JLDSC
Journal of Logistics & Digital Supply Chain

JOURNAL OF LOGISTICS AND DIGITAL SUPPLY CHAIN

วารสารโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน

Vol.2 No.1 : January-April 2024

Launched Journal From

FACULTY OF LOGISTICS AND DIGITAL SUPPLY CHAIN, NARESUAN UNIVERSITY

Issn 2985-0088 (Print) **Issn 2985-0096 (Online)**

กองบรรณาธิการ

บรรณาธิการ

รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรพล สุขโหตุ	มหาวิทยาลัยนเรศวร

บรรณาธิการอำนวยการ

ดร.ณัฐพล ไพศาลวิโรจน์รักษ์	มหาวิทยาลัยนเรศวร

กองบรรณาธิการ

Prof.Dr. SHABBIR H. GHEEWALA	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ ดวงพัสตรา	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปรีดา พิชยาพันธ์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อลงกรณ์ เมืองไหว	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธัชชัย เทพกรณ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
ดร. ปริญ วีระพงษ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
รองศาสตราจารย์ ดร.ชวิศ บุญมี	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Dr-Ing Jettarat Janmontree	Institut für Logistik und Materialflusstechnik
Dr. Teerawat Kumrai	Osaka University
ดร. สุกิจ ขอเชื้อกลาง	มหาวิทยาลัยนเรศวร
รองศาสตราจารย์ ดร.กุลภา โสรัตน์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.สุนันท์ ธาติ	มหาวิทยาลัยนเรศวร
ดร.ใกล้รุ่ง พรอนันต์	มหาวิทยาลัยนเรศวร

เลขานุการและผู้ประสานงาน

คุณสุนิษา แสนศรี	มหาวิทยาลัยนเรศวร

คำนำ

วารสารโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน (Journal of Logistics and Digital Supply Chain) เป็นวารสารวิชาการที่จัดทำโดยคณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งวารสารฉบับนี้เป็นวารสารปีที่ 2 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - เมษายน พ.ศ. 2567 ซึ่งบทความทั้งหมดที่ได้รวบรวมมาในฉบับนี้เป็นบทความที่มีคุณภาพซึ่งได้ผ่านการพิจารณาและคัดสรรโดยผู้ทรงคุณวุฒิ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า และเผยแพร่บทความวิชาการ บทความวิจัยและบทความปริทัศน์ แก่นักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์และนักศึกษา อันจะนำไปสู่การสนับสนุน ส่งเสริมการศึกษา การสอน การวิจัย

โดยขอบเขตของบทความในวารสารนี้เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้หลัก 6 สาขา ได้แก่ การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน การขนส่งและการเดินทาง ความยั่งยืน วิทยาการจัดการ การค้าระหว่างประเทศและเทคโนโลยีและสารสนเทศ ซึ่งในวารสารฉบับนี้มีบทความที่อยู่ในขอบเขตของงานวิจัยที่ผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้วทั้งหมด 5 บทความ เนื้อหาและองค์ความรู้ทั้ง 5 บทความดังกล่าวเป็นองค์ความรู้ที่ควรค่ายิ่งแก่การนำไปต่อยอดงานวิจัยและการให้แนวความคิดแก่การพัฒนาความรู้ใหม่ต่อไป

รองศาสตราจารย์ ดร.วัชรพล สุขโหตุ

บรรณาธิการวารสารโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน

มหาวิทยาลัยนเรศวร

เกี่ยวกับวารสาร

เป้าหมายและขอบเขตของวารสาร

วารสารโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน เป็นวารสารวิชาการของคณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนเรศวร มีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมการศึกษาค้นคว้า และเผยแพร่บทความวิชาการ บทความวิจัยและบทความปริทัศน์ แก่นักวิจัย นักวิชาการ คณาจารย์และนักศึกษา เพื่อสนับสนุน ส่งเสริมการศึกษา การสอน การวิจัย โดยขอบเขตของวารสารที่เปิดรับบทความ 6 สาขาที่เกี่ยวของกับโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชนดังต่อไปนี้

- การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน (Logistics and Supply Chain Management)
- การขนส่งและการเดินทาง (Transportation)
- ความยั่งยืน (Sustainability)
- วิทยาการจัดการ (Management Science)
- การค้าระหว่างประเทศ (International Trade)
- เทคโนโลยีและสารสนเทศ (Information Technology)

ประเภทของผลงานที่รับตีพิมพ์ในวารสาร

1. บทความวิจัย (Research Article) เป็นบทความที่มีการค้นคว้าอย่างมีระบบและมีความมุ่งหมายชัดเจน เพื่อให้ได้ข้อมูลหรือหลักการบางอย่างที่จะนำไปสู่ความก้าวหน้าทางวิชาการ หรือการนำวิชาการมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ บทความวิจัยมีลักษณะเป็นเอกสารที่มีรูปแบบของการวิจัยตามหลักวิชาการ เช่นมีการตั้งสมมติฐานหรือมีการกำหนดปัญหาที่ชัดเจนสมเหตุผล โดยจะต้องระบุวัตถุประสงค์ที่เด่นชัดแน่นอน มีการรวบรวมข้อมูล พิจารณาวิเคราะห์ ตีความและสรุปผลการวิจัยที่สามารถให้คำตอบหรือบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ต้องการได้

2. บทความวิชาการ (Academic Article) เป็นบทความในลักษณะวิเคราะห์วิจารณ์ หรือเสนอแนวคิดใหม่ จากพื้นฐานทางวิชาการที่ได้เรียบเรียงจากผลงานทางวิชาการของตนเองหรือของผู้อื่น หรือเป็นบทความทางวิชาการที่เขียนขึ้นเพื่อเป็นความรู้ที่มีประโยชน์ให้กับบุคคลทั่วไปที่สนใจ

3. บทความปริทัศน์ (Review Article) เป็นงานวิชาการที่ประเมินสถานะล่าสุดทางวิชาการ (State of the Art) เฉพาะทางที่มีการศึกษาค้นคว้า มีการวิเคราะห์และสังเคราะห์องค์ความรู้ทั้งทางกว้างและทางลึกอย่างทันสมัย โดยให้ข้อวิพากษ์ที่ชี้ให้เห็นแนวโน้มที่ควรศึกษาและพัฒนาต่อไป

กำหนดเผยแพร่ : ปีละ 3 ฉบับ

ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – เมษายน

ฉบับที่ 2 เดือนพฤษภาคม – สิงหาคม

ฉบับที่ 3 เดือนกันยายน - ธันวาคม

ภาษาที่รับตีพิมพ์ : ภาษาไทย หรือ ภาษาอังกฤษ

เจ้าของวารสาร : คณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ให้การสนับสนุน : คณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญ

TABLE OF CONTENTS

A framework for identifying barriers to implementing Alternative Project Delivery Methods (APDM) in public construction of Bhutan

Kelzang Jigme, Woramol C. Watanabe.....1

The Interplay of Green Logistics practices, Social Sustainability, and Government Policy in the Logistics Industry

Kittinun Makprang 11

Improving efficiency in inventory management of the procurement agencies of Bhutan

Leki Jungney, Patchanee Patitad.....35

Mixed Integer Linear Programming for Sugarcane Truck Scheduling

วิธีแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสมเพื่อการจัดตารางเวลาของรถบรรทุกอ้อย

Peeraya Thapatsuwan, Warattapop Thapatsuwan and Sirikarn Chansombat

พีรญา ธภัทรสุวรรณ, วรัทภพ ธภัทรสุวรรณ และ ศิริกาญจน์ จันทร์สมบัติ.....38

Sustainable management of eco-agricultural tourism activities Pak Chong District Nakhon Ratchasima Province

การจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

Udom Phunlarp and Chutidaj Munkongtum

อุดม พูลลาภ และ ชุติเดช มั่นคงธรรม.....51

Journal of Logistics and Digital Supply Chain

A framework for identifying barriers to implementing Alternative Project Delivery Methods (APDM) in public construction of Bhutan

Kelzang Jigme[1,2], Woramol C. Watanabe[2*]

[1] Ministry of Commerce, Industry and Employment, Royal Government of Bhutan, Thimphu, Bhutan
[2] Naresuan University, Faculty of Logistics and Digital Supply Chain, Thailand
*Corresponding author E-mail: woramolc@nu.ac.th

Abstract

Alternative Project Delivery Methods (APDM) have become increasingly popular in recent years for private and public construction projects as viable alternatives to the Design Bid and Build (DBB) method. Organizations opt for APDM to enhance innovation, streamline delivery, share risk, integrate experts, and save cost, thereby promoting economy and efficiency. However, despite the benefits of the APDM, the implementation is still low in many countries, including Bhutan due to various barriers. These barriers are complex and interrelated, with each barrier influencing and being dependent on the other. To address these issues, it is crucial to identify, prioritize, and analyze the interrelationships among these barriers. The study aims to identify and provide a structured framework for elucidating these barriers, utilizing Interpretive Structure Modeling (ISM) and Matrix Multiplication Applied to Classification (MICMAC) analysis to demonstrate their hierarchy and classification. By leveraging the ISM and MICMAC analysis, this framework seeks to expedite and systematize overcoming the barriers to implementing APDM in the public construction sector. It intends to raise awareness and inform decision-makers about the barriers that have the most significant impact, enabling them to focus their mitigation efforts effectively. This paper fills the research gap by presenting a framework to illuminate barriers in the implementation of APDM, with a numerical example illustrating the results.

Keywords: Framework, Alternative project delivery methods. Public construction, Barriers, Interpretive structural model, Matric multiplication applied to classification, Bhutan

Received: March 11, 2024; Revised: April 17, 2024; Accepted: April 19, 2024

1. INTRODUCTION

The primary approach considered for all public construction works in Bhutan is the design bid and build. In this conventional method, a consultant is engaged to design the project, and the contractor is appointed through a competitive tender in sequential (Adnan et al., 2011; Al Khalil, 2002). This DBB method often results in a longer duration of schedule (Davis et al., 2008) and cost overrun (Mosissa, 2006).

The existing paradigm supporting a sole delivery method of DBB hinders the government's ability to make optimal procurement decisions. The rigid alignment with the DBB method for all natures of public infrastructure limits flexibility that could potentially affect decision-making efficiency (Choden & Lhendup, 2020). Bhutan's public construction accounts 40.20% time overrun and a 47.32% cost overrun in the financial year 2019-2020, with a 42.50% cost and 24.77% time overrun attributed to changes in design and scopes. This pattern of cost and time overrun has persisted for many years (CDB, 2020).

Public agencies nationwide are now embracing innovative APDM, like Design-Build (DB), Construction Managers at Risk (CMAR), Integrated Delivery (IP), and Public-Private Partnerships (PPP) to enhance project cycle time, level of quality, and cost efficiency (Walewski et al., 2001). However, the implementation of this method remains low in many countries due to numerous barriers (Aldossari, 2020). These barriers encompass financial, organizational, and environmental aspects. The persistence of these challenges and barriers has resulted in the continued use of conventional project delivery methods failing to promote economy and efficiency in public construction sectors, as depicted in Figure 1.

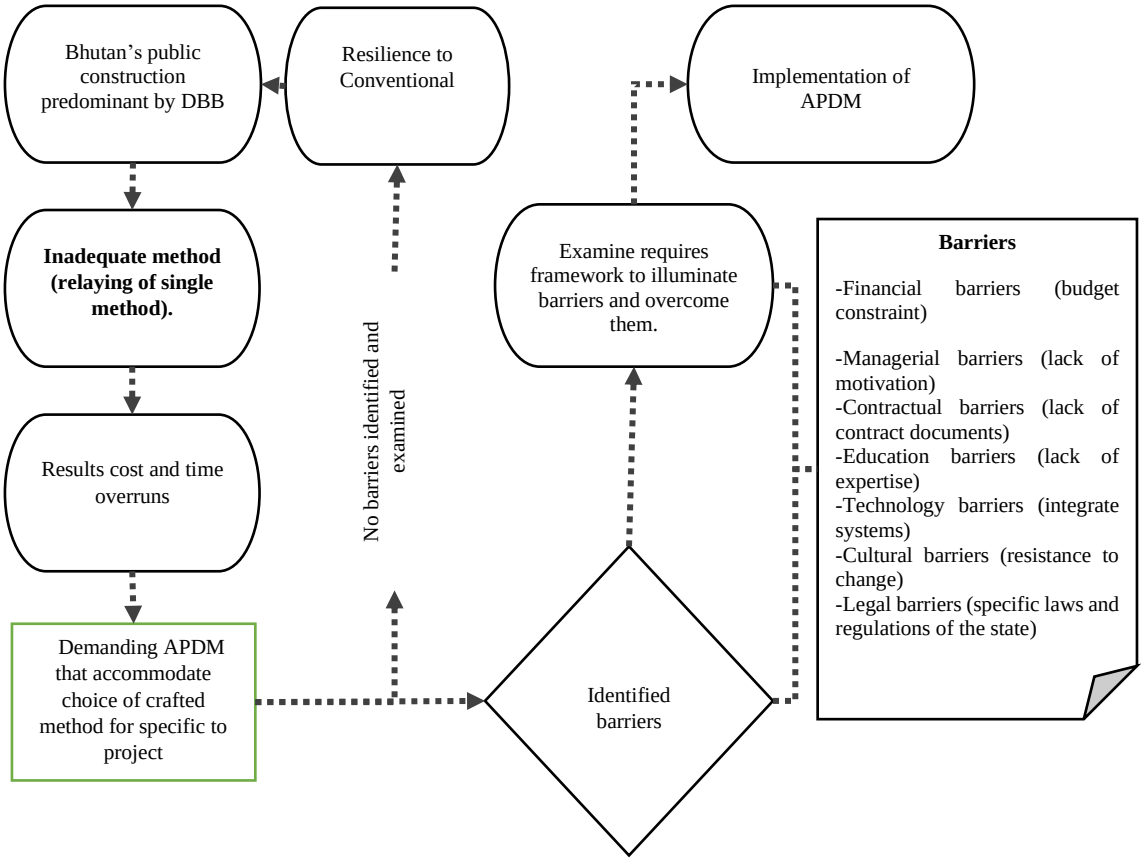


Fig. 1. Demanding implementation of APDM and challenges

The obstacles to implementing APDM in public construction are complex and interrelated, with each barrier influencing the others. It is crucial to recognize significant barriers for the decision makers to formulate strategies to overcome them systemically. To depict the interrelationships and generate significant barriers, the study employed ISM and MICMAC approaches. This paper aims to illuminate a structured framework that hierarchically positions barriers and classifies them based on the strength of driving and dependence powers. The framework enhances the precision in selecting significant barriers for systematic resolution.

2. LITERATURE REVIEW

2.1 APDM and implementation barriers

Alternative project delivery methods (APDM) are a specialized or exceptional situation that supports the deviation from the regular project delivery method DBB (Gibson Jr & Walewski, 2001). These methods, such as Design-Build (DB), Construction Manager at Risk (CMAR), Integrated Project (IP), and Public-Private Partnership (PPP), are increasingly popular in the procurement procedures of rapidly evolving domains of architecture, engineering, and construction industry to enhance project outcome (Chandramowli et al., 2011; Kalach, 2020).

Despite the benefits of the ADPDM in the construction industry, the implementation is still low in many countries due to complex barriers (Aldossari, 2020). These barriers to implementing APDM can be broadly categorized into three macro factors: capital, organization, and environment (Ma et al., 2022). For example, an examination of integrated project delivery implementation in Lebanon revealed complex obstacles in the form of legal, cultural, technological, and financial challenges hindering the adoption (AbouDargham et al., 2019). A framework identifying, prioritizing, and analyzing the interrelationships among barriers would provide a more effective and systematic approach to overcoming obstacles.

2.2 Interpretative structure model (ISM)

ISM is a qualitative research technique invited by Warfield in 1973 for interactive management and structure approach to system design (Warfield & Cárdenas, 1994). Its processing can transform unclear, poorly articulated models of systems into well-defined models (Beikkhakhian et al., 2015). ISM is a logical and mathematical approach that derives and explains the relationships among the parameters allowing us to analyze and understand the whole system (Lohana, 2021). The model so formed portrays the structure of a complex issue or problem in a carefully designed pattern implying graphics as well as words (Attri et al., 2013; Moelyanto et al., 2021).

2.3 Matric Multiplication Applied to Classification (MICMAC)

The MICMAC analysis, developed by Michel Godet and Francois Bourse, is a structured prospective analysis employed for examining indirect relationships (Chandramowli et al., 2011) complementing the ISM approach by delving into constraints that are typically associated with the ISM method (Ahmad et al., 2019). This method is employed as a tool to classify variables according to concealed direct and indirect relationships, as well as their influences on each other (Guo et al., 2020). In MICMAC analysis, variables are categorized into clusters that comprise autonomous, dependent, linkage, and independent quadrants (Agarwal & Seth, 2021; Ahmad et al., 2019; Manjunatheshwara & Vinodh, 2018). This categorization helps in understanding the dynamics of the situation and in formulating plans to address the most influenceable barriers (Kumar et al., 2021). Various researchers have adopted ISM and MICMAC approaches to depict the interrelation among the elements of the issues (Yadav & Barve, 2015).

3. RESEARCH METHODOLOGY

The research methodology compresses 5 steps demonstrated in Figure 2.

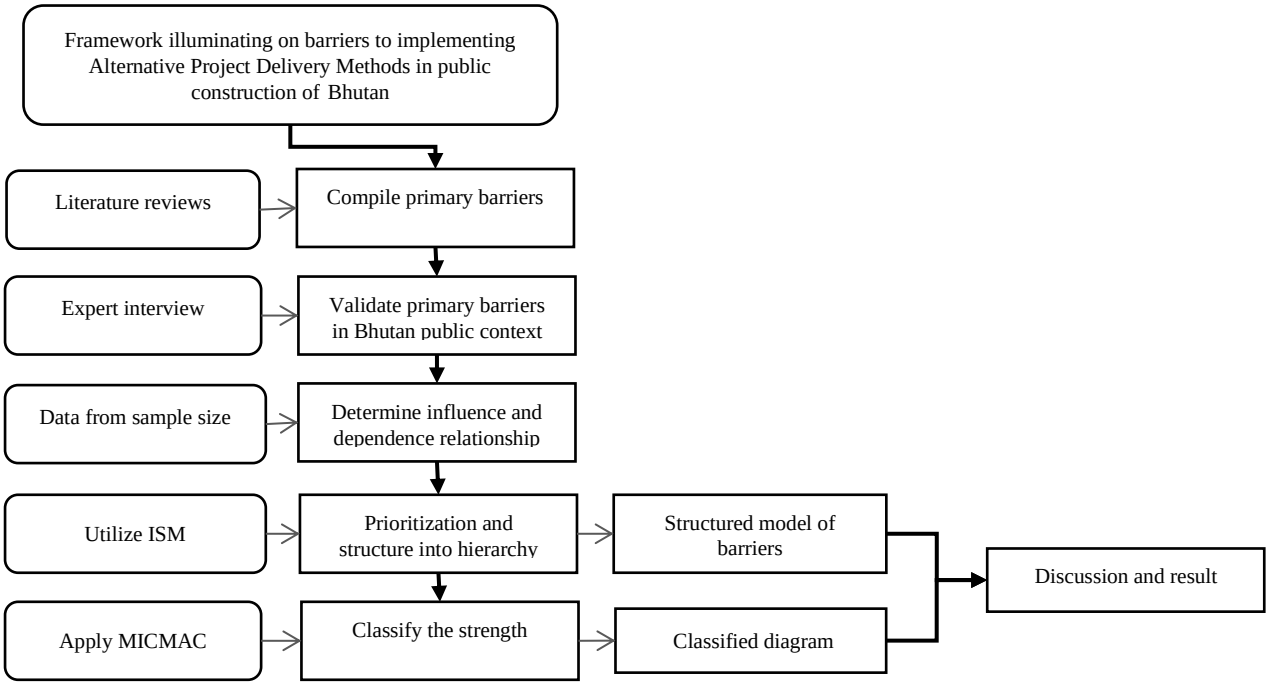


Fig. 2. Methodology

3.1 Compile primary barriers

The initial methods involved conducting a literature review and compilation of primary barriers. The prevalent previous research on the topic of implementing APDM, barriers and challenges to adoption of APDM in the public construction sector, and challenges of implementing each APDM like DB, IPD, CMAR & PPP are reviewed here.

3.2 Validate primary barriers

To customize the context to the public construction of Bhutan, primary barriers are validated by the sector experts using interviews and questionnaires. The key experts include key position holders including chief executives and procurement officers who have a minimum of ten years of experience in the selection of public construction project delivery methods. The procurement officers of Bhutan holding certified members of the Chartered Institute of Procurement and Supply (MCIPS) are included to enrich the opinion. The expert should possess sound experience and expert knowledge of variable studies, The Lawshe (1975) formula of a linear transformation of the proportional level is utilized to retain the barriers for validation.

3.3 Determine the influence and dependence relationship

To grasp the interconnectedness, influences, and dependencies among the barriers, pairwise relation data is obtained. The data is gathered through interviews using a dichotomous questionnaire survey. The number of questions N= N*(N-1) is based on the number (N) of barriers to cover all possible combinations. This group of respondent plays an important role and the outcome depends on their inputs. The important aspects for the selection of a sample group are size, expertise, and diversity with sound experience and domain of the issue. The percentage agreement method is employed to evaluate

specific pairwise influential relationships from variable i to j between each variable. To capture diverse perspectives (Gisev et al., 2013) the lower percentage is considered for study.

3.4 Prioritization of barriers

The Interpretive Structure Molding (ISM) approach (Attri et al., 2013) is utilized to examine the interrelationships influences among barriers to prioritize barriers. The process begins with initializing a structure self-interactive matrix, followed by constructing an initial reachability matrix and transitivity is checked. Finally, a level partitioning is performed. The significance barriers are identified based on the extent of influences.

3.5 Classification of barriers

MICMAC analysis is conducted further to enhance the understanding of dependent and influence relationships among barriers. The process includes creating four cluster graphs to categorize the barriers based on their driving and dependence strength. The four clusters include autonomous, dependent, linkage, and independent barriers. This categorization is determined by calculating the driving and dependence values in the reachability matrix.

4. NUMERICAL EXAMPLE

The numbers and types of barriers depend on the validation for a particular region determined by many factors like cultural differences, economic conditions, legal and regulatory frameworks, infrastructure and technology capabilities, education levels, and historical contexts.

To grasp the understanding of the framework, it is exemplified with 7 identified barriers, suppose pairwise relationship barriers (barrier i influences on barriers j) are obtained from the sample size as illustrated in Table 1.

Table 1 Barriers and pairwise relationship.

i/j	Legal	Technology	Education	Contractual	Managerial	Financial	Cultural
Legal barrier	-	No	No	No	No	Yes	Yes
Technology barriers	No	-	Yes	No	No	yes	No
Education barriers	No	Yes	-	No	No	No	No
Contractual barriers	No	No	No	-	Yes	No	No
Managerial barriers	Yes	Yes	No	No	-	No	Yes
Financial barriers	No	No	No	No	No	-	No
Cultural barrier	No	No	No	Yes	Yes	No	-

To depict contextual relationships between barriers based on the pairwise data obtained in Table 1, the Structure Self-Interactive matrix (SSIM) is initiated. The SSIM is a pairwise comparison of barriers nC2 cells where n is the number of barriers. The form is filled n by n matrix with four-letter codes V, A, X, and O as shown in Table 2.

V: Barrier i influences barrier j
A: Barrier j influences barrier i
X: Bidirectional relationship where barrier s i and j influence each other
O: No relationship between barriers i and j

To depict contextual relationships between barriers based on the pairwise data obtained in Table 1, the Structure Self-Interactive matrix (SSIM) is initiated. The SSIM is a pairwise comparison of barriers nC2 cells where n is the number of barriers. The form is filled n by n matrix with four-letter codes V, A, X, and O as shown in Table 2.

V: Barrier i influences barrier j
A: Barrier j influences barrier i
X: Bidirectional relationship where barrier s i and j influence each other
O: No relationship between barriers i and j

Table 2 Structured self-interactive matrix

i/j	Legal	Technology	Education	Contractual	Managerial	Financial	Cultural
Legal	X	O	O	O	A	V	V
Technology		X	X	O	A	V	O
Education			X	O	O	O	O
Contractual				X	V	O	A
Managerial					X	O	X
Financial						X	O
Cultural							X

Translating the four symbols of SSIM into binary representations (1s and 0s), the reachability matrix is constructed and the transitivity is checked for the final reachability matrix to conclude with driving and dependence power as shown in Tables 3 and 4 respectively.

