การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม กรณีศึกษาภัยพิบัติจากอุทกภัย

วิทยานิพนธ์

ของ

ชนิภา อุทัยแพน

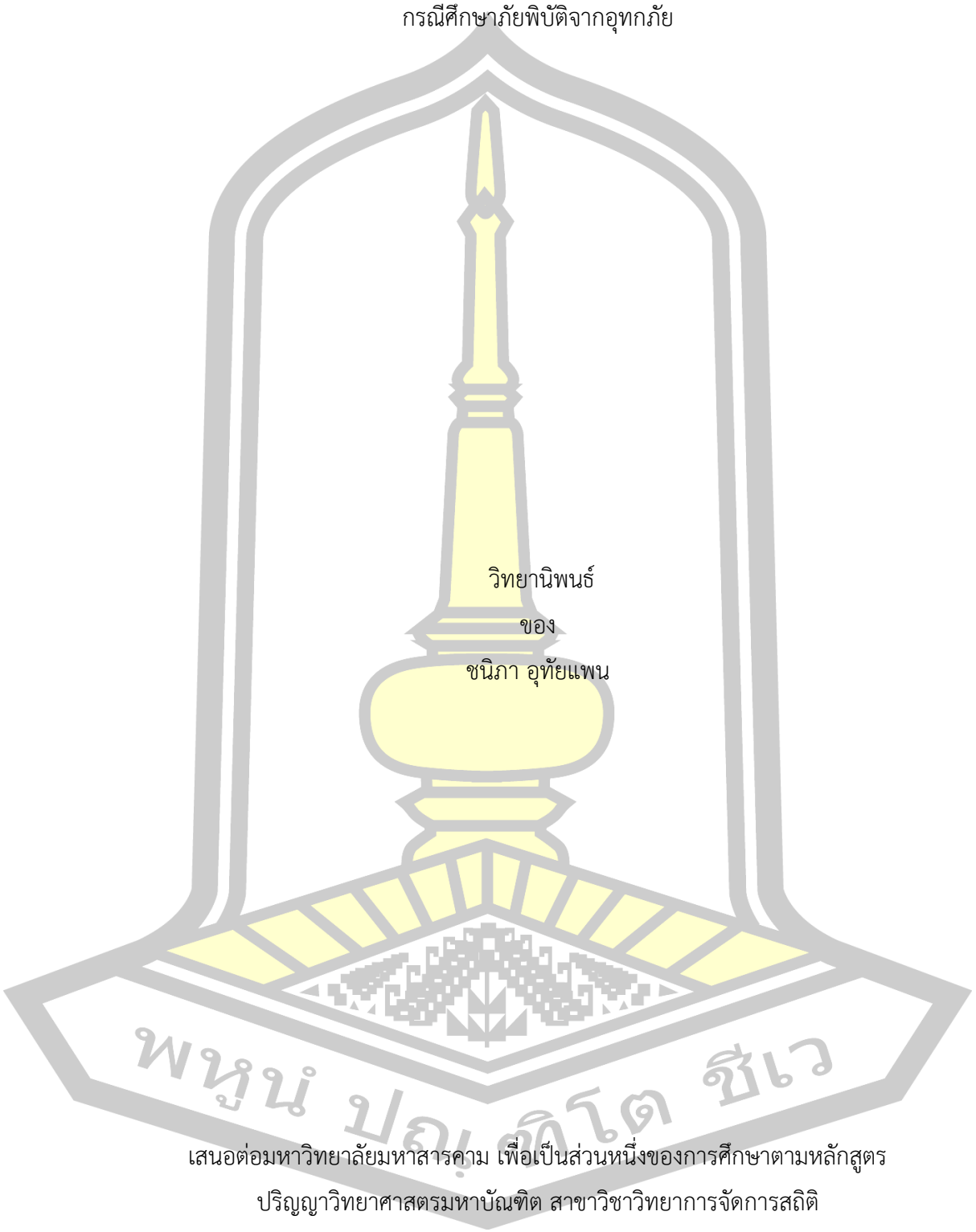
เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการจัดการสถิติ

พฤษภาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม กรณีศึกษาภัยพิบัติจากอุทกภัย



วิทยานิพนธ์

ของ

ชนิภา อุทัยแพน

เสนอต่อมหาวิทยาลัยมหาสารคาม เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการจัดการสถิติ

พฤษภาคม 2566

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

Development of Mathematical Model for Humanitarian Logistics Management: A Case Study of Floods Disaster

Chanipa Uthaipan

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of Requirements

for Master of Science (Statistical Management Science)

May 2023

Copyright of Mahasarakham University

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของนางสาวชนิภา อุทัยแพน แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการจัดการสถิติ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผศ. ดร. วีรพัฒน์ เศรษฐ์สมบูรณ์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผศ. ดร. โรจนี หอมชาลี)

.....กรรมการ
(รศ. ดร. อรวิชญ์ กุมพล)

.....กรรมการ
(ผศ. ดร. สุจิตตา สุระภี)

มหาวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการจัดการสถิติ ของมหาวิทยาลัยมหาสารคาม

.....
(ศ. ดร. ไพโรจน์ ประมวล)
คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

.....
(รศ. ดร. กริสน์ ชัยมูล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

พหุน ปณฺ ฑิโต ชีเว

ชื่อเรื่อง การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม กรณีศึกษาภัยพิบัติจากอุทกภัย

ผู้วิจัย ชนิภา อุทัยแพน

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โรจนี หอมชาลี

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต **สาขาวิชา** วิทยาการจัดการสถิติ

มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม **ปีที่พิมพ์** 2566

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์ สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม ด้วยตัวแบบการโปรแกรมไม่เชิงเส้นจำนวนเต็ม เพื่อกำหนดสถานที่ตั้งศูนย์พักพิง และจำนวนของทรัพยากรให้เพียงพอต่อการช่วยเหลือผู้ประสบภัย โดยตัวแบบที่พัฒนาขึ้นได้นำไปประยุกต์ใช้กับกรณีศึกษาพื้นที่ประสบอุทกภัย อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งมีทั้งหมด 10 ตำบล 183 หมู่บ้าน และมีผู้ประสบภัยรวม 82,334 คน ในจำนวนนี้มี 3 หมู่บ้าน ซึ่งผู้ประสบภัย 570 คน ไม่สามารถพักอาศัยอยู่ในหมู่บ้านได้ ต้องถูกขนย้ายไปยังศูนย์พักพิง โดยงานวิจัยนี้กำหนดให้มีศูนย์พักพิง 19 ศูนย์ และศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ 2 ศูนย์ คือ สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดมหาสารคาม และที่ว่าการอำเภอกันทรวิชัย จากการประมวลผลตัวแบบ INLP ด้วยโปรมแกรม LINGO 13.0 พบว่า ควรเปิดใช้งานศูนย์พักพิง 2 ศูนย์ คือ ศูนย์โรงเรียนขามเฒ่าผดุงศิลป์ เพื่อรับผู้ประสบภัยจากหมู่บ้านกุดหัวช้าง จำนวน 164 คน และศูนย์โรงเรียนบ้านมะกอก เพื่อรับผู้ประสบภัยจากบ้านโขงกุดเวียน จำนวน 190 คน และบ้านห้วยชัน จำนวน 216 คน สำหรับอีก 180 หมู่บ้านที่ยังสามารถพักอาศัยอยู่ได้นั้น ส่วนใหญ่ได้รับสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายที่ว่าการอำเภอกันทรวิชัย ซึ่งมีระยะทางใกล้กว่า สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดมหาสารคาม ซึ่งทั้งการขนย้ายผู้ประสบภัยและการกระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ ควรขนย้ายด้วยรถบรรทุกปฏิบัติการขนาด 4 ล้อ ทั้งนี้ผลเฉลยของตัวแบบที่ได้ สามารถช่วยเหลือผู้ประสบภัยได้ครอบคลุมทั้งหมด ด้วยต้นทุนรวมในการดำเนินงานต่ำที่สุดเท่ากับ 20.859 ล้านบาท อีกทั้งตัวแบบที่พัฒนาขึ้นยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการจัดการภัยพิบัติอุทกภัยที่มีขนาดใหญ่ขึ้นได้ รวมถึงสามารถพัฒนาต่อสำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมกรณีการเกิดภัยพิบัติประเภทอื่นได้

คำสำคัญ : โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม, การโปรแกรมไม่เชิงเส้นจำนวนเต็ม, ภัยพิบัติอุทกภัย

TITLE Development of Mathematical Model for Humanitarian Logistics Management:
A Case Study of Floods Disaster

AUTHOR Chanipa Uthaipan

ADVISORS Assistant Professor Rojanee Homchalee , Ph.D.

DEGREE Master of Science **MAJOR** Statistical Management Science

UNIVERSITY Mahasarakham University **YEAR** 2023

ABSTRACT

This research is development of mathematical model for humanitarian logistics management using Integer Non-linear Programming (INLP) to determine the location of shelters and the amount of sufficient resources to help the victims. The developed model has been applied to case studies in flood-affected arear, Kantharawichai District, Maha Sarakham Province, which has a total area of 10 sub-districts, 183 villages and has a total of 82,334 victims. There are three villages, of which 570 victims are unable to live in the villages had to be moved to a shelter. In this research, there are 19 shelter centers and two relief distribution centers, namely the Maha Sarakham Provincial Disaster Prevention and Mitigation Office and the Kantharawichai District Office. The proposed INLP model was processed with the LINGO 13.0 program. The results showed that two shelters should be opened. The Kham Thao Phadung Silp School Center is opened for receiving the 164 victims from Kut Hua Chang Village, and the Ban Makok School Center is opened for receiving the 190 victims from Ban Khong Kut Wien, and 216 victims from Ban Huai Chan. For the 180 flood-affected villages, most of them were allocated relief items from Kantharawichai District Office which has a distance closer than from the Maha Sarakham Provincial Disaster Prevention and Mitigation Office. Moreover, both the transportation of the victims and the distribution of relief items should be transported by a 4-wheel operating truck. In addition, the solutions of proposed INLP

model also showed that all victims are cover helped, with the minimize total operating cost of 20.859 million THB. Furthermore, the developed model can be applied to larger flood disaster management, and it can also be further developed for humanitarian logistics management in case of other types of disasters.

Keyword : Humanitarian Logistics, Integer Non-linear Programming, Floods Disaster

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีด้วยความอนุเคราะห์ของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. โรจนี หอมชาลี อาจารย์ที่ปรึกษา ซึ่งได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง และให้ความรู้เพิ่มเติม ช่วยตรวจสอบ และช่วยแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนทำให้งานวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์

ผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการสอบ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีรพัฒน์ เศรษฐ์สมบูรณ์ รองศาสตราจารย์ ดร. อรวิชญ์ กุมพล และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุจิตตา สุระภี ที่ได้ร่วมให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ในการแก้ไขและพัฒนางานวิจัยให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยขอขอบคุณกลุ่มวิจัยระบบโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ให้ความอนุเคราะห์ใช้โปรแกรม LINGO 13.0 ในการประมวลผลข้อมูล

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่คอยช่วยสนับสนุนและให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดช่วงระยะเวลาที่ทำงานวิจัยฉบับนี้

ชนิภา อุทัยแพน

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ช

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญรูปภาพ ..... ฎ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 หลักการและเหตุผล 1

1.2 วัตถุประสงค์ 3

1.3 ขอบเขตการวิจัย 3

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 3

บทที่ 2 ปริทัศน์เอกสารข้อมูล 5

2.1 ภัยพิบัติ 5

2.2 โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม (Humanitarian Logistics) 11

2.2.1 บทบาทของโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมในการบรรเทาภัยพิบัติ 12

2.2.2 กระบวนการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม 13

2.3 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมจำนวนเต็ม (Integer Programming: IP) 14

2.4 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมไม่เชิงเส้น (Nonlinear Programming: NLP) ... 14

2.5 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมจำนวนเต็มไม่เชิงเส้น (Integer Nonlinear Programming: INLP) 15

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 15
2.6.1 งานวิจัยที่ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม 15
2.6.2 งานวิจัยที่ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมจำนวนเต็ม ไม่เชิงเส้น (Integer NonLinear Programming: INLP) 17
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 19
3.1 การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม 19
3.2 การประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการภัยพิบัติอุทกภัยในประเทศไทย ... 20
บทที่ 4 ผลการวิจัย 21
4.1 การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม 21
4.2 การประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการภัยพิบัติอุทกภัยในประเทศไทย ... 26
4.2.1 ผลเฉลยของตัวแบบ 27
4.2.2 ผลเฉลยจากการวิเคราะห์ความไว 30
บทที่ 5 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย 35
5.1 สรุปผลการวิจัย 35
5.2 อภิปรายผลการวิจัย 36
5.3 ข้อเสนอแนะ 37
5.3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย 37
5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป 37
บรรณานุกรม 39
ประวัติผู้เขียน 43

พหุน ปณ ฑิโต ชีว

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบสำหรับการจัดการภัยพิบัติอุทกภัย 28

ตารางที่ 2 สรุปผลเฉลยตัวแบบเกี่ยวกับการเปิดใช้ศูนย์พักพิง 29

ตารางที่ 3 สรุปปริมาณการขนสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ไปยังพื้นที่ประสบภัยที่สามารถพักอาศัยได้ 30

ตารางที่ 4 ข้อมูลสถานการณ์สำหรับการวิเคราะห์ความไว 31

ตารางที่ 5 สรุปผลเฉลย Scenario 2 ของตัวแบบเกี่ยวกับการเปิดใช้ศูนย์พักพิง 32

ตารางที่ 6 สรุปผลเฉลย Scenario 3 ของตัวแบบเกี่ยวกับการเปิดใช้ศูนย์พักพิง 34

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปภาพที่ 1 เหตุการณ์แผ่นดินไหวและ สึนามิ ภูมิภาคโตโฮะกุ ประเทศญี่ปุ่น ปี 2011 7

รูปภาพที่ 2 เหตุการณ์แผ่นดินไหวกลางมหาสมุทรอินเดีย ปี 2004 8

รูปภาพที่ 3 เหตุการณ์แผ่นดินไหวในแคว้นแคชเมียร์ ประเทศปากีสถาน ปี 2005 8

รูปภาพที่ 4 เหตุการณ์พายุหมุนนาร์กิสถล่มประเทศประเทศเมียนมาร์ มหาสมุทรอินเดีย ปี 2008 .. 9

รูปภาพที่ 5 เหตุการณ์แผ่นดินไหวประเทศเฮติ ปี 2010 10

รูปภาพที่ 6 การเกิดสงครามทางการเมืองในประเทศซีเรีย ปี 2018 11

รูปภาพที่ 7 กระบวนการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม 13

รูปภาพที่ 8 การเกิดอุทกภัยในอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 26

รูปภาพที่ 9 สรุปการประมวลผลตัวแบบด้วยโปรแกรม LINGO 13.0 27

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบันภัยพิบัติทางธรรมชาติเกิดบ่อยครั้งในหลายๆประเทศ และมีบ่อยครั้งที่เพิ่มระดับความรุนแรงมากขึ้น ดังที่เป็นข่าวอยู่เสมอ ในการเกิดภัยพิบัติแต่ละครั้งได้ส่งผลกระทบต่อประชาชนจำนวนมาก ร่วมไปถึงการเสียทรัพย์สิน ที่อยู่อาศัยถูกทำลาย สภาพแวดล้อมที่ดินทำการเกษตรเปลี่ยนแปลงหรือถูกทำลายเสียหายเป็นวงกว้าง ยังไม่รวมถึงผลกระทบด้านความเจ็บป่วยทางร่างกาย จิตใจของผู้ที่ประสบภัย แม้กระทั่งการเสียชีวิตของประชาชนในพื้นที่ที่ประสบภัย [1]

