การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

จิดาภา จันทร์จำปา

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในยุคดิจิทัล
วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2563

AN ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS AND THE APPLICATION OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM TO ANALYZE POTENTIAL FOR DRY PORT IN UDON THANI

JIDAPA CHUNJUMPA

A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF MASTER OF BUSINESS ADMINISTRATION DEPARTMENT OF LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT COLLEGE OF INNOVATIVE BUSINESS AND ACCOUNTANCY, DHURAKIJ PUNDIT UNIVERSITY

2019

ใบรับรองสารนิพนธ์

วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

ปริญญา บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต

หัวข้อสารนิพนธ์ การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบกจังหวัดอุดรธานี

เสนอโดย จิดาภา จันทร์จำปา

สาขาวิชา การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในยุคดิจิทัล

อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ ดร.รชฎ ขำบุญ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดยคณะกรรมการสอบสารนิพนธ์แล้ว

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช คำสุพรหม)

..... กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์

(ดร.รชฎ ขำบุญ)

..... กรรมการ

(ดร.ภูมิพัฒน์ พงศ์พฤฒิกุล)

วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี รับรองแล้ว

..... คณบดีวิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริเดช คำสุพรหม)

วันที่ 22 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2564

หัวข้อสารนิพนธ์ การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี
ชื่อผู้เขียน นางสาวจิดาภา จันทร์จำปา
อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.รชฏ ขำบุญ
สาขาวิชา การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานในยุคดิจิทัล
ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี โดยท่าเรือบกนี้จะมีบทบาทเสมือนท่าเรือชายฝั่ง มีการดำเนินการเป็นศูนย์โลจิสติกส์เพื่อรองรับการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศในระบบตู้สินค้า และมีการเชื่อมโยงระบบการขนส่งทางรางเป็นหลัก ซึ่งงานวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน โดยมีปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย ปัจจัยรอง 5 ปัจจัย และปัจจัยย่อย 7 ปัจจัย มีข้อมูลทุติยภูมิจากหน่วยงานต่างๆ และข้อมูลภูมิสารสนเทศเป็นเครื่องมือในการวิจัย โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม ArcGIS ร่วมกับการ วิเคราะเชิงลำดับชั้นเพื่อคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

ผลการวิจัยสรุปได้ว่า ค่าความสำคัญของปัจจัย พบว่ามีค่าความสำคัญสูงสุดในปัจจัยหลักด้านคมนาคมขนส่งเท่ากับ 0.49 ปัจจัยรองด้านการเข้าถึงโครงข่ายระบบขนส่งเท่ากับ 0.46 และปัจจัยย่อยด้านพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและประเภทการใช้ที่ดินเท่ากับ 0.28 ส่วนพื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก พบว่าพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีพื้นที่ 2,720.34 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 23.92 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งพื้นที่ที่มีค่าคะแนนรวมความเหมาะสมสูงสุด ได้นำมาพิจารณาเป็นพื้นที่ศักยภาพ คือ อำเภอเพ็ญ อำเภอกุมภวาปี และอำเภอประจักษ์ศิลปาคม มีพื้นที่ 302.56, 252.38 และ89.73 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ คัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก พิจารณาจากตำบลที่ติดถนนมิตรภาพและทางรถไฟร่วมกับพื้นที่ที่มีค่าความเหมาะสมสูงสุดอยู่ที่ตำบลเชียงหวาง ตำบลผาสุก และตำบลห้วยสามพาด มีพื้นที่ 108.134, 26.34 และ 38.54 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ จากการวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศจากภาพถ่ายดาวเทียม พบว่าพื้นที่ตำบลห้วยสามพาด อำเภอประจักษ์ศิลปาคมเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพื้นที่และสามารถสนับสนุนงานของท่าเรือบกได้ ทำให้เหมาะสมกับการพัฒนาสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

Term Paper Title	An Analytical Hierarchy Process and The Application of Geographic Information System to Analyze Potential for Dry Port in Udon Thani
Author	Jidapa Chunjumpa
Thematic Paper Advisor	
Department	Logistics and Supply Chain Management
Academic Year	2019

ABSTRACT

The purposes of this research are the hierarchical analysis and the application of geographic information system in order to identify the potential areas for the construction of a dry port in Udon Thani, Thailand. The land port is expected to function similar to a harbor which performs logistics operations to support international delivery via containers and primarily connects railway transportation. This is a qualitative research where the survey was conduct on four experts regarding three primary factors, five secondary factors and seven sub-factors. Research tools consist of tertiary data obtained from different organizations and geographic information. Data analysis is conducted by using ArcGIS application and hierarchical analysis.

Study results revealed that regarding the priority value the primary factor with the highest priority value was transportation at 0.49, the secondary factor was the access to transportation system network at 0.46 and the sub-factor flood risk and land usage at 0.28. The area most appropriate for the construction of a dry port is 2,720.34 km^2 accounting for 23.92 percent of the total areas. The potential areas consist of Amphoe Phen, Amphoe Kum Phawa Pi and Amphoe Prajak Silapakhom each with the area of 302.56, 252.38, and 89.73 km^2 respectively. Identification of the potential areas for the construction of a dry port considers Tambon adjacent to Mittraphap Road and railways alongside the areas with highest total priority value. These potential areas consist of Tambon Chiang Wang, Tambon Pha Suk, and Tambon Huay Sam Phard each with the area of 108.134, 26.34, and 38.54 km^2 respectively. The analysis results of physical traits of the terrain through the observation of satellite images revealed that Tambon Huay Sam Phard, Amphoe Prajak Silakhom is the beneficial area for development and is capable of supporting the operations of a dry port. hence its appropriateness for the construction of a dry port in Udon Thani.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่อง การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากได้รับความกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำและความช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งด้านวิชาการและด้านการดำเนินงานวิจัยที่เป็นประโยชน์ต่อสารนิพนธ์เล่มนี้ ทางผู้ศึกษาตระหนักถึงความตั้งใจจริงและความทุ่มเทของบุคคากรและผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่าน ซึ่งผู้ศึกษาขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ ดร.รชฏ ขำบุญ ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์ในครั้งนี้ และคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ ที่ได้สละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำ แนะแนวทางการทำวิธีการศึกษาตลอดจนช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่และแนวคิดที่เป็นประโยชน์มาโดยตลอด จนทำให้สารนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ มีคุณค่ามากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ทุกท่านในมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สาขาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ ที่กรุณาให้คำแนะนำ แก้ไขและตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในงานศึกษาจนทำให้งานวิจัยครั้งนี้สมบูรณ์ มีคุณค่าและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านทั้งทางภาครัฐและเอกชนที่ให้ความอนุเคราะห์ อำนวยความสะดวกและให้ความร่วมมือเป็นอย่างยิ่งดีในการเก็บข้อมูล

ขอขอบพระคุณ พี่น้องบัณฑิตศึกษาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ให้กำลังใจมาโดยตลอด และขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือมาเป็นอย่างดี

ผู้ศึกษาหวังว่าสารนิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อบุคคลที่กำลังสนใจ จึงขอมอบส่วนดีทั้งหมดนี้ให้แก่ คณาจารย์ที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาจนทำให้ผลงานสารนิพนธ์นี้เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้องตามสมควร และขอมอบความกตัญญูกตเวทิตาคุณแด่บิดามารดา ที่ได้ให้การอบรมส่งเสริมในการเข้าศึกษาและเป็นกำลังใจจนสำเร็จการศึกษา รวมถึงคณาจารย์ทุกท่านโดยเฉพาะอย่างยิ่ง ดร.รชฏ ขำบุญ ที่ให้การช่วยสนับสนุนในวิชาการด้านต่างๆ เพื่อนำความรู้ความสามารถมาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ สำหรับข้อบกพร่องต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นนั้นผู้ศึกษาขอน้อมรับผิดแต่เพียงผู้เดียว และยินดีที่จะรับฟังคำแนะนำจากทุกท่านที่ได้เข้ามาศึกษาเพื่อเป็นประโยชน์ในการพัฒนางานวิจัยต่อไป

จิดาภา จันทร์จำปา

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ง
กิตติกรรมประกาศ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
1.6 นิยามคำศัพท์	3
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1. แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับท่าเรือบก	4
2.2 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเลือกทำเลที่ตั้ง	10
2.3 ข้อมูลพื้นที่ศึกษาจังหวัดอุดรธานี	16
2.4 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น	23
2.5 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	27
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3. วิธีดำเนินการวิจัย 46

3.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย 46

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 47

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 48

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล 48

4. ผลการวิจัย 59

4.1 หาค่าความสำคัญของปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น 59

4.2 วิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสม 64

4.3 คัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี 76

5. สรุปผลการศึกษาและข้อเนอะแนะ 81

5.1 สรุปผลการศึกษา 81

5.2 ข้อเสนอแนะ 85

บรรณานุกรม 86

ภาคผนวก 87

ประวัติผู้เขียน 92

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

2.1 พื้นที่แหล่งน้ำในจังหวัดอุดรธานี 17

2.2 การใช้ที่ดินของจังหวัดอุดรธานี 18

2.3 จำแนกกลุ่มดินที่พบในจังหวัดอุดรธานี 19

2.4 จำนวนประชากรและการคาดการณ์ในอนาคต จังหวัดอุดรธานี 19

2.5 ผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ ปี 2558-2560 20

2.6 ความต้องการน้ำด้านต่างๆ และการคาดการณ์ในอนาคตจังหวัดอุดรธานี 21

2.7 อัตราการเปลี่ยนแปลงที่ท่าอากาศยานอุดรธานี พ.ศ. 2557 - 2561 23

2.8 มาตราส่วนเปรียบเทียบความสำคัญ 25

2.9 การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย 25

3.2 สรุปปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาพื้นที่ศักยภาพ
ในการสร้างท่าเรือบก 49

3.3 ค่าดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง 51

3.4 ช่วงชั้นข้อมูลและค่าคะแนนของชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ 55

4.1 ขั้นตอนการรวมค่าคะแนนของปัจจัย 60

4.2 ขั้นตอนคำนวณค่าความสำคัญ 60

4.3 ขั้นตอนคำนวณหาค่าไอเกนสูงสุด 61

4.4 สรุปค่าความสำคัญของปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ 62

4.5 สรุปค่าความสำคัญของปัจจัยที่ศึกษา 63

4.6 คำนวณผลรวมปัจจัยหลักด้านกายภาพ 64

4.7 คำนวณผลรวมปัจจัยหลักด้านคมนาคมขนส่ง 65

4.8 คำนวณผลรวมปัจจัยหลักด้านผังเมือง 65

สารบัญตาราง (ต่อ)

4.9 ขนาดพื้นที่ตามระดับความเหมาะสมแยกตามอำเภอ (ตร.กม) 75

4.8 ปัจจัยในการพิจารณาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือกบกจังหวัดอุดรธานี .. 76

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตถึงปัจจุบันเป็นการขนส่งทางถนนเป็นหลักถึง 81% มีการขนส่งทางรางเพียง 2% แต่ละปีมีสินค้าเพื่อการขนส่งจำนวนมหาศาล การขนส่งทางรถบรรทุกรับสินค้าได้เพียง 25 ตันต่อเที่ยว ต้องใช้รถจำนวนมากส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรแออัดและอุบัติเหตุบนท้องถนนบ่อยครั้ง มีต้นทุนที่สูงเมื่อเทียบกับการขนส่งทางน้ำและทางราง ขณะที่การขนส่งทางรางรับสินค้าได้หลายพันตันต่อเที่ยว แต่กลับใช้ประโยชน์น้อยมาก นับเป็นอุปสรรคสำคัญต่อศักยภาพทางการแข่งขันของไทย ดังนั้น เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพและลดต้นทุนการขนส่ง จึงจำเป็นต้องพัฒนาและยกระดับการขนส่งทางรางให้มีประสิทธิภาพ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในอนาคต

การศึกษาพัฒนาเส้นทางการขนส่งโลจิสติกส์ในแนวเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ ระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน พบว่าเครือข่ายการผลิตของประเทศไทยยังไม่เอื้อให้เกิดกิจกรรมทางเศรษฐกิจตามแนวพื้นที่เพราะขาดการเชื่อมโยงทั้งทางด้านโครงสร้างพื้นฐานและเครือข่ายการผลิตที่สำคัญ อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานให้มีประสิทธิภาพด้วยการศึกษาแนวคิดโซ่คุณค่า ประยุกต์ในการปรับปรุงรูปแบบเครือข่ายการผลิตของไทยให้เข้ากับเครือข่ายการผลิตในระดับภูมิภาคและระดับโลก เป็นการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทยสู่มาตรฐานสากลและยกระดับให้เป็นศูนย์กลางโลจิสติกส์ในภูมิภาคอินโดจีน จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้เกิดแผนงานพัฒนาท่าเรือบกและระบบโครงข่ายการคมนาคม ซึ่งท่าเรือบกเป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านโลจิสติกส์ที่สำคัญต่อการสนับสนุนการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ ทำหน้าที่ตอบสนองการเคลื่อนไหวของสินค้าให้มีความรวดเร็วคล่องตัวมากยิ่งขึ้น เปรียบเสมือนท่าเรือขนส่งทางทะเลจะช่วยลดภาระงานของท่าเรือในการรองรับการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ เพื่อเชื่อมโยงอนุภูมิภาคและเป็นประตูการค้าและการลงทุนที่กระจายตัวอยู่ในภาคต่างๆ ของประเทศไทย เพราะมีจุดเด่นของภูมิศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับประเทศเพื่อนบ้านและประเทศใกล้เคียง

จากความสำคัญข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเรื่องการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบกและตัดสินใจเลือกพื้นที่ศักยภาพจังหวัดอุดรธานี เนื่องจากไม่มีหน่วยงานใดเข้ามาศึกษาจังหวัดอุดรธานีอย่างจริงจัง ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าจังหวัดอุดรธานีเป็นศูนย์กลางการค้าในอีสานตอนบน สินค้าจากจีนย่อมถูกขนส่งมาตามระบบราง และศักยภาพในด้านพื้นที่มีความพร้อมทั้งระบบราง ระบบการบิน และระบบขนส่งทางถนนสามารถเชื่อมโยงได้ทุกระบบการขนส่ง อีกทั้งอุดรธานีอยู่ใกล้กับปลายทางของรถไฟความเร็วสูงและรถไฟทางคู่จากจีนที่สิ้นสุดกรุงเวียงจันทน์ และอยู่ห่างจากนิคมอุตสาหกรรมอุดรธานีเพียง 60 กม. ทำให้ขนส่งสินค้าไปยังประเทศจีนได้ โดยเฉพาะจีนตอนใต้ใช้เวลาเพียง 1 วัน ลดค่าขนส่งได้มากกว่า 5 เท่า จากเดิมต้องขนส่งไปที่ท่าเรือแหลมฉบัง ใช้เวลา 15-17 วัน

ไม่รวมการขนส่งจากอุดรธานีไปแหลมฉบัง และแล่นเรือจากอ่าวไทยอ้อมเวียดนามไปยังทะเลจีนใต้เข้าสู่ท่าเรือที่ฮ่องกงหรือเมืองเซินเจิ้นทางชายฝั่งตะวันออกของจีน จากนั้นต้องใช้เส้นทางถนนไปสู่มณฑลยูนนานมีระยะทางกว่า 1,700 กม. หากใช้รถไฟทางคู่ขนส่งสินค้าจากเวียงจันทน์ไปยังมณฑลยูนนานจะมีระยะทางเพียง 850 กม. และยังกระจายไปยังมณฑลตอนใต้ได้อีกมาก อีกทั้งยังมีการขยายสนามบินท่าอากาศยานนานาชาติอุดรธานี มีแผนในการพัฒนาปรับปรุงด้วยการเพิ่มรันเวย์ และสร้างอาคารผู้โดยสารเพิ่ม 1 อาคาร เพื่อเพิ่มศักยภาพให้สามารถรองรับผู้โดยสารได้ 7.4 ล้านคน ในอีก 10 ปีข้างหน้า

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาหาค่าความสำคัญของปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี
2. เพื่อวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี
3. เพื่อคัดกรองหาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานีด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี เพื่อเชื่อมโยงเครือข่ายการผลิตและระบบคมนาคมขนส่งให้สามารถทำหน้าที่เป็นเส้นทางโลจิสติกส์พัฒนาไปสู่เส้นทางเศรษฐกิจของไทยได้ในอนาคต

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 ขอบเขตพื้นที่ศึกษา ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาคัดกรองหาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี เป็นพื้นที่ศึกษา

อาณาเขต จังหวัดอุดรธานีตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ห่างจากกรุงเทพฯ ตามทางหลวง แผ่นดินหมายเลข 2 ระยะทาง 564 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 11,730.302 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,331,438.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.29 ของพื้นที่ในประเทศ โดยเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่มากเป็นอันดับ 4 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งอยู่ที่ละติจูดที่ 17 องศาเหนือ ลองจิจูดที่ 103 องศาตะวันออก แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 20 อำเภอ โดยมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดหนองคาย
ทิศใต้ ติดต่อกับ จังหวัดขอนแก่น
ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดสกลนคร และจังหวัดกาฬสินธุ์
ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดหนองบัวลำภู และจังหวัดเลย

1.4.2 ขอบเขตด้านปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา ในการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเพื่อหาค่าความสำคัญของปัจจัย แล้วนำมาวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ ปัจจัยหลัก ปัจจัยรอง และปัจจัยย่อย ซึ่งแบ่งออกได้ดังนี้

1. ปัจจัยหลัก ประกอบด้วย ปัจจัยด้านกายภาพ ปัจจัยด้านคมนาคมขนส่งและ ปัจจัยด้านผังเมือง

2. ปัจจัยรอง ประกอบด้วย จุดต้นทาง-ปลายทางสินค้า สภาพภูมิประเทศ การเข้าถึงโครงข่ายระบบขนส่ง สภาพการจราจร และลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

3. ปัจจัยย่อย ประกอบด้วย ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม ความลาดชันของพื้นที่ ระยะห่างจากถนนสายหลัก ระยะห่างจากทางรถไฟ การเดินทางผ่านย่านศูนย์กลางธุรกิจ ประเภทการใช้ที่ดิน และพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

1.4.3 ขอบเขตในการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพ ทำการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพจากการใช้ปัจจัยด้านขนาดของพื้นที่ ราคาที่ดิน ขนาดประชากร และการขยายตัวของพื้นที่รอบข้าง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. สามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการพัฒนาการขนส่งให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์

2. ทำให้ทราบเทคนิค และวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการหาพื้นที่ศักยภาพ

1.6 นิยามคำศัพท์

1. กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP ย่อจาก Analytic Hierarchy Process) หมายถึง เป็นเทคนิคช่วยแก้ไขปัญหา ให้ตัดสินใจหาคำตอบที่เหมาะสมที่สุด กำหนดเป้าหมายของการวิเคราะห์ปัญหาที่ต้องมีการตัดสินใจ โดยแสดงองค์ประกอบเชิงปริมาณแต่ละปัจจัย เพื่อประเมินหาคำตอบในเชิงปริมาณได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS ย่อจาก Geographical Information System) หมายถึง เป็นการปฏิบัติการรวบรวมจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นขั้นตอน สามารถค้นข้อมูลที่ต้องการได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว อีกทั้งสามารถนำข้อมูลสารสนเทศที่เป็นผลจากการวิเคราะห์ไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจของผู้บริหารในการปฏิบัติงานใดๆ

3. ArcGIS หมายถึง เป็นชุดโปรแกรมประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ชุดโปรแกรมหนึ่ง ซึ่งใช้ในการจัดการข้อมูลภูมิสารสนเทศเพื่อตอบสนองความต้องการการใช้งานของหน่วยงานต่างๆ

4. ท่าเรือบก (Dry Port) หมายถึง บริเวณพื้นที่ตอนในของประเทศที่มีการดำเนินการเป็นศูนย์โลจิสติกส์ ซึ่งทำหน้าที่เสมือนท่าเรือเพื่อรองรับการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศในระบบตู้สินค้า ปกติกิจกรรมในท่าเรือบกจะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ ส่วนการตรวจปล่อยสินค้า และส่วนการให้บริการ นอกจากนี้ยังอาจมีบริการด้านการเก็บพักตู้ การกระจายและรวบรมคอนเทนเนอร์ รวมทั้งบริการด้านพิธีการศุลกากรด้านการผ่านพิธีการใบขนสินค้า การชำระเงินและตรวจปล่อยสินค้าทั้งขาเข้าและขาออก ตลอดจนสินค้าถ่ายลำและผ่านแดนแบบครบวงจรเบ็ดเสร็จ

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ในการศึกษาเพื่อวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอ แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกตามประเด็นดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับท่าเรือบก
2.2 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเลือกทำเลที่ตั้ง
2.3 ข้อมูลพื้นที่ศึกษาจังหวัดอุดรธานี
2.4 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น
2.5 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับท่าเรือบก

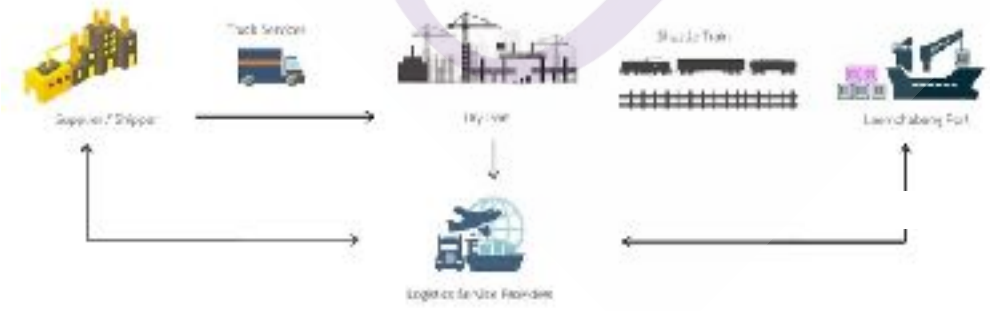
2.1.1 ความเป็นมาของแผนงานสร้างท่าเรือบก

การศึกษาพัฒนาห่วงโซ่คุณค่าในเส้นทางการขนส่งโลจิสติกส์ในแนวระเบียงเศรษฐกิจเหนือใต้ และตะวันออก-ตะวันตก ระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2555) ได้เสนอแนวทางในการจัดการเกี่ยวกับอุปสงค์ด้านการขนส่ง กิจกรรมโลจิสติกส์และห่วงโซ่อุปทานของสินค้าและการสร้างห่วงโซ่คุณค่าของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ ผลการศึกษาพบว่าการพัฒนาแนวเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก ที่ผ่านประเทศไทยยังประสบกับอุปสรรคเพราะยังขาดการเชื่อมโยงทั้งทางด้านโครงสร้างพื้นฐานและเครือข่ายการผลิตที่สำคัญตามแนวเส้นทาง ทำให้กิจกรรมทางเศรษฐกิจในแนวเส้นทางดังกล่าวเกิดขึ้นไม่มากนัก ส่วนใหญ่ใช้เป็นเส้นทางขนส่ง ซึ่งนอกจากการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานและสิ่งอำนวยความสะดวกให้เพียงพอและมีความเชื่อมโยงทางด้านกายภาพแล้ว ยังต้องคำนึงถึงการจัดการโซ่อุปทานและโลจิสติกส์ให้มีประสิทธิภาพและเชื่อมโยงด้วยกัน ด้วยการศึกษาได้นำแนวคิดโซ่คุณค่า (Value chain) ประยุกต์ในการปรับปรุงรูปแบบเครือข่ายการผลิตของไทยให้เข้ากับเครือข่ายการผลิตในระดับภูมิภาคและระดับโลก เพื่อให้เกิดการพัฒนาเครือข่ายการผลิตที่ครอบคลุมพื้นที่และใช้ประโยชน์จากแนวพื้นที่ให้เกิดประโยชน์ก่อให้เกิดเป็นแนวพื้นที่เศรษฐกิจ อันเป็นการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทยสู่มาตรฐานสากลและยกระดับให้เป็นศูนย์กลางโลจิสติกส์ (Logistics Hub) ในภูมิภาคอินโดจีนเพื่อสนับสนุนการเป็นศูนย์กลางธุรกิจและการค้าในภูมิภาคอินโดจีนต่อไป การพัฒนาเชิงพื้นที่เพื่อเชื่อมโยงกิจกรรมทางเศรษฐกิจเป็นการพัฒนาพื้นที่เพื่อยกระดับ พื้นที่จากเส้นทางการขนส่งไปสู่เส้นทางโลจิสติกส์และเส้นทางเศรษฐกิจ ซึ่งเครือข่ายการผลิตของไทยที่มีอยู่ในปัจจุบัน ไม่ได้มีความเชื่อมโยงกับฐานการผลิตหลักของประเทศในกลุ่มอนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง โดยเครือข่ายการผลิตหลักของ

ประเทศไทยจะอยู่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล และภาคตะวันออก ซึ่งประเทศไทยมีบทบาทเป็นผู้ประกอบสินค้าโดยเฉพาะกลุ่มสินค้าประเภทยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ และประกอบสินค้าประเภทอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนการผลิตประเภทสินค้าเกษตรของประเทศไทย เป็นผู้เพาะปลูกและแปรรูปจากวัตถุดิบหลักภายในประเทศ และส่งออกไปยังภูมิภาคต่างๆ ผ่านประตูการค้าหลักของประเทศ ดังนั้นการสร้างจุดร่วมที่ดึงดูดให้เกิดฐานการผลิตตามแนวพื้นที่ตะวันออก-ตะวันตก และแนวพื้นที่เหนือ-ใต้ ให้เชื่อมโยงข้ามประเทศ จะทำให้เกิดการเคลื่อนย้ายสินค้าตามแนวพื้นที่ อย่างไรก็ตามจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบขนส่งและโลจิสติกส์ตามแนวพื้นที่ เพื่อรองรับการเคลื่อนย้ายสินค้าและกิจกรรมทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้น