Relationship for V: $V_{ij} = 1,\ V_{ji} = 0$
Relationship for A: $A_{ij} = 0,\ A_{ji} = 1$
Relationship for X: $X_{ij} = 1,\ X_{ji} = 1$
Relationship for X: $O_{ij} = 0,\ X_{ji} = 0$

Table 3 Reachability matrix

i/j	Legal	Technology	Education	Contractual	Managerial	Financial	Cultural
Legal	1	0	0	0	0	1	1
Technology	0	1	1	0	0	1	0
Education	0	1	1	0	0	0	0
Contractual	0	0	0	1	1	0	0
Managerial	1	1	0	0	1	0	1
Financial	0	0	0	0	0	1	0
Cultural	0	0	0	1	1	0	1

Table 4 Final reachability matrix

i/j	Legal	Technology	Education	Contractual	Managerial	Financial	Cultural	Driving power
Legal	1	*1	*1	*1	*1	1	1	**7**
Technology	0	1	1	0	0	1	0	**3**
Education	0	1	1	0	0	*1	0	**3**
Contractual	*1	*1	*1	1	1	*1	*1	**7**
Managerial	1	1	*1	*1	1	*1	1	**7**
Financial	0	0	0	0	0	1	0	**1**
Cultural	*1	*1	*1	1	1	*1	1	**7**
Dependence power	**4**	**6**	**6**	**4**	**4**	**7**	**4**	

For the level partition, reachability and antecedent sets are identified for each parameter, assigning them to intersection sets. Parameters with matching reachability and intersection sets are placed at the top level. This process continues, removing variables to uncover additional hierarchy levels until all variables are accounted shown in Table 5.

Table 5 Level Partition

Barriers	Reachability (R) set (Row)	Antecedent (A) set (Colum)	Intersection set (R ∩ A)	Level
Legal	1, 2, 3,4,5,6,7,	1,4,5,7,	1,4,5,7,	**3**
Technology	2,3,6,	1,2,3,4,5,6,7,	2,3,	**2**
Education	2,3,6,	1,2,3,4,5,6,7,	2,3,	**2**
Contractual	1,2,3,4,5,6,7,	1,4,5,7,	1,4, 5,7,	**3**
Managerial	1,2,3,4,5,6,7,	1,4,5,7,	1,4,5,7,	**3**
Financial	6,	1,2,3,4,5,6,7,	6,	**1**
Cultural	1,2,3,4,5,6,7,	1,4,5,7,	1,4,5,7,	**3**

Finally, MICMAC analysis is conducted further to enhance the understanding of dependent and influence relationships among barriers shown in Figure 4 in the result and discussion. The influencing power for each barrier is the total number of barriers including itself which may contribute to overcoming it. On the other hand, dependence power is the total number of barriers including itself which may need to be overcome (calculation shown in Figure 4). MICMAC validates the barriers within the ISM model to support and draw conclusions.

5. RESULTS and DISCUSSIONS

In this example, the result is demonstrated by the structure framework model showing the hierarchy level, and classification digraph shown in Figures 3 and 4 respectively.

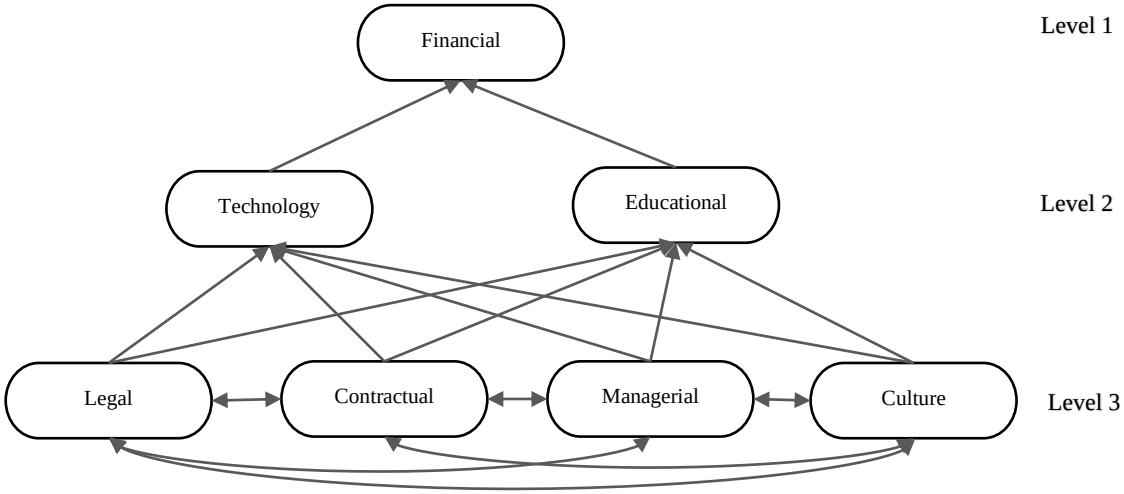


Fig. 3. Structure level of barriers

Figure 3 illustrates the hierarchical structure among the seven barriers. The lack of financial support within the organization positions at the top level to be the prioritized barrier. To secure the financial support for implementing APDM, the organization must address technology barriers such as integration of the system, upgradation of ICT facilities, and educational needs like having experts in the organization, positioned at 2 levels. Legal barriers (lack of regulation and statuary not allowed for organization), Contractual barriers (lack of contractual document, guideline), management barriers (support from the managerial heads), and cultural (resistance to change) are at the bottom of the hierarchy. These barriers form the foundation for addressing the lack of education and technology. It is evident that the organization needs to start overcoming the 4 linkage barriers at first hand and the goal should be securing funds for APDM implementation. Further analysis and validation of these are classified using MICMAC as shown in Figure 4.

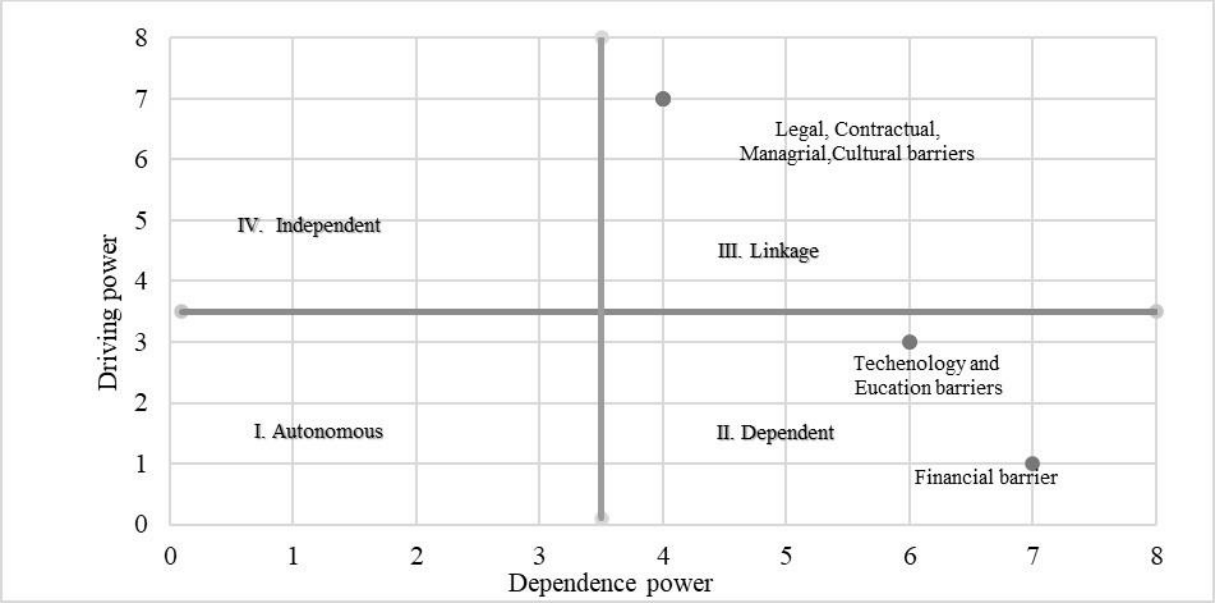


Fig. 4. Classification of barriers

Figure 4. Clearly illustrates that financial, technology, and education are dependent barriers. Among these, financial barriers have a higher dependence power of 7 and driving power of 1 indicating it is prioritized at level 1. Technology and Education barriers have a dependence power of power of 6 and a of 3. Legal, contractual, managerial, and cultural barriers are categorized as linkage barriers with a high driving power of 7, serving as the foundation to overcome other barriers. The higher the driving power of barriers, ease in to overcome other barriers systematically.

The finding concludes that while financial requirement poses a significant barrier to implementing APDM, it is heavily influenced by other barriers. Mitigating education and technology barriers can help overcome financial barriers. Additionally, addressing legal, contractual, managerial, and cultural barriers should be the initial focus for the organization seeking to overcome barriers to implementing APDM. Importantly, none of the barriers identified in this study operates independently or autonomously.

6. CONCLUSION

The barriers to implementing APDM are complex and interconnected, influencing and depending on one another. By utilizing the ISM and MICMAC, the study has revealed a significant interdependence and influence among the exemplified barriers. This provides a comprehensive perspective on their roles as drivers and the dependence to overcome them. The example provided in this study concludes that financial barriers are prioritized barriers, relying on other barriers. Legal, contractual, managerial support, and cultural barriers fall under the linkage barrier at the bottom level which the organization needs to attend first. It's essential for overcoming technology and educational barriers to attend financial barriers. The paper presents a conceptual framework to study barriers to implementing APDM in public construction, and the researcher can incorporate the data for actual conclusion in prioritizing the significant barriers systematically for the development of an action plan to mitigate them.

ACKNOWLEDGMENT

We are thankful to the Thailand International Cooperative Agency and the Royal Government of Bhutan for their generous financial support, which has enabled this study to be conducted at Naresuan University, Faculty of Logistics and Digital Supply Chain, Thailand.

REFERENCES

AbouDargham, S., Bou Hatoum, M., Tohme, M., & Hamzeh, F. (2019). Implementation of integrated project delivery in Lebanon: Overcoming the challenges. Pasquire C. and Hamzeh F.R. (ed). In *Proceedings of the 27th Annual Conference of the International (917-928).* Dublin : Ireland.

Adnan, H., Bachik, F., Supardi, A., & Marhani, M. A. (2011). Success factor of design and Build project in public university. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 35,* 170-179.

Agarwal, N., & Seth, N. (2021). Analysis of supply chain resilience barriers in Indian automotive company using total interpretive structural modelling. *Journal of Advances in Management Research, 18*(5), 758-781.

Ahmad, M., Tang, X.-W., Qiu, J.-N., & Ahmad, F. (2019). Interpretive structural modeling and MICMAC analysis for identifying and benchmarking significant factors of seismic soil liquefaction. *Applied Sciences, 9*(2), 233.

Al Khalil, M. I. (2002). Selecting the appropriate project delivery method using AHP. *International journal of project management*, *20*(6), 469-474.

Aldossari, K. M. A. (2020). *Organizational Change Management for the Adoption of Alternative Project Delivery Methods within the AEC Industry.* Arizona : Arizona State University.

Attri, R., Dev, N., & Sharma, V. (2013). Interpretive structural modelling (ISM) approach: an overview. *Research journal of management sciences*, *2319*(2), 1171.

Beikkhakhian, Y., Javanmardi, M., Karbasian, M., & Khayambashi, B. (2015). The application of ISM model in evaluating agile suppliers selection criteria and ranking suppliers using fuzzy TOPSIS-AHP methods. *Expert systems with Applications*, *42*(15-16), 6224-6236.

CDB. (2020). *Annual Report 2029-2020 Construction Development Board*. Bhutan : *RGoB.*

Chandramowli, S., Transue, M., & Felder, F. A. (2011). Analysis of barriers to development in landfill communities using interpretive structural modeling. *Habitat International*, *35*(2), 246-253.

Choden, Y. T. S. W. R., & Lhendup, T. (2020). Factors Affecting Time Overrun in Construction Projects in Bhutan. *Journal of Education and Practice*, *11*, 1-7.

Davis, R. P., Love, P., & Baccarini, D. (2008). Building Procurement Methods. Australia : Net Pty.

Gibson Jr, G. E., & Walewski, J. (2001). *Project delivery methods and contracting approaches: Assessment and design-build implementation guidance*. (Research Report). United State : The University of Texas At Austin.

Gisev, N., Bell, J. S., & Chen, T. F. (2013). Interrater agreement and interrater reliability: key concepts, approaches, and applications. *Research in Social and Administrative Pharmacy*, *9*(3), 330-338.

Guo, Z., Cahalane, M., & Carbonie, A. (2020). Pursuit of happiness through Esports: an interpretive structural approach. PACIS 2020 Proceedings. 199.

Kalach, M. (2020). *Alternative Project Delivery Methods: Design Dynamics and Implications*.(Thesis of Doctor of Philosophy Department of Civil and Environmental Engineering). Department of Civil and Environmental Engineering : American University of Beirut.

Kumar, P., Bhamu, J., & Sangwan, K. S. (2021). Analysis of barriers to Industry 4.0 adoption in manufacturing organizations: An ISM approach. *Procedia CIRP*, *98*, 85-90.

Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, *28*(4), 563-575.

Lohana, Y. K. (2021). ISM and MICMAC Model for Construction Delay. *International Research Journal of Engineering and Technology*, *8*(1), 1382-1391.

Ma, Q., Li, S., Teo, P. X., & Ling, F. Y. Y. (2022). Barriers to adopting integrated project delivery practices. *Engineering, Construction and Architectural Management*, *30*(9), 4171-4191.

Manjunatheshwara, K., & Vinodh, S. (2018). Application of TISM and MICMAC for analysis of influential factors of sustainable development of tablet devices: a case study. *International Journal of Sustainable Engineering*, *11*(5), 353-364.

Moelyanto, M., Marsetio, M., Octavian, A., Bura, R., & Putra, I. (2021). Integrated interpretive structural modeling (ISM) and MICMAC diagram for analysis of infrastructure influence in supporting submarine operations. *Engineering and Applied Science Letters*, *4*(3), 8-18.

Mosissa, L. (2006). *Alternative Project Delivery methods for Public Construction: case in Oromia Region*.

Walewski, J., Gibson Jr, G. E., & Jasper, J. (2001). *Project delivery methods and contracting approaches available for implementation by the Texas Department of Transportation*. Texas : University of Texas at Austin. Center for Transportation Research.

Warfield, J. N., & Cárdenas, A. R. (1994). *A handbook of interactive management*. United Sta tes of America : Iowa State University Press Ames.

Yadav, D. K., & Barve, A. (2015). Analysis of critical success factors of humanitarian supply chain: An application of Interpretive Structural Modeling. *International journal of disaster risk reduction*, *12*, 213-225.

Journal of Logistics and Digital Supply Chain

The Interplay of Green Logistics practices, Social Sustainability, and Government Policy in the Logistics Industry

Kittinun Makprang*

Logistics and Supply Chain Management Program, Faculty of Management Science, Valaya Alongkorn Rajabhat University Under Royal Patronage Pathum Thani Province
*Corresponding author E-mail: Kittinun@vru.ac.th

Abstract

The logistics industry is under increasing pressure to balance operational efficiency with environmental and social sustainability goals. This study investigates the interplay between green logistics practices, social sustainability outcomes, and the role of government policies within this context. Utilizing a survey of 305 logistics companies in Thailand and structural equation modeling analysis, the research examines three key hypotheses: 1) Adopting green logistics practices positively influences social sustainability; 2) Government policies promote the adoption of green logistics practices; 3) Government policies promoting green logistics practices have a positive impact on social sustainability outcomes. The results provide strong empirical support for all three hypotheses, underscoring the importance of both organizational green practices and enabling government policies in driving improved worker well-being, community engagement, and ethical practices. The findings contribute to theory by elucidating the mechanisms through which green logistics and government interventions shape social sustainability in the industry. For practitioners, the study highlights the value of collaborative efforts between policymakers and logistics companies in fostering a sustainable and socially responsible logistics sector. Key implications, limitations, and avenues for future research are discussed.

Keywords: Green logistics, Social sustainability, Government policy, Structural equation modeling

Received: April 12, 2024; Revised: April 19, 2024; Accepted: April 22, 2024

1. INTRODUCTION

The global logistics industry faces a crucial challenge: optimizing efficiency while minimizing its environmental and social impact. Green logistics offers a promising solution, focusing on environmentally friendly practices like reduced carbon emissions, optimized routing, and sustainable supply chain management (Shi et al., 2022). Companies are increasingly adopting these practices to gain a competitive advantage, reduce pollution, and address broader sustainability concerns (Patra, 2018).

Social sustainability, encompassing aspects like fair labor practices, ethical sourcing, and community engagement, is another critical dimension (Reyna-Castillo et al., 2023). Studies highlight its positive influence on both social and environmental performance within supply chains (Prieto et al., 2022). However, research also reveals challenges in implementing social sustainability initiatives, including a lack of standardized frameworks and communication strategies (Leal Filho et al., 2022). Integrating green logistics with a focus on social improvements necessitates increased awareness among logistics managers and broader stakeholder involvement (Leung et al., 2023; Prataviera et al., 2023).

Government policies have a demonstrably significant role in fostering this integration. Successful case studies from Pakistan and China illustrate how government incentives, regulations, and circular economy policies can drive green logistics adoption and sustainable development in the logistics sector (Fei et al., 2021; Hashmi, 2023; Khan & Zhang, 2021). Research further suggests that policy design plays a crucial role, influencing strategic decision-making by logistics enterprises and promoting user participation in green practices (Dong & Yang, 2022).

The logistics industry faces mounting pressure from various stakeholders, including governments, consumers, and society at large, to minimize its environmental impact and contribute to sustainable development. This pressure arises from growing concerns about issues such as climate change, resource depletion, and the social consequences of business operations.

Operationally, the logistics industry is energy-intensive and generates significant greenhouse gas emissions through transportation and warehousing activities. As public awareness of environmental issues increases, companies face greater scrutiny and pressure to adopt environmentally friendly practices, such as utilizing alternative fuels, optimizing routes, and implementing energy-efficient technologies.

Additionally, there is an increasing recognition of the social impact of logistics operations, including working conditions, community engagement, and ethical practices throughout the supply chain. Stakeholders expect companies to prioritize the well-being of their employees, contribute positively to the communities they operate in, and uphold ethical standards in their business practices.

The introduction highlights the interconnectedness of operational efficiency, environmental sustainability, and social sustainability. Achieving operational efficiency is essential for logistics companies to remain competitive and viable. However, this operational efficiency must be balanced with environmental and social considerations to meet stakeholder expectations and contribute to sustainable development.

Adopting environmentally friendly practices, such as optimizing routes and utilizing alternative fuels, can not only reduce the industry's environmental footprint but also contribute to operational efficiency by reducing fuel costs and improving resource utilization.

Similarly, prioritizing social sustainability by promoting fair labor practices, community engagement, and ethical sourcing can enhance a company's reputation, attract and retain talent, and

foster positive relationships with local communities, ultimately contributing to long-term operational success.

By emphasizing this interconnectedness, the introduction underscores the need for a holistic approach that integrates operational efficiency with environmental and social sustainability goals, rather than treating them as separate or competing objectives.

Given this complex interplay, this research investigates:

To what extent do government policies promoting green logistics practices influence their impact on social sustainability outcomes within the logistics industry?

This research question delves into the effectiveness of government interventions in promoting environmentally friendly logistics practices and their subsequent impact on social sustainability within the logistics industry as conceptual model as Figure 1. Analyzing the effectiveness of different policy approaches will provide valuable insights for developing strategies to promote a more sustainable future for the logistics sector.

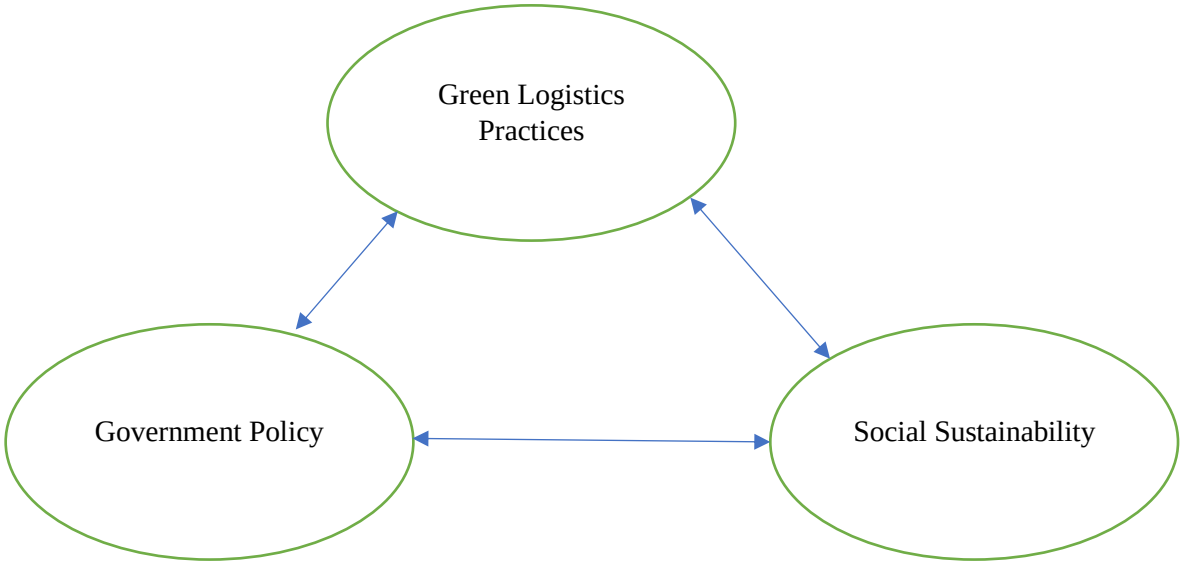


Figure 1 Conceptual Model

2. LITERATURE REVIEW

2.1 Green Logistics Practices: A Multifaceted Approach to Sustainability

Green logistics practices encompass a multifaceted approach to sustainability, involving various stakeholders and factors. Studies highlight the importance of understanding the role of extra-firm stakeholders (Prataviera et al., 2023), management attitudes, external conditions, and major barriers in driving or hindering green logistics adoption (Leung et al., 2023). Additionally, the implementation of green logistics in industries like oil and gas is crucial for environmental improvement, with identified drivers and barriers influencing its success (Maurya et al., 2023). Challenges in green supply chain management, such as the need for knowledge in reverse logistics and workforce shortages, underscore the interconnected hurdles faced in achieving sustainable economic and environmental outcomes (Tianqi et al., 2023). Collaboration among supply chain partners is emphasized as a key strategy to develop innovative green practices and combat environmental threats like the sixth mass extinction (Musau, 2023).

Green logistics practices can be broadly categorized into three key areas as shown in Table 1

By strategically implementing these factors, organizations can achieve a demonstrably more sustainable supply chain, contributing to a healthier planet and potentially reducing overall logistics costs.

Table 1 Categories of Green Logistics Practices

Category	Description	Example Practices	Citation
Environmental Performance Enhancement	Strategies to minimize environmental impact	-Utilizing fuel-efficient/alternative fuel vehicles -Optimizing delivery routes -Implementing intermodal transportation -Utilizing reusable packaging and recycling programs	(Adhikari & Ozarska, 2018; Du et al., 2022; Usmani et al., 2021)
Waste Management	Practices to minimize waste generation and promote responsible disposal	-Implementing efficient product handling procedures -Utilizing energy-efficient equipment in warehouses	(Limon et al., 2020; Mohammed et al., 2022)
Energy Efficiency	Strategies to optimize energy consumption	-Implementing renewable energy solutions -Adopting energy-saving practices in transportation	(Corlu et al., 2020; González-Briones et al., 2018; Ma et al., 2017)

2.2 Optimizing Social Sustainability within Green Logistics Practices

Optimizing social sustainability within green logistics practices involves integrating social aspects effectively alongside environmental and economic considerations (Leung et al., 2023). Stakeholder theory emphasizes the interconnected network of stakeholders influencing green logistics practices adoption, highlighting the role of secondary stakeholders like final consumers (Prataviera et al., 2023). The study on supply chain sustainability in Pakistan underscores the positive impact of social values & ethics on supply chain sustainability, emphasizing the need for fostering good investor views about green management systems (Rasheed, 2022). Additionally, the framework for sustainable development through green logistics practices in Lithuania identifies factors encouraging GL practices, such as legal regulations, business partner requirements, and top management awareness (Martins et al., 2023). By addressing these insights, companies can enhance social sustainability within their green logistics strategies, contributing to overall sustainability goals.

Hypothesis 1: Adopting green logistics practices will have a positive influence on social sustainability outcomes within the logistics industry.

This paper explores key social sustainability factors that can be professionally integrated into green logistics practices for a more holistic and impactful approach, including enhancing worker well-being and safety, contributing to community health and well-being, promoting ethical and sustainable practices, fostering strategic community engagement, and investing in workforce development and capacity building.