ตลอดระยะหลายปีที่ผ่านมา ประเทศไทยประสบปัญหาภัยพิบัติทั้งภัยพิบัติขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่เป็นจำนวนหลายครั้ง เช่น การเกิดสึนามิในปี 2547 สำหรับประเทศไทยถือเป็นเหตุการณ์สึนามิครั้งแรก และร้ายแรงเกินความคาดคิด เหตุการณ์สึนามิไทยที่ภูเก็ต พังงา ระนอง กระบี่ ตรัง และสตูล ทำให้มีผู้เสียชีวิตประมาณ 5,400 คน บาดเจ็บกว่า 8,000 คน และสูญหายอีกจำนวนมาก [2] และเหตุการณ์อุทกภัยในปี 2554 ประเทศไทยต้องเผชิญกับเหตุการณ์อุทกภัยครั้งใหญ่ โดยความเสียหายที่เกิดขึ้นภายในประเทศ รวมทั้งสิ้น 65 จังหวัด มีผู้เสียชีวิต 657 ราย สูญหาย 3 คน บ้านเรือนเสียหายทั้งหลัง 2,329 หลัง บ้านเรือนเสียหายบางส่วน 96,833 หลัง พื้นที่การเกษตรคาดว่าจะได้รับความเสียหาย 11.20 ล้านไร่ ถนน 13,961 สาย ท่อระบายน้ำ 777 แห่ง ฝาย 982 แห่ง สะพาน/คอสะพาน 724 แห่ง บ่อปลา/บ่อกุ้ง/หอย 231,919 ไร่ ปศุสัตว์ 13.41 ล้านตัว [3] เป็นต้น ทั้งสองเหตุการณ์ถือว่าเป็นภัยพิบัติที่ส่งผลกระทบต่อประชาชน และทรัพย์สิน เป็นจำนวนมาก เมื่อเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่าการจัดการของหน่วยงานต่างๆ กับประชาชน ยังไม่มีความพร้อมในการรับมือภัยพิบัติเท่าที่ควร เห็นได้จากผลสำรวจความคิดเห็นของประชาชนที่มีต่อการบริหารจัดการอุทกภัยของภาครัฐ ระหว่างปี 2554 – 2556 ได้เผยว่าการให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ประสบภัยเกิดความซ้ำซ้อนและกระจายอย่างไม่ทั่วถึง [4] อีกทั้งในเหตุการณ์อุทกภัยทางภาคใต้ช่วงต้นปี 2560 ปัญหาลักษณะดังกล่าวยังคงไม่ได้รับการแก้ไขอย่างเป็นรูปธรรม การกระจายความช่วยเหลือจากภาครัฐ เช่น ถุงยังชีพ เครื่องอุปโภคบริโภคเป็นไปอย่างไม่ทั่วถึงหรือไม่ตรงตามความต้องการของผู้ประสบภัย รวมทั้งกรณีผู้ประสบภัยได้รับบริจาคสิ่งของบรรเทาทุกข์เกินความจำเป็น [5]

โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม (Humanitarian Logistics) มีบทบาทสำคัญอย่างมากในการให้ความช่วยเหลือประชาชนผู้ประสบภัย โดย 80% ของการจัดการบรรเทาภัยพิบัตินั้นขึ้นอยู่กับระบบโลจิสติกส์ [6] เนื่องจากระบบโลจิสติกส์เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการบรรเทาภัยพิบัติและเป็นสิ่งบอกถึงประสิทธิภาพของการปฏิบัติการสำหรับการบรรเทาภัยพิบัติ [7] และหนึ่งในวิธีที่ใช้ในการจัดการภัยพิบัติคือการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ซึ่งมีทั้งวิธีการพัฒนาตัวแบบแบบหนึ่งวัตถุประสงค์และการพัฒนาตัวแบบหลายวัตถุประสงค์ งานวิจัยที่ใช้โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม และตัวแบบทางคณิตศาสตร์ในเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติ เช่น งานวิจัยของ Nathalie & Victor [8] งานวิจัยนี้พัฒนาแบบจำลองสถานที่ตั้งของสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับภัยพิบัติและทำการพิจารณา Deprivation Costs ในฟังก์ชันวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ต้นทุนรวมทางสังคมต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนด้านเอกชน เช่น ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนสินค้าคงคลังและต้นทุนคงที่ของสถานที่ตั้ง และต้นทุนในส่วนของ Deprivation Costs มีการกำหนดจำนวนเงินต่อประเภทของสิ่งของบรรเทาทุกข์ไว้ล่วงหน้าเพื่อที่จะพร้อมให้บริการในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติ ในระหว่างขั้นตอนเริ่มต้นการตอบสนองภัยพิบัติ ตัวแบบนี้ยังมุ่งเน้นไปที่การช่วยเหลือที่ควรดำเนินการในทันที เช่นภายใน 24 ชั่วโมงแรก งานวิจัยนี้ยังได้ทำการศึกษาวิกฤตการณ์ด้านมนุษยธรรมอีกด้วย หรืองานวิจัยของ Oscar Rodríguez-Espíndola [9] ได้ปรับใช้โลจิสติกส์ในการจัดการทรัพยากรเพื่อบรรเทาทุกข์แก่ผู้ประสบภัยและการวางแผนการดำเนินงานที่เหมาะสม และได้นำเสนอระบบการเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยพิบัติโดยอาศัยการผสมผสาน Multi-objective Optimization และ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographical Information Systems) เพื่อช่วยในการตัดสินใจ เป็น ตัวแบบ Bi-objective Optimization Model ใช้เพื่อระบุตำแหน่งของสิ่งอำนวยความสะดวกในกรณีฉุกเฉิน การจัดเก็บ การจัดสรรทรัพยากร และการกระจาย พร้อมจำนวนผู้เกี่ยวข้องในการดำเนินงานในการจัดการภัยพิบัติ

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยต้องการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมไม่เชิงเส้นจำนวนเต็มสำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมกรณีการเกิดอุทกภัยในประเทศไทย เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการรับมือภัยพิบัติ เนื่องจากปัญหาอุทกภัยเป็นภัยพิบัติที่สร้างความเสียหายต่อประเทศไทยมากที่สุด ไม่ว่าจะเป็นความสูญเสียชีวิตและทรัพย์สิน โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝนบริเวณที่ราบลุ่ม ที่ลาดเชิงเขา ที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำ [10] เพื่อกำหนดสถานที่ตั้งของสิ่งอำนวยความสะดวกและกำหนดจำนวนของทรัพยากรให้เพียงพอต่อการช่วยเหลือผู้ประสบภัย เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม (Humanitarian Logistics) สำหรับกรณีการเกิดภัยพิบัติอุทกภัย
2. เพื่อประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการภัยพิบัติอุทกภัย กรณีศึกษาพื้นที่อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1. การกำหนดตัวแบบโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมสำหรับจัดการในช่วงเวลาการเกิดภัยพิบัติเท่านั้น ซึ่งไม่รวมเวลาก่อนหน้า และช่วงเวลาในการเยียวยา
2. วิเคราะห์ระบบโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม ภายในขอบเขตความเชื่อมโยงระหว่างพื้นที่ประสบภัยศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์และศูนย์พักพิง
3. การขนส่งผู้ประสบภัย และการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์จะถูกพิจารณาแยกกันอย่างชัดเจน โดยการขนส่งผู้ประสบภัยและการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์จะใช้พาหนะทางบก
4. ขอบเขตของตัวแบบไม่ครอบคลุมการบาดเจ็บหรือล้มตายที่ต้องช่วยเหลือภายใน 24 ชม. แรก และไม่ครอบคลุมการรับหรือได้ความช่วยเหลือจากการบริจาค

1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์และวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมสำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมกรณีการเกิดภัยพิบัติอุทกภัยในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจสำหรับผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติอุทกภัยในอนาคต

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

ภัยพิบัติ หมายถึง การหยุดชะงักอย่างรุนแรงของการปฏิบัติหน้าที่ของชุมชนหรือสังคมอันเป็นผลมาจากการเกิดภัยทางธรรมชาติหรือเกิดจากมนุษย์ ซึ่งส่งผลต่อชีวิต ทรัพย์สิน สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวาง เกินกว่าความสามารถของชุมชนหรือสังคมที่ได้รับผลกระทบดังกล่าวจะรับมือได้โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ [11] ซึ่งอาจเป็นภัยพิบัติที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เช่น อัคคีภัย วาตภัย อุทกภัย ภัยแล้ง โรคระบาดในมนุษย์ เป็นต้น หรือ ภัยพิบัติที่มนุษย์สร้างขึ้น เช่น วิกฤตทางการเมือง การก่อการร้าย เป็นต้น [12]

อุทกภัย หมายถึง ภัยและอันตรายที่เกิดจากสภาวะน้ำท่วมหรือน้ำท่วมฉับพลัน หรืออันตรายที่เกิดจากสภาวะน้ำไหลเอ่อล้นฝั่งแม่น้ำ ลำธาร หรือทางน้ำ เนื่องจากมีน้ำเป็นสาเหตุ อาจเป็นน้ำท่วม น้ำป่าไหลหลากหรืออื่นๆ โดยปกติอุทกภัยเกิดจากฝนตกหนักต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้เกิดการสะสมน้ำบนพื้นที่ซึ่งระบายออกไม่ทัน ทำให้พื้นที่นั้นมีน้ำท่วม เป็นภัยร้ายที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ และเป็นสิ่งที่ไม่สามารถควบคุมได้ [13]

โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม หมายถึง การจัดการในกระบวนการโลจิสติกส์เพื่อให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัย ทั้งภัยพิบัติที่เกิดตามธรรมชาติ และภัยพิบัติที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อลดผลกระทบจากการเกิดภัยพิบัติทั้งด้านสุขภาพและความปลอดภัย [14]

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 2
ปริทัศน์เอกสารข้อมูล

การเกิดภัยพิบัติในแต่ละครั้งส่งผลกระทบต่อชีวิต ทรัพย์สิน สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นการเกิดภัยทางธรรมชาติ ซึ่งได้แก่อัคคีภัย วาตภัย อุทกภัย ภัยแล้ง โรคระบาดในมนุษย์ โรคระบาดสัตว์ โรคระบาดสัตว์น้ำ การระบาดของศัตรูพืช ตลอดจนภัยอื่น ๆ หรือเกิดจากมนุษย์ ได้แก่ อุบัติเหตุ หรือเหตุอื่นใด ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิต ร่างกายของประชาชน หรือความเสียหายแก่ทรัพย์สินของประชาชน หรือของรัฐ และให้หมายความรวมถึงภัยทางอากาศ และการก่อวินาศกรรมด้วย ในงานวิจัยนี้การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการรับมือภัยพิบัติโดยจะทำการหาผลเฉลยด้วยการโปรแกรมไม่เชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Non-linear Programming: INLP) เพื่อกำหนดสถานที่ตั้งของสิ่งอำนวยสะดวก และกำหนดจำนวนของทรัพยากรให้เพียงพอต่อการช่วยเหลือผู้ประสบภัย เป็นต้น จากการทบทวนวรรณกรรม และเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 ภัยพิบัติ

ภัยพิบัติสร้างผลกระทบทั้งต่อมนุษย์ ทรัพย์สิน สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อม ระดับความรุนแรงจะขึ้นอยู่กับขนาดของภัยพิบัติ ซึ่งมีนักวิจัยนิยามความหมายของภัยพิบัติไว้อย่างหลากหลาย เช่น กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยให้ความหมายในคำศัพท์ภัยพิบัติปี 2554 ไว้ว่า ในทางสากล หมายถึง การหยุดชะงักอย่างรุนแรงของการปฏิบัติหน้าที่ของชุมชนหรือสังคมอันเป็นผลมาจากการเกิดภัยทางธรรมชาติหรือเกิดจากมนุษย์ ซึ่งส่งผลต่อชีวิต ทรัพย์สิน สังคม เศรษฐกิจ และสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวาง เกินกว่าความสามารถของชุมชนหรือสังคมที่ได้รับผลกระทบดังกล่าวจะรับมือได้โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ [11] Carter กล่าวว่าภัยพิบัติสามารถแบ่งได้ 2 ประเภท ได้แก่ [12]

1. ภัยพิบัติที่เกิดจากธรรมชาติ ภัยอันตรายต่างๆ ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ ซึ่งการเกิดแต่ละครั้งนำมาซึ่งความสูญเสียทั้งชีวิตและทรัพย์สินของมนุษย์เป็นอย่างมาก ได้แก่ แผ่นดินไหว คลื่นใต้น้ำ วาตภัย หรือภัยจากพายุในรูปแบบต่าง ๆ อุทกภัย ภัยแล้ง หรือทุพภิกขภัย อัคคีภัย ดินถล่ม และโคลนถล่ม พายุหิมะและหิมะถล่ม โรคระบาดในคนและสัตว์ เป็นต้น

2. ภัยพิบัติที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ภัยที่มนุษย์กระทำขึ้น และก่อให้เกิดความเสียหายต่อร่างกาย ชีวิตและทรัพย์สิน ได้แก่ การปล่อยหรือรั่วไหลของสารพิษ มลภาวะ ของเสียอันเกิดจากการขนส่งในรูปแบบต่างๆ สงคราม การก่อการร้าย ระเบิดนิวเคลียร์ อาวุธชีวภาพ เป็นต้น

ภัยพิบัติสามารถจัดหมวดหมู่ได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ได้แก่ [15] อ้างถึงใน [16]

1. ภัยพิบัติอันเกิดจากธรรมชาติ ได้แก่ การระเบิดของภูเขาไฟ (Volcano Eruptions) แผ่นดินไหว (Earthquakes) คลื่นใต้น้ำ (Tsunamis) วาตภัยหรือภัยจากพายุในรูปแบบต่าง ๆ (Various Kinds of Storms) เช่น พายุแถบเส้น Tropics ที่มีแหล่งกำเนิดในมหาสมุทร (Tropical Cyclones) พายุหมุนที่มีแหล่งกำเนิดบนบก (Tornadoes) พายุฝนฟ้าคะนอง (Thunderstorms) อุทกภัย (Floods) ภัยแล้งหรือทุพภิกขภัย (Droughts) อัคคีภัย (Fires) ดินถล่มและโคลนถล่ม (Landslides and Mudslides) พายุหิมะและหิมะถล่ม (Blizzard and Avalanches) โรคระบาดในคนและสัตว์ (Human Epidemics and Animal Diseases)

2. ภัยพิบัติอันเกิดจากการกระทำของมนุษย์ (Man-made Disaster) ได้แก่ ไฟไหม้ ระเบิด การปล่อยหรือรั่วไหลของสารพิษ มลภาวะ ของเสียอันเกิดจากการขนส่งในรูปแบบต่างๆ สงคราม การก่อการร้าย ระเบิดนิวเคลียร์ อาวุธชีวภาพ เป็นต้น

3. ภัยพิบัติอันเกิดจากทั้งธรรมชาติและมนุษย์ร่วมกัน (Hybrid Disaster) ได้แก่ การตั้งบ้านเรือนถิ่นฐานบริเวณพื้นที่เสี่ยงดินถล่ม ทางน้ำป่าไหลหลาก หรือในบริเวณตีนภูเขาไฟที่ยังมีโอกาสปะทุได้ เป็นต้น

ยุทธศาสตร์ระหว่างประเทศขององค์การสหประชาชาติสำหรับการลดภัยพิบัติ หรือ UN International Strategy for Disaster Reduction [17] ได้ระบุว่า แหล่งกำเนิดสำคัญของภัยพิบัติมี 2 ประการ ได้แก่ ภัยพิบัติทางธรรมชาติ และ ภัยพิบัติจากเทคโนโลยี

1. ภัยพิบัติทางธรรมชาติ (Natural Disaster) แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ภัยพิบัติที่มาจากน้ำหรือสภาพอากาศ ภัยพิบัติทางธรณีฟิสิกส์ และภัยพิบัติทางชีววิทยา

2. ภัยพิบัติทางเทคโนโลยี (Technological Disaster) แบ่งเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ อุบัติเหตุจากอุตสาหกรรม อุบัติเหตุจากการขนส่ง และ อุบัติเหตุทั่วไป

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ภัยพิบัติที่เกิดขึ้นในปัจจุบันแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่ ภัยพิบัติทางธรรมชาติ และภัยพิบัติที่มนุษย์สร้างขึ้น

ตัวอย่างเหตุการณ์ภัยพิบัติทางธรรมชาติ และภัยพิบัติที่มนุษย์สร้างขึ้นที่สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงที่เกิดขึ้นในโลก ได้แก่

1. เหตุการณ์แผ่นดินไหวและสึนามิ ภูมิภาคโตโฮะกุ ประเทศญี่ปุ่น ปี 2011 แผ่นดินไหวขนาด 9.0 ริกเตอร์ ตามมาด้วยคลื่นสึนามิทางชายฝั่งตะวันออกของประเทศญี่ปุ่น เมื่อวันที่ 11 มีนาคม 2011 จุดศูนย์กลางที่มีความลึก 24.4 กิโลเมตร ซึ่งเป็นแผ่นดินไหวที่ใหญ่ที่สุดที่ญี่ปุ่นเคยบันทึกไว้ในประวัติศาสตร์ของโลก และมีประมาณ 15 ล้านคน ที่เสียชีวิตหรือได้รับบาดเจ็บ และ 2,814 คนที่สูญหาย [18]

รูปภาพที่ 1 เหตุการณ์แผ่นดินไหวและ สึนามิ ภูมิภาคโตโฮะกุ ประเทศญี่ปุ่น ปี 2011
ที่มา: [18]

