บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาผลกระทบจากอุทกภัยน้ำท่วมใน ปี 2554 มีความจำเป็นที่ต้องการความเป็นไปได้ในการขนส่งสินค้าหรือวัตถุ ดิบ จากความคิดเห็นของผู้ประกอบการและศึกษาถึงแนวโน้มสถานการณ์โลกที่เปลี่ยนแปลงไป เพื่อให้มีความสอดกล้ องต่อความต้องการอย่างแท้จริงของผู้ประกอบการ แนวคิดทฤษฎีที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากผลสำรวจโดยแบบสอบถาม

ประกอบด้วยหลักการทางสถิติ ซึ่ง ความหมายของสถิติ (Statistics) คือ วิชาว่าด้วยการจัดเก็บข้อมูล การนำเสนอข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล และการคำนวณหรือกา รวิเคราะห์ข้อมูลมาสรุปผลเพื่อช่วยในการตัดสินใจในเหตุการณ์ได้ อย่างถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยได้แบ่งวิชาสถิติออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เป็นวิธีการรวบรวมข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องจากแหล่งกำเนิดของข้อมูลหรือแหล่ งที่มีผู้เก็บรวบรวมไว้ และเป็นการอธิบายลักษณะข้อมูลแต่ไม่ได้อ้างอิงไปดึงข้อมูลกลุ่มอื่น ๆ

2. สถิติเชิงอ้างอิง (อนุมาน) (Inference Statistics) เป็นสถิติที่ใช้วิเคราะห์ ข้อมูลที่เก็บรวบรวมจากตัวอย่าง เพื่อสรุปผลไปยังประชากรทั้งหมด ส่วนการอนุมานหรือการอ้างอิ งจะถูกต้องมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับข้อมูลตัวอย่างที่เก็บรวบรวมมาว่าเป็นตัวแทนหรือตัวอย่างที่ดี

ดังนั้น การใช้สถิติเพื่อการวิจัย จึงประกอบด้วย การเลือกใช้สถิติพื้นฐาน สถิติระดับกลาง และสถิติในระดับขั้นสูง รวมถึงการพิจารณาประชากร /ตัวอย่าง และการพิจารณาเลือกสถิติวิเคราะห์ข้อมูล โดยที่สถิติพื้นฐาน แบ่งได้ดังต่อไปนี้

สถิติเชิงพรรณนา(Descriptive)

1. การหาความถี่และค่าร้อยละ
2. การวัดแนวโน้มเข้าสู่ส่วนกลาง
3. การวัดการกระจาย
4. การหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร
5. การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย

สถิติอ้างอิง(Inference)

1. การประมาณค่า

1.1 การประมาณค่าแบบจุด

1.2 การประมาณค่าแบบช่วง

2. การทดสอบสมมติฐาน

2.1 ค่าเฉลี่ย ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย 1 ค่า ค่าเฉลี่ย 2 ค่า และค่าเฉลี่ยมากกว่า 2 ค่า

2.2 สัมประสิทธิสหสัมพันธ์

สถิติระดับกลาง ประกอบด้วย

1. t - test เป็นทดสอบค่าเฉลี่ยของประชากรหรือตัวอย่างกลุ่มเดียว

2. t - test เป็นทดสอบค่าเฉลี่ยระหว่างประชากรหรือตัวอย่าง 2 กลุ่ม มีทั้ง Pairs t-test และ Independent sample t-test

3. F-test: ANOVA (Analysis of variance) เป็นการวิเคราะห์ความแปร ปรวน หรือเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 3 กลุ่มขึ้นไป

4. Chi-Square เป็นสถิติที่ใช้กับตัวแปร มีระดับการวัด Nominal Scale หรือข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเป็นคุณลักษณะหรือเชิงคุณภาพ

5. Correlation เพื่อทดสอบความสัมพันธ์ ทั้งแบบ Pearson correlation และแบบ Spearman rank correlation โดยมีเงื่อนไขใน การใช้แตกต่างกัน

สถิติขั้นสูง ประกอบด้วย

1. การวิเคราะห์ความถดถอย เช่น Multiple regression, Nonlinear regression, weighted regression, Logistic regression และ Two-stage regression

2. การวิเคราะห์ควา มแปรปรวน เช่น ANCOVA (Analysis of covariance) MANOVA (Multivariate analysis of variance)

3. การวิเคราะห์เส้นทาง (Path analysis) เช่น ความสัมพันธ์ของตัวแปรในเชิงเหตุและผลเป็นวิธีการถดถอย (Regression) โดยใช้แผนภาพและสมการโครงสร้างแผนภาพเป็นหลักมาวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ตัวแปรทั้งด้านขนาดและทิศทาง

4. การวิเคราะห์จำแนกกลุ่มข้อมูล เช่น Factor analysis, Cluster analysis และ Discriminant analysis

5. การใช้โปรแกรม LISREL เป็นโมเดลที่แสดงความสัมพันธ์โครงสร้างแบบเส้นระหว่างตัวแปรทั้งหมด เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการวิจัยที่มีโมเดลเชิงสาเหตุ

การเลือกใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นั้น มีเกณฑ์ การเลือกใช้ โดยพิจารณาวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดการวิจัย จำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ลักษณะข้อมูลที่เก็บแบบกลุ่มหรือแบบอันดับ/ตัวเลข การทดสอบสมมติฐานว่า “เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยและความแปรปรวน” หรือหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม หรือตัวแปรตามด้วยกัน การพิจารณาระดับการวัดและจุดมุ่งหมายในการนำผลการวิจัยไปใช้

การวิเคราะห์เส้นทาง (Path analysis) เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรในเชิงเหตุผลและผลเป็นวิธี ที่มีพื้นฐานทางสถิติมาจากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression analysis) โดยอาศัยแผนภาพและสมการโครงสร้างของแบบแผนภาพเป็นหลักในการนำมาวิเคราะห์และอธิบายความสัมพันธ์ของตัวแปรที่มีต่อตัวแปรทั้งในด้านขนาดและทิศทาง นอกจากนี้ยังสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ทั้งความสัม พันธ์ทางตรงและทางอ้อม ซึ่งการวิเคราะห์เส้นทางในปัจจุบันสามารถดำเนินได้หลายวิธีตามแนวทางที่นักวิจัยจะคิดหรือพัฒนาขึ้น แต่พอสรุปได้ 2 แนวทางคือ การวิเคราะห์เส้นทางแบบดั้งเดิม และการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมเฉพาะทางคอมพิวเตอร์ หรือเป็นการวิเคราะห์หาสาเหตุ เรียกเป็ นเทคนิควิเคราะห์เพื่อสนับสนุน /ยืนยันว่า ตัวแปรอิสระใดเป็นสาเหตุให้เกิดความแปรปรวนหรือความแตกต่างในตัวแปรตาม ออกมาเป็นปริมาณหรือขนาดของอิทธิพล

การวิเคราะห์ปัจจัย (Factor analysis) เป็นการศึกษาปัจจัยของตัวแปรว่าตัวแปรที่ศึกษาสามารถจัดกลุ่มได้เป็นกี่ปัจจัย การวิเคราะห์ปัจจัยมี 2 ชนิด คือ

1. การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงสำรวจ (Exploratory factor analysis) เป็นการสำรวจหรือค้นหาว่าตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วยกี่ปัจจัย

2. การวิเคราะห์ปัจจัยเชิงยืนยัน (Confirmatory factor analysis) เป็นการตรวจสอบหรือยืนยันทฤษฎีที่มีผู้ค้นพบไว้แล้ว

การวิเคราะห์ปัจจัย เป็นเทคนิคที่ใช้สถิติวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อลดจำนวนตัวแปรบางตัวที่มีคุณสมบัติในการอธิบายลักษณะเหมือนกันลง ซึ่งบางตัวแปรอาจต้องตัดทิ้งไปหรือตัวแปรที่มีลักษณะเหมือนกันหรือสัมพันธ์ใกล้เคียงกันก็จัดรวมไว้ด้วยกัน โดยเรียกตัวแปรที่ รวมกันขึ้นใหม่นี้ว่า “ปัจจัย (Factor)” และการที่จัดรวมกันได้กี่ปัจจัยนั้น จะต้องวิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์กัน โดยใช้เป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่ปรับเป็น 2 ค่า คือ 0 กับ 1 ดังนั้น การวิเคราะห์ปัจจัยเพื่อต้องการให้ได้