1) Enhancing Worker Well-being and Safety

Green logistics practices offer a path towards improved worker well-being and safety. By optimizing workloads through route optimization and efficient warehouse design, logistics companies can potentially reduce the strain on their personnel. This translates to lower stress levels and a safer work environment. Additionally, investments in green technologies like electric vehicles contribute to quieter and healthier workspaces, minimizing exposure to harmful emissions and noise pollution for warehouse staff.(Cheng et al., 2023; McKinnon et al., 2015)

2) Contributing to Community Health and Well-being

The benefits of green logistics extend beyond the company walls. Lower emissions from green transportation directly translate to cleaner air and reduced noise pollution in communities surrounding logistics hubs. This has a direct impact on public health outcomes. Moreover, green practices that emphasize recycling and responsible waste disposal contribute to cleaner communities. Not only does this create a more aesthetically pleasing environment, but it can also lead to the creation of local job opportunities in the waste management sector. Furthermore, it fosters a culture of environmental stewardship within the community, encouraging residents to embrace sustainable practices.(Jayarathna et al., 2023; Larson, 2021)

3) Promoting Ethical and Sustainable Practices

Companies committed to green logistics can leverage their influence to promote ethical and sustainable practices throughout the supply chain. This can be achieved by extending their sustainability focus to encompass ethical sourcing practices. By ensuring fair labor conditions and responsible material procurement upstream, these companies minimize their environmental impact and contribute to a more just and equitable global supply chain. Additionally, green initiatives can be a catalyst for promoting Diversity, Equity, and Inclusion (DE&I) within the logistics workforce. Targeted recruitment programs, training initiatives, and a culture of inclusion fostered through green initiatives can create a more diverse and engaged workforce.(Mejías et al., 2016)

4) Fostering Strategic Community Engagement

Green logistics initiatives can be even more impactful when coupled with strategic partnerships with local communities. Collaboration on issues like sustainable infrastructure development, green space creation, and educational outreach programs promoting environmental awareness can lead to a more sustainable and vibrant community surrounding the logistics hub. Additionally, prioritizing local suppliers and service providers for green logistics needs strengthens local economies by creating job opportunities and fostering a collaborative ecosystem.(Piecyk & Björklund, 2015)

By integrating these social sustainability considerations into green logistics practices, organizations can create a more positive impact on all stakeholders. This holistic approach strengthens a company's commitment to responsible business practices, fostering a just and equitable work environment, and contributing to the well-being of the communities they serve.

2.3 Government Policy as a Catalyst for Green Logistics and Social Sustainability in Supply Chains

Government policy plays a crucial role in influencing green logistics practices and subsequently impacting business performance (Kalubanga & Mbekeka, 2023). Research indicates that compliance with government policies positively influences firm environmental performance, both directly and indirectly through fostering reverse logistics practices (Pradeep & Alisherova, 2023). The government can use coercion to enforce green supply chain practices, which can lead to improved business

performance (Pradeep & Alisherova, 2023). Additionally, the lack of promotion and adoption of green techniques in logistics by developing nations has been highlighted, emphasizing the importance of government policies in driving sustainable practices (Maurya et al., 2023). Therefore, government policies act as a significant driver for the adoption of green logistics practices, ultimately contributing to environmental sustainability and improved business outcomes.

Hypothesis 2: Government policies will have a positive influence on adopting green logistics practice within the logistics industry.

Beyond environmental considerations, government policies can also promote social sustainability within the logistics sector. Labor laws and regulations (Li et al., 2021) play a vital role in ensuring fair treatment of workers. These include establishing minimum wage standards, regulating working hours and overtime pay, enforcing occupational safety standards, and enacting anti-discrimination laws to create a more diverse and inclusive work environment.

Social programs (Klumpp, 2016) can provide support for workers impacted by industry changes. Government-funded unemployment benefits can offer a safety net for those experiencing job transitions due to automation or other industry shifts. Investing in skills training programs can equip workers with the necessary skills to adapt to evolving technologies and secure new opportunities.

Community development initiatives (Pradeep & Alisherova, 2023). can encourage positive social contributions by logistics companies. Directing infrastructure investments towards underserved communities where logistics hubs are located can promote regional development and benefit local residents. Offering tax breaks or incentives for companies that invest in community development projects within their operating areas can further incentivize positive social impacts.

Public awareness campaigns (Maurya et al., 2023) can also play a role in promoting social sustainability. Raising consumer awareness about the social and environmental implications of logistics choices can create market pressure, encouraging businesses to adopt sustainable practices that consider the well-being of workers and communities.

Table 2 Policy Type and Impact on Green Logistics and Social Sustainability

Policy Type	Strengths	Weaknesses
Incentives	Encourage investment in green technologies	May not be enough for widespread change, Potential for inefficiencies
Regulations	Create mandatory framework for change, Ensure baseline environmental performance	Potential for industry resistance, Requires effective enforcement
Infrastructure Development	Address logistical challenges of green technologies, Facilitate smooth transition	High upfront costs and time investment, Unequal impact across regions

Hypothesis 3: Government policies promoting green logistics practices will have a positive influence on social sustainability outcomes within the logistics industry.

The most effective approach often involves combining policy instruments. For example, regulations can be coupled with incentives to create a stronger push towards green practices while minimizing the financial burden on companies.

3. RESEARCH METHODOLOGY

This study employs a quantitative approach to investigate the influence of government policies promoting green logistics practices on social sustainability outcomes within the Thai logistics industry. A survey-based methodology was adopted to gather data from logistics companies.

3.1 Data Collection

3.1.1 Sample Selection: A purposive sampling strategy targeted logistics companies in Thailand that expressed willingness to participate. Each company represents a single unit of analysis.

3.1.2 Sample Size Determination: The A-priori Sample Size Calculator for Structural Equation Models software (Leyrat et al., 2024) determined a minimum sample size of 296 for effect size detection and 156 for model structure. To ensure robustness, data from 305 companies were collected.

A survey questionnaire was developed based on literature review and pilot testing to capture information on:

1. Green Logistics Practices

2. Government Policies Promoting Green Logistics

3. Social Sustainability Outcomes

The questionnaire was distributed electronically (Google Forms) and via telephone surveys.

3.2 Data Analysis

Structural Equation Modeling (SEM) with Jamovi software was used to analyze the data:

1. Measurement Model Evaluation: Confirmatory factor analysis (CFA) assessed the reliability and validity of the measurement scales.

2. Structural Model Evaluation: The hypothesized relationships between green logistics practices, government policies, and social sustainability outcomes were tested.

3. Model Fit Evaluation: Goodness-of-fit indices (Chi-square, CFI, TLI, RMSEA) assessed the overall model fit.

3.3 Justification

This methodology provides a structured approach for investigating the interplay between these constructs. SEM allows for examining complex relationships, offering valuable insights for both academics and industry professionals.

4. RESULTS

The results indicate that the model provides a significantly better fit to the data compared to the criteria. The model's chi-square value of 29.5 with 26 degrees of freedom and a p-value of 0.290 suggests that the model is not significantly different from the observed data, meaning it fits the data well.

From table 3, the non-significant p-value ($p = 0.290$) for the model suggests that the null hypothesis, which states that the model fits the data, cannot be rejected. This further supports the conclusion that the model provides a good fit to the observed data.

Table 3 Model Test Result

Label	X^2	df	p
Model	29.5	26	0.290
Baseline Model	2624.9	45	< .001

These results suggest that the model is a more accurate representation of the underlying relationships and processes being studied compared to the criteria. The model's superior fit indicates that the variables and their interrelationships specified in the model are better able to explain the observed data.

The Structural Equation Modeling (SEM) analysis in this study examined the interplay between green logistics practices, social sustainability, and government policy in the logistics industry. The model fit indices provided valuable insights into the overall quality and appropriateness of the proposed model.

4.1 Model Fit Evaluation

The study compared the fit of the model against a criteria model to assess the explanatory power of the hypothesized relationships. Several key fit indices were evaluated that shown in Table 4.

Table 4 SEM Fit Index Summary Table

Model Versus Criteria	Model	Criteria	Fit Situation
Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)	0.021	0.05 or less (Browne & Cudeck, 1992)	Acceptable
Comparative Fit Index (CFI)	0.999	≥ 0.95 for good fit. (Hu & Bentler, 1999)	Acceptable
Tucker-Lewis Index (TLI)	0.998	≥ 0.95 is often considered indicative of good fit (Bentler & Bonett, 1980)	Acceptable
Bentler-Bonett Non-normed Fit Index (NNFI)	0.998	≥ 0.95 suggests good fit. (Bentler & Bonett, 1980)	Acceptable
Bentler-Bonett Normed Fit Index (NFI)	0.989	NFI ≥ 0.90 is often considered indicative of good fit. (Bentler & Bonett, 1980)	Acceptable
Bollen's Incremental Fit Index (IFI)	0.999	IFI ≥ 0.95 suggests good fit. (Bollen, 1989)	Acceptable

This model demonstrated significantly better fit across all the reported indices compared to the criteria. This indicates that the model, which incorporates the hypothesized relationships between green logistics practices, social sustainability, and government policy, provides a more accurate representation of the data than criteria.

The results of the SEM model fit evaluation provide strong empirical support for the validity and appropriateness of the model in explaining the interplay between the key constructs of interest. The consistently high fit indices, which exceed the recommended thresholds, suggest the model is well-specified and able to capture the complex relationships within the logistics industry. These findings offer a solid foundation for further interpretation and discussion of the structural relationships among the variables. Reliability indices

Table 5 Reliability Indices Result

Variable	α	AVE
Government Policy	0.877	0.665
Green Logistics	0.886	0.63
Social Sustainability	0.887	0.783

Table 5, Cronbach's alpha (α) is used to assess the internal consistency reliability of the constructs. All three constructs have Cronbach's alpha values above the commonly accepted threshold of 0.70, indicating good internal consistency reliability.

Average Variance Extracted (AVE) is used to assess the convergent validity of the constructs. The AVE values for Government Policy and Green Logistics are above the recommended threshold of 0.50, suggesting adequate convergent validity for these constructs. The AVE value for Social Sustainability is well above the 0.50 threshold, indicating strong convergent validity for this construct.

The reliability and convergent validity results provide support for the quality of the measurement model used in the SEM analysis. The high Cronbach's alpha values suggest that the items within each construct are measuring the same underlying concept consistently. The AVE values above 0.50 for all three constructs indicate that the items within each construct are, on average, explaining more than 50% of the variance in the construct, which is a common threshold for demonstrating convergent validity.

These results strengthen the confidence in the validity and reliability of the measures used in the SEM model. The constructs appear to be well-defined and measured, which increases the trustworthiness of the model's findings and the inferences that can be drawn from the SEM analysis.

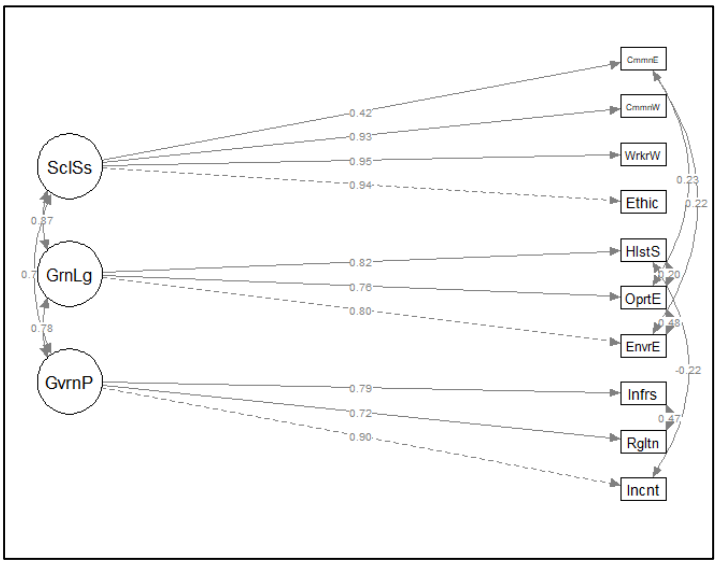


Figure 2 SEM Model

Remark SclSs= Social Sustainability, GrnLg= Green Logistics, GvrnP= Government Policy, CommE=Community Engagement, CommW=Community Well-being, WrkrW= Worker Well-being, Ethic= Ethic, HlstS= Holistic Sustainability, OprtE= Operation Efficiency, EnvrE= Environment Enhancement, Infrs = Infrastructure, Rgltn= Regulation, Incnt= Incentives

4.2 Measurement Model

The measurement model in this study consists of three latent constructs: Government Policy, Green Logistics, and Social Sustainability. Each latent construct is measured by a set of observed indicators, and the results provide valuable insights into the structure and validity of these measurement models.

Table 6 Measurement Model Result

Latent	Observed	Estimate	SE	β	z	p	R^2
Government Policy	Incentives	1	0	0.896			0.803
	Regulation	0.683	0.052	0.72	13.13	< .001	0.518
	Infrastructure	0.84	0.0562	0.794	14.95	< .001	0.631
Green Logistics	Environment Enhancement	1	0	0.796			0.633
	Operation Efficiency	0.914	0.0496	0.761	18.43	< .001	0.58
	Holistic Sustainability	1.024	0.0697	0.821	14.68	< .001	0.675
Social Sustainability	Ethic	1	0	0.938			0.88
	Worker Well being	0.994	0.0297	0.949	33.41	< .001	0.901
	Community Wellbeing	0.925	0.0294	0.934	31.5	< .001	0.872
	Community Engage	0.306	0.0395	0.417	7.74	< .001	0.174

Government Policy: The latent construct of Government Policy is measured by three observed indicators: Incentives, Regulation, and Infrastructure. The standardized factor loadings for these indicators are 0.896, 0.72, and 0.794, respectively, all of which are statistically significant at the $p < 0.001$ level. These results suggest that the three indicators are strongly related to the underlying government policy construct, with the latent construct explaining 80.3%, 51.8%, and 63.1% of the variance in Incentives, Regulation, and Infrastructure, respectively.

Green Logistics: The latent construct of Green Logistics is measured by three observed indicators: Environment Enhancement, Operation Efficiency, and Holistic Sustainability. The standardized factor loadings for these indicators are 0.796, 0.761, and 0.821, respectively, all of which are statistically significant at the $p < 0.001$ level. The latent construct explains 63.3%, 58.0%, and 67.5% of the variance in the respective observed indicators.

Social Sustainability: The latent construct of Social Sustainability is measured by four observed indicators: Ethic, Worker Well-being, Community Wellbeing, and Community Engagement. The standardized factor loadings for these indicators are 0.938, 0.949, 0.934, and 0.417, respectively, all of which are statistically significant at the $p < 0.001$ level. The latent construct explains 88.0%, 90.1%, 87.2%, and 17.4% of the variance in the respective observed indicators.

These measurement model results provide strong evidence for the validity and reliability of the constructs and their associated indicators. The high factor loadings and R-squared values suggest that the observed indicators are well-aligned with the underlying latent constructs, supporting the theoretical framework and the overall structural model.

The findings from this SEM analysis have important implications for both theory and practice. From a theoretical perspective, the study contributes to the understanding of the complex relationships between government policy, green logistics, and social sustainability in the logistics industry. Practically, the results can inform policymakers and industry stakeholders on the critical levers of government policy and green logistics practices that can be leveraged to promote more sustainable and socially responsible logistics operations.

4.3 Hypothesis test

Hypothesis 1: Adopting green logistics practices will have a positive influence on social sustainability outcomes within the logistics industry. The results support this hypothesis. The standardized path coefficient between the Green Logistics construct and the Social Sustainability construct was positive and statistically significant ($\beta = 0.821$, $p < .001$). This indicates that as logistics companies adopt more green practices, such as environmental enhancement, operational efficiency, and holistic sustainability, it leads to improved social sustainability outcomes, including worker well-being, community well-being, community engagement, and ethical practices.

Hypothesis 2: Government policies will have a positive influence on adopting green logistics practices within the logistics industry. The findings provide support for this hypothesis. The standardized path coefficient between the Government Policy construct and the Green Logistics construct was positive and statistically significant ($\beta = 0.794$, $p < .001$). This suggests that government policies, such as incentives, regulations, and infrastructure development, are effective in promoting the adoption of green logistics practices among logistics companies.

Hypothesis 3: Government policies promoting green logistics practices will have a positive influence on social sustainability outcomes within the logistics industry. The results also support this hypothesis. The standardized path coefficient between the Government Policy construct and the Social Sustainability construct was positive and statistically significant ($\beta = 0.938$, $p < .001$). This indicates that government policies that encourage the adoption of green logistics practices have a direct positive impact on improving social sustainability outcomes in the logistics industry.

Overall, the SEM analysis provides strong empirical evidence for the hypothesized relationships between government policies, green logistics practices, and social sustainability outcomes. The findings suggest that a multipronged approach, involving both governmental support and the adoption of green logistics practices, is crucial for enhancing the social sustainability of the logistics industry.

These results have important implications for policymakers, logistics companies, and supply chain stakeholders, underscoring the need for collaborative efforts to promote sustainable logistics practices and foster positive social impact within the industry.

5. DISCUSSION

The present study employed Structural Equation Modeling (SEM) to investigate the interplay between green logistics practices, social sustainability, and government policy within the logistics industry. The findings provide valuable insights into the complex relationships among these key constructs and offer important theoretical and practical implications.

5.1 Theoretical Implications

The results of this study contribute to the existing literature on sustainable logistics management by elucidating the mechanisms through which green logistics practices and government policies influence social sustainability outcomes. The strong support for the hypothesized relationships suggests

that a holistic approach, integrating both organizational practices and governmental initiatives, is crucial for enhancing the social sustainability of logistics operations.

The positive and significant relationship between green logistics practices and social sustainability outcomes aligns with the growing body of research emphasizing the importance of environmental stewardship and operational efficiency in driving positive societal impacts (Khan, 2019). This finding underscores the notion that the adoption of green logistics practices, such as environmental enhancement, operational efficiency, and holistic sustainability, can lead to tangible improvements in worker well-being, community engagement, and ethical practices within the logistics industry.

Moreover, the study's results highlight the pivotal role of government policies in promoting the adoption of green logistics practices and, consequently, enhancing social sustainability. The positive relationship between government policies and green logistics practices corroborates the existing literature on the effectiveness of policy instruments, such as incentives, regulations, and infrastructure development, in driving sustainable logistics initiatives (Evangelista et al., 2018). This finding contributes to the understanding of how strategic government interventions can serve as a catalyst for the transition towards more sustainable and socially responsible logistics operations.

The analysis revealed a positive and significant relationship between government policies and the adoption of green logistics practices ($\beta = 0.794$, $p < .001$). This finding underscores the pivotal role of government support in driving the transition towards environmentally friendly logistics operations.

More specifically, the results suggest that government policies in the form of incentives, regulations, and infrastructure development can effectively promote the adoption of green logistics practices among companies in the logistics sector.

5.2 Practical Implications

The findings of this study offer important insights for policymakers, logistics companies, and supply chain stakeholders. The empirical evidence suggests that a collaborative approach, involving both governmental support and the adoption of green logistics practices, is crucial for improving the social sustainability of the logistics industry.

For policymakers, the results underscore the need to develop and implement a comprehensive set of policy instruments that incentivize, regulate, and support the adoption of green logistics practices among logistics companies. Effective policy measures, such as tax incentives, environmental regulations, and investments in sustainable logistics infrastructure, can serve as powerful levers in driving the industry towards more socially responsible operations.

1) Role of Government Incentives:

Government incentives, such as tax credits, subsidies, or low-interest loans, can encourage logistics companies to invest in green technologies and infrastructure. These incentives can help offset the initial capital costs associated with transitioning to more sustainable practices, such as acquiring energy-efficient vehicles, implementing route optimization software, or building eco-friendly warehouses.

2) Role of Government Regulations:

Regulations play a crucial role in setting mandatory standards and creating a level playing field for sustainable logistics practices. Government policies can mandate emissions targets, impose limits on noise and air pollution levels, or require companies to adopt circular economy principles in

their operations. Stringent regulations can act as a driving force, compelling logistics companies to innovate and adopt greener practices to comply with environmental standards.

3) Role of Infrastructure Development:

Government investments in sustainable infrastructure can facilitate the smooth adoption of green logistics practices. For instance, developing alternative fuel infrastructure, such as electric vehicle charging stations or hydrogen refueling stations, can enable logistics companies to transition their fleets to cleaner transportation options. Additionally, investments in intermodal transportation hubs and efficient logistics networks can optimize supply chain operations, reducing overall environmental impacts.

Logistics companies, on the other hand, should recognize the strategic importance of aligning their operations with green logistics practices. By embracing environmental enhancement, operational efficiency, and holistic sustainability, these companies can not only contribute to improved social outcomes but also enhance their competitiveness and reputation within the industry.

Furthermore, the findings highlight the importance of cross-stakeholder collaboration and engagement. Supply chain partners, community organizations, and other relevant stakeholders should work closely with logistics companies and policymakers to identify and address the social challenges faced by the industry. This collaborative approach can facilitate the development of tailored solutions and foster a shared commitment to sustainable and socially responsible logistics practices.

5.3 Limitations and Future Research

While the present study provides valuable insights, it is not without limitations. The research was conducted in a specific geographical context, and the generalizability of the findings to other regions or industries may be limited. Future studies could expand the scope of the investigation to different countries or sectors, allowing for more comprehensive understanding of the interplay between green logistics, social sustainability, and government policy.

Additionally, this study focused on the direct relationships between the key constructs. Future research could explore the potential mediating or moderating mechanisms that may further elucidate the complex dynamics within the logistics industry. Investigating the role of organizational culture, leadership, or stakeholder engagement, for instance, may offer additional insights into the pathways through which green logistics practices and government policies influence social sustainability outcomes.

6. CONCLUSIONS

The study's findings emphasize the need for a collaborative and multifaceted approach involving both government support and organizational commitment to green logistics practices. Governments can leverage a combination of incentives, regulations, and infrastructure development to create an enabling environment that encourages and supports the logistics industry's transition towards environmental and social sustainability.

By providing financial incentives, logistics companies can overcome the initial barriers to adopting green practices, while regulations ensure a minimum level of compliance and accountability. Simultaneously, investments in sustainable infrastructure address logistical challenges and facilitate the seamless integration of green technologies and processes within the industry.

Ultimately, a synergistic effort between policymakers and logistics companies is crucial for fostering a sustainable and socially responsible logistics sector. Governments play a vital role in catalyzing this

transformation by implementing supportive policies and creating an environment conducive to the adoption of green logistics practices, which in turn can contribute to improved social sustainability outcomes.

REFERENCES

Adhikari, S., & Ozarska, B. (2018). Minimizing environmental impacts of timber products through the production process "From Sawmill to Final Products". *Environmental Systems Research, 7*(1), 6.

Bentler, P. M., & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological bulletin, 88*(3), 588.

Bollen, K. A. (1989). *Structural equations with latent variables (Vol. 210)*. John Wiley & Sons.

Browne, M. W., & Cudeck, R. (1992). *Alternative ways of assessing model fit. Sociological methods & research, 21*(2), 230-258.

Cheng, Y., Masukujjaman, M., Sobhani, F. A., Hamayun, M., & Alam, S. S. (2023). Green logistics, green human capital, and circular economy: the mediating role of sustainable production. *Sustainability, 15*(2), 1045.

Corlu, C. G., de la Torre, R., Serrano-Hernandez, A., Juan, A. A., & Faulin, J. (2020). Optimizing energy consumption in transportation: Literature review, insights, and research opportunities. *Energies, 13*(5), 1115.

Dong, Y., & Yang, T. (2022). Evolutionary game analysis of promoting the development of green logistics under government regulation. *JUSTC, 52*(9), 4-1-4-13.

Du, Y., Ge, Y., & Chang, J. (2022). Global strategies to minimize environmental impacts of ruminant production. *Annual Review of Animal Biosciences, 10*, 227-240.

Evangelista, P., Santoro, L., & Thomas, A. (2018). Environmental sustainability in third-party logistics service providers: A systematic literature review from 2000–2016. *Sustainability, 10*(5), 1627.

Fei, Y., Zhou, G., Chen, B., & Jia, Y. (2021). Resource allocation optimization in incentive policies on green supply chain. *Journal of Statistics and Management Systems, 24*(6), 1323-1338.

González-Briones, A., Prieto, J., De La Prieta, F., Herrera-Viedma, E., & Corchado, J. M. (2018). Energy optimization using a case-based reasoning strategy. *Sensors, 18*(3), 865.

Hashmi, R. (2023). Business Performance Through Government Policies, Green Purchasing, and Reverse Logistics: Business Performance and Green Supply Chain Practices. *South Asian Journal of Operations and Logistics, 2*(1), 1-10.

Hu, L. t., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal, 6*(1), 1-55.

Jayarathna, C. P., Agdas, D., & Dawes, L. (2023). Exploring sustainable logistics practices toward a circular economy: A value creation perspective. *Business Strategy and the environment, 32*(1), 704-720.

Kalubanga, M., & Mbekeka, W. (2023). Compliance with government and firm's own policy, reverse logistics practices and firm environmental performance. International Journal of Productivity and Performance Management, ahead-of-print(ahead-of-print).

Khan, S. A. R. (2019). *The Effect of Green logistics on Economic growth, Social and Environmental sustainability: An Empirical study of Developing countries in Asia*.

Khan, S. A. R., & Zhang, Y. (2021). Development of green logistics and circular economy theory. *2020 3rd International Seminar on Education Research and Social Science (ISERSS 2020)*.

Klumpp, M. (2016). To green or not to green: a political, economic and social analysis for the past failure of green logistics. *Sustainability, 8*(5), 441.

Larson, P. D. (2021). Relationships between logistics performance and aspects of sustainability: A cross-country analysis. *Sustainability, 13*(2), 623.

Leal Filho, W., Salvia, A. L., Vasconcelos, C. R. P., Anholon, R., Rampasso, I. S., Eustachio, J. H. P. P., Liakh, O., Dinis, M. A. P., Olpoc, R. C., & Bandanaa, J. (2022). Barriers to institutional social sustainability. *Sustainability Science, 17*(6), 2615-2630.

Leung, T. C. H., Guan, J., & Lau, Y.-Y. (2023). Exploring environmental sustainability and green management practices: evidence from logistics service providers. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal, 14*(3), 461-489.

