.th

A Study of Flow Behavior of AISI 430 Stainless Steel in Investment Casting by Analysis Program

Patpimol Suwankan ^{1*} Nuttaphong Sornsuwit ² and Phimraphas Ngamsantivongsa ³

Received 18 March 2022, Revised 5 August 2022, Accepted 16 August 2022

Abstract

Stainless steel parts with high complexity and small dimensions are cast in the casting process. Liquid metal dispensing system and overflow holes are designed. A design is generally based on experience and trial and error casting to check for defects in the workpiece. Following that, the design is optimized and the casting is tested again until it is certain that there are no defects in the casting. As a result of a large number of casting trials and inaccuracy, this method costs time and money. In order to prevent such a waste of time and money, computer software is used to simulate the casting process. In this study, Cast Designer[®] simulation software is used in analysis to evaluate the optimized design of casting mold. The scope of this research is to design 3 types of casting molds. The workpieces were arranged inclined at angles of 30, 45 and 60 degrees by using a computer-aided design program to design the casting by comparing the characteristic of liquid metal flow and the filling time were analyzed. As a result of the fluid fraction flowing in the same direction and filling the cavity in the shortest amount of time (1.0667 seconds), type 3 casting molds are the most ideal.

Keywords : casting process, mold design, simulation

¹ Department of Materials and Production Technology Engineering, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

² Department of Mechanical Engineering Technology, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok.

³ Knowledge Management Division - TKM, Defence Technology Institute

* Corresponding author, E-mail: patpimol.s@cit.kmutnb.ac.th

1. บทนำ

เนื่องจากการผลิตชิ้นงานตะขอเหล็กกล้าไร้สนิม AISI 430 ที่มีลักษณะบางและรูปร่างซับซ้อน จะต้องใช้การผลิตโดยการหล่ออินเวสต์เมนต์ (Investment Casting) หรือที่เรียกว่าหล่อแบบซีพิงหาย (Lost Wax Casting) โดยที่ในกระบวนการผลิตจะต้องมีปัจจัยต่าง ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีที่สุดปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ รูปร่างของชิ้นงาน อุณหภูมิของน้ำโลหะเหลว (Melt Temperature) อุณหภูมิของแม่พิมพ์ (Mold Temperature) ความเร็วในการไหลตัวของน้ำโลหะเหลว อุณหภูมิขณะเทหล่อ (Pouring Temperature) โดยปัจจัยที่กล่าวมาข้างต้นจะส่งผลต่อข้อบกพร่อง (Defect) ของชิ้นงาน กระบวนการหล่อใช้กันอย่างแพร่หลายในการผลิตชิ้นส่วนโลหะ ความต้องการชิ้นส่วนหล่อที่มีความเที่ยงตรงสูงยังคงเพิ่มขึ้นเนื่องจากความต้องการที่เข้มงวดจากอุตสาหกรรมยานยนต์และอากาศยาน งานวิจัยจำนวนมากได้ทุ่มเทให้กับการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อการผลิตสินค้าหล่อคุณภาพสูงด้วยต้นทุนที่ต่ำ การวิเคราะห์การไหลของของไหลในระหว่างกระบวนการเติมเต็มของโลหะเหลวในแม่พิมพ์ได้รับการศึกษาอย่างจริงจังในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา เนื่องจากความก้าวหน้าของระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ [1], [2] ข้อบกพร่องฝังใน (Inclusion Defects) ซึ่งเกิดจากฟิล์มออกไซด์ การล้าทางทราย และการเกิดตะกรัน ความหนาแน่นต่ำเป็นเรื่องปกติในกระบวนการหล่อและอาจทำให้คุณสมบัติทางกลของการหล่อลดลงอย่างมาก ความเห็นร่วมกันของอุตสาหกรรม คือ กระบวนการเติมเต็มของโลหะเหลวมีความสำคัญต่อคุณภาพการหล่อ และเศษการหล่อส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากไม่ก็วินาทีที่การหล่อถูกเท [3] ข้อบกพร่องฝังในจะได้รับผลกระทบอย่างมากจากสภาพพื้นผิวอิสระ ความเร็วที่ทางเข้า และการกระจายการไหลในระหว่างกระบวนการเติมเต็มของโลหะเหลว ระบบการเติมเต็ม

ของโลหะเหลวมีบทบาทสำคัญในการควบคุมข้อบกพร่องฝังใน ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าระบบการเติมเต็มของโลหะเหลวที่ออกแบบมาไม่ดีมักส่งผลให้เกิดความเร็วการไหลและความปั่นป่วนของพื้นผิวที่สูง [4]

ตามที่ Babaei และคณะ [5] การเติมแม่พิมพ์เป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการพิจารณาคุณภาพของการหล่อ ปรากฏการณ์การไหลของของไหลระหว่างการเติมแม่พิมพ์มีความสัมพันธ์อย่างมากกับคุณภาพการหล่อพื้นผิวสำเร็จ และการแยกส่วนขนาดใหญ่ของชิ้นส่วนหล่อ และการสึกกร่อนของแม่พิมพ์

ข้อบกพร่องที่พบบ่อยของชิ้นงานตะขอเหล็กกล้าไร้สนิม คือ รูพรุน (Void) โพรงหดตัวขณะแข็งตัว (Shrinkage Porosity) และชิ้นงานไม่สมบูรณ์ โดยได้มีการออกแบบแม่พิมพ์เพื่อลดปัญหาดังกล่าว โดยการออกแบบแม่พิมพ์แต่ละครั้งจำเป็นต้องทำการทดลองเทน้ำโลหะก่อนหลายครั้งเพื่อทดสอบหาแบบแม่พิมพ์ที่ทำให้เกิดชิ้นงานที่สมบูรณ์ที่สุดมาทำการใช้เทหล่อชิ้นงานจริง ซึ่งเป็นการยุ่งยากและสิ้นเปลือง รวมทั้งยังต้องใช้ต้นทุนสูง ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจำลองพฤติกรรมของการไหลของน้ำโลหะ การจำลองพฤติกรรมการแข่งขันตัวของน้ำโลหะซึ่งผลิตจากการจำลองแม่พิมพ์ทำให้สามารถวิเคราะห์ผลของตัวแปรต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อกระบวนการหล่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาพฤติกรรมของการไหลของน้ำโลหะ ตัวแปรที่ศึกษาคือ สัดส่วนการไหลของโลหะเหลว (Fluid Fraction) และเวลาในการเติมเต็มของโลหะเหลว (Fill Time) ในเครื่องมือจำลองวิเคราะห์กระบวนการเติมของแม่พิมพ์ด้วยของเหลวมีการวางจัดเรียงชิ้นงานเป็นมุมเอียงลงกับระนาบแนวนอน 30, 45 และ 60 องศา โดยการจำลองพฤติกรรมของการไหลด้วยโปรแกรม Cast Designer® เพื่อพัฒนาให้ได้แม่พิมพ์ที่ทำให้การผลิตมีประสิทธิภาพที่สุด

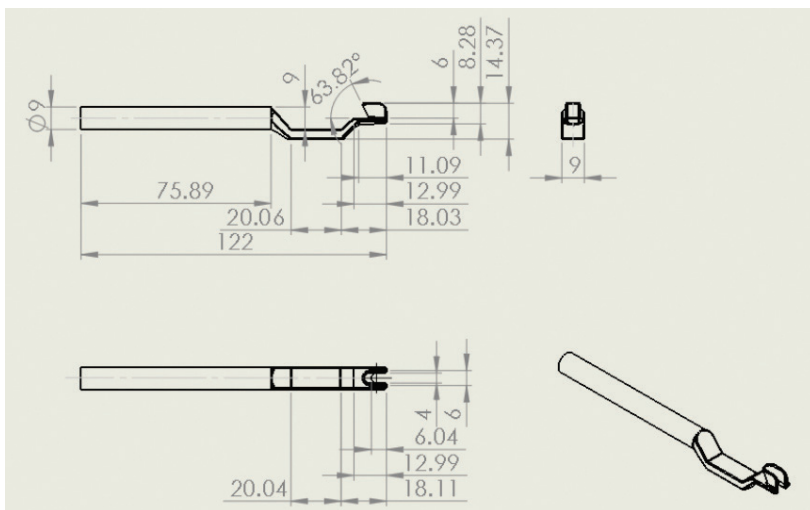
2. ออกแบบการทดลอง

2.1 กรรมวิธีการหล่ออินเวสต์เมนต์

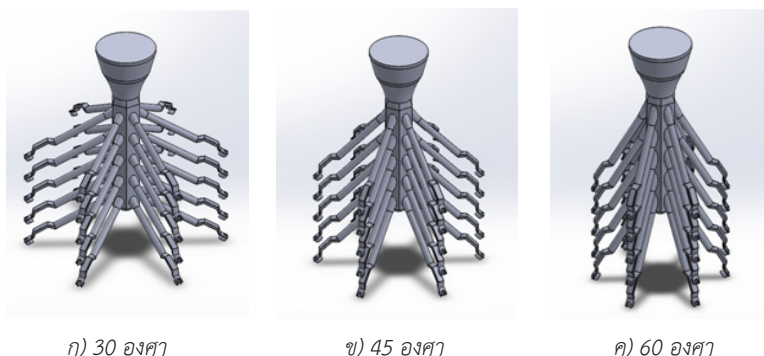
กระบวนการหล่ออินเวสต์เมนต์มีขั้นตอนในการเตรียมวัสดุหล่อโลหะ ซึ่งการทดลองนี้ใช้เหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 430 เป็นวัสดุหล่อขึ้นงานตะขอ มีอุณหภูมิเท (Pouring Temperature) 1650°C เทลงในแม่พิมพ์หล่อโลหะ ซึ่งก่อนการเทน้ำโลหะใส่แม่พิมพ์จะต้องอบให้ร้อนอยู่ที่อุณหภูมิ (Mold Temperature) 1150°C แล้วปล่อยให้เย็นตัวในอากาศปกติ ลักษณะของขึ้นงานตะขอแสดงในรูปที่ 1

2.2 แม่พิมพ์เทหล่อ

กำหนดรูปร่างขึ้นงานให้มีการจัดเรียงระบบบ่อนเติมน้ำโลหะที่แตกต่างกันเพื่อศึกษาการไหลของน้ำโลหะในรูปแบบลักษณะมุมเอียงในการจัดเรียงขึ้นงานในแบบหล่อที่ 30, 45 และ 60 องศา กับแนวระนาบโดยมีรูปร่างขึ้นงานดังรูปที่ 2



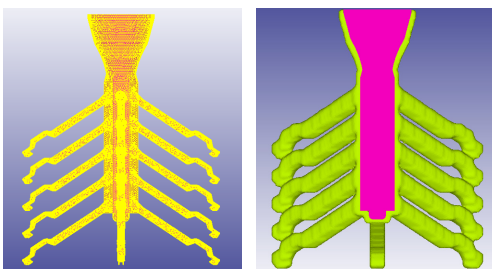
รูปที่ 1 ลักษณะของขึ้นงานตะขอ



รูปที่ 2 แบบแม่พิมพ์ที่มีการเอียงทำมุมกับแนวระนาบ

2.3 เทคโนโลยีการจำลองแบบช่วยในการจำลอง พฤติกรรมการไหลตัวของน้ำโลหะเหลว

ในการจำลองพฤติกรรมการไหลในงานวิจัยนี้ ตัวแปรที่ศึกษา คือ สัดส่วนการไหลของโลหะเหลว (Fluid Fraction) เวลาในการเติมเต็มของโลหะเหลว (Fill Time) โดยการจำลองพฤติกรรมการไหลด้วยโปรแกรม Cast Designer® นำ CAD ที่สร้างจาก Solid work ดังรูป เข้าไปในโปรแกรม Cast Designer® เพื่อทำให้เกิด Finite Element Method Mesh จะเห็นได้ว่าการตัดแบ่งครึ่งของ CAD เพื่อช่วยในการลดเวลาที่คอมพิวเตอร์จะต้องใช้ในการคำนวณ และลักษณะชิ้นงานมีลักษณะที่สมมาตรกัน ทำให้เกิดพฤติกรรมที่เหมือนกัน แสดงรูปชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการ Finite Element Method Mesh และสร้างเปลือกแม่พิมพ์ (Shell Mold) คลุมทั้งชิ้นงาน ตัวอย่างดังรูปที่ 3

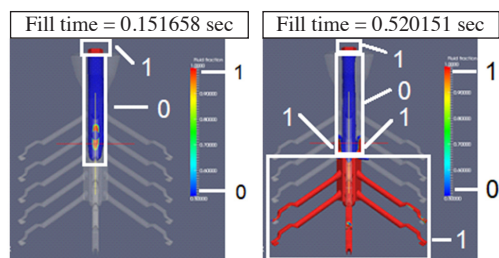


รูปที่ 3 ชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการ Finite Element Method Mesh และสร้างเปลือกแม่พิมพ์ (Shell Mold) คลุมทั้งชิ้นงาน

3. ผลการทดลอง

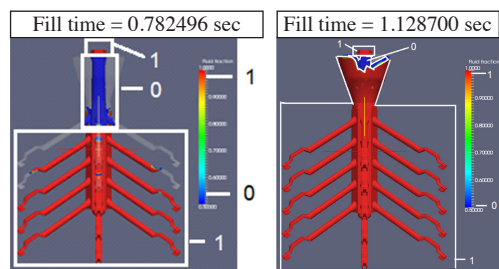
3.1 ผลจากการทำแบบจำลองพฤติกรรมการไหลของโลหะเหลว (Fluid Fraction)

ผลจากการจำลองพฤติกรรมการไหลของโลหะเหลวจะเทียบสเกลสี โดยสีแดง (หมายเลข 1) แทนตำแหน่งที่โลหะเหลวไหลเต็มในจุดนั้น 100% แล้วไล่เฉดสีไปตามเปอร์เซ็นต์ที่ลดลง จากรูปที่ 4, 5 และ 6 แสดงให้เห็นถึงลำดับการไหลในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่ผ่านไปของแต่ละแม่พิมพ์ โดยพบว่าโลหะเหลวจะเริ่มไหลจากปากกรูเทลงมาตามทางไหลจนเต็มในส่วนปลายของทางไหลแล้วค่อย ๆ เอ่อล้นไปตามรูทางเข้าของชิ้นงานจนเต็มแห่งเรื่อย ๆ จากชิ้นงานด้านล่างขึ้นไปยังด้านบนจนเต็มถึงปากกรูเท ซึ่งจะมีลักษณะเดียวกันทั้ง 3 แบบแม่พิมพ์



(ก) โลหะเหลว 10%

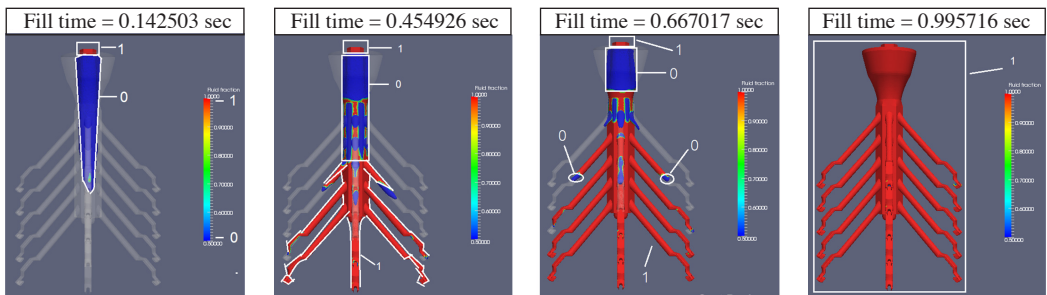
(ข) โลหะเหลว 40%



(ค) โลหะเหลว 60%

(ง) โลหะเหลว 90%

รูปที่ 4 แบบจำลองพฤติกรรมการไหลของโลหะเหลวในแม่พิมพ์ 30 องศา



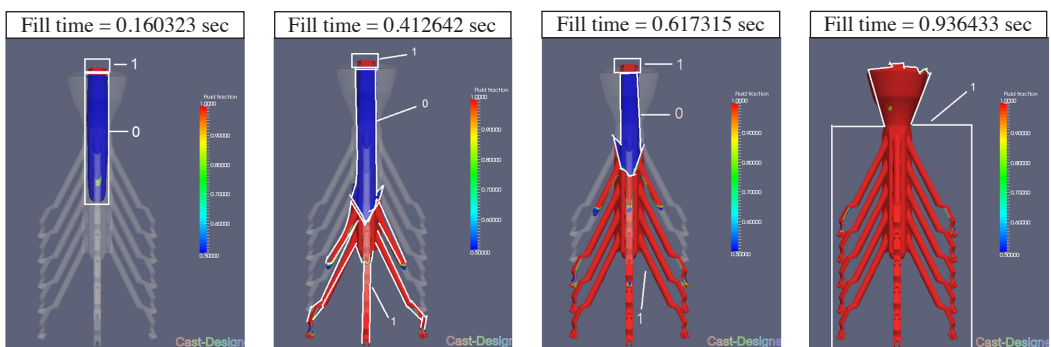
(ก) โลหะเหลว 10%

(ข) โลหะเหลว 40%

(ค) โลหะเหลว 60%

(ง) โลหะเหลว 90%

รูปที่ 5 แบบจำลองพฤติกรรมการไหลของโลหะเหลวในแม่พิมพ์ 45 องศา



(ก) โลหะเหลว 10%

(ข) โลหะเหลว 40%

(ค) โลหะเหลว 60%

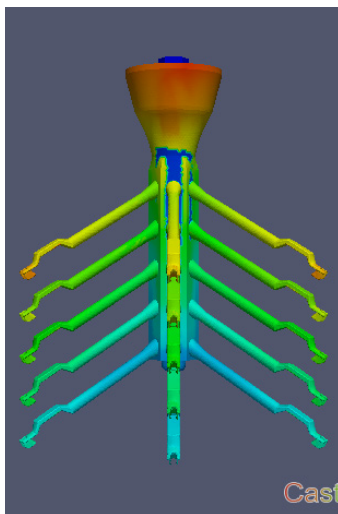
(ง) โลหะเหลว 90%

รูปที่ 6 แบบจำลองพฤติกรรมการไหลของโลหะเหลวในแม่พิมพ์ 60 องศา

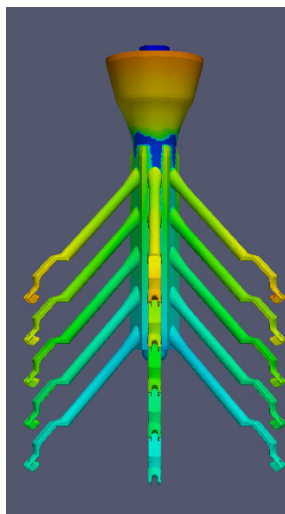
3.2 แบบจำลองเวลาในการเติมเต็มของโลหะเหลว (Fill time)

ผลจากการจำลองพบว่าเวลาในการเติมเต็มของโลหะเหลว (Fill time) จะเทียบจากสเกลสี โดยสีน้ำเงิน (หมายเลข 0) แทนเวลาจาก 0 ไปสีไปตามเวลาที่เพิ่มขึ้นจนถึงสีแดง (หมายเลข 1) คือเวลาสิ้นสุดการเติมเต็มของโลหะเหลว พบว่าในส่วนล่างของแม่พิมพ์จะถูกเติมเต็มด้วยโลหะเหลวก่อนแล้วค่อยๆ เติบโตขึ้นไปที่ส่วนบนของ

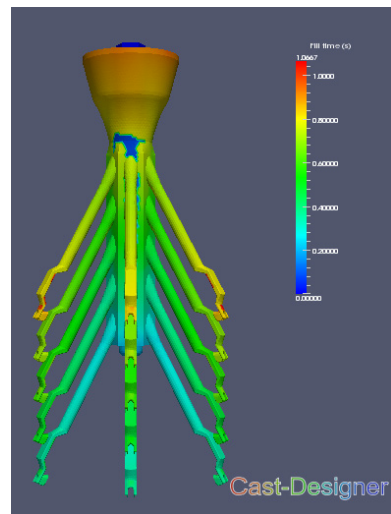
แม่พิมพ์ ซึ่งจะมีลักษณะเดียวกันทั้ง 3 แม่พิมพ์ จะต่างกันเพียงเวลาที่ใช้ในการเติมเต็ม โดยแม่พิมพ์ 30 องศา ใช้เวลา 1.2861 วินาที เป็นเวลาที่มากที่สุด รองลงมาเป็นแม่พิมพ์ 45 องศา ใช้เวลา 1.1008 วินาที และ 60 องศา ใช้เวลา 1.0667 วินาที เป็นเวลาที่น้อยที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 7 จากผลการทดลองที่ได้ การวางจัดเรียงชิ้นงานมุมเอียงลงกับระนาบแนวนอนของแม่พิมพ์แปรผกผันกับเวลาในการเติมเต็มของโลหะเหลว



(ก) 30 อองศา
Fill time = 1.2861 sec



(ข) 45 องศา
Fill time = 1.1008 sec



(ค) 60 องศา
Fill time = 1.0667 sec

รูปที่ 7 แบบจำลองเวลาในการเติมเต็มของโลหะเหลว

4. สรุปผลการทดลอง

วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยนี้ คือ การพัฒนาการออกแบบระบบการหล่อ โดยได้ทำการจำลองพฤติกรรมของงานหล่อโดยใช้โปรแกรม Cast Designer® เพื่อประเมินลักษณะของการไหลของโลหะเหลว (Fluid Fraction) และเวลาในการเติมเต็มของโลหะเหลว (Fill Time) ในเครื่องมือจำลองวิเคราะห์กระบวนการเติมของแม่พิมพ์ด้วยของเหลว มีการวางจัดเรียงชิ้นงานเป็นมุมเอียงลงกับระนาบแนวนอน 30, 45 และ 60 องศา ผลการจำลองสำหรับการหล่อแสดงให้เห็นว่าโลหะเหลวจะเริ่มไหลจากปากกรูเทลงมาตามทางไหลจนเต็มในส่วนปลายของทางไหล ซึ่งมีลักษณะเดียวกันทั้ง 3 แม่พิมพ์ และผลจากการจำลองเวลาในการเติมเต็มของโลหะเหลว (Fill Time) พบว่าในส่วนล่างของแม่พิมพ์จะถูกเติมเต็มด้วยโลหะเหลวก่อน แล้วค่อย ๆ เติม

ขึ้นไปในส่วนบนของแม่พิมพ์ ซึ่งมีลักษณะเดียวกันทั้ง 3 แม่พิมพ์ แตกต่างกันที่เวลาที่ใช้ในการเติมเต็ม โดยแม่พิมพ์ 30 องศา ใช้เวลา 1.2861 วินาที เป็นเวลาที่ยาวที่สุด รองลงมาเป็นแม่พิมพ์ 45 องศา ใช้เวลา 1.1008 วินาที และ 60 องศา ใช้เวลา 1.0667 วินาที เป็นเวลาที่น้อยที่สุด จะเห็นได้ว่าการวางจัดเรียงชิ้นงานมุมเอียงลงกับระนาบแนวนอนของแม่พิมพ์มีผลกระทบกับเวลาในการเติมเต็มของโลหะเหลวโดยแปรผกผันกัน

วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์เป็นเครื่องมือทางคณิตศาสตร์ที่ทรงประสิทธิภาพในการวิเคราะห์กระบวนการเติมแม่พิมพ์ ซึ่งไม่ใช่เรื่องง่ายในการแสดงภาพการทดลอง การจำลองช่วยให้เห็นภาพไดนามิกการเติมและควบคุมกระบวนการ โดยแปรผันตามพารามิเตอร์การปฏิบัติงาน

5. ข้อเสนอแนะ

ผลการจำลองที่ได้เบื้องต้นควรประกอบกับการศึกษาพฤติกรรมการแข็งตัวของโลหะเหลว (Solid Fraction) และการเกิดโพรงหดตัว (Shrinkage Porosity) ซึ่งจะเป็นแนวทางการวิจัยในอนาคตต่อไปของผู้วิจัยนี้ เพื่อพัฒนาประสิทธิภาพความยั่งยืนของการออกแบบระบบการหล่อ การฝึกจำลองและการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในอุตสาหกรรม การหล่อสามารถสร้างผลประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพ การประหยัดเวลา การลดของเสีย และการปรับปรุงคุณภาพขั้นสุดท้ายเพื่อประโยชน์ในการแข่งขันในตลาดโลก

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Ik - Tae Im, Woo - Seung Kim and Kwan - Soo Lee, "A unified analysis of filling and solidification in casting with natural convection," International Journal of Heat and Mass Transfer, vol. 44, issue 8, pp. 1507-1515, Apr. 2001.