ปัจจัยมีจำนวนลดลงน้อยที่สุด และเพื่อให้สามาร ถอธิบายความผันแปรให้ได้มากขึ้น ถ้านำตัวแปรใด ๆ ที่สามารถวัดได้หรือสังเกตได้มาหาสหสัมพันธ์กัน ก็จะพบว่าบางตัวแปรมี สหสัมพันธ์กันสูง และบางตัวแปรไม่มีสหสัมพันธ์กัน การที่กลุ่มตัวแปรที่มีสหสัมพันธ์กันแสดงว่ามีค่าที่ร่วมกันอยู่ ซึ่งเรียกว่าค่าสามัญ ซึ่งความสัมพั นธ์ที่มีค่าร่วมกันอยู่นี้ สามารถหาได้โดยใช้วิธีลดจำนวนตัวแปรให้น้อยลงแล้วจัดตัวแปรเหล่านั้นเป็นกลุ่มๆเฉพาะบางตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันเพื่อนำไปอธิบายหรือพยากรณ์สิ่งต่างๆได้

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

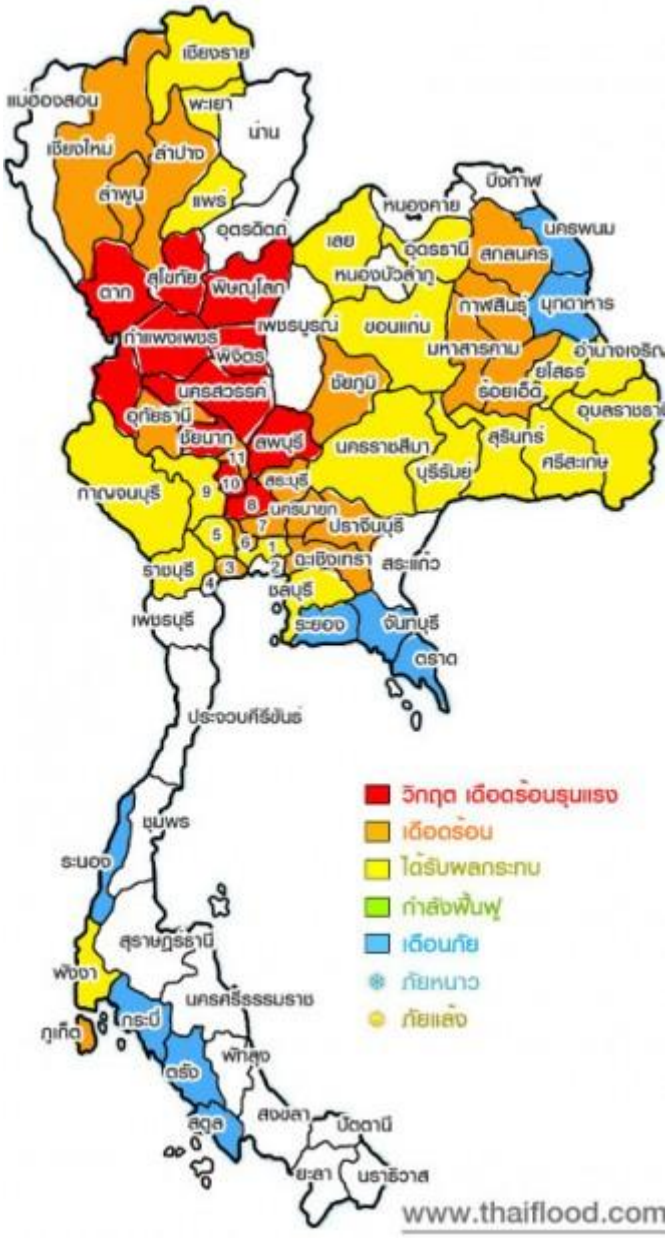
ภัยพิบัติทางธรรมชาติต่างๆ ที่เกิดขึ้นทั่วโลกไม่ว่าจะเป็น แผ่นดินไหว พายุ ภัยแล้ง หรือภัยน้ำท่วม ส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมาก เช่น มีผู้เสียชีวิต 1,836 ราย ความเสียหาย 90.9 พันล้านดอลลาร์ จากเหตุการณ์พายุเฮอร์ริเคนแคทรีนาในปี 2548 (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี , 23 ธ.ค. 54) ผู้เสียชีวิตกว่า 200,000 ราย อีกกว่า 1,000,000 ราย ไร้ที่อยู่อาศัย จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวที่เฮติในปี 2553 (วิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี , 21 ธ.ค. 54) และผู้เสียชีวิต 15,729 ราย ความเสียหายกว่า 309,000 ล้านดอลลาร์ จากเหตุการณ์แผ่นดินไหวและคลื่นซึนามิที่ญี่ปุ่น (วิกิพีเดีย สารา นุกรมเสรี, 2 ม.ค. 55) จากเหตุผลดังกล่าว มีนักวิจัยจากประเทศที่ประสบภัยโดยตรงหรือจากประเทศอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง นำเสนองานวิจัยมากมาย เกี่ยวกับการบริหารจัดการทรัพยากรต่างๆ ในการส่งสิ่งของช่วยเหลือผู้ประสบภัยให้ทันท่วงทีหรือจำลองสถานการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นสำหรับเตรียมความพร้อมเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัย

ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้น การแก้ปัญหาการขนส่งภายใต้สภาวการณ์อุทกภัย (Flood) หมายถึง อันตรายจากน้ำท่วม อันเกิดจากระดับน้ำในทะเล มหาสมุทร หรือแม่น้ำสูงมาก จนท่วมท้นล้นฝั่งและตลิ่ง ไหลท่วมบ้านเรือน ทำความเสียหายแก่ชีวิต และทรัพย์สินของประชาชน โดยเฉพาะเหตุกา รณ์มหาอุทกภัยในปี 2554 ที่เกิดน้ำท่วมขัง (Drainage Flood) เป็นลักษณะของอุทกภัยที่เกิดขึ้นจากปริมาณน้ำสะสมจำนวนมาก ที่ไหลบ่าในแนวระนาบ จากที่สูงไปยังที่ต่ำเข้าท่วมอาคารบ้านเรือน เรือกสวนไร่นาได้รับความเสียหาย หรือเป็นสภาพน้ำท่วมขัง ในเขตเมืองใหญ่ที่เกิดจากฝนตกหนัก ต่อเนื่องเป็นเวลานาน มีสาเหตุมาจากระบบการระบายน้ำไม่ดีพอ มีสิ่งก่อสร้างกีดขวางทางระบายน้ำ หรือเกิดน้ำทะเลหนุนสูงกรณีพื้นที่อยู่ใกล้ชายฝั่งทะเล

ตั้งแต่เดือนเมษายน 2554 เป็นต้นมา มีการรายงาน ข่าวสารวิกฤติน้ำท่วม ซึ่งแสดงให้เห็นถึง ความรุนแรงที่เกิดจากน้ำท่วม เช่น รายงาน ระดับน้ำท่วมสูง พื้นที่ที่มีโอกาสประสบภัย