2. เหตุการณ์แผ่นดินไหวกลางมหาสมุทรอินเดีย ปี 2004 เป็นแผ่นดินไหวครั้งใหญ่ที่สุดในบริเวณเกาะสุมาตรา – อันดามัน คาดว่าจะเป็นแรงสั่นสะเทือนขนาด 9.15 เมกนิจูด เกิดขึ้นเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม 2004 ในขณะที่เกิดแผ่นดินไหว กินเวลาเพียง 10 วินาที แต่เกิดคลื่นสึนามิที่คร่าชีวิตผู้คนไปถึง 310,000 คน ตามชายฝั่งของอินโดนีเซีย ศรีลังกา อินเดียใต้ และไทย [18]

รูปภาพที่ 2 เหตุการณ์แผ่นดินไหวกลางมหาสมุทรอินเดีย ปี 2004

ที่มา: [18]

3. เหตุการณ์แผ่นดินไหวใหญ่ใจกลางแคว้นแคชเมียร์ ประเทศปากีสถาน ปี 2005 แผ่นดินไหวในประเทศปากีสถานนี้มีแรงสั่นสะเทือนถึง 7.6 ริกเตอร์มีศูนย์กลางในเมืองแคชเมียร์ เกิดขึ้นในเช้า วันที่ 8 ตุลาคม 2005 และมีผู้เสียชีวิตอย่างเป็นทางการ 75,000 คน ได้รับบาดเจ็บ 106,000 คน ความรุนแรงของความเสียหายมีผลมาจากการก่อสร้างที่ไม่ดีของอาคารอีกด้วย [18]

รูปภาพที่ 3 เหตุการณ์แผ่นดินไหวในแคว้นแคชเมียร์ ประเทศปากีสถาน ปี 2005

ที่มา: [18]

4. เหตุการณ์พายุหมุนนาร์กิสถล่มประเทศเมียนมาร์ มหาสมุทรอินเดีย ปี 2008 พายุไซโคลน ลูกแรกในปี 2008 ก่อตัวขึ้นในมหาสมุทรอินเดีย ก่อนจะพัดเข้าถล่มประเทศเมียนมาร์ เป็นเวลาถึง 2 วัน ตัวเลขอย่างเป็นทางการระบุว่า มีผู้เสียชีวิตถึง 84,500 ราย และ 53,800 ราย ที่สูญหายไป ระดับความแรงของพายุหมุนนี้เทียบเท่าระดับความแรง 3 หรือ 4 ของพายุเฮอริเคน [18]

รูปภาพที่ 4 เหตุการณ์พายุหมุนนาร์กิสถล่มประเทศประเทศเมียนมาร์ มหาสมุทรอินเดีย ปี 2008 ที่มา [18]

5. เหตุการณ์แผ่นดินไหวประเทศเฮติ ปี 2010 แผ่นดินไหวขนาด 7.0 ที่ มีความลึก 8.1 ไมล์ สั่นสะเทือนไปทั่วประเทศเฮติ เมื่อวันที่ 12 มกราคม 2010 เสียชีวิต มากกว่า 200,000 ราย กว่า 2 ล้าน ไร้ที่อยู่อาศัย และ 3 ล้านรายที่ต้องการความช่วยเหลือฉุกเฉิน [18]

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

รูปภาพที่ 5 เหตุการณ์แผ่นดินไหวประเทศเฮติ ปี 2010
ที่มา: [18]

6. เหตุการณ์สงครามทางการเมืองในประเทศซีเรีย ในปี 2011 เกิดการชุมนุมประท้วงเพื่อประชาธิปไตยเกิดขึ้นที่เมืองเดอรา ซึ่งได้รับแรงบันดาลใจมาจากกระแส "อาหรับสปริง" หรือการลุกฮือต่อต้านรัฐบาลในตะวันออกกลาง ความวุ่นวายขยายวงกว้างและการปราบปรามรุนแรงมากขึ้น ทำให้ฝ่ายต่อต้านรัฐบาลเริ่มหันไปจับอาวุธ เพื่อป้องกันตัวเองและเพื่อขับไล่กองกำลังรัฐที่เข้ามาในพื้นที่ของพวกเขา และนายอัสซาดประกาศกร้าวว่าจะจัดการกับ "พวกก่อการร้ายที่ได้รับการสนับสนุนจากต่างประเทศ” จากนั้น ความรุนแรงก็ขยายตัวกลายเป็นสงครามกลางเมืองในที่สุด

องค์กรสังเกตการณ์เพื่อสิทธิมนุษยชนซีเรีย (SOHR) ได้ระบุว่า จำนวนผู้เสียชีวิตถึงเดือนมี.ค. ปี 2018 มีทั้งสิ้น 353,900 ราย แยกเป็นพลเรือน 106,000 ราย จำนวนดังกล่าวไม่ได้รวมถึง 56,900 คน ที่สูญหายและคาดว่าเสียชีวิต องค์กรนี้ระบุว่า คาดว่ามีผู้เสียชีวิตถึงหนึ่งแสนรายที่ไม่ได้รับการจดบันทึก [19]

พหุน ปณฺฑิโต ชีเว

รูปภาพที่ 6 การเกิดสงครามทางการเมืองในประเทศซีเรีย ปี 2018

ที่มา [19]

นอกจากเหตุการณ์ที่กล่าวมาข้างต้นแล้วยังมีอีกหลายเหตุการณ์ที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติ ซึ่งระดับความรุนแรงของผลกระทบที่ได้รับขึ้นอยู่กับขนาดของภัยพิบัติ

2.2 โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม (Humanitarian Logistics)

โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมนี้มีบทบาทสำคัญในการช่วยเหลือและการบริหารทรัพยากรในสถานการณ์ภัยพิบัติ [20] แบ่งออกได้เป็นสองประเภท คือ การให้ความช่วยเหลืออย่างต่อเนื่อง (Continuous Aid Work) และการบรรเทาภัยพิบัติ (Disaster Relief) ซึ่งเป็นการช่วยเหลือหลังภัยอุบัติขึ้นอย่างทันท่วงที ไม่ว่าจะเป็นภัยพิบัติทางธรรมชาติ หรือภัยอันเกิดจากฝีมือมนุษย์ก็ตาม

นักวิจัยนิยามความหมายของโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมไว้อย่างหลากหลาย เช่น Christopher และ Tatham [20] นิยามว่า เป็นกระบวนการการวางแผน การนำแผนไปใช้และการควบคุมการไหล (Flow) ของเครื่องอุปโภคบริโภค (Materials) รวมถึงข้อมูลข่าวสารต่างๆ ตั้งแต่ต้นทางจนถึงจุดที่ต้องการความช่วยเหลืออย่างมีประสิทธิภาพและมีต้นทุนที่เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือและบรรเทาผู้ประสบภัย ส่วน Bhimani และ Song [21] มองว่าเป็นชุดการปฏิบัติการ (Set of Actions) ที่องค์กรต่างๆ ใช้เพื่อการเคลื่อนย้ายข้อมูล สินค้าและบริการโดยมีเป้าหมายเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัย (Beneficiaries) ส่วน วีรชัย อู่สมบูรณ์ [5] นิยามว่า โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมว่าเป็นกระบวนการการวางแผน การนำแผนไปใช้ และการควบคุมการเคลื่อนย้ายเครื่องอุปโภคบริโภค ข้อมูลข่าวสาร รวมถึงการเคลื่อนย้ายกำลังคน ทรัพยากร ทักษะและความรู้ ตั้งแต่ต้นทางจนถึงจุดที่

ต้องการความช่วยเหลืออย่างมีประสิทธิภาพและมีต้นทุนที่เหมาะสม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยเหลือและบรรเทาภัยพิบัติ และ คมสัน โสมณวัต [14] นิยามว่า โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม หมายถึงการจัดการในกระบวนการโลจิสติกส์เพื่อให้ความช่วยเหลือผู้ประสบภัย ทั้งภัยพิบัติที่เกิดตามธรรมชาติและภัยพิบัติที่มนุษย์สร้างขึ้น เพื่อลดผลกระทบจากการเกิดภัยพิบัติทั้งด้านสุขภาพและความปลอดภัย

2.2.1 บทบาทของโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมในการบรรเทาภัยพิบัติ

โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมมีบทบาทสำคัญในการบรรเทาภัยพิบัติด้วยเหตุผล 2 ประการ

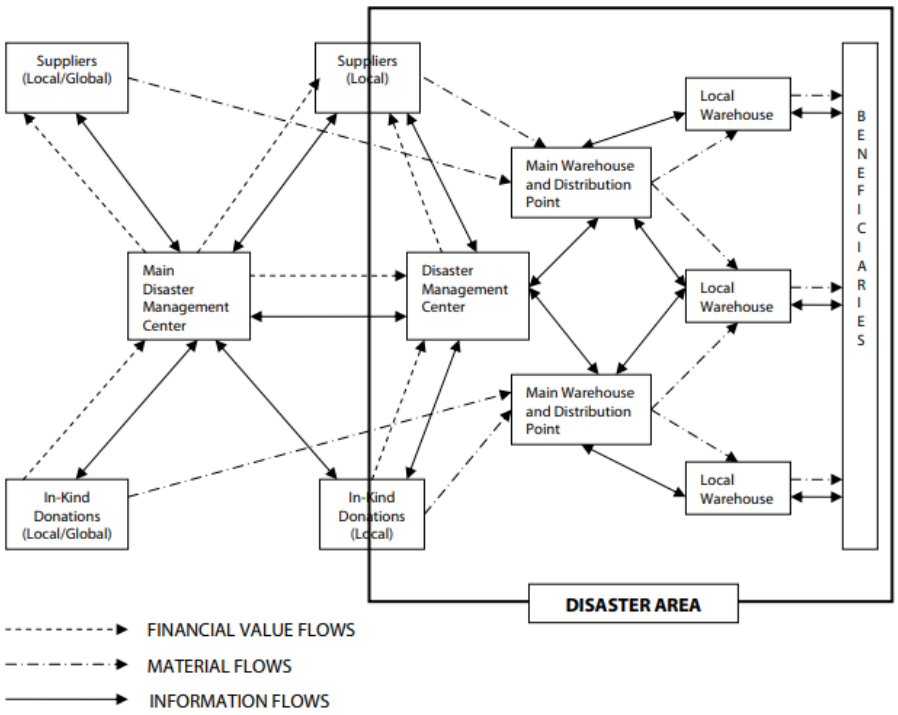
ประการที่ 1 โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมมีส่วนช่วยอย่างมากในการบรรเทาผลกระทบเชิงลบจากภัยพิบัติทางธรรมชาติในเรื่องของการสูญเสียชีวิตและต้นทุนทางเศรษฐกิจ โดยปัจจัยที่ทำให้การสูญเสีย ได้แก่

1. การพังทลายของสิ่งปลูกสร้าง ไม่ว่าจะเป็นอาคาร บ้านเรือน และโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ
2. การสูญเสียในการส่งออกและการลดลงของการจ้างงาน
3. ขาดทุนจากการเพิ่มขึ้นของราคาวัสดุสิ้นเปลืองและวัสดุก่อสร้าง
4. การขาดแคลนอาหารและการเกิดอุบัติเหตุ

ประการที่ 2 โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมถือเป็นแหล่งเก็บข้อมูลที่สามารถวิเคราะห์เพื่อให้การเรียนรู้หลังเกิดเหตุการณ์ภัยพิบัติ ข้อมูลด้านโลจิสติกส์สะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิผลของซัพพลายเออร์และผู้ให้บริการด้านการขนส่ง ไปจนถึงต้นทุน และความรวดเร็วในการตอบสนองความเหมาะสมของสิ่งของที่บริจาค ดังนั้น โลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมจึงมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพของการดำเนินงานและการจัดทำแผนเพื่อรับมือกับเหตุฉุกเฉิน และช่วยในการเตรียมการและการเคลื่อนย้ายผู้คน และสิ่งของในยามที่เกิดภัยพิบัติ [22]

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

2.2.2 กระบวนการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม



รูปภาพที่ 7 กระบวนการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม

ที่มา [23]

จากรูปภาพที่ 7 จะเห็นได้ว่ากระบวนการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมมีความซับซ้อนกับการมีส่วนร่วมของหลายส่วนในสถานที่ต่างๆ เพื่อให้มีความชัดเจนมากขึ้นกระบวนการจึงเชื่อมโยงส่วนต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ผู้บริจาค องค์กรช่วยเหลือในระดับท้องถิ่น ประเทศ นานาชาติ รัฐบาล และผู้รับผลประโยชน์ กระบวนการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมในกระบวนการนี้แสดงถึง การไหลของวัสดุ การไหลของข้อมูล และการไหลเวียนของเงิน [23]

การไหลของวัสดุเป็นการไหลของผลิตภัณฑ์จากผู้บริจาคไปยังผู้รับผลประโยชน์รวมถึง อาหาร ผ้าห่ม ยา และน้ำ และการไหลย้อนกลับของผลิตภัณฑ์กลับมาหลังจากภัยพิบัติ

การไหลของข้อมูลรวมถึงการพยากรณ์ความต้องการ การส่งคำสั่งซื้อ และรายงานสถานะการสั่งซื้อเพื่อให้มั่นใจว่ามีความพร้อม และการสื่อสาร

การไหลเวียนของเงินรวมถึงการตรวจสอบเงินสดและเอกสารการชำระเงิน เช่น เลตเตอร์ออฟเครดิต ใบแจ้งหนี้ และสัญญาเชิงพาณิชย์

2.3 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมจำนวนเต็ม (Integer Programming: IP)

การโปรแกรมจำนวนเต็ม (Integer Programming: IP) เป็นโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์ที่มีข้อจำกัดของตัวแปรว่าจะต้องเป็นเลขจำนวนเต็มที่ไม่มีค่าเป็นลบ นั่นคือ

$$X_i = 0,1,2,\ldots \text{ ทุกค่า } i$$

ปัญหาโปรแกรมเชิงจำนวนเต็มที่สำคัญ ได้แก่ ปัญหาการขนส่ง ปัญหาการมอบหมายงาน ปัญหาการจัดสรรงบประมาณ ปัญหาการจัดลำดับงาน เป็นต้น เทคนิคที่ใช้ในการหาคำตอบต่อปัญหาเหล่านี้ไม่มีเทคนิคที่จัดว่าเป็นเทคนิคที่มีประสิทธิภาพโดยเฉพาะ แต่จะมีเทคนิคหลายแบบ แต่ละแบบจะเหมาะสมกับลักษณะของปัญหาหนึ่ง เช่น ใช้วิธีการขนส่ง (Transportation Method) กับปัญหาการขนส่ง หรือใช้วิธีการแจงนับ (Implicit Enumeration) กับปัญหาการเลือกโครงการลงทุน เป็นต้น [24]

2.4 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมไม่เชิงเส้น (Nonlinear Programming: NLP)

การโปรแกรมไม่เชิงเส้น (Nonlinear Programming: NLP) เป็นโปรแกรมเชิงคณิตศาสตร์ที่ใช้หาคำตอบ กรณีที่ตัวแปรตัดสินใจมีความสัมพันธ์กันในลักษณะที่ไม่เป็นเส้นตรง กรณีเป้าหมายต้องการค่า $f(x)$ ที่ต่ำที่สุด ดังเช่น $f(x)$ เป็นฟังก์ชันต้นทุน จะมีโครงสร้าง ทั่วไปของตัวแบบดังนี้

$$\text{Minimize } f(x)$$

$$\text{subject to}$$

$$g_i(x) \le 0 \text{ for each } i \in \{1,\ldots,m\}$$

$$h_j(x) = 0 \text{ for each } j \in \{1,\ldots,p\}$$

$$x \in X$$

$$f, g, \text{ and } h_j \text{ being nonlinear}$$

อย่างน้อยที่สุด 1 ฟังก์ชันไม่เป็นเส้นตรง ปัญหาประเภทนี้มักจะประยุกต์ใช้กับปัญหาทางด้านการพยากรณ์ การกำหนดการผลิต การควบคุมสินค้าคงคลัง การควบคุมคุณภาพ การซ่อมแซมและการบำรุงรักษา การออกแบบกระบวนการ วิธีการทางบัญชีและการจัดสรรงบประมาณ เป็นต้น การหาคำตอบต่อปัญหาโปรแกรมที่ไม่เป็นเส้นตรง ยุ่งยากกว่าปัญหาการโปรแกรมที่เป็นเส้นตรงมาก ไม่มีอัลกอริทึมใดโดยเฉพาะที่จะนำมาใช้หาคำตอบ แต่อัลกอริทึมจำนวนมากที่ได้ถูกปรับปรุงจนเป็นที่ยอมรับและนำไปใช้อย่างได้ผลในทางปฏิบัติ อัลกอริทึมของแต่ละเทคนิคจะมีหลักการใช้ที่เหมาะสมกับสภาพความเป็นจริงที่เกิดขึ้น สามารถหาคำตอบได้โดยระบบคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัย ปัญหาโปรแกรมที่ไม่เป็นเส้นตรงที่สำคัญปัญหาหนึ่งคือ ปัญหาการโปรแกรมเชิงกำลังสอง (Quadratic Programming Problem) เป็นปัญหาของการหาค่าที่ดีที่สุด (ค่าสูงสุดหรือค่าต่ำสุด)