[2] S.M.H. Mirbagheri, H. Esmaeileian, S. Serajzadeh, N. Varahram and P. Davami, "Simulation of melt flow in coated mould cavity in the casting process," Journal of Materials Processing Technology, vol. 142, issue 2, pp. 493-507, Nov. 2003.

[3] J. Campbell, "Structure, defects and properties of the finished casting," in Castings, 2nd ed. Burlington, MA, USA: Butterworth-Heinemann, 2003, ch. 9, pp. 267-305.

[4] T. Wanga, S. Yao, Q. Tong, L. Sui, "Improved filling condition to reduce casting inclusions using the submerged gate method," Journal of Manufacturing Processes, vol. 27, pp. 108-113, Jun. 2017.

[5] R. Babaei, J. Abdollahi, P. Homayonifar, N. Varahram, P. Davami, "Improved advection algorithm of computational modeling of free surface flow using structured grids," Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, vol. 195, issue 7-8, pp. 775-795, Jan. 2006.

การเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ

สุวรรณี อัครกุลชัย^{1*} อรพรรณ คงมาลัย² และ อัญญา ดิษฐานนท์³

วันที่รับ 22 เมษายน 2565 วันที่แก้ไข 21 กรกฎาคม 2565 วันตอบรับ 9 สิงหาคม 2565

บทคัดย่อ

การเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศนำไปสู่เหตุการณ์สภาพอากาศสุดขั้ว ได้แก่ น้ำท่วม ภัยแล้ง พายุเฮอริเคน และคลื่นความร้อนที่รุนแรง ก่อให้เกิดสาธารณภัยที่มีความรุนแรง ซับซ้อน และส่งผลกระทบในวงกว้าง นานาประเทศจึงต่างให้ความสำคัญ โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ เชื่อมโยงทั้งระดับนโยบายและระดับปฏิบัติ เพื่อบูรณาการการจัดการปัญหาหลากหลายด้านเข้าไว้ด้วยกัน ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบเตรียมพร้อมแห่งชาติในการบริหารจัดการภัยพิบัติ และเสนอแนะแนวทางในการเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ วิธีการศึกษา วิเคราะห์การบริหารจัดการภัยพิบัติในปัจจุบัน รวบรวมข้อมูลจากการประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) และลงพื้นที่สำรวจในระหว่างวันที่ 2 พฤศจิกายน 2564 ถึง 14 ธันวาคม 2564 ผลจากการศึกษาพบว่า โครงสร้างการบริหารจัดการข้อมูลเพื่อใช้ตัดสินใจในการเตือนภัยในพื้นที่ เป็น top-down ร้อยละ 60-80 ยังไม่มีคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงานในทุกภัยพิบัติ (Standard of Practice: SOP) กระบวนการวิเคราะห์และพยากรณ์การเกิดภัยพิบัติต้องใช้ข้อมูลและขั้นตอนที่เฉพาะเจาะจง เพื่อให้เกิดความถูกต้องและแม่นยำ โมเดลในการพยากรณ์ ณ ปัจจุบัน พยากรณ์ภัยพิบัติได้ในระดับที่แตกต่างกัน อาทิ โมเดลพยากรณ์อุทกภัยแจ้งเตือนล่วงหน้า 3 วัน ที่ระดับความแม่นยำร้อยละ 60-80 ปัจจัยในการจัดการภัยพิบัติโดยเครือข่ายชุมชน คือการสร้างคนในพื้นที่ให้พื้นที่พึ่งตนเอง สำหรับแนวทางในการเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ มุ่งเน้นการยกระดับองค์กรหลักด้านการเตรียมพร้อมในการเตือนภัย พัฒนาและขับเคลื่อนให้เป็นองค์กรดิจิทัลตามมาตรฐานสากล ได้แก่ การประเมินสถานการณ์ปัจจุบันขององค์กร ด้วยการจัดทำสถาปัตยกรรมองค์กร การอยากเห็นภาพในอนาคต คือการบูรณาการทุกภาคส่วน การประเมินช่องว่างระหว่างปัจจุบันและวิสัยทัศน์ที่ยากให้เกิด คือ การสร้างผู้นำดิจิทัล และวัฒนธรรมดิจิทัล และกำหนดเป้าหมายและแผนกลยุทธ์ เพื่อนำไปสู่การแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : สถาปัตยกรรมองค์กร, เทคโนโลยีดิจิทัล, วัฒนธรรมองค์กร, ภาวะผู้นำยุคดิจิทัล, แบบจำลองวุฒิภาวะทางดิจิทัล

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย

^{2, 3} วิทยาลัยนวัตกรรม, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

* ผู้แต่ง, อีเมล: suwannee_ads@utcc.ac.th

Transition to a High-Performance Digital Disaster Warning Organization

Suwannee Adsavakulchai^{1*} Orapan Khongmalai² and Anyanitha Distanont³

Received 22 April 2022, Revised 21 July 2022, Accepted 9 August 2022

Abstract

Climate change leads to the extreme weather such as fast floods, droughts, hurricanes and intense heat waves causing to severe, complex and widespread disasters. Many countries are therefore giving importance by focusing on systematic data analysis. The disaster management integrates the various problems link both policy and action levels together. The purposes of this study are the national preparedness system, disaster management and the guidelines for the digital disaster warning organization. The methodologies of this study are data collection and analysis from the current disaster management, focus group and site visit between November 2, 2021 and December 14, 2021. The results of the study found that the information management structure is the top-down of 60-80% for decision-making on disaster warnings and there is not the standard of practice manual. The disaster analysis and forecasting process require the specific information and procedures to achieve accuracy and precision. Forecasting models at present can forecast in the different levels of disasters, for example, a 3-day advance flood forecast model with an accuracy 60-80%. Factors in disaster management by community networks is to develop the local people for self-reliance areas. The guidelines for the transition to a high-performance digital disaster warning organization are to focus on upgrading key organizations in warning alertness, develop and drive to become a digital organization according to international standards, current statement assessment to do the enterprise architecture, future vision by integrating digital technology into all parts of the organization, system gap by creating the digital leadership and organizational digital culture towards becoming an organization in the digital era, determine the target and strategy that to lead an effective digital disaster alert.

Keywords : Enterprise architecture, Digital technology, Digital culture, Digital leadership, Digital maturity model

¹ School of Engineering, University of the Thai Chamber of Commerce, Thailand

^{2,3} College of Innovation, Thammasat University, Thailand

* Corresponding author, E-mail: suwannee_ads@utcc.ac.th

1. บทนำ

สถานการณ์การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นทั่วโลกส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อสาธารณสุขให้มีความรุนแรงและซับซ้อนมากขึ้น รวมถึงส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ทำให้ประเทศต่าง ๆ ให้ความสำคัญ โดยมุ่งเน้นการวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ ไม่เพียงแต่ประเทศใดประเทศหนึ่ง รวมถึงการเชื่อมโยงทั้งโลกในระดับนโยบายและระดับปฏิบัติการ เพื่อบูรณาการการจัดการปัญหาหลากหลายด้านเข้าไว้ด้วยกัน [1]

ยุทธศาสตร์ชาติ 20 ปี (พ.ศ. 2561-2580) ประกอบด้วยยุทธศาสตร์หลัก 6 ด้าน ซึ่ง 1 ใน 6 ด้าน คือ การพัฒนาระบบเตรียมพร้อมแห่งชาติและการบริหารจัดการภัยคุกคามให้มีประสิทธิภาพ เพื่อให้มีความพร้อมเผชิญกับสถานะไม่ปกติ ภัยคุกคามทุกมิติทุกรูปแบบและทุกระดับ รวมทั้งภัยพิบัติและภัยคุกคามรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างแท้จริง [2]

สำหรับความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดิจิทัลประเทศชั้นนำด้านบริหารการเตือนภัยได้นำเทคโนโลยีดิจิทัลมาเป็นเครื่องมือในการบริหารการเตือนภัยช่วยเพิ่มประสิทธิภาพระบบเตือนภัยแบบครบวงจร (End-to-End Warning System) ยกระดับการบูรณาการระหว่างหน่วยงานและเครือข่ายเตือนภัย ประกอบด้วยภาครัฐ ภาคเอกชน ภาคประชาสังคม และประชาชน ทั้งนี้ เพื่อให้การเตือนภัยในแต่ละประเภทภัยเข้าถึงประชาชนในพื้นที่เสี่ยงได้อย่างรวดเร็ว แม่นยำ และทั่วถึง ลดความเสี่ยงและความสูญเสียจากภัยพิบัติได้อย่างเป็นรูปธรรม [3], [4]

การเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัล (Digital transformation) เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่มีความสำคัญในการช่วยยกระดับในการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัลปรับโครงสร้างองค์กรดิจิทัล สอดคล้องกับกลยุทธ์ดิจิทัลโดยรวม ขับเคลื่อนองค์กรได้อย่างรวดเร็วและ

มีประสิทธิภาพ มีความยืดหยุ่นสูง และปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้อย่างรวดเร็ว เพื่อสนับสนุนวิธีการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัลรูปแบบใหม่ โครงสร้างองค์กรเป็นการบริหารจัดการแบบเครือข่ายมากขึ้น มีความคล่องตัวต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างมีประสิทธิภาพ มีแนวทางการจัดการที่คล่องตัว เป็นพื้นฐานของการขับเคลื่อนอย่างมีประสิทธิภาพทั่วทั้งองค์กร โครงสร้างขององค์กรที่ถูกปรับเปลี่ยน และออกแบบมาเพื่อศักยภาพของพนักงานและการทำงานในยุคดิจิทัลออกมาให้มากที่สุด มุ่งเน้นรูปแบบการทำงานขององค์กรที่เหมาะสมกับประเทศไทย [5], [6]

ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระบบเตรียมพร้อมแห่งชาติและการบริหารจัดการภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศโลก และแนวทางในการเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ

2. วิธีการดำเนินการวิจัย

2.1 วิเคราะห์การบริหารจัดการภัยพิบัติในปัจจุบัน

กรอบการวิเคราะห์การบริหารจัดการภัยพิบัติในรูปที่ 1 โดยศึกษาข้อมูลจากเอกสาร สิ่งพิมพ์ รวบรวมข้อมูลตั้งแต่ระดับชาติจนถึงประชาชน ในบริบทของก่อนเกิดภัย ระหว่างเกิดภัย และหลังเกิดภัย ตั้งแต่เทคโนโลยีโครงสร้างพื้นฐานและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการเตือนภัย โมเดลวิเคราะห์เพื่อติดตาม/พยากรณ์การเกิดภัยพิบัติและแอปพลิเคชันที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนแจ้งเตือนภัยพิบัติและการบูรณาการระหว่างหน่วยงาน และบุคลากรเครือข่ายผู้ปฏิบัติงาน และการมีส่วนร่วมของชุมชนองค์กรต่าง ๆ ในพื้นที่ รวมถึงการระดมทรัพยากร/เครื่องมือ อุปกรณ์ต่าง ๆ และสมรรถนะบุคลากรในการแจ้งเตือนภัย



รูปที่ 1 กรอบการวิเคราะห์ข้อมูลการบริหารจัดการภัยพิบัติในปัจจุบัน

2.2 ประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) การสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) ลงพื้นที่สำรวจ และการสังเกตการณ์ (Observation) ในระหว่างวันที่ 2 พฤศจิกายน 2564 ถึง 14 ธันวาคม 2564 สำหรับประชากรที่ใช้ในการศึกษา ได้แก่ ผู้บริหารของหน่วยงาน เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ศึกษาการบริหารจัดการภัยพิบัติ และลงพื้นที่จังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งเป็นพื้นที่เสี่ยงภัยเพื่อให้ทราบถึงขั้นตอนการปฏิบัติงาน ปัญหาในการเตรียมพร้อมและการบริหารจัดการภัยพิบัติ

2.3 จัดทำข้อเสนอแนะ

แนวทางในการเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัล
สมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ

3. ผลการวิจัย

3.1 ผลการศึกษาการบริหารจัดการภัยพิบัติในปัจจุบัน

ระดับการจัดการสาธารณภัยแบ่งเป็น 4 ระดับ ขึ้นกับพื้นที่ ประชากร ความซับซ้อน หรือความสามารถในการจัดการสาธารณภัย ตลอดจนศักยภาพด้านทรัพยากร ที่ผู้มีอำนาจตามกฎหมายใช้ดุลพินิจในการตัดสินใจเข้าควบคุมสถานการณ์เป็นหลัก ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับการจัดการสาธารณภัย

ระดับ	การจัดการ	ผู้มีอำนาจตามกฎหมาย
๑	สาธารณภัยขนาดเล็ก	ผู้อำนวยการอำเภอ ผู้อำนวยการท้องถิ่น และ/หรือ ผู้ช่วยผู้อำนวยการกรุงเทพมหานคร ควบคุมและสั่งการ
๒	สาธารณภัยขนาดกลาง	ผู้อำนวยการจังหวัด หรือผู้อำนวยการกรุงเทพมหานคร ควบคุมสั่งการและบัญชาการ
๓	สาธารณภัยขนาดใหญ่	ผู้บัญชาการการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ ควบคุมสั่งการและบัญชาการ
๔	สาธารณภัยร้ายแรงอย่างยิ่ง	นายกรัฐมนตรีหรือรองนายกรัฐมนตรีที่นายกรัฐมนตรีมอบหมาย ควบคุม สั่งการและบัญชาการ

ที่มา : <http://policy.disaster.go.th/site8/download-src.php?did=41377>

สำหรับการจัดการสาธารณภัยขนาดใหญ่ (ระดับ 3) และขนาดร้ายแรงอย่างยิ่ง (ระดับ 4) กองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยกลาง (กอป.ก.) ทำหน้าที่เป็นศูนย์ประสานการปฏิบัติของกองบัญชาการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ โดยมีกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัด (กอป.จ.) ทำหน้าที่ อำนวยการ ควบคุม สนับสนุน และประสานการปฏิบัติการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยในพื้นที่รับผิดชอบ โดยมีผู้ว่าราชการจังหวัดเป็นผู้อำนวยการ รองผู้ว่าราชการจังหวัดที่ผู้ว่าราชการจังหวัดมอบหมาย และนายกองค์การบริหารส่วนจังหวัดเป็นรองผู้อำนวยการ รวมถึงกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยอำเภอ (กอป.อ.) ทำหน้าที่ อำนวยการ ควบคุม สนับสนุน และประสานการปฏิบัติกับองค์กรปกครองส่วน ท้องถิ่นในเขตพื้นที่รับผิดชอบในการ

ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และปฏิบัติงานตามที่ผู้ว่าราชการจังหวัด หรือกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดมอบหมาย โดยมีนายอำเภอเป็นผู้อำนวยการ และกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเทศบาล (กอป.ท./ทม./ทต.) ทำหน้าที่ อำนวยการ ควบคุม ปฏิบัติการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และเผชิญเหตุเมื่อเกิดสาธารณภัยขึ้น พร้อมทั้งจัดทำแผนปฏิบัติการในการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และกองอำนวยการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยองค์การบริหารส่วนตำบล (กอป.อบต.) ทำหน้าที่ อำนวยการ ควบคุม ปฏิบัติการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย และเผชิญเหตุ เมื่อเกิดสาธารณภัยขึ้น พร้อมทั้งจัดทำแผนปฏิบัติการในการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย ให้สอดคล้องกับแผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดและแผนการป้องกัน

และบรรเทาสาธารณภัยอำเภอ รวมถึงมีหน้าที่ช่วยเหลือผู้ช่วยเหลือผู้อำนวยการจังหวัดและผู้อำนวยการอำเภอตามที่ได้รับมอบหมาย พร้อมทั้งสนับสนุนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งมีพื้นที่ติดต่อกหรือใกล้เคียงหรือเขตพื้นที่อื่น เมื่อได้รับการร้องขอ มีนายกองค์การบริหารส่วนตำบลเป็นผู้อำนวยการ [7], [8]

3.2 ผลวิเคราะห์การบริหารจัดการภัยพิบัติในปัจจุบัน

จากการสัมภาษณ์ ประชุมกลุ่มย่อย และลงพื้นที่ ขั้นตอนในวิเคราะห์การบริหารจัดการภัยพิบัติ แบ่งเป็น 3 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 การรับเข้าข้อมูล (Input)

ในการจัดการภัยพิบัติ พบว่า ข้อมูลร้อยละ 60-80 เป็น top-down จากระดับ กอปภ.ก. และข้อมูลร้อยละ 20-40 จากระดับ กอปภ.ทน./ทม./ทต./อบต. เป็นลักษณะของ bottom-up เพื่อใช้ตัดสินใจในการเตือนภัยในพื้นที่ ทั้งนี้ การรับเข้าข้อมูลมาจาก 3 แหล่ง ได้แก่

(1) ข้อมูลจากโทรมาตรและอุปกรณ์ของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) ปัจจุบันศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติ มีการปรับเปลี่ยนจากการตั้ง server ไว้ที่ศูนย์เตือนภัยพิบัติแห่งชาติมาเป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบของ cloud server โดยดึงข้อมูลจากแหล่งข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากหน่วยงานต่าง ๆ อาทิ กรมอุตุนิยมวิทยา มาเก็บไว้ที่ส่วนกลาง เพื่อนำมาวิเคราะห์ทั้งในรูปแบบเดิมและการวิเคราะห์ผ่านระบบ AI (อยู่ในขั้นตอนการปรับปรุงโมเดล) เพื่อใช้ประกอบการตัดสินใจ ปัจจุบันข้อมูลที่เข้ามาสู่ส่วนกลางเป็นข้อมูลที่ได้จาก

หน่วยงานที่เกี่ยวข้องตามที่ระบุใน พ.ร.บ. เนื่องจากลักษณะและรูปแบบของข้อมูลที่ได้จากหน่วยงานต่าง ๆ มีความแตกต่างกันตามลักษณะของเทคโนโลยีของแต่ละหน่วยงาน ทำให้ไม่สามารถบูรณาการกันได้อย่างสมบูรณ์

(2) ข้อมูลจากโทรมาตรและอุปกรณ์ของหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง (อาทิ กรมอุตุนิยมวิทยา กรมทรัพยากรน้ำ กรมชลประทาน สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) นำมาวิเคราะห์ร่วมได้และยากต่อการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบเดียวกัน ทั้งนี้ ปภ. ก็ไม่ได้เป็นข้อมูลดิบที่มาจากอุปกรณ์จับสัญญาณ ซึ่ง ปภ. ไม่มีผู้เชี่ยวชาญในการวิเคราะห์และคัดกรองข้อมูลบางอย่างที่ได้รับจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตาม พ.ร.บ. อีกทั้งยังขาดอุปกรณ์ (hardware) และซอฟต์แวร์ (software) แม้เซนเซอร์จะสามารถทำงานได้ค่อนข้างดีกว่ารูปแบบอื่น แต่ข้อจำกัดของเซนเซอร์คือ หลายเกรด หลายราคา ค่าบำรุงรักษาค่อนข้างสูงและเป็นปัญหาเรื่องงบประมาณ ซึ่งถ้าอยู่ในจุดที่เข้าไปดูแลยากก็จะทำให้เซนเซอร์เสียหายบ่อยหรือใช้งานไม่ได้