การกำหนดจุดร่วมของเครือข่ายการผลิตซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโซ่คุณค่าของอุตสาหกรรมระหว่างแนวพื้นที่เหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก และเชื่อมโยงกับฐานการผลิตหลักของประเทศไทยนั้นเป็นการสร้างความได้เปรียบในเชิงโลจิสติกส์ของการขนส่งสินค้าภายในเครือข่ายการขนส่งระหว่างประเทศ ส่งผลให้เกิดการขยายแหล่งผลิตทางอุตสาหกรรมในภูมิภาคมากขึ้นเนื่องจากสภาพแวดล้อมทางเศรษฐกิจจะมีผลต่อความได้เปรียบในที่ตั้งโรงงานหรือนิคมอุตสาหกรรมเปลี่ยนไป ซึ่งจะสร้างแรงดึงดูดให้เกิดการสร้างงานด้านการผลิตและเชื่อมโยงระหว่างพื้นที่ต่างๆ ควบคู่ไปกับการพัฒนาแนวพื้นที่เศรษฐกิจ โดยการสร้างจุดเชื่อมโยงระหว่างพื้นที่ที่มีศักยภาพตามแนวพื้นที่และเครือข่ายการผลิตหลัก

ซึ่งผู้วิจัยเล็งเห็นว่า การให้พื้นที่บริเวณจังหวัดอุดรธานีเป็นพื้นที่จุดเชื่อมโยงกับเครือข่ายการผลิตที่บริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เนื่องจากจังหวัดอุดรธานีมีสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับการขนส่งสินค้าที่มีความใกล้เคียงกับท่าเรือกรุงเทพหรือท่าเรือแหลมฉบัง ที่มีรูปแบบของสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง (Inland Container Depot [ICD]) จึงมีความเหมาะสมเพื่อการรองรับกับฐานการผลิตสินค้าในจังหวัดอุดรธานีและจังหวัดใกล้เคียง ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมที่จังหวัดอุดรธานีควรพัฒนาเป็นท่าเรือบก โดยทำหน้าที่เสมือนท่าเรือชายฝั่ง และมีกิจกรรมของสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง ทั้งนี้จำเป็นต้องเชื่อมโยงท่าเรือบกกับระบบรถไฟทางคู่และศักยภาพในด้านพื้นที่ของจังหวัดอุดรธานี มีความพร้อมทั้งระบบราง ระบบการบิน และระบบขนส่งทางถนน สามารถเชื่อมโยงได้ทุกระบบการขนส่ง จึงทำให้เกิดประโยชน์และประสิทธิภาพสูงสุด โดยรูปแบบกิจกรรมของการให้บริการด้านโลจิสติกส์เชื่อมโยงกับทางเรือบกด้วยระบบราง แสดงดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 รูปแบบการให้บริการโลจิสติกส์การขนส่งสินค้าระบบราง
ที่มา: ดัดแปลงจาก สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร กระทรวงคมนาคม. 2555

2.1.2 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับท่าเรือบก

จากการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบการขนส่งที่มีการพัฒนาจากการขนส่งสินค้าแบบเทกองมาเป็นหีบห่อและการบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์ รวมถึงการเปลี่ยนแปลงในเทคโนโลยีของเรือและอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าที่มีความก้าวหน้ามากขึ้น ส่งผลต่อทำเลที่ตั้งและรูปแบบการให้บริการงานในท่าเรือ ทำให้เกิดการย้ายท่าเรือออกสู่พื้นที่ที่สามารถรองรับกับการใช้พื้นที่ของการค้าและอุตสาหกรรม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงไปของงานในท่าเรือเดิมในลักษณะของสินค้าบรรจุภัณฑ์และเรือรวมถึงด้านทำเลที่ตั้งของท่าเรือ ด้วยปัจจัยต่างๆ เหล่านี้จึงเกิดรูปแบบการปฏิบัติงานภายนอกท่าเรือ คือ การเกิดขึ้นของท่าเรือบกหรือ ICD (กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ, 2552)

ท่าเรือบก หมายถึง สถานที่ดำเนินพิธีการศุลกากรที่ตั้งอยู่นอกเขตท่าเรือและเชื่อมต่อโดยตรงกับท่าเรือ ซึ่งภายในท่าเรือบกจะมีให้การบริการขนถ่ายและเก็บสินค้าเช่นเดียวกับสถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง หรือ ICD (UNCTAD, 1991)

2.1.2.1 สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง หรือ Inland Clearance Depot หมายถึง สถานที่ที่ตั้งอยู่บริเวณแผ่นดินซึ่งเชื่อมต่อกับท่าเรือและให้บริการเช่นเดียวกับท่าเรือบกในการตรวจสอบและพิธีศุลกากรสินค้า เพื่อช่วยลดขั้นตอนพิธีศุลกากรบริเวณท่าเรือ (UNCTAD, 1991) หรือสถานที่ให้บริการด้านขนถ่ายและกักเก็บสินค้ารวมถึงตู้สินค้า ภายใต้พิธีการทางศุลกากรตั้งอยู่บริเวณแผ่นดินส่วนในไม่ติดทะเล มีการเชื่อมต่อโดยตรงกับท่าเรือด้วยระบบขนส่งทางบก ซึ่งจากความแออัดของสถานที่จัดวางสินค้าภายในท่าเรือจึงมีการบริการจัดเก็บสินค้านอกท่าเรือที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการปฏิบัติงานและการใช้ประโยชน์ของท่าเรือ กิจกรรมของการบริการนอกท่าจะมีลักษณะเดียวกับท่าเรือ โดยบริการนอกท่าแบ่งได้ดังต่อไปนี้ (สำราญ ทองเล็ก, 2551)

1. สถานที่ตรวจและบรรจุสินค้าเข้าคอนเทนเนอร์เพื่อส่งออกเท่านั้น ซึ่งเป็นบริการของผู้ประกอบการเอกชนที่ประกอบการกิจการขนส่งหรือกิจการที่เกี่ยวข้อง และต้องมีพื้นที่สำหรับประกอบการไม่น้อยกว่า 30 ไร่ พร้อมสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสม

2. โรงพักสินค้าเพื่อตรวจปล่อยของขาเข้า และบรรจุขาออกที่ขนส่งโดยระบบคอนเทนเนอร์นอกเขตทำเนียบท่าเรือ หรือเรียกว่า ICD ซึ่งดำเนินการบริการของผู้ประกอบการเอกชนที่ประกอบกิจการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศหรือกิจกรรมที่เกี่ยวข้อง และต้องมีพื้นที่ประกอบการไม่น้อยกว่า 50 ไร่ พร้อมสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสม

2.1.2.2 สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่องหรือ ICD มีประโยชน์ในการแบ่งภาระท่าเรือ โดยเฉพาะท่าเรือที่มีขีดจำกัดในการให้บริการแก่สินค้าและเรือ ทั้งข้อจำกัดด้านพื้นที่และอุปกรณ์อำนวยความสะดวก ซึ่งประโยชน์ของ ICD มีดังต่อไปนี้ (กมลชนก สุทธิวาทนฤพุฒิ, 2552)

1. อำนวยพื้นที่ทำงานหน้าท่าในท่าเรือให้สามารถใช้ประโยชน์ในการทำงานยกขนถ่ายสินค้าได้มากที่สุด

2. ช่วยลดการขยายพื้นที่ท่าเรือเพื่อใช้ในการดำเนินงานทั้งการจัดเก็บการรวบรวมกระจายสินค้าที่บรรจุตู้คอนเทนเนอร์ รวมถึงตู้เปล่า

3. ลดความคับคั่งของการจราจรภายในท่าเรือ

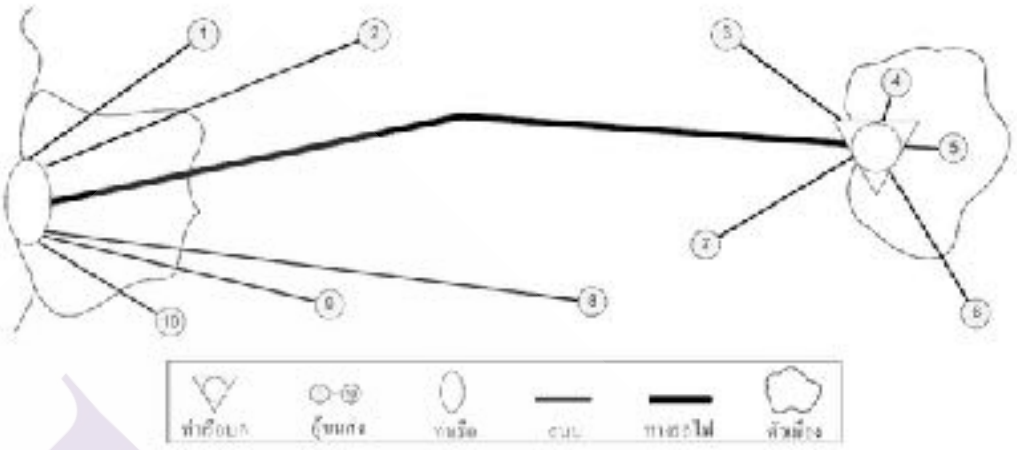
4. ช่วยให้การควบคุมเคลื่อนย้ายสินค้าเป็นไปอย่างสะดวก กล่าวคือ ท่าเรือและศุลกากรไม่จำเป็นต้องเข้ามาเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายคอนเทนเนอร์ตู้เปล่า

5. ช่วยลดต้นทุนในการยกขนและการเก็บสินค้า เนื่องจากค่าแรงงานที่ต่ำกว่าในท่าเรือและค่าเช่าพื้นที่ที่ถูกกว่าบริเวณท่าเรือ

2.1.2.3 แนวคิดท่าเรือบกเชื่อมโยงท่าเรือกับพื้นที่แนวหลัง

พื้นที่แนวหลัง (Hinterland) หมายถึง บริเวณภาคพื้นดินซึ่งส่วนใหญ่จะผ่านเข้าออกท่าเรือ พื้นที่แนวหลังจึงเป็นบริเวณรอบๆ ท่าเรือ ส่วนที่เป็นพื้นดินที่สินค้าจะถูกผลิตขึ้นเพื่อส่งออกผ่านทางท่าเรือไปยังจุดหมายปลายทาง และที่สินค้าเข้าจากท่าเรือจะถูกส่งผ่านเข้าไปยังผู้บริโภค (The Invest World, 2015) ซึ่งการเชื่อมโยงท่าเรือกับพื้นที่แนวหลัง เป็นการพัฒนาเชื่อมโยงระบบขนส่งระหว่างท่าเรือกับพื้นที่ที่อยู่นอกท่าเรือ โดยพัฒนาพื้นที่เหล่านั้นให้เป็นพื้นที่ทางเศรษฐกิจ เช่น ประเทศไทยมีท่าเรือเรือแหลมฉบังเป็นท่าเรือหลัก ถัดจากท่าเรือแหลมฉบังเข้ามา ก็มีประเทศไทยเป็นพื้นที่แนวหลังซึ่งสามารถเชื่อมโยงไปยังประเทศอื่นๆ ที่อยู่ติดกันได้ ดังโครงการความร่วมมือสนับสนุนให้ไทยเป็นศูนย์กลางการค้าและขนส่งของอนุภาค (Sub Region) ออกสู่ตลาดโลก โดยขนส่งผ่านทางท่าเรือแหลมฉบัง ที่มีข้อได้เปรียบที่มีดินแดนหลังท่า (Hinterland) ติดต่อกับประเทศเพื่อนบ้านถึง 4 ประเทศ ได้แก่ พม่า ลาว จีน และเวียดนาม และเชื่อมโยงไปยังประเทศอื่นได้อีกด้วย (ทีทีไอเอส, 2553) ท่าเรือบก เป็นศูนย์บริการขนส่งหลายรูปแบบที่เชื่อมต่อโดยตรงกับท่าเรือชายฝั่งโดยทางรถไฟ โดยรูปแบบของท่าเรือบกสามารถแบ่งออกได้ 3 ประเภทดังนี้ (Violeta Roso, 2008)

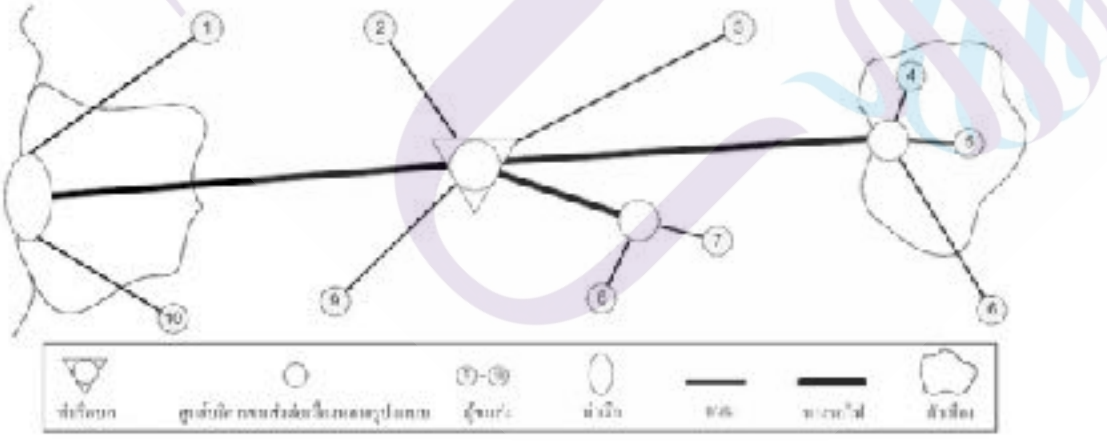
1) ท่าเรือบกระยะไกล (Distant dry port) เป็นท่าเรือบกที่ตั้งอยู่ห่างออกไปจากท่าเรือชายฝั่งระยะไกลกว่าท่าเรือบกระยะกลาง และท่าเรือบกระยะใกล้ เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งตั้งห่างจากท่าเรือชายฝั่งออกมา ซึ่งท่าเรือบกระยะไกลนี้จะเชื่อมต่อด้วยทางรถไฟที่มีระยะทางยาว เป็นการช่วยลดการจราจรคับคั่งบริเวณท่าเรือชายฝั่งและการจราจรบนถนนลงได้และมีประโยชน์ในด้านการประหยัดด้านขนาด (economics of scale) จากการขนส่งทางรถไฟที่สามารถขนส่งได้ในปริมาณมากและเมื่อระยะทางไกลขึ้นจะยิ่งทำให้ต้นทุนค่าขนส่งถูกลง รูปแบบที่ตั้งท่าเรือบกระไกลแสดงได้ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 ตำแหน่งและการเชื่อมโยงของท่าเรือบกระยะไกล

ที่มา : Viloleta Roso, Johan Woxenius, Kenth Lumsden. 2008. The dry port concept: connecting container seaports with the hinterland.

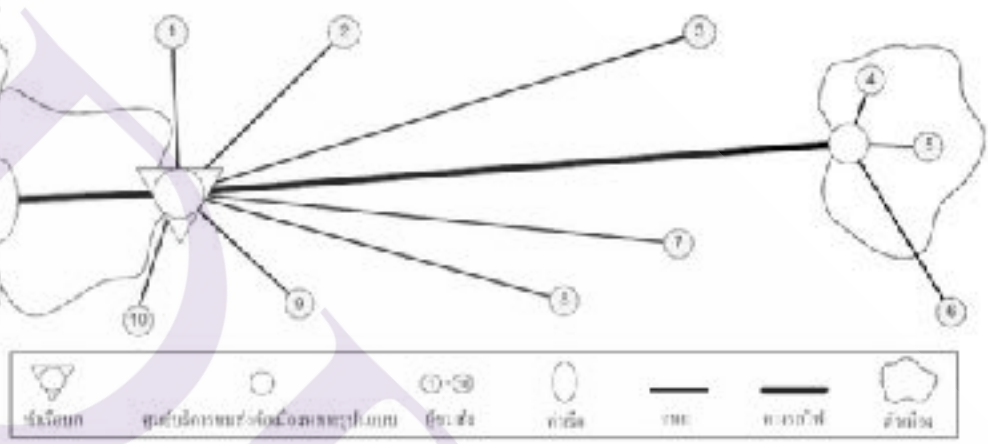
2) ท่าเรือบกระยะกลาง (Midrange dry port) เป็นท่าเรือบกที่ตั้งอยู่ในบริเวณที่ห่างจากท่าเรือชายฝั่งซึ่งมีระยะทางน้อยกว่า 500 กิโลเมตร เมื่อเทียบกับท่าเรือบกระยะไกล โดยรูปแบบของท่าเรือบกระยะกลางจะเชื่อมต่อระหว่างท่าเรือชายฝั่งและศูนย์บริการขนส่งหลายรูปแบบ (Conventional intermodal terminal) ที่ทำหน้าที่ขนส่งสินค้ามายังท่าเรือบกทั้งทางถนน และทางรถไฟ เพื่อส่งสินค้าต่อไปยังท่าเรือชายฝั่งด้วยรถไฟ โดยรูปแบบของท่าเรือบกระยะกลางแสดง ดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 ตำแหน่งและการเชื่อมโยงของท่าเรือบกระยะกลาง

ที่มา : Viloleta Roso, Johan Woxenius, Kenth Lumsden.(2008). The dry port concept: connecting container seaports with the hinterland.

3) ท่าเรือบกระยะใกล้ (Close dry port) รูปแบบท่าเรือบกระยะใกล้ จะมีลักษณะคล้ายกับท่าเรือบกระยะกลาง แต่มีความแตกต่างเรื่องของตำแหน่งที่ตั้งอยู่ใกล้กับท่าเรือชายฝั่งมากกว่า มีการเชื่อมต่อระหว่างท่าเรือชายฝั่งและศูนย์บริการขนส่งหลายรูปแบบ ซึ่งท่าเรือบกระยะใกล้นี้จะส่งผลให้เกิดรูปแบบของการพัฒนาอุตสาหกรรมเกิดขึ้น เนื่องจากผู้ขนส่งสามารถทำการขนส่งมายังท่าเรือบกได้โดยตรงและระยะทางจากท่าเรือบกกับท่าเรือชายฝั่งก็มีระยะสั้น ทำให้เกิดการลงทุนอุตสาหกรรมเป็นฐานการผลิตใกล้ท่าเรือบกเพิ่มขึ้นจนเป็นนิคมอุตสาหกรรม ซึ่งท่าเรือบกระยะใกล้ แสดงดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ตำแหน่งและการเชื่อมโยงของท่าเรือบกระยะใกล้
ที่มา : Viloleta Roso, Johan Woxenius, Kenth Lumsden. 2008. The dry port concept: connecting container seaports with the hinterland.

จากแนวคิดท่าเรือบกที่เชื่อมต่อกับพื้นที่แนวหลัง สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 รูปแบบ คือ ท่าเรือบกระยะไกล ท่าเรือบกระยะกลาง และท่าเรือบกระยะใกล้ โดยแต่ละรูปแบบจะมีลักษณะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดหลายด้าน ได้แก่ ด้านตำแหน่งที่ตั้ง การทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางกระจายสินค้าและบริการอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงข้อจำกัดด้านสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

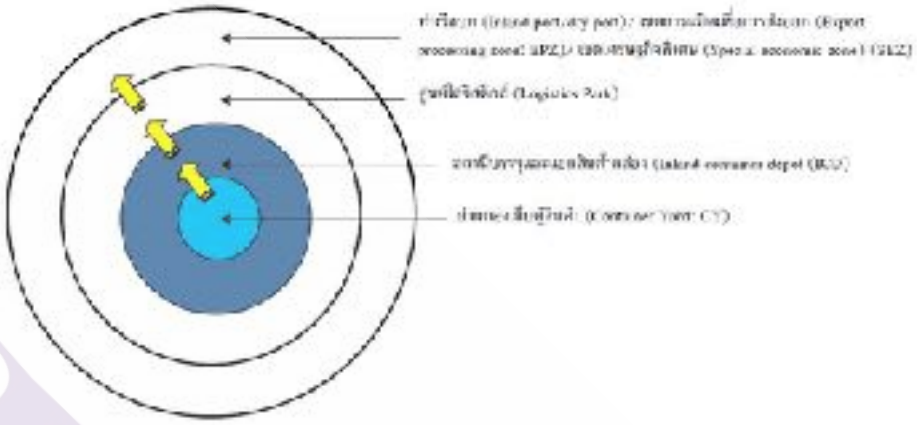
รูปแบบของสถานีเปลี่ยนสินค้าแยกตามระดับกิจกรรม ซึ่งสามารถแบ่งออก ได้ดังนี้

1) ย่านกองเก็บตู้สินค้า ประกอบด้วยตู้กองสินค้า อุปกรณ์ยกขนตู้สินค้าและรางรถไฟ

2) สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง เหมือนย่านกองเก็บตู้สินค้าแต่เพิ่มเติมคลังสินค้าทัณฑ์บน คลังสินค้าอันตราย สถานีตรวจและบรรจุสินค้าเข้าตู้ ด่านกักกันพืชและสัตว์ และหน่วยงานด้านศุลกากร

3) ศูนย์โลจิสติกส์ เหมือนสถานีบรรจุสินค้ากล่อง แต่มีบริการด้านโลจิสติกส์ ศูนย์ออกแบบบรรจุภัณฑ์ ศูนย์นวัตกรรมที่สร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่ผลิตภัณฑ์ เป็นต้น

4) ท่าเรือบก เหมือนศูนย์โลจิสติกส์ แต่มีพื้นที่อื่นเพิ่มเติม อาทิ นิคมอุตสาหกรรม พื้นที่ที่กำหนดให้ใช้ผลิตเพื่อการส่งออก สิทธิพิเศษต่างๆ ที่ได้รับเหมือนท่าเรือชายฝั่ง



ภาพที่ 2.5 รูปแบบของสถานีเปลี่ยนสินค้าแยกตามระดับของกิจกรรม
ที่มา : สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร. 2555

จากแนวคิดรูปแบบท่าเรือบกที่พัฒนาจากรูปแบบกิจกรรมที่เกิดขึ้น เริ่มต้นจากกิจกรรมพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับขนส่งสินค้าตู้คอนเทนเนอร์คือ ย่านกองเก็บตู้สินค้าที่ให้บริการในการเก็บตู้ สินค้าและอุปกรณ์ที่จำเป็น และขยายออกสู่กิจกรรมอื่น ได้แก่ สถานีบรรจุและแยกสินค้ากล่อง ศูนย์บริการโลจิสติกส์ จนขยายตัวออกกลายเป็นท่าเรือบก ที่มีกิจกรรมฐานการผลิตเพื่อการส่งและสิทธิเหมือนท่าเรือชายฝั่ง ทั้งนี้การพัฒนาท่าเรือบกนี้อยู่บนพื้นฐานการพัฒนาเพื่อเชื่อมต่อการขนส่งสินค้ากับท่าเรือชายฝั่งให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

2.2 แนวคิด ทฤษฎีเกี่ยวกับการเลือกทำเลที่ตั้ง

ทำเลที่ตั้ง หมายถึง แหล่งที่จะทำให้ธุรกิจสามารถประกอบกิจกรรมได้สะดวก โดยคำนึงถึงผลกำไรค่าใช้จ่าย ความสัมพันธ์กับพนักงาน ความสัมพันธ์กับลูกค้า ความสัมพันธ์กับพนักงาน และสภาพแวดล้อมภายนอกอื่นๆ ตลอดเวลาที่ประกอบกิจกรรมอยู่ ณ ที่ตั้งนั้น (คำนาย อภิปรัชญาสกุล, 2553)

การเลือกทำเลที่ตั้งสามารถนำทฤษฎีเข้ามาประกอบการตัดสินใจได้ โดยทฤษฎีทำเลที่ตั้งที่สำคัญมีดังนี้ (David M. Smith, 1971)

2.2.1 ทฤษฎีของแอลเฟรด เวเบอร์ (Alfred Weber) เป็นนักเศรษฐศาสตร์คนแรกที่สร้างทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรม ขึ้นเมื่อปีค.ศ.1909 โดยแอลเฟรด เวเบอร์กล่าวว่า โรงงานอุตสาหกรรมจะตั้งอยู่ ณ จุดหรือตำแหน่งที่มีค่าขนส่งรวมต่ำที่สุด และได้ตั้งข้อตกลงเบื้องต้นเพื่อขจัดความซับซ้อนของโลกแห่งความเป็นจริงไว้ 5 ข้อ คือ (Smith David, 1971: n.pag, อ้างอิงในวิชัย ศรีคำ, 2547: 14)

- วัตถุดิบแปรเปลี่ยนไปตามพื้นที่ เรียกว่าทรัพยากรที่มีอยู่เพียงบางแห่ง หรือมีอยู่เฉพาะที่ (Localized Resources)

- กำหนดให้ศูนย์กลางตลาด (Markets Centers) อยู่ ณ ตำแหน่งคงที่

- กำหนดรูปแบบทางพื้นที่ของต้นทุนด้านแรงงาน (Spatial Patterns of Labor Costs) เป็นรูปแบบคงที่

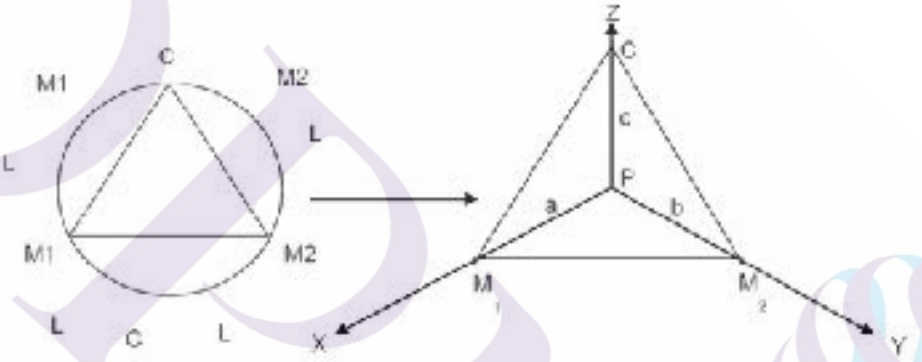
- ความง่ายในการเคลื่อนที่ หรือการเดินทางเท่ากันทุกทิศทาง