ของฟังก์ชันเป้าหมาย ซึ่งเป็นฟังก์ชันกำลังสอง โดยมีข้อจำกัดของปัญหา เป็นสมการหรืออสมการเชิงเส้น [24]

2.5 ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมจำนวนเต็มไม่เชิงเส้น (Integer Nonlinear Programming: INLP)

ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมจำนวนเต็มไม่เชิงเส้น (Integer Nonlinear Programming: INLP) แบบจำลองการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการแก้ไขปัญหาที่มีการกำหนดค่าตัวแปรเป็นจำนวนเต็ม (Integer Variables) และฟังก์ชันวัตถุประสงค์ไม่ใช่เส้นตรง (Nonlinear Objective Function) โดยเราสามารถใช้เทคนิคการแปลงโจทย์ปัญหาจาก INLP เป็น Linear Programming (LP) หรือ Mixed-Integer Linear Programming (MILP) เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยทั่วไปแล้ว INLP จะถูกนำมาใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับการวางแผนการผลิต การวางแผนทรัพยากร การวางแผนการเงิน การวางแผนการลงทุน และงานวิศวกรรมที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเครื่องจักรหรือระบบที่มีการกำหนดค่าตัวแปรเป็นจำนวนเต็ม อย่างไรก็ตาม การแก้ไขปัญหา INLP เป็นงานที่ยากและจำเป็นต้องใช้วิธีการคำนวณที่มีความซับซ้อน ซึ่งอาจต้องใช้เทคโนโลยีการคำนวณแบบเมตาฮิวริสติก (Metaheuristic Algorithms) หรือแม้แต่การใช้ Machine Learning เพื่อช่วยในการแก้ไขปัญหาที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อนมากขึ้นได้ด้วย

ตัวอย่างงานวิจัยที่ใช้ตัวแบบ INLP เป็นหลายๆ งาน เช่น การวางแผนการผลิตแบบอัตโนมัติ การวางแผนการจัดส่งสินค้า การวางแผนทรัพยากรในโครงการสิ่งก่อสร้าง การวางแผนการลงทุน และอื่นๆ โดยมีสมการที่เป็นเชิงเส้นและเชิงอนุพันธ์ไม่เท่ากับศูนย์ และตัวแปรที่ต้องการหาค่าต้องเป็นจำนวนเต็ม [24]

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.6.1 งานวิจัยที่ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม

Nathalie และ Victor [8] ได้พัฒนาแบบจำลองสถานที่ตั้งของสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการจัดเตรียมอุปกรณ์เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับภัยพิบัติและทำการพิจารณาต้นทุนการกีดกันในฟังก์ชันวัตถุประสงค์อย่างชัดเจน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ต้นทุนรวมทางสังคมต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนด้านเอกชน เช่น ต้นทุนการขนส่ง ต้นทุนสินค้าคงคลังและต้นทุนคงที่ของสถานที่ตั้ง และต้นทุนในส่วนของ Deprivation Costs มีการกำหนดจำนวนเงินต่อประเภทของสิ่งของ

บรรเทาทุกข์ไว้ล่วงหน้าเพื่อที่จะพร้อมให้บริการในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากภัยพิบัติ ในระหว่างขั้นตอนเริ่มต้นการตอบสนองภัยพิบัติ ตัวแบบนี้ยังมุ่งเน้นไปที่การช่วยเหลือที่ควรดำเนินการในทันที เช่นภายใน 24 ชั่วโมงแรก โดยใช้ข้อมูลจริงของภูมิภาคแคริบเบียน ประเทศโคลอมเบีย ซึ่งได้รับผลกระทบจากน้ำท่วมในปี 2010 และ 2011 ผลของงานวิจัยแสดงให้เห็นว่าต้นทุนการกีดกันคิดเป็นมากกว่า 50% ของต้นทุนรวมทางสังคม

Oscar Rodríguez-Espíndola [9] ได้ปรับใช้โลจิสติกส์ในการจัดการทรัพยากรเพื่อบรรเทาทุกข์แก่ผู้ประสบภัยและการวางแผนการดำเนินงานที่เหมาะสม และได้นำเสนอระบบการเตรียมความพร้อมรับมือกับภัยพิบัติโดยอาศัยการผสมผสาน Multi-objective Optimization และระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (Geographical Information Systems) เพื่อช่วยในการตัดสินใจ เป็นตัวแบบ แบบ Bi-objective Optimization Model ใช้เพื่อระบุตำแหน่งของสิ่งอำนวยความสะดวกในกรณีฉุกเฉิน การเก็บสต๊อก การจัดสรรทรัพยากร และการกระจาย พร้อมจำนวนผู้เกี่ยวข้องในการดำเนินงานในการจัดการภัยพิบัติ โดยใช้ข้อมูลจริงสถานะการณ์น้ำท่วมในปี 2013 ใน Acapulco ประเทศเม็กซิโก ผลการวิจัยพบว่าจำนวนหน่วยงานภาครัฐที่นำไปใช้ในการจัดการกับสถานการณ์มีมากเกินไป นำไปสู่ค่าใช้ที่สูงโดยไม่บรรลุระดับความพึงพอใจที่ดีที่สุด ระบบที่นำเสนอแสดงให้เห็นถึงศักยภาพในการบรรลุผลการดำเนินงานที่ดีขึ้นในแง่ของต้นทุนและระดับการให้บริการมากกว่าวิธีที่หน่วยงานใช้อยู่ในปัจจุบัน

Mahbubeh Haghi และคณะ [25] ได้พัฒนา Multi-purpose Programming Model เพื่อค้นหาศูนย์บรรเทาทุกข์และศูนย์สุขภาพในขณะที่กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์และเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัยไปยังศูนย์พยาบาล ด้วยข้อจำกัด ด้านงบประมาณ สำหรับการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์และการเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัย เพื่อที่จะสร้างตัวแบบที่ดีขึ้นในเหตุการณ์จริง ผู้วิจัยเสนอตัวแบบที่ช่วยเพิ่มระดับการตอบสนองต่อความต้องการทางการแพทย์ ขณะเดียวกันยังตั้งเป้าหมายสำหรับการกระจายสินค้าบรรเทาทุกข์อย่างเป็นธรรมและลดต้นทุนโดยรวม ในการเตรียมการและขั้นตอนการตอบสนอง วิธีการใช้ตัวแบบถูกแก้ไขด้วยวิธี Epsilon-constraint Method สำหรับรูปแบบขนาดใหญ่มีการเสนออัลกอริทึม MOGASA และผลลัพธ์จะถูกเปรียบเทียบกับอัลกอริทึม NSGAII โดยใช้ข้อมูลการเกิดแผ่นดินไหว ผลของการวิจัยพบว่า อัลกอริทึม MOGASA ให้ผลลัพธ์ดีกว่า NSGAII ในขนาดปัญหาที่เพิ่มขึ้น

Bozorgi-Amiri และคณะ [26] ได้นำเสนอ Robust Multi-objective Stochastic Model สำหรับโลจิสติกส์เพื่อบรรเทาภัยพิบัติ ผู้วิจัยได้พิจารณาความต้องการทรัพยากร ต้นทุนการจัดหาและต้นทุนการขนส่งที่ไม่แน่นอนเพื่อให้ต้นทุนโดยรวมต่ำที่สุด และรวมถึงการลดความแปรปรวนสำหรับความขาดแคลนสูงสุดให้ต่ำที่สุดของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ โดยใช้ข้อมูลจริงข้อเหตุการณ์แผ่นดินไหวในประเทศอิหร่าน ผลการวิจัยพบว่ารูปแบบที่นำเสนอสำหรับประกอบการตัดสินใจในงานนี้สามารถช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับสถานที่ตั้งและการจัดสรรทรัพยากรในกรณีที่ต้องการบรรเทาทุกข์จากการเกิดแผ่นดินไหว

ปุณยภา สุทธิจำนงค์ และ สุนาริน จันทะ [27] ได้ทำการใช้การสร้างแบบจำลองปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ซึ่งพัฒนามาจากแบบจำลองพื้นฐานของรูปแบบปัญหาการจัดเส้นทางสำหรับยานพาหนะ (Vehicle Routing Problem: VRP) เพื่อค้นหาเส้นทางเดินรถขนส่งผู้ประสบภัยระหว่างเกิดอุทกภัย ที่สามารถเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัยออกจากพื้นที่เสี่ยงภัยโดยใช้ระยะเวลารวมในการอพยพสั้นที่สุด แบบจำลองที่สร้างขึ้นมีการพิจารณาประเภทของผู้อพยพออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ผู้อพยพปกติ และผู้อพยพที่ต้องการการช่วยเหลือพิเศษ ทำการทดสอบแบบจำลองโดยแบ่งการทดลองออกเป็น 10 กรณี โดยกำหนดสัดส่วนของจำนวนประชากรในแต่ละหมู่บ้านที่คิดจะอพยพร้อยละ 10, 20 และ 30 และกำหนดระดับการท่วม 3 ระดับ ได้แก่ 0.5, 1.5 และ 2.5 เมตร และกรณีที่ 10 เป็นกรณีที่มีการจัดเส้นทางอพยพ โดยใช้ข้อมูลจากภาวะน้ำท่วมใหญ่ของประเทศไทยในช่วงปลายปี พ.ศ. 2554 ในพื้นที่กรณีศึกษา ตำบลลาดสวาย อำเภอลำลูกกา จังหวัดปทุมธานี

2.6.2 งานวิจัยที่ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมจำนวนเต็ม ไม่เชิงเส้น (Integer NonLinear Programming: INLP)

Ming Wei และ Klaus-Peter Schwarz [28] ได้นำเสนอกลยุทธ์ใหม่และมีประสิทธิภาพสำหรับการแก้ไขความกำกวมในทันที วิธีการใหม่ขึ้นอยู่กับวิธีการของ Integer Nonlinear Programming (INLP) หลังจากหารือเกี่ยวกับวิธีการทั่วไปบางอย่างสำหรับ INLP แล้ว การแก้ปัญหาความไม่ชัดเจนของการวัดเฟส GPS ตามวิธีกำลังสองน้อยที่สุดของจำนวนเต็ม (ILSM) ถูกกำหนดให้เป็นโจทย์ของ INLP จากนั้นจึงนำเสนอวิธีการค้นหาความกำกวมใหม่โดยใช้วิธีการ INLP ที่แตกต่างกัน วิธีการค้นหาความกำกวมใหม่ทำการค้นหาความกำกวมจำนวนเต็มที่เหมาะสมที่สุดของดาวเทียม 7 ถึง 8 ดวงภายใน 0.1 - 0.2 วินาที ดังนั้นจึงสามารถใช้กับแอปพลิเคชันแบบเรียลไทม์ได้ ด้วยวิธีการ

ค้นหานี้ การแก้ปัญหาความกำกวมในทันทีจะดำเนินการโดยใช้วิธีการตามลำดับซึ่งประมาณค่าความกำกวมจำนวนเต็มที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละยุคสมัยโดยใช้การสังเกต GPS ทั้งหมดที่มีในยุคสมัยนั้น วิธีการนี้มีประสิทธิภาพมากเพราะหลีกเลี่ยงปัญหาที่สำคัญของการปฏิเสธความกำกวมที่ดีที่สุดอย่างผิดพลาด ในการตรวจสอบความกำกวมของจำนวนเต็มโดยประมาณในแต่ละยุคสมัย มีการหารือและทดสอบเกณฑ์จำนวนหนึ่งเพื่อให้แน่ใจว่าความถูกต้องของความกำกวมของจำนวนเต็มโดยประมาณ วิธีการนี้ได้รับการทดสอบอย่างประสบความสำเร็จและแสดงให้เห็นถึงความแข็งแกร่งและความน่าเชื่อถือ

Yu-Cheng Lin และคณะ [29] ได้พัฒนาระบบแนะนำโรงแรมบนมือถือที่มีอยู่มักประสบปัญหาที่ยุ่งยาก สำหรับนักเดินทางในการเลือกโรงแรมที่โดดเด่น ปัญหานี้ยากที่จะแก้ไขเพราะไม่มีเหตุผลที่จะแนะนำโรงแรมที่ด้อยกว่าที่อื่นในทุกด้าน เพื่อแก้ไขปัญหานี้ มีการเพิ่มมิติเทียมในแต่ละโรงแรมเพื่อจำลองความชอบส่วนบุคคลที่ไม่รู้จัก ค่าที่เป็นไปได้ตามมิติเทียมและน้ำหนักที่เกี่ยวข้องนั้นได้มาจากการแก้ปัญหาการโปรแกรมจำนวนเต็มแบบไม่เชิงเส้น ดังนั้น วิธีการที่นำเสนอจึงผสมระหว่างวัตถุประสงค์และน้ำหนักเชิงอัตวิสัย มีการแสดงตัวอย่างเพื่อแสดงให้เห็นการบังคับใช้ของวิธีการที่เสนอ นอกจากนี้ การศึกษาภาคสนามได้ดำเนินการในพื้นที่เล็กๆ ของเขตซีเหวิน เมืองไถจง ประเทศไต้หวัน เพื่อประเมินข้อได้เปรียบที่เป็นไปได้ของวิธีการที่นำเสนอเหนือวิธีการที่มีอยู่ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอมีประสิทธิภาพดีกว่าวิธีการที่มีอยู่ 5 วิธี การปรับปรุงอัตราการแนะนำที่ประสบความสำเร็จ โดยข้อได้เปรียบที่สำคัญที่สุดคือ 33% นอกจากนี้ ผลคำแนะนำที่สร้างขึ้นโดยใช้วิธีการที่นำเสนอพบว่ามีความเสี่ยงน้อยกว่า

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม กรณีการเกิดอุทกภัยในประเทศไทย เพื่อเป็นการเตรียมความพร้อมในการรับมือภัยพิบัติด้วยตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมไม่เชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Non-linear Programming: INLP) เพื่อกำหนดสถานที่ตั้งของสิ่งอำนวยสะดวก และกำหนดจำนวนของทรัพยากรให้เพียงพอต่อการช่วยเหลือผู้ประสบภัย เป็นต้น โดยดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม

3.1.1 กำหนดปัญหา งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาและพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมด้วยตัวแบบการโปรแกรมไม่เชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Non-linear Programming: INLP) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ต้นทุนโดยรวมในการจัดการช่วยเหลือผู้ประสบภัยต่ำที่สุด

3.1.2 กำหนดตัวแปรตัดสินใจ เพื่อใช้ในการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม ได้แก่

1. การเปิดใช้งานศูนย์พักพิง
2. จำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ต้องจัดซื้อของศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์
3. พื้นที่ประสบภัยที่พักอาศัยอยู่ได้ที่รับสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์
4. ศูนย์พักพิงที่รับสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์
5. จำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ประสบภัยที่สามารถอยู่ได้ที่ได้รับสิ่งของบรรเทาทุกข์
6. จำนวนผู้ประสบภัยในศูนย์พักพิงที่ได้รับสิ่งของบรรเทาทุกข์
7. จำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ที่ไม่สามารถอยู่อาศัยได้ที่ถูกจัดสรรไปยังศูนย์พักพิง
8. จำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ต้องขนส่งไปยังศูนย์พักพิง

9. จำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ต้องขนส่งไปยังพื้นที่ประสบภัยที่สามารถอยู่อาศัยได้

3.1.3 กำหนดและรวบรวมพารามิเตอร์ ซึ่งได้จากการวิเคราะห์จากส่วนที่ 3.1 ได้แก่

1. ต้นทุนในการดำเนินงานในศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์
2. ต้นทุนการดำเนินงานใช้งานศูนย์พักพิง
3. ราคาในการจัดซื้อสิ่งของบรรเทาทุกข์
4. ต้นทุนการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์
5. ต้นทุนการขนส่งผู้ประสบภัย
6. จำนวนผู้ประสบภัยต่อหนึ่งหน่วยสิ่งของบรรเทาทุกข์
7. จำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ประสบภัยที่อยู่อาศัยได้
8. จำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยได้
9. ปริมาตรต่อหนึ่งหน่วยสิ่งของบรรเทาทุกข์
10. ความจุของศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์
11. ความจุของพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์
12. ความจุของพาหนะที่ใช้ในการขนส่งผู้ประสบภัย
13. ระยะทางจากศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ไปยังพื้นที่ประสบภัยที่พักอาศัยได้
14. ระยะทางจากศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ไปยังศูนย์พักพิง
15. ระยะทางจากพื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยได้ไปยังศูนย์พักพิงที่