ระยะเวลาที่น้ำท่วมขัง การเยียวยาผู้ประสบภัยน้ำท่วม เป็นต้น สิ่งที่สื่อสารมวลชนนำเสนอออกมาเป็นข้อมูลข้อเท็จจริงด้านความเสียหาย แต่ไม่มีการ นำเสนอด้าน การจัดการ ระบบ โซ่อุปทานและโลจิสติกส์ หรือไม่มีหน่วยงานใด กล่าวถึงแนวทางการแก้ปัญหาด้านโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ในช่วงวิกฤติน้ำท่วมครั้งนี้ (บุญทรัพย์, 2555) เหตุการณ์ น้ำท่วมครั้งนี้ระบบโซ่อุปทานได้รับผลกระทบอย่างมาก เนื่องจากไม่มีการเตรียมมาตรการรองรับ แผนผังโซ่อุปทาน (Supply Chain Map) ที่ธุรกิจหรืออุตสาหกรรมใช้ในการดำเนินการขาดออกจากกันอย่างรวดเร็วและกลับม าเชื่อมต่อกันไม่ได้ ส่งผลกระทบทั้งระบบ ดังที่ปรากฏให้เห็น อาทิเช่น สินค้าอุปโภคบริโภคขาดตลาด เส้นทางสัญจรไปมาโดยเฉพาะทางถนนใช้ การ ไม่ได้ สถานที่ทำงานบางแห่งต้องปิดทำการชั่ว คราว สถาบันการศึกษาเลื่อนการเปิดภาคการศึกษา ศูนย์กระจายสินค้าหลายแห่งปิดทำการหรือย้ายไปทำการที่อื่น ห้างสรรพสินค้าปิดทำการ เป็นต้น ระบบสาธารณูปโภคใช้งานไม่ได้ในหลายพื้นที่ รวมถึงประชาชนต้องอพยพออกจากบ้านพักอาศัยของตนเองไปพักชั่วคราว ณ ศูนย์พักพิงต่างๆ หรือพักตามต่างจังหวัด ปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อระบบโซ่อุปทานของไทยอย่างรุนแรง การบริหารจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในสภาวการณ์ ปกติแสดงให้เห็นถึง ประสิทธิภาพ แต่เมื่อเกิดวิกฤติน้ำท่วมซึ่งทำให้ปัจจัยแวดล้อมในการดำเนินงานเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ระบบเดิมที่เคยดำเนินกา รอย่าง ราบรื่น ต้องหยุดชะงักลง แสดงให้เห็นถึงระบบการจัดการที่ขาดความต่อเนื่องภายใต้สภาวการณ์ที่คาดไม่ถึง ดังเช่น ภัยพิบัติทางธรรมชาติ เป็นต้น ดังนั้นการศึกษาสถานการณ์ต่างๆ เพื่อเตรียมแผนการรองรับจึงเป็นสิ่งที่ทุกภาคอุตสาหกรรมควรเร่งดำเนินการอย่างเร่งด่วน เนื่ องจากเหตุการณ์ฉุกเฉินมีโอกาสเกิดขึ้นได้ทุกเมื่อ โดยอาศัยการศึกษาสถิติย้อนหลังดังภาพประกอบ 2-1

หากย้อนไปในช่วง 10 ปีก่อนพบว่า ปี 2544 มีอุทกภัยเกิดขึ้น 14 ครั้ง ครอบคลุม 60 จังหวัด พื้นที่เกษตรได้รับความเสียหาย 29,133,765 ไร่ปศุสัตว์ 102,265 ตัว บ่อปลา/ กุ้ง 36,589 บ่อ ความเสียหายรวมครอบคลุมด้านการเกษตร ด้านสิ่งสาธารณประโยชน์และทรัพย์สินอื่นๆ ทั้งสิ้น 3,666.28 ล้านบาท หากพิจารณาในแง่มูลค่าความเสียหายรวม ซึ่งอ้างอิงสถิติอุทกภัยในประเทศไทยของสำนักงานคณะกรรมการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ (สศช.) โดยไม่นับรวมปี 2553 และปี 2554 พบว่า ปี 2545 เป็นปีที่เกิดความเสียหายรวมมากที่สุด 13,385.31 ล้านบาท จากพื้นที่การเกษตรที่เสียหายประมาณ 10,435,115 ไร่ ด้านปศุสัตว์ 2,955,577 ตัว และบ่อปลา /กุ้ง 103,533 บ่อ ที่เหลือเป็นความเสียหายด้านทรัพย์สินและสิ่งสาธารณประโยชน์ต่างๆ



ภาพประกอบ 2-1 พื้นที่ประสบอุทกภัยทั่วประเทศ ณ วันที่ 10 ตุลาคม 2554

ที่มา : http://www.dmc.tv/images/hytre.jpg

ปี 2546 เกิดอุทกภัยทั้งสิ้น 17 ครั้ง มีพื้นที่การเกษตร 1,595,557 ไร่ ด้านปศุสัตว์ 301,343 ตัว ขณะที่บ่อปลา / กุ้ง ตาย 22,339 บ่อ เมื่อบวกเข้ากับความเสียหายด้านทรัพย์สินและสิ่งสาธารณประโยชน์ต่างๆ มีความเสียหายรวม 2,050.26 ล้านบาท

ส่วนในปี 2547 เสียหายรวมน้อยที่สุดในรอบ 10 ปี ที่ 850.65 ล้านบาทจากอุทกภัยที่เกิดขึ้นตลอดทั้งปี 12 ครั้ง มีพื้นที่เกษตรได้รับความเสียหาย 3,298,733 ไร่ ด้านปศุสัตว์ 71,889 ตัว บ่อปลา/ กุ้ง 12,884 บ่อ ที่เหลือเป็นความเสียหายด้านทรัพย์สินและสิ่งสาธารณประโยชน์อื่นๆ อีก 5 ปีถัดมา (ปี 2548-2552) พบว่า มีมูลค่าความเสียหายรวมทั้งสิ้น 30,151.97 ล้านบาท แยกเป็นปี 2548 รวม 5,982.28 ล้านบาท ปี 2549 ความเสียห าย 9,627.41 ล้านบาท ปี 2550 ความเสียหาย 1,687.86 ล้านบาท ปี 2551 ความเสียหาย 7,601.79 ล้านบาท และปี 2552 ความเสียหาย 5,252.61 ล้านบาท