Li, X., Sohail, S., Majeed, M. T., & Ahmad, W. (2021). Green logistics, economic growth, and environmental quality: evidence from one belt and road initiative economies. *Environmental Science and Pollution Research, 28,* 30664-30674.

Limon, M. R., Vallente, J. P. C., & Corales, N. C. T. (2020). Solid waste management beliefs and practices in rural households towards sustainable development and pro-environmental citizenship. *Global Journal of Environmental Science and Management, 6*(4), 441-456.

Ma, F., Zhang, H., Cao, H., & Hon, K. (2017). An energy consumption optimization strategy for CNC milling. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 90,* 1715-1726.

Martins, V. W. B., Anholon, R., Quelhas, O. L. G., & Leal Filho, W. (2023). Roadmap to enhance the insertion of social sustainability in logistics systems. *International Journal of Productivity and Performance Management, 72*(10), 2838-2858. https://doi.org/10.1108/IJPPM-03-2022-0132

Maurya, A. M., Padval, B., Kumar, M., & Pant, A. (2023). To Study and Explore the Adoption of Green Logistic Practices and Performance in Manufacturing Industries in India. *Management, 1*(2), 207-232.

McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A., & Piecyk, M. (2015). *Green logistics: Improving the environmental sustainability of logistics*. Kogan Page Publishers.

Mejías, A. M., Paz, E., & Pardo, J. E. (2016). Efficiency and sustainability through the best practices in the logistics social responsibility framework. *International Journal of Operations & Production Management, 36*(2), 164-199.

Mohammed, M., Shafiq, N., Al-Mekhlafi, A.-B. A., Rashed, E. F., Khalil, M. H., Zawawi, N. A., Muhammad, A., & Sadis, A. M. (2022). The mediating role of policy-related factors in the relationship between practice of waste generation and sustainable construction waste minimisation: PLS-SEM. *Sustainability, 14*(2), 656.

Musau, E. G. (2023). Green Logistics and Transport Processes: Mitigating the Sixth Extinction. In *Z. Fields (Ed.), Multidisciplinary Approaches in AI, Creativity, Innovation, and Green Collaboration* (pp. 252-274). IGI Global. https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6366-6.ch013

Patra, P. K. (2018). Green logistics: Eco-friendly measure in supply-chain. *Management Insight, 14*(1), 65-71.

Piecyk, M. I., & Björklund, M. (2015). Logistics service providers and corporate social responsibility: sustainability reporting in the logistics industry. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, 45*(5), 459-485.

Pradeep, A., & Alisherova, Z. (2023, 9-10 March 2023). Green Logistics and E-commerce. *2023 International Conference on Computational Intelligence and Knowledge Economy (ICCIKE)*.

Prataviera, L. B., Creazza, A., & Perotti, S. (2023). A call to action: a stakeholder analysis of green logistics practices. The international journal of logistics management, 35(3), 979-1008.

Prieto, L., Amin, M. R., & Canatay, A. (2022). Examining social sustainability in organizations. *Sustainability, 14*(19), 12111.

Rasheed, T. (2022). Supply chain sustainability through green practices in manufacturing: a case study from Pakistan: supply chain sustainability. *South Asian Journal of Operations and Logistics, 1*(1), 57-71.

Reyna-Castillo, M., Vera Martínez, P. S., Farah-Simón, L., & Simón, N. (2023). Social sustainability orientation and supply chain performance in Mexico, Colombia and Chile: a social-resource-based view (SRBV). *Sustainability, 15*(4), 3751.

Shi, W., Zhang, M., Wang, N., & Jiang, B. (2022). Green Logistics. In *Enterprises' Green Growth Model and Value Chain Reconstruction: Theory and Method* (pp. 271-302). Springer Nature Singapore.

Tianqi, L., Pertheban, T. R., & Gao, X. (2023). *Driving Environmental Sustainability and Supply Chain Competitiveness through Green Logistics Management*.

Usmani, Z., Sharma, M., Awasthi, A. K., Sivakumar, N., Lukk, T., Pecoraro, L., Thakur, V. K., Roberts, D., Newbold, J., & Gupta, V. K. (2021). Bioprocessing of waste biomass for sustainable product development and minimizing environmental impact. *Bioresource Technology*, *322*, 124548.

Journal of Logistics and Digital Supply Chain

Improving efficiency in inventory management of the procurement agencies of Bhutan

Leki Jungney*, Patchanee Patitad

Faculty of the Logistics and Digital Supply Chain, Meaung, Thapo, Phitsanulok, 65000, Naresuan University, Thailand
*Corresponding author E-mail: lekij65@nu.ac.th/lekeyes999@gmail.com

Abstract

Nowadays, technology plays an increasingly vital role in solving problems in industry. Emerging technology improves a company's performance, thereby increasing the competitiveness of the organization. Bhutan is one of the developing countries that intends to apply technology in many sectors. A procuring agency in Bhutan is a primary sector responsible for the procurement of goods and services for the entire nation. Not only procurement but also inventory management is handled centrally by the agency. All inventory processes are manual operations, leading to time-consuming tasks and data errors in inventory management. This study aims to improve the efficiency of the procuring agency in Bhutan in terms of inventory management by implementing warehouse handling equipment such as a span track and an electric hand pallet jack, as well as technology devices such as radio frequency identification. To illustrate the flow of processes and compare the current processes with the proposed processes, a value stream mapping tool is employed. The inventory processes are identified as value-added activity (VA), non-value-added activity (NVA), and necessary non-value-added activity (NNVA). Using this tool, waste in the value stream can be determined, and new processes can be proposed to reduce waste. As a result, total working time is reduced by 27 %, and the VA percentage is increased by 8.36 %. Utilizing technology in the procuring agency helps in accuracy and efficiency in the field.

Keywords: Inventory management, Value stream mapping method, Information technology, Radio frequency identification, Sustainability, Governance

Received: April 2, 2024; Revised: May 5, 2024; Accepted: May 7, 2024

1. INTRODUCTION

Over the years, information technology has enabled businesses to foster global connectivity and facilitate changes in agriculture, healthcare, education, finance, and manufacturing. Information technology is the field of computer systems, software, programming languages, data, and information sharing. Information technology devices radio frequency identifications (RFID) are applied in the inventory management process. RFID is one of the best and most enabling technology machines to be used in the inventory management process, comparatively. It is crucial for reducing working time, saving costs, and minimizing waste due to excess inventory and surplus (Rubel, 2021; Schwartz et al., 2021). Additionally, it also plays a vital role in determining the buyer-vendor coordination for replenishment decisions in real retail stores, helping to save time and money (Chiralaksanakul & Sukhotu, 2016). RFID can replace a manual inventory processing system with a computerized inventory system. It makes the inventory process more efficient by reducing working time and increasing accuracy (Erlangga, Yunita, & Satriana, 2022). The study was carried out through data collection by the agencies. The procuring agencies in Bhutan refer to where the procurement of goods, works, and services for the agency and the inventory operations are carried out centrally. All the procurement and management of inventory are monitored and handled by the agencies. The warehouse is the storage facility where the different types of electrical hardware, computers, equipment, stationery, cartridges, and other machinery equipment are stored, and those things were purchased by the procurement office of the agencies on a fiscal year basis. Currently, the inventory management process is paper-based, from receiving goods to issuing them to end users. Paper-based inventory has inaccuracies in data, inefficiencies in the services, and a time-consuming, and inaccurate reporting system (Rubel, 2021). To solve this issue, RFID is applied and it also, enables them to identify, measure, and allocate environmental and social costs; and also, provides managers with strategies and techniques for managing performance across the three dimensions (Onyali, 2014). Further, the value-added activities, non-added activities, and necessary non-value-added activities of the inventory are identified to ensure their impactful alteration during the implementations.

This research aims and objectives are the quantitative study of the current inventory management process of procuring agencies. The data details include process, information, staff, time, and product flow using the value streaming mapping method, which was then further analyzed. The study aims to assess the value of each activity and inefficiencies in terms of data, time, and cost in the current inventory process via the Value Stream Mapping (VSM) tool. The VA, NVA, and NNVA will be identified. Then the new inventory process is proposed based on RFID technology. With the new process, non-value-added activities should be eliminated, leading to increased efficiency in inventory management for the study.

2. LITERATURE REVIEW

RFID is a system used to track objects, people, or animals using tags that respond to radio waves (Kaur & Sengupta, 2016). RFID tags are integrated circuits that include a small antenna. It is a technology that uses radio waves to passively identify a tagged object. It is used in several commercial and industrial applications, from tracking items along a supply chain to keeping track. Radiofrequency identification tagging reads the most crucial package in the shipment to be opened first at the delivery point, and this technology saves time and improves productivity efficiency (Tao, Fan, Lai, & Li, 2017). The study revealed that organizations' adoption of information and communication technology in inventory management improved inventory capacity through continuous transaction processing, access to information from a centralized database, and enhanced productivity and efficiency across all departments. The tool facilitated checks and balances on all inventory transactions (Dhodi, 2018).The

VSM is an important breakthrough for the traditional value stream applied to the field of procurement management in manufacturing companies and organizations. The ability targets include the following:

1. Reduce the workload of purchasing managers, and
2. Establish a more complete system of scrapping and canceling stocks.

The VSM method has been widely applied in different areas effectively in the procurement process consideration in the public sector (Swilley, Hofacker, & Lamont, 2012). The inventory management flow was analyzed based on time and cost. Following this analysis, an information data inventory system program was developed to decrease overall handling time. This customized program enables users to specify the inventory's position in the warehouse, as well as its storage duration, thereby enhancing the circulation of inventory items (Chao, 2015). The benefits and changes of information technology have not been identified in the 1980s and 1990s in productivity or service improvement. However, gradually, in recent years, researchers have found and proved that it is helpful in the immediate measures, calculation of the consumer surplus, and economic growth of firms (Salahshour Rad, Nilashi, & Mohamed Dahlan, 2018). Technology like RFID helps in the process of collaboration and exchange of information for the material components with the supply chain and is also feasible in the integration of the project management system if you work properly and effectively (Kasim, Shamsuddin, Zainal, & Kamarudin, 2012). The objective was to identify areas for enhancing operational efficiency and to devise strategies for improving warehouse and inventory management (Giorgi & Lily, 2020). RFID technologies have the potential to enhance supply chain management by reducing inventory losses, increasing process efficiency and speed, and improving information accuracy (Sarac, Absi, & Dauzère-Pérès, 2010). The inefficient inventory management is primarily influenced by the unintegrated company's information system and the absence of qualified human resources (Islam, Pulungan, & Rochim, 2019). Conceptually, the review of articles, books, and journals was carried out based on the topic of studying the current inventory process using the VSM method and proposing a new RFID-based inventory process. The review also took further into how efficiency can be improved with the integration of technology in inventory management and further compared the process to know the effectiveness and improvement in terms of time, cost, process, and activities through related literature reviews. For the efficient management of inventory from receipt to issuance, each process comprises specific sub-process activities aimed at maintaining accuracy and organization throughout the inventory lifecycle (Anusha, Praveen Kumar, Lakshmi, & Kumar, 2023). It determines the VA, NVA, and NNVA of the process as disclosed below;

Value-added activities (VA) are those that directly contribute to the creation of value for the customer or end-user. These activities enhance the product or service in a way that the customer is willing to pay for. By focusing on VA and eliminating or minimizing non-value-added activities, organizations can enhance competitiveness, increase profitability, and build stronger relationships with customers. Efficiently allocating resources to VA is essential for achieving sustainable growth and long-term success.

Non-value-added activities (NVA) are tasks or processes that do not directly contribute to the creation of value for the customer or end-user. Identifying and minimizing these activities is essential for improving efficiency, reducing waste, and optimizing resource utilization. The identifying and eliminating or reducing NVA, organizations can streamline operations, improve productivity, lower costs, and enhance customer satisfaction. This allows resources to be redirected toward value-added activities that directly contribute to meeting customer needs and achieving organizational goals.

Necessary non-value-added activities (NNVA) refer to tasks or processes that are required for various reasons but do not directly contribute to the creation of value for the customer or end-user. Despite not adding value in themselves, these activities are essential for compliance, safety, or

operational reasons. While these activities may not directly add value to the product or service, they are essential for maintaining compliance, quality standards, and operational integrity. Therefore, they are considered necessary NNVA that organizations must perform to ensure smooth operations and mitigate risks.

3. CASE STUDY AND RESULTS

The study was carried out using the questionnaire specifically by eight experts about the procurement agency where the procurement of the goods, works, and services were carried out, and the inventory operations of all the procurement and management of inventory as monitored and handled. This research focuses on applying RFID to reduce time and eliminate the waste through VSM method of the inventory process. This research study covers the case study of the inventory current management process in the agency.

Study the current inventory management process

The inventory management system comprises four main processes: Receiving, Recording, Stocking, and Issuing. The detail process is as exemplified;

1. **Receiving Process**: Involves accepting goods delivered to the purchaser's premises from the delivery van, including unloading goods, verifying their condition, and documenting their receipt.
2. **Recording Process**: Focuses on inspecting and recording received goods through documentation, including checking against purchase orders, recording quantities and details, and updating inventory records.
3. **Stocking Process**: This involves moving goods to storage and performing necessary activities originating from the receiving process, such as transporting them to storage areas, placing them in designated locations, and organizing inventory within the warehouse.
4. **Issuing Process**: This entails providing goods to end users with proper documentation, including retrieving goods from stock, documenting issuance, and delivering goods to end users.

Efficiently managing these activities is crucial for optimizing overall productivity and maintaining the organization's reputation and credibility. The current inventory process using VSM studied process flow, staff involved, and time flow as illustrated by Figure 1;

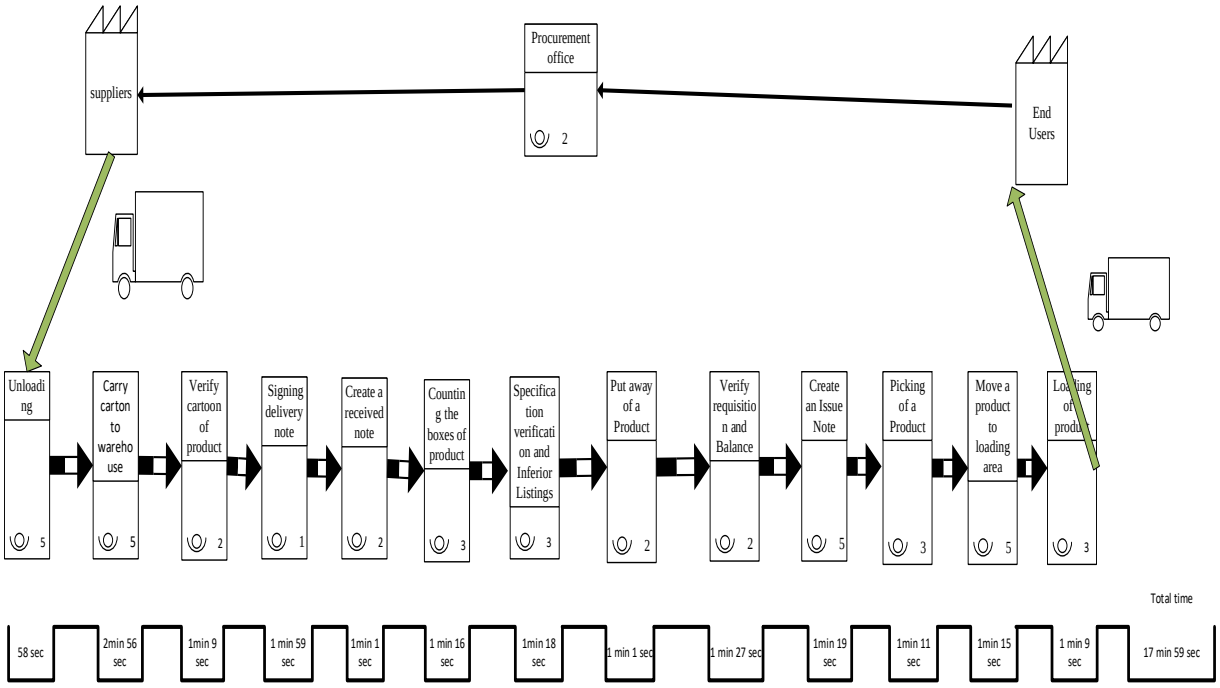


Figure 1 The current data integrated VSM of the inventory process

The four main activities were then broken down into different sub-activities along the VSM process for efficiency and to have accurate data for the study, as shown below:

1. Unloading: the activity where goods are unloaded at the premises of the purchaser and delivery point.
2. Carry a carton of a product to the warehouse. The carton is carried to the warehouse at the unloading site.
3. Verify cartons of product: The packages and cartons are verified and counted inside the warehouse.
4. Signing the delivery note: The purchaser manager ensures the receipt of the goods from the supplier.
5. Create a received note: The details of goods received with quantity, rate, and amount of product are maintained.
6. Counting the boxes of products: The counting of the boxes of products and sorting based on their category.
7. Specification verification and inferior listings: listing the product that is not as mandated in the specification and has defects, and following up with the suppliers.
8. Put away a product: The stocking process of the product in the warehouse includes segregation and stagging.
9. Verify the requisition and balance: seeing the stock balance details in the stock ledger and verifying quantity and type of product requirements by end users in the requisition.
10. Create an issue note: The goods details, including the serial number, type of product, and quantity, are mentioned and signed by both parties.
11. Picking of product: The taking and picking of product from the purchaser's premises by the end users from the warehouse.
12. Move to the loading area: The movement of the product to the area where the goods are loaded.
13. Loading: The putting up of the product in the truck for the end user delivery.

Table 1 The activities in the current inventory process

SL. no	Activities	Time (Min)	Activity Type
1	Unloading	0:58	VA
2	Carry carton of product to the warehouse	2:56	NNVA
3	Verify cartons of the product	1:09	NNVA
4	Sign the delivery note	1:59	NVA
5	Create the received note	1:01	NVA
6	Counting the boxes of the product	1:16	NNVA
7	Specification verification and inferior listing	1:18	NNVA
8	Put away a product	1:01	VA
9	Verify requisition and balance	1:27	NNVA
10	Create an issue note	1:19	NNVA
11	Picking of a product	1:11	VA
12	Move a product to the loading area	1:15	NNVA
13	Loading of product	1:09	VA

VA: Value-added activities, **NVA:** Non-value-added activities, **NNVA:** Necessary but non-value-added activities

These classifications help identify where value is added to the process, where tasks are necessary but don't directly add value, and where activities could potentially be optimized or eliminated to improve efficiency. Based on the information provided, out of the 13 sub-activities, 4 are considered VA, 2 are NVA, and 7 are NNVA. As illustrated in Figure 1, the total cycle time in the current VSM is 17 minutes and 59 seconds in the current inventory management process, and the total required in the scenario is 41 staff.

Percentage of Value-Added Time= (Total Time/Value-Added Time) ×100

$$Given:$$

- $Value - Added\ Time\ =\ 4\ minutes\ 19\ seconds$
- $Total\ Time\ =\ 17\ minutes\ 59\ \ seconds$

$$First,\ convert\ all\ times\ to\ seconds\ for\ easier\ calculation.$$

$Value - Added\ Time$: $4\ minutes \times 60 + 54\ seconds = 4 \times 60 + 19 = 259$ seconds

$$Total\ Time:\ 17\ minutes \times 60 + 59\ seconds = 17 \times 60 + 59 = 1079\ seconds$$

$$Percentage\ of\ Value - Added\ Time = \left(\frac{259}{1079}\right) \times 100 \approx 24.00\ \%$$

The application of radio-frequency identification (RFID) technology

RFID is applicable in the inventory management process, specifically after the purchasing process. Here's a breakdown of the process, as proven below:

1. RFID in Inventory Management: RFID technology is utilized to monitor, track, and trace items within the warehouse after they have been purchased. By employing RFID, the cycle time is

reduced, leading to improved efficiency in management and increased accuracy in data tracking.

2. Effectiveness and Efficiency: The implementation of RFID technology results in faster progress in effectiveness and efficiency within the inventory management process. This improvement extends to accountability and tranquility, as the accuracy of data reporting is enhanced.
3. Illustration of New Inventory Process: The study suggests that the new inventory process for future scenarios can be depicted using Value Stream Mapping (VSM), as shown in Figure 2. VSM is a method used to visualize and analyze the flow of materials and information within a process. By incorporating RFID technology into VSM, the efficiency and effectiveness of the inventory management process can be illustrated and optimized.

Overall, the study highlights the transformative impact of RFID technology on inventory management processes, emphasizing improvements in efficiency, accuracy, and accountability. The use of RFID and VSM methods also helps to visualize and optimize the new inventory process, enabling organizations to streamline operations and enhance overall performance.

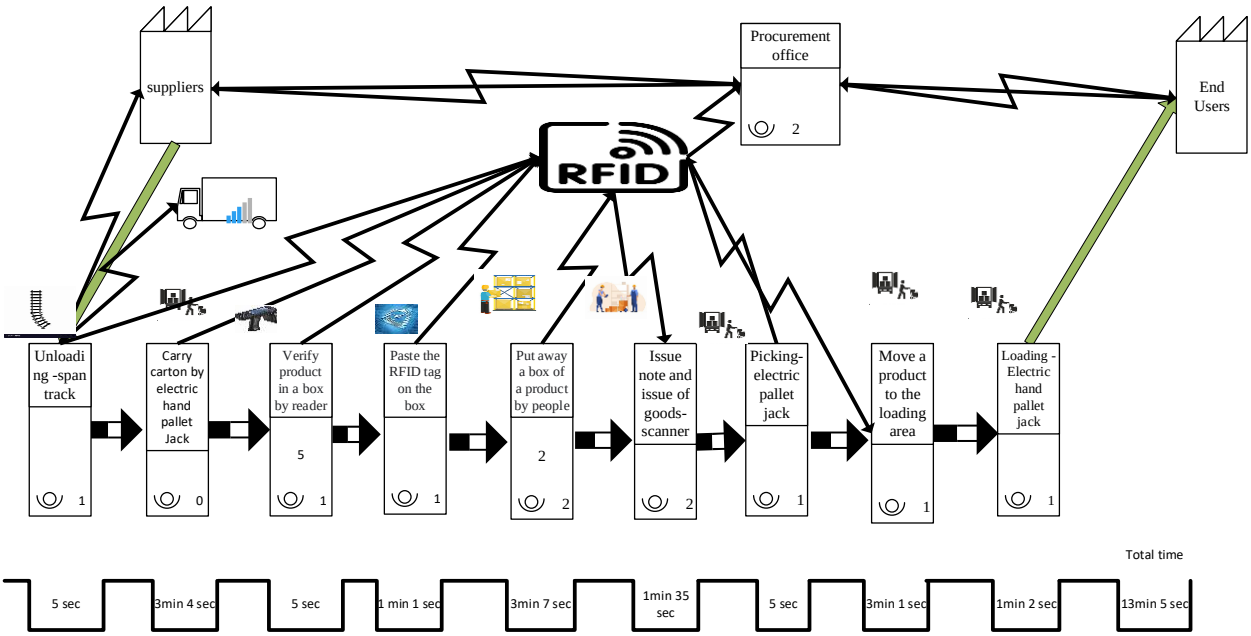


Figure 2 New value stream mapping process

Each step in the new process describes a specific task or action taken during the process of receiving, storing, and dispatching goods.

1. Unloading with Span track: Goods are unloaded at the purchaser's premises and delivery point using a span track, which is likely a type of equipment or system for efficient unloading.
2. Carry two cartons of product to the warehouse by electric hand pallet jack: Using an electric hand pallet jack, the goods are transported from the unloading site to the warehouse or storage area.
3. Verification of a product by a reader: Packages and cartons are verified and counted inside the warehouse using an RFID reader, ensuring accuracy in inventory management.
4. Paste RFID tag on the box: RFID tags are manually applied to the products in the warehouse, likely to enable tracking and identification throughout the supply chain.
5. Put away a box of product by people: Employees or warehouse staff handle the stocking process of products in the stores, including staging and segregation to ensure efficient storage and retrieval.

6. Create issue note and issue of goods: A formal document, such as an issue note, is generated to record the issuance of goods, including details such as quantity, rate, and amount. This helps in maintaining accurate records of transactions.
7. Picking by electric pallet jack: End users pick products from the purchaser's premises using an electric pallet jack, presumably for further distribution or usage.
8. Move a product to the loading area: Using an electric hand pallet jack, products are transported from their storage location to the loading area in preparation for dispatch.
9. Loading by electric hand pallet jack: Goods are loaded onto trucks using a jack, likely a span track, for transportation to the end user or final destination.

The improvement process

These steps collectively represent a sequence of actions involved in the logistics process, ensuring the efficient movement and handling of goods from receipt to dispatch. The integration of RFID components, such as authorization tags, readers, and scanners, into every process within the VSM process, has led to significant improvements in inventory management efficiency. Here's a breakdown of the key points:

1. Integration of RFID Components: Authorization tags, readers, and scanners are integrated into every stage of the inventory management process. This integration allows for real-time tracking and monitoring of items, improving overall visibility and control.
2. Efficiency Improvements: By utilizing RFID technology, the VSM process has been streamlined, resulting in a reduced total time of 6 minutes and 4 seconds. This represents a significant improvement from the previous process, which took 22 minutes and 39 seconds.
3. Staff Requirements: The implementation of RFID technology has also reduced the total staff requirement to 18 individuals. This reduction in staffing suggests increased efficiency and potentially lower labor costs.
4. Further Improvements: The incorporation of RFID components into the VSM process is expected to lead to further improvements in inventory management. This may include enhanced accuracy, faster processing times, and improved overall process integration.