- ต้นทุนการผลิต และเทคโนโลยีเท่ากันทุกหนทุกแห่ง

ในโมเดลของแอลเฟรด เวเบอร์ ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อที่ตั้งอุตสาหกรรมมี 3 ประการดังต่อไปนี้

1) การขนส่ง (Transportation)

ปัจจัยการขนส่งแอลเฟรด เวเบอร์ใช้ค่าขนส่ง (Transport Costs) เป็นตัววัดปัจจัยการขนส่ง ได้แสดงให้เห็นถึงที่มาของที่ตั้งที่มีค่าขนส่งรวมต่ำสุด (Least Transport Cost Location) โดยการใช้ สามเหลี่ยมทางที่ตั้ง (Location Triangle) แอลเฟด เวเบอร์กำหนดให้มีจุดของผู้บริโภค (หรือตลาด = C) 1 แห่งและแหล่งวัตถุดิบ ซึ่งมีความได้เปรียบที่สุดอีก 2 แห่ง (M1 และM2) สำหรับเป็นกรอบในการตรวจสอบว่าที่ตั้งที่มีค่าขนส่งต่ำสุดอยู่ที่ใด ที่ตั้งที่มีค่าขนส่งต่ำสุด คือ จุดที่น้ำหนักรวมของวัตถุดิบที่ขนส่งไปยังแหล่งผลิต และของผลิตภัณฑ์ที่ขนส่งไปยังตลาดมีค่าต่ำที่สุด (วิชัย ศรีคำ, 2547: 17)



ภาพที่ 2.6 รูปร่างแหล่งที่ตั้งของแอลเฟรด เวเบอร์

ที่มา : David M. Smith. 1971. Industrial Location: An Economic Geographical Analysis. p.115)

เมื่อ C = แหล่งตลาดหรือผู้บริโภค

M1 = แหล่งวัตถุดิบแหล่งที่ 1

M2 = แหล่งวัตถุดิบแหล่งที่ 2

L = แหล่งที่ตั้งของแรงงานราคาถูก

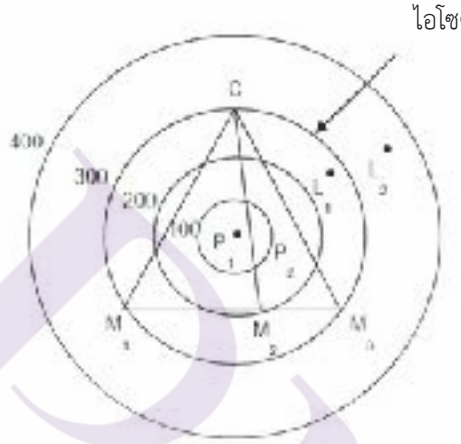
P = จุดที่ทำการผลิตและจุดที่ค่าน้ำหนักรวมของแรงดึงทั้ง 3 แรงต่ำที่สุด เป็นจุดดุลยภาพของแรงดึงทั้ง 3 แรง

จากภาพที่ 2.6 แสดงให้เห็นว่าแต่ละมุมของสามเหลี่ยมทางที่ตั้งออกแรงดึงจุดที่มีค่าขนส่งต่ำสุด และอุตสาหกรรมทำการผลิตสินค้า 1 หน่วย ต้องใช้วัตถุดิบ X ตัน จากแหล่งวัตถุดิบ M1 ต้องใช้วัตถุดิบ Y ตันจากแหล่งวัตถุดิบ M2 และต้องขนส่งผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปจำนวน Z ตัน ไปยังตลาด C ถ้า P เป็นจุดที่ทำการผลิต a, b และc คือระยะทางระหว่าง PM1 PM2 และPC ตามลำดับ

ซึ่งจุดที่มีค่าขนส่งต่ำสุด คือ ที่ตั้งอุตสาหกรรมตามโมเดลของแอลเฟรด เวเบอร์ นั่นคือจุด P ที่ทำให้ค่า Xa+Yb+Zc มีค่าต่ำที่สุดนั่นเอง

2) แรงงาน (Labor)

แอลเฟรด เวเบอร์ ใช้ค่าแรงงาน (Labor Costs) เป็นตัววัดปัจจัยแรงงาน ซึ่งบริเวณที่มีแรงงานราคาถูกจะสามารถหันเหที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรมออกจากที่ตั้งที่มีค่าขนส่งรวมต่ำสุดได้ ถ้าการประหยัด ค่าแรงงานเกินค่าขนส่งที่เพิ่มขึ้น (วิชัย ศรีคำ, 2547: 25-26) เพื่อให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น จึงสร้างเสนอไอโซดาเพนขึ้นนมาใช้ในการวิเคราะห์เส้นไอโซดาเพน คือ เส้นที่ลากเชื่อมจุดต่างๆ ที่มีค่าขนส่งรวมเท่ากันหรือเส้นที่ลากล้อมรอบที่ตั้งที่มีค่าขนส่งรวมต่ำสุด โดยเชื่อมจุดต่างๆ ที่มีค่าขนส่งเพิ่มขึ้นเท่ากัน



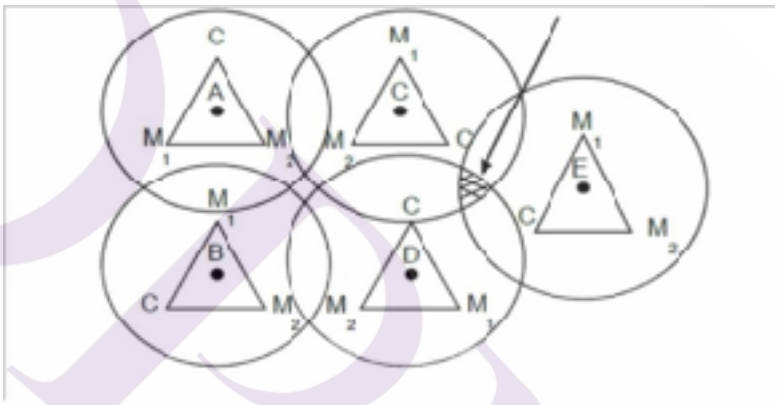
ภาพที่ 2.7 แหล่งที่ตั้งที่มีแรงงานถูกของแอลเฟรด เวเบอร์

ที่มา : David M. Smith. 1971. Industrial Location: An Economic Geographical Analysis.

จากภาพที่ 2.7 P1 คือ ที่ตั้งที่มีค่าขนส่งรวมต่ำสุด ซึ่งสัมพันธ์กับตลาด C และแหล่งวัตถุดิบ M1, M2 เส้นไอโซดาเพนซึ่งล้อมรอบจุด P1 แสดงให้เห็นว่าค่าขนส่งจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เมื่อห่างจากจุด P1 ออกไป จุด L1 คือ แหล่งที่มีแรงงานราคาถูกซึ่งทำให้ลดค่าแรงงานได้ 3 ดอลลาร์ต่อ 1 หน่วยการผลิต เนื่องจาก L1 อยู่ใกล้ P1 มากกว่าเส้นไอโซดาเพนที่มีราคา 3 ดอลลาร์ ดังนั้นการเคลื่อนย้ายโรงงานอุตสาหกรรมจาก P1 ไปยัง L1 จะทำให้ เกิดค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มน้อยกว่า 3 ดอลลาร์ ดังนั้นค่าใช้จ่ายในการขนส่งรวมที่ L1 จะต่ำกว่าที่อื่นๆ เส้นไอโซดาเพนที่มีราคาเดียวกันกับการประหยัดในค่าแรงงาน เรียกว่า เส้นไอโซดาเพนวิกฤต (Critical Isodapane) ถ้าที่ตั้งแรงงานราคาถูกอยู่ภายในเส้นไอโซดาเพนวิกฤติ จะเป็นที่ตั้งที่ทำให้เกิดกำไรมากกว่าที่ตั้งที่มีค่าขนส่งรวมต่ำสุดหรือที่จุด P1 แต่ถ้าจุดที่แรงงานราคาถูกอยู่ภายนอกเส้นไอโซดาเพนวิกฤต เช่นที่จุด L2 อุตสาหกรรมจะไม่ได้รับกำไรจากการเคลื่อนย้ายไปยังแหล่งแรงงานราคาถูกเลย จุด P1 จึงยังเป็นที่ตั้งอุตสาหกรรมที่เหมาะสมที่สุด

3) การเกาะกลุ่มรวมตัวกัน (Agglomeration Factor)

การเกาะกลุ่มรวมตัวกันเป็นอีกปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการหันเหอุตสาหกรรมออกจากที่ตั้ง ที่มีค่าขนส่งรวมต่ำสุดจากภาพที่ 2.8 แสดงให้เห็นว่าโรงงานอุตสาหกรรม 5 แห่ง คือ A, B, C, D และ E มีที่ตั้ง อยู่ภายในรูปสามเหลี่ยมของตนเองแยกจากบริเวณอื่น เส้นวงกลมแทนเส้นไอโซดาเพนของแต่ละอุตสาหกรรมบริเวณที่เส้นไอโซดาเพน 3 เส้นตัดกัน คือ จุดที่มีความเป็นไปได้ในการเกาะกลุ่มรวมตัวกันเพราะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการผลิตได้ 20 ดอลลาร์ต่อ 1 หน่วยการผลิต และเสียค่าใช้จ่ายในการขนส่งเพิ่มขึ้นน้อยกว่า 20 ดอลลาร์ นอกจากนั้นจุดนี้อาจยังเป็นจุดที่มีแรงงานราคาถูกอีกด้วย นั่นคือบริเวณแรเงาที่เป็นจุดที่โรงงานอุตสาหกรรม C, D และ E ที่มีเส้นไอโซดาเพนตัดกัน ส่วนบริเวณที่มีเส้นไอโซดาเพน 2 เส้นตัดกัน คือ โรงงานอุตสาหกรรม A และB นั้น ไม่สามารถเกิดการประหยัด อันเนื่องมาจากการเกาะกลุ่มรวมตัวกันได้



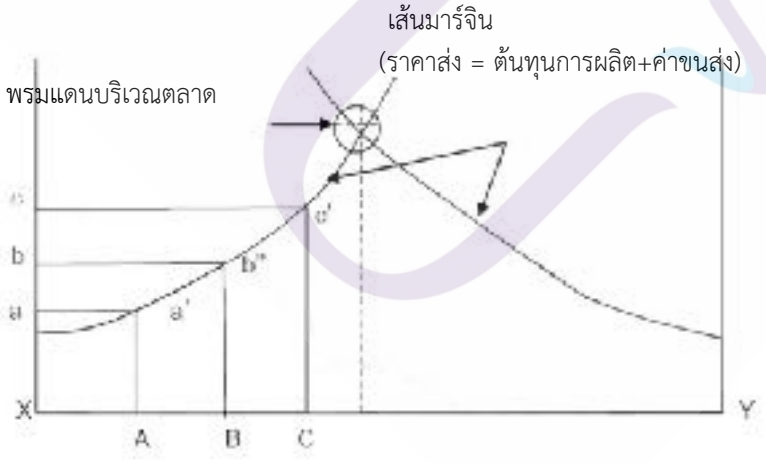
ภาพที่ 2.8 แหล่งที่มีการประหยัดจากการเกาะกลุ่มรวมตัวกันของเวเบอร์
ที่มา : David M. Smith. 1971. Industrial Location: An Economic Geographical Analysis.

2.2.2 ทฤษฎีของเอ็ดการ์ ฮูเวอร์ (Edgar M. Hoover) เป็นนักวิเคราะห์ที่ตั้งอุตสาหกรรมคนสำคัญโดยที่ ปีค.ศ.1948 ได้ตีพิมพ์หนังสือเกี่ยวกับที่ตั้งของกิจกรรมทางเศรษฐกิจ (The Location of Economic Activity) ในทฤษฎีที่ตั้งกับอุตสาหกรรมรองเท้าและเครื่องหนัง เอ็ดการ์ ฮูเวอร์ เริ่มต้นด้วยการตั้งข้อตกลงเบื้องต้นเกี่ยวกับการแข่งขันสมบูรณ์ ระหว่างผู้ผลิตหรือผู้ขาย ณ ที่ตั้งใดที่ตั้งหนึ่งกับการเคลื่อนย้ายของปัจจัยการผลิตอย่างสมบูรณ์ และค่าขนส่งกับต้นทุนการผลิตหรือต้นทุนการสกัด เป็นตัวกำหนดทางที่ตั้งโดยพิจารณาอุตสาหกรรมการสกัดเป็นอันดับแรก พร้อมด้วยที่ตั้งของวัตถุดิบและพยายามตัดสินบริเวณที่จะเป็นจุดทำการผลิตแต่ละจุดราคาส่ง (Delivered Price) ที่จะส่งไปถึงผู้ซื้อก็คือต้นทุนในการสกัดบวกค่าขนส่ง (Transport Cost) ตราบนานเท่าที่ต้นทุนการสกัดไม่ผันแปรไปกับผลผลิต ค่าขนส่งก็จะเป็นเพียงตัวแปรเดียวที่มีผลต่อราคาสินค้า เมื่อ เอ็ดการ์ ฮูเวอร์ขยายการวิเคราะห์โดยรวมเอากฎการลดน้อยถอยลง (Diminishing Return) เข้าไปด้วย พบว่าอุตสาหกรรมการสกัดโดยลักษณะของมัน แล้วดำเนินการอยู่ในสถานการณ์ที่ต้นทุนเฉลี่ยจะเพิ่มขึ้นกับการผลิตที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่บริเวณตลาดจะใหญ่ขึ้น ผลของกรณีนี้ที่เกี่ยวข้องกับเส้นแบ่งเขตบริเวณ

ตลาดจะแสดงให้เห็นในภาพที่ 2.9 ซึ่งต้นทุนหรือราคาจะแสดงไว้ในแกน P และระยะทางจะแสดงไว้ในแกน Q แร่ธาตุซึ่งนำมาเป็นวัตถุดิบจะทำการสกัดอยู่ ณ จุด X ส่วนจุด A, B และC จะชี้ให้เห็นถึงชายขอบที่มีความเป็นไปได้ที่จะไปยังบริเวณตลาดในทิศทางใดทิศทางหนึ่งถ้า บริเวณ XA เป็นบริเวณที่จัดหาสินค้าไว้ให้ผู้ซื้อต้นทุนการผลิต ก็จะแทนด้วยระยะทาง Xa บนแกน P และเส้น aa' จะแสดงให้เห็นราคาค่าส่งเพิ่มขึ้น เมื่อห่างจาก X ออกไป ในขณะที่ค่าขนส่งก็จะเพิ่มขึ้นด้วย เส้นนี้เรียกว่า เส้นความลาดชันการขนส่ง (Transport Gradient) เป็นภาพตัดขวางผ่านแผนที่ไอโซทิมโดยตลอด ถ้าตลาดดังกล่าวถูกขยายไปถึง B ต้นทุนการสกัดก็จะเพิ่มขึ้นไปถึง b และเส้นความลาดชันการขนส่งใหม่ (bb') ก็จะเกิดขึ้นการขยายขอบเขตไปยัง C ก็จะมีผลในลักษณะเดียวกัน

การเชื่อมจุด a', b' และc' เข้าด้วยกันกับราคาส่ง ณ ขอบที่เป็นไปได้อื่นๆ ทั้งหมดของบริเวณตลาด ก็จะสร้างสิ่งที่เอ็ดการ์ ฮูเวอร์ เรียกว่า เส้นมาร์จิน หรือเส้นหน่วยสุดท้าย (Margin Line คือ ราคาส่ง = ต้นทุนการผลิต+ค่าขนส่ง) (วิชัย ศรีคำ, 2547: 38)

แม้ว่าจะแสดงในเรื่องกิจกรรมการสกัดแต่การวิเคราะห์นี้ก็สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการก่อตัวขึ้นของบริเวณตลาด สำหรับผลิตภัณฑ์ใดผลิตภัณฑ์หนึ่งในสถานการณ์ที่ต้นทุนการผลิตลดลงกับการเพิ่มขึ้นของผลผลิต ในขณะที่อาจจะถูกคาดหวังในอุตสาหกรรมการผลิตส่วนมาก เส้นมาร์จินดังกล่าวจะต่ำลงกับการเพิ่มขึ้นของระยะทางจากจุดที่ทำการผลิต ทั้งนี้เป็นเพราะว่าผลผลิตจะเพิ่มขึ้นในขณะที่บริเวณตลาดก็จะขยายใหญ่ขึ้น เพื่อสร้างสรรค์การประหยัดต่อขนาด (Economies of Scale) ในที่สุดเมื่อถึงจุดของการลดน้อยถอยลง เส้นมาร์จินก็จะเลี้ยวขึ้น จาก นั้นเอ็ดการ์ ฮูเวอร์ หันไปวิเคราะห์อุตสาหกรรมการผลิต โดยเจริญรอยตามทฤษฎีที่ตั้งอุตสาหกรรมของแอลเฟรด เวเบอร์ และชี้ให้เห็นว่าถ้าไม่มีความแตกต่างกันด้านต้นทุนการผลิตแล้วที่ตั้งที่ดีที่สุดของอุตสาหกรรมจะตั้งอยู่ ณ จุดที่มีค่าขนส่งต่ำสุด ซึ่งอาจจะเป็นแหล่งวัตถุดิบ ตลาด หรือจุดกึ่งกลางระหว่างแหล่งวัตถุดิบกับตลาด



ภาพที่ 2.9 ขอบเขตตลาดของผู้ผลิตภายใต้กฎการลดน้อยถอยลงของฮูเวอร์

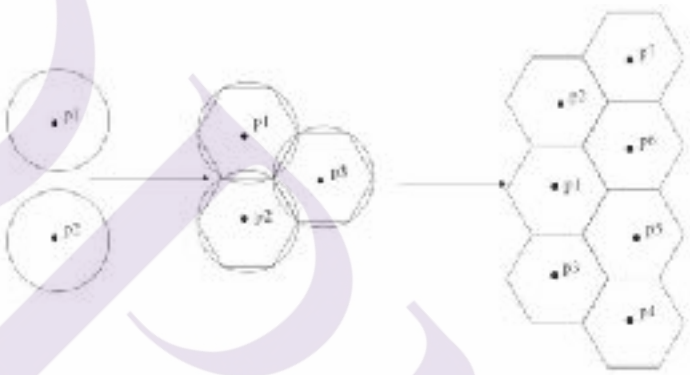
ที่มา: David M. Smith. 1971. Industrial Location: An Economic Geographical Analysis.

เมื่อ X เป็นที่ตั้งของหน่วยผลิตหนึ่ง

Y เป็นที่ตั้งของหน่วยผลิตสินค้าชนิดเดียวกันอีกแห่งหนึ่ง

2.2.3 ทฤษฎีของออกัส เลิสช์ (August Losch) นักเศรษฐศาสตร์ชาวเยอรมัน ศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยอุปสงค์ที่สัมพันธ์กับอาณาบริเวณตลาดเพื่อนำมาใช้พิจารณา กำหนดแหล่งที่ตั้ง ณ จุดซึ่งเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด (Least Cost Location) และเห็นว่าแหล่งที่ตั้งที่เหมาะสมและดีที่สุด คือ ที่ตั้งที่อยู่ ณ บริเวณที่สามารถทำกำไรได้สูงสุด ซึ่ง รายรับรวมเกินต้นทุนรวมจำนวนมากที่สุด และสร้างเป็นทฤษฎีทั่วไปเกี่ยวกับที่ตั้ง (วิชัย ศรีคำ, 2547: 45)

ทฤษฎีของออกัส เลิสช์ แสดงให้เห็นกิจกรรมทางเศรษฐกิจทั้งหมดควรถูกจัดการทางพื้นที่โดยตั้งข้อตกลงเบื้องต้นว่า พื้นที่เป็นที่ราบเดียวกันอย่างกว้างขวางพร้อมด้วยการกระจายของวัตถุดิบเป็นไปอย่างสม่ำเสมอ มีอัตราการขนส่งแบบเดียวกันในทุกทิศทาง ประชากรทางการเกษตรกระจายอย่างสม่ำเสมอโดยแต่ละบุคคลมีรสนิยมความรู้ทางเทคนิค และโอกาสทางเศรษฐกิจเหมือนกัน รูปแบบการตั้งถิ่นฐานเป็นฟาร์มที่เลี้ยงตัวเองได้อย่างพอเพียงและกระจายสม่ำเสมอ ออกัส เลิสช์ได้ให้ความสำคัญกับอุปสงค์ว่าเป็นตัวกำหนดแหล่งที่ตั้งโดยแสดงให้เห็นถึงวิวัฒนาการของที่ตั้งและขอบเขตบริเวณตลาดสู่ภาวะดุลยภาพในทางพื้นที่ ดังภาพที่ 2.10 ซึ่งแบ่งเป็น 3 ขั้นดังนี้



ภาพที่ 2.10 อาณาบริเวณตลาดรูปหกเหลี่ยมของเลิสช์
ที่มา : David M. Smith. 1971. Industrial Location: An Economic Geographical Analysis. p.133)

ในขั้นที่ 1 ผู้ผลิตคนเดียว ณจุ ด P คือฟังก์ชันของระยะทางและเพิ่มขึ้นกับค่าขนส่งตามระยะทาง

ในขั้นที่ 2 ธุรกิจจำนวนมากดำเนินอยู่ในบริเวณตลาดที่เป็นวงกลม แต่ธุรกิจเหล่านั้นไม่สามารถจัดหาสินค้าให้กับตลาดที่มีศักยภาพได้ทุกตลาด พื้นที่ระหว่างตลาดจึงดึงดูดให้ผู้ผลิตรายอื่นเข้ามาผลิตสินค้าจำหน่ายให้กับตลาดที่มีศักยภาพนั้นมากขึ้น และบริเวณตลาดก็จะมีขนาดเล็กลง

ในขั้นที่ 3 เป็นระยะที่ขอบเขตของบริเวณตลาดเข้าสู่ภาวะดุลยภาพในทางพื้นที่ กรณีเช่นนี้เกิดขึ้นเมื่อธุรกิจเข้าสู่ตลาดมากขึ้นจนทำให้บริเวณตลาดฟอร์มตัวในรูปกริด 6เหลี่ยมปกติจนไม่ปรากฏที่ว่างใดๆ

นอกจากนี้แล้วการเลือกทำเลที่ตั้งยังมีวิธีการอื่นๆ เช่น การตัดสินใจของหน่วยที่ตั้ง การวิเคราะห์จุดคุ้มทุนของทำเลที่ตั้ง การประเมินค่าขนส่ง เป็นต้น โดยในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยี

สารสนเทศหรือวิธีการอื่นๆ เข้ามาประยุกต์ใช้ร่วมกับวิธีการเลือกทำเลที่ตั้งมากขึ้น เช่น กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นต้น ซึ่งกระบวนการเหล่านี้ช่วยในการวิเคราะห์เพื่อเลือกทำเลที่ตั้งได้อย่างแม่นยำและมีความน่าเชื่อถือมายิ่งขึ้นด้วย

2.3 ข้อมูลพื้นที่ศึกษาจังหวัดอุดรธานี

การศึกษาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบกครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาในเขตพื้นที่จังหวัดอุดรธานี โดยรายละเอียดเกี่ยวกับจังหวัดอุดรธานีมีรายละเอียดดังนี้ (สำนักงานจังหวัดอุดรธานี, 2557)

2.3.1 สภาพทั่วไป

อาณาเขต จังหวัดอุดรธานีตั้งอยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ห่างจากกรุงเทพฯ ตามทางหลวง แผ่นดินหมายเลข 2 ระยะทาง 564 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 11,730.302 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 7,331,438.75 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.29 ของพื้นที่ประเทศ โดยเป็นจังหวัดที่มีพื้นที่มากเป็นอันดับ 4 ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ตั้งอยู่ที่ละติจูดที่ 17 องศาเหนือ ลองจิจูดที่ 103 องศาตะวันออก แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 20 อำเภอ คือ อำเภอเมือง อำเภอเพ็ญ อำเภอกุมภวาปี อำเภอหนองหาร อำเภอบ้านดุง อำเภอโนนสะอาด อำเภอกุดจับ อำเภอหนองวัวซอ อำเภอน้ำโสม อำเภอบ้านผือ อำเภอสร้างคอม อำเภอศรีธาตุ อำเภอไชยวาน อำเภอกู่แก้ว อำเภอนายูง อำเภอประจักษ์ศิลปาคม อำเภอหนองแสง อำเภอวังสามหมอ อำเภอทุ่งฝน และอำเภอพิบูลย์รักษ์ โดยมีอาณาเขตติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียงทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

ทิศเหนือ ติดต่อกับ จังหวัดหนองคาย
ทิศใต้ ติดต่อกับ จังหวัดขอนแก่น
ทิศตะวันออก ติดต่อกับ จังหวัดสกลนคร และจังหวัดกาฬสินธุ์
ทิศตะวันตก ติดต่อกับ จังหวัดหนองบัวลำภู และจังหวัดเลย

2.3.2 ลักษณะภูมิประเทศ

จังหวัดอุดรธานี มีลักษณะภูมิประเทศประกอบไปด้วยภูเขา ที่สูง ที่ราบ ที่ราบลุ่ม และพื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้น แบ่งออกได้ 2 บริเวร ดังนี้

1) บริเวณที่สูงทางทิศตะวันตกและทางทิศใต้ สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ภูเขา บางส่วนเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้นถึงลอนลึก มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 200 เมตร สภาพภูมิประเทศลักษณะนี้ครอบคลุมพื้นที่ในเขตอำเภอน้ำโสม อำเภอหนองวัวซอ อำเภอโนนสะอาด อำเภอศรีธาตุ อำเภอวังสามหมอ และด้านตะวันตกของอำเภอกุดจับและอำเภอบ้านผือ มีเทือกเขาสูงสลับเนินเตี้ย บางส่วนเป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้นสลับพื้นที่นา มีที่ราบลุ่มอยู่บริเวณริมแม่น้ำ เช่น ลำน้ำโมง ลำปาว เป็นต้น