(3) ข้อมูลจากจังหวัดและพื้นที่ ส่งผ่านจากเครือข่ายชุมชน ตัวอย่าง สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ (องค์การมหาชน) มีเครือข่ายวิทยุภาคประชาชน 25 สถานีแม่ข่าย ลูกข่าย 300 เครื่อง และเป็นเครือข่ายชุมชนเตือนภัยพิบัติเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน

สำหรับการบูรณาการความร่วมมือกันของหน่วยงานต่าง ๆ ในพื้นที่ เพื่อให้ข้อมูลมีความถูกต้องเป็นปัจจุบัน และมีฐานข้อมูลเดียวกันที่เชื่อมโยงและส่งต่อข้อมูลกันได้ ปัจจุบันกรมส่งเสริมการปกครองส่วนท้องถิ่น (สกล.) กรมการปกครอง (ปค.) และ ปภ. ใช้งานแอปพลิเคชัน “พื้นที่ภัย” บูรณาการ

การทำงานร่วมกันโดยอปท. ทำการรับเรื่อง ตรวจสอบ พิจารณาคัดกรองคำร้องจากแกนนำชุมชน/กำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน และอาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน เพื่อให้ความช่วยเหลือ ซึ่งจะติดตามความช่วยเหลือแบบ Real-time ตั้งแต่ระดับท้องถิ่น อำเภอ และ จังหวัด จะเห็นภาพรวมคำร้องในพื้นที่และหน่วยงาน ที่ให้ความช่วยเหลือด้วยฐานข้อมูลเดียวกัน เพื่อการจัดสรรทรัพยากรได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ก็ยังคงมีปัญหาการบูรณาการข้อมูลอยู่ ณ ปัจจุบัน

สรุปประเด็นที่สำคัญของการรับเข้าข้อมูล

(1) ขาดการบูรณาการข้อมูลจากหน่วยงานต่าง ๆ ให้เป็นชุดเดียวกัน เพื่อที่จะง่ายต่อการนำมาใช้เพื่อการวางแผนและตัดสินใจเรื่องการแจ้งเตือนภัย และการจัดการภัยพิบัติต่าง ๆ

(2) อุปกรณ์สำหรับรับข้อมูลเข้ายังไม่ครบทุกพื้นที่ เนื่องจากงบประมาณไม่เพียงพอในการจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีที่ทันสมัย เช่น การติดตั้งเครื่องวัดปริมาณน้ำฝนพื้นที่ต้นน้ำ เครื่องมือ อุปกรณ์ ที่สามารถคาดการณ์ได้ล่วงหน้า 7-15 วัน หากมีระบบเตือนภัยที่คาดการณ์ล่วงหน้าได้เร็วขึ้น (ก่อนเกิดเหตุประมาณ 3 ชั่วโมง) เพื่อประโยชน์ในการวางแผน และระบบเตือนภัยส่งไปยังเครื่องรับสัญญาณไม่เสถียร เนื่องจากติดขัดด้านระบบสัญญาณในพื้นที่เสี่ยง

(3) บุคลากรระดับพื้นที่ บางพื้นที่ไม่มีผู้รับผิดชอบโดยตรง และยังขาดทักษะ ประสิทธิภาพในการใช้เครื่องมือ อุปกรณ์ ทำให้การส่งข้อมูลมาบางส่วนกลางไม่เป็นปัจจุบัน

3.2.2 การประมวลผล (Process)

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) เป็นหน่วยงานหลักในการติดตาม วิเคราะห์ พยากรณ์ และแจ้งเตือนภัย ประกอบด้วย คณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญ และนักวิเคราะห์ ซึ่งเป็นบุคลากรทั้งจากภายใน ปภ. และจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง อาทิ กรมอุตุนิยมวิทยา สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำ เป็นต้น สำหรับกระบวนการวิเคราะห์และพยากรณ์การเกิดภัยพิบัติแต่ละประเภทต้องใช้ข้อมูลและขั้นตอนที่เฉพาะเจาะจง เพื่อให้เกิดความถูกต้องและแม่นยำ โมเดลในการพยากรณ์ ณ ปัจจุบันของศูนย์ภัยพิบัติแห่งชาติ (ศภช.) พยากรณ์ภัยล่วงหน้าประเภทต่าง ๆ ได้ในระดับที่แตกต่างกัน อาทิ โมเดลพยากรณ์อุทกภัยแจ้งเตือนล่วงหน้า 3 วัน ที่ระดับความแม่นยำร้อยละ 60-80 เป็นต้น

สรุปประเด็นที่สำคัญของการประมวลผล

(1) โมเดลการวิเคราะห์ข้อมูลยังไม่แม่นยำ จำเป็นต้องพัฒนาเพิ่มเติมเพื่อให้การคาดการณ์แม่นยำมากที่สุด มีการเสนอให้นำ machine learning มาประยุกต์เพื่อทำนายการเกิดภัยพิบัติและแจ้งเตือนภัยพิบัติได้แม่นยำและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยบูรณาการร่วมกันระหว่างการวิเคราะห์ สื่อ และเครือข่ายชุมชน

(2) บุคลากรผู้รับผิดชอบยังขาดองค์ความรู้เรื่องโมเดลการวิเคราะห์ข้อมูล

3.2.3 ผลลัพธ์ (Output)

กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) มีหน้าที่รับผิดชอบในการแจ้งข่าว/แจ้งเตือนภัยภายหลังจากการที่มีผลการประมวลผลแล้ว โดยระดับในการแจ้งเตือนภัยมี 5 ระดับ ได้แก่ แจ้งข่าว แจ้งเฝ้าระวัง แจ้งเตือนภัย แจ้งภาวะเสี่ยง-ให้อพยพ

และแจ้งภาวะเสี่ยง-ต้องอพยพ ปก. กระจายข้อมูลข่าวสาร การแจ้งข้อมูลข่าวสารออกไปในวงกว้างให้เข้าถึงผู้คนได้มากที่สุดสำหรับการเตือนภัยล่วงหน้าก่อนเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน โดยข้อมูลนั้นควรมีเนื้อหาที่ถูกต้อง ครบถ้วน กระชับ ใช้ภาษาที่เข้าใจได้ง่าย และผู้รับข้อมูลสามารถรู้ได้ทันทีว่าเกิดเหตุการณ์อะไรขึ้น และต้องปฏิบัติตัวอย่างไรเมื่อได้รับแจ้งเตือนภัย ทั้งนี้ ช่องทางในการสื่อสารในการแจ้งเตือนภัย (Alert Dissemination Channels) จำแนกเป็น 2 ช่องทางหลัก ได้แก่

- ช่องทางของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) ผ่านศูนย์ภัยพิบัติแห่งชาติ (ศภช.) ในการแจ้งข่าว/แจ้งเตือนภัย โดยตรงผ่านดาวเทียมวิทยุสื่อสาร หอเตือนภัย หอกระจายข่าว แอปพลิเคชันพื้นที่ภัย Social media อาทิ Line, Facebook เป็นต้น

- ช่องทางของภาครัฐและเอกชน โดยกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย (ปภ.) ประสานให้ภาครัฐและเอกชนช่วยในการแจ้งข่าว/แจ้งเตือนภัยผ่าน เช่น วิทยุสื่อสาร SMS และ TV ของภาครัฐและเอกชน ทั้งนี้ เพื่อให้เข้าถึงประชาชนอย่างทั่วถึง

สรุปประเด็นที่สำคัญของผลลัพธ์ในการแจ้งเตือนภัย

- (1) ยังไม่มีคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standard of Practice: SOP) ในทุกภัย เพื่อใช้เป็นแนวทางการแจ้งเตือนภัยพิบัติต่าง ๆ

- (2) ช่องทางในการสื่อสาร ยังเป็นแบบทางเดียว (One-way communication)

- (3) ช่องทางการสื่อสารเพื่อแจ้งเตือนภัย ยังคงเป็นการประกาศผ่านสื่อต่าง ๆ ยังไม่สามารถเข้าถึงระดับบุคคลในพื้นที่เสี่ยงภัยโดยตรง

สำหรับปัจจัยสำเร็จของการจัดการภัยพิบัติโดยเครือข่ายชุมชน คือ สร้างคนในพื้นที่ให้พื้นที่พึ่งตนเอง เข้าใจ และรู้ประโยชน์โดยไม่ใช้การมุ่งเป้าที่การเตือนภัย แต่มุ่งที่การบรรเทาภัยมากกว่า โดยการดำเนินงานต้องเริ่มจากให้ชุมชนรู้จักการจัดการน้ำและทรัพยากรในพื้นที่ได้ด้วยตนเอง จากนั้นเริ่มจัดการทรัพยากรดิน น้ำ ป่า และเศรษฐกิจชุมชนตามด้วยการสร้างเครือข่ายในพื้นที่

3.3 ข้อเสนอแนะแนวทางในการเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ

จากผลการศึกษาระบบการบริหารการจัดการเพื่อยกระดับองค์กรหลักด้านการภัยพิบัติในปัจจุบัน ดังนั้น ในการพัฒนาและขับเคลื่อนให้เป็นองค์กรดิจิทัลตามมาตรฐานสากล เสริมสร้างความพร้อมขององค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้ การเตรียมพร้อมในการแจ้งเตือนภัยให้สามารถยกระดับมาตรฐานกระบวนการทำงานที่เอื้อให้เกิดการเตือนภัยในเชิงรุกได้อย่างมีประสิทธิภาพในทุกประเภทภัยในระดับแนวหน้าของภูมิภาค ที่มีขีดความสามารถในการถ่ายทอดองค์ความรู้และข้อมูลความเสี่ยงที่จำเป็นอย่างยิ่ง ระหว่างเครือข่ายการเตือนภัยในทุกระดับ จนหนุนนำไปเกิดกระบวนการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่างกันอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้ กระบวนการทำ Digital Transformation แต่ละขั้นตอนของ Enterprise Transformation หรือองค์กรที่มีขนาดใหญ่ถูก Disruption จากเทคโนโลยี สามารถแสดงแผนที่ทางในการปรับเปลี่ยนองค์กรสู่องค์กรดิจิทัล (Digital Transformation Roadmap) [9], [10] ในรูปที่ 2



ดัดแปลงจาก <https://www.slideshare.net/Earley/building-a-digital-transformation-roadmap>

รูปที่ 2 แผนที่นำทางในการปรับเปลี่ยนองค์กรสู่องค์กรดิจิทัล (Digital Transformation Roadmap)

จากรูปที่ 2 ในการเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัล สมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ มี 4 ขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 การประเมินสถานการณ์ปัจจุบันขององค์กร (Current statement assessment) ในทุก ๆ ด้าน ด้วยการจัดทำสถาปัตยกรรมองค์กร [11]

เนื่องจากปัญหาการบริหารจัดการภัยพิบัติที่เป็นแบบ top-down ทำให้การบริหารจัดการภัยพิบัติในพื้นที่อาจไม่ทันการและส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดังนั้น การจัดทำสถาปัตยกรรมองค์กร เป็นภาพรวมสำหรับเป็นกรอบในการพัฒนาเทคโนโลยีดิจิทัลของการเตือนภัย มีขั้นตอนดังนี้

- กำหนดความต้องการและขอบเขตของการจัดทำสถาปัตยกรรมองค์กรเพื่อตอบสนองการบริหารจัดการภัยพิบัติที่มีประสิทธิภาพ และกำหนดตัวชี้วัดผลสำเร็จ

- วิเคราะห์สถาปัตยกรรมในการแจ้งเตือนภัยในปัจจุบัน (As-Is) และสถานะอนาคต (To-Be) เพื่อวิเคราะห์และเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ

- กำหนดแผนที่ในการดำเนินงาน (road map) เพื่อใช้สำหรับปรับเปลี่ยนสถาปัตยกรรมองค์กรจากปัจจุบันไปยังอนาคตตามที่ได้ออกแบบไว้

3.3.2 วิสัยทัศน์ในอนาคต (Future Vision)

แบ่งเป็น 4 tracks คือ คน กระบวนการ เทคโนโลยี และเนื้อหา มุ่งเน้นการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล [12]

จากปัญหาการขาดการบูรณาการระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติ ทั้งภายในกระทรวงเดียวกันและต่างกระทรวง เนื่องจากหน่วยงานที่มีภารกิจรองอาจจะไม่ได้รับข้อมูลที่ทันเวลา

ส่งผลให้เกิดความเสียหาย ดังนั้น Future Vision ที่อยากเห็นในอนาคตทำให้ทราบถึงเทคโนโลยีดิจิทัลที่ต้องบูรณาการให้เข้ากับทุกส่วนขององค์กร และวางรากฐานในการแข่งขันด้วยดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพ มีรายละเอียดดังนี้

คน

การเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ สิ่งที่เป็นหัวใจสำคัญ คือ ภาวะผู้นำยุคดิจิทัล [13] เพราะถ้าผู้นำไม่ปรับเปลี่ยนเพื่อให้เกิดการจัดทำสถาปัตยกรรมองค์กร การบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล การสร้างวัฒนธรรมองค์กรดิจิทัล รวมถึงจำเป็นต้องพัฒนาบุคลากรให้เป็นองค์การแห่งการเรียนรู้ยุคดิจิทัล เพื่อนำไปสู่การแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัลที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น การสร้างภาวะผู้นำยุคดิจิทัลต้องดำเนินการดังนี้

- ต้องสร้างผู้นำในแต่ละระดับให้มีวิสัยทัศน์ที่ดี คิดและเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ ให้ดีขึ้น ช่วยยกระดับความสามารถขององค์กรในการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัล เปลี่ยนแปลงไปสู่องค์กรแห่งนวัตกรรม

- ผู้นำด้านเทคโนโลยี (digital DNA) สามารถขับเคลื่อนเทคโนโลยีให้ลึกลงไปในองค์กรได้ เพื่อตอบสนองในการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัล มีความสามารถในการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เชื่อมจุดต้นทางไปจุดปลายทาง ใช้ระบบอัตโนมัติขั้นมีประสิทธิภาพและความคิดที่หลากหลาย รวมถึงความคิดสร้างสรรค์ ความฉลาดทางอารมณ์ และความยืดหยุ่นในการรับรู้โดยจะเน้นไปที่ทักษะต่าง ๆ เช่น การคิดเชิงระบบ การแก้ปัญหาที่ซับซ้อน

- ทีมผู้นำองค์กรและทีมนักพัฒนาองค์กรต้องเข้าใจทิศทางการเปลี่ยนแปลงองค์กร ปรับองค์กรอย่างรวดเร็ว ทำให้องค์กรพร้อมที่จะเรียนรู้ทักษะ

ใหม่ ๆ ตลอดเวลา องค์กรมีความคล่องแคล่วมากขึ้น และผู้นำต้องพร้อมที่จะเปลี่ยนองค์กรด้วยตัวเอง สร้างทีมที่มีประสิทธิภาพสูง การออกแบบการจัดการ การเปลี่ยนแปลงองค์กรที่เหมาะสมในการขับเคลื่อนอย่างมีประสิทธิภาพ

กระบวนการ

การปรับโครงสร้างองค์กรดิจิทัล เพื่อขับเคลื่อนองค์กรได้รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ ยืดหยุ่นสูง ปรับตัวเข้ากับสิ่งแวดล้อมใหม่ได้รวดเร็ว สนับสนุนวิธีการ การแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัลรูปแบบใหม่ เป็นการบริหารจัดการแบบเครือข่ายมากขึ้น ทำให้คล่องตัวต่อการเปลี่ยนแปลงอย่างมีประสิทธิภาพ มีแนวทางการจัดการที่คล่องตัว เป็นพื้นฐานของการขับเคลื่อนอย่างมีประสิทธิภาพทั่วทั้งองค์กร

เทคโนโลยี

การพัฒนารูปแบบระบบนิเวศการแจ้งเตือนภัยใหม่ที่เป็นดิจิทัลแบบครบวงจร ความร่วมมือรูปแบบข้ามหน่วยงาน ใช้ข้อมูล เทคโนโลยี และทรัพย์สินทางปัญญา แบ่งปันความเชี่ยวชาญ เพื่อเชื่อมต่อบริบทอิเล็กทรอนิกส์และระบบอัตโนมัติเข้าด้วยกัน สร้างความร่วมมือในการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัล เป็นความร่วมมือในการทำงานร่วมกันภายใต้ความหลากหลายทางภูมิศาสตร์ ร่วมมือกับทุกประเทศทุกสถานที่ ทุกเวลา ไม่มีอุปสรรคในประเด็นด้านภูมิศาสตร์ ภาษา และวัฒนธรรม

เนื้อหา

การพัฒนาแบบข้อตกลงต่าง ๆ มีเงื่อนไขที่สามารถปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์สาธารณะภัย โดยเฉพาะการมีส่วนร่วมของหน่วยงานภารกิจร่วม

ทำให้โครงสร้างการประกอบการมีความยืดหยุ่นมากขึ้น เพื่อสามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสาธารณภัยอย่างรวดเร็ว

3.3.3 การประเมินช่องว่างระหว่างปัจจุบันและวิสัยทัศน์ที่อยากให้เกิด (system gap) ด้วยการสร้างวัฒนธรรมองค์กรดิจิทัล [14]

จากการประเมินช่องว่างระหว่างปัจจุบันและวิสัยทัศน์ พบปัญหาความร่วมมือร่วมใจจากบุคลากรทุกคนในทุกองค์กร จึงจำเป็นต้องสร้างวัฒนธรรมองค์กรรูปแบบใหม่ให้เกิดขึ้น โดยเฉพาะกับหน่วยงานราชการต้องมีการปรับขนานใหญ่ มิฉะนั้นก็จะไม่สามารถก้าวไปสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูง การสร้างวัฒนธรรมองค์กรที่ดีเกิดจาก

- ทุกภาคที่เกี่ยวข้องกับภัยพิบัติต้องมีส่วนร่วมและทำอย่างต่อเนื่อง สนับสนุนให้กล้าคิด กล้าทดลอง และพัฒนาต่อยอดจากข้อผิดพลาดต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว สร้างแรงจูงใจ สร้างผลลัพธ์เชิงบวก ผ่านการมีส่วนร่วม ให้คำแนะนำเพื่อพัฒนาและให้รู้สึกร่วมเป็นส่วนสำคัญในการแจ้งเตือนภัย รวมถึงสร้างวัฒนธรรมการทำงานแบบร่วมแรงร่วมใจ ประสานจุดแข็งของแต่ละทีม รวมมือกันเป็นหนึ่ง เพื่อมุ่งเน้นตอบสนองการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัล และสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้กับทุกภาคส่วน โดยเฉพาะประชาชน

- พัฒนารูปแบบการใช้ทรัพยากรร่วมกัน เป็นการสร้างมูลค่าร่วมกันอย่างต่อเนื่อง สร้างประโยชน์ต่อผู้เข้าร่วมในการแจ้งเตือนภัย รวมถึงการสร้างมูลค่าที่เชื่อมต่อกันเป็นทอด ๆ อย่างต่อเนื่อง

3.3.4 กำหนดเป้าหมายและแผนกลยุทธ์

การจัดการด้านทรัพยากรได้อย่างรวดเร็ว สร้างความร่วมมือกับทุกเครือข่ายได้อย่างเหมาะสม

และพร้อมด้วยเทคโนโลยีและความเชี่ยวชาญ ช่วยให้การแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัลสามารถเอาชนะข้อจำกัดด้านทรัพยากรต่าง ๆ ได้ การสร้างการมีส่วนร่วมที่ดีขึ้นกับทุกเครือข่ายทั้งภายในและภายนอกองค์กร เพื่อให้เข้าใจสถานะหรือแต่ละขั้นของการเติบโตด้านการเปลี่ยนแปลงทางดิจิทัลของการแจ้งเตือนภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็วทั่วถึง และเป็นธรรม

- สร้างโอกาสใหม่เพื่อนวัตกรรม การแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัลวิธีใหม่ รวมถึงการปรับปรุงและปรับแต่งคุณภาพการให้บริการ ในการตอบสนองประสบการณ์ของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง

- การวางโครงสร้างของหน่วยงาน ปรับกระบวนการ การปฏิบัติงานที่สอดคล้องกับทิศทางและนโยบายขององค์กร ทำให้ทุกภาคส่วนมีความรู้ความสามารถที่หลากหลาย เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัลร่วมกัน โดยร่วมพัฒนาตนเองในการเรียนรู้เรื่องใหม่ ๆ

- พัฒนากลยุทธ์การพึ่ง นำมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก วิเคราะห์ผลลัพธ์ และแผนปฏิบัติการ เพื่อปรับปรุงการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัล ใช้แนวทางที่เน้นประชาชนเป็นศูนย์กลาง เพื่อออกแบบการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัลตามประสบการณ์ของประชาชน มีการจัดลำดับความสำคัญของโครงการดิจิทัล การทดลองเทคโนโลยีใหม่เพื่อตอบสนองให้ทันกับรูปแบบสาธารณภัยที่เปลี่ยนแปลงไป

- ส่งเสริมและเตรียมพนักงานให้คิดแบบดิจิทัลในการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัล ปรับขนาดองค์กร นำระบบอัตโนมัติอัจฉริยะช่วยตัดสินใจที่ซับซ้อนหรือมีความสำคัญต่อการกิจการแจ้งเตือนภัย

4. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

4.1 ผลวิเคราะห์การบริหารจัดการภัยพิบัติในปัจจุบัน

ในการแจ้งเตือนภัย โดยภาพรวมของข้อมูลร้อยละ 60-80 เป็น top-down ทำให้การบริหารจัดการภัยพิบัติไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร และปัจจุบันยังไม่มีการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบ big data สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการคาดการณ์แม่นยำมากที่สุด รวมทั้งยังไม่มีคู่มือมาตรฐานการปฏิบัติงาน (Standard of Practice: SOP) ในทุกภัย

4.2 ข้อเสนอแนะแนวทางในการเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ

4.2.1 การประเมินสถานการณ์ปัจจุบันขององค์กร (Current statement assessment) ในทุก ๆ ด้าน ด้วยการจัดทำสภาพัฒนาการขององค์กร

เนื่องจากปัญหาการบริหารจัดการภัยพิบัติที่เป็นแบบ top-down ทำให้การบริหารจัดการภัยพิบัติในพื้นที่อาจไม่ทันการและส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สิน

4.2.2 Future Vision

แบ่ง Vision เป็น 4 tracks คือ คน กระบวนการ เทคโนโลยี และเนื้อหา มุ่งเน้นการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัล เพื่อให้ข้อมูลแบบ online real time

4.2.3 การประเมินช่องว่างระหว่างปัจจุบันและวิสัยทัศน์ที่อยากให้เกิด (system gap)

การเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ จำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากบุคลากรทุกคนในองค์กร การสร้างวัฒนธรรมองค์กรรูปแบบใหม่จำเป็นมากสำหรับหน่วยงานราชการ มิฉะนั้นก็จะไม่สามารถก้าวไปสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงได้

4.2.4 กำหนดเป้าหมายและแผนกลยุทธ์

- การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึก วิเคราะห์ผลลัพธ์และแผนปฏิบัติการเพื่อปรับปรุงการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัล ใช้แนวทางที่เน้นประชาชนเป็นศูนย์กลาง เพื่อออกแบบการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัล ตามประสบการณ์ของประชาชน

- การแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัลอย่างมีประสิทธิภาพ รวดเร็ว ทันท่วงที และเป็นธรรม

- นวัตกรรมการแจ้งเตือนภัยด้วยดิจิทัลวิธีใหม่ในการตอบสนองประสบการณ์ของทุกภาคส่วนที่เกี่ยวข้อง

- ระบบอัตโนมัติอัจฉริยะ ช่วยตัดสินใจที่ซับซ้อนในการแจ้งเตือนภัย

กล่าวโดยสรุป การเปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงด้านการเตือนภัยพิบัติ จำเป็นต้องมีการขับเคลื่อนในทุก ๆ ด้าน โดยเฉพาะผู้นำองค์กรที่ต้องมีวิสัยทัศน์ ร่วมกับบุคลากรในทุกภาคส่วน รวมไปถึงประชาชน ให้สามารถประยุกต์ใช้เครื่องมือต่าง ๆ ที่อยู่ในดิจิทัล ทำให้โอกาสการพัฒนาระบบงานขององค์กรสู่องค์กรดิจิทัล เพื่อการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติมีโอกาสและความเป็นไปได้ และเพื่อการส่งผ่านการเปลี่ยนแปลงเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ การกำหนดแนวปฏิบัติเพื่อการพัฒนาองค์กรสู่ความเป็นองค์กรดิจิทัลเพื่อการจัดการความเสี่ยงจากภัยพิบัติต่อไป

สำหรับข้อเสนอแนะยุทธศาสตร์ 4 ด้าน ได้แก่

- (1) พัฒนามาตรฐานการบริหารการเตือนภัยสู่สากล
- (2) ยกระดับความร่วมมือเครือข่ายและบทบาทภาคประชาชน
- (3) เพิ่มศักยภาพระบบเตือนภัยให้แม่นยำ รวดเร็ว และตรงเป้าหมาย ด้วยเทคโนโลยีดิจิทัล และ
- (4) เปลี่ยนผ่านสู่องค์กรดิจิทัลสมรรถนะสูงและมีอาชีพด้านการเตือนภัย

5. เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. “เป้าหมายที่ 13 ปฏิบัติการอย่างเร่งด่วนเพื่อต่อสู้กับการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศและผลกระทบที่เกิดขึ้น.” sdgs.nesdc.go.th. <https://sdgs.nesdc.go.th/เกี่ยวกับ-sdgs/เป้าหมายที่-13-การรับมือ/> (วันที่เข้าถึง 3 ธันวาคม 2564)

[2] คณะกรรมการยุทธศาสตร์ชาติ. “ยุทธศาสตร์ชาติ พ.ศ. 2561-2580.” ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 135 ตอนที่ 82 ก วันที่ 13 ตุลาคม 2561, 56. ratchakitcha.soc.go.th. http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2561/A/082/T_0001.PDF (วันที่เข้าถึง 11 พฤศจิกายน 2564)

[3] สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. “นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (พ.ศ. 2561 – 2580).” ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 136 ตอนที่ 47 ก. onde.go.th. <https://www.onde.go.th/assets/portals/1/files/620425-Government%20Gazette.PDF> (วันที่เข้าถึง 21 พฤศจิกายน 2564)

[4] สำนักงานคณะกรรมการดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กระทรวงดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม. “นโยบายและแผนระดับชาติว่าด้วยการพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม (พ.ศ. 2561-2580).” onde.go.th. <https://onde.go.th/view/1/แผนพัฒนาดิจิทัลเพื่อเศรษฐกิจและสังคม/TH-TH> (วันที่เข้าถึง 1 ตุลาคม 2564)

[5] Deloitte University Press. “Digital Government Transformation, The Journey

to Government’s Digital Transformation.” deloitte.com. https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/digital-transformation-in-government/DUP_1081_Journey-to-govt-digital-future_MASTER.pdf (วันที่เข้าถึง 15 ตุลาคม 2564)

[6] Deloitte. “Corporate Governance A practical Perspective on Global Trends & Best Practice.” cab-inc.com. <http://cab-inc.com/wp-content/uploads/2019/06/CAB-2019-CEO-and-Director-Forum-Deloitte-Governance-Workshop-Slides-for-Distribution2.pdf> (วันที่เข้าถึง 13 ตุลาคม 2564)

[7] กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. “(ร่าง) แผนสนับสนุนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยของศูนย์ป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเขต.” policy.disaster.go.th. http://policy.disaster.go.th/inner.Policy-9.45/download/menu_673/94.1/ (วันที่เข้าถึง 31 ตุลาคม 2564)

[8] กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. “แผนการป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยแห่งชาติ พ.ศ. 2564-2570.” sri.disaster.go.th. http://sri.disaster.go.th/upload/minisite/file_attach/69/a32a0390d684304dc132b7e3ab-cda8be.pdf (วันที่เข้าถึง 3 พฤศจิกายน 2564)

[9] Deloitte University Press. “The Journey to Government’s Digital Transformation.” deloitte.com. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ca/Documents/public-sector/ca-dup-1081-journey-to-govt-digital-future-aoda.PDF> (วันที่เข้าถึง 30 พฤศจิกายน 2564)

[10] Digital Learning Thoughts. “DIGITAL PERSONAL DEVELOPMENT PLANNING.” digitallearningthoughts.blog. <https://digitallearningthoughts.blog/2016/09/23/digital-personal-development-planning/> (วันที่เข้าถึง 7 ธันวาคม 2564)

[11] L. Darino, M. Sieberer, A. Vos, and O. Williams. “Performance Management in Agile Organization.” mckinsey.com. <https://www.mckinsey.com/business-functions/people-and-organizational-performance/our-insights/performance-management-in-agile-organizations> (วันที่เข้าถึง 21 พฤศจิกายน 2564)

[12] สำนักงานคณะกรรมการข้าราชการพลเรือน. “แนวทางพัฒนาทักษะด้านดิจิทัลของข้าราชการและบุคลากรภาครัฐเพื่อการปรับเปลี่ยนเป็นรัฐบาลดิจิทัล.” www.ocsc.go.th. https://www.ocsc.go.th/digital_skills (วันที่เข้าถึง 11 พฤศจิกายน 2564)

[13] สำนักงานพัฒนาธุรกรรมทางอิเล็กทรอนิกส์. “Thailand Digital Economy and Society Development Plan.” itu.int. https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/Documents/Events/2016/Apr-Digital2016/S2_Present_Pansak_Siriruchatapong.pdf (วันที่เข้าถึง 5 ตุลาคม 2564)

[14] Gartner Inc. “When Less Becomes More: The Journey to Digital Government.” gartner.com. [www.gartner.com. www.gartner.com/smarter-withgartner/when-less-becomes-more-the-journey-to-digital-government](http://www.gartner.com/smarter-withgartner/when-less-becomes-more-the-journey-to-digital-government) (วันที่เข้าถึง 9 ธันวาคม 2564)

การศึกษาเชิงตัวเลขของการไหลแก๊ส และการเสียดร่อนสำหรับปลายท่อจรวดความเร็วเหนือเสียง

จตุพร ทองศรี^{1*} กมลวรรณ สระทองฮ่อม¹ และ อดุลย์ศักดิ์ บุญพันธ์²

วันที่รับ 30 พฤษภาคม 2565 วันที่แก้ไข 21 กรกฎาคม 2565 วันตอบรับ 5 สิงหาคม 2565

บทคัดย่อ

การพัฒนาระบบขับเคลื่อนของจรวดความเร็วเหนือเสียงให้มีประสิทธิภาพสูง จำเป็นต้องประกอบไปด้วยความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับการไหลของแก๊สและการเสียดร่อนภายในปลายท่อจรวด ในงานวิจัยนี้ การศึกษาเชิงตัวเลข ได้แก่ พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ และการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ ได้ถูกนำมาใช้เพื่อทำความเข้าใจดังกล่าวด้วยการใช้ปลายท่อจรวดขนาด 122 มม. เป็นกรณีศึกษาในสภาวะขึ้นกับเวลา พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณแสดงการไหลของแก๊ส ซึ่งนำไปสู่คลื่นกระแทก อุณหภูมิ ความดัน ฯลฯ ภายในปลายท่อซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบจริงภาคสถิติ ผลเหล่านี้ถูกนำไปใช้เป็นเงื่อนไขสำหรับตรวจสอบการเสียดร่อนโดยใช้การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ ผลการจำลองด้วยการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์แสดงให้เห็นถึงความเครียดซึ่งเกิดจากความดันและอุณหภูมิของแก๊ส นอกจากนี้ยังพบอีกว่า ยิ่งความเครียดมาก ยิ่งทำให้มีการเสียดร่อนมาก บริเวณด้านหน้าของจรวดมีการเสียดร่อนมากกว่าด้านหลังของจรวดซึ่งสอดคล้องกับการทดสอบจริงภาคสถิติ ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถนำไปใช้เพื่อปรับปรุงปลายท่อจรวดขนาด 122 มม. และแบบอื่นให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นซึ่งลดการเสียดร่อนได้

คำสำคัญ : การศึกษาเชิงตัวเลข, การถ่ายเทความร้อน, การเสียดร่อน, การไหลแก๊ส, การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์, ปลายท่อจรวดความเร็วเหนือเสียง, พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

¹ วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

² ส่วนงานวิศวกรรมระบบขับเคลื่อน, สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

* ผู้แต่งหลัก, อีเมล: Jatuporn.th@kmitl.ac.th

Numerical Study of Gas flow and Ablation for Supersonic Nozzle

Jatuporn Thongsri ^{1*}, Kamonwan Srathonghuam ¹ and Adulyasak Boonpan ²

Received 30 May 2022, Revised 21 July 2022, Accepted 5 August 2022

Abstract

Developing a highly efficient supersonic rocket propulsion system requires knowledge and understanding of gas flow and ablation at the nozzle. In this research, numerical studies were carried out in that development: Computational Fluid Dynamics (CFD) and Finite Element Analysis (FEA). Using a 122 mm nozzle as a case study in a transient state, CFD revealed a gas flow leading to the shock wave, temperature, pressure, etc., inside the nozzle, consistent with actual static experimental results. The CFD results were applied as conditions for the determination of ablation using the FEA. The FEA results showed the equivalent (von-mises) stress due to the pressure and temperature of the gas flow. Additionally, it was found that the more the stress, the greater the ablation. Consistent with the experiment, the front nozzle had higher ablation than the tail. The finding from this research can be applied to improve the 122 mm and other types of nozzle for higher efficiency with reduction of ablation.

Keywords : Numerical simulation, Heat transfer, Ablation, Gas flow, Finite element analysis, Supersonic nozzle, Computational fluid dynamics

¹ College of Advanced Manufacturing Innovation, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

² Propulsion Systems Division - RPS, Defence Technology Institute.

* Corresponding author, E-mail: Jatuporn.th@kmitl.ac.th

1. บทนำ

เมื่อจรวดความเร็วเหนือเสียงปฏิบัติการเคลื่อนที่ของมันเกิดขึ้นจากแรงขับดัน (Thrust) ซึ่งเกิดขึ้นจากปฏิกิริยาการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงและสารออกซิไดซ์จากห้องเผาไหม้ไหลผ่านท่อพ่นไปยังปลายท่อ (Nozzle) จรวดอาจถูกแบ่งตามชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ได้เป็น 3 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่ จรวดเชื้อเพลิงแข็ง (Solid-propellant rocket) จรวดเชื้อเพลิงเหลว (Liquid-propellant rocket) และจรวดเชื้อเพลิงผสม (Hybrid-propellant rocket) สำหรับด้านการทหารจรวดเชื้อเพลิงแข็งนิยมนำมาใช้เนื่องจากมีระบบการทำงานไม่ซับซ้อน มีเสถียรภาพในการทำงานสูง มีอายุการใช้งานยาวนาน เก็บรักษาง่าย และมีราคาถูกเมื่อเทียบกับจรวดเชื้อเพลิงอื่น แต่มันก็ทำให้เกิดการเสียดกร่อนมากด้วยเช่นกัน เนื่องจากจรวดความเร็วเหนือเสียงจำเป็นต้องใช้เชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดแก๊สจากการเผาไหม้ที่มีอุณหภูมิและความดันสูงมาก ดังนั้นปลายท่อจรวดจึงมีความสำคัญหากได้รับการออกแบบและพัฒนาไม่สอดคล้องกับการใช้งานจะทำให้เกิดการไหลแก๊สและการถ่ายเทความร้อนที่ไม่เหมาะสม ซึ่งอาจส่งผลให้ความเร็วในการบินต่ำและเกิดการเสียดกร่อนจนทำให้ประสิทธิภาพการปฏิบัติงานต่ำกว่าที่ควรจะเป็นได้

จรวดขนาด 122 มม. เป็นจรวดที่นิยมใช้ในหลายประเทศ โดยในปัจจุบันประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่ได้นำจรวดขนาดนี้เข้าประจำการสำหรับใช้งาน เนื่องจากมีสมรรถนะสูงเหมาะสำหรับการรบที่มีระยะไกลมากกว่าปืนใหญ่ สำหรับจรวดรุ่นนี้หากพิสัยทำการมากกว่า 30 กม. ฉนวนป้องกันความร้อนที่ได้รับการออกแบบโดยผู้ผลิตจะมีปัญหาการเสียดกร่อน เนื่องจากปลายท่อจะได้รับความร้อน

ปริมาณมากเป็นระยะเวลานานทำให้ประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานลดลง ดังนั้นการพัฒนาปลายท่อจรวดพิสัยไกลให้ทนทานต่อการเสียดกร่อนที่เกิดขึ้นจึงเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน เนื่องจากการพัฒนาปลายท่อจรวดเป็นความรู้ที่เกี่ยวข้องกับยุทธภัณฑ์มีความสำคัญ และมีมูลค่าสูงในเชิงพาณิชย์ดังนั้นจึงยากที่จะเปิดเผยกันในแวดวงวิชาการ หากมีการเปิดเผยและรายงานไว้ในเอกสารทางวิชาการก็มีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ยังไม่ครบถ้วนและไม่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหการเสียดกร่อนที่เกิดขึ้นกับปลายท่อจรวด 122 มม. ที่ผู้เขียนสนใจได้ ดังนั้นหากนักวิจัยไทยสามารถมีความรู้และระเบียบวิธีวิจัยที่ถูกต้องก็จะลดการพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างชาติ ประหยัดงบประมาณ และทำให้ประเทศไทยมีจรวดประสิทธิภาพสูงใช้งานอย่างยั่งยืน รูปที่ 1 แสดงตัวอย่าง (ก) ปลายท่อจรวดขนาด 122 มม. ก่อนใช้งาน และ (ข) หลังการใช้งาน จะเห็นได้ว่าหลังการใช้งาน ปลายท่อเกิดความเสียหาย เนื่องจากการเสียดกร่อนที่มากเกินไปจนฉนวนกันความร้อนซึ่งอยู่ด้านในไม่อาจทนได้จนเกิดการเสียดกร่อนจนถึงชั้นอะลูมิเนียมนอกสุด

บทความนี้สนใจการศึกษาและพัฒนาปลายท่อจรวดความเร็วเหนือเสียงที่เกี่ยวข้องกับการไหลของแก๊ส (Gas flow) และการเสียดกร่อน (Ablation) ด้วยการศึกษาเชิงตัวเลขจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่างานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับปลายท่อจรวดสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน ได้แก่ รูปร่างและเงื่อนไขที่เหมาะสม (shape and condition optimizations) และการเสียดกร่อน (ablation)

สำหรับส่วนแรก พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics: CFD) ได้ถูกนำมาใช้เพื่อตรวจสอบการไหลของแก๊สสำหรับ

ปลายท่อรูปทรงต่าง ๆ ผลจากงานวิจัยเหล่านี้แสดงว่า รูปร่างของปลายท่อ (Nozzle shape) และเงื่อนไขการใช้งาน (Operating condition) มีผลต่อการไหลของแก๊ส เรโซแนนซ์ คลื่นกระแทก อุณหภูมิ ความดัน ฯลฯ ภายในปลายท่อ [1-6]



รูปที่ 1 ปลายท่อจรวดขนาด 122 มม.
(ก) ก่อนใช้งาน และ (ข) หลังการใช้งาน

สำหรับส่วนหลัง มีหลายวิธีใช้สำหรับศึกษาการเสียดร่อนในปลายท่อจรวดแต่สามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม คือ การทดลอง [7-8] และการจำลอง [9-13] ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้การจำลอง เช่น ชัชพล และคณะ [7] ได้ทดลองการเกิดการเสียดร่อนโดยการยิงจรวดขนาด 122 มม. ในภาคสถิติ พวกเขา รายงานว่าสารประกอบซิลิกาฟีนอลิก (Silica-phenolic composite) มีความเหมาะสมที่จะใช้เป็นฉนวนป้องกันความร้อนมากกว่าสารประกอบฉนวนยาง (Rubber-insulation composite) เนื่องจากเกิดการเสียดร่อนที่น้อยกว่าภายใต้สภาวะการใช้งานเดียวกัน การทดลองการเสียดร่อนที่เกิดขึ้นในปลายจรวดแบบลาवाल (Laval nozzle) โดย Hui และคณะ [8] ได้แสดงให้เห็นอีกว่าการเสียดร่อนขึ้นอยู่กับความเร็วของแก๊สและมุมของปลายท่อ แม้จะได้ผลการทดลองที่มีความน่าเชื่อถือแต่การทดลองต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมาก หลากหลายงานวิจัยจึงอยู่ในกลุ่มที่ 2 ใช้การจำลองคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างงานวิจัย ได้แก่ Cross และ Boyd [9] ได้ใช้

โปรแกรมภาษาฟอร์แทรนชื่อว่า SENKIN คำนวณการเสียดร่อนที่เกิดขึ้นในปลายท่อจรวดแบบ HIPPO (HIPPO Nozzle) ในรายงานของพวกเขาการเสียดร่อนสามารถคำนวณได้จากสมการและค่าคงที่จากปฏิกิริยาเคมีที่เรียกว่า “สปีชี (Species)” ข้อจำกัดของวิธีนี้คือจำเป็นต้องรู้ภาษาฟอร์แทรน สมการและค่าคงที่ของสปีชีจำนวนมาก รวมถึงต้องมีความเข้าใจในปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในห้องเผาไหม้ ผลการคำนวณจึงมีความน่าเชื่อถือ หลังจากนั้นไม่นานพวกเขาได้นำเสนอการจำลองการเสียดร่อนด้วยการใช้ระเบียบวิธีที่มี LeMANS Solver และ Material Response ร่วมกับอัลกอริทึมที่ถูกออกแบบและใช้เฉพาะกลุ่มวิจัยของพวกเขา ซึ่งก็ให้ผลการเสียดร่อนที่มีความน่าเชื่อถือเช่นเดียวกัน [10] แต่ข้อจำกัดของวิธีนี้ คือเป็นการยากที่ผู้วิจัยภายนอกจะพัฒนาต่อได้ เนื่องจากระเบียบวิธีวิจัย รวมถึงโค้ด (Code) ที่ใช้ไม่มีการเปิดเผย วิธีต่อมาที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางคือการใช้ซอฟต์แวร์ Fluent CFD [11] ข้อดีของวิธีนี้คือซอฟต์แวร์นี้เป็นซอฟต์แวร์ที่ได้รับการยอมรับและใช้ทั่วไป มีการวางขายเชิงพาณิชย์ (Commercial software) ดังนั้นผู้ใช้หรือต้องการศึกษาต่อยอดสามารถเข้าใจได้ง่าย ข้อจำกัดของวิธีนี้คือจำเป็นต้องกำหนดเงื่อนไขการคำนวณครบถ้วนทั้งในส่วนของการไหลและของแข็ง เพื่อให้ซอฟต์แวร์คำนวณทั้งการไหลของก๊าซในของไหลและการถ่ายเทความร้อนในของแข็งพร้อมกัน จึงใช้ได้สำหรับปลายท่อที่มีรูปร่างไม่ซับซ้อน เช่น มีวัสดุโครงสร้างเพียงชนิดเดียวหรือสนใจเพียงบางบริเวณที่มีขนาดเล็กเท่านั้น ในทางตรงข้าม หากปลายท่อมีรูปร่างซับซ้อน เช่น มีวัสดุโครงสร้างหลายชนิด หรือมีขนาดใหญ่ วิธีนี้จะไม่เหมาะสมเนื่องจากต้องใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ในการคำนวณมาก นอกจากนี้ยังไม่สะดวก