3.1.4 วิเคราะห์ข้อมูล เขียนโปรแกรมและหาผลเฉลยของตัวแบบด้วยโปรแกรม LINGO

3.1.5 วิเคราะห์ความไว (Sensitivity Analysis) โดยพิจารณาจากขนาดของปัญหา เช่น จำนวนพื้นที่ประสบภัย ตามสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิด ทั้งนี้ยังอยู่ภายใต้การช่วยเหลือครอบคลุมผู้ประสบภัยทั้งหมด ด้วยต้นทุนโดยรวมต่ำที่สุด

3.2 การประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการภัยพิบัติอุทกภัยในประเทศไทย

3.2.1 วิเคราะห์ผลเฉลยของตัวแบบและผลเฉลยจากการวิเคราะห์ความไว

3.2.2 จัดทำข้อเสนอแนะสำหรับการเตรียมความพร้อมรับมือกับการเกิดภัยพิบัติ

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม ใช้วิธีการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบการโปรแกรมไม่เชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Non-linear Programming INLP) สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม กรณีการเกิดอุทกภัยในประเทศไทย เป็นการเตรียมความพร้อมในการรับมือภัยพิบัติ รวมถึงการกำหนดสถานที่ตั้งของสิ่งอำนวยสะดวก และกำหนดจำนวนของทรัพยากรให้เพียงพอต่อการช่วยเหลือผู้ประสบภัย เป็นต้น โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

4.1 การพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม

งานวิจัยครั้งนี้ได้พัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม แบบการโปรแกรมไม่เชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Non-linear Programming: INLP) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อให้ต้นทุนโดยรวมในการจัดการช่วยเหลือผู้ประสบภัยต่ำที่สุด ซึ่งมีดัชนี ตัวแปรตัดสินใจ พารามิเตอร์ และโครงสร้างของตัวแบบ INLP ดังต่อไปนี้

ดัชนี

i	คือ ศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์	โดยที่ $i = 1,...,\mathrm{I}$
j	คือ ศูนย์พักพิง	โดยที่ $j = 1,...,\mathrm{J}$
k	คือ พื้นที่ประสบภัยที่พักอาศัยอยู่ได้	โดยที่ $k = 1,...,\mathrm{K}$
o	คือ พื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยได้	โดยที่ $o = 1,...,\mathrm{O}$
m	คือ ประเภทพาหนะสำหรับการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์	โดยที่ $m = 1,...,\mathrm{M}$
n	คือ ประเภทพาหนะสำหรับการขนส่งผู้ประสบภัย	โดยที่ $n = 1,...,\mathrm{N}$

ตัวแปรตัดสินใจ

Y_j คือ การเปิดใช้งานศูนย์พักพิง

H_i คือ จำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ต้องจัดซื้อของศูนย์กระจายที่ i (ถุง)

XK_{ik} คือ พื้นที่ประสบภัยที่พักอาศัยอยู่ได้ที่ k ที่รับสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจาย i

XJ_{ij} คือ ศูนย์พักพิงที่ j ที่รับสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจาย i

Z_k คือ จำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ประสบภัย k ที่ได้รับสิ่งของบรรเทาทุกข์ (คน)

Z_j คือ จำนวนผู้ประสบภัยในศูนย์พักพิง j ที่ได้รับสิ่งของบรรเทาทุกข์ (คน)

NOJ_{ojn} คือ จำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ประสบภัย o ที่ถูกขนส่งไปยังศูนย์พักพิง j โดยพาหนะประเภทที่ n (คน)

NJ_{ijm} คือ จำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ถูกขนส่งจากศูนย์กระจาย i ไปยังศูนย์พักพิง j โดยพาหนะประเภทที่ m (ถุง)

NK_{ikm} คือ จำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ถูกขนส่งจากศูนย์กระจาย i ไปยังพื้นที่ประสบภัย k โดยพาหนะประเภทที่ m (ถุง)

พารามิเตอร์

CX_i คือ ต้นทุนในการดำเนินงานของศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ i (บาท)

CY_j คือ ต้นทุนการดำเนินงานของศูนย์พักพิงที่ j (บาท)

Pr คือ ราคาต่อหน่วยสิ่งของบรรเทาทุกข์ (บาทต่อถุง)

CTM_m คือ ต้นทุนการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์โดยพาหนะประเภทที่ m (บาทต่อกิโลเมตร)

CTN_n คือ ต้นทุนการขนส่งผู้ประสบภัยโดยพาหนะประเภทที่ n (บาทต่อกิโลเมตร)

NE คือ จำนวนผู้ประสบภัยต่อหนึ่งหน่วยสิ่งของบรรเทาทุกข์ (คน)

P_k คือ จำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ประสบภัยที่อยู่อาศัยได้ที่ k (คน)

P_o คือ จำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยได้ที่ o (คน)

VOL คือ ปริมาตรต่อหนึ่งหน่วยสิ่งของบรรเทาทุกข์ (ลูกบาศก์เมตร)

$CAPX_i$ คือ ความจุของศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ i (ลูกบาศก์เมตร)

$CAPY_j$ คือ ความจุของศูนย์พักพิงที่ j (จำนวนคนที่จุได้)

$CAPM_m$ คือ น้ำหนักบรรทุกของพาหนะประเภทที่ m ที่ใช้ในการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์ (กิโลกรัม)

$CAPN_n$ คือ ความจุของพาหนะประเภทที่ n ที่ใช้ในการขนส่งผู้ประสบภัย (จำนวนคนที่จุได้)

DXK_{ik} คือ ระยะทางจากศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ i ไปยังพื้นที่ประสบภัยที่พักอาศัยได้ที่ k (กิโลเมตร)

DXY_{ij} คือ ระยะทางจากศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ i ไปยังศูนย์พักพิงที่ j (กิโลเมตร)

DOJ_{oj} คือ ระยะทางจากพื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยได้ที่ o ไปยังศูนย์พักพิงที่ j (กิโลเมตร)

M คือ จำนวนจริงที่มีค่ามากพอ (Positive Large Number)

สมการเป้าหมาย

เพื่อให้ต้นทุนโดยรวมในการจัดการช่วยเหลือผู้ประสบภัยต่ำที่สุด

$$\text{Min Total cost} = \sum_{i=1}^{I} Pr_i H_i + \sum_{i=1}^{I} CX_i + \sum_{j=1}^{J} CY_j Y_j + \sum_{o=1}^{O}\sum_{j=1}^{J}\sum_{n=1}^{N} \frac{CTN_n DOJ_{oj} NOJ_{ojn}}{CAPN_n} + \sum_{i=1}^{I}\sum_{j=1}^{J}\sum_{m=1}^{M} \frac{CTM_m DXY_{ij} NJ_{ijm}}{CAPM_m} + \sum_{i=1}^{I}\sum_{k=1}^{K}\sum_{m=1}^{M} \frac{CTM_m DXK_{ik} NK_{ikm}}{CAPM_m} \quad (1)$$

ข้อจำกัด

$$\sum_{i=1}^{I} XK_{ik} = 1 \quad ;\forall k \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^{I} XJ_{ij} = 1 \quad ;\forall j \quad (3)$$

$$H_i VOL \le CAPX_i \quad ;\forall i \quad (4)$$

$$H_i \geq \sum_{j=1}^{J}\sum_{m=1}^{M} NJ_{ijm} + \sum_{k=1}^{K}\sum_{m=1}^{M} NK_{ikm} \quad ;\forall i \tag{5}$$

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{m=1}^{M} NJ_{ijm} \leq M(Y_j) \quad ;\forall j \tag{6}$$

$$P_o \geq \sum_{j=1}^{J}\sum_{n=1}^{N} NOJ_{ojn} Y_j \quad ;\forall o \tag{7}$$

$$\sum_{o=1}^{O}\sum_{n=1}^{N} NOJ_{ojn} \leq CAPY_j \quad ;\forall j \tag{8}$$

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{m=1}^{M} NJ_{ijm} \geq \frac{\sum_{o=1}^{O}\sum_{n=1}^{N} NOJ_{ojn}}{NE} \quad ;\forall j \tag{9}$$

$$\sum_{o=1}^{O}\sum_{n=1}^{N} NOJ_{ojn} = Z_j \quad ;\forall j \tag{10}$$

$$\sum_{i=1}^{I}\sum_{m=1}^{M} NK_{ikm} \geq \frac{P_k}{NE} \quad ;\forall k \tag{11}$$

$$P_k = Z_k \quad ;\forall k \tag{12}$$

$$Y_j \in \{0,1\} \quad ;\forall j \tag{13}$$

$$\mathrm{XK}_{ik} \in \{0,1\} \quad ;\forall i, \forall k \tag{14}$$

$$XJ_{ij} \in \{0,1\} \quad ;\forall i, \forall j \tag{15}$$

$$H_i \geq 0 \text{ and integer} \quad ;\forall i \tag{16}$$

$$Z_k \geq 0 \text{ and integer} \quad ;\forall k \tag{17}$$

$$Z_j \geq 0 \text{ and integer} \quad ;\forall j \tag{18}$$

$$NOJ_{ojn} \geq 0 \text{ and integer} \quad ;\forall o, \forall j, \forall n \tag{19}$$

$$NJ_{ijm} \geq 0 \text{ and integer} \quad ;\forall i, \forall j, \forall m \tag{20}$$

$$NK_{ikm} \geq 0 \text{ and integer} \quad ;\forall i, \forall k, \forall m \tag{21}$$

สมการที่ (1) เป็นสมการวัตถุประสงค์เพื่อให้ต้นทุนโดยรวมต่ำที่สุด ซึ่งประกอบด้วยต้นทุนในการดำเนินงานของศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ ต้นทุนการดำเนินงานของศูนย์พักพิง ราคาต่อหน่วยสิ่งของบรรเทาทุกข์ ต้นทุนการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์ และต้นทุนการขนส่งผู้ประสบภัย

สมการที่ (2) เพื่อให้แน่ใจว่าพื้นที่ประสบภัยที่พักอาศัยอยู่ได้ที่จะไม่รับสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายที่ซ้ำกัน

สมการที่ (3) เพื่อให้แน่ใจว่าศูนย์พักพิงจะไม่ได้รับสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายที่ซ้ำกัน

สมการที่ (4) แสดงให้เห็นว่าจำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ต้องจัดซื้อต้องไม่เกินความสามารถในการจัดเก็บของศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์

สมการที่ (5) จำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ต้องจัดซื้อทั้งหมดต้องสามารถตอบสนองความต้องการสิ่งของบรรเทาทุกข์ได้ทั้งในพื้นที่ประสบภัยที่สามารถพักอาศัยได้ และความต้องการในศูนย์พักพิง

สมการที่ (6) เป็นการกำหนดให้จำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ถูกขนส่งไปยังศูนย์พักพิงเท่ากับจำนวนจริงที่มีค่ามากพอ (Positive Large Number) โดยตัดเป็นศูนย์พักพิงที่เปิดใช้งาน

สมการที่ (7) เป็นการประกันว่าจำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ที่ไม่สามารถอยู่อาศัยได้จะถูกเคลื่อนย้ายไปยังศูนย์พักพิง

สมการที่ (8) จำนวนผู้ประสบภัยที่ถูกเคลื่อนย้ายไปยังศูนย์พักพิงต้องไม่เกินขีดความสามารถของศูนย์พักพิง ที่รับได้

สมการที่ (9) แสดงให้เห็นว่าจำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ถูกขนส่งไปยังศูนย์พักพิงต้องเพียงพอต่อความต้องการสิ่งของบรรเทาทุกข์ในศูนย์พักพิง

สมการที่ (10) รับประกันว่าจำนวนผู้ประสบภัยในศูนย์พักพิงจะได้รับสิ่งของบรรเทาทุกข์

สมการที่ (11) แสดงให้เห็นว่าจำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ถูกขนส่งไปยังพื้นที่ประสบภัยที่สามารถอยู่อาศัยได้ต้องเพียงพอต่อความต้องการสิ่งของบรรเทาทุกข์ในพื้นที่ประสบภัยที่สามารถอยู่อาศัยได้

สมการที่ (12) รับประกันว่าจำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ประสบภัยที่สามารถอยู่อาศัยได้ จะได้รับสิ่งของบรรเทาทุกข์

สมการที่ (13) กำหนดให้การเปิดใช้งานศูนย์พักพิงเป็นตัวแปรแบบ Binary เมื่อมีการเปิดใช้งานศูนย์พักพิง ให้มีค่าเป็น 1 ถ้าไม่มีการเปิดใช้งานศูนย์พักพิง ให้มีค่าเป็น 0

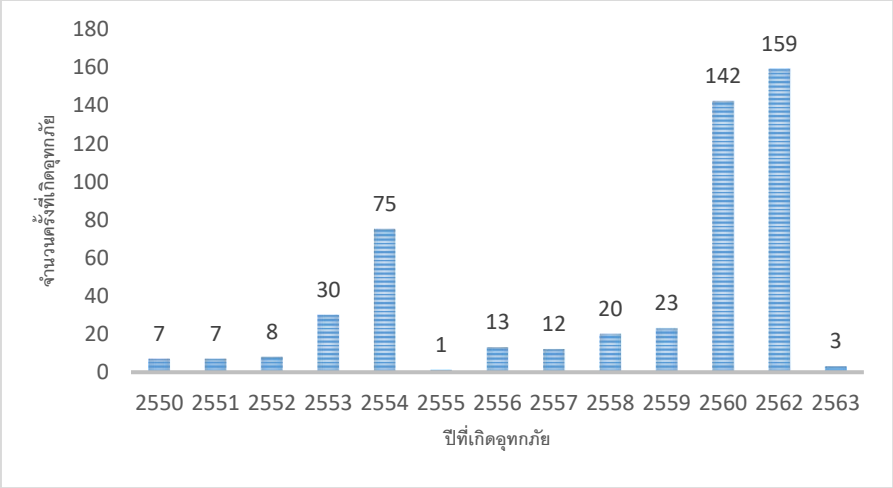
สมการที่ (14) กำหนดให้พื้นที่ประสบภัยที่พักอาศัยอยู่ได้ที่รับสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายเป็นตัวแปรแบบ Binary เมื่อมีการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายไปยังพื้นที่ประสบภัยที่พักอาศัยอยู่ได้ ให้มีค่าเป็น 1 และถ้าไม่มีการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายไปยังพื้นที่ประสบภัยที่พักอาศัยอยู่ได้ ให้มีค่าเป็น 0

สมการที่ (15) กำหนดให้ศูนย์พักพิงที่รับสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายเป็นตัวแปรแบบ binary เมื่อมีการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายไปยังศูนย์พักพิง ให้มีค่าเป็น 1 และถ้าไม่มีการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายไปยังศูนย์พักพิง ให้มีค่าเป็น 0

สมการที่ (16)-(21) กำหนดค่าตัวแปรตัดสินใจที่เป็นจำนวนเต็มที่มีค่าไม่ติดลบ

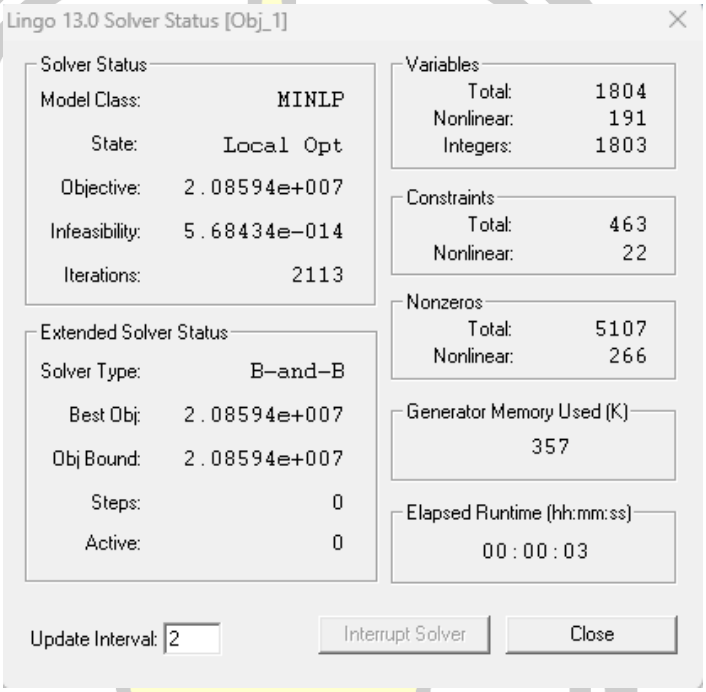
4.2 การประยุกต์ใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการภัยพิบัติอุทกภัยในประเทศไทย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ตัวแบบ INLP กับพื้นที่อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งมีทั้งหมด 10 ตำบล 183 หมู่บ้าน มีประชากรทั้งหมด จำนวน 82,334 คน ข้อมูลจากสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดมหาสารคามเมื่อปี พ.ศ. 2564 พบว่าตั้งแต่ปี พ.ศ 2553-2563 อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม ได้ประสบอุทกภัยทั้งสิ้น 500 ครั้ง แบ่งออกเป็น น้ำท่วมขัง 269 ครั้ง น้ำท่วมล้นตลิ่ง 209 ครั้ง และน้ำท่วมฉับพลัน 22 ครั้ง แสดงภาพที่ 8 โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการกำหนดพื้นที่ประสบภัย 2 แบบ คือ พื้นที่ประสบภัยที่สามารถพักอาศัยได้ 180 หมู่บ้าน จำนวนผู้ประสบภัย 82,764 คน และมี 3 หมู่บ้านที่เป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถพักอาศัยได้ มีจำนวนผู้ประสบภัย 570 คน [30] มีศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ 2 แห่ง และศูนย์พักพิง 19 แห่ง และกำหนดค่าพารามิเตอร์ ดังตารางที่ 1