2) บริเวณพื้นที่ลูกคลื่นทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือและทิศตะวันออก สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ลูกคลื่นลอนตื้น มีที่ดอนสลับที่นา บางส่วนเป็นที่เนินเขาเตี้ยๆ มีความสูงจาก ระดับน้ำทะเลปานกลางเฉลี่ยประมาณ 187 เมตร สภาพภูมิประเทศลักษณะนี้ครอบคลุมพื้นที่บริเวณอำเภอบ้านผือ อำเภอกุดจับ อำเภอเมือง อำเภอกุมภวาปี อำเภอหนองแสง อำเภอไชยวาน

อำเภอเพ็ญ อำเภอทุ่งฝน อำเภอสร้างคอมและอำเภอบ้านดุง มีที่ราบลุ่มเป็นบริเวณกว้างในเขตอำเภอเมืองอุดรธานี และอำเภอกุมภวาปีซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลำน้ำปาว พื้นที่ลูกคลื่นดังกล่าวจะมีพื้นที่สูงซึ่งเป็นป่าสงวนแห่งชาติเดิมทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือในเขตอำเภอบ้านดุง นอกจากนี้ยังมีพื้นที่ราบลุ่มบริเวณแม่น้ำต่างๆ เช่น ห้วยน้ำสวย ห้วยหลวง ลำน้ำเพ็ญ ห้วยดาน ห้วยไฟจานใหญ่ และแม่น้ำสงครามเป็นต้น

โดยทั่วไปเป็นที่ราบสูง สูงกว่าระดับน้ำทะเล โดยเฉลี่ยประมาณ 187 เมตร พื้นที่เอียงลาดลงสู่แม่น้ำโขงทางจังหวัดหนองคาย ประกอบด้วยทุ่งนา ป่าไม้และภูเขา พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นดินปนทรายและดินลูกรัง ชั้นล่างเป็นดินดาน ไม่เก็บน้ำหรืออุ้มน้ำในฤดูแล้ง พื้นบางแห่งเป็นดินเค็มซึ่งประกอบการกสิกรรมไม่ค่อยได้ผลดี พื้นที่บางส่วนเป็นลูกคลื่นลอนลาด มีพื้นที่ราบแทรกอยู่กระจัดกระจาย สภาพพื้นที่ทางตะวันตกมีภูเขาและป่าติดต่อกันเป็นแนวยาว มีเทือกเขาสำคัญคือ เทือกเขาภูพานทอดเป็นแนวยาวตั้งแต่เขตเหนือสุดของจังหวัด

2.3.3 แหล่งน้ำ

ลุ่มน้ำของจังหวัดมี 9 ลุ่มน้า มีพื้นที่ 11,249 ตารางกิโลเมตร ปริมาณน้ำ 90,235.34 ล้านลบ.ม. โครงการชลประทานขนาดใหญ่ จำนวน 1 แห่ง ความจุน้ำประมาณ 118,326,000 ลบ.ม. พื้นที่ชลประทาน 92,558 ไร่ จำนวน 1 แห่ง ได้แก่ อ่างเก็บน้ำห้วยหลวง โครงการชลประทานขนาดกลาง จำนวน 15 แห่ง โครงการชลประทานขนาดเล็ก จำนวน 217 แห่ง

ตารางที่ 2.1 พื้นที่แหล่งน้ำในจังหวัดอุดรธานี

ลำดับ	โครงการขนาด	ความจุ (ลบ.ม.)	พื้นที่รับประโยชน์ (ไร่)
1	ชลประทานขนาดใหญ่ 1 แห่ง	118,326,000	100,595
2	ชลประทานขนาดกลาง 15 แห่ง	137,669,200	87,462
3	ชลประทานขนาดเลก็ 217 แห่ง	48,865,400	100,218
4	โครงการขุดลอกหนองน้ำและคลองธรรมชาติ 218 แห่ง	37,519,345	อุปโภค-บริโภค
5	โครงการแหล่งน้ำในไร่นา 8,006 แห่ง	10,087,560	อุปโภค-บริโภค

2.3.4 การใช้ประโยชน์ที่ดิน

การประโยชน์ใช้ที่ดินของจังหวัดอุดรธานี จากข้อมูลระบบแผนที่เกษตรเพื่อการบริหารจัดการเชิงรุกออนไลน์ (Agri Map Online) กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ จำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินได้เป็น พื้นที่เกษตรกรรม 4,820,984 ไร่ คิดเป็น ร้อยละ 69.91

ของจังหวัด ส่วนใหญ่เป็นนาข้าว ประมาณร้อยละ 31.62 ของจังหวัด หรือคิดเป็นร้อยละ 45.23 ของพื้นที่เกษตรกรรม รายละเอียดแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การใช้ที่ดินของจังหวัดอุดรธานี

สัญลักษณ์	ประเภทการใช้ที่ดิน	เนื้อที่ (ไร่)	ร้อยละ
A0	ไร่นาส่วนผสม	3,988	0.06
A1	นาข้าว	2,180,735	31.62
A2	พืชไร่	1,667,245	24.18
A3	ไม้ยืนต้น	873,961	12.67
A4	ไม้ผล	26,761	0.39
A5	พืชสวน	16,225	0.24
A7	ปศุสัตว์	36,138	0.52
A8	พืชน้ำ	11	0.00
A9	เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	15,920	0.23
F	พื้นที่ป่าไม้	860,855	12.48
M	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	523,357	7.59
U	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	429,933	6.23
W	พื้นที่น้ำ	261,263	3.79

ที่มา : Agri Map (2561)

2.3.5 ทรัพยากรดิน

จากข้อมูลระบบแผนที่เกษตรเพื่อการบริหารจัดการเชิงรุกออนไลน์ (Agri Map Online) กรมพัฒนาที่ดิน กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ทรัพยากรดิน จังหวัดอุดรธานีจำแนกกลุ่มดินเป็นดินบนพื้นที่ราบลุ่ม มีเนื้อที่ร้อยละ 38.84 ของจังหวัด และดินบนพื้นที่ดอน มีเนื้อที่ร้อยละ 48.91 ของจังหวัด นอกจากนี้เป็นพื้นที่ที่ไม่สามารถหรือไม่เหมาะสมที่จะพัฒนาเพื่อการเกษตรชลประทาน รายละเอียด แสดงในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 จำแนกกลุ่มดินที่พบในจังหวัดอุดรธานี

กลุ่มดิน	ไร่	ร้อยละ
ดินในพื้นที่ดอนในเขตดินแห้ง	3,373,609	48.91
ดินในพื้นที่ลาดชันสูง	654,310	9.48
ดินในพื้นที่ราบลุ่ม	2,679,084	38.84
กลุ่มชุดดิน	68,824	0.99
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	120,566	1.74

ที่มา : Agri Map (2561)

2.3.5 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม

1) ประชากร

ปีพ.ศ . 2552 จังหวัดอุดรธานี มีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 580,780 ครัวเรือน จำนวนประชากรรวมทั้งสิ้น 1,583,092 คน แนวโน้มจำนวนประชากรในอนาคตของจังหวัดอุดรธานี เมื่อทำการคำนวณอัตราการเจริญเติบโตของประชากรเพื่อประมาณการจำนวนประชากรในอนาคตอีก 20 ปีข้างหน้า โดยใช้ปี พ.ศ .2560 เป็นปีฐานพบว่า ประชากรในจังหวัดอุดรธานีมีอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยร้อยละ 0.34 มีผลทาให้ในอีก 20 ปีข้างหน้า (พ.ศ.2580) จำนวนประชากรจะเพิ่มขึ้นเป็น 1,693,907 คน (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2560. ; ข้อมูลปี 2560 – 2580 คำนวณโดยกรมชลประทาน, 2561)

ตารางที่ 2.4 จำนวนประชากรและการคาดการณ์ในอนาคต จังหวัดอุดรธานี

พ.ศ.	ประชากร (คน)
2560 (ปัจจุบัน)	1,583,092
2565	1,637,563
2570	1,665,497
2580 (อนาคต 20 ปี)	1,693,907

ที่มา : จากการคาดการณ์ประชากรด้วยแบบจำลองทวีกำลัง (Exponential Model) โดยใช้ข้อมูลประชากรย้อนหลัง 10 ปี (พ.ศ.2551-2560) ของกรมการปกครอง กระทรวงมหาดไทย, 2561

2) ผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP) และรายได้

เครื่องชี้วัดสภาพเศรษฐกิจของจังหวัดพิจารณาจากผลิตภัณฑ์มวลรวมจังหวัด (GPP) ในปี พ.ศ. 2559 ผลิตภัณฑ์มวลรวมของจังหวัดอุดรธานีมีมูลค่าเท่ากับ 107,524 ล้านบาท อยู่ในลำดับที่ 23 ของประเทศ และลำดับที่ 4 ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีสัดส่วนมูลค่านอกภาคการเกษตรร้อยละ 83.48 และภาคเกษตรร้อยละ 16.52 โดยมีรายได้เฉลี่ยต่อหัวต่อเดือนประมาณ 7,601 บาท

3) สภาพการเกษตร

ปี พ.ศ. 2560 จังหวัดอุดรธานีมีจำนวนครัวเรือนทั้งหมด 1,705,668 ครัวเรือน มีจำนวนครัวเรือนเกษตร 580,780 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 34.05 ของครัวเรือนทั้งหมด ขนาดที่ดินถือครองเพื่อการเกษตรของเกษตรกรในจังหวัดอุดรธานี ปี พ.ศ. 2560 เฉลี่ยครัวเรือนละ 24.37 ไร่ พืชหลักที่ปลูก ได้แก่ ข้าวนาปี อ้อย มันสาปะหลัง ข้าวนาปรัง ยางพารา ถั่วเหลือง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วลิสง ถั่ว เขียว และมะนาว เป็นต้น มีแนวโน้มปลูกมันสำปะหลัง ยางพาราเพิ่มขึ้น และลดพื้นที่การเพาะปลูกข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ถั่วเหลือง อ้อยโรงงานลง ปี พ.ศ. 2558-2560 ของพืชเศรษฐกิจที่ปลูกในจังหวัดอุดรธานี แสดงได้ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ผลผลิตของพืชเศรษฐกิจ ปี 2558-2560

พืช	ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)		
	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560
ข้าวนาปี	365	365	367
ข้าวนาปรัง	464	449	460
ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์	620	583	624
มันสำปะหลัง	3,736	3,626	3,707
อ้อย	11,250	8,840	9,300
ยางพารา	203	209	221
ปาล์มน้ำมัน	996	1,122	978

ที่มา : สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2561

2.3.6 ระบบบริการโครงสร้างพื้นฐาน

1) ด้านน้ำท่วมและอุทกภัย

จังหวัดอุดรธานี มีปริมาณฝนตกโดยเฉลี่ยมากกว่า 1,000 มิลลิเมตรต่อปี ประกอบกับพื้นที่บริเวณสองฝั่งลำน้ำสายหลักเป็นที่ลุ่มต่ำ และอยู่ใกล้กับแม่น้ำโขง (จังหวัด

หนองคาย) ทำให้เกิดสภาพน้ำท่วมขังเป็นประจำทุกปีและสามารถสรุปสาเหตุหลักๆได้อยู่ 4 ประการด้วยกันดังนี้

- ฝนตกหนักต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ในพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อยหรือเป็นที่ลุ่มแอ่งกระทะ ซึ่งมีประสิทธิภาพการระบายน้ำไม่เพียงพอ ทำให้เกิดการสะสมของปริมาณน้ำจำนวนมากและเอ่อล้นเข้าท่วมพื้นที่
- ฝนตกหนักต่อเนื่องกันเป็นเวลานาน ในพื้นที่ลาดชั้นสูง ทำให้เกิดน้ำป่าไหลหลากลงสู่ที่ต่ำเป็นจำนวนมากและรวดเร็ว เกินขีดความสามารถของลำน้ำที่จะรับได้และบ่าล้นท่วมพื้นที่
- เกิดสภาวะน้ำในแม่น้ำโขงหนุนสูงและไหลย้อนกลับเข้ามาในพื้นที่ประกอบกับปริมาณน้ำในพื้นที่ไม่สามารถระบายน้ำออกได้ตามปกติ ทำให้เกิดน้ำเอ่อล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่
- สภาพลำน้ำที่แคบ คดเคี้ยว และตื้นเขิน รวมถึงมีการปลูกสิ่งก่อสร้างรุกล้ำลำน้ำ เกิดการกีดขวางการไหลของน้ำ และลดประสิทธิภาพการระบายน้ำของพื้นที่ ทำให้ปริมาณน้ำเอ่อล้นตลิ่งเข้าท่วมพื้นที่
- ขาดการบูรณาการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการควบคุมและบริหารจัดการแหล่งน้ำ ทำให้เกิดการระบายน้ำและกักเก็บน้ำไม่สอดคล้องกับสภาพน้ำท่วมขังในพื้นที่โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่เกิดฝนตกหนัก

2) ด้านใช้น้ำเพื่อการอุตสาหกรรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรมและการนิคมอุตสาหกรรม ได้ทำการประเมินความต้องการน้ำเพื่อการอุตสาหกรรม เป็นรายจังหวัด โดยประเมินจากจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่ขึ้นทะเบียนกับกรมโรงงานอุตสาหกรรม กับอัตราการใช้น้ำของโรงงานอุตสาหกรรมขนาดต่างๆ แยกตามกำลังการผลิต (กำลังม้า) รวมถึงอัตราการใช้น้ำของนิคมอุตสาหกรรมโดยคิดเป็นต่อพื้นที่ โดยทำการประเมินความต้องการในอนาคต 5 ปี 10 ปี และ 20 ปี จากการวิเคราะห์ แนวโน้มของการเจริญเติบโตด้านอุตสาหกรรมและแผนการพัฒนานิคมอุตสาหกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

ความต้องการใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรม เท่ากับ 27.91 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี และจะเพิ่มเป็น 29.30 , 30.70 และ 33.49 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี ในระยะ 5 ปี 10 ปี ละ 20 ปี ตามลำดับ

ตารางที่ 2.6 ความต้องการน้ำด้านต่างๆ และการคาดการณ์ในอนาคตจังหวัดอุดรธานี

กิจกรรม	ความต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม./ปี)			
	ปี 2560	ปี 2565	ปี 2570	ปี 2580
อุปโภค-บริโภค	86.67	88.15	89.66	92.74
รักษาระบบนิเวศ	110.00	110.00	110.00	110.00

กิจกรรม		ความต้องการน้ำ (ล้าน ลบ.ม./ปี)			
		ปี 2560	ปี 2565	ปี 2570	ปี 2580
การเกษตร	ในเขตชลประทาน	318.23	368.81	397.47	397.47
	นอกเขตชลประทาน	5,591.93	5,591.93	5,591.93	5,591.93
อุตสาหกรรม		27.91	29.30	30.70	33.49
รวม		6,134.74	6,188.20	6,219.76	6,225.63

3) การไฟฟ้า

การจำหน่ายกระแสไฟฟ้าของจังหวัดอุดรธานี รวมทั้งสิ้น 1,265.05 ล้านยูนิต เป็นที่อยู่อาศัย 520.42 ล้านยูนิต สถานธุรกิจและอุตสาหกรรม 686.15 ล้านยูนิต สถานที่ราชการและสาธารณะ 45.35 ล้านยูนิต อื่นๆ 13.13 ล้านยูนิตและมีจำนวนผู้ใช้ไฟฟ้าทั้งสิ้น 430,090 ราย (การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดอุดรธานี ณ ปี 2560)

4) การประปา

จังหวัดอุดรธานี มีกำลังการผลิตน้ำประปา ทั้งสิ้น 390,019,920 ลูกบาศก์เมตร แยกเป็นน้ำที่ผลิตได้ 37,955,160 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำที่จำหน่ายแก่ผู้ใช้ 25,905,418 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณที่จ่ายเพื่อ สาธารณประโยชน์และรั่วไหล 10,226,466 ลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำที่ใช้ในระบบ 255,979 ลูกบาศก์เมตรและมีจำนวนผู้ใช้น้ำประปาทั้งสิ้น 100,351 ราย (สำนักงานการประปา เขต 7 ข้อมูล ณ ปี 2560)

5) การคมนาคม

จังหวัดอุดรธานี มีเส้นทางคมนาคม 2 ทาง ได้แก่ ทางบก และทางอากาศ

5.1) ทางบก

- ทางรถยนต์ การติดต่อกับจังหวัดใกล้เคียง ส่วนมากเป็นทางรถยนต์ที่มีสภาพโครงข่าย (Net Work) ถนนเป็นแบบใยแมงมุม (Spider'Web Pattern) คือสามารถเดินทางเข้า - ออกกับจังหวัดอุดรธานีได้ทุกทิศทาง จังหวัดอุดรธานีอยู่ห่างจากเมืองหลวงของประเทศ คือ กรุงเทพมหานคร ประมาณ 562 กิโลเมตร ตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 2 หรือถนนมิตรภาพ จังหวัดอุดรธานี ได้ดำเนินการขยายช่องทางจราจรถนนวงแหวนรอบที่ 1 ให้เป็นถนน 4 เลน ช่วงสุดท้ายระหว่างแยกบ้านจั่น–แยกไปจังหวัดหนองบัวลำภู เมื่อผนวกกับความพร้อมของถนน 4 เลน ระหว่างจังหวัดเช่น ถนน 4 เลนจากอุดรธานี – ขอนแก่น / อุดรธานี - หนองบัวลำภูและเลย / อุดรธานี – สกลนคร /อุดรธานี – หนองคายในอนาคตหนองคายจะเป็นประตูขนส่งสินค้าสู่อินโดจีน ระหว่างประเทศจีน-ไทย ด้วย

- ทางรถไฟ การโดยสารทางรถไฟก็เป็นอีกทางหนึ่งที่มีไว้บริการประชาชน การเดินทางจาก กรุงเทพฯ ผ่าน 3 อำเภอของจังหวัดอุดรธานี ได้แก่ อำเภอเมืองอุดรธานี อำเภอกุมภวาปี อำเภอโนนสะอาดและอำเภอ ประจักษ์ศิลปาคม

5.2) ทางอากาศ ตัวอย่างจำนวนเที่ยวบิน จำนวนผู้โดยสาร ที่มาใช้บริการท่าอากาศยานจังหวัดอุดรธานี จำนวนผู้โดยสาร สินค้า และเที่ยวบินภายในประเทศ ขึ้น-ลง ท่าอากาศยานอุดรธานี พ.ศ. 2557 - 2561

ตารางที่ 2.7 อัตราการเปลี่ยนแปลงที่ท่าอากาศยานอุดรธานี พ.ศ. 2557 - 2561

รายการ	ปี 2557	ปี 2558	ปี 2559	ปี 2560	ปี 2561
จำนวนเที่ยวบิน (คน)	11,373	13,856	16,966	14,066	17,851
อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	13.9	21.8	27	-17	27
จำนวนผู้โดยสาร (คน)	1,325,305	1,674,191	2,219,356	2,213,595	2,572,539
อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	11.9	26.3	33	0	16
จำนวนสินค้า (ตัน)	2,827	3,559	3,955	8,168	2,462
อัตราการเปลี่ยนแปลง (ร้อยละ)	-4.1	258	11	107	-70
เฉลี่ยเที่ยวบิน/วัน	31.2	37.8	46.4	38.54	48.91
เฉลี่ยผู้โดยสาร/เที่ยวบิน (คน)	116.5	120.8	130.81	157.37	114.11
เฉลี่ยสินค้า/เที่ยวบิน (ตัน)	0.25	0.25	0.23	0.58	0.14

ที่มา : ท่าอากาศยานอุดรธานี กรมท่าอากาศยาน, ข้อมูล ปี 2561

6) การสื่อสาร

การบริการโทรศัพท์ จังหวัดอุดรธานี มีจำนวนเลขหมายโทรศัพท์ทั้งสิ้น 121,618 หมายเลข ที่มีของบริษัท TOT จำกัด (มหาชน) มีจำนวน 63,304 เลขหมาย บริษัทสัมปทาน 24,819 เลขหมาย และเลขหมายโทรศัพท์ที่มีผู้เช่าของบริษัท TOT จำกัด (มหาชน) 33,495 เลขหมาย โดยที่แยกเป็นธุรกิจ 4,071 เลขหมาย บ้านพัก 23,693 เลขหมาย ส่วนราชการ 3,889 เลขหมาย บริษัท TOT จำกัด (มหาชน) 87 เลขหมาย โทรศัพท์สาธารณะ 1,713 เลขหมาย (ที่มา : บริษัท ทีโอที จำกัด (มหาชน) ข้อมูล ณ ปี 2561)

2.4 กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ได้รับการพัฒนาขึ้นโดย Thomas L. Saaty (1977) เป็นเทคนิคที่ใช้จัดการรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ และวิเคราะห์หาแนวทางเลือกที่เหมาะสมในปัญหาการตัดสินใจที่ซับซ้อน โดยการสร้างรูปแบบปัญหาให้เป็นโครงสร้างลำดับชั้น และนำข้อมูลที่ได้จากความคิดเห็นของผู้ตัดสินใจมาวิเคราะห์หาบทสรุปของแนวทางเลือกที่เหมาะสม เป็นกระบวนการช่วยในการตัดสินใจโดยอาศัยหลักการของการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์ วิธีทำนั้นจะต้องจัดเกณฑ์ของเป้าหมายที่ต้องการศึกษาให้อยู่ในลักษณะเป็นลำดับชั้น ส่วนในระดับที่ต่ำลง มาจะเป็นเกณฑ์ย่อย (Sub-Criteria) ตามลำดับ จนถึงทางเลือก ซึ่งจะเป็นระดับต่ำสุดของการจัดลำดับขั้น

2.4.1 หลักการสร้างแผนภูมิ

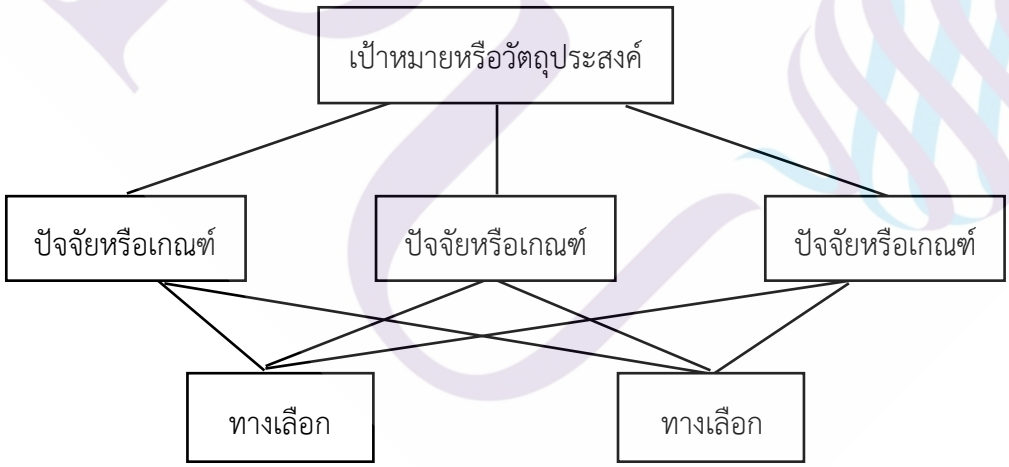
แผนภูมิจะแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงระหว่างปัจจัยต่างๆ ของเป้าหมายหรือปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ โดยทำการแยกปัจจัยต่างๆ ออกเป็นส่วนๆ และแสดงความสัมพันธ์ของระบบทั้งหมดที่มีต่อกัน ซึ่งวิธีการสร้างแผนภูมิเริ่มจากการกำหนดเป้าหมายและทำการแยกปัจจัยที่ซับซ้อนให้อยู่ในรูปลำดับชั้น จากปัจจัยหลักซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจ ลำดับถัดรองลงมาเป็นปัจจัยในการตัดสินใจรอง ถัดมาเป็นปัจจัยย่อยที่ใช้ในการตัดสินใจและลำดับสุดท้ายหรือชั้นล่างสุดจะเป็นทางเลือกของการตัดสินใจ

ขั้นตอนของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ประกอบด้วย ดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาที่จะทำการตัดสินใจ

2) กำหนดปัจจัยที่จะใช้เป็นเกณฑ์การตัดสินใจสำหรับปัญหาที่กำลังพิจารณาอยู่

3) สร้างรูปแบบของปัญหาเป็นโครงสร้างลำดับชั้นของเกณฑ์หลัก เกณฑ์ย่อย สิ่งที่ต้องกระทำก่อนของทางเลือก และทางเลือกที่เกี่ยวข้องลำดับชั้นแบบทั่วไปจะถูกแสดงในภาพที่ 2.11



ภาพที่ 2.11 แผนภูมิของลำดับชั้น

2.4.2 หลักการจัดลำดับความสำคัญ

ขั้นตอนจัดลำดับความสำคัญเป็นการวินิจฉัยเปรียบเทียบ เพื่อใช้ในการคำนวณค่าความสำคัญของปัจจัยทุกปัจจัยของแผนภูมิ โดยระบบการวินิจฉัยจะดำเนินการเปรียบเทียบคู่ปัจจัยในรูปการให้ตัวเลขหรือค่าคะแนนซึ่งอยู่ระหว่าง 1 ถึง 9 เป็นมาตราส่วนที่ใช้ในการเปรียบเทียบลำดับความสำคัญ ดังตารางที่ 2.5 เพื่อหาค่าความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของปัจจัยส่วนต่างๆในแต่ละลำดับชั้น ซึ่งการเปรียบเทียบของคู่ปัจจัยนี้เป็นการเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของอิทธิพลของคู่ส่วนย่อย เมื่อเปรียบเทียบกับส่วนที่อยู่ในระดับขั้นที่เหนือกว่าลำดับถัดขึ้นไป ซึ่งหลักการการเปรียบเทียบคู่จะเริ่มจากระดับล่างสุดหรือปัจจัยย่อย และสิ้นสุดที่ระดับที่สองหรือปัจจัยหลัก จากนั้นจึงทำการสร้างเมตริกซ์ดุลยพินิจหรือเมตริกซ์การเปรียบเทียบคู่ หลักจากการทำเมตริกซ์เปรียบเทียบคู่ก็จะเป็นการใช้กระบวนการทางคณิตศาสตร์เพื่อคำนวณเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะ โดยการคำนวณค่าน้ำหนักและค่า ลักษณะเฉพาะแต่ละเมตริกซ์ ซึ่งเวกเตอร์ลักษณะเฉพาะจะเป็นการให้ค่าลำดับความสำคัญ ส่วนค่าลักษณะเฉพาะจะนำมาใช้เป็นเกณฑ์วัดในการตรวจสอบความสอดคล้องของการวินิจฉัยในลำดับต่อไป