สำหรับการหาค่าเหมาะสมที่สุด (Optimization) เนื่องจากไม่สามารถแสดงพลัศจรรย์ความร้อน และความเครียดที่เกิดในวัสดุโครงสร้างได้ วิธีสุดท้ายคือการจำลองการเสียดร่อนด้วยการใช้ทั้ง CFD และการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ (ANSYS Finite Element Analysis: FEA) หรือในเอกสารบางเล่มเรียกว่า การถ่ายเทความร้อนร่วม (Conjugate heat transfer) [12-14] วิธีการนี้ CFD จะถูกใช้คำนวณการไหลของแก๊สในปลายท่อ ผลที่ได้จากการคำนวณจะถูกส่งต่อเพื่อใช้เป็นภาระ (Load) เพื่อคำนวณการถ่ายเทความร้อนในเนื้อวัตถุด้วย FEA ซึ่งจะนำไปสู่การเสียดร่อนต่อไป ข้อดีของวิธีนี้คือได้ผลการคำนวณที่มีความแม่นยำโดยใช้ทรัพยากรคอมพิวเตอร์ที่น้อยกว่าเมื่อเทียบกับการใช้ CFD เพียงอย่างเดียวภายใต้เงื่อนไขเดียวกัน นอกจากนี้ยังเหมาะกับการคำนวณที่ปลายท่อมีรูปร่างซับซ้อน มีวัสดุโครงสร้างหลายชนิด และมีขนาดใหญ่ โดยสามารถแสดงผลการคำนวณในรูปของพลัศจรรย์ความร้อน ความเค้น ความเครียด ฯลฯ ในวัสดุโครงสร้าง เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์การเสียดร่อนเมื่อใช้วิธีนี้ร่วมกับซอฟต์แวร์ เช่น ANSYS Fluent CFD และ ANSYS Mechanical FEA ซึ่งมีใช้กันอย่างแพร่หลายในเชิงพาณิชย์ ดังนั้นด้วยวิธีหลังสุดนี้ผู้ใช้และผู้สนใจจึงมีความสะดวกในการนำไปศึกษาต่อยอดในปัญหาที่มีความซับซ้อนขึ้นได้ด้วยตัวเองจากการทบทวนวรรณกรรมในเอกสาร [1-14] ซึ่งชี้ให้เห็นข้อดีและข้อจำกัดของการวิจัยปลายท่อจรวดด้วยวิธีต่าง ๆ เมื่อนำข้อมูลเหล่านั้นมาพิจารณา ร่วมกับความรู้และความชำนาญและประสบการณ์ของคณะวิจัย พวกเรามีความเห็นว่า ANSYS Fluent CFD และ ANSYS Mechanical FEA ซึ่งให้ผลการคำนวณเชิงตัวเลข เหมาะสมสำหรับงานวิจัยนี้

ในงานวิจัยนี้ การไหลของแก๊สและการเสียดร่อนที่เกิดขึ้นในปลายท่อจรวดขนาด 122 มม. จะถูกศึกษาและตรวจสอบเชิงตัวเลขด้วยวิธีการถ่ายเทความร้อนร่วม เนื่องจากปลายท่อจรวดรุ่นนี้เป็นแบบเดอ ลาวาล (De Laval) ซึ่งเป็นแบบพื้นฐานที่สุด เริ่มแรก ปลายท่อจรวดจะถูกทดสอบการใช้งานจริงภาคสถิตย์ (Actual static experiment) ผลจากการทดสอบบางส่วนจะถูกนำไปใช้เป็นเงื่อนไขสำหรับการจำลอง และบางส่วนจะถูกนำไปใช้เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการจำลอง ต่อมาซอฟต์แวร์ Fluent CFD จะถูกใช้ตรวจสอบการไหลของแก๊สภายในปลายท่อ ซึ่งผลการคำนวณจะเปรียบเทียบกับผลการจำลองเพื่อยืนยันความถูกต้อง หลังจากนั้นผลจาก CFD จะถูกส่งไปให้ Mechanical FEA เพื่อตรวจสอบการถ่ายเทความร้อนของวัสดุโครงสร้างภายในปลายท่อ สุดท้าย ผลจากทั้ง CFD และ FEA จะถูกนำมาวิเคราะห์เทียบกับการเกิดการเสียดร่อนที่ได้จากการทดลอง จุดเด่นของงานวิจัยนี้คือ มีการทดลองจริงร่วมกับการจำลองโดยใช้ปลายท่อจรวดแบบ 122 มม. เป็นต้นแบบ ยังไม่พบว่ามีการวิจัยใดศึกษาจรวดรุ่นนี้ด้วยวิธีนี้มาก่อน

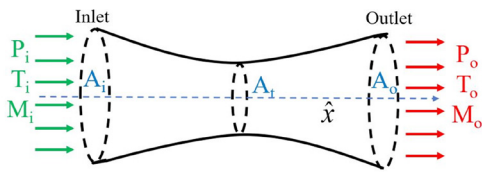
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

บทนี้จะกล่าวถึงปลายท่อแบบเดอ ลาวาล และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ซึ่งต้องใช้ในการจำลองด้วย CFD และ FEA และใช้เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการคำนวณ

2.1 ปลายท่อเดอ ลาวาล

หรือเรียกอีกชื่อว่าปลายท่อแบบลู่เข้า-ลู่ออก (Convergent-Divergent nozzle) จะมีบริเวณที่แคบที่สุดที่เรียกว่า คอ (Throat) อยู่ระหว่างปลายลู่เข้า

แล้วลู่ออก มันเป็นปลายท่อแบบพื้นฐานที่สุด โดยมากใช้เป็นกรณีศึกษาเบื้องต้นเพื่อเรียนรู้และนำไปพัฒนาต่อยอดสู่ปลายท่อที่มีรูปร่างซับซ้อนมากขึ้น [15-17] สำหรับการศึกษาการไหลของแก๊สในปลายท่อจรวดแบบเดอลาวาล จำเป็นต้องอาศัยสมมติฐานแก๊สที่มีสมบัติดังต่อไปนี้ แก๊สจะถูกพิจารณาว่าเป็นแก๊สในอุดมคติ (ideal gas) โดยการไหลของแก๊สเป็นแบบไอเซนทรอปิก (isentropic) สามารถถูกอัดได้ (compressible) และมีอัตราการไหลของแก๊สค่าคงที่เมื่อจรวดใช้การไหลของแก๊สในปลายท่อเดอลาวาล สามารถพิจารณาได้ว่ามีสมบัติของแก๊ส เช่น อุณหภูมิ (T) ความดันรวม (P) และเลขมัค (M) สอดคล้องกับพื้นที่หน้าตัด (A) ของปลายท่อจรวดดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 การไหลของแก๊สในปลายท่อเดอลาวาล

จากรูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติดังกล่าวของแก๊สที่ไหลสามารถเขียนสมการแรงขับจรวดตาม isentropic flow equation (1) - (3) [17-18]

$$\frac{T_i}{T_o} = \left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} M_i^2\right)^{-1} \quad (1)$$

เมื่อ γ คืออัตราส่วนความร้อนจำเพาะของแก๊ส (Specific heat ratio) ตัวห้อย i และ o หมายถึงตำแหน่งทางเข้า (inlet) และทางออก (outlet) ตามลำดับ

$$\frac{P_i}{P_o} = \left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} M_i^2\right)^{-\frac{\gamma}{\gamma - 1}} \quad (2)$$

$$\frac{A_i}{A_o} = \left(\frac{\gamma + 1}{2}\right)^{-\frac{\gamma + 1}{2(\gamma - 1)}} \frac{\left(1 + \frac{\gamma - 1}{2} M_x^2\right)^{\frac{\gamma + 1}{2(\gamma - 1)}}}{M_x} \quad (3)$$

เมื่อ ตัวห้อย x ของ M คือ เลขมัค ณ ตำแหน่งบนแกน x

สมการ (1) ถูกใช้ช่วยกำหนดเงื่อนไขการจำลองส่วนสมการ (2) - (3) ถูกใช้เพื่อยืนยันผลการจำลองการไหลของแก๊ส ซึ่งจะกล่าวถึงอีกครั้งในบทที่ 4

2.2 พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

การไหลของแก๊สในปลายท่อจรวดสามารถคำนวณได้จากการแก้สมการอนุพันธ์และสมการความปั่นป่วน สมการอนุพันธ์ ได้แก่ อนุกรมมวล (4) โมเมนตัม (5) และพลังงาน (6) [19]

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (\rho \vec{v}) + \nabla \cdot (\rho \vec{v} \vec{v}) = -\nabla p + \nabla \cdot (\bar{\bar{\tau}}) + \rho \vec{g} + \vec{F} \quad (5)$$

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\vec{v} (\rho E + p)) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\kappa_{eff} \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) \quad (6)$$

เมื่อ $\vec{v}$ คือ เวกเตอร์ความเร็ว ρ คือ ความหนาแน่น p คือ ความดัน $\vec{F}$ คือ แหล่งกำเนิดภายนอก $\vec{g}$ คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง $\bar{\bar{\tau}}$ คือ เทนเซอร์ความเค้น κ_{eff} คือ การนำความร้อนยังผล (Effective conductivity) T คือ อุณหภูมิ E คือ พลังงานรวม

ในงานวิจัยนี้ใช้สมการความปั่นป่วนแบบ Shear Stress Transport (SST) $k-\omega$ เนื่องจากมีความน่าเชื่อถือและถูกใช้อย่างหลากหลายทั้งในแวดวงวิชาการและอุตสาหกรรม [19-23] SST $k-\omega$ สามารถเขียนได้ดังสมการ (7) - (8)

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} (\rho k) + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho k u_i) \\ = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{k3}} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + P_k - 0.09 \rho k \omega \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial t} (\rho \omega) + \frac{\partial}{\partial x_i} (\rho \omega u_i) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_{\omega 3}} \right) \frac{\partial \omega}{\partial x_j} \right] \\ + 1.71 (1 - F_1) \frac{\rho}{\omega} \frac{\partial k}{\partial x_j} \frac{\partial \omega}{\partial x_j} + \alpha_3 \frac{\omega}{k} P_k - \beta_3 \rho \omega^2 \end{aligned} \quad (8)$$

เมื่อ μ_t คือความหนืดไหลวน (eddy viscosity) P_k คือ shear production ของความปั่นป่วน ω คือ อัตราการกระจายเฉพาะ (specific dissipation rate) k คือ พลังงานความปั่นป่วน (kinetic turbulent energy) F_1 คือ ฟังก์ชันการผสม (blending function) $\alpha_3, \beta_3, \sigma_{k3}$ และ $\sigma_{\omega 3}$ คือ สัมประสิทธิ์ค่าคงที่ ของแบบจำลอง SST $k-\omega$ ส่วน u_i, u_j, u_k คือ ความเร็วในพิกัดคาร์ทีเซียน

2.3 การวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์

การถ่ายเทความร้อนภายในวัสดุโครงสร้าง สามารถคำนวณได้จาก [24]

$$[C]\{\dot{T}\} + [K]\{T\} = \{Q\} \quad (9)$$

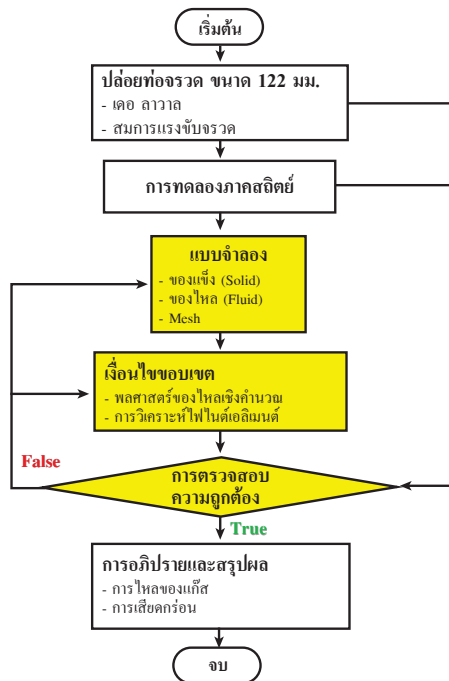
เมื่อ $[C]$ คือ เมทริกซ์ความจุความร้อน (Capacitance matrix) $[K]$ คือเมทริกซ์ความแข็งความร้อน (thermal stiffness matrix) ทั้งเมทริกซ์ $[C]$ และ $[K]$ รวมเทอมการนำ การพา และการแผ่รังสี ความร้อนด้วย $\{T\}$ คือ เวกเตอร์โหนดอุณหภูมิ (nodal vector temperature) $\{\dot{T}\}$ คือ เวกเตอร์ของการเปลี่ยนแปลงโหนดอุณหภูมิ (change of nodal vector temperature) $\{Q\}$ คือ เวกเตอร์ โหลดความร้อน (thermal load vector)

ในงานวิจัยนี้ การพาความร้อนที่เกิดขึ้น เนื่องจากผิวของจรวดภายนอกที่สัมผัสกับอากาศ จึงไม่มีผล เมื่อกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้นครบถ้วน คอมพิวเตอร์จะแก้สมการ (4) - (8) เพื่อแสดงการไหล ของแก๊สภายในปลายท่อ หลังจากนั้นผลเหล่านี้จะถูก นำไปเป็นเงื่อนไขเริ่มต้นสำหรับคำนวณการถ่ายเท ความร้อนภายในวัสดุโครงสร้างของปลายท่อด้วย สมการ (9) ซึ่งสามารถนำไปตรวจสอบความเครียด

(stress) ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการไหลของแก๊สและ การถ่ายเทความร้อนได้

3. ระเบียบวิธีวิจัย

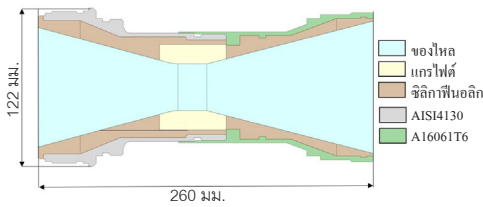
ระเบียบวิธีวิจัยที่ใช้สามารถแสดงได้ในผังงาน (Flowchart) ดังรูปที่ 3 สืบแสดงถึงขั้นตอนที่ใช้ การศึกษาเชิงตัวเลข ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังนี้



รูปที่ 3 ผังงานของระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ปลายท่อจรวด 122 มม.

รูปที่ 4 แสดงรูปร่าง ขนาด และชนิดวัสดุของ ปลายท่อจรวดขนาด 122 มม. ที่ใช้เป็นกรณีศึกษา ซึ่งเป็นแบบลู่เข้า-ลู่ออก มีความยาว 260 มม. ประกอบไปด้วย ซิลิกาฟีนอลิกและกราไฟท์ ทำหน้าที่ เป็นฉนวนป้องกันความร้อนของจรวด ส่วนอะลูมิเนียม SI4130 และ 6061T6 ทำหน้าที่เป็นวัสดุโครงสร้าง อยู่ภายนอก



รูปที่ 4 รูปร่าง ขนาด และชนิดของวัสดุปลายท่อจรวด

3.2 การทดลองภาคสถิตย์ (Static experiment)

เพื่อนำผลที่ได้จากการทดลองไปเปรียบเทียบกับผลการจำลองเพื่อยืนยันความน่าเชื่อถือของงานวิจัย เราได้ทดลองยิงจรวดภาคสถิตย์ด้วยเงื่อนไขการทดลองที่ใช้เหมือนการใช้งานจริงทุกประการ ต่างเพียงจรวดถูกตรึงบนแท่นจับไม่ให้เคลื่อนที่เท่านั้น

รูปที่ 5 แสดงการทดลองภาคสถิตย์ จรวดจะถูกตรึงไว้บนแท่นจับ ด้านหน้าของจรวดจะถูกเจาะรูขนาดเล็กเพื่อติดตั้งเซนเซอร์วัดความดันรวม บริเวณปลายท่อจรวดจะติดตั้งกล้องวิดีโอ เพื่อบันทึกภาพไอพ่นที่ออกมาปลายท่อ นอกจากนี้ยังมีกล้องความร้อนเพื่อตรวจวัดอุณหภูมิของไอพ่นด้วย อุปกรณ์ทั้งหมดจะบันทึกข้อมูลตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุด ซึ่งใช้เวลา 2.4 วินาที ผลที่ได้จากการทดลองนี้ คือ ความดันรวมด้านหน้าจรวด อุณหภูมิของแก๊สและพฤติกรรมการไหลของไอพ่นที่ถูกปล่อยจากปลายท่อ

นอกจากนี้ แก๊สที่เกิดจากการเผาไหม้ยังได้ถูกส่งไปวัดองค์ประกอบทางเคมีเพื่อหาชนิดและปริมาณ รวมถึงการนำปลายท่อไปผ่าเพื่อวัดความหนาของชั้นถ่านด้วย



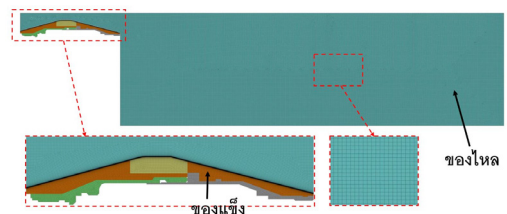
รูปที่ 5 การทดลองภาคสถิตย์

3.3 การศึกษาเชิงตัวเลข (Numerical study)

เพื่อให้การคำนวณมีความแม่นยำ ในบทนี้จะรายงานรายละเอียดของแบบจำลองที่สร้างขึ้น และการกำหนดเงื่อนไขขอบเขต

3.3.1 แบบจำลอง (Models)

แบบจำลองปลายท่อในรูปที่ 4 ได้ถูกนำมาเป็นต้นแบบเพื่อสร้างแบบจำลองของไหล (Fluid) และแบบจำลองของแข็ง (Solid) แบบจำลองของไหลจะใช้สำหรับการคำนวณการไหลของแก๊สส่วนของแข็ง ซึ่งแต่ละสีแทนชนิดของวัสดุใช้คำนวณการถ่ายเทความร้อนในวัสดุโครงสร้าง เมื่อนำแบบจำลองทั้งสองดังกล่าวมาสร้างเป็นแบบจำลองเมชใน 2 มิติ จะได้ดังรูปที่ 6

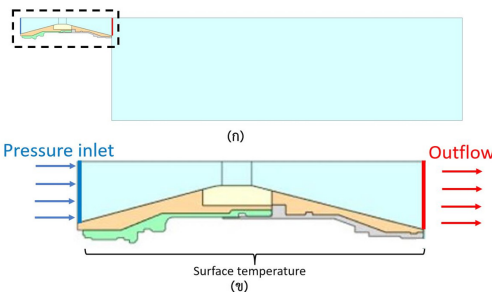


รูปที่ 6 แบบจำลองเมช

แบบจำลองเมชเป็นเอลิเมนต์แบบสี่เหลี่ยม (Rectangular) ขนาด 2 มม. มีชั้นรอยต่อระหว่างของไหลกับของแข็ง (Inflation layer) จำนวน 60 ชั้น ชั้นแรกมีความหนา 3.00×10^{-7} ม. ซึ่งถูกคำนวณจาก $Y^+ = 1$ แบบจำลองนี้มีอัตราการขยายของเมช (Grow rate) เป็น 1.15 ด้วยการกำหนดค่าเช่นนี้แบบจำลองเมชของไหลมี 722,202 โหนด และ 71,478 เอลิเมนต์ ส่วนแบบจำลองเมชของแข็งมี 35,138 โหนด และ 34,748 เอลิเมนต์

3.3.2 การตั้งค่าเงื่อนไขขอบเขต (Boundary condition settings)

ประกอบไปด้วยการกำหนดเงื่อนไขค่าขอบเขต (Boundary condition) สำหรับ CFD และ FEA ในสถานะขึ้นกับเวลา (Transient state) ภายในช่วงเวลา 0-2.4 วินาที รูปที่ 7 แสดงการตั้งค่าเงื่อนไขขอบเขต (ก) ภาพรวม และ (ข) ภาพขยายเฉพาะส่วนปลายท่อ



รูปที่ 7 เงื่อนไขขอบเขต (ก) ภาพรวม และ (ข) ภาพขยายเฉพาะส่วนปลายท่อ

ใน CFD จะใช้ ANSYS Fluent สำหรับการคำนวณของไหลถูกสมมติให้เป็นอากาศ (Air) ที่เป็นแบบอุดมคติ (ideal-gas) ด้วยอัตราส่วนความร้อนจำเพาะเป็น 1.4 และความหนืดแบบ Sutherland ทางเข้า (inlet) จะใช้ความดันรวม (Total pressure) ของเลขมัคและอุณหภูมิ ซึ่งมีค่าตามการทดลองในหัวข้อ 3.2 วัดจากกล้องถ่ายภาพความร้อน ซึ่งควบคุมด้วยฟังก์ชันกำหนดโดยผู้ใช้งาน (User Defined Function, UDF) ที่ผู้แต่งเขียนขึ้นมาโดยใช้ความดันที่ได้จากการทดลองเป็นข้อมูล ส่วนทางออก (Outlet) กำหนดให้เป็นอากาศออกทางเดียว (Outflow=1) คำนวนการไหลของอากาศทุก ๆ 0.01 วินาที ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงเวลา 2.4 วินาที ดังนั้นโดยรวมคอมพิวเตอร์จะคำนวณ