รูปภาพที่ 8 การเกิดอุทกภัยในอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม

จากตัวแบบทางคณิตศาสตร์ที่พัฒนาได้ข้างต้น ผู้วิจัยได้นำมาประมวลผลด้วยโปรมแกรม LINGO 13.0 ภายใต้ขนาดของปัญหาที่มี 1,804 ตัวแปร และสมการเงื่อนไขหรือข้อจำกัดจำนวน 463 สมการ ใช้เวลาในการประมวลผล 3 วินาที ดังรูปภาพที่ 9 ทำให้ได้ผลเฉลยของตัวแบบเพื่อนำไปเตรียมความพร้อมในการรับมือภัยพิบัติ โดยการตัดสินใจเปิดศูนย์พักพิง รวมถึงการจัดเตรียมและกระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยให้ครอบคลุม



รูปภาพที่ 9 สรุปการประมวลผลตัวแบบด้วยโปรแกรม LINGO 13.0

4.2.1 ผลเฉลยของตัวแบบ

เมื่อผู้วิจัยได้ทำการ วิเคราะห์ผลเฉลยของตัวแบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า ในการจัดการภัยพิบัติอุทกภัย ในพื้นที่กันทรวิชัย ต้องใช้ต้นทุนในการจัดการภัยพิบัติ 20.859 ล้านบาท จึงจะช่วยเหลือจำนวนผู้ประสบภัยได้ครอบคลุมทั้งหมด

สำหรับการเปิดใช้ศูนย์พักพิงกรณีที่พื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยอยู่ได้ จากการวิเคราะห์ผลเฉลย พบว่า ศูนย์พักพิงที่ควรเปิดใช้งานมีจำนวน 2 ศูนย์ จากศูนย์พักพิงทั้งหมด 19 ศูนย์ คือ ศูนย์โรงเรียนชุมชนมะค่า มีจำนวนผู้ประสบภัยไปพักอาศัย จำนวน 164 คน โดยรับผู้ประสบภัยจากหมู่บ้านกุดหัวช้าง จำนวน 164 คน และศูนย์โรงเรียนบ้านมะกอก มีจำนวนผู้ประสบภัยไปพักอาศัย จำนวน 406 คน มาจาก 2 หมู่บ้าน คือบ้านโขงกุดเวียน จำนวน 190 คน และบ้านห้วยชัน จำนวน 216 คน โดยขนย้ายผู้ประสบด้วยรถปฏิบัติการเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัยพร้อมอุปกรณ์ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ค่าพารามิเตอร์ของตัวแบบสำหรับการจัดการภัยพิบัติอุทกภัย

พารามิเตอร์	ค่า	หน่วย	แหล่งที่มา
ต้นทุนในการดำเนินงานของศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์	25,000-30,000	บาท	สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จ.มหาสารคาม [31]
ต้นทุนการดำเนินงานของศูนย์พักพิง	28,000-80,000	บาท	สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จ.มหาสารคาม [31]
ราคาต่อหน่วยสิ่งของบรรเทาทุกข์	500	บาท/ถุง	คำนวณจากค่าเฉลี่ยของการจัดซื้อจัดจ้างสิ่งบรรเทาทุกข์ของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
ต้นทุนการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์โดยพาหนะ	11	บาท/กม.	บริษัท จิชทิกช์ จำกัด [32]
ต้นทุนการขนส่งผู้ประสบภัยโดยพาหนะ	11	บาท/กม.	บริษัท จิชทิกช์ จำกัด [32]
จำนวนผู้ประสบภัยต่อหนึ่งหน่วยสิ่งของบรรเทาทุกข์	2	คน	คำนวณจากปริมาณของการจัดซื้อจัดจ้างสิ่งบรรเทาทุกข์ของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
จำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ประสบภัยที่อยู่อาศัยได้	8,2194	คน	กรมการปกครอง [30]
จำนวนผู้ประสบภัยในพื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยได้	570	คน	กรมการปกครอง [30]
ปริมาตรต่อหนึ่งหน่วยสิ่งของบรรเทาทุกข์	0.02	ลูกบาศก์เมตร	คำนวณจากปริมาตรสิ่งบรรเทาทุกข์ของกรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย
ความจุของศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์	400-500	ลูกบาศก์เมตร	สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จ.มหาสารคาม [31]
ความจุของศูนย์พักพิง	500-1,000	คน	สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย จ.มหาสารคาม [31]
ความจุของพาหนะที่ใช้ในการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์	500-15,000	กิโลกรัม	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย [33]
ความจุของพาหนะที่ใช้ในการขนส่งผู้ประสบภัย	6-12	คน	กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย [33]
ระยะทางจากศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ไปยังพื้นที่ประสบภัยที่พักอาศัยได้	0.5-36.3	กิโลเมตร	ระยะทางจริงจาก Google maps
ระยะทางจากศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ไปยังศูนย์พักพิง	0.41-30	กิโลเมตร	ระยะทางจริงจาก Google maps
ระยะทางจากพื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยได้ไปยังศูนย์พักพิง	5-28	กิโลเมตร	ระยะทางจริงจาก Google maps

ตารางที่ 2 สรุปผลเฉลยตัวแบบเกี่ยวกับการเปิดใช้ศูนย์พักพิง

	ศูนย์พักพิง	การเปิดใช้งานศูนย์พักพิง		จำนวนหมู่บ้าน (จำนวนผู้ประสบภัยที่เคลื่อนย้ายไปศูนย์พักพิง)
		เปิดใช้งาน	ความจุ (คน)	
1	โรงเรียนขามเฒ่าผดุงศิลป์	ไม่เปิด	1,000	-
2	วัดธรรมมงคล	ไม่เปิด	1,000	-
3	โรงเรียนบ้านไส้จ่อ	ไม่เปิด	1,000	-
4	โรงเรียนบ้านน้ำใสม่วงวิทยา	ไม่เปิด	1,000	-
5	วัดพุทธมงคล	ไม่เปิด	1,000	-
6	โรงเรียนชุมชนมะค่า	เปิด	1,000	1 (164)
7	โรงเรียนมะค่าพิทยาคม	ไม่เปิด	1,000	-
8	วัดบ้านนาสีนวน	ไม่เปิด	1,000	-
9	โรงเรียนนาสีนวน	ไม่เปิด	1,000	-
10	อบต.นาสีนวน	ไม่เปิด	1,000	-
11	โรงเรียนบ้านมะกอก	เปิด	1,000	2 (406)
12	โรงเรียนศรีสุขพิทยาคม	ไม่เปิด	1,000	-
13	โรงเรียนบ้านเขวาใหญ่	ไม่เปิด	1,000	-
14	โรงเรียนอนุบาลกันทรวิชัย	ไม่เปิด	1,000	-
15	โรงเรียนบ้านคอกม้า	ไม่เปิด	1,000	-
16	โรงเรียนบ้านเหล่า	ไม่เปิด	1,000	-
17	โรงเรียนสมศรี	ไม่เปิด	1,000	-
18	สนามกลางบ้าน	ไม่เปิด	1,000	-
19	เทศบาลตำบลท่าขอนยาง	ไม่เปิด	500	-

สำหรับจำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ต้องจัดซื้อของศูนย์กระจาย ทั้งหมด 41,482 ถุง เก็บไว้ในศูนย์กระจายสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดมาสารคาม 21,428 ถุง และเก็บไว้ที่ว่าการอำเภอกันทรวิชัย 20,000 ถุง

ตารางที่ 3 สรุปปริมาณการขนสิ่งของบรรเทาทุกข์จากศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ไปยังพื้นที่ประสบภัยที่สามารถพักอาศัยได้

ศูนย์กระจ่ายสิ่งของบรรเทาทุกข์	ตำบลที่ได้รับจัดสรรสิ่งของบรรเทาทุกข์	จำนวนหมู่บ้าน	ปริมาณสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ได้รับ (ถุง)
สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดมหาสารคาม	เขวาใหญ่	21	3,941
	ขามเฒ่าพัฒนา	9	2,029
	ขามเรียง	20	8,398
	คันธารราษฎร์	1	220
	ท่าขอนยาง	15	4,403
	นาสีนวน	9	1,286
	มะค่า	9	866
รวม		84	21,143
ที่ว่าการอำเภอกันทรวิชัย	โคกพระ	15	4,560
	กุดใส้จ่อ	11	2,011
	ขามเฒ่าพัฒนา	11	1,993
	คันธารราษฎร์	14	1,829
	นาสีนวน	27	3,648
	มะค่า	20	1,391
	ศรีสุข	13	4,568
รวม		111	20,000

จากตารางที่ 3 พบว่าศูนย์กระจายสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดมหาสารคาม 21,143 ถุง และเก็บไว้ที่ว่าการอำเภอกันทรวิชัย 20,000 ถุง โดยขนส่งด้วยรถปฏิบัติการเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัยพร้อมอุปกรณ์

4.2.2 ผลเฉลยจากการวิเคราะห์ความไว

ผู้วิจัยได้ทำเพิ่มขนาดพื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยอยู่ได้ จำนวน 2 สถานการณ์ คือ Scenario 2 และ Scenario 3 โดยเลือกพื้นที่เสี่ยงปานกลาง ซึ่งเป็นพื้นที่ประสบภัยที่สามารถพักอาศัยอยู่ได้ [31] ดังตารางที่ 4 เพื่อเปรียบเทียบผลลัพธ์และผลการประมวลด้วยตัวแบบ INLP ที่พัฒนาขึ้น กับ Scenario 1 ซึ่งเป็นกรณีฐานที่ได้นำเสนอแล้วในหัวข้อ 4.2.1

ตารางที่ 4 ข้อมูลสถานการณ์สำหรับการวิเคราะห์ความไว

Scenario	พื้นที่เสี่ยงสูง		พื้นที่เสี่ยงปานกลาง		รวมจำนวนหมู่บ้าน	จำนวนผู้ประสบภัย (คน)
	จำนวนตำบล	จำนวนหมู่บ้าน	จำนวนตำบล	จำนวนหมู่บ้าน		
Scenario 1	2	3			3	570
Scenario 2	2	3	2	6	9	3,634
Scenario 3	2	3	4	13	16	6,992

ผลการวิเคราะห์ความไว Scenario 2

กำหนดให้พื้นที่ประสบภัยที่สามารถพักอาศัยได้ 174 หมู่บ้าน จำนวนผู้ประสบภัย 79,130 คน และมี 9 หมู่บ้านที่เป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถพักอาศัยได้ มีจำนวนผู้ประสบภัย 3,634 คน เมื่อผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลเฉลยของตัวแบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า ในการจัดการภัยพิบัติอุทกภัยในพื้นที่กันทรวิชัย ต้องใช้ต้นทุนในการจัดการภัยพิบัติ 21.073 ล้านบาท จึงจะช่วยเหลือจำนวนผู้ประสบภัยได้ครอบคลุมทั้งหมด

สำหรับการเปิดใช้ศูนย์พักพิงกรณีที่พื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยอยู่ได้ จากการวิเคราะห์ผลเฉลย พบว่า ศูนย์พักพิงที่ควรเปิดใช้งานมีจำนวน 5 ศูนย์ จากศูนย์พักพิงทั้งหมด 19 ศูนย์ คือ

ศูนย์โรงเรียนขามเฒ่าผดุงศิลป์ ความจุ 1,000 คน รับผู้ประสบภัยจาก 3 หมู่บ้าน คือ บ้านขี้เหล็ก 288 คน บ้านหินปูน 710 คน และบ้านโนนค้อพัฒนา 2 คน รวม 1,000 คน

ศูนย์วัดธรรมมงคล ความจุ 1,000 คน รับผู้ประสบภัยจาก 5 หมู่บ้าน คือ บ้านขี้เหล็ก 97 คน บ้านดอนเงิน 249 คน บ้านโคกพระ 1 คน บ้านโนนค้อพัฒนา 485 คน และบ้านหนองโก 168 คน รวม 1,000 คน

ศูนย์วัดพุทธมงคล ความจุ 1,000 คน รับผู้ประสบภัยจาก 4 หมู่บ้าน คือ บ้านขี้เหล็ก 65 คน บ้านดอนเงิน 148 คน บ้านโคกพระ 786 คน และบ้านโนนค้อพัฒนา 1 คน รวม 1,000 คน

ศูนย์โรงเรียนมะค่าพิทยาคม ความจุ 1,000 คน รับผู้ประสบภัยจาก 1 หมู่บ้าน คือ บ้านโนนขวา 164 คน

ศูนย์เทศบาลตำบลท่าขอนยาง ความจุ 500 คน รับผู้ประสบภัยจาก 3 หมู่บ้าน คือ บ้านปอแดง 190 คน บ้านวังบัวหลวง 216 คน และบ้านดอนเงิน 64 คน รวม 470 คน

โดยขนย้ายผู้ประสบด้วยรถปฏิบัติการเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัยพร้อมอุปกรณ์ ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 สรุปผลเฉลย Scenario 2 ของตัวแบบเกี่ยวกับการเปิดใช้ศูนย์พักพิง

	ศูนย์พักพิง	การเปิดใช้งานศูนย์พักพิง		จำนวนหมู่บ้าน (จำนวนผู้ประสบภัยที่เคลื่อนย้ายไปศูนย์พักพิง)
		เปิดใช้งาน	ความจุ (คน)	
1	โรงเรียนขามเฒ่าผดุงศิลป์	เปิด	1,000	3 (1,000)
2	วัดธรรมมงคล	เปิด	1,000	5 (1,000)
3	โรงเรียนบ้านไส้จ่อ	ไม่เปิด	1,000	-
4	โรงเรียนบ้านน้ำใสม่วงวิทยา	ไม่เปิด	1,000	-
5	วัดพุทธมงคล	เปิด	1,000	4 (1,000)
6	โรงเรียนชุมชนมะค่า	ไม่เปิด	1,000	-
7	โรงเรียนมะค่าพิทยาคม	เปิด	1,000	1 (164)
8	วัดบ้านนาสีนวน	ไม่เปิด	1,000	-
9	โรงเรียนนาสีนวน	ไม่เปิด	1,000	-
10	อบต.นาสีนวน	ไม่เปิด	1,000	-
11	โรงเรียนบ้านมะกอก	ไม่เปิด	1,000	-
12	โรงเรียนศรีสุขพิทยาคม	ไม่เปิด	1,000	-
13	โรงเรียนบ้านเขวาใหญ่	ไม่เปิด	1,000	-
14	โรงเรียนอนุบาลกันทรวิชัย	ไม่เปิด	1,000	-
15	โรงเรียนบ้านคอกม้า	ไม่เปิด	1,000	-
16	โรงเรียนบ้านเหล่า	ไม่เปิด	1,000	-
17	โรงเรียนสมศรี	ไม่เปิด	1,000	-
18	สนามกลางบ้าน	ไม่เปิด	1,000	-
19	เทศบาลตำบลท่าขอนยาง	เปิด	500	3 (470)

พหูน ปณ ฑิโต ชีเว

ผลการวิเคราะห์ความไว Scenario 3

กำหนดให้พื้นที่ประสบภัยที่สามารถพักอาศัยได้ 167 หมู่บ้าน จำนวนผู้ประสบภัย 75,342 คน และมี 16 หมู่บ้านที่เป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถพักอาศัยได้ มีจำนวนผู้ประสบภัย 6,992 คน เมื่อผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลเฉลยของตัวแบบที่พัฒนาขึ้น พบว่า ในการจัดการภัยพิบัติอุทกภัยในพื้นที่กันทรวิชัย ต้องใช้ต้นทุนในการจัดการภัยพิบัติ 21.217 ล้านบาท จึงจะช่วยเหลือจำนวนผู้ประสบภัยได้ครอบคลุมทั้งหมด