Table 2 The value-added and non-value-added activities of the new process

SL. no	Activities	Time (Min)	Activity Type
1	Unloading using span track	0:05	VA
2	Carry cartons to the warehouse by Electric hand pallet Jack	3:04	NNVA
3	Verify the product in cartons in the box by the reader	0:05	NNVA
4	Paste the RFID tag on the box	1:01	NNVA
5	Put away a product by people	3:07	VA
6	Create Issue Notes and Issue the goods	1:35	NNVA
7	Picking of the product by Electric and pallet jack	0:05	NVA
8	Move the product to the loading area	3:01	NNVA
9	Loading span track and electric hand pallet jack	1:02	VA

VA: Value-added activities, **NVA:** Non-value-added activities, **NNVA:** Necessary but non-value-added activities.

Comprehensively, the integration of RFID technology into the inventory management process has proven to be highly beneficial, resulting in significant efficiency gains and improved overall

performance. This demonstrates the importance of leveraging technology to optimize business processes and achieve operational excellence. The non-values and values were again illustrated for the new process as well as for portraying efficiency values in terms of percentages.

In the new inventory management process, there are a total of nine activities. Out of these, 3 activities are deemed VA, one is classified as NVA, and 5 are considered NNVA to the process. Figure 2 shows the new VSM process, with a total cycle time of 13 minutes and 5 seconds and staff involved in the process totaling 11.

$$\boldsymbol{Percentage\ of\ Value-Added\ Time} = (Total\ TimeValue - Added\ Time) \times 100$$

$$Given:$$

- $Value - Added\ Time\ =\ 4\ minutes\ 14\ seconds$
- $Total\ Time\ =\ 13\ minutes\ \ 5\ seconds$

$$First,\ convert\ all\ times\ to\ seconds\ for\ easier\ calculation.$$

$$Value - Added\ Time\colon\ 4\ minutes \times 60 + 14\ seconds = 4 \times 60 + 14 = 254\ seconds$$

$$Total\ Time\colon\ 13\ minutes \times 60 + 5\ seconds = 13 \times 60 + 5 = 785\ seconds$$

$$= (254/785) \times 100 \approx 32.36\ \%$$

Comparison of the current VSM and the new VSM of the inventory process

As illustrated in Figure 1, the total cycle time in the current VSM is 17 minutes and 59 seconds in the current inventory management process, and the total required in the scenario is 41 staff. Figure 2 depicts the new VSM process, which has a cycle time of 13 minutes and 5 seconds and a total of 11 staff members. To compare the time efficiencies and staff percentage differences between the current and new inventory management processes, it's calculated the time efficiency improvement and the percentage difference in staff requirements. To calculate the percentages of time reduction and efficiency between the current and new inventory management processes, we'll use the following formulas:

1. $Percentage\ of\ Time\ Reduction$:

$$Reduction\ in\ Cycle\ Time = \frac{Current\ Cycle\ Time - New\ Cycle\ time}{Current\ cycle\ time}$$

$$= \frac{(17\ minutes\ and\ 59\ \ seconds) - (13\ minutes\ and\ 5\ seconds)}{17\ minutes\ \ 59\ seconds}$$

$$= 0.27\ seconds\ * 100 = 27\%\ of\ time\ reduction.$$

4. DISCUSSION AND CONCLUSION

Technologies like RFID potential to further enhance speed, accuracy, and efficiency while enabling paperless inventory processes. Specifically, the new information technology system decreased the total current processing time from 17 minutes and 59 seconds to 13 minutes and 5 seconds and reduced the required staff from 41 to 11 in the inventory process. In 2017, Tao, the researcher, concluded that the integration of RFID technology in inventory management processes has been shown to enhance efficiency, reduce workload, and save time. Therefore, careful evaluation of time and cost-benefit and prioritization of budget allocations are necessary. This research investigated the effects of integrating IT into inventory management processes within Bhutan's procurement sector. It reveals that adopting IT-based methods significantly reduces both time and staffing requirements compared to traditional approaches. In terms of percentages of efficiency in the value-added activities, it was 24.00 % in the current process and 32.36 % of VA percentages in the new process which has increased the efficiency by 8.36 %.

The study employs the VSM model to identify inefficiencies, streamline operations, and enhance overall effectiveness. Despite the benefits, concerns arise regarding the initial investment's profitability due to high maintenance and operational costs. The researcher found that changes in cost savings because of changes and improvements in process and identified the energy saving now and in the future by VSM method identified and reduction of energy with lean and green manufacturing (Verma & Sharma, 2016). It's true that in the modern era with technological changes, the VSM helps in identifying value, time, and cost. Our findings addressed the identification of waste of time, reduction of staff, and process using the VSM method. This would ensure the accuracy and efficiency of the real-time data of inventory in the stores and warehouses. In 2022, Erlangga also concluded that technology supports monitoring systems maintains the existing stock, and obtains real-time data by using RFID. The findings were valid in that the technology ensures real-time data accuracy and effectiveness.

The research has shown the study of the current inventory process and gaps, and proposed process for improvement and its efficiency in the long run. The findings have implications for budget planning and resource allocation in Bhutan's procurement sector, empowering organizations to make informed decisions about technology investments. Indeed, facilitating training and coordinating efforts to improve IT infrastructure are essential steps in ensuring the successful adoption and utilization of RFID-based inventory systems in agencies as per this research. The research also acknowledges various factors influencing IT performance, including infrastructure, training, organizational culture, and stakeholder collaboration. The security of the RFID devices is a concern as Bhutan doesn’t have independent satellites and depends on other countries like India. Overall, it contributes insights into the benefits and challenges of IT integration in Bhutanese procurement, aiding decision-makers in optimizing processes, resource allocation, and service quality enhancement. If needed for future research it also emphasizes how RFID data can be leveraged for more accurate demand forecasting. By analyzing RFID-tagged inventory movements and customer purchase patterns, researchers can develop predictive models to anticipate future demand trends and optimize inventory levels accordingly and also integrate this study barcoding system.

ACKNOWLEDGMENT

I would like to thank my advisor Assistant Professor Dr. Patchanee Patitad, and the peer review committee members and the editorial board of the faculty of the logistics and Digital supply chain, at Naresuan University, Thailand and could not forget to thank Thailand International Cooperation Agency and Royal government of Bhutan for financial support.

REFERENCES

Anusha, K., Praveen Kumar, V., Lakshmi, K. J., & Kumar, J. M. (2023). The value added and non-value-added activities in hospitals–With reference to outpatient department. *AIP Conference Proceedings*.

Chao, C. K. P. (2015). Process improvement issuing of inventory by using Value Stream Mapping: Case study of the ginger preserved company.

Chiralaksanakul, A., & Sukhotu, V. (2016). An optimal order quantity with shelf-refill trips from backroom for efficient store operations. *Journal of Modelling in Management, 11*(4), 967-984.

Dhodi, M. H. (2018). The effect of information technology on inventory management for the manufacturing companies in Mogadishu. *European Journal of Logistics, Purchasing and Supply Chain Management, 6*(3), 20-29.

Erlangga, S. B., Yunita, A., & Satriana, S. R. (2022). Development of Automatic Real Time Inventory Monitoring System using RFID Technology in Warehouse. JOIV. *International Journal on Informatics Visualization, 6*(3), 636-642.

Giorgi, D., & Lily, P. (2020). Improving efficiency of inventory identification system. *European science review, (1-2)*, 84-88.

Slam, S., Pulungan, A., & Rochim, A. (2019). Inventory management efficiency analysis: A case study of an SME company. Journal of Physics: Conference Series.

Kasim, N., Shamsuddin, A., Zainal, R., & Kamarudin, N. C. (2012). Implementation of RFID technology for real-time materials tracking process in construction projects. *2012 IEEE Colloquium on Humanities, Science and Engineering (CHUSER)*.

Kaur, D., & Sengupta, J. (2016). Survey paper on RFID: radio frequency identification. *International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT), 39*(2), 72-78.

Onyali, C. I. (2014). Triple bottom line accounting and sustainable corporate performance. *Research Journal of Finance and Accounting, 5*(8), 195-209.

Rubel, K. (2021). Increasing the Efficiency and Effectiveness of Inventory Management by Optimizing Supply Chain through Enterprise Resource Planning Technology. *EFFLATOUNIA-Multidisciplinary Journal, 5*(2), 1739-1756.

Salahshour Rad, M., Nilashi, M., & Mohamed Dahlan, H. (2018). Information technology adoption: a review of the literature and classification. *Universal Access in the Information Society, 17*, 361-390.

Sarac, A., Absi, N., & Dauzère-Pérès, S. (2010). A literature review on the impact of RFID technologies on supply chain management. *International journal of production economics, 128*(1), 77-95.

Schwartz, B., Cohen, Z. D., Rubel, J. A., Zimmermann, D., Wittmann, W. W., & Lutz, W. (2021). Personalized treatment selection in routine care: Integrating machine learning and statistical algorithms to recommend cognitive behavioral or psychodynamic therapy. *Psychotherapy Research, 31*(1), 33-51.

Swilley, E., Hofacker, C. F., & Lamont, B. T. (2012). The evolution from e-commerce to m-commerce: pressures, firm capabilities and competitive advantage in strategic decision making. *International Journal of E-Business Research (IJEBR), 8*(1), 1-16.

Tao, F., Fan, T., Lai, K. K., & Li, L. (2017). Impact of RFID technology on inventory control policy. *Journal of the Operational Research Society, 68*, 207-220.

Verma, N., & Sharma, V. (2016). Energy value stream mapping a tool to develop green manufacturing. *Procedia Engineering, 149*, 526-534.

Journal of Logistics and Digital Supply Chain

วิธีแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม เพื่อการจัดตารางเวลาของรถบรรทุกอ้อย

Mixed Integer Linear Programming for Sugarcane Truck Scheduling

พีรญา ธภัทรสุวรรณ[1], วรัทภพ ธภัทรสุวรรณ[1], ศิริกาญจน์ จันทร์สมบัติ[2*]

Peeraya Thapatsuwan[1], Warattapop Thapatsuwan[1], Sirikarn Chansombat[2*]

[1]คณะศิลปศาสตร์และวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน เลขที่ 1 หมู่ 6 ต.กำแพงแสน อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

[2]คณะโลจิสติกส์และดิจิทัลซัพพลายเชน มหาวิทยาลัยนเรศวร เลขที่ 99 หมู่ 9 ต.ท่าโพธิ์ อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

[1]Faculty of Liberal Arts and Science, Kasetsart University (Kamphaeng Saen Campus) 1 Moo 6, Kamphaeng Saen, Nakhon Pathom, Thailand 73140

[2]Faculty of Logistics and Digital Supply Chain, Naresuan University 99 Moo 9, Tha Pho, Mueang Phitsanulok, Phitsanulok, Thailand 65000

*Corresponding author E-mail: sirikarnc@nu.ac.th

บทคัดย่อ

การจัดหาอ้อย ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตน้ำตาล เป็นส่วนที่มีความสำคัญเป็นอย่างมากกับโรงงานน้ำตาล หากอ้อยมีการจัดส่งมายังโรงงานในปริมาณที่มากเกินไป ส่งผลทำให้ต้องจัดเก็บอ้อยเป็นเวลานาน และก่อให้เกิดปัญหาต่อการผลิตมากขึ้นไปด้วย ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างมากในการปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดหาอ้อยเพื่อให้สอดคล้องกับกำลังการผลิตของโรงงาน แบบจำลองทางคณิตศาสตร์การจัดตารางเวลาของรถบรรทุกอ้อยสามารถช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานน้ำตาลได้ งานวิจัยนี้จึงได้ให้ความสำคัญกับปัญหาการจัดตารางเวลาของรถบรรทุกอ้อย ด้วยการใช้ข้อมูลจากโรงงานน้ำตาลเป็นกรณีศึกษา เพื่อหาค่าที่เหมาะสมที่สุดของตารางเวลาและลำดับงานของรถบรรทุกอ้อยเพื่อเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อย วัตถุประสงค์เพื่อทำให้เวลารวมที่เกิดขึ้นต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วย เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูกมายังลานจอด และเวลาที่ใช้ในการลงอ้อยจากรถบรรทุกเพื่อเข้าหีบ งานวิจัยนี้นำเสนอแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) เพื่อแก้ปัญหาการจัด

ตารางเวลารถบรรทุก ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษานี้ พบว่า เวลารวมที่เกิดขึ้นต่ำที่สุด คือ 15,144 นาที ซึ่งแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของตัวแบบที่นำเสนอ และผลลัพธ์ที่ได้สามารถช่วยปรับปรุงโลจิสติกส์ขาเข้าของอ้อยในอุตสาหกรรมน้ำตาลได้

คำสำคัญ : ตัวแบบทางคณิตศาสตร์, การจัดตารางงาน, รถบรรทุก, อ้อย

ได้รับเมื่อ 10 เมษายน 2567; แก้ไขเมื่อ 30 เมษายน 2567; ตอบรับการตีพิมพ์เมื่อ 3 พฤษภาคม 2567

Abstract

Sugarcane supply, as the primary raw material in sugar production, is the most important component for a sugarmill. If an excessive amount of sugarcane is delivered to the factory, it may lead to prolonged storage, resulting in significant yield losses. Thus, it is necessary to synchronize sugarcane intake with milling capacity. Sugarcane truck scheduling mathematical models can improve the efficiency of the sugarcane transportation process. This research focused on addressing the sugarcane truck scheduling problem, using a case study of a sugarmill to optimize the scheduling and sequencing of sugarcane trucks for dump tippler machines. The objective function is to minimize total time in terms of transportation and dumping time. This work presents a Mixed Integer Linear Programming (MILP) model for solving the truck scheduling problem. The results of this study reveal that the minimum total time is 15,144 minutes, demonstrating the potential of the proposed model. The results obtained can help improve the inbound logistics of sugarcane in the sugar industry.

Keywords: Mathematical Model, Scheduling, Truck, Sugarcane

Received: April 10, 2024; Revised: April 30, 2024; Accepted: May 3, 2024

1. บทนำ

อุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของไทย ถือได้ว่ามีส่วนสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศไทยเป็นอย่างมาก เป็นแหล่งสร้างงานและสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรชาวไร่อ้อยมากกว่า 200,000 ราย รวมทั้งแรงงานในภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องอีกกว่า 1 ล้านคน สามารถสร้างรายได้จากการจำหน่ายน้ำตาลทรายทั้งภายในและต่างประเทศได้มากกว่า 1 แสนล้านบาทต่อปี (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย, 2565) ซึ่งถือได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญเป็นอย่างมาก

ระบบห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล สามารถแบ่งกิจกรรมออกเป็น 3 ส่วนหลัก 1) ระบบโลจิสติกส์ขาเข้า (Inbound Logistics) 2) ระบบโลจิสติกส์ภายใน (Internal Logistics) และ 3) ระบบ

โลจิสติกส์ขาออก (Outbound Logistics) หากพิจารณาถึงต้นทุนการผลิต พบว่า ระบบโลจิสติกส์ขาเข้าของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลเป็นส่วนที่มีต้นทุนรวมกว่าร้อยละ 60 ของต้นทุนรวมทั้งหมดในห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาล (นฤนาท ทิพย์นาง, 2566)

สำหรับโลจิสติกส์ขาเข้าของห่วงโซ่อุปทานอ้อยและน้ำตาล เป็นกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับเกษตรกรชาวไร่อ้อยเป็นส่วนมาก เริ่มต้นตั้งแต่การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว และการขนส่งอ้อยเพื่อเข้าสู่โรงงาน สำหรับการเก็บเกี่ยวอ้อยเพื่อจัดส่งเข้าสู่กระบวนการหีบอ้อยเพื่อผลิตเป็นน้ำตาลนั้น จะมีช่วงระยะเวลาการเปิดหีบอ้อยของโรงงานประมาณ 3 เดือน จะอยู่ในช่วงปลายเดือนพฤศจิกายนถึงต้นเดือนเมษายน ในช่วงเวลาดังกล่าวมักประสบปัญหารถบรรทุกอ้อยจอดรอต่อคิวเพื่อนำอ้อยเข้าสู่การหีบเพื่อการผลิตเป็นน้ำตาล บริเวณด้านหน้าโรงงานเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเกษตรกรชาวไร่อ้อยต้องการตัดอ้อยส่งโรงงานให้ทันในช่วงระยะเวลาของการเปิดหีบอ้อยของโรงงาน แต่ด้วยข้อจำกัดด้านกำลังการผลิตของโรงงาน รวมถึงสถานที่จอดรถบรรทุกอ้อยเพื่อรอคิวบริเวณของโรงงานมีอยู่อย่างจำกัด ส่งผลทำให้การจราจรโดยรอบบริเวณโรงงานติดขัด ก่อให้เกิดปัญหาทั้งโรงงานและชาวบ้านในพื้นที่ อีกทั้งการที่รถบรรทุกอ้อยจอดรอคิวเป็นเวลานาน โดยยังไม่ได้นำอ้อยเข้าหีบเพื่อผลิตเป็นน้ำตาลนั้น ส่งผลทำให้ปริมาณซูโครสลดลงด้วย (Robertson, 1996) ซึ่งเป็นผลเสียต่อการผลิตเป็นน้ำตาลอีกด้วย

การจัดตารางเวลาของรถบรรทุกอ้อย ถือว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมากที่จะสามารถช่วยลดปัญหาเวลารอคอยของรถบรรทุกอ้อยบริเวณด้านหน้าโรงงานได้ อีกทั้งยังสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการรถบรรทุกอ้อยให้กับโรงงาน เพื่อให้สามารถมีอ้อยเพื่อเข้าหีบได้อย่างสม่ำเสมอ โดยไม่เกินกำลังการผลิตน้ำตาลของโรงงานได้ ซึ่งปัญหาการจัดตารางเวลารถบรรทุกอ้อย ถือว่าเป็นปัญหาที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน และมีความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นค่อนข้างสูง (ชุลีพร กุศลคุ้ม และคณะ, 2019) ปัจจุบันโรงงานกรณีศึกษายังไม่มีการศึกษาเรื่องของการจัดตารางเวลาให้กับรถบรรทุกอ้อยเพื่อมาจัดส่งอ้อยให้กับทางโรงงาน ทำให้เกิดปัญหาการรอคอยที่ยาวนานดังกล่าวข้างต้น ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาและพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เพื่อการจัดตารางเวลาของรถบรรทุกอ้อย ซึ่งรายละเอียดของบทความนี้ประกอบด้วย วัตถุประสงค์ของการวิจัย การทบทวนวรรณกรรม วิธีดำเนินงานวิจัย ผลการวิจัย สรุปและอภิปรายผล ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เพื่อแก้ปัญหาการจัดตารางเวลาของรถบรรทุกอ้อยเพื่อทำให้เวลารวมที่เกิดขึ้นต่ำที่สุด ประกอบด้วย เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูกมายังลานจอด และเวลาที่ใช้ในการลงอ้อยจากรถบรรทุก

3. ทบทวนวรรณกรรม

ปัญหาการจัดตารางเวลาของรถบรรทุก (Truck Scheduling Problem) เป็นส่วนหนึ่งของปัญหาการบรรทุกและการขนส่ง (Pickup and Delivery Problem: PDP) ซึ่งอยู่ในปัญหาประเภทการจัดเส้นทางยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem) ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายหรือขนย้ายคนหรือสินค้าจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง (Berbeglia, G., Cordeau J. F. and Laporte G., 2010) ปัญหานี้ถือเป็นปัญหาที่มีความยุ่งยาก ซับซ้อน และมีความไม่แน่นอนที่เกิดขึ้นค่อนข้างสูง เนื่องจากมีผู้เกี่ยวข้อง (Stake Holder) หลายภาคส่วน (ชุลีพร กุศลคุ้ม และคณะ, 2019)

มีงานวิจัยหลากหลายที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบการบริหารจัดการห่วงโซ่อุปทานอ้อยและน้ำตาล งานวิจัยของ Zhang R. Yun W. Y. และ Kopfer H. ปี 2010 นำเสนอวิธี Window-partition เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาการจัดตารางเวลาของรถบรรทุก งานวิจัยของปาณิสรา นันดี และคณะ ปี 2561 ได้ทำการศึกษาเพื่อหาจำนวนรถบรรทุกอ้อยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานรถตัดอ้อย เนื่องจากมีการใช้ร่วมกันระหว่างรถบรรทุกกับรถตัดอ้อยอย่างไม่เหมาะสม ด้วยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ งานวิจัยของชุลีพร กุศลคุ้ม และคณะ ในปี 2562 นำเสนอการพัฒนารูปแบบอัลกอริทึมเพื่อจัดตารางรถบรรทุกอ้อยเข้าสู่ดัมพ์เทอ้อยลงรางของโรงงานน้ำตาล งานวิจัยของศรายุทธ แสนแก้ว และคณะ ปี 2564 ได้ประยุกต์ใช้วิธีเมตะฮิวริสติกส์เพื่อช่วยในการจัดสรรรถตัดอ้อยเพื่อให้สามารถรองรับต่อความต้องการของเกษตรกรได้ ด้วยการนำเสนอวิธีการวิวัฒนาการโดยใช้ผลต่าง (Differential Evolution Algorithm) และวิธีการหาค่าเหมาะสมที่สุดด้วยการเคลื่อนที่ของกลุ่มอนุภาค (Particle Swarm Optimization) งานวิจัยของ Jarumaneeroj P. และคณะ ปี 2021 ได้พัฒนาวิธีแบบจำลองหลายวัตถุประสงค์ (Multi-Objective Modelling Approach) เพื่อจัดตารางเวลาในการเก็บเกี่ยวัตถุดิบในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลของไทย ผลลัพธ์ที่ได้ช่วยปรับปรุงโซ่อุปทานน้ำตาลให้ดียิ่งขึ้น และช่วยให้เกษตรกรผู้ปลูกอ้อยสามารถมีรายได้เพิ่มมากขึ้นด้วย สำหรับวิธีการแม่นตรง (Exact Method) อย่างเช่นตัวแบบทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) เป็นวิธีการที่ได้รับความนิยมจากนักวิจัยเป็นอย่างมาก เนื่องจากให้ค่าคำตอบที่เป็นคำตอบที่ดีที่สุด (Best Solution) แต่อย่างไรก็ตามวิธีการแม่นตรงนี้มักถูกนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาที่มีขนาดเล็ก หากปัญหาที่มีขนาดกลางหรือใหญ่ วิธีการนี้จะไม่สามารถหาคำตอบที่ดีที่สุดได้ (Global Optimal) ภายในระยะเวลาการค้นหาที่เหมาะสม (Nanasilp S. and Wisittipanich W., 2020)

4. วิธีดำเนินงานวิจัย

สำหรับวิธีดำเนินงานวิจัยในการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ได้พัฒนาแบบจำลองกำหนดการเชิงเส้นจำนวนเต็มแบบผสม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) เพื่อการจัดตารางเวลาของรถบรรทุกอ้อย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เวลารวมที่เกิดขึ้นต่ำที่สุด ประกอบด้วย เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูกมายังลานจอด และเวลาที่ใช้ในการลงอ้อยจากรถบรรทุก

4.1 ศึกษาปัญหาและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

การศึกษางานวิจัยนี้ได้รับข้อมูลจากโรงงานกรณีศึกษา เป็นโรงงานน้ำตาลแห่งหนึ่ง ซึ่งปัจจุบันประสบปัญหารถบรรทุกอ้อยจอดรอต่อคิวเพื่อนำอ้อยเข้าสู่การหีบเพื่อการผลิตเป็นน้ำตาล ส่งผลทำให้บริเวณด้านหน้าโรงงานมีการจราจรติดขัดเป็นอย่างมากในช่วงระยะเวลาการเปิดหีบอ้อยของโรงงาน ซึ่งมีระยะเวลาประมาณ 3 เดือน เพื่อช่วยลดปัญหาดังกล่าว ทางโรงงานจึงมีแนวคิดในการจัดตารางเวลาของรถบรรทุกอ้อยเพื่อจัดส่งให้กับโรงงาน โดยเริ่มต้นจากเกษตรกรที่เป็นคู่สัญญากับทางโรงงาน เพื่อจัดตารางเวลารถบรรทุกอ้อยที่ถูกเก็บเกี่ยวจากแปลงปลูกจำนวน 4 แห่ง เพื่อจัดส่งมายังลานจอดบริเวณด้านหน้าโรงงาน ข้อมูลจากโรงงานกรณีศึกษา มีรายละเอียดดังนี้ ระยะทางจากแปลงปลูกอ้อยทั้ง 4 แห่ง และปริมาณอ้อยที่สามารถจัดส่งเข้าสู่โรงงานได้ ดังแสดงในตารางที่ 1 โดยรถบรรทุกอ้อยที่ใช้เพื่อไปรับอ้อยจากแปลงปลูกแต่ละแปลง มีทั้งหมด 3 ประเภท ได้แก่ รถหกล้อ รถสิบล้อ และรถพ่วง โดยแปลงปลูกที่ 1 แปลงปลูกที่ 3 และ 4 รถสิบล้อและรถพ่วงสามารถเข้าไปรับอ้อยได้ และสำหรับแปลงปลูกที่ 2 แปลงเดียวเท่านั้นมีรถหกล้อสามารถเข้าไปรับได้เพียงประเภทเดียว ความเร็วในการขนส่งของรถบรรทุกอ้อยแต่ละประเภทกำหนดให้ใช้ คือ 40 กิโลเมตรต่อชั่วโมง รถบรรทุกแต่ละประเภทมีความสามารถในการบรรทุกและใช้ระยะเวลาในการลงอ้อยที่แตกต่างกัน รายละอียดดังแสดงในตารางที่ 2 สำหรับลานจอดสำหรับลงอ้อย มีจำนวนทั้งสิ้น 5 ลานจอด โดยแต่ละลานจอด สามารถรองรับอ้อยและรถบรรทุกอ้อยได้แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ระยะทางและปริมาณอ้อยที่สามารถจัดส่งเข้าสู่โรงงาน