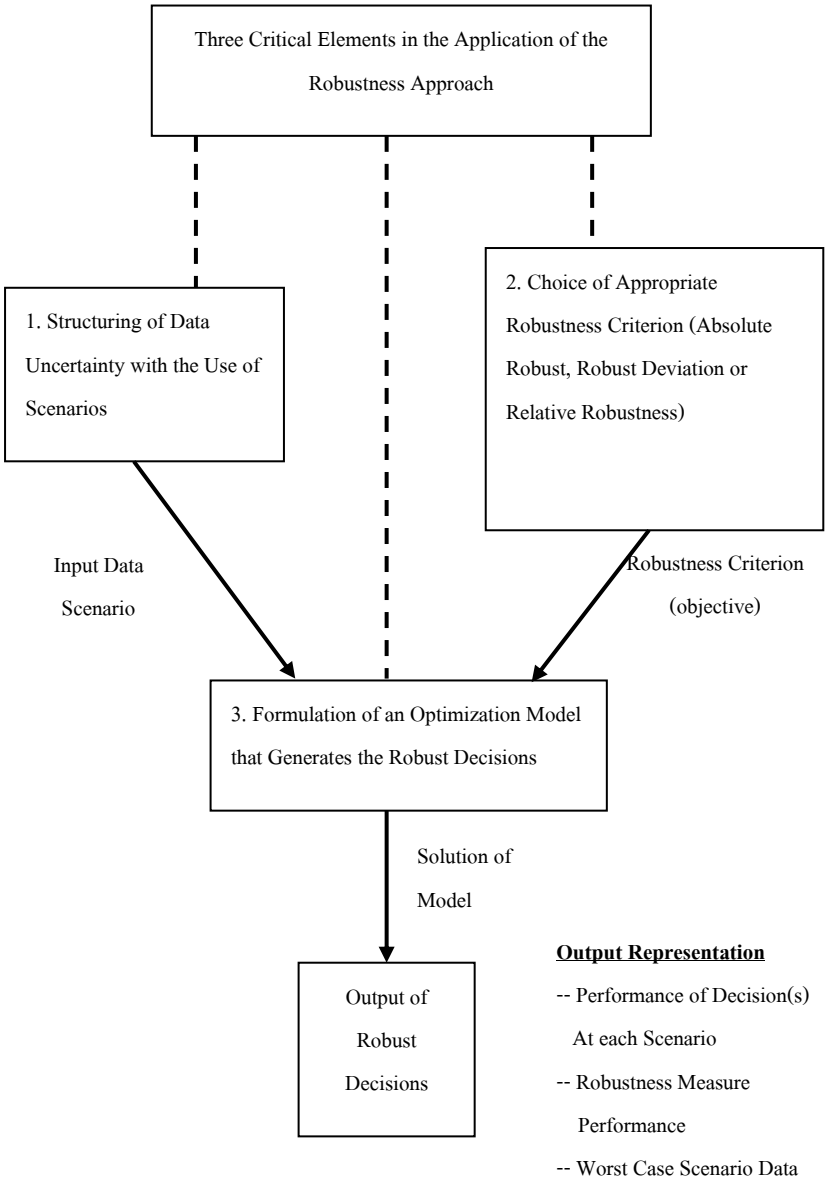
ปี 2553 สศช.ประเมินผลกระทบระหว่าง 10 ต.ค.-14 ธ.ค. 2553 และอุทกภัยและดินถล่มในภาคใต้ เดือน มี.ค. 2554 ไว้ในรายงานการศึกษา “การจัดการภัยพิบัติและการฟื้นฟูบูรณะหลังการเกิดภัย” ว่ามีความเสียหายประมาณ 20,666 ล้านบาท พื้นที่การเกษตรได้รับความเสียหายกว่า 2.4 ล้านไร่ เกษตรกร 150,000 ราย นาข้าว 1.7 ล้านไร่ ด้านปศุสัตว์และด้านประมง 100,000 ราย ซึ่งเมื่อนั บรวมกับความเสียหายจากอุทกภัยนั บตั้งแต่เดือนสิงหาคมเป็นต้นมาพบว่า พื้นที่การเกษตรได้รับความเสียหายเกือบ 4 ล้านไร่และเกษตรกรได้รับความเดือนร้อนประมาณ 290,000 ราย พื้นที่ประสบอุทกภัย ในภาคใต้ตอนบน ภาคกลาง และภาคตะวันออก รวมทั้งสิ้น 39 จังหวัด ประชาชนได้รับความเดือดร้อน 2,002,961 ครัวเรือน 7,038,248 คน พื้นที่การเกษตรคาดว่าจะได้รับความเสียหาย 7,784,368 ไร่ มีผู้เสียชีวิต จากเหตุอุทกภัย 180 ราย ส่วนในพื้นที่ภาคใต้ มีจังหวัดประสบภัย ทั้งสิ้น 12 จังหวัด ประชาชนได้รับความเดือดร้อน 609,511 ครัวเรือน 1,932,405 คน มีผู้เสียชีวิตทั้งสิ้น 80 คน เบ็ดเสร็จรวมตัวเลขความเสียหายจากอุทกภัย 10 ปี 2544-2553 ที่ห้าหมื่นกว่าล้านบาท เป็นเพียงส่วนเดียวของตัวเลขความเสียหายปี 2554 ซึ่งเกินหลักแสนล้านบาท (แหล่งที่มา: http://thaipublica.org/2011/10/flood-10-year-stats/)

จากข้อมูลสถิติดังกล่าว เป็นส่วนหนึ่งของการคาดคะเนโอกาสในการเกิดอุทกภัยในแต่ละจังหวัด แต่ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในปี 2554 นั้น แสดงให้เห็นว่าการคาดคะเนดังกล่าวไม่สามารถเป็นตัวแทนของเหตุการณ์จริงได้ เนื่องจากปัจจุบันสภาวะอากาศมีความแปรปร วนสูง ส่งผลต่อปริมาณน้ำที่มีมากกว่าที่คาดการณ์ไว้ในแต่ละปี ดังนั้นในการจำลองสถานการณ์ต่างๆ ควรมีการกำหนดความเสี่ยงที่ระดับต่างๆ จากน้อยสุด จนกระทั่งถึงสภาวการณ์เลวร้ายสุด (Worst-Case Scenario) ซึ่งจะได้แสดงวิธีการจำลองสถานการณ์ต่างๆ ในบทต่อไป

งานวิจัยในต่ างประเทศ มีการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการจัดการโลจิสติกส์ภายใต้สภาวการณ์ภัยพิบัติต่างๆ ดังเช่น Sheu (2007: 687-709) เสนอการจัดการโลจิสติกส์กรณีฉุกเฉินในการส่งสิ่งของช่วยเหลือผู้ประสบภัยอย่างเร่งด่วน ตั้งแต่ผู้ส่งสิ่งของ (supplier) มายังศูนย์กระจายสินค้าและส่งต่อไปจนถึงมือผู้ประสบภัย โดยใช้วิธีการแบ่งกลุ่ม (Clustering) ผู้ประสบภัยจากกรณีแผ่นดินไหวในไต้หวัน Chang *et al*. (2007: 737-754) ได้สร้างสถานการณ์เพื่อเป็นเครื่องมือตัดสินใจในการวางแผนเตรียมความพร้อมสำหรับการกระจายสิ่งของช่วยเหลือผู้ประสบภัยน้ำท่วมในตัวเมืองไต้หวัน Lin *et al*. (2011: 132-145) เสนอโมเดลสำหรับการส่งสิ่งของที่จำเป็นในการช่วยเหลือผู้ประสบภัยพิบัติ ซึ่งมีขอบเขตปัญหาดังนี้ สิ่งของและรถหลากหลายประเภท ช่วงเวลาขนส่งต่างกัน มีกรอบเวลาและแบ่งแยกส่งสินค้าได้ ซึ่งเส้นทางที่ใช้ขนส่งมีจำนวนจำกัด โดยใช้วิธีเชิงพันธุกรรมในการแก้ปัญหาและเปรียบเทียบผลที่ได้กับ Balcik et al.

Ozguven and Ozbay (2011: 15-20) เสนอโมเดลสำหรับการบริหารจัดการและส่งสิ่งของช่วยเหลือผู้ประสบภัย โดยใช้เทคโนโลยี RFID ในการติดตามและส่งสิ่งของ ร่วมกับการจัดระบบสินค้าคงคลัง Rawls and Turnquist (2012: 46-54) ได้สร้างสถานการณ์ที่มีความไม่แน่นอนของความต้องการสิ่งของช่วยเหลือผู้ประสบภัยจากศูนย์พักพิงล่วงหน้าก่อนจะเกิดเหตุการณ์ขึ้นจริง เพื่อสามารถบริหารจัดการส่งสิ่งของช่วยเหลือได้ทันท่วงทีภายใน 72 ชั่วโมงแรก โดยใช้กรณีศึกษาจากเหตุการณ์พายุเฮอร์ริ เคนที่นอร์ธคาโรไลนา จะเห็นได้ว่าการบริหารจัดการเพื่อช่วยเหลือผู้ประสบภัยให้ทันท่วงทีนั้น ต้องมีการสร้างโมเดลหรือจำลองสถานการณ์ขึ้นมาสำหรับคาดการณ์สิ่งที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้าเพื่อวางแผนให้ความช่วยเหลือในการส่งสิ่งของให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งวิธีการเชิงทนทานเป็นหนึ่งในวิธีที่ใช้ในการสร้างสถานการณ์ประกอบการตัดสินใจ

Kouvelis and Yu (1977: 35-50) ได้อธิบายกรอบการทำงานของการตัดสินใจเชิงทนทาน (The Robust Decision Making Framework) และการประยุกต์ใช้การเข้าสู่ผลเฉลยเชิงสภาพทนทานอันประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ การส ร้างข้อมูลที่ไม่แน่นอนด้วยสถานการณ์ต่างๆ (Structuring of Data Uncertainty with the Use of Scenarios) การเลือกเกณฑ์การตัดสินผลเฉลยเชิงสภาพทนทานที่เหมาะสม (Choice of Appropriate Robustness Criterion) และการสร้างรูปแบบการหาค่าเหมาะที่สุดเพื่อการตัดสินใจเชิงทน ทาน (Formulation of an Optimization Model that Generates the Robust Decisions)