สำหรับการเปิดใช้ศูนย์พักพิงกรณีที่พื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยอยู่ได้ จากการวิเคราะห์ผลเฉลย พบว่า ศูนย์พักพิงที่ควรเปิดใช้งานมีจำนวน 7 ศูนย์ จากศูนย์พักพิงทั้งหมด 19 ศูนย์ คือ

ศูนย์โรงเรียนขามเฒ่าผดุงศิลป์ ความจุ 1,000 คน รับผู้ประสบภัยจาก 3 หมู่บ้าน คือ บ้านดอนเงิน 461 คน บ้านใคร่นุ่น 529 คน และบ้านโขงใหญ่ 10 คน รวม 1,000 คน

ศูนย์วัดธรรมมงคล ความจุ 1,000 คน รับผู้ประสบภัยจาก 4 หมู่บ้าน คือ บ้านหนองโก 168 คน บ้านกุดร่อง 224 คน บ้านท่าขอนยาง 224 คน และบ้านกุดเวียน 384 รวม 1,000 คน

ศูนย์โรงเรียนบ้านไส้จ่อ ความจุ 992 คน รับผู้ประสบภัยจาก 5 หมู่บ้าน คือ บ้านขี้เหล็ก 448 คน บ้านหินปูน 77 คน บ้านโนนค้อพัฒนา 399 คน บ้านวังหว้า 58 คน และบ้านโขงใหญ่ 10 คน รวม 1,000 คน

ศูนย์โรงเรียนมะค่า ความจุ 1,000 คน รับผู้ประสบภัยจาก 6 หมู่บ้าน คือบ้านโนนขวา 164 คน บ้านปอแดง 170 คน บ้านหินปูน 342 คน บ้านวังหว้า 54 คน บ้านโขงใหญ่ 267 คน และบ้านใคร่นุ่น 3 คน รวม 1,000 คน

ศูนย์โรงเรียนบ้านคอกม้า ความจุ 1,000 คน รับผู้ประสบภัยจาก 8 หมู่บ้าน คือ บ้านปอแดง 20 คน บ้านวังบัวหลวง 216 คน บ้านขี้เหล็ก 2 คน บ้านหินปูน 291 คน บ้านโนนค้อพัฒนา 89 คน บ้านวังหว้า 49 คน บ้านโขงใหญ่ 11 คน และบ้านใคร่นุ่น 322 คน รวม 1,000 คน

ศูนย์โรงเรียนบ้านเหล่า ความจุ 1,000 คน รับผู้ประสบภัยจาก 2 หมู่บ้าน คือ บ้านกุดร่อง 909 คน และบ้านท่าขอนยาง 91 คน รวม 1,000 คน

ศูนย์โรงเรียนสมศรี ความจุ 1,000 คน รับผู้ประสบภัยจาก 3 หมู่บ้าน คือ บ้านโคกพระ 787 คน บ้านกุดเวียน 168 คน และบ้านโขงใหญ่ 45 คน รวม 1,000 คน

โดยขนย้ายผู้ประสบภัยด้วยรถปฏิบัติการเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัยพร้อมอุปกรณ์ ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 สรุปผลเฉลย Scenario 3 ของตัวแบบเกี่ยวกับการเปิดใช้ศูนย์พักพิง

	ศูนย์พักพิง	การเปิดใช้งานศูนย์พักพิง		จำนวนหมู่บ้าน (จำนวนผู้ประสบภัยที่เคลื่อนย้ายไปศูนย์พักพิง)
		เปิดใช้งาน	ความจุ (คน)	
1	โรงเรียนขามเฒ่าผดุงศิลป์	เปิด	1,000	3 (1,000)
2	วัดธรรมมงคล	เปิด	1,000	4 (1,000)
3	โรงเรียนบ้านไส้จ่อ	เปิด	1,000	5 (992)
4	โรงเรียนบ้านน้ำใสม่วงวิทยา	ไม่เปิด	1,000	-
5	วัดพุทธมงคล	เปิด	1,000	-
6	โรงเรียนชุมชนมะค่า	เปิด	1,000	5 (1,000)
7	โรงเรียนมะค่าพิทยาคม	เปิด	1,000	-
8	วัดบ้านนาสีนวน	ไม่เปิด	1,000	-
9	โรงเรียนนาสีนวน	ไม่เปิด	1,000	-
10	อบต.นาสีนวน	ไม่เปิด	1,000	-
11	โรงเรียนบ้านมะกอก	เปิด	1,000	-
12	โรงเรียนศรีสุขพิทยาคม	ไม่เปิด	1,000	-
13	โรงเรียนบ้านเขวาใหญ่	ไม่เปิด	1,000	-
14	โรงเรียนอนุบาลกันทรวิชัย	ไม่เปิด	1,000	-
15	โรงเรียนบ้านคอกม้า	เปิด	1,000	8 (1,000)
16	โรงเรียนบ้านเหล่า	เปิด	1,000	2 (1,000)
17	โรงเรียนสมศรี	เปิด	1,000	3 (1,000)
18	สนามกลางบ้าน	เปิด	1,000	-
19	เทศบาลตำบลท่าขอนยาง	เปิด	500	-

พหุน ปณ ฑิโต ชีเว

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์สำหรับการจัดการโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมเพื่อเตรียมความพร้อมในการรับมือภัยพิบัติ กรณีศึกษาภัยพิบัติอุทกภัย ผู้วิจัยได้ออกแบบและดำเนินการวิจัยตามวัตถุประสงค์ โดยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาตัวแบบการโปรแกรมไม่เชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Nonlinear Programming: INLP) เพื่อกำหนดสถานที่ตั้งศูนย์พักพิง และกำหนดจำนวนของทรัพยากรให้เพียงพอต่อการช่วยเหลือผู้ประสบภัย โดยประยุกต์ใช้กับพื้นที่ประสบอุทกภัยอำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม มีทั้งหมด 10 ตำบล 183 หมู่บ้าน มีประชากรทั้งหมด จำนวน 82,334 คน โดยการวิจัยครั้งนี้ได้ทำการกำหนดพื้นที่ประสบภัย 2 แบบ คือ พื้นที่ประสบภัยที่สามารถพักอาศัยได้ 180 หมู่บ้าน จำนวนผู้ประสบภัย 82,764 คน และมี 3 หมู่บ้านที่เป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถพักอาศัยได้ มีจำนวนผู้ประสบภัย 570 คน มีศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ 2 แห่ง และศูนย์พักพิง 19 แห่ง เมื่อประมวลผลด้วยโปรมแกรม LINGO 13.0 ภายใต้ขนาดของปัญหาที่มี 1,804 ตัวแปร และสมการเงื่อนไขหรือข้อจำกัดจำนวน 461 สมการใช้เวลาในการประมวลผล 3 วินาที พบว่า ในการจัดการภัยพิบัติอุทกภัยในพื้นที่กันทรวิชัย ต้องใช้ต้นทุนในการจัดการภัยพิบัติ 20.859 ล้านบาท จึงจะช่วยเหลือจำนวนผู้ประสบภัยได้ครอบคลุมทั้งหมด สำหรับการเปิดใช้ศูนย์พักพิงกรณีที่พื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยอยู่ได้ จากการวิเคราะห์ผลเฉลย พบว่า ศูนย์พักพิงที่เปิดใช้งานมีจำนวน 2 ศูนย์ คือศูนย์โรงเรียนขามเฒ่าผดุงศิลป์ มีจำนวนผู้ประสบภัยไปพักอาศัย จำนวน 164 คน รับผู้ประสบภัยจากหมู่บ้านกุดหัวช้าง ทั้ง 164 คน และศูนย์โรงเรียนบ้านมะกอก มีจำนวนผู้ประสบภัยไปพักอาศัย จำนวน 406 คน รับผู้ประสบภัยจาก 2 หมู่บ้าน คือบ้านโขงกุดเวียน จำนวน 190 คน และบ้านห้วยชัน จำนวน 216 คน สำหรับจำนวนสิ่งของบรรเทาทุกข์ที่ต้องจัดซื้อของศูนย์กระจาย ทั้งหมด 41,428 ถุง เก็บไว้ในศูนย์กระจายสำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดมหาสารคาม 21,428 ถุง และเก็บไว้ที่อำเภอกันทรวิชัย 20,000 ถุง เพื่อกระจายไปยังพื้นที่ประสบภัยทั้งหมด ซึ่งส่วนใหญ่รับจากศูนย์ที่ว่าการอำเภอกันทรวิชัยเนื่องจากระยะทางใกล้กว่า

อีกทั้งผู้วิจัยได้ทำเพิ่มขนาดพื้นที่ประสบภัยที่ไม่สามารถพักอาศัยอยู่ได้ สำหรับการจัดการภัยพิบัติอุทกภัย Scenario 2 มีพื้นที่ประสบภัยที่สามารถพักอาศัยได้ 174 หมู่บ้าน จำนวนผู้ประสบภัย

79,130 คน และมี 9 หมู่บ้านที่เป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถพักอาศัยได้ มีจำนวนผู้ประสบภัย 3,634 คน ต้องใช้ต้นทุนในการจัดการภัยพิบัติต่ำที่สุด 21.073 ล้านบาท จำนวนการเปิดใช้งานศูนย์พักพิง 5 ศูนย์ และการจัดการภัยพิบัติอุทกภัย Scenario 3 มีพื้นที่ประสบภัยที่สามารถพักอาศัยได้ 167 หมู่บ้าน จำนวนผู้ประสบภัย 75,772 คน และมี 16 หมู่บ้านที่เป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถพักอาศัยได้ มีจำนวนผู้ประสบภัย 6,992 คน ต้องใช้ต้นทุนในการจัดการภัยพิบัติต่ำที่สุด 21.217 ล้านบาท จำนวนการเปิดใช้งานศูนย์พักพิง 7 ศูนย์ จึงจะช่วยเหลือจำนวนผู้ประสบภัยได้ครอบคลุมทั้งหมด

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ประเด็นสำคัญที่ได้จากผลการวิจัยนี้ พบว่าในการจัดการภัยพิบัติอุทกภัย ในพื้นที่กันทรวิชัย ต้องใช้ต้นทุนในการจัดการภัยพิบัติ 20.859 ล้านบาท ซึ่งประมวลผลด้วยโปรมแกรม LINGO 13.0 ภายใต้ขนาดของปัญหาที่มี 1,804 ตัวแปร และสมการเงื่อนไขหรือข้อจำกัดจำนวน 461 สมการใช้เวลาในการประมวลผล 3 วินาที สำหรับการจัดการภัยพิบัติอุทกภัย Scenario 2 ต้องใช้ต้นทุนในการจัดการภัยพิบัติ 21.073 ล้านบาท จำนวนการเปิดใช้งานศูนย์พักพิง 5 ศูนย์ ระยะเวลาในการประมวลผล 16 วินาที และในการจัดการภัยพิบัติอุทกภัย Scenario 3 ต้องใช้ต้นทุนในการจัดการภัยพิบัติ 21.217 ล้านบาท จำนวนการเปิดใช้งานศูนย์พักพิง 7 ศูนย์ ระยะเวลาในการประมวลผล 3 วินาที ทั้ง 3 สถานการณ์ ให้ผลเฉลยแบบ Local optimum ซึ่งเป็นผลเฉลยเฉพาะพื้นที่ เพียงพอสำหรับการนำไปประยุกต์ใช้ในการเตรียมความพร้อมในการรับมือภัยพิบัติ รวมถึงการกำหนดสถานที่ตั้งของสิ่งอำนวยสะดวก และกำหนดจำนวนของทรัพยากรให้เพียงพอต่อการช่วยเหลือผู้ประสบภัย แต่เนื่องจากการเตรียมความพร้อมในการรับมือภัยพิบัติมีความซับซ้อน จึงยังมีบางปัจจัยที่ค่อนข้างซับซ้อนและยังไม่ได้นำมาพิจารณาร่วมในการออกแบบ เช่น นโยบายของรัฐบาลด้านการจัดการภัยพิบัติ การรับหรือได้ความช่วยเหลือจากการบริจาค เป็นต้น ทั้งนี้ในการวิจัยครั้งนี้ได้กำหนดตัวแบบโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมจัดการในช่วงเวลาการเกิดภัยพิบัติเท่านั้น ซึ่งไม่รวมเวลาก่อนหน้า และช่วงเวลาในการเยียวยา ทำการวิเคราะห์ระบบโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรม ภายในขอบเขตความเชื่อโยงระหว่างพื้นที่ประสบภัย ศูนย์กระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ และศูนย์พักพิง รวมถึงการขนส่งผู้ประสบภัยและการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์จะถูกพิจารณาแยกกันอย่างชัดเจน โดยการขนส่งผู้ประสบภัยและการขนส่งสิ่งของบรรเทาทุกข์จะใช้พาหนะทางบก ทั้งนี้ผู้วิจัยยังทำการเปรียบเทียบเปรียบเทียบขนาดของปัญหาในการจัดการภัยพิบัติอุทกภัย ทั้งหมด 3 สถานการณ์ พบว่าต้นทุนในการจัดการภัยพิบัติและจำนวนการเปิดใช้ศูนย์พักพิงเพิ่มขึ้น เป็นเพราะว่าจำนวนผู้ประสบภัยที่จะต้องขนย้ายมากขึ้น เนื่องจากพื้นที่ประสบภัยขนาดวงกว้างขึ้น ซึ่งแตกต่างกับงานวิจัยของเกริก วงศ์ลือชา และคณะ [31] ซึ่งได้พัฒนารูปแบบทางคณิตศาสตร์ในลักษณะปัญหาการจัดเส้นทางซึ่ง

เดินทางของยานพาหนะที่มีการรับและส่ง สินค้า (Vehicle Routing Problem with Mixed Pickup and Delivery: VRPMPD) ในรูปแบบ 1-M-1/ P-D/ Min C_{max} โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระยะเวลาการช่วยเหลืออพยพผู้ประสบอุทกภัยสั้นที่สุด มุ่งเน้นศึกษาการแก้ไขปัญหาการวางแผน เส้นทางการช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย กรณีศึกษาอุทกภัยในเขตพื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ดจากพายุโพดุลและคาจิกิในปี พ.ศ. 2562 โดยการช่วยเหลือจะเป็นทั้งการอพยพและแจกจ่ายถุงยังชีพให้แก่ผู้ประสบภัย จะพิจารณาเงื่อนไขด้านความเร่งด่วนในการช่วยเหลือผู้ประสบภัย และพิจารณาประเภทของผู้ประสบภัย โดยในปัจจุบันการแก้ไขปัญหาดังกล่าวจะดำเนินการจัดการตามเหตุที่กำลังประสบอยู่ ณ ขณะนั้นๆ ตามข้อมูลเบื้องต้นที่ได้รับ โดยอาศัยประสบการณ์ความเชี่ยวชาญของผู้บังคับบัญชาและเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน เพื่อให้การบริหารจัดการดังกล่าวมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และสามารถช่วยเหลือผู้ประสบภัยได้อย่างทันท่วงที

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัย

1. ควรกำหนดศูนย์พักพิงเพื่อรองรับผู้ประสบภัย โดยอาจใช้พื้นที่ของส่วนราชการต่างๆ ตามที่งานวิจัยเสนอแนะ เนื่องจากมีโครงสร้างพื้นฐานด้านสถานที่รองรับได้โดยไม่ต้องก่อสร้างใหม่

2. กรณีอุทกภัยที่น้ำไม่สูงมากดังกรณีศึกษา การขนย้ายผู้ประสบภัยไปยังศูนย์พักพิงและการกระจายสิ่งของบรรเทาทุกข์ด้วยรถบรรทุก 4 ล้อ ช่วยให้ประหยัดต้นทุนมากที่สุด