และแสดงผลข้อมูลการไหลของอากาศจำนวน 2,400 ช่วงเวลา (time steps) ช่วงเวลาละ 20 ครั้ง (iterations) การไหลของอากาศจะทำให้เกิดความร้อนและความดันที่ตำแหน่งต่าง ๆ ซึ่งมีค่าแตกต่างกัน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกส่งต่อเพื่อคำนวณการถ่ายเทความร้อนด้วย FEA ต่อไป ตารางที่ 1 แสดงการกำหนดค่าทาง CFD ที่สำคัญ

ใน FEA งานวิจัยนี้ใช้ ANSYS Transient structural analysis ความดันรวมและอุณหภูมิที่เป็นผลจาก CFD จะถูกใช้สำหรับคำนวณการถ่ายเทความร้อน ซึ่งจะถูกแสดงผลในเทอมของ Equivalent (von-Mises) stress (σ_v) อุณหภูมิผิว (Surface temperature) ได้จากการทดลองในหัวข้อ 3.2 สมบัติวัสดุที่ใช้ในการคำนวณแสดงดังตารางที่ 2

Type	Property
Pressure Inlet:	Gauge Pressure: UDF
Pressure Far-Field	Mach Number: 0.234
	Temperature: 3,364.40 K
Outlet	Outflow: 1
Air	Density: ideal-gas
	Viscosity: Sutherland
	Specific heat ratio: 1.4
	Time step size: 0.01
Transient setting	Number of time steps: 2400
	Iteration per time step: 20

ตารางที่ 1 การกำหนดค่าทาง CFD ที่สำคัญ

เมื่อกำหนดสมบัติทาง CFD และ FEA ตามทั้งสองตารางเรียบร้อยแล้ว ซอฟต์แวร์จะแสดงผลการคำนวณออกมาในเทอมของตัวเลขและเฉดสี เพื่อให้สะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูล

4. ผลการจำลองและการอภิปราย

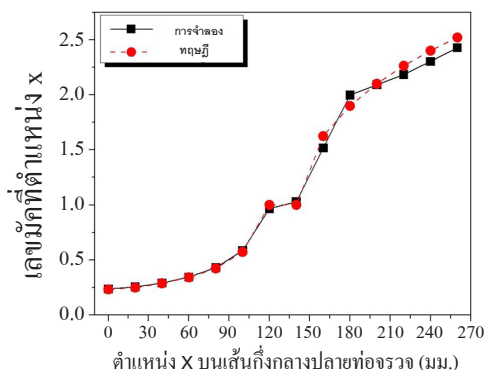
บทนี้ถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การไหลของแก๊สและการเสียคร่อน

ตารางที่ 2 สมบัติของวัสดุ

สมบัติ	วัสดุ			
	พินอลิก	กราไฟท์	ALSI4130	AL6061T6
ความหนาแน่น (kg/m ³)	1,656	2,490	7,850	2,700
การนำความร้อน (W/m-K)	250	114	200	68.9
ยังมอดูลัส (GPa)	36.6	27.6	200	68.9
อัตราส่วน ปัวซอง	0.15	0.23	0.30	0.33

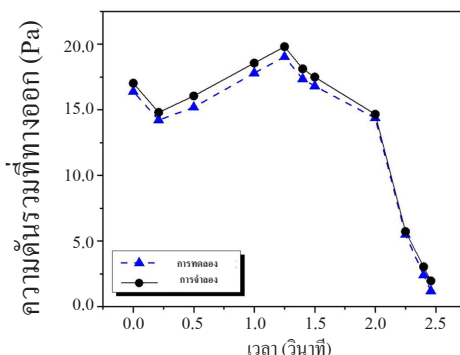
4.1 การไหลของแก๊ส

รูปที่ 8 แสดงเลขมัค (M) ที่เวลา 1.2 วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่มีความดันรวมสูงที่สุดกับตำแหน่งในแนวแกน x กึ่งกลางของปลายท่อเริ่มต้นตั้งแต่ตำแหน่ง $x=0$ มม. ถึง $x=260$ มม. เส้นทึบแสดงผลที่ได้จากการจำลอง ส่วนเส้นประแสดงผลที่ได้จากทฤษฎีคำนวณโดยใช้สมการ (3) จากรูปเลขมัคจากทั้งสองวิธีมีความสอดคล้องกันเป็นอย่างดีมาก ความคลาดเคลื่อนสูงสุดมีค่า 4.0% อยู่บริเวณปลายขวาสุดที่ตำแหน่ง $x=260$ มม. นอกจากนั้นในรูปนี้ยังแสดงให้เห็นความเป็นปลายท่อแบบ convergent-divergent อย่างชัดเจนด้วย นั่นคือด้านซ้ายเลขมัคต่ำกว่า 1 (ultrasonic) ด้านขวาเลขมัคมากกว่า 1 (supersonic) ในขณะที่ตรงกลางตำแหน่ง $x=120$ มม. $x=140$ มม. เลขมัคใกล้เคียง 1 (sonic)



รูปที่ 8 เลขมัคที่ตำแหน่ง x บริเวณเส้นกึ่งกลางปลายท่อจรวด

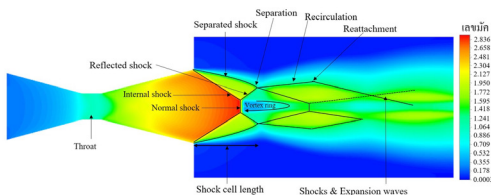
ในทำนองเดียวกันรูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบความดันรวมทางออก (Total pressure at outlet: P_o) ที่ได้จากการจำลองและการทดลองในช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนถึง 2.4 วินาที เนื่องจากการทดลองไม่ได้มีการติดตั้งเครื่องวัดความดันบริเวณทางออก แต่ติดตั้งบริเวณทางเข้าดังรูปที่ 5 ดังนั้น P_o นี้จึงเป็นผลมาจากการคำนวณด้วยสมการ (2) โดยใช้ความดันจากการทดลองด้วยหัววัดความดันในรูปที่ 5 จากรูปจะเห็นได้ว่าผลการจำลอง (เส้นทึบ) สอดคล้องกันอย่างมากกับผลที่ได้จากการทดลอง (เส้นประ) ความคลาดเคลื่อนสูงสุดมีค่า 6.5% ที่เวลา 0.5 วินาที ความดันรวมจะมีค่าสูงสุดที่วินาทีที่ 1.2 หลังจากนั้นจะลดลงจนกระทั่งสิ้นสุดการเผาไหม้ที่เวลา 2.4 วินาที



รูปที่ 9 การเปรียบเทียบความดันรวมบริเวณทางออกที่ได้จากการจำลองและการทดลองสำหรับช่วงเวลา 0-2.4 วินาที

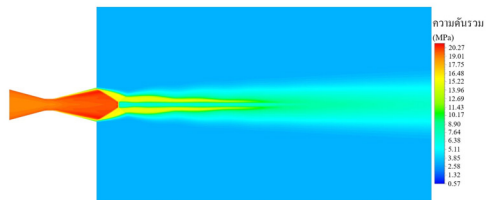
จากรูปที่ 8 และ 9 จะเห็นได้ว่าผลการจำลอง สอดคล้องกับผลจากทฤษฎีและผลจากการทดลอง ความคลาดเคลื่อนอาจเกิดมาจากการสมมติว่า ของไหลในปลายท่อคืออากาศเนื่องจากความสะดวก ในการกำหนดค่าในซอฟต์แวร์ทั้ง ๆ ที่ในความเป็นจริง เป็นของไหลผสมที่เกิดจากการเผาไหม้ ซึ่งจาก การทดลองในหัวข้อ 3.2 พบว่าประกอบไปด้วย สารประกอบมากถึง 51 ชนิด โดย 5 ชนิดแรกเรียง ตามลำดับจากมากไปน้อยได้ดังนี้ H_2 , CO , HCl , H_2O , และ Al_2O_3 ดังนั้น หากในการจำลองเราใช้ข้อมูล จากการทดลองเรื่องปริมาณ สมบัติ และชนิดของ สารประกอบเหล่านี้ย่อมให้ผลที่มีความสอดคล้อง กันมากกว่านี้ อย่างไรก็ตาม ทั้งสองรูปนี้ยืนยันได้ว่า การกำหนดให้เป็นอากาศก็ให้ผลการจำลองที่มี ความน่าเชื่อถือ ด้วยเหตุนี้ระเบียบวิธีวิจัยและผล การจำลองที่ได้จากงานวิจัยนี้ย่อมมีความน่าเชื่อถือ ด้วยเช่นเดียวกัน

รูปที่ 10 แสดงเลขมัคที่เวลา 1.2 วินาที ซึ่งเป็นเวลาที่มีความดันสูงสุด รูปนี้แสดงให้เห็น Shock แบบต่าง ๆ และ Separation ซึ่งรูปร่าง คล้ายกับที่นำเสนอโดย Dangli และคณะ [6] แต่ มีระดับความเร็วที่แตกต่างกัน เนื่องจากปลายท่อ มีรูปร่างที่แตกต่างกัน ปริมาณเหล่านี้ขึ้นกับรูปร่าง ของปลายท่อจรวด การออกแบบปลายท่อจรวด ประสิทธิภาพสูงจำเป็นต้องทราบปริมาณเหล่านี้

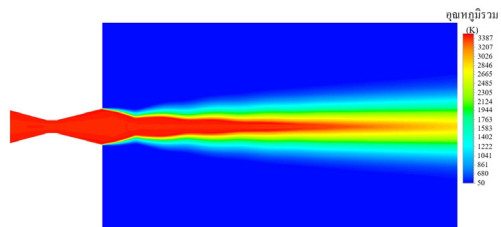


รูปที่ 10 เลขมัคที่เวลา 1.2 วินาที

รูปที่ 11 แสดงความดันรวมของอากาศที่เวลา 1.2 วินาที จะเห็นได้ว่าภายในจรวดบริเวณความดัน จะเพิ่มจากซ้ายไปขวาและเมื่อออกสู่บรรยากาศ ภายนอกความดันรวมจะลดลง ที่เวลาอื่นความดันรวม ก็มีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะเดียวกันกับรูปที่ 9



รูปที่ 11 ความดันรวมที่เวลา 1.2 วินาที



รูปที่ 12 อุณหภูมิรวมที่เวลา 1.2 วินาที

รูปที่ 12 แสดงอุณหภูมิรวม (Total temperature) ของอากาศที่ไหลผ่านปลายท่อจรวด ที่เวลา 1.2 วินาที พบว่าภายในปลายท่ออุณหภูมิสูง เมื่อออกสู่บรรยากาศแล้วจึงค่อยลดลง สำหรับ ช่วงเวลาอื่น ๆ อุณหภูมิแทบไม่แตกต่างจากที่เวลา 1.2 วินาทีนี้ แต่ช่วงเวลา 2.2 วินาที เป็นต้นไป อุณหภูมิจะลดลงอย่างรวดเร็วเนื่องจากเชื้อเพลิง ไกล่หมด ที่เวลาอื่นอุณหภูมิรวมก็มีการเปลี่ยนแปลง ในลักษณะคล้ายกันกับความดันในรูปที่ 9

ความดันรวมและอุณหภูมิรวมในปลายท่อจรวด ดังแสดงในรูปที่ 11 และ 12 สำหรับทุกช่วงเวลา จะถูกใช้เพื่อคำนวณการเสียดร่อนในหัวข้อต่อไป

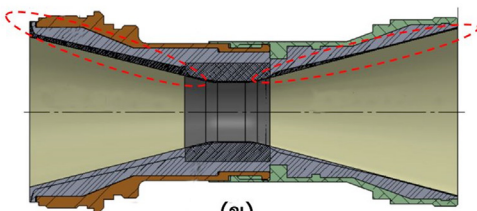
4.2 การเสียดร่อน

บทนี้ถูกแบ่งออกเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพและการวิเคราะห์เชิงปริมาณ

รูปที่ 13 แสดงการเสียดร่อนในปลายท่อจรวดที่ได้จากการทดลองภาคสถิติที่กล่าวถึงในหัวข้อ 3.2 (ก) ภาพจริง และ (ข) ภาพร่าง ซึ่งจะเป็นการวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ในรูปที่ 13 (ก) จะเห็นได้ว่าการเสียดร่อนในช่องทางด้านซ้ายมากกว่าทางด้านขวา โดยสังเกตจากลักษณะความเข้มของสีเข้มมากแสดงว่ามีการเสียดร่อนมากในทางตรงข้าม เข้มน้อยความเสียดร่อนย่อมมีค่าน้อย สีเข้มแสดงถึงการเผาไหม้กลายเป็นถ่าน (Charcoal) ของซิลิกาฟีนอลิก [7] ในรูปที่ 13 (ข) บริเวณเส้นประสีแดงแสดงภาคตัดขวางเนื้อโลหะของปลายท่อสอดคล้องกันกับรูปที่ 13 (ก) ด้านซ้ายจะมีการเสียดร่อนมากกว่าด้านขวา นอกจากนี้ยังพบอีกว่าบริเวณใกล้กับคอคอดจะมีการเสียดร่อนมากกว่าบริเวณที่ไกลออกไปจากคอคอด



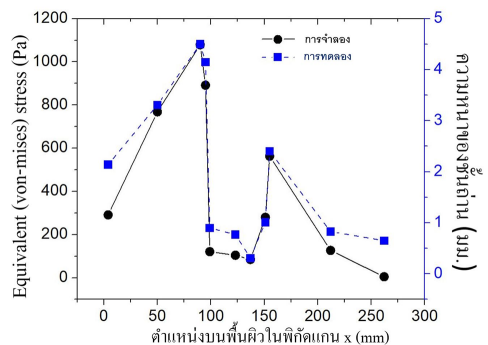
(ก)



(ข)

รูปที่ 13 การเสียดร่อนที่ได้จากการทดลองภาคสถิติ
(ก) ภาพจริง และ (ข) ภาพร่าง

ต่อไปเป็นการอธิบายการเสียดร่อนเชิงปริมาณ เมื่อนำความดันรวมและอุณหภูมิรวมจากรูปที่ 11 และ 12 มาเป็นโหลดสำหรับคำนวณด้วยการวิเคราะห์โครงสร้างในสภาวะขึ้นกับเวลา (Transient structural analysis) ด้วยสมการ (9) ผลที่ได้คือ Equivalent (von-mises) stress (σ_v) ซึ่งเมื่อนำมาแสดงร่วมกับความหนาของชั้นถ่านที่เกิดจากการเสียดร่อนจากการทดลองภาคสถิติที่ตำแหน่งเดียวกันบนผิวของปลายท่อจรวดจะได้ดังรูปที่ 14 จากรูป ผลที่ได้คือ σ_v ซึ่งต่อไปจะขอเรียกโดยย่อว่าความเครียด มีความสอดคล้องกับความหนาของชั้นถ่านเป็นอย่างดี ยิ่งความเค้นสูงการเสียดร่อนยิ่งมาก ความเค้นนี้เกิดจากความดันและอุณหภูมิของแก๊ส ดังนั้นจากกล่าวเพิ่มเติมได้ว่ายิ่งความดันและอุณหภูมิของแก๊สสูงการเสียดร่อนยิ่งมีมาก



รูปที่ 14 Equivalent (von-mises) stress ที่ได้จากการจำลองและความหนาของชั้นถ่านที่ได้จากการทดลองภาคสถิติ

5. บทสรุป

เอกสารนี้รายงานการศึกษาเชิงตัวเลขของการไหลแก๊สและการเสียดร่อนสำหรับปลายท่อจรวดความเร็วเหนือเสียง โดยการใช้การจำลองคอมพิวเตอร์ ได้แก่ พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณและการวิเคราะห์โครงสร้างในสภาวะขึ้นกับเวลาโดยใช้ปลายท่อจรวดขนาด 122 มม. แบบลู่เข้า-ลู่ออกเป็นกรณีศึกษาผลการจำลองแสดง Shock แบบต่าง ๆ, Separation, ความดัน, อุณหภูมิ, เลขมัค และความเครียด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนักวิจัยท่านอื่นที่มีมาก่อนหน้านี้ นอกจากนี้ผลการจำลองแสดงให้เห็นว่าการไหลของแก๊สยังมีอุณหภูมิและความดันสูงจะยิ่งทำให้เกิดการเสียดร่อนมากขึ้น การเสียดร่อนจะเกิดขึ้นมาบริเวณลู่เข้ามากกว่าบริเวณลู่ออก และยังเกิดขึ้นมากบริเวณคอคอดมากกว่าบริเวณอื่น ความเครียดที่ได้จากการศึกษาเชิงตัวเลขสอดคล้องเป็นอย่างดีมากกับการเสียดร่อนที่ได้จากการทดลอง ผลที่ได้จากงานวิจัยนี้คือระเบียบวิธีวิจัยของการศึกษาเชิงตัวเลขที่แม่นยำสำหรับนำไปประยุกต์ใช้ต่อยอดเพื่อพัฒนาปลายท่อจรวดรุ่นอื่น ๆ โดยลดการเสียดร่อนที่เกิดขึ้นเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ต่อไป

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากวิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] Prathibha, M., Satyanarayana, M., Naidu, S., “CFD analysis on a different advanced rocket nozzles”, Int. J. Eng. Adv. Tech., 4 (6), 2015, pp. 14-22.

[2] Roy, P., Mondal, A., Barai, B., “CFD analysis of rocket engine nozzle”, Int. J. Adv. Eng. Res. Sci., 3 (2), 2016, pp. 39-46.

[3] Nayeem, S., Chaitanya, S., Krishna, G.M., et al., “Optimization of convergent-divergent taper angle with combustion chamber of rocket engine through numerical analysis”, Int. J. Innov. Tech. Expl. Eng., 9 (6), 2020, pp. 76-81.

[4] Baidya, R., Pesyridis, A., Cooper, M., “Ramjet nozzle analysis for transport aircraft configuration for sustained hypersonic flight”, Appl. Sci., 8, 2018, 574.

[5] Afzali, B., Karimi, H., “Numerical investigation on thermos-acoustic effect and flow characteristics in semi-conical Hartmann-Sprenger resonance tube”, Proc. IMechE. Part G: Aero. Eng., 0(0), 2016, pp. 1-17.

[6] Dangi, D.R., Thaker, P.B., Harichandan, A.B., “Flow analysis of rocket nozzle using method of characteristics”, Proc. 6th ICRTEST, Punjab, India, 8 Jan 2017, pp. 915-922.

[7] Saengo, C., Palsarn, S., Boonpan, A., “Insulation analysis for rocket’s nozzle to reduce deformation of nozzle shape”, 35th ME-NETT, 20-23 Jul 2021, Nakhon Pathom, Thailand, AME0002. (in Thai)

[8] Hui, W.H., Bao, F.T., Wei, X.G., Liu, Y., “Ablation performance of a 4D-braided C/C composite in a parameter-variable channel of a Laval nozzle in a solid rocket motor”, New Carbon Mater., 32 (4), 2017, pp. 365-373.

[9] Gross, P.G., Boyd, I.D., “Reduce reaction mechanism for rocket nozzle ablation simulations”, J. Thermophys. Heat. Tr., 32 (2), 2018, pp. 1-11.

[10] Gross, P.G., Boyd, I.D., “Conjugate analysis of rocket nozzle ablation”, J. Thermophys. Heat. Tr., 56 (5), 2019, pp. 1-22.

[11] Zhang, X., Wang, Z., Wang, R., et al., “Numerical simulation of chemical ablation and mechanical erosion in hybrid rocket nozzle”, Acta Astronaut., 192, 2022, pp. 82-96.

[12] Babu, G.V., Murphy, V.B., “Prediction of thermal ablation in rocket nozzle using CFD and FEA”, Int. J. Comp. Mater. Sci. Eng., 9 (3), 2020, 2050014.

[13] ANSYS Inc., “How fluid-structure interaction works and why it’s important”, Available: <https://www.ansys.com/blog/fluid-structure-interaction-explained> (accessed on 10 May 2022)

[14] Huc, N., “Conjugate heat transfer”, Available: <https://www.comsol.com/blogs/conjugate-heat-transfer/> (accessed on 10 May 2022)

[15] Narayana, K.P.S.S., Reddy, K.S., “Simulation of convergent divergent rocket nozzle using CFD analysis”, IOSR J. Mech. Civil Eng., 13 (4), 2016, pp. 58-65.

[16] Deshpande, N.D., Vidwans, S.S., Mahale, P.R., et al., “Theoretical and CFD analysis of De Laval nozzle”, Proc. 4th IRF Int. Con., Punc, 16 Mar 2014, pp. 61-64.

[17] Patel, M.S., Mane, S.D., Raman, M., “Concept and CFD analysis of De Laval

nozzle”, Int. J. Mech. Eng. Tech., 7 (5), 2016, pp. 221-240.

[18] NASA, “Rocket thrust equation”, Available: <https://www.grc.nasa.gov/www/k-12/airplane/rockth.html#> (accessed 10 May 2022)

[19] Ansys, Inc., “Fluent theory guide 17.1”, ANSYS, Inc.: Canonburg, PA, USA, 2016.

[20] Khongsin, J., Thongsri, J., “Numerical investigation on the performance of suction head in a cleaning process of hard disk drive factory”, ECTI Trans. Electr. Eng. Electron. Commun., 18 (1), 2020, pp. 28-34.

[21] Puangburee, L., Busayaporn, W., Kaewbumrung, M., Thongsri, J., “Evaluation and improvement of ventilation system inside Low-cost automation line to reduce particle contamination”, ECTI Trans. Electr. Eng. Electron. Commun., 18 (1), 2020, pp. 35-44.

[22] Jansaengsuk, T., Kaewbumrung, M., Busayaporn, W., Thongsri, J., “A proper shape of the trailing edge modification to solve a housing damage problem in a gas turbine power plant”, Processes, 9, 2021, 705.

[23] Thongsri, J., Tangsopa, W., Khongsin, J., “A suitable shape of the suction head for a cleaning process in a factory developed by computational fluid dynamics”, Processes, 9, 2021, 1902.