ตารางที่ 2.8 มาตราส่วนเปรียบเทียบความสำคัญ

ระดับความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ปัจจัยทั้งสองที่พิจารณาเปรียบเทียบมีความสำคัญเท่ากัน
3	สำคัญกว่าปานกลาง	ปัจจัยตัวหนึ่งมีความสำคัญมากว่าอีกปัจจัยระดับปานกลาง
5	สำคัญกว่ามาก	ปัจจัยตัวหนึ่งมีความสำคัญมากว่าอีกปัจจัยมาก
7	สำคัญกว่ามากที่สุด	ปัจจัยตัวหนึ่งมีความสำคัญมากว่าอีกปัจจัยมากที่สุด
9	สำคัญกว่าสูงสุด	ปัจจัยตัวหนึ่งมีความสำคัญมากว่าอีกปัจจัยปัจจัยสูงสุด
2,4,6,8	ค่าความสำคัญ ระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น	ค่าความสำคัญของการเปรียบเทียบปัจจัยถูกพิจารณาว่าควรเป็นค่าระหว่างกลางของค่าที่กล่าวไว้ข้างต้น

ตารางเมตริกซ์ที่ใช้วิเคราะห์เปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ เป็นคู่ๆ นั้น มีหลักการสร้างตารางเมตริกซ์คือ ปัจจัยนั้นเมื่อเปรียบเทียบกับปัจจัยอื่นมีผลกระทบต่อปัจจัยที่อยู่ในระดับสูงกว่ามากกว่า หรือน้อยกว่า ซึ่งสามารถจัดอยู่ในรูปของเมตริกซ์ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 การเปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัย

เกณฑ์หรือปัจจัย	ปัจจัย 1	ปัจจัย 2	ปัจจัย ...	ปัจจัย n	น้ำหนักขอปัจจัย
ปัจจัย 1	1	a12	...	a1n	w_10
ปัจจัย 2	a21	1	...	a2n	w20
ปัจจัย ...	...	...	...	...	...
ปัจจัย n	an1	an2	...	1	wn0

การเปรียบเทียบปัจจัยในตารางเมตริกซ์จะอยู่ภายใต้เกณฑ์การตัดสินใจ ปัจจัย 1 จะถูกเปรียบเทียบกับปัจจัย 2 ถึง n ในแนวนอนของปัจจัย 1 และการเปรียบเทียบปัจจัยจะดำเนินการ เช่นเดียวกับปัจจัย 2 ในแนวนอนที่ 2 ถัดลงมา กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นจะทำการแทนค่าความสำคัญด้วยตัวเลขระหว่าง 1 ถึง 9 ซึ่งแสดงถึงมาตราส่วนที่แตกต่างระหว่างปัจจัยที่ถูกเปรียบเทียบกัน 2 ปัจจัยของความพึงพอใจของผู้ทำการตัดสินใจ และเมื่อได้ค่าจากการเปรียบเทียบปัจจัยต่างๆ แล้ว ขั้นตอนในลำดับถัดไปคือการคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อหาน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ซึ่งสามารถทำได้โดยการหาค่าความสำคัญที่อยู่ในแต่ละแถวแนวตั้ง ด้วยผลรวมของค่าความสำคัญในแถวแนวตั้งเดียวกัน ซึ่งจะได้ค่าเมตริกซ์ของค่าร้อยละ แล้วจึงทำการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถวแนวนอนของเมตริกซ์ร้อยละ จึงจะได้เป็นน้ำหนักของความสำคัญของปัจจัยในแถวนั้น

2.4.3 หลักการความสอดคล้องของเหตุผล

จากการวินิจฉัยเปรียบเทียบความสำคัญของแต่ละปัจจัยในแผนภูมินั้น อาจเกิดความผิดพลาดของค่าความสำคัญได้ กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นจึงมีวิธีการหรือกลไกเพื่อทำการทดสอบการวินิจฉัยถึงความมีเหตุผลสอดคล้องกันหรือไม่ โดยวิธีการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio [C.R.]) ของแต่ละเมตริกซ์ ซึ่งถ้าหากอัตราส่วนความสอดคล้องมีค่าเท่ากับศูนย์ แสดงถึงการวินิจฉัยหรือดุลยพินิจในชุดนั้นมีความสอดคล้องแบบมีเหตุผลอย่างสมบูรณ์ ซึ่งถ้าหาก อัตราส่วนความสอดคล้องมีค่ามากก็จะแสดงถึงดุลยพินิจนั้นไม่น่าเชื่อถือ โดยช่วงที่ยอมรับได้ของอัตราส่วนความสอดคล้องจะขึ้นอยู่กับขนาดของเมตริกซ์ ซึ่งโดยทั่วไปค่าวิกฤตจะอยู่ที่ 0.1 สามารถอธิบายได้ว่า ถ้าหากค่าอัตราส่วนความสอดคล้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 จะถือว่ายอมรับได้ แต่ถ้าค่าอัตราส่วนความสอดคล้องในชุดนั้นมีค่ามากกว่า 0.1 ผู้ทำการประเมินจำเป็นต้องพิจารณาดุลยพินิจใหม่ และในท้ายที่สุดควรมีการทดสอบความเสถียรของผลลัพธ์จากการเปลี่ยนแปลงลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ หากมีการเปลี่ยนแปลงแล้วยังให้ผลลัพธ์ที่คงเดิมจึงถือว่ามีความเสถียร

2.4.4 การคำนวณค่าความสำคัญ

การคำนวณค่าความสำคัญของปัจจัยต่างๆ โดยผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน สามารถทำได้โดยวิธีการนำค่าคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่านกำหนดเข้าสู่ตารางเพื่อเปรียบเทียบระหว่างปัจจัย

แล้วทำการคำนวณผลรวมแถวนอนแต่ละแถวแล้วทำการหารด้วยจำนวนของผู้เชี่ยวชาญก็จะได้ค่าความสำคัญของปัจจัยแถวนั้นๆ

การวิเคราะห์ตามลำดับชั้นหรือที่ทั่วไปเรียกว่า AHP นั้น เป็นกระบวนการที่เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจเพื่อแก้ปัญหาตามเป้าหมายได้ด้วยกระบวนการที่สามารถแยกเป็นโครงสร้างของปัญหาที่มีความซับซ้อนออกเป็นส่วนๆ เพื่อง่ายต่อการเข้าใจสามารถวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบแต่ละปัจจัยด้วยตัวเลข กำหนดค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยอย่างมีความสัมพันธ์แบบมีเหตุผล ซึ่งกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นนี้สามารถใช้ได้กับการตัดสินใจแบบคนเดียวหรือแบบกลุ่มได้ เนื่องจากกระบวนการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการตัดสินใจของผู้ตัดสินใจแต่ละคน

2.5 แนวคิดทฤษฎีเกี่ยวกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

2.5.1 ความหมายของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึงระบบสารสนเทศที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้รวบรวมจัดเก็บ วิเคราะห์ข้อมูลภูมิศาสตร์รวมทั้งการค้นคืนข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลสารสนเทศ หรืออีกนัยหนึ่งระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นทั้งระบบฐานข้อมูลที่มีความสามารถในการจัดการข้อมูลเชิงพื้นที่ โดยอยู่ในรูปของแผนที่เชิงเลข ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ และระบบปฏิบัติการเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านั้นให้ได้ผลออกมาเป็นข้อมูลสารสนเทศ แล้วนำไปใช้ประโยชน์ในการตัดสินใจต่อไป (สรรค์ใจ กลิ่นดาว. 2542:2)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ ระบบที่ประกอบด้วยอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ โปรแกรม คำสั่ง ฐานข้อมูลและบุคลากรซึ่งทำงานร่วมกันในการนำเข้า เก็บบันทึกข้อมูล การจัดการ การวิเคราะห์และการแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่เพื่อให้ได้ข้อมูลสารสนเทศหรือข้อมูลสำหรับนำไปใช้เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ การแก้ปัญหาและการจัดการเชิงพื้นที่ (ฐิติรัตน์ ตั้งศิริเสถียร. 2547:17)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) คือ กระบวนการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในเชิงพื้นที่ด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้กำหนดข้อมูลและสารสนเทศที่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งในเชิงพื้นที่ ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นระบบข้อมูลสารสนเทศที่อยู่ในรูปของตารางข้อมูลและฐานข้อมูลที่มีส่วนสัมพันธ์กับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ซึ่งรูปแบบและความสัมพันธ์ของข้อมูลเชิงพื้นที่ทั้งหลาย จะสามารถนำมาวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์และแปลความหมายให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้นๆ

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นระบบเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวม (Collecting) การเก็บบันทึก (Storing) การค้นคืน (Retrieving) การแปลง (Transforming) และการแสดงผลข้อมูล (Displaying) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) จากสิ่งที่ปรากฏบนพื้นโลกเพื่อ

วัตถุประสงค์ต่างกันโดยเฉพาะตลอดจน ได้อธิบายข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์เหล่านั้นตามตำแหน่งในระบบพิกัดและลักษณะที่ไม่เกี่ยวข้อง เช่น สี ราคา รวมทั้งปฏิสัมพันธ์เชิงพื้นที่ของข้อมูลเหล่านั้นด้วย

การแสดงผลของข้อมูลของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จะอยู่ในลักษณะในลักษณะของจุด เส้น และพื้นที่รูปปิดที่ ควบคู่ไปกับข้อมูลตามลักษณะ (Attribute data) ซึ่งแสดงในลักษณะเฉพาะของข้อมูลแต่ละรูปแบบ เช่น จุด สามารถใช้แทนตำแหน่งบริเวณที่เก็บของใช้แล้วที่เป็นอันตราย โดยที่ข้อมูลองค์ประกอบของแต่ละบริเวณ ได้แก่ชนิดของสารเคมีที่สะสมผู้เป็นเจ้าของและข้อมูลเรื่องวัน เวลา ของการใช้พื้นที่ครั้งล่าสุด ส่วนเส้นใช้แทนถนน แม่น้ำหรือข้อมูลลักษณะเชิงเส้นอื่นๆ ในขณะเดียวกันพื้นที่รูปปิดสามารถใช้แทนข้อมูลที่เป็นลักษณะพื้นที่ เช่น ชนิดพืชพรรณ หรือการใช้ประโยชน์ที่ดิน เป็นต้น

ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เป็นระบบโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ในการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูลรูปทรงสัณฐานของวัตถุทุกอย่างบนพื้นผิวโลกเกี่ยวกับระบบแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศและแผนผังต่างๆของลักษณะภูมิประเทศทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น สิ่งเหล่านี้สามารถแปลความออกมาเป็นรหัสอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเรียกออกมาใช้งาน แก้ไขและวิเคราะห์ข้อมูลได้ แต่จากการสำรวจอัตราส่วนในการนำไปใช้ประโยชน์ถือว่าประสบความสำเร็จน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นส่วนใหญ่และการใช้ข้อมูลให้ถูกต้อง ข้อมูลที่บันทึกไว้อาจจะมีการเปลี่ยน

ดังนั้นอาจกล่าวสรุปได้ว่า ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ หมายถึงกระบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ (Personal design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูลให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ ซึ่งหมายถึงการใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บและการใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่างๆบนพื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆนั้นเองเพื่อให้อยู่ในรูปที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆได้ตามความประสงค์ของผู้ใช้

2.5.2 องค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการกับข้อมูลภูมิศาสตร์หรือที่เรียกว่าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์จะประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 5 ประการ คือซอฟแวร์ (Software) ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ขั้นตอนการทำงาน (Procedure/Method) ข้อมูล (Data) และบุคลากร (User) ซึ่งจะกล่าวโดยสรุปได้ดังนี้ คือ

1) ซอฟต์แวร์ (Software) คือ โปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่ใช้ในการจัดการการจัดเก็บการวิเคราะห์ และการเรียกใช้ข้อมูลในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ เช่น ArcView, Microstation, MapInfo และ Arc/Info เป็นต้น ซึ่งส่วนประกอบของโปรแกรมประกอบด้วย ตัวจัดการข้อมูล

(DBMS) เครื่องมือที่ใช้ในการรับข้อมูล (Input) การแสดงผลการเรียกค้น และระบบการเชื่อมต่อกับผู้ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์

2) ฮารด์แวร์ (Hardware) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการนำเข้าข้อมูลอุปกรณ์ประมวลผล อุปกรณ์แสดงผลและการผลิตผลลัพธ์จากการทำงาน (เช่น Plotter) คอมพิวเตอร์ที่ใช้งานกับระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ จำเป็นต้องมีขีดความสามารถสูงแสดงผลกราฟิกได้ดี ทำงานได้รวดเร็ว

3) ขั้นตอนการทำงาน (Procedure/Method) คือขั้นตอนการทำงานซึ่งผู้ใช้เป็นผู้กำหนดให้เครื่องคอมพิวเตอร์จัดการเก็บข้อมูล และความสำเร็จของงานระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ขึ้นกับวิธีการ การ กำหนดขั้นตอนการปฏิบัติงาน การกำหนดแบบจำลอง (Model) และรูปแบบเพื่อให้งานเป็นไปตามขั้นตอนและมีความเชื่อถือได้ (Reliability)

4) ข้อมูล (Data) คือข้อมูลต่างๆที่ใช้ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นองค์ประกอบที่จัดว่าสำคัญรองลงมาจากบุคลากร ข้อมูลบางส่วนต้องได้รับการนำเข้าเป็นดิจิตอลและเก็บในรูปแผนที่ทางภูมิศาสตร์ บางส่วนเก็บเป็นตารางข้อมูลที่มีความสัมพันธ์ เนื้อหาของข้อมูลจึงเป็นส่วนที่จะทำให้ผู้ใช้ได้ประโยชน์โดยผู้ใช้ทำการป้อนข้อมูลเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์และให้ประมวลผลเป็นผลลัพธ์ที่ต้องการ

5) บุคลากร (User) คือบุคคลซึ่งทำหน้าที่ในการจัดการกับข้อมูลดังกล่าวในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์โดยต้องมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทางเทคนิค สามารถออกแบบโครงสร้างข้อมูลพื้นฐานบางอย่างของตนเองได้ ซึ่งบุคลากรถือเป็นองค์ประกอบที่สำคัญที่สุด

2.5.3 ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ข้อมูล หมายถึงค่าสังเกต ค่าจากการจัดการบันทึกคุณสมบัติของวัตถุต่างๆเหล่านี้จะไม่มีความหมายถ้าไม่ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ดี จะต้องเกี่ยวข้องกับงานที่ทำให้มีความถูกต้องแม่นยำและทันต่อเหตุการณ์ ข้อมูลที่ได้แปลความหมายแล้ว เรียกว่าสารสนเทศ (Information) ผู้บริหารอาจนำข้อมูลที่บันทึกไว้มา กลั่นกรองเป็นสารสนเทศก่อน เช่น การหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันกับอดีตเพื่อหาความเบี่ยงเบนและความแปรปรวน เป็นต้น ความสำคัญของสารสนเทศทำให้ผู้บริหารเข้าใจในการดำเนินงานของตนเองและเมื่อทราบแล้วก็สามารถตัดสินใจได้ว่าจะต้องทำอย่างไรต่อไป ซึ่งในทางภูมิศาสตร์แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo – referenced data) ทางภาคพื้นดิน ซึ่งแตกต่างกับระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ (Management Information System , MIS) ซึ่งไม่จำเป็นต้องอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ ซึ่งลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่แบ่งเป็น 2 ประเภท ดังนี้

1.1) ข้อมูลแรสเตอร์ (Raster) คือ จุดเซลล์ ที่อยู่ในแต่ละช่วงสี่เหลี่ยม (Grid) โครงสร้างของแรสเตอร์ ประกอบด้วย ชุดของช่องกริด (Grid cell) หรือเรียกว่าจุดภาพ (Pixel)

ข้อมูลแบบแรสเตอร์ เป็นข้อมูลที่อยู่บนพิกัดรูปตารางแถวแนวนอนและแนวตั้ง ซึ่งข้อมูลเชิงพื้นที่นี้สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 ลักษณะ (Features) ดังนี้

- จุด (Point) ได้แก่ ที่ตั้งของตำแหน่งต่างๆ เช่น หมู่บ้าน โรงเรียน ตำบล จังหวัด จุดตัดต่างๆ เป็นต้น
- เส้น (Line) ได้แก่ ถนน แม่น้ำ เป็นต้น
- พื้นที่ (Polygon) ได้แก่ รูปหลายเหลี่ยม มีอาณาบริเวณ เช่น พื้นที่เพาะปลูก ขอบเขตจังหวัด ขอบเขตประเทศ เป็นต้น

1.2) ข้อมูลเวกเตอร์ (Vector) ตัวแทนของข้อมูลแบบเวกเตอร์อาจแสดงด้วย จุด เส้น หรือพื้นที่ ซึ่งถูกกำหนดโดยจุดพิกัด ซึ่งข้อมูลลักษณะนี้ประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X,Y) และแนวดิ่ง (Z) หรือระบบพิกัดคาร์เตเซียน (Cartesian coordinate system) ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าก็จะเป็นเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้ายจะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกัน ข้อมูลเวกเตอร์ ได้แก่ ถนน แม่น้ำ ลำคลอง ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น

2) ข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่างๆ ในพื้นที่นั้นๆ (Attribute) ได้แก่ ข้อมูลการถือครองที่ดิน ข้อมูลสำมะโนครัวประชากร ข้อมูลเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะอยู่ในรูปของตาราง (Table) ซึ่งมีรายละเอียดของข้อมูลต่างๆ ในแต่ละหัวเรื่องนั้นๆ

2.5.4 การทำงานของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การทำงานของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ในปัจจุบัน สามารถทำงานได้อย่างซับซ้อนหลากหลายรูปแบบ ฟังก์ชันการทำงานของระบบสารสนเทศหลัก ดังนี้

1) การจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Maintenance and analysis of the spatial data) ฟังก์ชันการทำงานทางด้านการวิเคราะห์พื้นที่ มีการทำงานในลักษณะต่างๆ คือการทำงานเกี่ยวกับการเปลี่ยนรูปแบบข้อมูล การเปลี่ยนแปลงระบบพิกัดหรือโปรเจคชัน การปรับแก้เชิงเรขาคณิต การประมวลแผนที่เบื้องต้น (การตัดแผนที่หรือการต่อแผนที่) การทำงานเกี่ยวกับการตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดของข้อมูลแผนที่ และการทำงานเกี่ยวกับการลดจำนวนข้อมลูจุดหรือแนวเส้น เป็นต้น

2) การจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในฐานข้อมูลคุณลักษณะ (Maintenance and analysis of the Attribute data) ประกอบด้วยการทำงานที่สำคัญ คือ การนำเข้าข้อมูล การตรวจสอบแก้ไข ตารางข้อมูลคุณลักษณะ และการค้นคืนข้อมูลลักษณะ โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1) การนำเข้าข้อมูล (Data Input) เป็นการบันทึกรหัสข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ในรูป ที่สามารถอ่านและเขียนข้อมูลลงสู่ฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ การนำเข้าข้อมูลมักจะเป็น กระบวนการที่เรียกว่าคอขวด เพราะการนำเข้าข้อมูลเป็นกระบวนการที่

เสียเวลา ตัวอย่างเช่น การนำเข้าข้อมูลเส้นชั้นความสูงของจังหวัดหนึ่งต้องใช้เวลาหลายเดือน การใช้เวลานานในการนำเข้าข้อมูลทำให้ค่าใช้จ่ายสูงด้วย เพราะนอกจากจะค่าใช้จ่ายในการเช่าคอมพิวเตอร์แล้ว ยังมีค่าตอบแทนผู้เชี่ยวชาญการนำเข้าอีกด้วย โดยทั่วไปต้นทุนขั้นต่ำในการสร้างฐานข้อมูลมักจะสูงราว 5-10 เท่าของต้นทุนการซื้อฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ องค์กรบางแห่งก็พยายามลดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ลง ซึ่งย่อมีผลต่อคุณภาพของข้อมูลที่นำเข้า นับว่าเป็นอันตรายอย่างยิ่งเพราะนอกจากองค์กรนั้น จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงแก้ไขข้อมูลใหม่แล้ว ยังต้องสร้างความเชื่อมั่นในด้านความถูกต้องของข้อมูลให้กับผู้ใช้อีกซึ่งคงต้องใช้เวลานานมาก ตามปกติการสร้างฐานข้อมูลที่ละเอียดถูกต้องเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อการปฏิบัติงานในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ อย่างไรก็ตามการที่จะได้ฐานข้อมูลที่มีความละเอียดถูกต้องนั้น ข้อมูลที่นำเข้ามาสู่ฐานข้อมูลต้องถูกต้องด้วย นั่นหมายถึงข้อมูลที่จะนำเข้าต้องเป็นข้อมูลที่มีคุณภาพ (Data Quality) ข้อมูลที่มีคุณภาพต้องประกอบด้วยคุณลักษณะที่สำคัญๆ ดังนี้

- ต้องเป็นข้อมูลที่ทันสมัย
- ตำแหน่งของข้อมูลเชิงพื้นที่ต้องถูกต้อง
- การจำแนกข้อมูลต้องถูกต้องและสมบูรณ์
- วิธีการที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลตลอดจนการบันทึกรหัสข้อมูลจะต้องถูกต้อง

ตามหลักวิชาการ

ข้อมูลที่จะนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด คือ ข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ ระหว่างการนำเข้าข้อมูล ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะจะต้องเชื่อมโยงกันอย่างถูกต้อง การนำเข้าข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มีอยู่ 4 วิธี ได้แก่

2.1.1) การนำเข้าข้อมูลด้วยแผงแป้นอักขระ (Keyboard) ข้อมูลจากการสำรวจในภูมิประเทศ เช่น ข้อมูลที่ดิน (Land Record Information) สามารถนำเข้าทางแป้นพิมพ์โดยใช้คอมพิวเตอร์ขนาดสมุดบันทึก ที่เรียกว่าโน้ตบุ๊ก (Notebook) ได้ทันที แทนที่จะจดบันทึกข้อมูลในสมุดบันทึกการสำรวจ การนำเข้าข้อมูลจากการสำรวจสู่แฟ้มข้อมูลเลยเป็นการลดภาระการทำงานลง และได้ข้อมูลถูกต้องตรงกับการสำรวจที่ทำไว้ การนำเข้าข้อมูลทางแผงแป้นอักขระสามารถนำเข้าได้ทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ

2.1.2) การนำเข้าข้อมูลด้วยการบันทึกค่าพิกัดข้อมูลลายเส้น การบันทึกข้อมูลลายเส้น หรือเรียกสั้นๆว่าการดิจิไทซ์ เป็นวิธีการที่ใช้กันมากที่สุดในการแปลงข้อมูลแผนที่เป็นข้อมูลเชิงเลขรายละเอียดบนแผนที่จะถูกบันทึกเป็นชุด หรือกลุ่มของพิกัด x และ y เครื่องอ่านพิกัดข้อมูลลายเส้น (Digitizer) ประกอบด้วย โต๊ะ (Table) หรือโต๊ะอ่านพิกัดขนาดเล็ก (Tablet) ในตัวโต๊ะจะมีเส้นลวดพาดผ่านเป็นตารางกริด และมีตัวชี้ตำแหน่ง (Cursor) ที่ภายในมีวงขดลวดอยู่ ซึ่งจะปล่อยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นช่วงๆ ภายใต้การควบคุมของผู้ปฏิบัติงาน การนำเข้าข้อมูลโดยอาศัยเครื่องอ่านพิกัดนั้น ต้องนำแผนที่ (ข้อมูลที่จะนำเข้า) มาตรึงบนโต๊ะ แล้วนำตัวชี้ตำแหน่งลากไป

ตามเส้นของรายละเอียดบนแผนที่พร้อมกับกดปุ่มด้วยวิธีการนี้ พิกัดของรายละเอียดบนแผนที่จะถูกส่งผ่าน และบันทึกลงในคอมพิวเตอร์เป็นค่าพิกัด x และ y ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

- การเตรียมแผนที่ (Map Preparation) ก่อนที่จะเริ่มต้นดิจิไทซ์ต้องตรวจสอบว่าแผนที่ที่จะใช้ในการนำข้อมูลเข้านั้นสมบูรณ์น่าเชื่อถือ กล่าวคือควรเป็นแผนที่ที่ผลิตจากองค์กร หรือหน่วยงานที่มีมาตรฐานในการผลิต เป็นที่ยอมรับรวมทั้งเป็นแผนที่ที่สมบูรณ์ไม่ขาด ไม่เป็นรอยยับย่น เพราะถูกพักหรือถูกม้วน

- การบันทึกค่าพิกัด (Recording the map coordinate) ภายหลังจากที่ตรวจสอบดูแผนที่ที่จะนำเข้าว่าสมบูรณ์ถูกต้องแล้ว ก็นำมาตรึงบนเครื่องอ่านพิกัดแล้วใช้ตัวชี้วัดตำแหน่งเป็น อุปกรณ์ในการถ่ายโอนพิกัด เครื่องอ่านพิกัดจะบันทึกค่าพิกัดในหน่วยของมิลลิเมตร ค่าพิกัดนี้จะอ้างอิงกับแกน x และ y ของเครื่องอ่านพิกัด เนื่องจากในการปฏิบัติงานในลำดับต่อไปต้องใช้ค่าพิกัดในภูมิประเทศด้วย ดังนั้นจึงต้องกำหนดจุดควบคุม (Control Point) โดยเลือกอย่างน้อย 4 จุด จากแผนที่ที่จะนำเข้า และใส่ค่าพิกัดภูมิศาสตร์ หรือค่าพิกัด UTM Software จะใช้จุดควบคุมเหล่านี้ในการแปลงพิกัดบนเครื่องอ่านพิกัดเป็นค่าพิกัดในภูมิประเทศ เนื่องจากค่าพิกัดทั้งหมดจะอ้างอิงกับระบบพิกัดในภูมิประเทศ ดังนั้นแผนที่ที่ใช้ในการนำเข้าสามารถแกะออกจากเครื่องอ่านพิกัดได้และจะนำกลับไปตรึงได้อีก โดยไม่มีผลต่อการนำเข้าข้อมูลเพิ่มเติมในภายหลัง ในระหว่างการดิจิไทซ์ ความก้าวหน้าของการปฏิบัติงานจะแสดงบนจอภาพซึ่งเกี่ยวพันกับการแปลงพิกัดอีกขั้นหนึ่ง นั่นคือแปลงระบบพิกัดบนเครื่องอ่านพิกัดเป็นพิกัดบนจอภาพ