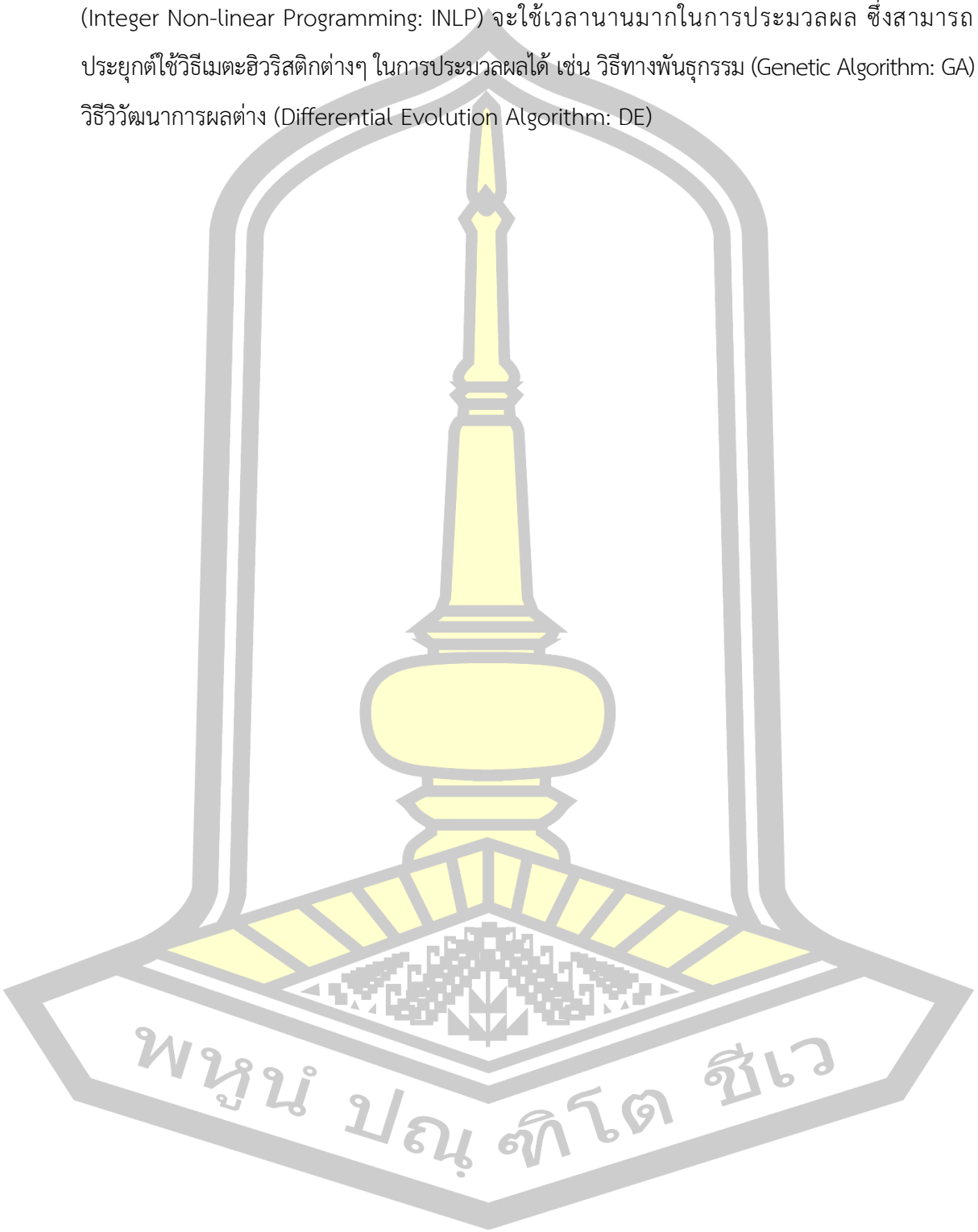
5.3.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. ในการวิจัยครั้งต่อไปสามารถพิจารณาเงื่อนไขเพิ่มเติมในการแก้ไขปัญหา เช่น พิจารณาเงื่อนไขเพื่อให้รองรับการให้ความช่วยเหลือแบบเร่งด่วน พิจารณาการเคลื่อนย้ายผู้ประสบภัยและสิ่งของบรรเทาทุกข์ด้วยเรือกรณีน้ำท่วมสูงจนรถบรรทุกไม่สามารถวิ่งได้ และการพิจารณาต้นทุนการเตรียมศูนย์พักพิงชั่วคราว

2. ในส่วนของการแก้ปัญหาของงานวิจัย อาจประยุกต์ใช้วิธีพัฒนาตัวแบบทางคณิตศาสตร์แบบหลายวัตถุประสงค์ (Multi-objective Humanitarian Logistics Model) ในการพัฒนาผลเฉลยเพื่อรองรับปัญหาที่มีเป้าหมายหลายอย่าง

3. หากพารามิเตอร์ของปัญหาไม่ทราบค่าแน่นอน หรือไม่สามารถหาค่าที่แน่นอนได้ สามารถพัฒนาตัวแบบสโตแคสติกในการแก้ปัญหาได้

4. หากขนาดของปัญหาใหญ่มากขึ้น การใช้ตัวแบบการโปรแกรมไม่เชิงเส้นจำนวนเต็ม (Integer Non-linear Programming: INLP) จะใช้เวลานานมากในการประมวลผล ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้วิธีเมตะฮิวริสติกต่างๆ ในการประมวลผลได้ เช่น วิธีทางพันธุกรรม (Genetic Algorithm: GA) วิธีวิวัฒนาการผลต่าง (Differential Evolution Algorithm: DE)



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

[1] เปรมใจ วังศิริไพศาล. (2556). การจัดการภัยพิบัติกับอาเซียน (*ASEAN) :* ผลกระทบและบทเรียน. Available: http://dpm.nida.ac.th/main/index.php/articles/tsunami-and-earthquake/item

[2] กรมทรัพยากรธรณี. (2550). แนวทางการการลดความเสี่ยงภัยสึนามิของประเทศไทย. Available: www.dmr.go.th.

[3] สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. (2559). บันทึกเหตุการณ์มหาอุทกภัยปี 2554. Available: http://www.thaiwater.net

[4] กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2556). ผลการสำรวจความคิดเห็นของประชาชน (*Poll)* "ประชาชนคิดอย่างไร กับ การป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย"

[5] วีรชัย อู่สมบูรณ์ และ ธารทัศน์ โมกขมรรคกุล, "การศึกษาพัฒนาการด้านโลจิสติกส์เพื่อมนุษยธรรมในประเทศไทย," จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561.

[6] Trunick PA, "Special report: delivering relief to tsunami victims," *Logistics today,* vol. 46, no. 2, pp. 1-3, 2005.

[7] V. Wassenhove and LN, "Humanitarian aid logistics: supply chain management in high gear," *Journal of the Operational research Society,* vol. 57, no. 5, pp. 475-489, 2006.

[8] N. Cotes and V. Cantillo, "Including deprivation costs in facility location models for humanitarian relief logistics," *Socio-Economic Planning Sciences,* vol. 65, pp. 89-100, 2019.

[9] O. Rodríguez-Espíndola, P. Albores, and C. Brewster, "Disaster preparedness in humanitarian logistics: A collaborative approach for resource management in floods," *European Journal of Operational Research,* vol. 264, no. 3, pp. 978-993, 2018.

[10] กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2561). แนวทางการเตรียมความพร้อมรับมืออุทกภัย. . Available: http://122.155.1.141/inner.PRDPM-2.53/cms/menu_6284/4119.1/

[11] กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย. (2554). คำศัพท์ภัยพิบัติ ปี 2554. Available: http://www.disaster.go.th/th/

[12] N. Carter, "Disaster management: A disaster management handbook," p. 416, 1999.

[13] กรมอุตุนิยมวิทยา. (2562). หนังสืออุตุนิยมวิทยา. Available: https://www.tmd.go.th/info/info.php?FileID=70

[14] คมสัน โสมณวัตร, "ระบบการจัดการโลจิสติกส์เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย กรณีศึกษาอำเภอวารินชำราบ จังหวัดอุบลราชธานี," วารสารวิชาการครุศาสตร์อุตสาหกรรม พระจอมเกล้าพระนครเหนือ, vol. 2559, no. ปีที่ 7 ฉบับที่ 1, pp. 164-172, 2559.

[15] M. S. Ibrahim, "Disaster types," *Disaster Prevention Management: An International Journal,* vol. 16, no. 5, pp. 704-717, 2007.

[16] กันต์ เอี่ยมอินทรา, "งานวิจัยแผนรับมือภัยพิบัติ เทศบาลนครเกาะสมุย," บริหารธุกิจมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2559.

[17] ชัยเสฏฐ์ พรหมศรี, "การใช้เกมกระดานเพื่อสร้างความตระหนักรู้ต่อการเตรียมความพร้อมรับมือภัยพิบัติทางธรรมชาติ," วารสารนักบริหาร, vol. 8, no. 3, p. 265, 2557.

[18] Undubzapp. (2016). สุดสะเทือนใจ 10 เหตุการณ์ภัยธรรมชาติรุนแรงโลกไม่อาจลืม. Available: https://undubzapp.com

[19] สำนักข่าว BBC. (2018). ซีเรีย: 7 ปีของสงครามตัวแทน กับ หลายแสนชีวิตที่สูญเสีย. Available: https://www.bbc.com/thai/international-43714729

[20] S. Bhimani and Song, "Gaps between research and practice in humanitarian logistics," *Journal of Applied Business Economics,* vol. 18, no. 1, 2016.

[21] T. Wakolbinger, F. Toyasaki, M. Christopher, and P. Tatham, "Impacts of funding systems on humanitarian operations," in *Humanitarian logistics: meeting the challenge of preparing for and responding to disasters*, 2011, pp. 33-46: Kogan Page Limited London.

[22] S. Gupta, N. Altay, and Z. Luo, "Big data in humanitarian supply chain management: a review and further research directions," *Annals of Operations Research,* pp. 1-21, 2017.

[23] T. E. Russell, "The humanitarian relief supply chain: analysis of the 2004 South East Asia earthquake and tsunami," Massachusetts Institute of Technology, 2005.

[24] Barry Render, Ralph Stair and Michael E. Hanna (2012). Quantitative Analysis for Management. Prentice Hall: New Jersey.

[25] M. Haghi, S. M. T. Fatemi Ghomi, and F. Jolai, "Developing a robust multi-objective model for pre/post disaster times under uncertainty in demand and resource," *Journal of Cleaner Production,* vol. 154, pp. 188-202, 2017.

[26] A. J. Bozorgi-Amiri, Mohamad Saeed and S. M. Al-e-Hashem, "A multi-objective robust stochastic programming model for disaster relief logistics under uncertainty," *OR spectrum,* vol. 35, no. 4, pp. 905-933, 2013.

[27] ปุณยภา สุทธิจำนงค์ และ สุนาริน จันทะ, "การจัดเส้นทางเดินรถขนส่งในการอพยพเมื่อเกิดอุทกภัยโดยการพิจารณาประเภทของผู้ประสบภัย," *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok,* 2560.

[28] S. Leyffer, "Deterministic methods for mixed integer nonlinear programming," University of Dundee Dundee, 1993.

[29] Motaghedi-larijani, A., Sabri-laghaie, K., & Heydari, M. (2010). Solving flexible job shop scheduling with multi objective approach. *International Journal of Industrial Engineering & Production Research*, *21*(4), 197-209

[30] กรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย. "ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงสาธารณภัย จังหวัดมหาสารคาม". [ออนไลน์]. 2564. [สืบค้นเมื่อ 1 ธันวาคม 2565]. ได้จาก: https://opendata_tst.dopa.go.th/download.php?cid=3&page=1

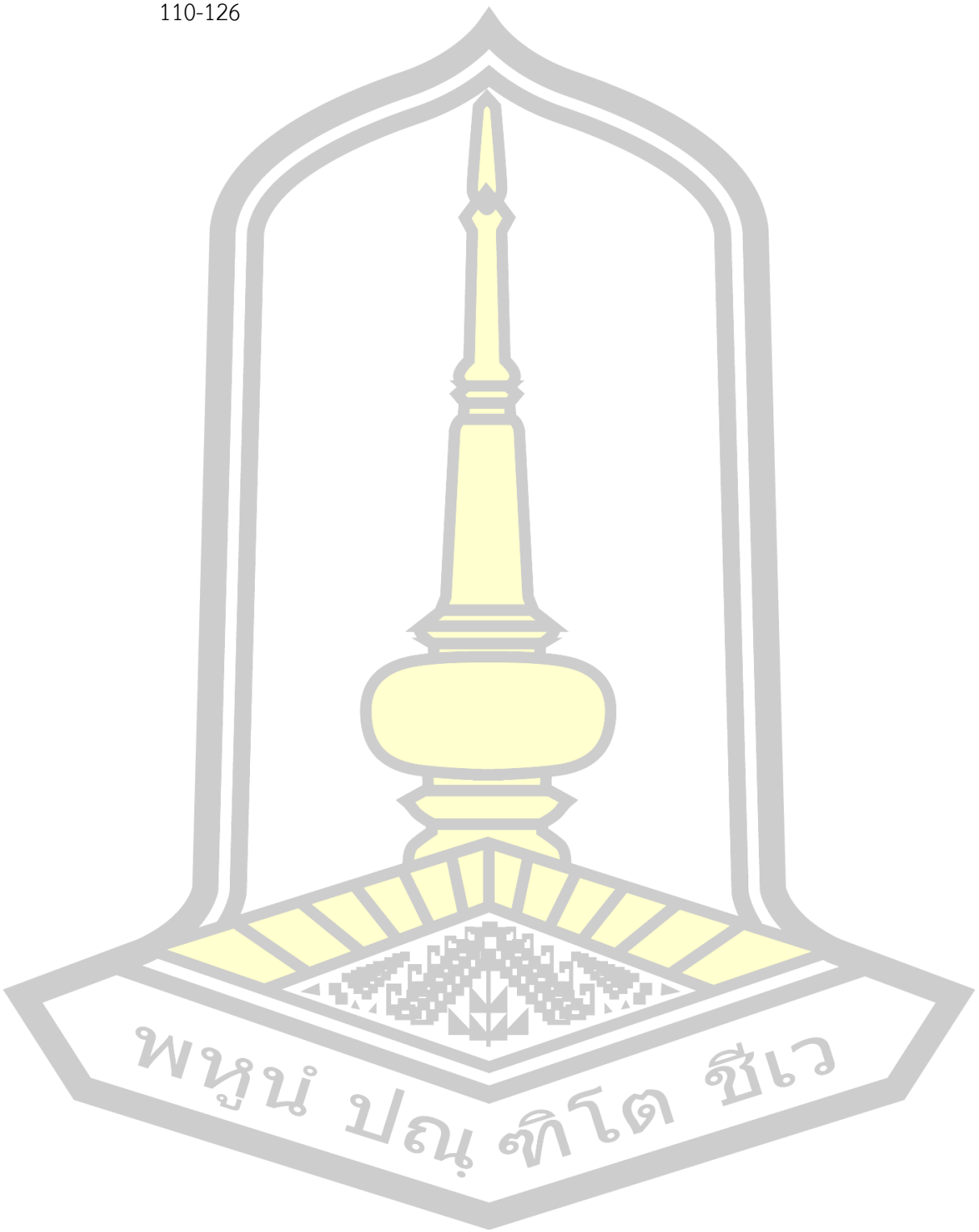
[31] กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย. "แผน ปภ. จ.มหาสารคาม ปรับปรุง 2563". [ออนไลน์]. 2563. [สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2566]. ได้จาก: https://www.disaster.go.th/th/download/download/25

[32] บริษัท จิซทิกซ์ จำกัด. “อัตราค่าบริการขนส่ง”. [ออนไลน์]. 2558. [สืบค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2566]. ได้จาก: https://giztix.com/pricing

[33] กรมป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย กระทรวงมหาดไทย. “คู่มือเครื่องจักรกลสาธารณภัยสำหรับผู้บริหาร”. [ออนไลน์]. 2561. [สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2566]. ได้จาก: http://measures.disaster.go.th/inner.citeta-1.189/download/menu_6240/2074.3/

[34] เกริก วงศ์ลือชา ฐิติพงศ์ จำรัส ชุลีพร กุศลคุ้ม และศิโรรัตน์ พัฒนไพโรจน์ (2565). การพัฒนารูปแบบทางคณิตศาสตร์ สำหรับการวางแผนเส้นทางช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย กรณีศึกษาอุทกภัยใน เขต พื้นที่จังหวัดร้อยเอ็ดจากพายุโพดุล และคาจิกิใน ปี พ. ศ. 2562.

วารสารวิจัย มข. (ฉบับบัณฑิตศึกษา) ปีที่ 22 ฉบับที่ 3: กรกฎาคม-กันยายน 2565, หน้า 110-126



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นางสาวชนิภา อุทัยแพน
วันเกิด	11 พฤศจิกายน 2537
สถานที่เกิด	มหาสารคาม
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	38 หมู่ 4 ตำบลแวงน่าง อำเภอเมือง จังหวัดมหาสารคาม 44000
ตำแหน่งหน้าที่การงาน	นักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงาน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน สำนักพัฒนาผู้ฝึกและเทคโนโลยีการฝึก ถนนมิตรไมตรี แขวงดินแดง เขตดินแดง กรุงเทพฯ 10400
ประวัติการศึกษา	พ.ศ 2560 ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วท.บ.) สาขาวิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม พ.ศ 2566 ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วท.ม.) สาขาวิชาวิทยาการจัดการสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

พหูน ปณฺฑิโต ชีเว