แปลงปลูกที่	ระยะทางจากแปลงปลูกมายังลานจอด (กิโลเมตร)	ปริมาณอ้อยที่สามารถจัดส่งได้ (ตัน)
แปลงปลูกที่ 1	45	5,000
แปลงปลูกที่ 2	5	2,500
แปลงปลูกที่ 3	60	3,000
แปลงปลูกที่ 4	50	3,000

ตารางที่ 2 รายละเอียดรถบรรทุกอ้อยแต่ละประเภท

ประเภทรถบรรทุก	จำนวน (คัน)	ปริมาณที่สามารถบรรทุกได้ (ตัน)	เวลาที่ใช้ในการลงอ้อย (นาที)

รถหกล้อ	15	15	21.2
รถสิบล้อ	5	25	23.5
รถพ่วง	5	50.5	27.5

ตารางที่ 3 ปริมาณอ้อยและประเภทของรถบรรทุกอ้อยที่สามารถรองรับได้ในแต่ละลานจอด

ลานจอดที่	**ปริมาณอ้อยที่สามารถรองรับได้ (ตัน)**	**ประเภทของรถบรรทุกอ้อยที่สามารถเข้าลงอ้อยได้**
ลานจอดที่ 1	2,000	รถสิบล้อและรถพ่วง
ลานจอดที่ 2	2,500	รถสิบล้อและรถพ่วง
ลานจอดที่ 3	2,000	รถหกล้อเท่านั้น
ลานจอดที่ 4	2,500	รถสิบล้อและรถพ่วง
ลานจอดที่ 5	500	รถสิบล้อและรถพ่วง

4.2 การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์

เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งปฐมภูมิและทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยเรียบร้อยแล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้รับนั้นมาพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ โดยตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นมานั้นเป็นตัวแบบที่มีรายละเอียดสอดคล้องกับข้อมูลของโรงงานกรณีศึกษาที่ได้รับ มีรายละเอียดดังนี้

ข้อตกลงเบื้องต้น (Assumptions)

1. รถบรรทุกอ้อยแต่ละประเภท แต่ละคันสามารถจอดเพื่อนำอ้อยลงสู่ลานได้เพียงลานเดียวเท่านั้น

2. เมื่อรถบรรทุกอ้อยถูกเลือกให้จอด ณ ลานจอดใด ๆ แล้วจะต้องลงอ้อยอย่างต่อเนื่อง ไม่สามารถหยุดหรือให้รถคันอื่นมาแทรกได้จนกว่าจะนำอ้อยลงสู่ลานแล้วเสร็จ

3. ปริมาณอ้อยที่ถูกจัดส่งตั้งแต่แปลงปลูกจนมาถึงโรงงาน ไม่มีการสูญหายในระหว่างการขนส่งและสามารถบรรทุกได้เต็มความจุของการบรรทุกในรถแต่ละประเภท

4. กำหนดให้รถบรรทุกอ้อยแต่ละประเภทใช้ความเร็วในการขับขี่เท่ากันทั้งหมด

5. ลานลงอ้อยพร้อมเสมอต่อการลงอ้อย

ดัชนี (Indices)

i คือ หมายเลขของแปลงปลูก โดยที่ i=1,.., m

j คือ หมายเลขของประเภทรถบรรทุกอ้อย โดยที่ j=1,..., n

(1 = รถพ่วง, 2 = รถสิบล้อ และ 3 = รถหกล้อ)

k คือ หมายเลขของลานจอด โดยที่ k=1,..., s

ตัวแปรทราบค่า (Parameters)

m คือ จำนวนแปลงปลูกของเกษตรกรที่เป็นคู่สัญญากับทางโรงงาน

n คือ ประเภทของรถที่ใช้ในการบรรทุกอ้อยทั้งหมด

s คือ จำนวนลานจอดทั้งหมดของโรงงานน้ำตาลพิษณุโลก

D_i คือ ระยะทางจากแปลงปลูก i มายังโรงงาน (กิโลเมตร)

V คือ ความเร็วในการขนส่งของรถบรรทุกอ้อยแต่ละประเภท (กิโลเมตรต่อชั่วโมง)

TT_i คือ เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูก i มายังโรงงาน (นาที)

PT_j คือ เวลาที่ใช้ในการลงอ้อยของรถบรรทุกอ้อยแต่ละประเภทสู่ลาน (นาที)

A_i คือ ปริมาณอ้อยจากแปลงปลูก i ที่สามารถจัดส่งเข้าสู่โรงงาน (ตัน)

Cap_k คือ ปริมาณอ้อยสูงสุดที่แต่ละลานจอด k สามารถรองรับได้ (ตัน)

R_k คือ เวลาที่พร้อมต่อการลงอ้อยของแต่ละลานจอด k (นาที)

F_j คือ เซตของลานจอดที่รถบรรทุกอ้อยประเภท j สามารถจอดเพื่อลงอ้อยได้

F_q คือ เซตของลานจอดที่รถบรรทุกอ้อยประเภท q สามารถจอดเพื่อลงอ้อยได้

W_j คือ ปริมาณที่สามารถบรรทุกได้ของรถแต่ละประเภท j

M คือ จำนวนเต็มบวกที่มีค่ามากที่สุด (Large Positive Number)

ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variables)

Y_{ijk} คือ 1 ถ้ารถบรรทุกอ้อยจากแปลงปลูก i รถประเภท j ถูกเลือกให้ลงอ้อยลานจอด k
0 อื่น ๆ

Y_{pqk} คือ 1 ถ้ารถบรรทุกอ้อยจากแปลงปลูก p รถประเภท q ถูกเลือกให้ลงอ้อยลานจอด k
0 อื่น ๆ

X_{ijpqk} คือ 1 ถ้ารถบรรทุกอ้อยจากแปลงปลูก i รถประเภท j เข้าจอดเพื่อลงอ้อยก่อนรถบรรทุกอ้อยจากแปลงปลูก p รถประเภท q ณ ลานจอด k
0 อื่น ๆ

X_{pqijk} คือ 1 ถ้ารถบรรทุกอ้อยจากแปลงปลูก p รถประเภท q เข้าจอดเพื่อลงอ้อยก่อนรถบรรทุกอ้อยจากแปลงปลูก i รถประเภท j ณ ลานจอด k
0 อื่น ๆ

S_{ijk} คือ เวลาเริ่มต้นของรถบรรทุกอ้อยที่ออกจากแปลง i รถประเภท j มายังลานจอด k

C_{ijk} คือ เวลาเสร็จสิ้นการลงอ้อยของรถบรรทุกอ้อยจากแปลงปลูก i รถประเภท j ลานจอด k

โดยมีรูปแบบของตัวแบบทางคณิตศาสตร์ ดังต่อไปนี้

$$MinZ \quad \sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{s}(TT_i + PT_j)Y_{ijk} \tag{1}$$

เงื่อนไขข้อบังคับ :

$$\sum_{j=1}^{n}\sum_{k=1}^{s} W_j Y_{ijk} \le A_i \qquad \forall i \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{m}\sum_{j=1}^{n} W_j Y_{ijk} \le Cap_k \qquad \forall k \tag{3}$$

$$TT_i = 60(D_i/V) \qquad \forall i \tag{4}$$

$$S_{ijk} \ge R_k Y_{ijk} \qquad \forall i,j,k \tag{5}$$

$$C_{ijk} = S_{ijk} + PT_j Y_{ijk} \qquad \forall i,j,k \tag{6}$$

$$S_{ijk} \ge S_{pqk} + PT_j Y_{pqk} - M \times (1 - X_{pqijk}) \qquad \forall i,j,p,q,k \big| k \in F_j \cap F_q \tag{7}$$

$$S_{pqk} \ge S_{ijk} + PT_j Y_{ijk} - M \times (1 - X_{ijpqk}) \qquad \forall i,j,p,q,k \big| k \in F_q \cap F_j \tag{8}$$

$$Y_{ijk} + Y_{pqk} \ge 2(X_{ijpqk} + X_{pqijk}) \qquad \forall i,j,p,q,k \big| k \in F_j \cap F_q \tag{9}$$

$$Y_{ijk} + Y_{pqk} \le X_{ijpqk} + X_{pqijk} + 1 \qquad \forall i,j,p,q,k \big| k \in F_j \cap F_q \tag{10}$$

$$\sum_{k \in F_j} Y_{ijk} = 1 \qquad \forall i,j \tag{11}$$

$$\sum_{k \in F_j} Y_{ijk} \ge 0 \qquad \forall i,j \tag{12}$$

$$Y_{ijk}, Y_{pqk}, X_{ijpqk}, X_{pqijk} \in \{0,1\} \tag{13}$$

$$S_{ijk}, C_{ijk} \ge 0 \tag{14}$$

ฟังก์ชันที่ (1) แสดงฟังก์ชันเป้าประสงค์ คือ เวลารวมที่เกิดขึ้นต่ำที่สุด ประกอบด้วย เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูก i โดยใช้รถบรรทุกอ้อยประเภท j มายังลานจอด k และเวลาที่ใช้ในการลงอ้อยของรถบรรทุกจากแปลงปลูก i โดยใช้รถประเภท j ลานจอด k มีค่าต่ำที่สุด (นาที)

อสมการที่ (2) แสดงให้เห็นถึง ปริมาณอ้อยที่ถูกจัดส่งจากแปลงปลูก i โดยใช้รถบรรทุกประเภท j มายังลานจอด k ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับขีดจำกัดของปริมาณอ้อยจากแปลงปลูก i ที่สามารถจัดส่งเข้าสู่โรงงาน ได้ (ตัน)

อสมการที่ (3) แสดงให้เห็นถึง ปริมาณอ้อยที่ถูกจัดส่งจากแปลงปลูก i โดยใช้รถบรรทุกประเภท j มายังลานจอด k ต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับความสามารถของลานจอด k ที่สามารถรองรับอ้อยได้

สมการที่ (4) แสดงให้เห็นถึง เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูก i มายังโรงงาน (นาที)

อสมการที่ (5) แสดงให้เห็นถึง เวลาเริ่มต้นการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูก i โดยใช้รถบรรทุกประเภท j มายังลานจอด k (นาที) ต้องมากกว่าหรือเท่ากับเวลาที่ลานจอด k พร้อมใช้งาน (นาที)

สมการที่ (6) แสดงให้เห็นถึง เวลาเสร็จสิ้นของการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูก i โดยรถบรรทุกประเภท j ลานจอด k

อสมการที่ (7) แสดงให้เห็นถึง ที่เวลาใด ๆ หากการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูก p โดยรถประเภท q เข้ามายังลานจอดก่อนการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูก i โดยรถประเภท j บนลานจอด k แล้ว เวลาเริ่มต้นที่รถบรรทุกอ้อยจากแปลงปลูก i โดยรถประเภท j เริ่มลงอ้อยสู่ลาน k จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับเวลาแล้วเสร็จของรถที่มาจากแปลงปลูก p โดยรถประเภท q ลานจอด k

อสมการที่ (8) แสดงให้เห็นถึง ที่เวลาใด ๆ หากการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูก i โดยรถประเภท j เข้ามายังลานจอดก่อนการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูก p โดยรถประเภท q บนลานจอด k แล้ว เวลาเริ่มต้นที่รถบรรทุกอ้อยจากแปลงปลูก p โดยรถประเภท q เริ่มลงอ้อยสู่ลาน k จะต้องมากกว่าหรือเท่ากับเวลาแล้วเสร็จของรถที่มาจากแปลงปลูก i โดยรถประเภท j ลานจอด k

อสมการที่ (9) แสดงให้เห็นถึง การจัดสรรตารางเวลาการเข้าลงอ้อยของรถแต่ละประเภท ณ ลานจอด

อสมการที่ (10) แสดงให้เห็นถึง หากการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูก i โดยรถประเภท j เข้ามายังลานจอดก่อนการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูก p โดยรถประเภท q บนลานจอด k แล้ว ต้องรอให้รถคันก่อนหน้าลงอ้อยให้แล้วเสร็จก่อน รถคันถัดมาจึงจะสามารถดำเนินการลงอ้อยได้

สมการที่ (11) เป็นการประกันว่ารถแต่ละประเภทที่มาจากแปลงปลูกอ้อยแต่ละแปลงจะถูกจัดสรรให้ลงอ้อย ณ ลานจอดเพียงลานเดียวเท่านั้น โดยที่ลานจอดนั้นต้องอยู่ภายใต้เซตของลานจอดที่รถประเภทนั้นสามารถเข้าจอดเพื่อลงอ้อยได้

อสมการที่ (12) เพื่อป้องกันการจัดสรรรถบรรทุกอ้อยแต่ละประเภทที่มาจากแปลงปลูกอ้อยแต่ละแปลงเข้าลงอ้อย ณ ลานจอดที่ไม่ได้กำหนดไว้

ข้อจำกัดที่ (13) การกำหนดคุณสมบัติของตัวแปรตัดสินใจ

ข้อจำกัดที่ (14) การกำหนดตัวแปรต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 0

4.3 การตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบ

การแทนค่าพารามิเตอร์หรือตัวแปรทราบค่าสามารถใช้เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของตัวแบบที่พัฒนาขึ้นมาได้ ด้วยการตรวจสอบผลลัพธ์ที่ได้จากการแทนค่าว่ามีความถูกต้องตรงกับสมการเงื่อนไขหรือไม่ ผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีการละเมิดเงื่อนไขข้อจำกัด

4.4 สรุปผล

สำหรับขั้นตอนการสรุปผล เป็นการนำเอาผลลัพธ์ที่ได้จากตัวแบบที่ถูกพัฒนาขึ้นมาแปรผลเพื่อให้สามารถเป็นข้อมูลป้อนกลับไปยังโรงงานกรณีศึกษาเพื่อนำไปสู่การประยุกต์ใช้ต่อไป

5. ผลการวิจัย

จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่ถูกพัฒนาขึ้น งานวิจัยนี้ได้ประยุกต์ใช้โปรแกรม Solver ซึ่งเป็น Add-in ใน Microsoft Excel เป็นเครื่องมือในการค้นหาคำตอบที่รันบนเครื่องคอมพิวเตอร์แบบพกพาที่มีหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) แบบ Intel(R) Core(TM) i5-8250U ด้วยความถี่ 1.80 GHz และมีหน่วยความจำ (RAM) 8.00 GB บนระบบปฏิบัติการ Windows 10 โดยข้อมูลที่นำมาใช้ในการทดสอบแบบจำลอง เป็นข้อมูลจริงของโรงงานกรณีศึกษาและข้อมูลที่ได้ศึกษารวบรวมมา พบว่า เวลารวม ซึ่งประกอบด้วย เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยและเวลาที่ใช้ในการลงอ้อยที่ต่ำที่สุด คือ 15,144 นาที ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล

แปลงปลูกอ้อย	ประเภทรถ	คันที่	ลานจอด	เวลาเริ่มต้นการลงอ้อย (นาทีที่)	เวลาลงอ้อยแล้วเสร็จ (นาทีที่)
1	รถหกล้อ	1	3	0	21.2
1	รถหกล้อ	2	3	21.2	42.4

1	รถหกล้อ	3	3	42.4	63.6
1	รถหกล้อ	4	3	63.6	84.8
1	รถหกล้อ	5	3	84.8	106
1	รถหกล้อ	6	3	106	127.2
1	รถหกล้อ	7	3	127.2	148.4
1	รถหกล้อ	8	3	148.4	169.6
1	รถหกล้อ	9	3	169.6	190.8
1	รถหกล้อ	10	3	190.8	212
1	รถหกล้อ	11	3	212	233.2

ตารางที่ 4 (ต่อ)

แปลงปลูกอ้อย	**ประเภทรถ**	**คันที่**	**ลานจอด**	**เวลาเริ่มต้นการลงอ้อย (นาทีที่)**	**เวลาลงอ้อยแล้วเสร็จ (นาทีที่)**
1	รถหกล้อ	12	3	233.2	254.4
1	รถหกล้อ	13	3	254.4	275.6
1	รถหกล้อ	14	3	275.6	296.8
1	รถหกล้อ	15	3	296.8	318
2	รถหกล้อ	1	3	318	339.2
2	รถหกล้อ	2	3	339.2	360.4
2	รถหกล้อ	3	3	360.4	381.6
2	รถหกล้อ	4	3	381.6	402.8
2	รถหกล้อ	5	3	402.8	424
2	รถหกล้อ	6	3	424	445.2
2	รถหกล้อ	7	3	445.2	466.4
2	รถหกล้อ	8	3	466.4	487.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
4	รถพ่วง	1	2	740.5	768

6. สรุปและอภิปรายผล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็ม (Mixed Integer Linear Programming: MILP) เพื่อช่วยแก้ปัญหารถบรรทุกอ้อยจอดรอต่อคิวเพื่อนำอ้อยเข้าสู่การหีบเพื่อการผลิตเป็นน้ำตาลบริเวณด้านหน้าโรงงานเป็นจำนวนมาก ด้วยการจัดตารางเวลาของรถบรรทุกอ้อย โดยมีวัตถุประสงค์

เพื่อทำให้เวลารวมที่เกิดขึ้นต่ำที่สุด ประกอบด้วย เวลาที่ใช้ในการขนส่งอ้อยจากแปลงปลูกมายังลานจอด และเวลาที่ใช้ในการลงอ้อยจากรถบรรทุก จากผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเชิงเส้นผสมจำนวนเต็มที่ถูกพัฒนาขึ้น พบว่า หากโรงงานกรณีศึกษามีการกำหนดตารางเวลาให้กับรถบรรทุกอ้อยของเกษตรกรที่เป็นคู่สัญญากับทางโรงงานเข้ามาลงอ้อยในแต่ละลานจอดของโรงงาน จะสามารถช่วยลดปัญหารถบรรทุกอ้อยจอดรอต่อคิวเพื่อนำอ้อยลงสู่ลานจอดได้ และยังช่วยลดปัญหาการจราจรติดขัดบริเวณโรงงานได้อีกด้วย แบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นมาในงานวิจัยนี้ได้ตรวจสอบแล้วว่ามีความถูกต้อง ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลไม่มีการละเมิดเงื่อนไขข้อบังคับที่กำหนด และสามารถนำเอาไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่สามารถพบได้ในสถานการณ์จริงสำหรับอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลได้ นอกจากนั้นยังสามารถนำมาเป็นต้นแบบเพื่อแก้ไขปัญหาในอุตสาหกรรมใกล้เคียงได้ สำหรับงานวิจัยในอนาคตจะมีการปรับลดข้อตกลงเบื้องต้นบางประการ เพื่อให้แบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นมานั้น มีความสมจริงมากยิ่งขึ้น และอาจจะต้องประยุกต์ใช้วิธีการฮิวริสติกส์เพื่อมาช่วยในการค้นหาคำตอบ หากขนาดของปัญหามีขนาดใหญ่และซับซ้อนมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ชุลีพร กุศลคุ้ม, กาญจนา เศรษฐนันท์, ศิโรรัตน์ พัฒนไพโรจน์ และวรญา เนื่องมัจฉา. (2562). การพัฒนาอัลกอริทึมสำหรับการจัดตารางรถบรรทุกอ้อยเพื่อเทอ้อยลงรางในอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลในเขตพื้นที่ภาคกลางของประเทศไทย. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 19*(4), 111-126.

นฤนาท ทิพย์นาง, กาญจนา เศรษฐนันท์, ฐิติพงศ์ จำรัส และกานต์ มูลศรี. (2566). การจัดเส้นทางการขนส่งของรถบรรทุกโดยพิจารณาการขนส่งแบบหลายเที่ยวภายใต้กรอบเวลาแบบยืดหยุ่นกรณีศึกษาอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายในประเทศไทย. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 23*(2), 78-91.

ปาณิสรา นันดี, วรญา เนื่องมัจฉา และอธิวัฒน์ บุญมี. การหาจำนวนรถบรรทุกอ้อยที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานรถตัดอ้อยด้วยการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์. *วารสารไทยการวิจัยดำเนินงาน, 6*(1), 22-30.

ศรายุทธ แสนแก้ว, กาญจนา เศรษฐนันท์, ฐิติพงศ์ จำรัส และศิโรรัตน์ พัฒนไพโรจน์. (2564). เมตะฮิวริสติกส์สำหรับการจัดสรรรถตัดในระบบโลจิสติกส์ขาเข้าของอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทราย ภายใต้ข้อจำกัดทางด้านกรอบเวลาของเครื่องจักรและแปลงอ้อย. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยขอนแก่น, 21*(4), 11-23.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย. (2565). รายงานประจำปี 2565. เข้าถึงได้จาก https://www.ocsb.go.th/wp-content/uploads/2024/02/ebook-รายงานประจำปี-2565-สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.pdf

Berbeglia, G., Cordeau J. F. and Laporte G. (2010). Dynamic pickup and delivery problems. *European Journal of Operational Research, 202*(1), 8-15.

Jarumaneeroj, P., Dusadeerungsikul P. O., Chotivanich T. and Akkerman R. (2021). A multi-objective modeling approach to harvesting resource scheduling: Decision support for a more sustainable Thai sugar industry. *Computer and Industrial Engineering, 162*(2021), 1-16.

Nanasilp S. and Wisittipanich W. (2020). A mathematical model for pollution travelling salesman problem. *Thai Journal of Operations Research, 8*(1), 20-25.

Robertson, M.J.; Muchow, R.C., Wood, A.W. and Campbell J.A. (1996). Accumulation of reducing sugars by sugarcane: effects of crop age, nitrogen supply and cultivar. *Field Crops Research, 49*(1), 39-50.

Zhang R., Yun W. Y., and Kopfer H. (2010). Heuristic-based truck scheduling for inland container transportation. *OR Spectrum, 32*(1), 787-808.

Journal of Logistics and Digital Supply Chain

การจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

Sustainable management of eco-agricultural tourism activities Pak Chong District Nakhon Ratchasima Province

อุดม พูลลาภ*, ชุติเดช มั่นคงธรรม

Udom Phunlarp*, Chutidaj Munkongtum

คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี 16/10 แขวงทวีวัฒนา เขตทวีวัฒนา กรุงเทพมหานคร 10170

Faculty of Business Administration, Bangkokthonburi University Thawiwatthana Subdistrict, Thawi Watthana District, Bangkok

*Corresponding author E-mail: udom.phu@bkkthon.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการบริหารจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกและการสัมภาษณ์แบบสนทนากลุ่ม จากการสังเกตพื้นที่จากคนในชุมชน โดยมีกลุ่มตัวอย่าง 4 กลุ่ม จำนวน 40 คน โดยใช้แบบสัมภาษณ์ชนิดกึ่งโครงสร้าง ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงเนื้อหา โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ รวบรวมประเด็นข้อมูลที่ค้นพบวิเคราะห์สรุปผลตอบขอบเขตของเนื้อหา หาข้อสรุปและนาเสนอในรูปแบบการบรรยาย

จากผลการศึกษา พบว่า ศักยภาพด้านทรัพยากรการท่องเที่ยว พบว่า อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มีสถานที่ท่องเที่ยวหลากหลาย มีอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พิพิธภัณฑ์และศูนย์การเรียนรู้เพื่อการท่องเที่ยว เพื่อให้นักท่องเที่ยวและประชาชนในพื้นที่ได้มีโอกาสเรียนรู้ถึงความสำคัญของอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ ร่วมทั้งมีแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่ได้มาตรฐาน มีศูนย์เรียนรู้เกษตรพอเพียงเพื่อให้เกษตรกรสามารถพึ่งพาตนเองได้ มีสินค้าเกษตรอินทร์ที่มีศักยภาพสามารถดึงดูดใจนักท่องเที่ยว ด้านการบริการและการให้ประสบการณ์ที่มีคุณภาพแก่นักท่องเที่ยว พบว่า มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้วิถีชีวิตเกษตร วิถีชาวบ้านที่เป็นเอกลักษณ์ ซึ่งการดำเนินงานคำนึงถึงการอนุรักษ์วัฒนธรรมวิถีชีวิตแบบดั้งเดิมและมีการเผยแพร่ความรู้ให้กับ

นักท่องเที่ยว ในส่วนของศักยภาพทางการท่องเที่ยว พบว่า การมีส่วนร่วมของคนในชุมชนมีน้อย แต่มีจุดเด่นในเรื่องทรัพยากรธรรมชาติที่อุดมสมบูรณ์ และด้านการเกษตร ผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร ซึ่งเป็นแรงดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เกิดความประทับใจ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นที่เด่นชัด คือ ขาดการร่วมมือจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ขาดแคลนงบประมาณ เงินลงทุนในการดำเนินงาน และด้านการตลาดที่ยังไม่แข็งแรง

คำสำคัญ : การจัดการ, การท่องเที่ยวเกษตร, ยั่งยืน

ได้รับเมื่อ 29 มีนาคม 2567; แก้ไขเมื่อ 29 พฤษภาคม 2567; ตอบรับการตีพิมพ์เมื่อ 31 พฤษภาคม 2567

Abstract

The objective of this research is to study guidelines for managing sustainable eco-tourism activities in Pak Chong District, Nakhon Ratchasima Province. Study of problems and obstacles in managing sustainable eco-tourism activities in Pak Chong District, Nakhon Ratchasima Province. By in-depth interviews and Focus group interview from observing the area from people in the community There were 4 sample groups, totaling 40 people, using content analysis. Using a semi-structured interview form. Data were analyzed using qualitative data analysis techniques. Using content analysis Gather the information points discovered, analyze and summarize the answers to the scope of the content. Draw conclusions and present them in a lecture format.