[24] Ansys, Inc., “Ansys mechanical user’s guide”, ANSYS, Inc.: Canonburg, PA, USA, 2016.

การจำลองระดับน้ำท่วมด้วยข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข จากการบินถ่ายด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ: กรณีศึกษา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน

พลภัทร เหมวรรณ^{1*} อริศรา เจริญปัญญาเนตร¹ ภูตินันท์ สิงห์คำฟู²

จิรวัดน์ สุขพินิจ¹ และ เจนภาพ สีแดง¹

วันที่รับ 31 พฤษภาคม 2565 วันที่แก้ไข 3 สิงหาคม 2565 วันตอบรับ 24 สิงหาคม 2565

บทคัดย่อ

การจำลองระดับน้ำท่วมด้วยข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขจากการบินถ่ายด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ: กรณีศึกษา อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน มีวัตถุประสงค์ในการศึกษา คือ 1) เพื่อสร้างข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model : DEM) จากการบินถ่ายด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle System : UAVs) และ 2) เพื่อจำลองระดับน้ำท่วมจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) จากการบินถ่ายด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ ดำเนินการศึกษาโดยการสำรวจสภาพพื้นที่อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน ด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ (UAVs) ร่วมกับการรังวัดพิกัดด้วยระบบดาวเทียม GNSS แบบ Post-Processing Kinematic (PPK) เพื่อสร้างภาพถ่ายออร์โธ ซึ่งเป็นภาพถ่ายทางอากาศ (Orthophoto) ด้วยกระบวนการทางโฟโตแกรมเมตรี ที่มีความละเอียดของจุดภาพ 10 เซนติเมตร โดยมีความคลาดเคลื่อนทางราบในแนวแกน X อยู่ที่ 5.0 เซนติเมตร มีความคลาดเคลื่อนทางราบในแนวแกน Y อยู่ที่ 7.8 เซนติเมตร และความคลาดเคลื่อนในทางตั้งแนวแกน Z อยู่ที่ 14.3 เซนติเมตร ข้อมูลดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ในการสร้างข้อมูลเส้นชั้นความสูง (contour line) เพื่อนำมาใช้ในการจำลองระดับน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา โดยการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้พื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมรุนแรงที่สุดในปี 2549 เป็นเกณฑ์ในการจำลองสถานการณ์น้ำท่วม ผลการศึกษาพบว่าเมื่อมีระดับน้ำท่วมสูง 5 เมตร จะมีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทั้งสิ้นประมาณ 7,710 ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินพบว่าพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบสูงสุด 3 อันดับแรก คือ พื้นที่นาข้าว รองลงมา คือ พื้นที่หมู่บ้าน และพื้นที่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 54.06 22.27 และ 8.84 ของพื้นที่ทั้งหมด ตามลำดับ

คำสำคัญ : การจำลองระดับน้ำท่วม, แบบจำลองความสูงเชิงเลข, ระบบอากาศยานไร้คนขับ

¹ ศูนย์ภูมิภาคเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (ภาคเหนือ), ภาควิชาภูมิศาสตร์, คณะสังคมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² วิทยาลัยศิลปะ สื่อ และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

* ผู้แต่ง, อีเมล: hemwan.p@cmu.ac.th

Scenarios of Flooding Water Level Using Digital Elevation Model based on Unmanned Aerial Vehicle System Case Study: Tha Wang Pha District, Nan Province

Phonpat Hemwan ^{1*} Arisara Charoenpanyanet ¹ Phudinun Singkamfu ²
Jirawat Sukpinit ¹ and Jenpop Seedaeng ¹

Received 31 May 2022, Revised 3 August 2022, Accepted 24 August 2022

Abstract

The study is focused on scenarios of flood water level using Digital Elevation Model (DEM) from Unmanned Aerial Vehicle System (UAVs), a case study of Tha Wang Pha District, Nan Province. The main objectives of research are to; 1) create DEM using UAVs; and 2) to estimate flood water level in different scenarios using DEM from UAVs. The authors conducted survey in the study area using UAVs and integration with Global Navigation Satellite Systems (GNSS), Post-Processing Kinematic (PPK). By using photogrammetry process could derive Orthophoto with 10 cm spatial resolution.

The Orthophoto results showed the horizontal tolerance in a x-axis and a y-axis of 5.0725 cm, and 7.8635 cm, respectively, and a vertical tolerance in a Z-axis of 14.3460 cm. Using orthophoto, contour line was constructed to estimate flood water levels.

Thailand extreme flood event in 2006 (2549 BC) was applied to simulate a flood situation. The results showed that with a flood level of 5 m, the affected areas approximately 7,710 rai. This study also examined the effect of land use type. The results showed the top three most affected areas were paddy field and village area at 54.06 and 22.27 percent, respectively.

Keywords : Flooding level simulation, Digital elevation model, Unmanned aerial vehicle system

¹ Geo-Informatics and Space Technology Centre (Northern Region), Department of Geography, Faculty of Social Sciences, Chiang Mai University

² College of Arts, Media and Technology, Chiang Mai University

* Corresponding author, E-mail: hemwan.p@cmu.ac.th

1. บทนำ

น้ำท่วมเป็นหนึ่งในภัยพิบัติที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติที่ประเทศไทยต้องประสบทุกปี และสร้างความเสียหายแก่ทรัพย์สินของประชาชนทั้งบ้านเรือน พื้นที่เกษตรกรรม เป็นมูลค่ารวมกว่าร้อยล้านบาท มีจังหวัดที่ประสบเหตุการณ์น้ำท่วมกว่า 50-60 จังหวัด และสร้างความเดือดร้อนแก่ประชาชนกว่าล้านคน [1] โดยจังหวัดที่ได้รับผลกระทบจากปัญหาน้ำท่วมเป็นประจำทุกปีมีหลายจังหวัด ซึ่งหนึ่งในนั้น คือ จังหวัดน่าน โดยเฉพาะอำเภอท่าวังผา ที่ประสบปัญหาน้ำท่วมซ้ำซากอันเนื่องมาจากสถานการณ์ฝนตกหนัก ไม่สามารถระบายน้ำได้ทัน ทำให้ส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่ในหลากหลายมิติ ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ต่างตระหนักและเล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ทั้งหน่วยงานภาครัฐ เอกชน และประชาสังคม

ลักษณะภูมิประเทศส่วนใหญ่ของอำเภอท่าวังผาเป็นพื้นที่ราบลุ่มที่แม่น้ำหลายสายไหลผ่าน ได้แก่ แม่น้ำยาว แม่น้ำริม แม่น้ำยาง แม่น้ำกาบ ห้วยโฮ แม่น้ำสาย เป็นต้น รวมถึงลำห้วยต่าง ๆ อีกหลายสาย แม่น้ำลำห้วยดังกล่าวจะไหลลงมาบรรจบกับแม่น้ำน่านที่ไหลผ่านในแนวเหนือใต้บริเวณตอนกลางของอำเภอซึ่งเป็นพื้นที่ราบ จึงเหมาะสำหรับการเกษตรกรรม เนื่องจากเป็นพื้นที่ราบรับน้ำ จึงให้ประสบปัญหาน้ำท่วมอยู่บ่อยครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะมีความรุนแรงที่แตกต่างกันไปตามปริมาณน้ำในแม่น้ำและฝนที่ตกในพื้นที่

ทั้งนี้ จากบททวนวรรณกรรมการศึกษาของนักวิจัยที่ผ่านมา พบว่าได้มีการนำอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle System; UAVs) มาประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองน้ำท่วมโดยนำมาเปรียบเทียบกับแบบจำลองความสูงเชิงเลข (Digital Elevation Model; DEM) ระดับโลก [2] การประเมินและการติดตามความเสี่ยงของน้ำท่วมฉับพลันโดยใช้ UAVs และระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

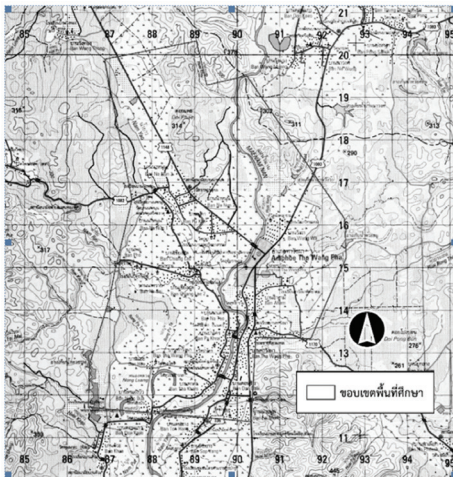
[3] การใช้ UAVs และไลดาร์ในการสร้างแบบจำลองความสูงในการประเมินความเสี่ยงน้ำท่วมในเขตเมือง [4] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่นำเอาแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ในการจำลองสถานการณ์น้ำท่วมและเสนอวิธีการในการลดความคลาดเคลื่อนจากการใช้ข้อมูล DEM [5] รวมทั้งยังมีการศึกษาความคลาดเคลื่อนของข้อมูล DEM ในการนำมาสร้างแบบจำลองน้ำท่วมโดยพิจารณาจากผลกระทบของคุณภาพน้ำ [6]

จากความสำคัญของปัญหาและพัฒนาการของเทคโนโลยีดังกล่าว จึงทำให้ผู้วิจัยเกิดความสนใจศึกษาในครั้งนี้ โดยได้กำหนดวัตถุประสงค์การศึกษา 2 ประการ คือ 1) เพื่อสร้างข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) จากการบินถ่ายด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ (UAVs) และ 2) เพื่อจำลองระดับน้ำท่วมจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) จากการบินถ่ายด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบการประเมินสถานการณ์และสนับสนุนการบริหารจัดการด้านภัยพิบัติน้ำท่วมภายในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

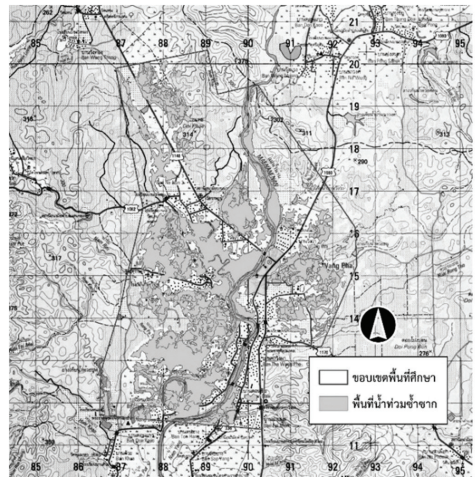
2. พื้นที่ศึกษาและข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

2.1 พื้นที่ศึกษา

การศึกษาค้นคว้าได้เลือกพื้นที่ที่เกิดน้ำท่วมซ้ำซากของอำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน (รูปที่ 1) เป็นพื้นที่ศึกษา โดยอ้างอิงจากข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ สทอภ. ระยะเวลาย้อนหลัง 10 ปี (ระหว่าง พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2562) พบว่าในพื้นที่ศึกษามีพื้นที่ประสบภัยน้ำท่วมของอำเภอท่าวังผานั้นประกอบด้วย 5 ตำบล ได้แก่ ตำบลผาตอ ตำบลแสนทอง ตำบลริม ตำบลท่าวังผา และตำบลปากา โดยมีเนื้อที่ทั้งหมด 36.53 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 22,833.26 ไร่



รูปที่ 1 พื้นที่ศึกษา



รูปที่ 2 พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก

2.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

2.2.1 ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วม

ข้อมูลพื้นที่น้ำท่วมจาก สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) หรือ สทอภ. ได้มาจากการประมวลผลข้อมูลของ ดาวเทียมสำรวจทรัพยากรธรรมชาติ อันได้แก่ ดาวเทียม Thaichote-1 (THEOS) Radarsat-2 Cosmo Sky-Med 1 2 3 4 และดาวเทียม ดวงอื่น ๆ ประกอบกันเพื่อให้บริการข้อมูลผ่าน ระบบ Flood Monitoring System ซึ่งจะอัปเดต ข้อมูลตามวงรอบดาวเทียม ด้านการดำเนินการ การจัดเก็บข้อมูลและให้บริการข้อมูลภูมิสารสนเทศ ของ สทอภ. จัดทำโดยอ้างอิงตามมาตรฐาน OGC Standard ประกอบด้วย มาตรฐานการจัดเก็บข้อมูล เชิงพื้นที่ ISO19125 (Simple Feature Access Part1and Part2) และมาตรฐานการให้บริการ ข้อมูลภูมิสารสนเทศผ่านอินเทอร์เน็ต ISO19128 (Web Map Service: WMS 1.3), ISO19119 (Web Feature Service: WFS 2.0) [7]

จากข้อมูลดังกล่าวถูกนำมาประมวลผลได้ พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากของอำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน (รูปที่ 2) ระหว่างปี พ.ศ. 2553 ถึง พ.ศ. 2562 เพื่อ ใช้เป็นฐานข้อมูลในการวิเคราะห์ต่อไป

2.2.2 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศ

ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่ใช้ในการศึกษา ครั้งนี้มาจากการบินถ่ายด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ บริเวณพื้นที่ศึกษา โดยในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ระบบ อากาศยานไร้คนขับ ประกอบด้วย อากาศยานไร้คนขับ แบบ senseFlyBee ร่วมกับกล้อง senseFly S.O.D.A. ซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในการสำรวจเพื่อทำแผนที่ และการรังวัด พิกัดด้วยระบบดาวเทียม GNSS แบบ PPK (Post-Processing Kinematic) เพื่อความถูกต้องเชิงตำแหน่ง ของข้อมูล ภาพถ่ายทางอากาศที่ได้จากการบินถ่ายภาพ จะมีความละเอียดของจุดภาพ (GSD) ที่ 10 เซนติเมตร

2.2.3 ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

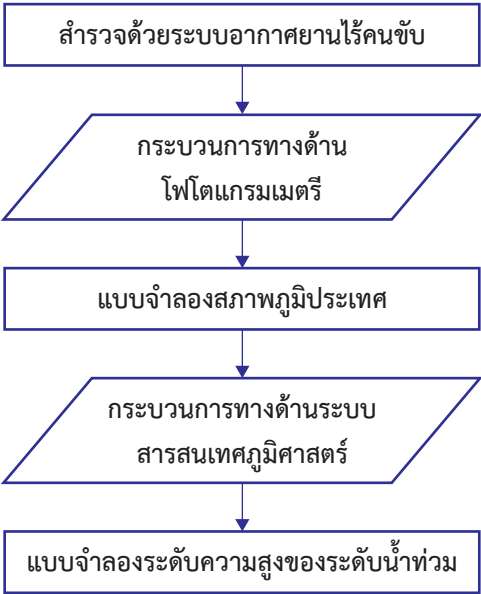
การศึกษาค้นครั้งนี้ได้ใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ ที่ดินในปี พ.ศ. 2562 ของพื้นที่ศึกษาจากสำนักงาน พัฒนาที่ดิน จังหวัดน่าน เป็นข้อมูลที่ใช้ในการประเมิน ความเสียหายเบื้องต้นด้วยการนำไปใช้ในแบบจำลอง เพื่อประเมินความเสี่ยงและความรุนแรงจากน้ำท่วม โดยใช้ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดินตาม มาตรฐานข้อกำหนดข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐาน (FGDS) ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน [8] (ตารางที่ 1) ทั้งนี้ประเภทการใช้ที่ดินที่ไม่พบในบริเวณพื้นที่ศึกษา คณะผู้วิจัยได้ตัดออกจากรายการการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ตารางที่ 1 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ศึกษาเมื่อแบ่งตามมาตรฐานข้อกำหนดข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐาน (FGDS) ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน

ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์ที่ดิน ระดับที่ 1 และ 2			
ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
U พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	U1 ตัวเมืองและย่านการค้า	358.96	1.57
	U2 หมู่บ้าน	3,224.30	14.12
	U3 สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ	150.25	0.66
	U5 ย่านอุตสาหกรรม	246.32	1.08
	U6 สิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ	114.00	0.50
A พื้นที่เกษตรกรรม	A1 นาข้าว	9,599.14	42.04
	A2 พืชไร่	1,734.32	7.60
	A3 ไม้ยืนต้น	3,481.13	15.25
	A4 ไม้ผล	1,153.43	5.05
	A6 ไร่มันเขียวน	166.48	0.73
	A9 สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	3.38	0.01
F พื้นที่ป่าไม้	F2 ป่าผลัดใบ	1,667.89	7.30
W พื้นที่แหล่งน้ำ	W1 แหล่งน้ำตามธรรมชาติ	655.54	2.87
	W2 แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น	198.73	0.87
M พื้นที่เบ็ดเตล็ด	M1 ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	14.90	0.07
	M2 พื้นที่ลุ่มชื้นแฉะและพื้นที่น้ำขัง	4.89	0.02
	M3 เหมืองและบ่อขุด	59.59	0.26
รวม		22,833.26	100.00

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนในการดำเนินการศึกษาครั้งนี้เริ่มจากการสำรวจด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับเพื่อสร้างข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างแบบจำลองระดับความสูงของน้ำท่วม แสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงและความรุนแรงของพื้นที่ที่ประสบภัยน้ำท่วม (รูปที่ 3)



รูปที่ 3 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

จากภาพสามารถอธิบายรายละเอียดของการดำเนินงานได้ดังต่อไปนี้

3.1 การสร้างแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลขจากระบบอากาศยานไร้คนขับ

เป็นการสร้างข้อมูลที่แสดงถึงลักษณะภูมิประเทศของโลกหรือพื้นผิวอื่น ๆ ในรูปแบบดิจิทัล ค่าพิกัดและการแสดงค่าความสูง ถูกจัดเก็บในลักษณะของราสเตอร์ (raster) หรือจุดภาพที่เป็นสี่เหลี่ยม โดยแต่ละช่องจะจัดเก็บค่าความสูงเอาไว้ นำไปใช้เพื่อจำลองสภาพพื้นผิวของภูมิประเทศที่ไม่มีสิ่งปกคลุมดิน

ซึ่งการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้วิธีการจำแนกพอยต์คลาวด์ (Point Cloud Classification) เพื่อแปลงจากแบบจำลองพื้นผิวเชิงเลข (DSM) เป็นแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) โดยการศึกษาครั้งนี้ได้บินถ่ายภาพทางอากาศแบบสไลด์หนานแนให้มีส่วนเกยของภาพถ่ายด้านหน้า (overlap) มากกว่าร้อยละ 80 และส่วนเกยด้านข้าง (sidelap) มากกว่าร้อยละ 60 [9] แล้วจึงนำเอาภาพถ่ายทางอากาศจากระบบอากาศยานไร้คนขับมาสร้างเป็นแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลขด้วยเทคนิควิธีการทางด้านโฟโตแกรมเมตรี หลังจากนั้นนำเอาข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลขที่ได้จากกระบวนการไปสร้างเป็นเส้นชั้นความสูงเพื่อใช้ประกอบการประเมินความรุนแรงของภัยน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 4 การปฏิบัติงานบินถ่ายภาพทางอากาศด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ

3.2 การจำลองระดับน้ำท่วมจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM)

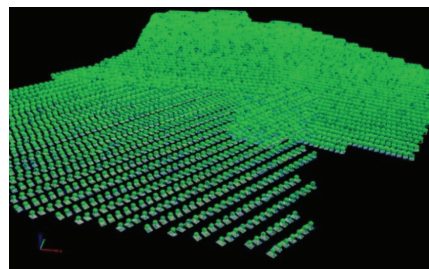
ขั้นตอนนี้เป็นการทำงานเพื่อประเมินพื้นที่เสี่ยงและความรุนแรงจากน้ำท่วม การจำลองระดับน้ำท่วมจากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขจากการนำเอาข้อมูลลักษณะภูมิประเทศที่ได้จากการบินสำรวจพื้นที่ศึกษาด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ โดยนำข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลขเส้นชั้นความสูง และภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อสร้างแบบจำลองระดับน้ำท่วมจากข้อมูลแบบจำลอง

ความสูงเชิงเลข (DEM) เพื่อประเมินความรุนแรงและความเสียหายจากภัยน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นเครื่องมือแบบจำลองนี้สามารถแสดงให้เห็นถึงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยน้ำท่วมตามความรุนแรงของน้ำที่ท่วมในระดับต่าง ๆ รวมถึงยังสามารถแสดงระดับความสูงของน้ำท่วมในแต่ละพื้นที่ที่ประสบภัยที่จะบ่งบอกถึงความรุนแรงของภัยได้

4. ผลการศึกษา

4.1 การสร้างแบบจำลองความสูงเชิงเลขจากระบบอากาศยานไร้คนขับ

จากการบินถ่ายภาพด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับด้วยความละเอียดของจุดภาพ 10 เซนติเมตร ร่วมกับการรังวัดพิกัดด้วยระบบดาวเทียม GNSS แบบ PPK (Post-Processing Kinematic) ทำให้ในแต่ละภาพมีค่าพิกัดจุดกึ่งกลางภาพที่อยู่ในรูปแบบ Geotag โดยในการประมวลผลครั้งนี้ใช้ภาพถ่ายทางอากาศจากระบบอากาศยานไร้คนขับทั้งหมดจำนวน 4,910 ภาพ (รูปที่ 5)



รูปที่ 5 ข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศที่มี Geotag

ภาพถ่ายทางอากาศดังกล่าวถูกนำมาสร้างเป็นภาพถ่ายทางอากาศสี (orthophoto) ที่มีความละเอียดของจุดภาพ (GSD) 10 เซนติเมตร ด้วยกระบวนการทางด้านโพโตแกรมเมตรี ทำให้ได้ภาพที่มีความถูกต้องของพิกัดพื้นราบไม่เกิน ± 8 เซนติเมตร และแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลขที่มีค่าความถูกต้องเชิงพื้นที่ในทางดิ่งไม่เกิน ± 15 เซนติเมตร (รูปที่ 6) จากการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพบว่า มีความคลาดเคลื่อนทางราบในแนวแกน X อยู่ที่ 5.0 เซนติเมตร มีความคลาดเคลื่อนทางราบในแนวแกน Y อยู่ที่ 7.8 เซนติเมตร และความคลาดเคลื่อนในทางดิ่ง (แกน Z) อยู่ที่ 14.3 เซนติเมตร (ตารางที่ 2)