2.1.3) การนำเข้าข้อมูลโดยใช้เครื่องกราดภาพ เนื่องจากการนำเข้าข้อมูลโดยเครื่องอ่านพิกัดเป็นงานที่ต้องใช้เวลานานมาก ดังนั้นองค์กรใหญ่ๆ จึงนำเครื่องกราดภาพ (Scanner) มาใช้ เครื่องกราดภาพในปัจจุบันมีอยู่ 2 แบบ คือ

- เครื่องกราดภาพแบบดรัม (Drum Scanner) เป็นเครื่องกราดภาพที่พื้นรับการกราดภาพเป็นทรงกระบอก

- เครื่องกราดภาพแบบระนาบ (Flatbed Scanner) เป็นเครื่องกราดภาพที่พื้นรับการกราดภาพเป็นพื้นระนาบ

แม้ว่ากระบวนการกราดภาพจะสามารถทำได้ในเวลาอันรวดเร็วก็ตาม แต่ก็ยังคงต้องมีการเตรียมแผนที่ที่บรรจุรายละเอียดของข้อมูลที่จะนำเข้า เช่นเดียวกับการนำเข้าข้อมูลด้วยการดิจิไทซ์ ในกรณีที่ใช้เครื่องกราดภาพแบบระนาบ แผนที่จะถูกตรึงบนพื้นที่รับการกราดภาพ และหัวเครื่องกราดภาพที่อยู่เหนือพื้นที่กราดภาพนั้น จะเคลื่อนที่ในทิศทางเหนือ – ใต้ และตะวันออก – ตะวันตกเพื่อบันทึกภาพ สำหรับเครื่องกราดภาพแบบดรัม แผนที่จะถูกตรึงลงบนทรงกระบอกหัวเครื่องกราดภาพจะเคลื่อนที่ในแนวราบเหนือผิวทรงกระบอกขณะที่มันหมุนรอบตัวเอง การเคลื่อนที่ของหัวเครื่องกราดภาพเหนือทรงกระบอกจะได้ค่าพิกัดในแนวทิศตะวันออก – ตะวันตก หรือค่า x ส่วนการที่ทรงกระบอกหมุนรอบตัวเองจะได้ค่าพิกัดในแนวทิศเหนือ – ใต้ หรือค่า y ผลที่ได้จากการกราดภาพคือภาพเชิงเลข (Digital Image) และอยู่ในโครงสร้างของข้อมูลแรสเตอร์ (Raster Data) ถ้าต้องการให้ข้อมูลอยู่ในโครงสร้างของข้อมูลเวกเตอร์ (Vector Data) ต้องผ่านกระบวนการแปลงข้อมูลจากข้อมูลแรสเตอร์เป็นข้อมูลเวกเตอร์ (Raster to Vector Conversion) ภายหลังจาก

การแปลงข้อมูลแล้ว ต้องกำหนดรหัส หรือ ID Number เพื่อที่ว่าข้อมูลเชิงคุณลักษณะจะสามารถเชื่อมโยงกับข้อมูลเชิงพื้นที่ได้ด้วย ID Number นี้

2.1.4) แฟ้มข้อมูลเชิงเลขที่มีอยู่ก่อนแล้ว ปัจจุบันหน่วยงานของทางราชการหลายหน่วยงานได้สร้างแผนที่เชิงเลข (Digital Map) เพื่อใช้งานตามวัตถุประสงค์ของหน่วยงานนั้นๆ เช่น กรมแผนที่ทหารได้ดำเนินการผลิตแผนที่ภูมิประเทศเชิงเลข กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้ว่าจ้างที่ปรึกษาเพื่อผลิตแผนที่เชิงเลขพื้นฐานระดับจังหวัด ซึ่งประกอบด้วยแผนที่เฉพาะเรื่อง 11 รายการ คือแผนที่ขอบเขตการปกครอง แผนที่เส้นทางคมนาคม แผนที่อุตุนิยมวิทยา แผนที่ขอบเขตลุ่มน้ำและชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ แผนที่ชนิดป่าไม้และขอบเขตป่าไม้ตามกฎหมาย แผนที่ขอบเขตการใช้ที่ดิน แผนที่ดินแผนที่ธรณีวิทยา แผนที่การตั้งถิ่นฐาน แผนที่ขอบเขตชลประทาน และแผนที่ชั้นความสูง นอกจากนี้ยังมีข้อมูลแรสเตอร์ ได้แก่ ภาพดาวเทียม ซึ่งอยู่ในลักษณะทั้งที่เป็นเทปแม่เหล็ก CCT (Computer Compatible Tape) และฟิล์ม ข้อมูลเชิงเลขที่มีอยู่แล้วเหล่านี้ โดยเฉพาะข้อมูลเชิงเลขพื้นฐานระดับจังหวัดสามารถขอความอนุเคราะห์จากกรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ของทางราชการได้ ซึ่งเป็นการประหยัดทั้งเวลาและงบประมาณ ในการนำเข้าข้อมูล ข้อมูลที่เป็นจุด เช่น ที่ตั้งอำเภอ โบสถ์ หรือยอดเขา จะถูกบันทึกเป็นค่าพิกัด x และ y คู่หนึ่ง ข้อมูลที่เป็นเส้น เช่น แม่น้ำ ถนน แนวแสดงเขตการปกครอง เป็นต้น จะถูกบันทึกในแบบเสมือนจุด (Pointwise Mode) กล่าวคือบันทึกเป็นช่วงๆ ที่กำหนดโดยตัวผู้ปฏิบัติงานเอง หรืออาจบันทึกต่อเนื่อง (Stream Mode) เหมือนสายธารที่ไหลต่อเนื่องตลอดเวลา การบันทึก แบบต่อเนื่องโดยปกติจำเป็นต้องลดทอนข้อมูล (Data Reduction) เพื่อที่จะกำจัดข้อมูลที่เกินความต้องการ การดิจิไทซ์ข้อมูลที่เป็นจุด และเส้นเดี่ยวๆ เช่น ตำแหน่งบ่อน้ำ และถนน สามารถทำได้อย่างง่ายดายแต่ข้อมูลที่เป็นพื้นที่ หรือเป็นรูปปิด เช่น ขอบเขตการปกครอง หรือหน่วยแผนที่การใช้ที่ดิน การดิจิไทซ์จะมีลักษณะที่แตกต่างออกไป กล่าวคือการดิจิไทซ์แต่ละพื้นที่เสมือนแยกจากกันทำให้เส้นขอบเขตของสองพื้นที่จะต้องดิจิไทซ์ซ้ำกัน 2 ครั้ง ซึ่งวิธีการนี้มีข้อเสีย คือนอกจากจะทำให้เสียเวลาในการดิจิไทซ์แล้ว ยังทำให้เกิดช่องว่างหรือการเหลื่อมกันระหว่างรูปปิด พื้นที่ที่อยู่ติดกัน ในการแก้ปัญหานี้แนะนำให้ดิจิไทซ์ขอบเขตร่วมกัน (เส้นขอบเขตระหว่างพื้นที่) เพียงครั้งเดียว นั่นคือต้องสั่งคอมพิวเตอร์ให้สร้างรูปปิดจากเส้นขอบเขตร่วมกัน ในการกระทำเช่นนี้ได้จำเป็นต้องกำหนดความสัมพันธ์แวดล้อม (Topology) ของแผนที่ให้ชัดเจน เนื่องจากกระบวนการดิจิไทซ์เป็นกระบวนการที่ใช้เวลามาก เพราะว่าทุกๆ เส้นบนแผนที่จะต้องถูกดิจิไทซ์ด้วยมือ ดังนั้นองค์กรใหญ่ๆที่มีภาระงานมากได้นำเครื่องมือที่สามารถปฏิบัติงานในกระบวนการนี้โดยอัตโนมัติมาใช้ (Automatic Digitizing) เครื่องมือนี้จะประกอบด้วยหัวเครื่องกราดภาพซึ่ง สามารถบังคับให้วางบนเส้นและลากไปตามเส้นนั้นพร้อมกับบันทึกค่าพิกัด แม้ว่าการบันทึกค่าพิกัดของเส้นๆหนึ่ง จะเป็นไปโดยอัตโนมัติ แต่บางครั้งจำเป็นต้องปฏิบัติการบันทึกค่าพิกัดด้วยมือ ในกรณีที่เครื่องมือเกิดความสับสนโดยเฉพาะบริเวณที่เป็นจุดตัดของเส้น 2 เส้น ดังนั้นเครื่องมือนี้จะใช้ประโยชน์ได้อย่างสมบูรณ์เฉพาะการลากเส้นที่ต่อเนื่องโดยไม่มีจุดตัด เช่น เส้นชั้นความสูง เป็นต้น

3) การวิเคราะห์เชิงบูรณาการข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลคุณลักษณะ (Integrated analysis of spatial and attribute data) ประกอบด้วยการ ทำงานที่สำคัญ คือ การค้นคืนข้อมูล (Retrieval operation) การจำแนกประเภทข้อมูล (Classification operation) การซ้อนทับข้อมูล (Overlay operation) การปฏิบัติการย่านข้างเคียง (Neighborhood operation) การคำนวณทางสถิติ (Spatistical operation) และการวิเคราะห์พื้นที่
(Spatial analysis) การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นหลักที่สำคัญอันหนึ่งที่ทำให้ระบบ สารสนเทศภูมิศาสตร์แตกต่างจากโปรแกรมอื่นๆ ที่ใช้ในการจัดทำแผนที่เพียงอย่างเดียว หรือจัดทำฐานข้อมูลเพียงอย่างเดียว ซึ่งในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้นจะใช้รายละเอียดข้อมูลทั้งที่เป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) และข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute data) มาใช้ในการวิเคราะห์

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่ ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์เป็นวิธีหนึ่งที่เปิดโอกาสให้ นักวิเคราะห์ GIS (GIS Analyst) สามารถศึกษาหาความสัมพันธ์ทางพื้นที่ (Spatial Relationship) ของข้อมูลเดิม เพื่อสร้างข้อมูลใหม่ตามเงื่อนไขต่างๆ เช่น ต้องการทราบว่าพื้นที่ใดที่เหมาะสมต่อการปลูกป่าโดยมีเงื่อนไขว่าต้องเป็นพื้นที่ที่ตั้งอยู่ในเขตป่าอนุรักษ์ หรือพื้นที่ที่มีความสูงชัน และถูกบุกรุกแผ้วถาง เป็นต้น ซึ่งจากตัวอย่างนี้สังเกตได้ว่านักวิเคราะห์ GIS ต้องศึกษาความสัมพันธ์ ของข้อมูลเชิงพื้นที่ 3 ข้อมูล คือ ป่าอนุรักษ์ การใช้ที่ดิน และความลาดชันซึ่งจะแตกต่างจากการ เรียกค้นข้อมูล (Query) ที่เป็นการเรียกค้นข้อมูลจาก Theme เดียว

ในการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นั้น เป็นการนำหลักการหรือวิธีการต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของข้อมูล หรือค่าของกริดที่มีอยู่ให้สามารถนำไปผสมผสานกับข้อมูลอื่นๆในขบวนการของการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อความสะดวกรวดเร็วและความถูกต้องของผลลัพธ์ที่ต้องการได้ดียิ่งขึ้น รายละเอียดข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถตอบคำถามที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ตั้ง เช่นที่ไหน? (Where) ในส่วนการวิเคราะห์ข้อมูลระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS Data Analysis) จะตอบได้ว่า “ทำไมถึงอยู่ที่นั้น” (Why is it there?) ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังสามารถอธิบายในรูปแบบตัวเลข และรวมถึงภาพจะทำให้สะดวกในการวิเคราะห์แบบจำลอง (model) วิเคราะห์ผลคาดการณ์ทั้งรูปแบบแผนที่และข้อมูลสารสนเทศ

4) การแสดงผลลัพธ์ ประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานแสดงผลทางด้านต่างๆ ได้แก่ การกำหนดรูปแบบแผนที่ รูปแบบอักษร รูปแบบของเส้น การแสดงผลลัพธ์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถแสดงในลักษณะของภาพกราฟิก ตารางสถิติ และการแสดงกราฟแบบต่างๆ ตลอดจนส่งออกผลลัพธ์เป็นไฟล์ GIS ไปยังโปรแกรมอื่นๆ การส่งออกผลลัพธ์ในลักษณะของไฟล์ภาพ เช่น ไฟล์นามสกุล jpeg หรือ ส่งออกในลักษณะของไฟล์นามสกุล texfile เป็นต้น (ศิริ คูอาริยะกุล . 2545:4-6) การแสดงผลการวิเคราะห์ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ไม่ว่าจะอยู่ในรูปของแผนที่ กราฟหรือตารางสถิติ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์เป็นสื่อกลางในการแสดงผล การแสดงผลอาจจำแนกออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

4.1) การแสดงผลให้ปรากฏบนสำเนาถาวร (Hard Copy Display) คือการแสดงผลบนกระดาษ หรือบนแผ่นฟิล์มหรือวัสดุอื่นๆที่คล้ายกัน อุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลลักษณะนี้ได้แก่

- เครื่องพิมพ์แบบจุด (Dot Matrix Printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่ไม่มีตัวพิมพ์อักขระที่มี รูปแบบตายตัวกำหนดไว้เหมือนเครื่องพิมพ์ดีด แต่ตัวอักษรเกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงจุดต่างๆในเมทริกซ์ (Matrix) เข้าด้วยกัน

- เครื่องพิมพ์แบบฉีดหมึก (Ink Jet Printer) เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีส่วนประกอบสำคัญ คือภาชนะที่เก็บน้ำหมึก ซึ่งมีท่อต่อไปยังหัวสูบซึ่งจะฉีดน้ำหมึก โดยหมึกพิมพ์นี้จะมีขนาดเล็กมากผ่านวงจรตัวสร้างอักขระ (Character Generator Circuit) จะทำให้ละอองหมึกมีประจุไฟฟ้าไปปรากฏบนแผ่นกระดาษตามตัวอักษร หรือแผ่นภาพที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

- เครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์ (LaserPrinter) เป็นเครื่องพิมพ์ที่มีส่วนประกอบสำคัญ คือ หน่วยกำเนิดเลเซอร์ (Laser Unit) เมื่อสัญญาณอิเล็กทรอนิกส์มายังเครื่องพิมพ์ สัญญาณเหล่านี้จะเป็นเสมือนสวิตช์ของหน่วยกำเนิดแสงเลเซอร์ เมื่อสวิตช์เปิดหน่วยกำเนิดแสงเลเซอร์จะปล่อยแสงเลเซอร์ออกมา และกระทบกับกระจกและสะท้อนผ่านเลนส์รวมแสงไปยังพื้นผิวของท่อนโลหะ (Drum) ในตำแหน่งต่างๆ จุดที่ลำแสงเลเซอร์กระทบกับประจุไฟฟ้าบวกบนท่อนโลหะเกิดปฏิกิริยาทำให้เกิดโครงร่างของตัวอักขระขึ้น เนื่องจากท่อนโลหะนี้หมุนในอัตราคงที่ทำให้โครงร่างตัวอักขระที่สร้างขึ้นหมุนผ่านผงหมึก ผงหมึกจึงติดตามโครงร่างตัวอักขระเมื่อท่อนโลหะ นี้หมุนผ่านหน่วยสร้างความร้อน ความร้อนจะทำให้ผงหมึกนี้ละลายอัดติดกับกระดาษที่ส่งผ่านขึ้นมา

- เครื่องวาด (Plotter) เป็นอุปกรณ์แสดงผลที่สามารถแสดงผลแผนภาพและแผนที่ ได้ดี โดยอาศัยหลักการสร้างพิกัด (Coordinate) ต่างๆ ประกอบเป็นแผนภาพหรือแผนที่เครื่องวาด

4.2) การแสดงผลให้ปรากฏในรูปสำเนาชั่วคราวบนจอภาพ ในบางกรณีผู้ปฏิบัติงานในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ต้องการแสดงผลจากการวิเคราะห์ ณ ขณะปฏิบัติงานไม่ต้องการแสดงผลในรูปแผ่นแผนที่ ดังนั้นการแสดงผลจึงให้ปรากฏบนจอภาพเท่านั้น จอภาพคอมพิวเตอร์จำแนกตามเทคโนโลยีหลอดภาพได้ประเภทใหญ่ๆ คือ

- หลอดภาพรังสีแคโทค (Cathode Ray Tube,CRT) หลอดภาพประเภทนี้เป็น หลอดแก้วทึบและที่ผิวโค้งของหลอดจะถูกฉาบด้วยสารเรืองแสง

- จอภาพผลึกเหลว (Liquid Crystal Display,LCD) จอภาพชนิดนี้จะบรรจุสารผลึก เหลวไว้ระหว่างแผ่นแก้วที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปยังสารผลึกเหลว จอภาพจะมีลักษณะแบนราบต่างกับจอภาพ CRT ซึ่งจะมีลักษณะโค้งนูน

2.5.5 การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

การใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์ข้อมูล รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นแล้วข้อมูลทั้งหมดจะถูกถ่ายทอดเข้าสู่ระบบพิกัดแผนที่ระบบเดียวกัน จึงจะสามารถใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ได้ เทคนิคในการวิเคราะห์ข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สำคัญ ได้แก่ การวิเคราะห์

แบบซ้อนทับ (Overlay analysis) แบบจำลอง (Modeling) การสร้างแนวปะทะ (Buffering) การวิเคราะห์โครงข่าย (สุวิทย์ อ๋อง สมหวัง.2538:18) อันจะนำไปสู่คำตอบที่สามารถใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการค้นหาคำตอบดังที่ ESRI ได้กล่าวถึง ตำแหน่งที่วิเคราะห์นั้นมีสภาพหรือลักษณะแบบใดในตำแหน่งที่ต้องการ ศึกษารูปแบบของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลอื่นๆ วิเคราะห์ในลักษณะการพยากรณ์ด้วยแบบจำลองต่างๆ (ESRI.1992:174) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1) จัดเก็บแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่และข้อมูลลักษณะสัมพันธ์สมรรถนะในข้อนี้ อาจกล่าวได้ว่าสามารถที่จะแสดงข้อมูลภาพในรูปของจุด เส้น และขอบเขต ทั้งในโครงสร้างแบบเวกเตอร์และแรสเตอร์สามารถที่จะแสดงรูปร่างขนาดของวัตถุต่างๆ บนพื้นผิวโลกโดยมีพิกัดตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ต่างๆได้ นอกจากนี้ยังมีระบบการจัดการข้อมูลที่สัมพันธ์กับข้อมูลภาพดังกล่าว

2) ค้นคืนข้อมูล (Data retrieval) ฟังก์ชั่นประเภทนี้ของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ประกอบด้วยการสอบถามข้อมูล (Query) การค้นคืนข้อมูล (Retrieval) และการแสดงข้อมูล (Display) ทั้งข้อมูลภาพและข้อมูลลักษณะสัมพันธ์ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ต้องมีสมรรถนะอ่านข้อมูลในเชิงตรรกและยืดหยุ่นได้ซึ่งระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นำมาใช้ในทางปฏิบัติได้ และมีข้อดีกว่าวิธีการจัดการข้อมูลโดยวิธีอื่นๆ

3) การแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปเชิงพื้นที่ (Transformation of spatial data) ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีอยู่ในรูปแบบแผนที่ซึ่งมีปัญหา หรือข้อมูลเชิงเลขต่างๆที่ระบุสถานที่สามารถที่จะปรับแปลงให้เข้าสู่ข้อมูลที่มีพิกัดเพื่อให้สามารถนำเข้าสู่ระบบได้ เช่น การเปลี่ยนมาตราส่วน การปรับทิศทาง การเปลี่ยนเส้นโครงแผนที่ การแก้ไขความคลาดเคลื่อนเชิงเรขาคณิต การเชื่อมต่อข้อมูลภาพ/แผนที่ (Map merge)

4) พื้นที่กันชน (Buffers) หมายถึง พื้นที่หรือขอบเขตที่สร้างขึ้นรอบจุดหรือเส้น หรือขอบเขตใดๆ เพื่อกำหนดเป็นแนวกันชนหรือโซนที่จะมีผลกระทบจากการดำเนินการ

5) การวิเคราะห์โครงข่าย (Network analysis) การวิเคราะห์โครงข่ายหรือทางเดิน (Corridor analysis) เป็นการวิเคราะห์หาแนวทางเดินของเส้นที่แสดงถึงการเคลื่อนที่ของวัตถุบางชนิดผ่านพื้นที่ เช่น ถนน ท่อประปา ทางน้ำ และอื่นๆ เป็นต้น การวิเคราะห์โครงข่ายสามารถใช้ประโยชน์ได้มากในสาขาอุทกวิทยา และการคมนาคม โดยนิยมนำมาใช้ในการค้นหาเส้นทางที่สั้นที่สุดหรือใช้ระยะเวลาในการเดินทางน้อยที่สุดจากจุดที่กำหนดเป็นจุดเริ่มต้นไปยังจุดหมายที่ต้องการ

6) การวิเคราะห์สภาพพื้นที่ผิวหน้าของภูมิประเทศ (Surface analysis) จะเป็นการนำเอา ข้อมูลค่าความสูงของพื้นที่มาสร้างเป็นโมเดล (Model) ของภาพสามมิติ และสามารถที่จะวาดข้อมูลอื่นๆ ในพื้นที่นั้น (รวมทั้งภาพถ่ายดาวเทียม) ลงบนภาพสามมิติได้ เพื่อทำให้การตีความหมายของภาพที่เห็นได้ชัดเจนยิ่งขึ้น รวมทั้งการสร้างเส้นชั้นความสูงจากข้อมูลค่าความสูงที่มีอยู่

7) การวางซ้อนข้อมูลเชิงพื้นที่ (Overlay) เป็นกระบวนการสร้างชั้นแผนที่ขึ้นมาใหม่จาก การวางซ้อนข้อมูลตั้งแต่สองชั้นขึ้นไป หรืออาจมาจากการผสมผสานข้อมูลสารสนเทศใหม่กับข้อมูลสารสนเทศอื่นจากในชั้นของข้อมูลเดิม

2.5.6 หลักการและวิธีการจัดทำฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

หลักการและวิธีการจัดทำฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมให้มีประสิทธิภาพและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้น จำเป็นต้องมีการรวบรวมข้อมูลต่างๆ แล้วจัดเป็นหมวดหมู่และรูปแบบของข้อมูลให้เป็นฐานข้อมูลในมาตรฐานเดียวกัน เพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการเรียกค้นเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในปัจจุบัน ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพ และมีความเหมาะสมในการวางแผนและจัดการทรัพยากร ในด้านการรวบรวมข้อมูล การจัดหมวดหมู่ข้อมูลทั้งข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) และข้อมูลคุณลักษณะ (Attribute Data) และเชื่อมโยงข้อมูล 2 ประเภทเข้าด้วยกันอย่างเป็นระบบทำให้สะดวกต่อการเรียกค้นและนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์ รวมทั้งสามารถปรับปรุงแก้ไขข้อมูลให้ทันสมัยได้ตลอดเวลา โดยทั่วไปแล้วระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มีความสามารถในการจัดดำเนินการข้อมูลภูมิศาสตร์ได้ ดังนี้

1) การค้นคืนข้อมูล ข้อมูลที่ใช้ประกอบในการสร้างฐานข้อมูลจะประกอบด้วยแผนที่ ตาราง รูปถ่ายทางอากาศ และภาพดาวเทียม เป็นต้น ผู้ใช้ฐานข้อมูลจะสามารถค้นคืนข้อมูลเหล่านี้ได้จากหลายแหล่งโดยเฉพาะหน่วยงานของรัฐบาล เช่น กรมแผนที่ทหาร กรมพัฒนาที่ดิน และกรมชลประทาน เป็นต้น

2) การเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ (Pre-Processing) โดยทั่วไปแล้วการเตรียมข้อมูลก่อนการวิเคราะห์มักจะประกอบด้วย

- การเปลี่ยนรูปแบบ (Format Conversion) สามารถทำได้ 2 ลักษณะ คือ การ เปลี่ยนโครงสร้างภายในของตัวข้อมูล (Data Structure Conversions) และการเปลี่ยนข้อมูลแอนะล็อกเป็นข้อมูลเวกเตอร์

- การลดความหลากหลายของข้อมูล (Data Reduction) ฐานข้อมูลที่มีความซับซ้อนของข้อมูลหลายชนิดเกินไปเป็นสิ่งที่ไม่พึงประสงค์เพราะทำให้เสียเวลาในการจัดการมาก การลดความหลากหลายสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงมาตราส่วนของข้อมูลเชิงกราฟิก และการปรับปรุงวิธีการนำเสนอข้อมูลโดยการลดจำนวนจุด และการลดระดับความคมชัด (Resolution) ของข้อมูลลง

3) การแก้ไขความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการนำเข้าข้อมูล (Error Detection) ซอฟต์แวร์ ระบบสารสนเทศ โดยปกติจะมีความสามารถในการแก้ไขความคลาดเคลื่อนต่างๆ เช่นการเกิดช่องว่าง (Gap) เส้นรอบรูปปิดไม่สนิท (Polygon not closed) หรือการเกิดความเหลื่อม (Slivers) ขึ้น ในระหว่างการนำเข้าข้อมูล