From the study results, it was found that the potential for tourism resources was found in Pak Chong District, Nakhon Ratchasima Province. There are a variety of tourist attractions. There is Khao Yai National Park. Museums and Tourism Learning Centers To give tourists and people in the area an opportunity to learn about the importance of Khao Yai National Park. In addition, there are agricultural tourism attractions that meet standards. There are learning resources in both agriculture. and there is a sufficiency agriculture learning center so that farmers can be self-reliant There are agricultural products that have the potential to attract tourists. As for services and providing quality experiences to tourists, It was found that there were activities to learn about agricultural lifestyles. The unique way of the villagers The operation takes into account the conservation of culture, traditional way of life and the dissemination of knowledge to tourists. In terms of tourism potential. It was found that there was little participation of people in the community. But it has the advantage of having abundant natural resources. and agriculture agricultural products which is a force to attract

tourists and create an impression The obvious problems and obstacles that arise are the lack of cooperation from stakeholders. Budget shortage investment in operations and the marketing side is still not strong.

Keywords: Management, Agricultural tourism, Sustainable

Received: March 29, 2024; Revised: May 29, 2024; Accepted: May 31, 2024

1. บทนำ

ประเทศไทยมีความได้เปรียบทางทรัพยากรพื้นฐานด้านการท่องเที่ยว แหล่งท่องเที่ยวหลายแห่งมีความสวยงามติดระดับโลก มีความเป็นเอกลักษณ์โดดเด่น และมีศักยภาพพร้อมจะพัฒนาเพื่อรองรับนักท่องเที่ยว หากได้รับการพัฒนาก็จะสามารถรองรับนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างชาติได้(กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2566) นอกจากแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงามแล้ว วิถีชีวิตเกษตรกรรม ความเป็นอยู่ที่เป็นเอกลักษณ์ของไทย วัฒนธรรมที่หลากหลาย ชื่อเสียงที่โดดเด่นด้านการผลิตสินค้าเกษตรและมีจำหน่ายไปทั่วโลก เป็นสิ่งที่ประเทศไทยสามารถนำเสนอสู้เวทีระดับโลก ร่วมทั้งการสร้างแหล่งท่องเที่ยวใหม่เพื่อดึงดูดให้นักท่องเที่ยวเข้ามาเที่ยวชมสิ่งที่เป็นความภาคภูมิใจของเกษตรกรที่มีอยู่ในประเทศไทย ซึ่งเป็นผลดีต่อการกระตุ้นเศรษฐกิจภายในประเทศ และส่งเสริมให้เกษตรกรหรือผู้ประกอบการมีรายได้เพิ่มขึ้น Marks, Polucha, Jaszczak และ Marks (2009) กล่าวว่า การท่องเที่ยวเชิงเกษตรได้ก้าวเข้ามาเป็นปัจจัยหลักในการขับเคลื่อนการพัฒนาเศรษฐกิจและกระตุ้นการพัฒนาพื้นที่ชนบท (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2566) ในปัจจุบันการพัฒนาเศรษฐกิจฐานรากเป็นการดำเนินการที่สำคัญในการพัฒนาและยกระดับประเทศให้เป็นประเทศรายได้สูง มีการกระจายรายได้ลงสู่ชุมชนได้อย่างทั่วถึง เป็นการวางรากฐานที่มั่นคงให้กับเศรษฐกิจไทยในอนาคตโดยการส่งเสริมเศรษฐกิจระดับชุมชนท้องถิ่นให้มีความเข้มแข็ง มีศักยภาพในการแข่งขัน (Maneerat & Pasunon, 2022) ชุมชนสามารถพึ่งพาตนเองได้ เกิดการยกระดับมาตรฐานการครองชีพและความเป็นอยู่ของประชาชนในชุมชนให้ดีขึ้น นำไปสู่การแก้ไขปัญหาความยากจน ความเหลื่อมล้ำ และความไม่เสมอภาคตามเป้าหมายการพัฒนาของยุทธศาสตร์ชาติ โดยเฉพาะด้านการสร้างโอกาสและความเสมอภาคทางสังคม มีศักยภาพในการแข่งขันต่อการประกอบธุรกิจของตน (Tiyapunjanit, 2022) เพื่อให้ทุกคนได้รับผลประโยชน์จากการพัฒนาอย่างทั่วถึงและเป็นธรรม ผ่านการปรับโครงสร้างทางเศรษฐกิจและพฤติกรรม ด้านการสร้างความสามารถในการแข่งขันของชุมชน (Supaporn, 2021)

อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมาเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพด้านการท่องเที่ยวสูง เนื่องจากมีความโดดเด่นในด้านการผลิตสินค้าเกษตรที่มีคุณภาพ มีทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรมที่หลากหลาย มีความโดดเด่น เป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยว การเดินทางสะดวกเนื่องจากอยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพมหานคร เป็นเมืองที่มีนักท่องเที่ยว

พร้อมที่จะเข้ามาเยี่ยมเยือนและซื้อสินค้า ประกอบกับการมีสินค้าด้านการเกษตรที่สร้างชื่อเสียง เช่น น้อยหน่า องุ่นไร้เมล็ด มะม่วงน้ำดอกไม้นอกฤดู ข้าวโพดหวาน ผักสลัด และสินค้าเกษตรอื่นๆ อีกมากมาย (สำนักงานเกษตรอำเภอปากช่อง, 2566) แต่เนื่องจากขาดการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐ และภาคเอกชนอย่างต่อเนื่อง รวมถึงขาดองค์ความรู้ในการจัดการการท่องเที่ยวเชิงเกษตรโดยชุมชน หรือไม่มีการรวมกลุ่มผู้ประกอบการธุรกิจท่องเที่ยว ขาดความร่วมมือในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวให้ได้มาตรฐาน และไม่มีการเชื่อมโยงแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรเข้าด้วยกัน จึงทำให้ไม่มีนักท่องเที่ยวเข้ามาท่องเที่ยวในชุมชนอย่างต่อเนื่อง ส่งผลทำให้ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยวไม่สามารถแสดงออกมาสู่สายตานักท่องเที่ยวได้เท่าที่ควร (อภิญญา แสงสงวน, 2566) อย่างไรก็ตามการจะผลักดันให้บุคคลภายนอกได้เห็นถึงศักยภาพในการเป็นแหล่งท่องเที่ยงเชิงเกษตรของชุมชน ต้องเริ่มจากคนในชุมชนมองเห็นถึงศักยภาพชุมชนของตนเอง เพราะคนในชุมชนจะเป็นพลังผลักดันและสร้างความเข้มแข็งในการจัดการท่องเที่ยวได้ การจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงของชุมชน ใน 7 ด้าน ตามที่ Choibamroong, (2012) กล่าวไว้ คือ 1) ด้านความดึงดูดของแหล่งท่องเที่ยว 2) ด้านการเข้าถึงแหล่งท่องเที่ยว 3) ด้านที่พัก 4) ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก 5) ด้านความหลากหลายของกิจกรรม 6) ด้านการมีส่วนร่วมของชุมชน และ 7) ด้านประชาสัมพันธ์แหล่งท่องเที่ยว จึงเป็นกระบวนการสำคัญในการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวในชุมชน และเป็นข้อมูลสำคัญในการนำไปสู่กระบวนการวางแผนหรือแนวทางในการพัฒนาการท่องเที่ยวของชุมชน โดยการพิจารณาองค์ประกอบแต่ละส่วน จะทำให้สามารถพัฒนาอุตสาหกรรมท่องเที่ยวได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพต่อไป (นิศา ชัชกุล, 2566)

ด้วยอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา เป็นชุมชน อยู่ไม่ไกลจากกรุงเทพมหานครที่มีความเป็นธรรมชาติ สะท้อนความเป็นชุมชนเกษตรกรรมร่วมสมัยบนพื้นฐานของปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์การเกษตร และการอนุรักษ์วัฒนธรรมวิถีชีวิตแบบดั่งเดิมที่ผู้นำและคนในชุมชนมีความต้องการที่จะพัฒนาชุมชนให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน เป็นแหล่งเรียนรู้ และสถานที่พักผ่อนของนักท่องเที่ยว นำมาซึ่งรายได้ของชุมชนอย่างยั่งยืน ดังนั้นการวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อหาแนวทางการจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา รวมถึงทราบถึงปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินการตามแนวทางจัดกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์แบบครบวงจร อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปใช้ในการวางแผนการพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรให้สอดคล้องกับบริบทชุมชน และสามารถดึงดูดนักท่องเที่ยวให้เข้ามายังชุมชน อันจะนำไปสู่การสร้างเศรษฐกิจชุมชน และกระจายรายได้ให้กับชุมชนจากการท่องเที่ยว ช่วยยกระดับการเกษตรที่สามารถพึ่งพาตนเองได้ของชุมชนให้มีประสิทธิภาพ ให้เป็นที่รู้จักของบุคคลทั่วไป และสร้างความร่วมมือจากชุมชนและภาครัฐในการพัฒนาการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน นอกจากนี้ผลวิจัยจะช่วยส่งต่อการนำไปใช้ประโยชน์

ทั้งชุมชนที่มีความสนใจการแลกเปลี่ยนทางวิชาการเพื่อชุมชนได้สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืนและเป็นรูปธรรมต่อไป

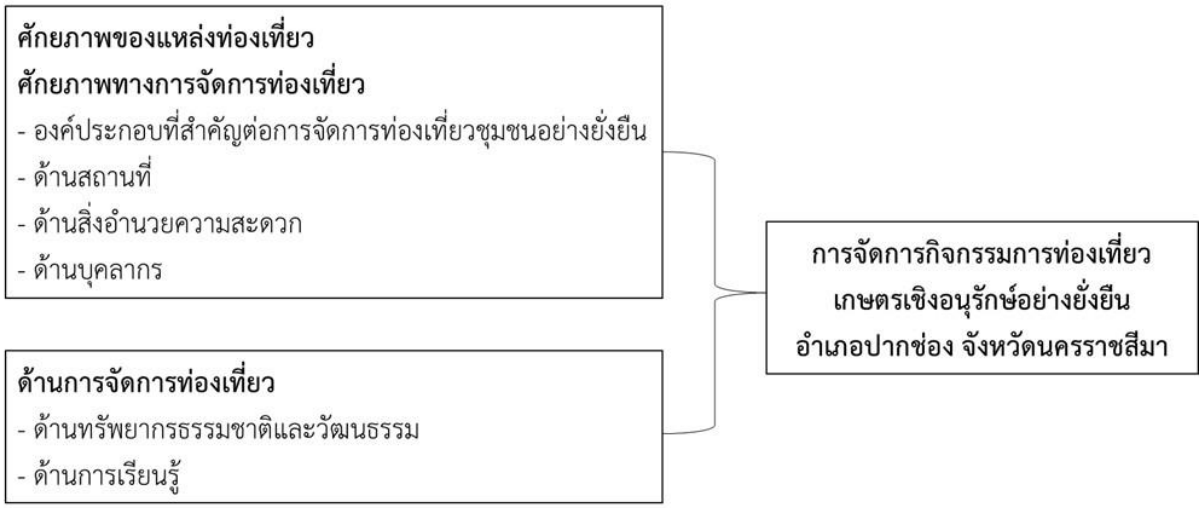
2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

2. เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการบริหารจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้



รูปที่ 1 แนวคิดในการจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน

3. ทบทวนวรรณกรรม

การท่องเที่ยวเชิงเกษตร หมายถึง การเดินทางท่องเที่ยวไปยังพื้นที่เกษตรกรรม เพื่อชมความสวยงามและเรียนรู้วิถีชีวิต วัฒนธรรม ความเป็นอยู่ของเกษตรกร (บุญเลิศ จิตตั้งวัฒนา, 2548; กรมส่งเสริมการเกษตร, 2566) โดยอาจให้นักท่องเที่ยวมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมให้เกิดการเรียนรู้ด้านการเกษตร การนำเอาทรัพยากรที่มีอยู่มาใช้ประโยชน์เพื่อสร้างรายได้ สอดแทรกความรู้ด้านการอนุรักษ์ควบคู่กับการท่องเที่ยวให้เกิดความยั่งยืน (สำนักพัฒนาแหล่งท่องเที่ยว กรมการท่องเที่ยว, 2566) ทั้งนี้แหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรควรมีความพร้อมในด้านการรองรับนักท่องเที่ยว มีวิทยากร และมีความรู้ว่าสิ่งใดควรปฏิบัติและไม่ควรปฏิบัติระหว่างการท่องเที่ยว (ธนกฤต สังข์เฉย, 2550) การท่องเที่ยวเชิงเกษตรมีความสำคัญ 2 ประการ (นาฏสุดา เช

มนะสิริ, 2555) ประการแรกคือ ความสำคัญด้านเศรษฐกิจ การใช้จ่ายของนักท่องเที่ยวในการซื้อผลผลิตทางการเกษตร สินค้าแปรรูปทางการเกษตร และค่าบริการต่างๆ ทำให้เศรษฐกิจในท้องถิ่นเกิดการหมุนเวียน รวมถึงธุรกิจที่เกี่ยวข้องมีรายได้จากนักท่องเที่ยวที่เข้ามาในพื้นที่ ประการที่ 2 คือ ความสำคัญด้านสังคม รายได้ที่มาจากนักท่องเที่ยวจะทำให้เกษตรกรมีชีวิตความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ทำให้เกิดความภาคภูมิใจในอาชีพและท้องถิ่นที่ตนอยู่อาศัย ทำให้ลดการละทิ้งถิ่นฐาน และนักท่องเที่ยวยังเกิดความรู้ความเข้าใจในวิถีชีวิตของเกษตรกรและการทาการเกษตร เทิดชาย ช่วยบำรุง, (2553) กล่าวว่า การพัฒนาการท่องเที่ยวเชิงเกษตรเพื่อให้เกิดความยั่งยืน ส่งผลให้เกิดการเพิ่มรายได้แก่เกษตรกรและชุมชน เป็นการยกระดับคุณภาพชีวิตให้กับเกษตรกร ช่วยให้เกิดการเรียนรู้ทักษะการบริหารจัดการทรัพยากรการท่องเที่ยวเชิงเกษตร วิถีชีวิต ความเป็นอยู่ของคนในชุมชนให้มีความยั่งยืน รู้แนวทางการพัฒนาและการจัดการท่องเที่ยวที่มีศักยภาพ แต่การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร หากขาดการวางแผน และการจัดการที่ดี อาจมีผลเสียตามมาได้ สิ่งที่ควรคำนึงถึง คือ ศักยภาพและความพร้อมในการพัฒนาให้เป็นแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร ซึ่งในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันหากไม่มีการพัฒนาในทิศทางที่ถูกต้องอาจจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและภูมิทัศน์ได้ การพัฒนาจึงต้องคำนึงถึงความเหมาะสมสอดคล้องกับศักยภาพและข้อจำกัดของแต่ละพื้นที่

4. วิธีดำเนินงานวิจัย

4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้กำหนดประชากรกลุ่มของของการวิจัยดังนี้ โดยใชวิธีการเลือกแบบเจาะจง โดยมีผู้ให้ข้อมูลหลักจากภาครัฐ ภาคเอกชน ประชาชน นักทองเที่ยว ภาคละ 10 คน รวม 40 คน ดังนี้

1.1 ภาครัฐ คือ ผูเกี่ยวของจากสำนักงานการทองเที่ยวและกีฬาจังหวัดนครราชสีมา การทองเที่ยวแหงประเทศไทย นครราชสีมา ได้แก่ ปลัดองค์การบริการส่วนตำบลปากช่อง สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบลปากช่อง และผู้นำชุมชนและคณะกรรมการหมู่บ้านอย่างเป็นทางการ และไม่เป็นทางการ

1.2 ภาคเอกชน คือ ผูประกอบการดานการทองเที่ยวในอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมาและบริเวณใกล้เคียง สมาคมโรงแรม สมาคมมัคคุเทศก สมาคมธุรกิจทองเที่ยว สมาคมผูขนสง

1.3 ประชาชน คือ ผูที่มีภูมิลำเนาใน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

1.4 นักทองเที่ยว คือ ผูที่เขามาทองเที่ยวหรือศึกษาดูงาน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) โดยใช้การสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi – structured Interview) และเนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาในการดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยจึงกำหนดวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยการคัดเลือกบุคคลกลุ่มที่

1 เพื่อใช้การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) ที่สามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดการท่องเที่ยว ส่วนกลุ่มอื่นผู้ทำวิจัยจะทำการสัมภาษณ์ที่ใช้วิธีการแบบสนทนากลุ่ม (Focus Group Research)

4.2 เครื่องมือที่ใช้

1. การสัมภาษณ์แบบเจาะลึก (In-depth Interview) โดยในส่วนของกลุ่มที่ 1 ใช้คำถามในการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi – structured Interview) เป็นคำถามที่กระตุ้นให้เป้าหมายเกิดความคิด ประเด็นคำถามที่ได้กำหนดไว้อย่างกว้างๆ ไว้ล่วงหน้า ผู้วิจัยสามารถตัดทอนเพิ่มเติมหรือปรับเปลี่ยนประเด็นคำถามใหม่ได้ตามสถานการณ์เพื่อให้ได้ข้อมูลเชิงลึกโดยทำการสัมภาษณ์ ทั้งนี้ในวิธีดังกล่าวก็อยู่ในกระบวนการเรียนรู้ร่วมกับนักวิจัยชุมชนเช่นกันเพื่อให้เข้าใจในบริบทและจัดการข้อมูลเพื่อตั้งคำถามโดยใช้รูปแบบการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi – structured Interview) ลักษณะของคำถามเป็นคำถามปลายเปิด (Open-ended Question) ซึ่งประกอบด้วย 4 ส่วน ได้แก่

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ส่วนที่ 2 ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยว ศักยภาพทางการจัดการท่องเที่ยว อำเภอปากช้อง จังหวัดนครราชสีมา จำแนกออกเป็นรายด้าน ได้แก่ ด้านองค์ประกอบที่สำคัญต่อการจัดการการท่องเที่ยวชุมชนอย่างยั่งยืน ด้านสถานที่ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านบุคลากร

ส่วนที่ 3 ปัญหาและอุปสรรคในการการบริหารจัดการการจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ส่วนที่ 4 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

2. การสัมภาษณ์ที่ใช้วิธีการสนทนากลุ่ม (Focus Group Research) โดยการสัมภาษณ์แบบการใช้วิธีสนทนากลุ่ม นั้นจะใช้กับกลุ่มที่ 2 และกลุ่มที่ 3 โดยใช้โครงสร้างการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi – structured Interview) เช่นเดียวกับกลุ่มที่ 1

4.3 การรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ ประกอบด้วยข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ดังนี้

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ศึกษาจากข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์แบบเจาะลึกกับกลุ่มที่ 1 คือ ภาครัฐ อย่างเป็นทางการ และไม่เป็นทางการ จำนวน 10 คน และการสัมภาษณ์ที่ใช้วิธีการสนทนากลุ่ม (Focus Group Research) กับกลุ่มที่ 2 ภาคเอกชน จำนวน 10 คน และกลุ่มที่ 3

ประชาชน และกลุ่มที่ 4 นักท่องเที่ยว อย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการ โดยใช้รูปแบบการสัมภาษณ์แบบกึ่งโครงสร้าง (Semi – structured Interview) กลุ่มละ 10 คน ร่วม 20 คน ร่วมทั้งสิ้น 40 คน

2. การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) เป็นข้อมูลที่ได้จากเอกสาร และอินเตอร์เน็ต และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งหนังสือต่างๆ และเอกสารจากภาครัฐในพื้นที่ ในส่วนนี้จะเป็นบทบาทของผู้วิจัยตรวจสอบเอกสารทั้งหมด ในการวิจัยหลัก

4.4 การประมวลผล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างโดยการสัมภาษณ์จากคำถามและจัดกลุ่มประเด็นสำคัญของคำถามในแต่ละส่วนที่ใช้ในการสัมภาษณ์ ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลจากประเด็นต่างๆ คือ 1) ข้อมูลศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยว ศักยภาพทางการจัดการท่องเที่ยว อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ องค์ประกอบทีสำคัญต่อการจัดการการท่องเที่ยวชุมชนอย่างยั่งยืน ด้านสถานที่ ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก ด้านบุคลากร 2) ข้อมูลด้านการจัดการการท่องเที่ยวอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ได้แก่ ด้านทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรม ประเพณีเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น และ ด้านการเรียนรู้ (สร้างจิตสำนึกเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรม ทั้งชุมชนและนักท่องเที่ยว) ความคิดเห็นของคนในชุมชนเรื่องปัญหาอุปสรรคและความต้องการที่มีต่อการท่องเที่ยวของชุมชน

5. ผลการวิจัย

วัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาแนวทางการจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

1. ศักยภาพทางการจัดการท่องเที่ยวในอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งประกอบด้วย 4 ด้าน คือ

ศักยภาพด้านทรัพยากรการท่องเที่ยว พบว่า อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มีแหล่งท่องเที่ยวหลักในพื้นที่เหมาะแก่การท่องเที่ยวสายพักผ่อนหย่อนใจบริเวณรอบเขาใหญ่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่องจากทั้งชาวไทยและชาวต่างชาติ โดยในปี 2566 มีจำนวนนักท่องเที่ยวเข้าเยี่ยมเยือนอำเภอปากช่องประมาณ 4-5 ล้านคน และเป็นอำเภอที่สร้างรายได้จากผู้เยี่ยมเยือนมากที่สุดของนครราชสีมาราว 1 หมื่นล้านบาท คิดเป็นสัดส่วน 41% ของรายได้จากผู้เยี่ยมเยือนจังหวัดนครราชสีมา (กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช และวิเคราะห์โดย Krungthai COMPASS, 2566) และได้รับความนิยมทั้งในด้านการท่องเที่ยวสายพักผ่อนเนื่องจากใช้เวลาเดินทางจากกรุงเทพฯ เพียง 2 ชั่วโมง จึงเหมาะแก่การเดินทางพักผ่อนช่วงสุดสัปดาห์ รวมถึงการเป็นประตูสู่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่สะดวกต่อ

การแวะพักระหว่างทาง หรือค้างคืนก่อนเดินทางต่อสู่กรุงเทพฯ หรือภูมิภาคอื่นๆ ทำให้ธุรกิจโรงแรม สนามกอล์ฟ ไปจนถึงธุรกิจขายที่ดินจัดสรรเพื่อสร้างบ้านพักตากอากาศเติบโตอย่างมากในพื้นที่ ร่วมถึงมีกิจกรรมการเยี่ยมชมในหมู่บ้านที่มีการทำการเกษตร เช่น การทำเกษตรผสมผสาน การปลูกผักอินทรีย์ การเรียนรู้ทางการเกษตร การจัดการฟาร์ม ซึ่งแต่ละที่ท่องเที่ยวจะมีผู้นำค่อยให้ความรู้กับนักท่องเที่ยวหรือนักเยี่ยมชมในเรื่องของการเกษตร เพราะอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมามีจุดเด่นในเรื่องการเกษตรและการเกษตรก็ทำให้คนชุมชนมีรายได้เป็นจำนวนมาก