ภาพประกอบ 2-2 กรอบการทำงานของการตัดสินใจเชิงทนทาน

วิธีการนี้ แสดงค่าความไม่แน่นอนได้ภายใต้สถานการณ์ต่างๆ ที่เปลี่ยนไป เช่น ความไม่แน่นอนของดอกเบี้ยภายใต้สภาวะเศรษฐกิจ ความไม่แน่นอนของกำลังการผลิตภายใต้สภาวะการเจริญเติบโตของเทคโนโลยี หรือความไม่แน่นอนของผลกำไรภายใต้สภาวะการบริหารงานธุรกิจ เป็นต้น เห็นได้ว่าการสร้าง ข้อมูลที่มีความไม่แน่นอนลักษณะนี้ ไม่จำเป็นต้องทราบค่าความน่าจะเป็นในการเกิดข้อมูลแต่ละตัว เว้นแต่ว่าผู้ตัดสินใจต้องการทราบความน่าจะเป็น

ในการเกิดสถานการณ์แต่ละสถานการณ์ วิธีการสร้างสถานการณ์ เริ่มต้นจากผู้ตัดสินใจต้องแยกแยะปัจจัยหลักที่ส่งผลกระทบต่อความไม่ แน่นอนของข้อมูล อธิบายความสัมพันธ์ของปัจจัยเมื่อป้อนข้อมูลเข้าสู่รูปแบบการตัดสินใจ ซึ่งส่วนมากมักเกิดจากความรู้และประสบการณ์ของผู้ตัดสินใจที่มีต่อระบบงานนั้นๆ ตัวอย่างเช่น การสร้างสถานการณ์เวลากระบวนการผลิต (Processing Times) สำหรับงานทุกงานที่ผลิตโดยเครื่ องจักร ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อความไม่แน่นอนของเวลากระบวนการผลิต ได้แก่ สภาพเครื่องมือ เครื่องจักร เวลาในการรับงาน ประสบการณ์ของพนักงานเครื่องจักร หรือเทคโนโลยีในการผลิต เป็นต้น ซึ่งปัจจัยเหล่านี้สามารถนำมาสร้างเป็นสถานการณ์ต่างๆ เพื่อหาเวลากระบวนการผลิต เมื่ อสถานการณ์นั้นๆ เกิดขึ้นได้ (Kouvelis and Yu, 1977: 35-50)

Gutierrez *et al* (1996: 15-48) ได้นำวิธีการเชิงทนทานมาประยุกต์ใช้กับปัญหาการออกแบบโครงข่าย (Network Design Problem) ภายใต้ข้อมูลที่มีความไม่แน่นอน ซึ่งเป็นปัญหาการออกแบบระบบการจัดเก็บสินค้าที่มี ความหลากหลายและไม่สามารถรู้ปริมาณการผลิตที่แท้จริงได้ และใช้ขั้นตอนวิธีการของเบนเดอร์ (Benders Algorithm) ในการหาผลเฉลยการออกแบบโครงข่ายเชิงทนทาน (Robust Network Design) วิธีการนี้เหมาะสมกับการตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ความไม่แน่นอนของข้อมูล

Janssens *et al* (2009: 5987-5991) ใช้วิธี Petri nets ในการจำลองเส้นทางออกมาในรูปแบบโครงข่ายและหาค่าเวลาที่ไม่แน่นอนออกมาในรูปแบบช่วงเวลา (Time Interval) การศึกษานี้ให้ความสำคัญกับกรอบเวลา (Time Windows) และเวลาที่ใช้ในการขนส่ง (Travel Times)

Wang Baohua and He Shiwei (2009: 69-74) นำวิธีการเชิงทนทานมาประยุกต์ใช้กับการจัดการทางโลจิสติกส์ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ไม่แน่นอน โดยได้ทำการวิเคราะห์ผลระหว่างวิธีการเชิงทนทาน (Robust optimization model) , วิธีการสโตแคสติกส์ (Stochastic optimization model) และวิธีการเชิงกำหนด (Deterministic optimization model) โดยใช้อัลกอริทึม 2 วิธี คือ Enumeration method และวิธีการเชิงพันธุกรรม (GA) ผลออกมาว่าผลลัพธ์ของวิธีการเชิงทนทาน (Robust optimization model) ได้ผลที่ดีกว่าวิธีการสโตแคสติกส์ (Stochastic optimization model) ไม่ว่าจะตกอยู่ภายใต้สถานการณ์ใด

Huang *et al*. (2010: 185-194) นำวิธีการเชิงทนทานสร้างสถานการณ์การตัดสินใจเลือกหลักทรัพย์การลงทุนภายใต้การกระจายที่ไม่แน่นอน การศึกษานี้ไม่เพียงให้ความสำคัญการ

กับสร้างสถานการณ์ความไม่แน่นอนของการกระจายตัวกรณีแย่ที่สุดเท่านั้น แต่ยังให้ความสำคัญกับการตัดสินใจที่เป็นไปได้ของการกระจายตัวที่เกิดขึ้นจริง โดยใช้กำหนดการเชิงเส้นในการแก้ปัญหา

สำหรับมหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในประเทศไทย ที่ผ่านมานั้น นอกจากจะเกิดความเสียหายในชีวิตและทรัพย์สินเป็นจำนวนมากแล้ว ปัญหาใหญ่อีกปัญหาหนึ่งคือการขาดแคลนสินค้าอุปโภคบริโภคแล ะวัตถุดิบต่างๆ ในภาคอุตสาหกรรม ซึ่ง เป็นผลมาจากการออกแบบระบบโลจิสติกส์ที่มุ่งเน้นการแข่งขันทางด้านต้นทุนมากเกินไป โดยไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยความเสี่ยงจากภัยพิบัติ ซึ่งแม้ว่าวิกฤตอุทกภัยลักษณะนี้อาจจะไม่ได้เกิดขึ้นกับประเทศไทยบ่อยครั้งนัก แต่คงปฏิเสธไม่ได้ว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อประชาชนและภาคธุรกิจอยู่ในระดับที่รุนแรง และยังมีผลต่อเนื่องไปถึงหน่วยงานอื่นๆที่อยู่ในอีกซีกโลกหนึ่งตลอดโซ่อุปทาน ดังนั้น เมื่อปัญหาน้ำท่วมได้กลายเป็นประเด็นสำคัญต่อการดำเนินธุรกิจในประเทศไทย ผู้ประกอบการจึงจำเป็นที่จะต้องมีการปรับตัวครั้งใหญ่ โดยเฉพาะระบบโลจิสติกส์ของตนเองเพื่อเตรียมรับมือกับภัยพิบัติที่อาจจะเกิดขึ้นอีกในอนาคต ดังนี้ (สถาพร โอภาสานนท์, 2554)