4) การรวมเข้าด้วยกัน (Merging) ข้อมูลเวกเตอร์สร้างขึ้นโดยเชื่อมต่อจุดต่างๆ เข้าด้วยกันให้เป็นเส้นตรง หรือเส้นรอบรูปสร้างขึ้นโดยเชื่อมเส้นตรงเข้ามาบรรจบกัน ในระหว่างเกิดขบวนการรวมเข้าด้วยกันค่าของข้อมูลตามลักษณะ (Attribute) ก็สามารถใส่เข้าไปได้โดยการใช้แผ่นตารางทำการ (Spread sheet)

5) การต่อขอบเข้าด้วยกัน (Edge Matching) ในกรณีที่พื้นที่ศึกษาไม่ได้ครอบคลุมแผนที่แผ่นเดียว ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สามารถเชื่อมต่อรายละเอียดของแผนที่แผ่นข้างเคียงได้ โดยที่ขอบของแผนที่แต่ละแผ่นก็จะหายไป ข้อมูลแผนที่จะรวมเป็นแผ่นเดียว

6) การประมาณค่าในช่วง (Interpolation) เป็นวิธีที่ใช้ในการคาดคะเนความสัมพันธ์ ระหว่างจุดที่ทราบสัดส่วนกับระยะทางระหว่างจุดนั้น ซึ่งค่าที่คานวณได้จะต้องอยู่ในช่วงค่าต่ำสุด และค่าสูงสุดของกลุ่มข้อมูลที่ใช้ประกอบในการคำนวณ ส่วนอีกวิธีหนึ่งที่ใช้ในการประมาณค่าที่ไม่อยู่ในค่าต่ำสุดและสูงสุดของข้อมูล เรียกว่าการประมาณค่านอกช่วง (Extrapolation) ซึ่งเป็นวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนของข้อมูลค่อนข้างมากจึงไม่เป็นที่นิยมกัน

7) การแปลข้อมูล (Data Interpretation) ข้อมูลดิบที่ได้รับโดยตรงจากเครื่องมือสำรวจโดยทั่วๆไปยังไม่เป็นประโยชน์ระบบสารสนเทศมากนัก ข้อมูลดิบจะต้องผ่านการแปลข้อมูลเพื่อสร้างความหมายให้แก่ข้อมูล เช่น รูปถ่ายทางอากาศ เป็นแหล่งข้อมูลเชิงรูปภาพแต่ยังขาดการจำแนก (Classification) เพื่อจัดกลุ่มข้อมูล เช่น ชนิดของพืชที่ปกคลุมภูมิประเทศ ชนิดของดินในบริเวณต่างๆ ที่ปรากฏบนรูปถ่าย

8) การบูรณาการข้อมูล (DataIntegration) เป็นขั้นตอนที่จะนำข้อมูลต่างชนิดกันจากแหล่งต่างๆที่ถูกเก็บรวบรวมมานำมาบูรณาการเข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้ความหมายที่สมบูรณ์ขึ้น เช่น การวางซ้อนระหว่างข้อมูลการใช้ที่ดินและข้อมูลชนิดของดิน ข้อมูลทางมลพิษและข้อมูลที่ตั้งของหมู่บ้าน เป็นต้น การบูรณาการข้อมูลทำให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่างๆ ซึ่งจะนำไปสู่ความสามารถที่จะใช้ระบบสารสนเทศในการตอบคำถามทั้งหลายได้ถูกต้องยิ่งขึ้น

2.5.7 การใช้ประโยชน์จากระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ได้เข้ามามีบทบาทในเกือบทุกวงการซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ในงานสายต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) งานด้านธุรกิจ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สามารถช่วยนักวางแผนด้านการตลาดในการมองทะลุไปในกิจกรรมพฤติกรรมการใช้เงิน ตลอดจนประเภทของสินค้าหรือบริการที่ลูกค้าต้องการ ทำให้บริษัท สามารถวางแผนการตลาดหรือการโฆษณาได้ อัตราการแข่งขันของบริษัทคู่แข่งทำให้สามารถมองเห็นการขยายตัวของบริษัทฝ่ายตรงข้าม การพยากรณ์ทิศทางหรือกลยุทธ์ทางการตลาดของคู่แข่ง เพื่อใช้ปรับกลยุทธ์สำหรับองค์กรได้ สำหรับธุรกิจด้านอสังหาริมทรัพย์ในการมองภาพ

เชิงภูมิศาสตร์ ในแง่ของราคาของบ้านและที่ดิน การขยายตัวของเมือง และการมองที่ดินที่ราคากำลังสูงขึ้น หรือกำลังลดลงได้เช่นกัน

2) งานด้านการสื่อสาร เทคโนโลยีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ สามารถนำมาใช้สำรวจการใช้อินเตอร์เน็ตในแต่ละพื้นที่ได้ เช่น ถ้าจำนวนผู้ใช้บริการหนาแน่นมากอาจจะเพิ่มหมายเลขโทรเข้าสำหรับการให้บริการอินเตอร์เน็ต เป็นต้น หรือการให้บริการแผนที่ออนไลน์ ข้อมูลทางภูมิศาสตร์การสำรวจพื้นที่เพื่อวางเครือข่ายของการให้บริการการสื่อสารสำหรับโทรศัพท์มือถือการให้บริการหลังการขายกับลูกค้า โดยการแบ่งพื้นที่ให้บริการตามจำนวนความหนาแน่นของประชากร งานสำรวจความต้องการการใช้บริการของลูกค้าในแต่ละพื้นที่เพื่อขยายการให้บริการ หรือการวางแผนโฆษณา

3) งานด้านการศึกษา เช่น การเก็บข้อมูลประชากรเทียบกับการขยายตัวของตลาดแรงงาน จะทำให้เห็นความต้องการทรัพยากรมนุษย์ของตลาดแรงงาน ทำให้องค์กรการศึกษาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางหรือทิศทางในการผลิตบัณฑิต หรือการวางแผนการบริหารขององค์กรการศึกษา ไม่ว่าจะเป็นระดับรัฐบาล มหาวิทยาลัย วิทยาลัย หรือโรงเรียน แม้กระทั่งการวางแผนขยายวิทยาเขต ผังการจัดพื้นที่ใช้สอย เป็นต้น

4) งานด้านวิศวกรรมศาสตร์ โดยเฉพาะงานด้านวิศวกรรมโยธา เช่น การวางผังเมือง การจัดวางรูปแบบอาคาร การคำนวณหาค่าทางวิศวกรรมศาสตร์ งานสำรวจโยธา

5) งานด้านคมนาคมและโลจิสติกส์ ระบบเครือข่ายการคมนาคม การกระจายการให้บริการคมนาคมขนส่งให้เข้าถึงประชาชนในทุกๆ บริเวณของพื้นที่งานการให้บริการขนส่งสินค้าต่างๆ การขยายงานการให้บริการคมนาคม การวางแผนผังท่าเรือ แผนการเดินเรือ การจัดตู้ขนส่งสินค้า การกระจายจุดเก็บตู้ขนส่งสินค้า การขนถ่ายตู้ขนส่งสินค้า การวางแผนผังท่าอากาศยาน แผนการขึ้นลงของเครื่องบิน การบริหารท่าอากาศยาน การวางแผนการจราจร เป็นต้น

2.5.8 การวิเคราะห์โครงข่าย

การวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) เป็นอีก Extension ของโปรแกรม Arc Map ที่ใช้ในการจัดการงานที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เส้นทางหรือเครือข่ายได้สะดวกมากขึ้น โดยช่วยในการแก้ปัญหาเรื่องเส้นทางการขนส่งจากการใช้ฐานข้อมูล Theme ที่อยู่ในรูปแบบ Shape file ช่วยคำนวณหาเส้นทางที่ดีที่สุดที่จากจุดหนึ่งไปยังจุดอื่นๆ หรือเส้นทางที่ดีที่สุดไปยังเป้าหมายต่างๆได้ เราอาจกำหนดตำแหน่งโดยการใช้วิธีกำหนดตำแหน่งโดยการใช้กำหนดจุดลงบนหน้าจอโดยตรง หรืออาจจะใช้คีย์ตำแหน่งพิกัดลงไปก็ได้ หรือไฟล์ข้อมูลประเภทจุดสถานที่ก็ได้เช่นกัน เราสามารถตัดสินใจให้ความสำคัญกับจุดสถานที่ตั้งเหล่านั้นที่ต้องการไป หรือเราอาจจะใช้ การวิเคราะห์โครงข่ายช่วยค้นหาและลำดับการไปยังจุดต่างๆ

ในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์เส้นทางนั้น เราอาจจะต้องเตรียมแบบจำลองเส้นทางนั้นให้ถูกต้อง โดยจะต้องเตรียมระยะเวลาเฉลี่ยในการเดินทางในเส้นนั้น (Average Travel Times) และกำหนดการเดินทางเดียว (One-way Streets) จุดห้ามการเลี้ยวว (Prohibited turns) ทางด่วนขั้นที่สอง (Overpasses) และทางใต้ดิน (Underpasses) และบริเวณถนนปิดซ่อม (ClosedStreets) เหล่านี้เป็นสิ่งที่ผู้ใช้โปรแกรมจะต้องกำหนด Attribute ของ Theme เส้นทางนั้น โดยมีลักษณะหรือรูปแบบในการทำงานได้หลายอย่างดังนี้

1) ค้นหาเส้นทางการเดินทางที่มีประสิทธิภาพ เป็นการค้นหาเส้นทางที่ดีที่สดุในขณะนั้นจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งหรือหลายๆจุดที่เราต้องการหยุดแวะ หรือเป็นการหาเส้นทางที่ดีที่สุดเพื่อไปให้ผ่านในตำแหน่งสถานที่เป้าหมายต่างๆ หลายๆสถานที่ที่ได้กำหนดไว้ เราสามารถกำหนดตำแหน่งโดยการเลือกตำแหน่งบน Theme ประเภท Point เป็นตัวกำหนดตำแหน่งก็ได้ เราอาจตัดสินใจให้ลำดับความสำคัญแก่สถานที่ที่เราต้องการไปตามลำดับก่อนหลังได้ หรือเราอาจจะใช้ Network Analysis ช่วยและตัดสินใจเลือกสถานที่ที่ควรไปตามลำดับ

2) กำหนดทิศทางการเดินทาง ช่วยให้เราสามารถรายงานผลทิศทางการเดินทางอย่างง่ายๆในรูปแบบ Text เมื่อพิมพ์ ออกหรือบันทึกไว้ใช้อ้างอิงได้สำหรับเส้นทางใดๆ เช่น เส้นทางระหว่างตำแหน่งสถานที่ 2 จุด การหาเส้นทางที่จะต้องผ่านหลายๆแห่งหรือการหาเส้นทางไปยังสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใกล้ที่สุด เราอาจตัดสินใจให้รายงานผลลัพธ์เป็นระยะเวลาที่ใช้ และระยะทางที่ใช้ในการเดินทางอาจจะให้รายงานผลเป็นชื่อถนนในเส้นทางที่จะผ่าน หรือรายงานผลเป็นจุดสำคัญที่จะผ่านในเส้นทาง ในการกำหนดการรายงานผลนี้จะบอกทิศทางการเดินทางได้ แก้ไข และพิมพ์รายงานหรืออาจจะบันทึกไว้อ้างอิงต่อไป

3) กำหนดโดยใช้สิ่งอำนวยความสะดวกหรือยานพาหนะที่ใกล้ที่สุด เป็นการค้นหาสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น โรงพยาบาล สถานีดับเพลิง สถานีตารวจ ฯลฯ ที่ตำแหน่งใดๆที่ใกล้กับจุดหรือพื้นที่ที่ต้องการมากที่สุด โดยการวิเคราะห์โครงข่ายจะวิเคราะห์ได้ว่าสิ่งอำนวยความสะดวกใดที่อยู่ใกล้ที่สุดให้ทราบ และแสดงผลเส้นทางที่ดีที่สุดเพียงแค่กำหนดตำแหน่งที่ต้องการจะไป

4) การค้นหาพื้นที่บริเวณรอบๆ ตำแหน่งที่กำหนด เป็นการหาพื้นที่ให้บริการที่กำหนดขอบเขตของ polygon ล้อมรอบครอบคลุมเส้นทางที่ให้บริการ ทำให้สามารถประเมินจำนวนผู้ได้รับบริการหรือพื้นที่ให้บริการโดยใช้คำสั่ง themeon theme selection บน Arc Map

4.1) โครงข่าย (Network)

โครงข่าย หมายถึงกลุ่มของสิ่งที่มีลักษณะเป็นแนว เป็นโครงข่าย เช่น โครงข่ายท่อส่ง น้ำมัน โครงข่ายเส้นทางรถประจำทาง ฟังก์ชันโครงข่ายนี้ส่วนใหญ่ใช้กับการวิเคราะห์การขนย้ายทรัพยากรธรรมชาติ หรือกลุ่มคนจากที่แห่งหนึ่งไปยังที่อีกแห่งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์หลัก 3 ประการ คือ

- การประมาณการปริมาณของวัตถุที่ขนย้าย ตัวอย่างเช่น สามารถประมาณการณ์ปริมาณของตะกอนที่กระแสน้ำในแม่น้ำพัดพามาในลุ่มน้ำหนึ่งๆ

- การเลือกเส้นทางที่ดีที่สุด ตัวอย่างเช่น การเลือกเส้นทางในกรณีฉุกเฉิน สำหรับรถพยาบาลหรือรถดับเพลิง และการเลือกเส้นทางเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการปฏิบัติงาน การรวบรวมมูลฝอยของเทศบาล การนำจดหมายพัสดุภัณฑ์ไปแจกจ่ายของบุรุษไปรษณีย์ เป็นต้น

- การจัดสรรทรัพยากร ตัวอย่างเช่น การแบ่งพื้นที่ในเขตเมืองออกเป็นเขตๆ เพื่อสามารถรับการบริการได้อย่างรวดเร็วจากสถานีตำรวจและรถดับเพลิง เป็นต้น

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่ามีการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศในการการหาตำแหน่งที่ตั้ง และการใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเพื่อตัดสินใจตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยจึงรวบรวมงานวิจัยต่างๆ มีดังต่อไปนี้

กฤษดา ทองอุดม [1] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดเส้นทางเก็บขยะมูลฝอย กรณีศึกษาเทศบาลตำบลประชาธิปัตย์ จังหวัดปทุมธานี ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ได้ทำการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลในระบบเก็บขยะมูลฝอยของเทศบาลตำบลประชาธิปัตย์ และเสนอวิธีการในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดเส้นทางเก็บขยะมูลฝอย รวมทั้งนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการออกแบบจัดทำฐานข้อมูลและพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับการจัดเส้นทาง โดยมีเป้าหมายของการจัดเส้นทางให้รถแต่ละคันมีพื้นที่ความรับผิดชอบที่สมดุลและมีระยะการเดินทางที่สั้นที่สุด ซึ่งวิธีการศึกษาเริ่มจากการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระบบเก็บขยะมูลฝอย นำมาออกแบบจัดทำฐานข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ จากนั้นกำหนดวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อจัดเส้นทางโดยใช้โปรแกรม ArcView และใช้คำสั่ง Network Analyst ในการจัดเส้นทาง

จักราพงศ์ หาญหิตวรางค์กูล [2] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และ กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ศักยภาพในการจัดตั้งศูนย์ไปรษณีย์ด่วนพิเศษ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มีพื้นที่ศึกษาคือสำนักงานไปรษณีย์เขต 2 ใช้ปัจจัยที่นำมาศึกษาประกอบด้วย 2 ด้านคือ ปัจจัยด้านกายภาพ และปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม ประกอบด้วย ระยะห่างจากถนน การใช้ ประโยชน์ที่ดิน ความหนาแน่นของประชากร ปริมาณงานไปรษณีย์ด่วนพิเศษ เพื่อหาความสำคัญของปัจจัยและนำเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพเป็นรูปแบบของแผนที่โดยใช้โปรแกรม ArcGIS ในการนำเสนอ

ชยกฤต ม้าลาพอง [3] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับการวางแผนการขนส่งมวลชนมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ช่วยในการตัดสินใจสามารถให้สารสนเทศเกี่ยวกับปริมาณและรูปแบบ

การเดินทางของนักศึกษาในแต่ละช่วงเวลา และส่วนที่ช่วยวิเคราะห์ทางด้านโครงข่ายเพื่อหาเส้นทางการเดินทางที่สั้นที่สุด การกำหนดและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาศึกษารูปแบบของข้อมูล และจัดการข้อมูลให้มีความพร้อมสำหรับการดำเนินงาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลที่ต้องใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งต้องการการจัดการที่มีรูปแบบเฉพาะและเพื่อให้การพัฒนาระบบมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ จึงต้องผ่านกระบวนการวิเคราะห์เพื่อกำหนดกรอบของการพัฒนารวมถึงข้อจำกัดต่างๆ ของระบบ การพัฒนาระบบโดยใช้โปรแกรม ArcView เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาส่วนติดต่อกับผู้ใช้ โดยใช้ส่วนขยายของโปรแกรมที่เรียกว่า Dialog Designer และการเขียนโปรแกรมภาษา Avenue ซึ่งเป็น ภาษาเฉพาะตัวของโปรแกรม ArcView ทำให้ได้ระบบต้นแบบเพื่อช่วยในการตัดสินใจ เกี่ยวกับการวางแผนการขนส่งมวลชนมหาวิทยาลัยเชียงใหม่โดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

วราภรณ์ โลหิตปุระ [4] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ในการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้า กรณีศึกษาศูนย์กระจายสินค้าธุรกิจร้านสะดวกซื้อ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เป็นการประยุกต์ใช้กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analytic Hierarchy Process) ในการกำหนดทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าแห่งใหม่เพื่อรองรับปริมาณสินค้าที่เพิ่มขึ้นในอีก 3 ปีข้างหน้า ได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์ปัจจัยเชิงปริมาณและปัจจัยเชิงคุณภาพที่มีผลต่อการเลือกทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าของร้านสะดวกซื้อ ซึ่งงานวิจัยมีการวิเคราะห์ต้นทุนค่าขนส่งของทางเลือกในแต่ละทำเลที่ตั้งมาพิจารณาประกอบการตัดสินใจร่วมด้วย ทางเลือกที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าได้แก่ จังหวัดนครสวรรค์ จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดสุพรรณบุรี ซึ่งพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้ ต้นทุนค่าขนส่ง ต้นทุนการลงทุน แรงงาน ความเสี่ยงน้ าท่วม การเข้าถึงถนน การเข้าถึงลูกค้า และทัศนคติชุมชน ผลการ วิเคราะห์พบว่าทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดซึ่งมีต้นทุนค้าขนส่งที่ต่ำที่สุด คือ จังหวัดนครสวรรค์

สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร [5] ได้เผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับการพัฒนาห่วงโซ่คุณค่า ในเส้นทางการขนส่งโลจิสติกส์ในแนวระเบียงเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตกระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน โดยกำหนดแนวทางในการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทย ควบคู่กับการพัฒนาเชิงพื้นที่ที่มีศักยภาพเพื่อสร้างกิจกรรมทางเศรษฐกิจ โดยแบ่งเป็น 5 งานหลัก ได้แก่ การทบทวนรวบรวมกรอบความร่วมมือ ยุทธศาสตร์ แผนงาน และผลการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง การศึกษากิจกรรมโลจิสติกส์ของสินค้าและบริการหลักตามแนวเส้นทางเศรษฐกิจ การศึกษาสภาพ และระบบขนส่งตามแนวเส้นทางเศรษฐกิจ การพัฒนาโซ่คุณค่าของสินค้าและบริการหลักตามแนว เส้นทางเศรษฐกิจ และการจัดทำแผนพัฒนาเศรษฐกิจ และด้วยงานหลักนี้จึงก่อให้เกิดแนวคิดในการสร้างท่าเรือ โดยเสนอให้อยู่ในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาตอนบน จัดอยู่ในยุทธศาสตร์ในการพัฒนา พื้นที่แนวเศรษฐกิจ คือ ยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบขนส่งเพื่อสนับสนุนการพัฒนาเครือข่ายแนวพื้นที่ ทั้งนี้การพัฒนาโครงข่ายการขนส่งเป็นการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานให้เพียงพอสำหรับรองรับและสนับสนุนผู้ให้บริการโลจิสติกส์สามารถเสนอบริการขนส่งและโลจิสติกส์ที่หลากหลายยิ่งขึ้น

ปาริชาติ อินสว่าง [6] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ทำเลที่ตั้งที่มีศักยภาพเพื่อการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมในจังหวัดราชบุรี ผู้วิจัยสรุปได้ว่า เพื่อศึกษาการกระจายของโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดราชบุรี รวมทั้งวิเคราะห์ทำเลที่ตั้งที่มีศักยภาพเชิงกายภาพ โดยมีหลักเกณฑ์ในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม ได้แก่ แหล่งน้ำ ระยะห่างจากชุมชน เส้นทางคมนาคม พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม และความลาดชันของพื้นที่ และ ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดทำแผนที่เพื่อนำเสนอข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ผลการศึกษา พบว่าการกระจายของโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดราชบุรีส่วนใหญ่ตั้งอยู่บริเวณถนนเพชรเกษม ที่ตั้งของโรงงานเป็นแบบกระจายอยู่ตามริมถนนและบริเวณใกล้แม่น้ำ และมีการรวมกลุ่มของ อุตสาหกรรมในพื้นที่ที่มีเศรษฐกิจดี

ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน [7] ได้เผยแพร่ข้อมูลเกี่ยวกับความเหมาะสมในการจัดตั้งศูนย์บริการขนส่งสินค้าด้วยตู้คอนเทนเนอร์ทางรถไฟ ณ จังหวัดขอนแก่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการขนส่งสินค้าระหว่างศูนย์ขนถ่ายสินค้าทางรถไฟกับการขนส่งสินค้าในจังหวัดใกล้เคียง เพื่อสนับสนุนการเป็นศูนย์ขนถ่ายและกระจายสินค้าของภูมิภาคและระหว่างประเทศ และเชื่อมโยงการค้าการลงทุน และการบริการให้มีประสิทธิภาพและยั่งยืนโดยทำการศึกษาครอบคลุมจังหวัดในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 12 จังหวัด ซึ่งการพิจารณาพื้นที่เหมาะสมในการจัดตั้ง ICD ได้ใช้กระบวนการกลั่นกรองพื้นที่ด้วยวิธี Fuzzy Multiattribute Decision Making (FMADM) ค่าดัชนีรวม (Composite indices) ของทางเลือกของพื้นที่ 10 แห่ง โดยมีปัจจัยทั้งหมด 16 ปัจจัย โดยแบ่งเป็นปัจจัยหลัก 5 ปัจจัยคือ ที่ตั้งและจุดต้นทาง-ปลายทางของสินค้า การเข้าถึงโครงข่ายและขนส่ง สภาพการจราจร ลักษณะการใช้ที่ดิน และระบบสาธารณูปโภคที่มีอยู่

Pandav Chaudhary [8] ได้ทำการวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นในการหาพื้นที่เหมาะสมในการจัดตั้งสถานีดับเพลิง กรณีศึกษากาฐมาณฑุ ประเทศเนปาล ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ได้ใช้ปัจจัยในการศึกษา ได้แก่ ระยะห่างจากถนน การใช้ที่ดิน ระยะห่างจากแม่น้ำ และจำนวนประชากร มาใช้ในการหาพื้นที่เหมาะสมในการสร้างสถานีดับเพลิง โดยแสดงผลในรูปแบบแผนที่พื้นที่เหมาะสมแบ่งเป็น 3 เขต คือเหมาะสมน้อย เหมาะสมปานกลาง และเหมาะสมมาก ซึ่งปัจจัยการใช้ประโยชน์ที่ดินมีค่าความสำคัญสูงที่สุดเท่ากับ 0.034 และพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีพื้นที่ 6.99 ตารางกิโลเมตร คิดเป็นร้อยละ 13.46 ของพื้นที่ทั้งหมด

Mevlut Uyan [9] ได้ ทำการวิจัยเรื่อง ทำเลที่ตั้งฟาร์มแสงอาทิตย์โดยวิธีระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ได้แบ่งปัจจัยที่ใช้ในการศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม และปัจจัยด้านเศรษฐกิจ โดยปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมประกอบด้วยระยะห่างจากที่อยู่อาศัย และการใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่วนปัจจัยด้านเศรษฐกิจประกอบด้วยระยะห่างจากถนน ระยะห่างจากสายส่งพลังงาน และความชัน