ศักยภาพทางด้านความพร้อมของแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร พิจารณาจากส่วนประกอบและกิจกรรมต่างๆ ในแหล่งท่องเที่ยว ได้แก่ รูปแบบการท่องเที่ยวเชิงเกษตร ผลผลิตทางการเกษตร กิจกรรมในแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร การเปิดบริการ ป้ายบอกทางหรือป้ายชื่อแหล่งท่องเที่ยว สิ่งดึงดูดใจนักท่องเที่ยว ช่องทางการประชาสัมพันธ์ และการเข้าถึงพื้นที่เกษตรหรือแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร การบริการและการให้ประสบการณ์ที่มีคุณภาพแก่นักท่องเที่ยว พบว่า อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ได้มีการจัดกิจกรรมให้กับนักท่องเที่ยว เช่น กิจกรรมการเรียนรู้วิถีชีวิต เที่ยวชมหมู่บ้าน เพราะแต่ละหมู่บ้านมีเอกลักษณ์จุดเด่นในเรื่องของการเกษตร และมีการเผยแพร่ความรู้ให้กับนักท่องเที่ยว รวมถึงการชมวิถีชีวิตของชุมชน ซึ่งการดำเนินงานของกลุ่มท่องเที่ยวชุมชน คำนึงถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมการอนุรักษ์การเกษตร และการอนุรักษ์วัฒนธรรมวิถีชีวิตแบบดั่งเดิม ถ้าหากกลุ่มท่องเที่ยวชุมชนมีการบริการและการควบคุมคุณภาพการบริการที่ดีย่อมส่งผลต่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่จะเพิ่มขึ้นจากการที่มีนักท่องเที่ยวเดินทางมากท่องเที่ยวมากขึ้น

1. รูปแบบการท่องเที่ยวเชิงเกษตรที่มีมากที่สุด ได้แก่ รูปแบบสวนผลไม้ มีจำนวน 20 สวน รูปแบบสวนผัก มีจำนวน 19 สวน รูปแบบเกษตรอินทรีย์ จำนวน 17 สวน และรูปแบบอื่นๆ เช่น รูปแบบสวนสมุนไพร สวนไม้ดอก ฟาร์มปศุสัตว์ เกษตรธรรมชาติ เกษตรยั่งยืน เกษตรผสมผสาน เกษตรทฤษฎีใหม่ และรูปแบบวนเกษตร มีจำนวน 34 สวน สำหรับรูปแบบการท่องเที่ยวเหล่านี้ พบว่าใน 1 สวนมีหลากหลายรูปแบบกิจกรรมที่โดดเด่น น่าสนใจ ซึ่งสามารถพัฒนาต่อยอดให้เป็นจุดดึงดูดนักท่องเที่ยวได้

2. ผลผลิตทางการเกษตร พบว่า มีความหลากหลาย โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 7 กลุ่ม คือ 1) ผลไม้ ได้แก่ ทุเรียน องุ่น พุทรานมสด มะยงชิด อโวคาโด สตรอว์เบอร์รี่ มัลเบอร์รี่ เคปกูซเบอร์รี่ มะละกอ แก้วมังกร ฝรั่ง มะม่วง ลิ้นจี่ กระท้อน น้อยหน่า เงาะ เสาวรส 2) ผัก ได้แก่ ผักสลัดหลากหลายชนิด กุ้ยช่ายเขียว กุ้ยช่ายขาว คะน้าฮ่องกง คื่นช่าย มะเขือเทศ แตงกวา เห็ดหลากหลายชนิด ถั่วแดงยักษ์ ถั่วดาวอินคา มะระรูปหัวใจ ผักชี และอื่นๆ 3) ไม้ดอกไม้ประดับ ได้แก่ กุหลาบ หน้าวัว ดาวเรือง และทานตะวัน 4) สมุนไพร ได้แก่ แก่นตะวัน และหมามุ่ยอินเดีย 5) พืชไร่ ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ มันสำปะหลัง ข้าว และยางพารา 6) ปศุสัตว์ ได้แก่ แกะ ม้า โคนม กระต่าย และสุกร และ 7) กลุ่มอื่นๆ ได้แก่ ไส้เดือนดิน ไม้ป่า ไม้ยืนต้น ไม้แปลกไม้ต่างถิ่น พืชบารุงดิน และแฝก

3. กิจกรรมในแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร กิจกรรมในพื้นที่เกษตรที่ส่วนใหญ่จัดไว้รองรับนักท่องเที่ยว มี 5 กิจกรรม ได้แก่ 1) การศึกษาดูงานหรือฝึกงานด้านการเกษตร โดยเน้นที่การถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้มาเยือน (74.2%) 2) อนุญาตให้นักท่องเที่ยวเก็บผลผลิตในฟาร์มและซื้อกลับบ้านได้ (38.7%) 3) ให้นักท่องเที่ยวเลือกชม ชิม และซื้อ ในจุดจำหน่ายสินค้าเกษตร (48.4%) 4) การนำชมฟาร์มแบบทั่วไป เน้นสนุกสนานและผ่อนคลาย ไม่เน้นวิชาการ เช่น นั่งรถนำเที่ยวชมรอบฟาร์มในโซนต่างๆ (38.7%) และ 5) มีกิจกรรมแสดงหรือสาธิตให้นักท่องเที่ยวได้รับชม เช่น กิจกรรมการทำเกษตรผสมผสานในพื้นที่ 1 ไร่ ให้ผลตอบแทน 1 แสนบาท การผลิตปุ๋ย การแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร การทำงานประดิษฐ์และงานฝีมือ (25.8%)

ศักยภาพทางด้านการบริหารจัดการการท่องเที่ยว พบว่า นักท่องเที่ยวที่เดินทางมาท่องเที่ยวเป็นชาวไทยแต่ก็มีนักท่องเที่ยวต่างชาติเข้ามาท่องเที่ยว และมีการวางแผนการท่องเที่ยวก่อนการเดินทางล่วงหน้าแล้ว จากการสัมภาษณ์เห็นได้ว่ากลุ่มการท่องเที่ยวชุมชน กล่าวว่าอำเภอปากช่องมีแหล่งท่องเที่ยวแหล่งให้ความรู้มากมาย แต่ขาดการทำการตลาด ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญของผู้ประกอบการธุรกิจ การดำเนินการด้านธุรกิจที่พักหรือการให้บริการโฮมสเตย์ บ้านพัก แหล่งท่องเที่ยว และอาหารท้องถิ่น เป็นสิ่งที่ชุมชนถนัดและมีความโดดเด่น สามารถรองรับนักท่องเที่ยวที่เป็นคณะใหญ่หรือนักท่องเที่ยวทั่วไปเพียงพอ ชุมชนมีกิจกรรมเที่ยวชมศูนย์เรียนรู้เกษตรพอเพียงที่มีเอกลักษณ์จุดเด่นของแต่ละชุมชนรวมถึงไปถึงการชมวิถีชีวิตของชุมชน การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การอนุรักษ์การเกษตร และการอนุรักษ์วัฒนธรรมวิถีชีวิตแบบดั่งเดิม

ศักยภาพทางด้านการมีส่วนร่วมของชุมชน พบว่า ชุมชนส่วนใหญ่ไม่ได้เข้ามามีส่วนร่วมมากนัก เนื่องจากชุมชนขาดความเข้าใจถึงประโยชน์ที่ได้จากการร่วมกลุ่มธุรกิจ และไม่มีหน่วยงานเข้ามาให้ความรู้แก่ชุมชน แต่ก็มีบางกลุ่มที่รวมกลุ่มกันเอง ซึ่งการท่องเที่ยวแบบยั่งยืนจะต้องให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วม เพราะการดำเนินกิจกรรมการท่องเที่ยวภายใต้ความสามารถในการรองรับของธรรมชาติชุมชน ต้องตระหนักถึงกิจกรรมการท่องเที่ยวที่สามารถกระจายรายได้ให้กับชุมชน ร่วมทั้งตระหนักถึงขนบธรรมเนียม ประเพณีวัฒนธรรมและวิถีชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชนอย่างยั่งยืนเช่นกัน ผลการสำรวจข้อมูลการรวมกลุ่ม พบว่า ในพื้นที่ อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา มีเกษตรกร 26 ราย (83.9%) ไม่มีการรวมกลุ่มหรือประสานความร่วมมือกับสถานที่ท่องเที่ยวอื่น ๆ เลย มีเพียง 5 ราย (16.1%) ที่รวมกลุ่มกันเพื่อวัตถุประสงค์ทางการตลาดเพื่อจำหน่ายสินค้าเกษตรและแลกเปลี่ยนความรู้ข้อมูลซึ่งกันและกัน แต่ยังไม่มีการรวมกลุ่มเพื่อประสานความร่วมมือหรือช่วยเหลือสนับสนุนกันในด้านการท่องเที่ยวเชิงเกษตร อาจเกิดจากการขาดบุคคล หน่วยงาน หรือองค์กรที่จะมาประสานงานและเชื่อมโยงผู้ประกอบการเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการดำเนินการแบบมีระบบและยั่งยืน หากกลุ่มท่องเที่ยวชุมชนมีการบริการและการควบคุมคุณภาพการบริการที่ดีย่อมส่งผลต่อประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่จะเพิ่มขึ้นจากการที่มีนักท่องเที่ยวเดินทางมาท่องเที่ยวมากขึ้น

2. ด้านศักยภาพการจัดการการท่องเที่ยวของอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ด้านทรัพยากรธรรมชาติและวัฒนธรรม ประเพณีเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่น พบว่า ทางชุมชนมีวัฒนธรรมและประเพณีเอกลักษณ์ เช่น งานทำบุญตามประเพณีต่าง ๆ การนั่งรถเที่ยวชมป่าเขา สวนการเกษตร กิจกรรมภายฟาร์ม และอาหารพื้นเมืองของคนในชุมชน ซึ่งเป็นอาหารที่หากินได้ยากและมีประโยชน์ต่อสุขภาพ นอกจากนี้ ชุมชนเองก็มีแหล่งท่องเที่ยวของแต่ละหมู่บ้านมากกมายซึ่งเกี่ยวกับเรื่องทางการเกษตร และค่อยให้ความรู้แก่นักท่องเที่ยวและผู้เยี่ยมชม (The National Economic and Social Development Board, 2007)ประชาชน คนในชุมชนมีความรู้และความสามารถในการถ่ายทอดองค์ความรู้และทักษะที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรการท่องเที่ยวของตนไปสู่นักท่องเที่ยวได้ และสอดคล้องกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในด้านการส่งเสริมการมีความรู้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผู้นำชุมชนควรสนับสนุนให้มีการพัฒนาและนำความรู้ หรือเทคโนโลยีใหม่มาใช้เพื่อเพิ่มผลประโยชน์ร่วมกัน

ด้านการจัดการแหล่งท่องเที่ยว พบว่า อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมามีกระบวนการด้านการจัดการแหล่งท้องเที่ยวที่ดีมีการประชุมกลุ่มผู้ประกอบการท่องเที่ยว ร่วมกันทำการวางแผนที่ดีแล้ว แต่คนชุมชนไม่มีส่วนเข้าไปช่วยวางแผน ทำให้การวางแผนเพื่อแก้ไขปัญหาเป็นการวางแผนที่ผิดจุด เพราะคนในชุมชนจะทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างแท้จริง ส่วนด้านการตรวจสอบจะมีการตรวจสอบเฉพาะภาพรวม แต่ไม่ได้เข้าไปตรวจสอบปัญหาที่แท้จริง ทำให้ไม่มีการปรับปรุงในการแก้ไข และทำให้ระบบการจัดการคุณภาพถือว่ายังไม่สมบูรณ์

ด้านการเรียนรู้ พบว่า ทางชุมชนได้มีการสร้างจิตสำนึกเรื่องการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติให้กับนักท่องเที่ยว โดยการที่ให้มัคคุเทศก์ หรือเจ้าของสวน และเจ้าของกิจการนั้น ๆ พาเยี่ยวชมสถานที่ท่องเที่ยวต่าง ๆ แล้วค่อยอธิบายความเป็นมาของสถานที่นั้น ๆ และคอยให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องทางการเกษตร Richards (2010) ได้สรุปไว้ว่า การท่องเที่ยวเชิงสร้างสรรค์เป็นรูปแบบการท่องเที่ยวที่มุ่งเน้นการอนุรักษ์ศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่นและส่งเสริมการผลิตสินค้าท้องถิ่นป้อนสู่ตลาดเพื่อตอบสนองความต้องการของนักท่องเที่ยว เช่นเดียวกันกับปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงในด้านของการมีภูมิคุ้มกันที่ส่งเสริมการมีรายได้เสริมจากการท่องเที่ยวและไม่ละทิ้งอาชีพหลัก (ชูสิทธิ์ ชูชาติ, 2553; Marques, 2006)

วัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการการบริหารจัดการการจัดการกิจกรรมการท่องเที่ยวเกษตรเชิงอนุรักษ์อย่างยั่งยืน อำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา

ด้านสถานที่ การจัดการการท่องเที่ยวในด้านพื้นที่ การจัดการพื้นที่ แบ่งพื้นที่ภายในชุมชน พบว่าชุมชนจะเข้าไปมีบทบาททั้งในการปฏิบัติและการวางแผนการดำเนินงานต่างๆ โดยคนในชุมชนจะมีการวางแผน การตัดสินใจ และดำเนินงานด้วยตนเอง พื้นที่ใครพื้นที่มัน แต่ก็มีบางครั้งที่หน่วยงานภาครัฐ ผู้นำ

ชุมชน คณะกรรมการชุมชน ก็ได้เข้ามาช่วยเหลือบางส่วน เช่น อำนวยความสะดวก ความสะอาด และความปลอดภัยมากกว่า

ด้านสิ่งอำนวยความสะดวก พบว่า ภาครัฐ ภาคเอกชน และชุมชน ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการสิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ ของขุมชน เช่น การจัดการด้านความสะอาดของแหล่งท่องเที่ยว มีการจัดห้องสุขาไว้อย่างเพียงพอ มีแผ่นป้าย/ป้ายสัญลักษณ์ต่างๆ มีการจัดสรรตารางสายตรวจตามแหล่งชุมชน ที่ชัดเจน มีที่พักเพียงพอสำหรับนักท่องเที่ยว มีสถานที่จอดรถเพียงพอสำหรับนักท่องเที่ยว และส่งเสริมช่องทางการชำระเงินโดยให้เงินดิจิตอลเพื่อความสะดวกรวดเร็ว

ด้านบุคลากร พบว่า ทางชุมชนเองได้เข้ามามีส่วนร่วมการจัดการท่องเที่ยว เพื่อพัฒนาความรู้แลกเปลี่ยน ความรู้ในกลุ่ม เนื่องจากปัจจุบันทางชุมชนไม่ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการคิดแผน การวางนโยบายหรือการจัดการมากแต่อย่างใด ควรให้ชุมชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในการวางแผน การวางนโยบาย และแสดงความคิดเห็นในการจัดการการท่องเที่ยวด้านบุคลากรให้มากขึ้น

ด้านการจัดการ พบว่า การจัดการท่องเที่ยว ที่พัก และร้านอาหารพื้นบ้านมีจำนวนจำกัด ส่วนที่พัก ชาวบ้านแต่ละหมู่บ้านจะดูแลกันเองทำให้มีราคาที่แตกต่างกัน โรงแรมที่พักใหญ่ๆ เริ่มเข้ามา ดังนั้นควรมีการจัดกลุ่มการท่องเที่ยวหรือทางการตลาด เพื่อเป็นผู้ดูแลในเรื่องของที่การจัดทัวร์ และการจัดหาที่พักให้กับนักท่องเที่ยว โดยการร่วมตัวกับชาวบ้าน เรื่องอาหารควรให้ชาวบ้านทำอาหารพื้นบ้านให้นักท่องเที่ยวได้ลองชิมอาหารที่เป็นเอกลักษณ์ของชุมชน ซึ่งอาจจะเป็นแรงจูงใจให้นักท่องเที่ยวสนใจเข้ามาเที่ยวในพื้นที่มากขึ้น สร้างรายได้ให้กับชุมชนมากขึ้น

ด้านผลิตภัณฑ์ พบว่า ของที่ระลึกยังไม่หลากหลายมากนัก และบรรจุภัณฑ์ของที่ระลึกสินค้าแปรรูปต่างๆ ยังไม่เป็นที่ดึงดูดใจ หน่วยงานภาครัฐและเอกชนควรส่งเสริม โดยการเพิ่มสินค้าเพิ่มขึ้น ส่งเสริมเรื่องบรรจุภัณฑ์ ของผลิตภัณฑ์ต่างๆ อาหารแปรรูป ควรมีการทำบรรจุภัณฑ์ที่เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละชุมชน ที่สวยงามและน่าสนใจ สื่อโฆษณา ประชาสัมพันธ์ในรูปแบบที่หลากหลาย โดยการสื่อถึงพื้นที่นั้นๆ หรือสื่อถึงสินค้าของที่ระลึก เพื่อกระตุ้น หรือสร้างแรงจูงใจแก่นักท่องเที่ยวให้เข้ามาในพื้นที่ ซึ่งจะทำให้ชาวบ้านมีรายได้เพิ่มมากขึ้น

6. สรุปและอภิปรายผล

ศักยภาพของแหล่งท่องเที่ยว ได้แก่ ศักยภาพทางด้านทรัพยากรการท่องเที่ยว ศักยภาพทางด้านการบริการและการให้ประสบการณ์ที่มีคุณภาพแก่นักท่องเที่ยว ศักยภาพทางด้านการบริหารจัดการการท่องเที่ยว และ

ศักยภาพทางด้านการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยศักยภาพทั้ง 4 ด้านนี้เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการจัดการท่องเที่ยวชุมชุน นอกจากการสร้างความเข้มแข็งโดยสมาชิกเครือข่ายแล้ว กระบวนการสนับสนุนการรวมกลุ่มจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมการท่องเที่ยว กรมส่งเสริมการเกษตร กรมการปกครอง และหน่วยงานภายใต้การกำกับดูแลจากทุกกรมที่กล่าวมา รวมถึงองค์การบริหารส่วนตำบลในท้องถิ่น ควรเป็นหน่วยงานพี่เลี้ยงที่คอยสนับสนุนให้เครือข่ายมีความมั่นคงและยั่งยืน โดยให้การสนับสนุนด้านงบประมาณ ด้านวิชาการ การประชาสัมพันธ์ ร่วมกันผลักดันให้เส้นทางแหล่งท่องเที่ยวที่มีการเชื่อมโยงกัน ให้เป็นที่รู้จักของนักท่องเที่ยว มีการติดตามการดำเนินงานของเครือข่าย และการร่วมประเมินมาตรฐานแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตรจากหน่วยงานที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งจะเป็นการกระตุ้นให้เครือข่ายรักษาคุณภาพ ดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง และเกิดความยั่งยืน

การมีส่วนร่วมของคนในอำเภอปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา พบว่า โดยภาพรวมคนในชุมชนไม่มีส่วนร่วมในการวางแผน การกำหนดนโยบาย และการปฏิบัติงานร่วมกัน โดยทางชุมชนไม่ได้เข้ามามีส่วนร่วม แต่ชุมชนจะค่อยเข้ามามีบทบาทในเรื่องการจัดพื้นที่ สิ่งอำนวยความสะดวก จัดที่พัก Indaratna (2013) ได้กล่าวว่า การขาดความรู้ด้านการจัดการการท่องเที่ยวเป็นองค์ประกอบสำคัญที่ส่งผลต่อการสร้างขีดความสามารถของชุมชนอย่างจำกัดในการพัฒนาอุตสาหกรรมการท่องเที่ยว Pruetipibultham (2010) กล่าวว่าการพัฒนาทรัพยากรบุคคล ด้วยการรวมกลุ่มชุมชน เพื่อส่งเสริมการมีส่วนรวมในด้านต่างๆ จะช่วยให้สมาชิกในชุมชนเข้าใจถึงองค์ความรู้ที่มีในชุมชน และมีความสามารถในการเพิ่มมูลค่าผลผลิตของชุมชนได้อย่างเหมาะสม ปัจจุบันทางรัฐได้เล็งเห็นความสำคัญของชุมชนมากขึ้นแต่ไม่สามารถที่จะจัดการหรือเห็นปัญหาของชุมชนได้ตรงประเด็น จึงจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือในการเสนอแนวคิด และการเสนอปัญหา ขึ้นมาให้ทางภาครัฐได้รับรู้ เพราะการท่องเที่ยวในปัจจุบันมีบทบาทสำคัญและส่งผลต่อวิถีความเป็นอยู่ของคนในชุมชนเป็นอย่างมาก สอดคล้องกับ Poung-ngamchuen, Supa-udomlerk, & Leerattanakorn (2015) กล่าวว่า ชุมชนสามารถมีส่วนร่วมในธุรกิจการท่องเที่ยว และจัดการทรัพยากรในท้องถิ่นตามหลักเศรษฐกิจพอเพียงของการมีภูมิคุ้มกันตนเองที่เกิดจากการมีส่วนร่วมในการพัฒนา Kusumawali (2010) กล่าวว่า การตัดสินใจแบบมีส่วนร่วมตามปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงช่วยให้เกิดการแบ่งงานและผลประโยชน์อย่างยุติธรรมตามหลักคุณธรรม จริยธรรม โดยให้ความสำคัญกับความยั่งยืนในระยะยาวของวิสาหกิจชุมชน (วรพงศ์ ผูกภู่, 2562)

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา. (2566). *แผนพัฒนาการท่องเที่ยวแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2566 – 2570).* กรุงเทพมหานคร.

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2566). *เอกสารวิชาการ การท่องเที่ยวเชิงเกษตร.* กรุงเทพมหานคร.

ชูสิทธิ์ ชูชาติ. (2553). *คู่มือการท่องเที่ยวในมิติเศรษฐกิจพอเพียง.* เชียงใหม่ : มหาวิทยาลัย ราชภัฏเชียงใหม่.

นาฏสุดา เชมนะสิริ. (2555). *การพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวเชิงเกษตร.* มหาวิทยาลัยราชภัฏจันทรเกษม. กรุงเทพมหานคร.

นิศา ชัชกุล. (2566). *อุตสาหกรรมการท่องเที่ยว.* กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เทิดชาย ช่วยบารุง. (2553). *การท่องเที่ยวเชิงเกษตรสุราษฎร์ธานี: การวิจัยฐานทรัพยากรเกษตรสู่การท่องเที่ยวอย่างยั่งยืน.* กรุงเทพมหานคร. สานักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.

ธนกฤต สังข์เฉย. (2550). *อุตสาหกรรมการท่องเที่ยวและการบริการ.* กรุงเทพมหานคร. คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศเพชรบุรี.

บุญเลิศ จิตตั้งวัฒนา. (2548). *การพัฒนาการท่องเที่ยวแบบยั่งยืน.* กรุงเทพมหานคร. ศูนย์วิชาการท่องเที่ยวแห่งประเทศไทย.

วรพงศ์ ผูกภู่. (2562). *ปรัชญาแห่งการท่องเที่ยวโดยชุมชน.* เข้าถึงได้จาก https://www.randdcreation.com สำนักงานจังหวัดนครราชสีมา.

สำนักงานเกษตรอำเภอปากช่อง. (2567). *ข้อมูลอำเภอปากช่อง.* เข้าถึงได้จาก http://pakchong.khorat.doae.go.th.

Indaratna, K. (2013). Sufficiency economy: A happiness development approach. *Asian Social Science, 10*(2), 102-111.

Kusumawali, S. (2010). *Human resource management for adequacy in an organization*. Bangkok : National Institute of Development Administration.

Marks, E., Polucha, I., Jaszczak, A. and Marks, M. (2009). *Agritourism in sustainable development: case of Mazury in north-eastern Poland. Rural Development: Inte-grated and Sustainable Rural Development.* 90-95.

Maneerat, P., & Pasunon, P. (2022). Factor of Cultural Heritage Values that Effecting to Gastronomy Tourism Experience in Phuket Old Town Community. *Journal of Multidisciplinary in Humanities and Social Sciences, 5*(2), 687–703.

Marques, H. (2006). Research report: Searching for complementarities between agriculture and tourism: The demarcated wine-producing regions of northern Portugal. *Tourism Economics, 12*(1), 147–155.

Poung-ngamchuen, J., Supa-udomlerk, S., & Leerattanakorn, N. (2015). A Study on people'ssustainability of quality of Life in accordance with philosophy of sufficiency economy in Aomkoi District, Chiang Mai, Thailand. *Journal of Marketing and Management, 6*(2), 1-10.

Prasongthan, S., Thanandornsuk, K. ., & Charoenbunprasert, S. . (2021). Thai Senior tourists: Explore of Travel Constraints, Recreational Activities and Travel Intention .

Rajamangala University of Technology Tawan-Ok Social Science Journal, 10(1), 119–131. Retrieved from https://so05.tci-thaijo.org/index.php/SocialJournal2rmutto/article/view/243108.

Pruetipibultham, O. (2010). The sufficiency economy philosophy and strategic HRD: A sustainable development for Thailand. *Human Resource Development International, 13*(1), 99-110.

Tiyapunjanit, P. (2022). Strategic Management and Customer Relationship Building Strategies to Enhance Business Potential Case Study: A Modern Boutique Hotel in the Eastern Region. *Journal of Multidisciplinary in Humanities and Social Sciences, 5*(1), 50–62.

The National Economic and Social Development Board (NESDB). (2007). Sufficiency economy implications and applications. Retrieved from https://sep.nesdc.go.th/Book/2557/Sufficiency%20Economy%20Implication%20and%20Application. pdfRichards (2010).

JOURNAL OF LOGISTICS AND DIGITAL SUPPLY CHAIN

FACULTY OF LOGISTICS AND DIGITAL SUPPLY CHAIN,
NARESUAN UNIVERSITY

99 Moo 9 Thapho, Muang Phitsanulok, Phitsanulok

055-968750 JLDSC@nu.ac.th