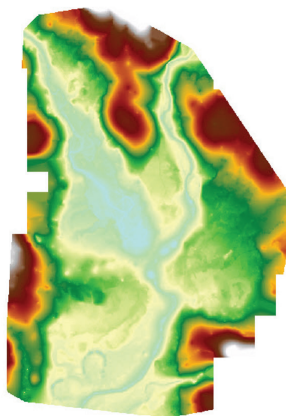
ตารางที่ 2 ความถูกต้องเชิงพื้นที่ของข้อมูล

Geolocation	Error X	Error Y	Error Z
Mean (m)	-0.004475	0.005147	-0.013959
Sigma (m)	0.050527	0.078466	0.142779
RMS Error (m)	0.050725	0.078635	0.143460

หลังจากนั้นจึงนำแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลขที่ได้มาสร้างเป็นเส้นชั้นความสูงโดยมีระยะห่างระหว่างเส้นชั้นความสูงเท่ากับ 20 เซนติเมตร



(ก)



(ข)

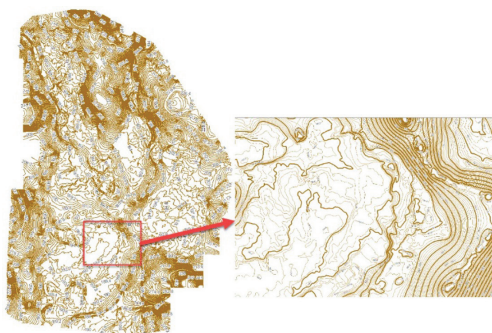
รูปที่ 6 ภาพถ่ายทางอากาศ (Orthophoto) ที่สร้างจากการบินถ่ายด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ (ก) และแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DTM) ที่ได้จากการสกัดจากภาพถ่ายทางอากาศ (ข)

4.2 การจำลองระดับน้ำท่วมเพื่อประเมินความเสี่ยงและความรุนแรงจากน้ำท่วม

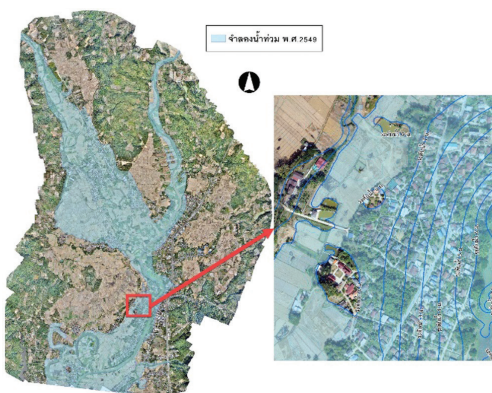
จากการนำเอาข้อมูลที่ได้แบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลขจากการประมวลผลภาพถ่ายทางอากาศ สามารถสร้างเป็นแบบจำลองด้วยระบบภูมิสารสนเทศเพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงและความเสียหายจากภัยน้ำท่วมด้วยข้อมูลเส้นชั้นความสูง (Contour line) ที่ได้จากประมวลผลจากข้อมูลความสูงเชิงเลข (รูปที่ 7) แบบจำลองสามารถแสดงถึงพื้นที่ที่จะได้รับผลกระทบในแต่ละระดับความสูงของน้ำท่วม (รูปที่ 8) และสามารถแสดงความรุนแรงของพื้นที่ที่ประสบภัยจากระดับความสูงของน้ำท่วมเมื่อวัดจากพื้นดินของแต่ละพื้นที่

โดยในปี พ.ศ. 2549 พื้นที่ศึกษาได้ประสบภัยน้ำท่วมอย่างรุนแรง มีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเป็นบริเวณกว้างและมีระดับน้ำท่วมสูงที่สุดอยู่ที่ 5 เมตร ณ ตำบลริม อำเภอลำทะเมนชัย จังหวัดนครราชสีมา การศึกษา

ครั้งนี้จึงได้นำสถานการณ์ดังกล่าวมาเป็นฐานในการจำลองสถานการณ์เพื่อประเมินความเสี่ยงและความรุนแรงจากน้ำท่วม พบว่าเมื่อมีระดับน้ำท่วมสูง 5 เมตร จะมีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทั้งสิ้น 12.33 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,709.12 ไร่ เมื่อเปรียบเทียบกับข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่พบว่าพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบตามที่แสดงในตารางที่ 3



รูปที่ 7 ข้อมูลเส้นชั้นความสูง (Contour line) จากการประมวลผลจากข้อมูลความสูงเชิงเลข



รูปที่ 8 การจำลองพื้นที่เสี่ยงและความรุนแรงจากน้ำท่วม

ตารางที่ 3 พื้นที่น้ำท่วมตามการใช้ที่ดิน/สิ่งปลูกคลุมดิน
อำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน

พื้นที่น้ำท่วมตามการใช้ที่ดิน/สิ่งปลูกคลุมดิน			
ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
U พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	U1 ตัวเมืองและย่านการค้า	91.44	1.19
	U2 หมู่บ้าน	1,717.04	22.27
	U3 สถานที่ราชการและสถาบันต่าง ๆ	36.11	0.47
	U5 ย่านอุตสาหกรรม	27.67	0.36
	U6 สิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ	45.65	0.59
A พื้นที่เกษตรกรรม	A1 นาข้าว	4,167.36	54.06
	A2 พืชไร่	359.59	4.66
	A3 ไม้ยืนต้น	261.04	3.39
	A4 ไม้ผล	167.16	2.17
F พื้นที่ป่าไม้	F2 ป่าผลัดใบ	70.04	0.91
W พื้นที่แหล่งน้ำ	W1 แหล่งน้ำตามธรรมชาติ	681.86	8.84
	W2 แหล่งน้ำที่มนุษย์สร้างขึ้น	40.24	0.52
M พื้นที่เบ็ดเตล็ด	M1 ท่งหญ้าและไม้ละเมาะ	14.90	0.19
	M3 เหมืองและบ่อขุด	29.04	0.38
รวมทั้งสิ้น		7,709.12	100

การใช้ประโยชน์ที่ดินที่ได้รับผลกระทบมากที่สุด 3 อันดับแรกจากการจำลองสถานการณ์ น้ำท่วมระดับ 5 เมตร ได้แก่ พื้นที่นาข้าว (ประมาณ 4,167 ไร่ หรือ ร้อยละ 54 ของพื้นที่ทั้งหมด) พื้นที่หมู่บ้าน (ประมาณ 1,717 ไร่ หรือ ร้อยละ 22 ของพื้นที่ทั้งหมด) และพื้นที่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ (ประมาณ 612 ไร่ หรือ ร้อยละ 9 ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ

5. การอภิปรายผล

การศึกษา “การจำลองระดับน้ำท่วมด้วยข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลขจากการบินถ่ายด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ: กรณีศึกษาอำเภอท่าวังผา จังหวัดน่าน” มีจุดมุ่งหมายเพื่อสร้างฐานข้อมูลสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้เป็นเครื่องมือประกอบการประเมินสถานการณ์และสนับสนุนการบริหารจัดการด้านภัยพิบัติน้ำท่วมภายในพื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักวิจัยได้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ด้วยการใช้เทคโนโลยีการสำรวจระยะไกลร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยได้ดำเนินการสำรวจเก็บข้อมูลลักษณะภูมิประเทศด้วยระบบอากาศยานไร้คนขับ (UAVs) แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้สร้างแบบจำลองระดับน้ำท่วมภายในพื้นที่ศึกษาด้วยวิธีการทางด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์

จากการศึกษาพบว่าความแม่นยำของแบบจำลองจะขึ้นอยู่กับความละเอียดและความถูกต้องของแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ซึ่งเป็นตัวแทนของลักษณะของภูมิประเทศจริง โดยในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีความถูกต้องเชิงตำแหน่งทางราบในงานแผนที่มาตราส่วนใหญ่ มาตราส่วนแผนที่ 1:500 ตามมาตรฐาน ASPRS กำหนดให้มีความถูกต้องไม่น้อยกว่า 0.125 เมตร [10] เมื่อจำลองระดับน้ำท่วมตามสถานการณ์ที่เคยเกิดขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2549 ที่มีระดับน้ำท่วมสูง 5 เมตร ที่ตำบลริม พบว่าเมื่อจำลองโดยใช้ข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน พ.ศ. 2561 ของกรมพัฒนาที่ดิน พบว่าพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบสูงที่สุดคือพื้นที่เกษตรกรรม (A) โดยเฉพาะนาข้าว (A1) คิดเป็นร้อยละ 54.06 ของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทั้งหมด รองลงมาคือพื้นที่หมู่บ้าน (U2) คิดเป็นร้อยละ 22.27 ส่วนพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบน้อยที่สุดคือ พื้นที่ทุ่งหญ้าและป่าละเมาะ (M1) ได้รับผลกระทบเพียงร้อยละ 0.19

จากที่คณะผู้ศึกษาวิจัยได้สอบถามประชาชนในพื้นที่ศึกษา พบว่าเกษตรกรในพื้นที่มีการปรับตัวเพื่อรับมือกับสถานการณ์น้ำท่วมที่เกิดขึ้นเป็นประจำ

ทุกปีโดยการปรับระยะเวลาในการเพาะปลูกให้เหมาะสมกับสถานการณ์ กล่าวคือ ภายในพื้นที่มักเกิดน้ำท่วมในฤดูฝนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนมิถุนายนและกรกฎาคมของทุกปี เกษตรกรจะทำการปลูกข้าวโพดหรือพืชไร่ต่าง ๆ และเก็บเกี่ยวผลผลิตก่อนที่จะเกิดน้ำท่วม โดยทำการงดเว้นการทำการเกษตรขณะเกิดน้ำท่วม แล้วจึงทำการปลูกข้าวและทำการเกษตรในทีละตอไปหลังจากสิ้นสุดสถานการณ์

6. บทสรุป

ปัญหาน้ำท่วมเป็นปัญหาเรื้อรังที่เกิดขึ้นในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ราบลุ่มแม่น้ำ ความรุนแรงของปัญหาที่เกิดขึ้นก็จะแตกต่างกันไปตามความสูงต่ำและลักษณะภูมิประเทศของแต่ละพื้นที่ จากการศึกษาวิจัยในพื้นที่ศึกษา พบว่าปัญหาน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในอำเภอท่าวังผา จังหวัดน่านมักเป็นแบบน้ำท่วมฉับพลันอันเป็นผลมาจากฝนที่ตกในพื้นที่อย่างหนักและยาวนาน โดยน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่รับน้ำเหล่านี้จะไหลมาสะสมรวมกันบริเวณที่ราบลุ่มของแม่น้ำน่านบริเวณตอนกลางของพื้นที่ซึ่งเป็นพื้นที่เกษตรกรรมและชุมชน แล้วจึงไหลผ่านไปยังพื้นที่ต่ำกว่า น้ำที่ท่วมในพื้นที่จึงมักเกิดขึ้นในระยะเวลาสั้นประมาณ 2-3 วัน และในปัจจุบันมีการสร้างฝายและอ่างเก็บน้ำเพื่อบรรเทาปัญหาน้ำท่วม ได้แก่ ฝายน้ำยาวและฝายน้ำรึม เป็นต้น อีกทั้งเกษตรกรในพื้นที่ได้ปรับเปลี่ยนการปลูกพืชให้สอดคล้องกับช่วงเวลาที่จะเกิดน้ำท่วมเพื่อลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

เนื่องจากปัญหาน้ำท่วมเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติไม่สามารถควบคุมไม่ให้เกิดขึ้นได้ ดังนั้นทางออกที่ดีที่สุดของปัญหานี้คือการเตรียมความพร้อมเพื่อบรรเทาความรุนแรงของปัญหาดังนั้นการใช้เทคโนโลยีต่าง ๆ เพื่อรับมือกับปัญหาที่จะเกิดขึ้น ไม่ว่าจะเป็นการสร้างฝายและอ่างเก็บน้ำเพื่อชะลอการไหลของน้ำ การใช้เทคโนโลยีในการ

คาดการณ์ รวมถึงการเตือนภัยเพื่อสนับสนุนการวางแผนเตรียมความพร้อมกับผู้ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ สิ่งที่สำคัญที่สุดในการรับมือกับปัญหาดังกล่าวได้อย่างยั่งยืนคือการปรับตัวให้สามารถอยู่ร่วมกับปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้นั่นเอง

โดยการศึกษาครั้งนี้ได้สร้างข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข หรือ DEM จากภาพถ่ายจากระบบอากาศยานไร้คนขับเพื่อนำไปเป็นข้อมูลสนับสนุนในการจำลองระดับน้ำท่วมในพื้นที่ศึกษา โดยได้ทำการวางแผนการบินถ่ายภาพแบบบล็อกหนาแน่นให้มีส่วนเกยของภาพถ่ายด้านหน้า (overlap) มากกว่าร้อยละ 80 และส่วนเกยด้านข้าง (sidelap) มากกว่าร้อยละ 60 ร่วมกับเทคนิคการรังวัดพิภคภาพถ่ายด้วยระบบดาวเทียม GNSS แบบ PPK (Post-Processing Kinematic) จากสถานี GNSS อ้างอิงพิภคในภาคสนาม ซึ่งจะทำได้ข้อมูลที่ประมวลเป็นข้อมูลความสูงเชิงเลขที่ละเอียดและถูกต้องแม่นยำอย่างมีประสิทธิภาพ

ภาพถ่ายทางอากาศจากระบบอากาศยานไร้คนขับดังกล่าวได้ถูกนำมาสร้างเป็นภาพถ่ายทางอากาศสี (orthophoto) ที่มีความละเอียดของจุดภาพ (GSD) 10 เซนติเมตร ด้วยกระบวนการทางด้านดิจิทัลโฟโตแกรมเมตรีที่สัมพันธ์กับเทคนิควิธีการบินถ่ายภาพที่ได้กำหนดไว้ทำให้ได้ภาพที่มีความความถูกต้องเชิงพื้นที่ทางราบไม่เกิน ± 8 เซนติเมตร ที่นำไปสู่การประมวลผลข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ด้วยการจำแนกพอยต์คลาวด์ (Point Cloud Classification) โดยการแปลงข้อมูลจากแบบจำลองพื้นผิวเชิงเลข (DSM) ด้วยวิธีการสกัดข้อมูลความสูงสิ่งปกคลุมดินออกไป

ข้อมูลแบบจำลองภูมิประเทศเชิงเลขที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้จึงมีค่าความถูกต้องเชิงพื้นที่ในทางตั้งไม่เกิน ± 15 เซนติเมตร หรือเป็น 2 เท่าของความถูกต้องในทางราบ โดยจากการประมวลผลข้อมูลที่ได้จากการสำรวจในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า

มีความคลาดเคลื่อนทางราบในแนวแกน X อยู่ที่ 5.0 เซนติเมตร มีความคลาดเคลื่อนทางราบในแนวแกน Y อยู่ที่ 7.8 เซนติเมตร และความคลาดเคลื่อนในทางตั้ง (แกน Z) อยู่ที่ 14.3 เซนติเมตร ซึ่งผลลัพธ์ดังกล่าวมีความละเอียดและความถูกต้องสูงที่เหมาะสมต่อการจำลองระดับน้ำท่วมในพื้นที่ราบลุ่มในเขตเมืองในแผนที่มาตราส่วน 1:500 ตามมาตรฐาน ASPRS ที่กำหนดให้มีความถูกต้องไม่น้อยกว่า 0.125 เมตร อันเป็นไปตามการวางแผนของผลลัพธ์ตามการศึกษาในครั้งนี้

การจำลองระดับน้ำท่วมได้จากข้อมูลแบบจำลองความสูงเชิงเลข (DEM) ที่ได้จากการศึกษาในครั้งนี้ โดยได้กำหนดให้มีเส้นชั้นความสูงโดยมีระยะห่างระหว่างเส้นชั้นความสูง (Interval) เท่ากับ 20 เซนติเมตร ซึ่งมีความเหมาะสมกับความคลาดเคลื่อนในทางตั้งของแบบจำลองความสูงเชิงเลขที่ประมวลผลได้ในการศึกษาครั้งนี้อยู่ที่ 14.3 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการประเมินความรุนแรงและความเสียหายจากภัยน้ำท่วมให้มีความใกล้เคียงกับสถานการณ์น้ำท่วมจริงที่เกิดขึ้นในพื้นที่ โดยได้จำลองระดับน้ำท่วมที่ 5 เมตร จากจุดอ้างอิงในพื้นที่ ซึ่งเป็นระดับน้ำท่วมในปี 2549 ที่ผ่านมาของพื้นที่ พบว่า มีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบทั้งสิ้น 12.33 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,709.12 ไร่ โดยมีประเภทการใช้ที่ดินที่ได้รับผลกระทบจากน้ำท่วม ได้แก่ พื้นที่นาข้าว (ประมาณ 4,167 ไร่ หรือ ร้อยละ 54 ของพื้นที่ทั้งหมด) พื้นที่หมู่บ้าน (ประมาณ 1,717 ไร่ หรือ ร้อยละ 22 ของพื้นที่ทั้งหมด) และพื้นที่แหล่งน้ำตามธรรมชาติ (ประมาณ 612 ไร่ หรือ ร้อยละ 9 ของพื้นที่ทั้งหมด) ตามลำดับ

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศที่สนับสนุนงบประมาณตามสัญญาเงินทุน พร้อมทั้งสนับสนุนเจ้าหน้าที่และเครื่องมือสำหรับงานสำรวจภาคสนาม ขอขอบคุณหน่วยงานการเคลื่อนที่ 31

สำนักงานพัฒนาภาค 3 หน่วยบัญชาการทหารพัฒนา ในการติดต่อประสานงานภายในพื้นที่ ขอขอบคุณ นายอำเภอท่าวังผาและองค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ในการสนับสนุนการปฏิบัติงานภายในพื้นที่ และ ขอขอบคุณองค์การบริหารส่วนตำบลศรีภูมิ โรงเรียน ท่าวังผาพิทยาคม โรงเรียนหนองบัวพิทยาคม น่าน โรงเรียนบ้านวังว้า และโรงเรียนบ้านนาหนูน 1 ที่อนุเคราะห์สถานที่ปฏิบัติงานสำหรับการบินถ่ายด้วย ระบบอากาศยานไร้คนขับ ขอขอบคุณเกษตรอำเภอ ท่าวังผา และโครงการชลประทานน่านที่อนุเคราะห์ ข้อมูลของพื้นที่ศึกษาวิจัย

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ศูนย์อำนวยการบรรเทาสาธารณภัย กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. “ย้อนสถิติ 5 ปีไทยเสียหายจาก “น้ำท่วม” เท่าไร,” <https://workpointnews.com/2019/09/09/flood-11/> (วันที่เข้าถึง 1 มิถุนายน 2565)
- [2] E. Parizi, S. Khojeh, S. M. Hosseini and Y. J. Moghadam, “Application of Unmanned Aerial Vehicle DEM in Flood Modeling and Comparison with Global DEMs: Case Study of Atrak River Basin, Iran,” *Journal of Environmental Management*, Vol. 317, pp. 1-14. 2022.
- [3] S. Bilasco, G. Hognogi, S. Rosca, A. Pop, V. Iuliu, I. Fodorean, A. Marian-Potra and P. Sestras, “Flash Flood Risk Assessment and Mitigation in Digital-Era Governance Using Unmanned Aerial Vehicle and GIS Spatial Analyses Case Study: Small River Basins,” *Remote Sensing*, Vol. 14, No. 10, 2022.
- [4] K. Trepekli, T. Balstrom, T. Friborg, B. Fog, A. N. Allotey, R. Y. Kofie, and L. Moller-Jensen, “UAV-borne, LiDAR-based elevation modelling: a method for improving local-scale urban flood risk assessment,” *Natural Hazards*, Vol. 113, No. 1, pp. 423-451. 2022. DOI: 10.1007/s11069-022-05308-9.
- [5] K. Xu, J. Fang, Y. Fang, Q. Sun, C. Wu, and M. Liu, “The Importance of Digital Elevation Model Selection in Flood Simulation and a Proposed Method to Reduce DEM Errors: A Case Study in Shanghai,” *International Journal of Disaster Risk Science*, Vol. 12, No. 6, pp. 890-902. 2021. DOI: 10.1007/s13753-021-00377-z.
- [6] M. Karamouz and F. F. Mahani, “DEM Uncertainty Based Coastal Flood Inundation Modeling Considering Water Quality Impacts,” *Water Resources Management*, Vol. 35, No. 10, pp. 3083-3103. 2021
- [7] สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศ และภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). “รายงานผลการดำเนินงานด้าน Geospatial Big Data ของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน) : สทอภ..” gistda.or.th. <https://flood.gistda.or.th> (วันที่เข้าถึง 1 มกราคม 2565)
- [8] สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน). “มาตรฐานข้อกำหนดข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐาน (FGDS) ขึ้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน.” ngis.go.th. https://ngis.go.th/wp-content/uploads/2017/10/10_FGDS_4.1.pdf (วันที่เข้าถึง 1 มกราคม 2565)
- [9] ไพศาล สันติธรรมนนท์, ภาณุ อุทัยศรี และ จีระภัทร ชื่นชม, “สนามทดสอบการทำแผนที่ด้วยอากาศยานไร้คนขับ,” กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2554.
- [10] ASPRS. ASPRS Accuracy Standards for Large-Scale Maps, March, 1990.