1. <u>การมองไกลกว่าการป้องกันตัวโรงงาน</u> หลังจากเหตุการณ์มหาอุทกภัย นิคมอุตสาหกรรมหลายๆแห่งได้มุ่งเป้าไปที่การลงทุนในระบบป้องกันโรงงานจาก การถูกน้ำท่วมในรูปแบบของกำแพงกั้นน้ำ และระบบการระบายน้ำรอบนิคมฯ โดยต้องการรักษาความต่อเนื่องในกระบวนการผลิต และลดความเสียหายของตัวโรงงานจากการถูกน้ำท่วม ซึ่งคิดเป็นมูลค่าความเสียหายมหาศาล อย่างไรก็ตาม ในมุมมองด้านการจัดการโลจิสติกส์แล้ว ถึงแม้ว่าโรงงานจะยั งคงสามารถดำเนินการผลิตสินค้าได้อย่างต่อเนื่อง แต่หากระบบการขนส่งต้องเป็นอัมพาตจากการถูกน้ำท่วมสูงจนไม่สามารถนำส่งสินค้าไปถึงจุดหมายปลายทางได้ ปัญหาการขาดแคลนสินค้าและวัตถุดิบในโซ่อุปทานก็ยังคงเกิดขึ้นอยู่ดังนั้น ผู้ประกอบการควรจะต้องคำนึงถึงการเตรียมเส้นทา งการขนส่งที่สามารถใช้ในการกระจายสินค้าไปยังลูกค้าในช่วงวิกฤตได้ด้วย โดยการนำข้อมูลระดับความสูงของน้ำท่วมที่เกิดขึ้นในแต่ละเส้นทางมาวิเคราะห์เพื่อประเมินหาเส้นทางการขนส่งที่มีศักยภาพในการใช้งานในช่วงน้ำท่วมได้ รวมถึงการประสานงานกับภาครัฐในการวางมาตรการป้องกันน้ำท่วมสำหรับช่วงถนนที่อยู่แนวเส้นทางการขนส่งและมีระดับต่ำมากๆ เพื่อไม่ให้เกิดการสะดุดภายในระบบโลจิสติกส์ ดังเช่นในช่วงมหาอุทกภัยที่ผ่านมาที่เกิดภาวะการขาดแคลนสินค้าในหลายๆพื้นที่ จากการที่เส้นทางการขนส่งถูกตัดขาดลง จนทำให้การกระจายสินค้าเป็นไปด้วยความยากลำบาก ถึงแม้ว่าโรงงานผลิตสินค้านั้นๆ จะไม่ได้ถูกกระทบกระเทือนจากปัญหาน้ำท่วมเลยก็ตาม

2. สร้างระบบที่มีความยืดหยุ่น กุญแจสำคัญของการอยู่รอดทางธุรกิจหลังการเกิดภัยพิบัติคือ ความสามารถในการฟื้นฟูระบบให้สามารถกลับมาดำเนินการต่อได้อย่างรวดเร็ว ด้วยการสร้างระบบโลจิ สติกส์ที่มีความยืดหยุ่น (Flexibility) ซึ่งหมายถึงความสามารถในการปรับเปลี่ยนระบบได้อย่างรวดเร็วตามสภาวการณ์ที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น การออกแบบระบบการผลิตและจัดเก็บสินค้าที่มีความคล่องตัวในการเคลื่อนย้ายไปยังพื้นที่ปลอดภัยได้อย่างสะดวกรวดเร็ว การปรับเปลี่ยนพื้น ที่จัดเก็บสินค้าใหม่โดยทำการสต๊อกสินค้าที่มีมูลค่าสูงไว้ชั้นบนของสถานประกอบการและใช้ระบบการลำเลียงสินค้าลงมาที่ชั้นล่างในกรณีที่จะต้องทำการขนส่งสินค้าออกไปรวมถึงการใช้ระบบการขนส่งที่มีรูปแบบหลากหลายมากขึ้น ทั้งการขนส่งทางอากาศ ทางราง และทางน้ำ เพื่อให้สามารถปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมกับมูลค่าของสินค้าและความเร่งด่วนของการจัดส่งในช่วงวิกฤต ดังนั้น เมื่อมีความจำเป็นต้องทำการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บและขนถ่ายลำเลียงสินค้าภายในโรงงานและคลังสินค้าซึ่งได้รับความเสียหายจากอุทกภัยครั้งนี้ จึงเป็นโอกา สที่ดีที่ผู้ประกอบการจะปรับปรุงระบบโลจิสติกส์ใหม่ให้มีระดับความสูงพันน้ำและมีความยืดหยุ่นมากยิ่งขึ้น

3. สต๊อกสินค้า ลดการพึ่งพาการขนส่ง การจัดการโลจิสติกส์สมัยใหม่ที่มุ่งเน้นการลดปริมาณสต็อกของสินค้าให้น้อยที่สุด โดยใช้ความรวดเร็วในการขนส่งเข้ามาทดแทน อาจจะไม่เหมาะสมกับการตอบสนองความต้องการของลูกค้าในภาวะวิกฤตที่มีความต้องการสินค้ามากกว่าปกติและระบบขนส่งมีความเปราะบางมากที่สุดดังนั้น การวางแผนการผลิตและสต็อกสินค้าเผื่อไว้ล่วงหน้าจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยบรรเทาปัญหาการขาดแคลนสินค้าได้ โดยจัดเก็บสินค้าที่ สำรองไว้ในคลังสินค้าที่ปลอดภัยจากการถูกน้ำท่วม และสะดวกต่อการกระจายสินค้าต่อไป แม้ว่าวิธีดังกล่าวจะเป็นการเพิ่มต้นทุนโลจิสติกส์ซึ่งสวนทางกับวัตถุประสงค์ของการจัดการโลจิสติกส์ในยามปกติก็ตาม แต่มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการป้องกันปัญหาสินค้าขาดแคลนในโซ่อุปทาน ทั้งนี้ ต้นทุนส่วนเกินที่เกิดขึ้นกับผู้ผลิตสามารถถูกลดทอนลงได้โดยการจัดส่งสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้วบางส่วนไปจัดเก็บไว้ที่ลูกค้าก่อน เพื่อแบ่งเบาภาระค่าใช้จ่ายในการถือครองสินค้าคงคลัง ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือจากลูกค้าเป็นสำคัญ

4. เพิ่มทางเลือก กระจายความเสี่ยง จากแนวโน้มการดำเนินกิจกรรมโลจิสติกส์ในปัจจุบันที่เน้นการรวมศูนย์ (Centralization) ไม่ว่าจะเป็นการสั่งซื้อวัตถุดิบจากซัพพลายเออร์น้อยราย หรือการใช้โรงงานผลิตหรือศูนย์กระจายสินค้าที่มีขนาดใหญ่เพียงแห่งเดียวเท่านั้น เพื่อลดต้นทุนการจัดการ จำเป็นจะต้องมีการปรั บเปลี่ยนให้สามารถรองรับความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้ ซึ่ง

สามารถทำได้โดยการเพิ่มทางเลือก เช่น การใช้ซัพพลายเออร์มากรายขึ้น เพื่อป้องกันความเสี่ยงที่อาจจะเกิดจากการที่ซัพพลายเออร์บางรายประสบปัญหาจนไม่สามารถนำส่งสินค้าในช่วงภัยพิบัติได้ การมีโรงงานขนาดเล็กสำรองไ วอีกแห่ง ไปจนถึงการใช้ศูนย์กระจายสินค้าหลายแห่งและกระจายตัวออกไปตามภูมิภาคต่างๆ ซึ่งการกระจายความเสี่ยงโดยการเพิ่มทางเลือกเพื่อไม่ให้เกิดการสะดุดของกระบวนการผลิตและนำส่งสินค้าจึงเป็นอีกยุทธวิธีหนึ่งที่ผู้ประกอบการต้องวางแผนเตรียมไว้ล่วงหน้าเช่นกัน

จากมหาอุทกภัยดังกล่าว มีผู้ประกอบการจำนวนมากที่ไม่สามารถส่งสินค้าของตนไปยังผู้บริโภคได้ แต่มีผู้ประกอบการบางรายที่ปรับเปลี่ยนวิธีการในการส่งสินค้าไปยังผู้บริโภค เช่น ไทยเบฟเวอเรจใช้เรือลากจูงเริ่มจากโรงงานที่บางบาล (หนังสือพิมพ์แนวหน้า, 10 พ.ย. 54) ซีพีเอฟแก้ปัญหาด้วยการกระจายจุดขายสินค้าแบบจำหน่ายตรงสู่ผู้บริโภคแทน (แผนงานความมั่นคงทางอาหาร, 14 พ.ย. 54) เคอร์รี่ ดิสทริบิวชั่นได้ตัดสินใจย้ายฐานปฏิบัติการจากกรุงเทพไปยังอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี (ศูนย์ข้อมูลข่าวสารและสินค้าลอจิสติกส์, 7 ธ.ค. 54) และดีเอชแอลได้ว่าจ้างบริษัทที่ดำเนินธุรกิจทางเรือรับส่งสินค้าเข้ามาบริการอีกทอดหนึ่งในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมจนรถบรรทุกไม่สามารถเข้าไปได้ (ศูนย์ข้อมูลข่าวสารและสินค้าลอจิสติกส์, 22 ธ.ค. 54)

ถึงแม้ว่าจะมีการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์การส่งสินค้าในช่วงเกิดอุทกภัยดังกล่าวข้างต้น แต่เป็น การแก้ปัญหาเพียงชั่วคราวเฉพาะหน้าเท่านั้น สิ่งที่สำคัญสำหรับระบบโลจิสติกส์ในช่วงเกิดอุทกภัย คือ เส้นทางลำเลียงขนส่ง แม้ว่าจะมีการย้ายฐานปฏิบัติการไปยังพื้นที่อื่นก็ตาม แต่เมื่อถนนถูกตัดขาดก็ไม่สามารถขนส่งสินค้าได้เช่นกัน ดังนั้น ควรจะมีการจัดระบบที่เหมาะสมสำหรับปัญหาการขนส่งในช่วงเกิดอุทกภัย โดยการเลือกเส้นทางการขนส่งที่เหมาะสมในกรณีที่บางเส้นทางถูกตัดขาดไม่สามารถใช้การได้ หรือการเลือกใช้ประเภทยานพาหนะกรณีที่ถนนมีน้ำท่วมขังในระดับต่างๆ กัน เช่น ระดับน้ำท่วมสูงจากพื้นถนน 100 เซนติเมตรนั้น ควรจะเลือกใช้รถขนส่งขนาดเล็ก รถบรรทุก หรือเปลี่ยนเป็นเรือ ขึ้นอยู่กับความเป็นไปได้ในการใช้งานจริง

ปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งสินค้า หรือ VRP นั้น เป็นปัญหาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย Dantzig and Ramser (1959: 80–91) ได้นำเสนอวิธีการแก้ปัญหา VRP ซึ่งนับเป็นจุดเริ่มต้นข องการพัฒนาขั้นตอนวิธีการต่างๆ ในการแก้ปัญหาดังกล่าว มาจนกระทั่งถึงปัจจุบันนี้ ซึ่งมีทั้งการพัฒนาที่รูปแบบของปัญหา และเทคนิควิธีการ งานวิจัยของ Eksioglu *et.al* (2009: 39-68) ได้แบ่งปัญหา VRP ไว้ดังต่อไปนี้

1. Type of Study
   - 1.1. Theory
   - 1.2. Applied methods
     - 1.2.1. Exact methods
     - 1.2.2. Heuristics
     - 1.2.3. Simulation
     - 1.2.4. Real time solution methods
   - 1.3. Implementation documented
   - 1.4. Survey, review or meta-research
2. Scenario Characteristics
   - 2.1. Number of stops on route
     - 2.1.1. Known (deterministic)
     - 2.1.2. Partially known, partially probabilistic
   - 2.2. Load splitting constraint
     - 2.2.1. Splitting allowed
     - 2.2.2. Splitting not allowed
   - 2.3. Customer service demand quantity
     - 2.3.1. Deterministic
     - 2.3.2. Stochastic
     - 2.3.3. Unknown[1]
   - 2.4. Request times of new customers
     - 2.4.1. Deterministic
     - 2.4.2. Stochastic
     - 2.4.3. Unknown
   - 2.5. On site service/waiting times
     - 2.5.1. Deterministic
     - 2.5.2. Time dependent
     - 2.5.3. Vehicle type dependent
     - 2.5.4. Stochastic
     - 2.5.5. Unknown
   - 2.6. Time window structure
     - 2.6.1. Soft time windows
     - 2.6.2. Strict time windows
     - 2.6.3. Mix of both
   - 2.7. Time horizon
     - 2.7.1. Single period
     - 2.7.2. Multi period
   - 2.8. Backhauls
     - 2.8.1. Nodes request simultaneous pick ups and deliveries
     - 2.8.2. Nodes request either linehaul or backhaul service, but not both
   - 2.9. Node/Arc covering constraints
     - 2.9.1. Precedence and coupling constraints
     - 2.9.2. Subset covering constraints
     - 2.9.3. Re course allowed
3. Problem Physical Characteristics
   - 3.1. Transportation network design
     - 3.1.1. Directed network
     - 3.1.2. Undirected network
   - 3.2. Location of addresses (customers)
     - 3.2.1. Customers on nodes
     - 3.2.2. Arc routing instances
   - 3.3. Geographical location of customers
     - 3.3.1. Urban (scattered with a pattern)
     - 3.3.2. Rural (randomly scattered)
     - 3.3.3. Mixed
   - 3.4. Number of points of origin
     - 3.4.1. Single origin
     - 3.4.2. Multiple origins
   - 3.5. Number of points of loading/unloading facilities (depot)
     - 3.5.1. Single depot
     - 3.5.2. Multiple depots
   - 3.6. Time window type
     - 3.6.1. Restriction on customers
     - 3.6.2. Restriction on roads
     - 3.6.3. Restriction on depot/hubs
     - 3.6.4. Restriction on drivers/vehicle
   - 3.7. Number of vehicles
     - 3.7.1. Exactly *n* vehicles (*TSP in this segment*)
     - 3.7.2. Up to *n* vehicles
     - 3.7.3. Unlimited number of vehicles
   - 3.8. Capacity consideration
     - 3.8.1. Capacitated vehicles
     - 3.8.2. Uncapacitated vehicles
   - 3.9. Vehicle homogeneity (Capacity)
     - 3.9.1. Similar vehicles
     - 3.9.2. Load-specific vehicles[2]
     - 3.9.3. Heterogeneous vehicles
     - 3.9.4. Customer-specific vehicles[3]
   - 3.10. Travel time
     - 3.10.1. Deterministic
     - 3.10.2. Function dependent (a function of current time)
     - 3.10.3. Stochastic
     - 3.10.4. Unknown
   - 3.11. Transportation cost
     - 3.11.1. Travel time dependent
     - 3.11.2. Distance dependent
     - 3.11.3. Vehicle dependent[4]
     - 3.11.4. Operation dependent
     - 3.11.5. Function of lateness
     - 3.11.6. Implied hazard/risk related
4. Information Characteristics
   - 4.1. Evolution of information
     - 4.1.1. Static
     - 4.1.2. Partially dynamic
   - 4.2. Quality of information
     - 4.2.1. Known (Deterministic)
     - 4.2.2. Stochastic
     - 4.2.3. Forecast
     - 4.2.4. Unknown (Real-time)
   - 4.3. Availability of information
     - 4.3.1. Local
     - 4.3.2. Global
   - 4.4. Processing of information
     - 4.4.1. Centralized
     - 4.4.2. Decentralized
5. Data Characteristics
   - 5.1. Data Used
     - 5.1.1. Real world data
     - 5.1.2. Synthetic data
     - 5.1.3. Both real and synthetic data
   - 5.2. No data used

ภาพประกอบ 2-3 รูปแบบปัญหา VRP

วิธีการที่นิยมใช้ในการแก้ปัญหา VRP สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. วิธีแม่นตรง (Exact Method)

เป็นวิธีการคำนวณทุกทางเลือกของผลเฉลย แล้วจึงเลือกผลเฉลยที่ให้ค่าที่ดีที่สุด เช่น วิธีการขยายและจำกัดเขต (Branch and Bound) (Fisher, 1993: 1-33) ซึ่งเหมาะสมสำหรับปัญหา VRP ที่มีจำนวนลูกค้าไม่เกิน 100 ปม วิธีกำหนดการเชิงพลวัต (Dynamic Programming) และขั้นตอนวิธีการการตัดระนาบ (Cutting Plane Algorithm) เป็นต้น Agarwal *et al.* (1989: 731-749) ได้นำเสนอวิธีการแบ่งส่วนของเซตผลเฉลย (Set Partitioning) บนพื้นฐานของวิธีแม่นตรงเพื่อแก้ปัญหา VRP ส่วนการประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องได้มีการอธิบายในรายละเอียดโดย Christofides *et al.* (1985: 431-448); Laporte (1992: 161-170) ข้อด้อยของวิธีแม่นตรง คือ เมื่อ

ปัญหามีขนาดใหญ่เพิ่มมากขึ้น วิธีการอาจไม่สามารถรับประกันการหาค่าเหมาะที่สุด (Optimization) ได้ เมื่อจำนวนลูกค้าเพิ่มมากขึ้น (มากกว่า 100 ปม) รวมทั้งใช้เวลานานในการประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรโดยใช่เหตุ

2. วิธีฮิวริสติกส์ (Heuristic Method)

เป็นวิธีการหาผลเฉลยที่ดีพอเพียง ภายในเวลาจำกัด หรือ "Good enough and fast enough solution" ซึ่งเป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับปัญหาเอ็นพี-สมบูรณ์ วิธีฮิวริสติกส์ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการหาผลเฉลยของแต่ละปัญหาเท่านั้น ดังนั้นวิธีฮิวริสติกส์ที่สามารถหาผลเฉลยที่ดีสำหรับปัญหาหนึ่งจึงไม่สามารถนำไปใช้หาผลเฉลยของอีกปัญหาหนึ่งได้ นอกจากนี้ ในบางปัญหาที่มีความซับซ้อนมากการสร้างตัวแปรและเงื่อนไขในตัดสินใจให้อยู่ในรูปของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) อาจกระทำได้ยาก จึงไม่สามารถใช้วิธีแม่นตรง หรือใช้เทคนิคบางอย่างจากวิธีกำหนดการเชิงเส้นตรง (Linear Programming) ได้

3. วิธีเมต้าฮิวริสติกส์ (Meta-Heuristic Method)

เป็นวิธีที่ได้จากการพัฒนาและดัดแปลงวิธีฮิวริสติกส์ให้มีความยืดหยุ่นในการหาผลเฉลยของปัญหาการตัดสินใจใดๆ ที่มีความซับซ้อนและมีตัวแปรตัดสินใจจำนวนมาก ได้อย่างรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ ถึงแม้ผลเฉลยที่ได้อาจไม่ใช่ผลเฉลยที่ให้ค่าเหมาะที่สุด หรือไม่สามารถรับประกันผลเฉลยที่ดีในทุกครั้งที่ทำการประมวลผลได้ แต่ผลเฉลยที่ได้เป็นที่ยอมรับ และค้นหาได้ภายในระยะเวลาอันเหมาะสม จึงเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวางในงานวิจัยทุกแขนง

ธรินี มณีศรี (2552: 89-115) ได้เสนองานวิจัยเกี่ยวกับปัญหา VRPTW แบบมีเวลาเดินทางไม่แน่น อน เพื่อหา เวลาเดินทาง รวมที่สั้น ที่สุดที่มีความทนทานต่อความไม่แน่นอนมากที่สุด และจำนวนรถขนส่งน้อยที่สุด โดยใช้วิธีฮิวริสติกส์การแทรกไปข้างหน้าแบบดัดแปลงในการหาผลเฉลยเริ่มต้น และปรับปรุงผลเฉลยเริ่มต้นด้วยวิธีการค้นหาเฉพาะที่แบบสลับสับเปลี่ยนปมด้วยค่าแลมด้า และการค้นหาแบบทาบู ซึ่งได้เปรียบเทียบกับผลเฉลยจากปัญหาประเภทต่างๆ ของ Solomon จากนั้นใช้วิธีเชิงทนทานซึ่งเป็นวิธีการสร้างสถานการณ์เพื่อหาคำตอบที่ทนต่อความไม่แน่นอนของเวลาเดินทาง โดยแบ่งเปอร์เซ็นต์ความไม่แน่นอน ดังนี้ β = 0.2, 0.4, 0.6 และ 0.8 และขนาดของสถานการณ์ ดังนี้ $|S|$ = 10, 20, 40 และ 80 ตามลำดับ

ธรินี มณีศรี (2554: 115-150) ได้เสนองานวิจัยซึ่งเป็นการ ประยุกต์ขั้นตอนวิธีเมต้าฮิวริสติกส์สำหรับปัญหาการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งกรณีมีรถขนส่งหลายขนาดและแบ่งแยกส่งสินค้าได้ วัตถุประสงค์ของงานวิจัย คือ การจัดเส้นทางการเดินรถขนส่งให้เกิดเวลาการเดินทางโดยรวมน้อยสุด โดยประยุกต์ใช้ขั้นตอนวิธีที่พัฒนาขึ้น 3 วิธี ประกอบด้วย การค้นหาเฉพาะที่แบบพบค่าดีที่สุดเป็นตัวแรก ร่วมกับวิธีค้นหาทาบู , การค้นหาเฉพาะที่แบบพบค่าดีที่สุดจากทั้งหมดร่วมกับวิธีค้นหาทาบู และวิธีค้นหาทาบู ทำการเปรียบเทียบสมรรถนะของทั้ง 3 วิธีด้วยดัชนีบ่งชี้ 2 ตัว คือ คุณภาพของผลเฉลย และเวลาที่ใช้ในการประมวลผล จากการทดลองพบว่าวิธีดีที่สุดเป็นตัวแรกร่วมกับวิธีค้นหาทาบู เป็นวิธีที่เหมาะสม เนื่องจากให้ผลเฉลยที่เหมาะสม และใช้เวลาใ นการประมวลผลที่ยอมรับได้

กัญจนาภรณ์ เจริญผล (2554:25-69) ได้เสนองานวิจัย เกี่ยวกับปัญหา VRPTW แบบมีเวลาเดินทางไม่แน่นอน เพื่อหา เวลาเดินทาง รวมที่สั้น ที่สุดที่มีความทนทานต่อความไม่แน่นอนมากที่สุด และจำนวนรถขนส่งน้อยที่สุด โดยรถขนส่งมีหลากหลายขนาด โดยใช้วิธีฮิ วริสติกส์การแทรกไปข้างหน้าแบบดัดแปลงในการหาผลเฉลยเริ่มต้น และปรับปรุงผลเฉลยเริ่มต้นด้วยวิธีการค้นหาเฉพาะที่แบบสลับสับเปลี่ยนปมด้วยค่าแลมด้า และวิธีเชิงพันธุกรรม ผลที่ได้จากการทดลองพบว่า วิธีการเชิงพันธุกรรมไม่สามารถปรับปรุงผลเฉลยที่ดีกว่าวิธีการค้นหาเฉพาะ ที่แบบสลับสับเปลี่ยนปมด้วยค่าแลมด้าได้ จากนั้นใช้วิธีเชิงทนทานซึ่งเป็นวิธีการสร้างสถานการณ์เพื่อหาคำตอบที่ทนต่อความไม่แน่นอนของเวลาเดินทางและเปรียบเทียบผลเฉลยกับ ธรินี มณีศรี (2552: 89-115) พบว่า วิธีที่เสนอโดย กัญจนาภรณ์ เจริญผลได้ผลที่ดีกว่าในเกือบทุกประเภทปัญหา

ในปัจจุบันมีผู้สนใจงานวิจัยทางด้านโลจิสติกส์ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการบริหารจัดการ โซ่อุปทาน เป็นจำนวนมาก เนื่องจากมีความสำคัญต่อธุรกิจต่างๆ ทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ ตั้งแต่ผู้ผลิตวัตถุดิบไปจนถึงผู้บริโภค ผลจากบทบาทและความสำคัญของ โซ่อุปทาน ISO ได้ออกมาตรฐานสากล ISO/PAS 28000 ซึ่งเป็นมาตรฐานข้อกำหนดทางด้านการบริหารการรักษาความปลอดภัยของ โซ่อุปทาน ป้องกันบุคลากร สินค้า โครงสร้างพื้นฐานและอุปกรณ์ รวมถึงการขนส่ง การป้องกันอุบัติเหตุ และการป้องกันผลกระทบที่มีแนวโน้มจะเกิดขึ้นสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในองค์กรระดับต่างๆ ตลอดจนทุกขั้นตอนการผลิตตลอดโซ่อุปทาน