ภคินี ดีรัศมี และไพโรจน์ เร้าธนกุล [10] ได้ทำการวิจัยเรื่อง เรื่องแนวคิดในการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการหาทำเลที่ตั้งศูนย์กระจายสินค้าสำหรับสินค้าหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ กรณีศึกษาจังหวัดชลบุรี ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ระบบโลจิสติกส์ถือเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการดำเนินธุรกิจเกือบทุกประเภทในปัจจุบัน การพัฒนาระบบโลจิสติกส์อย่างต่อเนื่องจะช่วยทำให้องค์กรนั้นๆสามารถดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งช่วยลดต้นทุนและตอบสนองต่อความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง ส่วนหนึ่งในการพัฒนาด้านโลจิสติกส์นั้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ได้เข้ามามีบทบาทต่อการพัฒนาเป็นอย่างมาก การแสดงภาพแผนที่ทางภูมิศาสตร์ที่มีระดับความเข้มของสีที่แตกต่างกันตามประเภทของข้อมูลหรือระหว่างชั้นของข้อมูลนั้นร่วมกับการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงบรรยาย เช่น จำนวนประชากร ถนน ตำบล จังหวัด ประเทศฯลฯ ช่วยให้ปัญหาต่างๆ สามารถมองเห็นเป็นภาพซึ่งแสดงความสัมพันธ์กันระหว่างแผนที่กับข้อมูลสารสนเทศได้อย่างชัดเจนขึ้น มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ GIS ในการขับเคลื่อนระบบขนส่งไทย ซึ่งการประยุกต์ใช้ GIS สามารถมาช่วยวิเคราะห์เพื่อหาระยะทางที่สั้นที่สุดและช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจเลือกเส้นทางได้ การนำเสนอแนวคิดในการนาระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) มาประยุกต์ใช้กับงานด้านโลจิสติกส์และข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสินค้า การผลิตและการจัดจำหน่ายของผู้ประกอบการสินค้า OTOP ระดับ 3-5 ดาว พ.ศ. 2549 – 2555 ของจังหวัดชลบุรี เพื่อเพิ่มศักยภาพในด้านการขนส่งและการกระจายสินค้าให้กับผู้ประกอบการสินค้า OTOP โดยการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมนั้นสามารถใช้วิธีวิเคราะห์ได้หลายวิธีด้วยกัน ซึ่งการใช้ GIS เป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถแก้ปัญหาในการเลือกทำเลที่ตั้งที่เหมาะสมได้อย่างมีประสิทธิภาพด้วยเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น เนื่องจาก GIS เป็นระบบสารสนเทศที่แสดงรายละเอียดทางภูมิศาสตร์ มีการแบ่งชั้นการทำงานในแต่ละชั้นข้อมูลที่ชัดเจนทำให้ง่ายต่อการนำไปใช้ ทั้งยังสามารถนำชั้นข้อมูลแต่ละชั้นมาวิเคราะห์ร่วมกันได้ ซึ่งในการแสดงผลเชิงพื้นที่จะเป็นการแสดงแบบจำลองที่เป็นลักษณะภูมิประเทศจริง ได้ทั้งแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ ทำให้เกิดความชัดเจน ความสะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำงาน การจัดระบบฐานข้อมูลที่ดีจะช่วยให้การตัดสินใจมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วรางคณา อดทน [11] ได้ทำการวิจัยเรื่อง เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบการจัดการลำดับงานเส้นทางในการกระจายสินค้าโดยการบูรณาการวิธีฮิวริสติกส์ กับวิเคราะห์โครงข่ายให้ได้ค่าเฉลี่ยอัตราที่ต้องการกระจายสินค้าสูงสุด ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้เป็นจุดเด่นของการวิเคราะห์โครงข่ายที่สามารถทำการวิเคราะห์หาเส้นทางที่สั้นที่สุด หรือใช้เวลาในการเดินทางน้อยที่สุดภายใต้เงื่อนไขของโครงข่ายเส้นทางและจุดเด่นของฮิวริสติกส์ ที่สามารถทำการวิเคราะห์เพื่อจัดลำดับงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับความต้องการของลูกค้าในด้านเวลาซึ่งเป็นเงื่อนไขของงาน โดยได้ทำการประยุกต์วิธีฮิวริสติกส์แบบ mulit-seed points ซึ่งจะหาลำดับที่ดีที่สุด จะมีค่าอัตราเฉลี่ยการกระจายสินค้าสูงสุด ดังนั้นเมื่อนำจุดเด่นของทั้งสองวิธีการมาบูรณาการร่วมกัน จะสามารถช่วยให้เกิดระบบที่สามารถจัดลำดับงานเส้นทางสำหรับการกระจายสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากระบบที่พัฒนาขึ้นกับการจัดเส้นทางเดินรถในรูปแบบเดิม พบว่าผลลัพธ์ที่ได้จากระบบที่พัฒนาขึ้นมีความสามารถสอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริงและมีประสิทธิภาพที่ดีกว่าในด้านความสะดวกรวดเร็ว กระบวนการคิดวิเคราะห์ที่เป็นรูปแบบมาตรฐานและแสดงผลในรูปแบบที่ง่ายต่อ

ความเข้าใจ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในกระบวนการจัดเส้นทางและจัดลำดับงานสำหรับการกระจายสินค้าได้

สุทธิพงษ์ มีใย [12] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์สำหรับการจัดเส้นทางเดินรถขนส่งกระจายสินค้า โดยใช้วิธีฮิวริสติกภายใต้ข้อจำกัดทางด้านความจุของรถบรรทุกและข้อจำกัดของจุดส่งสินค้า ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มีวัตถุประสงค์เพื่อการประหยัดต้นทุนที่ใช้ในการขนส่ง ขั้นตอนการทำวิจัยแบ่งได้ 3 ขั้นตอน คือ 1) รวบรวมข้อมูลที่จำเป็นต่อระบบ เช่น ข้อมูลจุดกระจายสินค้า จุดรับส่งสินค้า ข้อมูลรถขนส่งสินค้าและข้อมูลอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง 2) พัฒนาวิธีการจัดเส้นทางเดินรถโดยใช้วิธีฮิวริสติกและระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ 3) พัฒนาระบบสนับ สนุนการตัดสินใจในการขนส่งโดยให้ผู้ใช้มีส่วนร่วมในการจัดเส้นทางการขนส่ง ผลการวิจัยพบว่า ระบบสนับสนุนการตัดสินใจที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าการจัดเส้นทางด้วยพนักงาน

พัชรพรรณ นันทวิสิทธิ์ และวรพรรณ ทะสุใจ [13] ได้ทำการวิจัยเรื่อง เรื่องประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์สำหรับการค้นหาเส้นทางที่เหมาะสมภายในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มีเงื่อนไขการจราจรเข้ามาเกี่ยวข้องเส้นทางในมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ซึ่งระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์มีความสามารถในการวิเคราะห์ค้นหาเส้นทางที่เหมาะสม วางแผนการเดินทางสำหรับบางช่วงเวลาที่มีการจราจรติดขัด หรือการวางแผนการเดินทางสำหรับคนเดินเท้า โดยเลือกเส้นทางที่สั้นที่สุดได้เป็นอย่างดี

รัฐมนตรี หนูทัศน์ และคณะ [14] ได้ทำการวิจัยเรื่อง ใช้โปรแกรม ArcGIS 9.2 ทำการวิเคราะห์โครงข่ายเส้นทางภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น เพื่อหาเส้นทางที่สั้นที่สุดระหว่างจุดต้นทางและจุดปลายทาง ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ในการวิเคราะห์ได้จำลองข้อจำกัดของการใช้เส้นทางในกรณีเมื่อถนนบางเส้นถูกปิดชั่วคราว โดยไม่ได้จำลองสถานการณ์การกลับรถ ได้หรือยูเทิร์นและการเดินรถในทิศทางเดียวซึ่งเป็นกฎหรือข้อจำกัดการใช้ถนน รวมทั้งไม่ได้จำลองสถานการณ์เพื่อหาเวลาที่ใช้ในการขับรถน้อยที่สุด โดยเฉพาะในเวลาเร่งด่วน

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในบทนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาอธิบายถึงวิธีดำเนินการวิจัย การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี เป็นการศึกษาวิจัยเชิงคุณภาพจากการสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญและนำมาวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ รายละเอียดประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

3.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย
3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

3.1.1 ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างท่าเรือบก การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และศึกษาข้อมูลพื้นที่จังหวัดอุดรธานี

3.1.2 เก็บรวบรวมข้อมูล ซึ่งวิจัยเล่มนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน

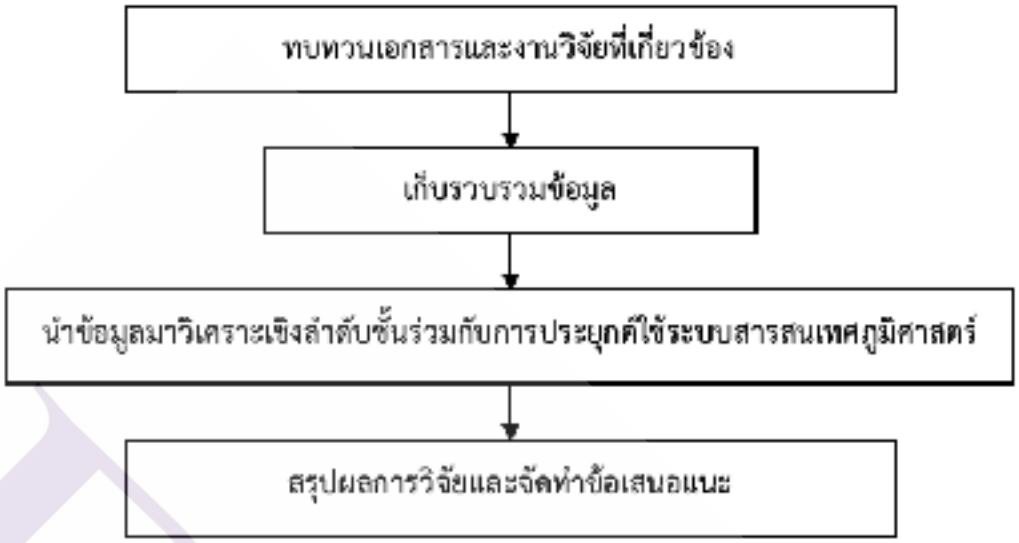
1) ข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่รวบรวมจากแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ เพื่อนำมากำหนดค่าความสำคัญของปัจจัย

2) ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้รวบรวมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพ

3) ข้อมูลภูมิสารสนเทศ เป็นฐานข้อมูลที่ถูกจัดการในรูปแบบสารสนเทศนำมาวิเคราะห์ทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อหาพื้นที่ศักยภาพของการสร้างท่าเรือบก

3.1.3 นำข้อมูลมา วิเคราะเชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

3.1.4 สรุปผลการวิจัยและจัดทำข้อเสนอแนะ



ภาพที่ 3.1 กรอบแสดงขั้นตอนการดำเนินการศึกษาวิจัย

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัย เรื่องการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี เก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลแบบปฐมภูมิ (Primary Data) และข้อมูลแบบทุติยภูมิ (Secondary Data) จำเป็นต้องทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในหลายๆ ส่วนเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ ประกอบด้วย 3 ส่วน โดยแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

3.2.1 ข้อมูลปฐมภูมิ

ข้อมูลจากการกำหนดค่าความสำคัญของปัจจัยด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น โดยการสอบถามผู้เชี่ยวชาญจำนวน 4 ท่าน ได้แก่ หน่วยงานภาครัฐ และหน่วยงานเอกชน

3.2.2 ข้อมูลทุติยภูมิ

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

1) เอกสารต่างๆ ผลงานวิจัย ข้อมูลจากสำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร ข้อมูลจากกรมธนารักษ์ ข้อมูลจากกระทรวงอุตสาหกรรม รวมทั้งข้อมูลจากทางอินเทอร์เน็ต

2) ข้อมูลภูมิสารสนเทศ ข้อมูลที่มีการศึกษาค้นคว้าและได้จัดการข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบสารสนเทศ ทำเป็นฐานข้อมูล เป็นข้อมูลที่ถูกรวบรวมไว้โดยหน่วยงานรัฐและเอกชน โดยการศึกษาครั้งนี้มีข้อมูลสารสนเทศที่นำมาวิเคราะห์หาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี ได้แก่

- ข้อมูลที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม แสดงตำแหน่งที่ตั้งและรายละเอียดของโรงงาน หรือนิคมอุตสาหกรรม ในพื้นที่ศึกษา รวบรวมโดยกระทรวงอุตสาหกรรม

- ข้อมูลภูมิประเทศ แสดงพื้นที่โดยแบ่งตามลักษณะภูมิประเทศ รวบรวมโดยกรมทรัพยากรธรณี

- ข้อมูลถนน เป็นฐานข้อมูลถนนสายหลัก ถนนสายรอง รวบรวมโดยกรมแผนที่ทหาร

- ข้อมูลทางรถไฟ เป็นฐานข้อมูลแสดงเส้นทางรถไฟ รวบรวมโดยกรมแผนที่ทหาร

- ข้อมูลการใช้ที่ดิน เป็นข้อมูลแสดงการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ รวบรวมโดยกรมพัฒนาที่ดิน

- ข้อมูลพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย รวบรวมโดยกรมพัฒนาที่ดิน

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เรื่องการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี เพื่อเชื่อมโยงเครือข่ายการผลิตและระบบคมนาคมขนส่งให้สามารถทำหน้าที่เป็นเส้นทางโลจิสติกส์พัฒนาไปสู่เส้นทางเศรษฐกิจของไทยได้ในอนาคต มีรายละเอียด ดังนี้

3.3.1 แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ

3.3.2 โปรแกรมที่ใช้ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (ArcGIS)

3.3.3 โปรแกรมที่ใช้ระบุตำแหน่งแผนที่ (Google Map)

3.3.4 โปรแกรมที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล

1) Microsoft Excel

2) Microsoft Word

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.1 ปัจจัยที่ใช้ในการศึกษา

วิจัยเล่มนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี ซึ่งประกอบด้วยปัจจัยทั้งหมด 15 ปัจจัย โดยแบ่งออกเป็นปัจจัยหลักจำนวน 3 ปัจจัย ปัจจัยรองจำนวน 5 ปัจจัย และปัจจัยย่อยจำนวน 7 ปัจจัย (ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน, 2547) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1) ปัจจัยหลักด้านกายภาพ ปัจจัยทางกายภาพที่นำมาศึกษาพิจารณาถึงจุดต้นทางถึงปลายทางสินค้าและสภาพภูมิประเทศ เนื่องจากการพัฒนาสร้างท่าเรือบกจำเป็นต้องคำนึงถึงผลประโยชน์และการใช้บริการท่าเรือบก คือ อาศัยจุดต้นทางและปลายทางสินค้าที่ใช้บริการผ่านท่าเรือบก ได้แก่ การพิจารณาตำแหน่งโรงงานผู้ผลิตที่ส่งสินค้าผ่านท่าเรือบกไปยังท่าเรือชายฝั่งเพื่อส่งออก และการพิจารณาด้านลักษณะภูมิประเทศที่เหมาะสมสำหรับการสร้างท่าเรือบก โดยพิจารณาจากระดับความลาดชันของพื้นที่ ซึ่งพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุดควรเป็นพื้นที่ราบ จึงจะสามารถทำการก่อสร้างได้ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุด (พรภัทร อธิวิทวัส และสุวดี ทองสุกปลั่ง, 2549)

2) ปัจจัยหลักด้านคมนาคมขนส่ง ประกอบด้วย ระยะห่างจากถนนสายหลัก สายรอง ระยะห่างจากทางรถไฟ และการเดินทางผ่านย่านศูนย์กลางธุรกิจ (ศูนย์วิจัยและพัฒนาโครงสร้างมูลฐานอย่างยั่งยืน, 2547) เนื่องจากพื้นที่ศักยภาพในสร้างท่าเรือบกจำเป็นต้องมีการเชื่อมโยงระบบคมนาคมทั้งทางถนน ทางราง เพราะรูปแบบการขนส่งสินค้าที่มาจากแหล่งผลิตจำเป็นต้องต้องทำการขนส่งผ่านทางถนนเพื่อมาใช้บริการท่าเรือบก และจากท่าเรือบกจำเป็นต้องทำการขนส่งสินค้าไปยังท่าเรือด้วยรถไฟ จึงจะสามารถทำการก่อสร้างได้ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

3) ปัจจัยหลักด้านผังเมือง เป็นปัจจัยที่ใช้ในออกแบบและการวางแผนพัฒนาพื้นที่ เนื่องจากการพัฒนาสร้างท่าเรือบกนั้นต้องมีการศึกษาออกแบบและวางแผนการใช้ที่ดินทั้งก่อนและหลังสร้างท่าเรือบกเพื่อผลประโยชน์ในระยะยาว ทั้งนี้การพัฒนาพื้นที่สร้างท่าเรือบกจะก่อให้เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจ จำเป็นต้องมีการลงทุนในพื้นที่ใกล้เคียง ทำให้มีอุตสาหกรรมใหม่เกิดขึ้น (ปาริชาติ อินสว่าง , 2550) รวมไปถึงการพัฒนาสู่ความเป็นเมืองในที่สุด ได้แก่ ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินและพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย เป็นต้น จึงจะสามารถทำการก่อสร้างได้ดีและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

จากปัจจัยในด้านต่างๆ ที่นำมาพิจารณาเพื่อศึกษาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบกนั้น ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งประเภทในการพิจารณาออกเป็น 3 ระดับ คือ ปัจจัยหลัก ปัจจัยรอง และปัจจัยย่อย ดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 สรุปปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก

ปัจจัยหลัก	ปัจจัยรอง	ปัจจัยย่อย
ด้านกายภาพ (A1)	จุดต้นทาง-จุดปลายทางสินค้า (B1)	ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม (C1)
	สภาพภูมิประเทศ (B2)	ความลาดชันของพื้นที่ (C2)
ด้านคมนาคมขนส่ง (A2)	การเข้าถึงโครงข่ายระบบขนส่ง (B3)	ระยะห่างจากถนนสายหลัก (C3)
		ระยะห่างจากทางรถไฟ (C4)
	สภาพการจราจร (B4)	การเดินทางผ่านย่านศูนย์กลางธุรกิจ (C5)
ด้านผังเมือง (A3)	ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน (B5)	ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน (C6)
		พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย (C7)

ที่มา : นายชัยวัฒน์ แก้ววิจิตร์, 2554

3.4.2 กำหนดค่าความสำคัญของปัจจัย

1) แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้จัดทำแบบสอบถามการกำหนดค่าความสำคัญของปัจจัยเพื่อนำไปสอบถามผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ ทั้งปัจจัยหลัก ปัจจัยรอง และปัจจัยย่อยรวมทั้งสิ้น 4 ท่านดังนี้

- หน่วยงานภาครัฐ จำนวน 2 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านคมนาคมขนส่งและผู้เชี่ยวชาญด้านผังเมือง โดยเลือกผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และมีความสามารถด้านการวางแผนและนโยบาย
- หน่วยงานเอกชน จำนวน 2 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านคมนาคมขนส่งและผู้เชี่ยวชาญด้านผังเมือง โดยเลือกผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้และมีความสามารถด้านการวางแผนและนโยบาย

โดยใช้ตารางเมตริกซ์วิเคราะห์เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ซึ่งสามารถจัดอยู่ในรูปของเมตริกซ์ ดังตารางที่ 2.9 ในบทที่ 2

2) เปรียบเทียบค่าความสำคัญ โดยการนำคะแนนที่ได้จากแบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญเข้าตารางเปรียบเทียบค่าความสำคัญ เพื่อคำนวณค่าความสำคัญของปัจจัยตามกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น โดยใช้ค่าคะแนน 1-9 ตามรูปแบบการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นของ Thomas L. Saaty (1980) ดังตารางที่ 2.8 ในบทที่ 2

3) ทำการหาสัดส่วนความสอดคล้องในการกำหนดคะแนน เป็นการหาสัดส่วนความสอดคล้องเพื่อตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลโดยค่าสัดส่วนความสอดคล้องที่ได้ต้องไม่เกิน 0.1 จึงสามารถนำไปใช้ได้ หากค่าสัดส่วนความสอดคล้องมากกว่า 0.1 แสดงว่าการกำหนดคะแนนของผู้เชี่ยวชาญไม่เป็นเหตุเป็นผลต่อกัน (Thomas L. Saaty, 2008) ค่าสัดส่วนความสอดคล้องสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$CR = CI / RI$$

เมื่อ CR คือ สัดส่วนความสอดคล้อง
CI คือ ดัชนีความสอดคล้อง
RI คือ ดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง

โดยค่าดัชนีความสอดคล้อง สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$CI = (\lambda_{max} - n) / (n-1)$$

เมื่อ CI คือ ดัชนีความสอดคล้อง
λ_{max} คือ ค่าไอเกนสูงสุด
n คือ จำนวนปัจจัย

ในการศึกษาครั้งนี้ใช้ปัจจัยทั้งหมด 15 ปัจจัย โดยแบ่งเป็นปัจจัยหลัก 3 ปัจจัย ปัจจัยรอง 5 ปัจจัย และปัจจัยย่อยอีก 7 ปัจจัย ทำให้ค่าดัชนีการสุ่มตัวอย่าง (random index) ของปัจจัยมีค่าไม่เท่ากัน (Thomas L. Saaty and Luis G. Vargas, 2001) สามารถเทียบค่าดัชนีจากการสุ่มตัวอย่างของปัจจัยได้จากตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 ค่าดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง

n	RI	n	RI
1	0	6	1.25
2	0	7	1.35
3	0.52	8	1.40
4	0.89	9	1.45
5	1.11	10	1.49

ที่มา: Thomas L. Saaty and Luis G. Vargas. 2001. Models Methods Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process.

4) กำหนดค่าความสำคัญของปัจจัย การกำหนดค่าความสำคัญของปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญหลายท่านต้องคำนวณหาค่าความสำคัญระหว่างปัจจัยเชิงเปรียบเทียบของผู้เชี่ยวชาญทุกท่าน เพื่อได้ผลเป็นค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัย

3.4.3 แบ่งช่วงชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ

การแบ่งช่วงชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ เป็นการกำหนดกลุ่มของข้อมูลที่มีลักษณะใกล้เคียงกันที่มีความแตกต่างกันออกเป็นช่วงชั้น เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้วิจัยต้องการ ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยทำการแบ่งช่วงชั้นข้อมูลเพื่อทำการกำหนดคะแนนความเหมาะสมให้กับข้อมูลภูมิสารสนเทศ มีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1) ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากท่าเรือบกทำหน้าที่เป็นศูนย์รวมและกระจายสินค้าจากแหล่งผลิตไปยังผู้บริโภค ดังนั้นหากมีโรงงานหรืออุตสาหกรรมที่เป็นฐานผลิตตั้งอยู่ใกล้กับท่าเรือบก ก็จะส่งผลให้โรงงานหรืออุตสาหกรรมเหล่านั้นหันมาใช้บริการท่าเรือบกมากขึ้น จึงเป็นทางเลือกในการให้บริการในการขนส่งและเกิดการพัฒนาของภาคการผลิตบริเวณท่าเรือบกในอนาคต โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษารูปแบบการเติบโตของการลงทุนภาคการผลิตจากการพัฒนาท่าเรือแหลมฉบัง เกิดเขตประกอบการนิคมอุตสาหกรรมมีกระจายตัวในรัศมี 75-100 กิโลเมตรจากท่าเรือแหลมฉบัง (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2555) ซึ่งผู้วิจัยได้ทำเขตกันชนจากที่ตั้งโรงงานหรือนิคมอุตสาหกรรมเป็น 5 ระดับ ดังนี้ (นายชัยวัฒน์ แก้ววิจิตร์, 2554)

ระดับที่ 1 ทำเขตกันชนระยะห่างน้อยกว่า 20 กิโลเมตร
ระดับที่ 2 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 20 - 25 กิโลเมตร
ระดับที่ 3 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 25 - 50 กิโลเมตร
ระดับที่ 4 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 50 - 75 กิโลเมตร
ระดับที่ 5 ทำเขตกันชนระยะห่างมากกว่า 75 กิโลเมตร

2) สภาพภูมิประเทศ เนื่องจากลักษณะภูมิประเทศที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับสร้างท่าเรือบก ผู้วิจัยได้พิจารณาจากความลาดชันของสภาพภูมิประเทศ ซึ่งความลาดชันมีผลต่อการพัฒนาพื้นที่ในระยะยาว กล่าวคือพื้นที่ที่มีความลาดชันมากย่อมเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานเมืองในอนาคต อาจเกิดการชะล้างพังทลายของหน้าดินรวมทั้งการปลูกสร้างอาคารต่างๆ ไม่ได้มาตรฐาน เนื่องจากมีผลทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงพื้นที่ ในการพิจารณาเกณฑ์ในการจำแนกความลาดชันได้พิจารณาจากเกณฑ์ทางภูมิสถาปัตยกรรม (พรภัทร อธิวิทวัส และสุวดี ทองสุกปลั่ง, 2549) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ไม่มีความลาดชัน
ระดับที่ 2 ความลาดชันระหว่างร้อยละ 1-5
ระดับที่ 3 ความลาดชันระหว่างร้อยละ 5-10
ระดับที่ 4 ความลาดชันระหว่างร้อยละ 10-15
ระดับที่ 5 ระดับความลาดชันที่มากกว่าร้อยละ 15

3) ระยะห่างจากถนนสายหลัก เนื่องจากการขนส่งทางถนนนั้นเป็นการเชื่อมโยงการขนส่งสินค้าเข้าสู่ท่าเรือบกและเป็นการกระจายสินค้าออกจากท่าเรือบก รวมถึงอำนวยความสะดวกในการเข้าถึงท่าเรือบก หากมีถนนที่เชื่อมต่อกับท่าเรือบกได้ก็จะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการสร้างโครงสร้างพื้นฐานเพื่อเชื่อมต่อการคมนาคมขนส่งระหว่างท่าเรือบก ดังนั้นท่าเรือบกจำเป็นต้องตั้งอยู่ใกล้กับถนน และถนนที่เชื่อมต่อกับท่าเรือบกนั้นจำเป็นต้องเป็นถนนสายหลักและสายรองที่มีขนาดใหญ่ เพราะรถที่ใช้ในการขนส่งส่วนใหญ่นั้นเป็นรถบรรทุกที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก เนื่องจากถ้าเป็นถนนขนาดเล็กอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านการขนส่งและจราจรติดขัด รวมไปถึงอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อสินค้าได้ ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งช่วงชั้นโดยการทำเป็นเขตกันชนจากถนนสายหลักออกเป็นระดับที่แตกต่างกัน (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2558) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้

ระดับที่ 1 ทำเขตกันชนระยะห่างน้อยกว่า 1 กิโลเมตร
ระดับที่ 2 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 1 - 1.5 กิโลเมตร
ระดับที่ 3 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 1.5 - 2 กิโลเมตร
ระดับที่ 4 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 2 - 2.5 กิโลเมตร
ระดับที่ 5 ทำเขตกันชนระยะห่างมากกว่า 2.5 กิโลเมตร

4) ระยะห่างจากทางรถไฟ เนื่องจากท่าเรือบกเป็นการขนส่งสินค้าไปยังท่าเรือชายฝั่งหรือขนส่งสินค้าไปยังประตูการค้าชายแดนด้วยระบบรางรถไฟทางคู่ ดังนั้นท่าเรือบกจำเป็นต้องตั้งอยู่บริเวณที่ใกล้กับระบบรางรถไฟ ซึ่งจะสามารถทำให้ช่วยในเรื่องของค่าใช้จ่ายด้านโครงสร้างพื้นฐานเพื่อเชื่อมโยงการคมนาคมได้มากขึ้น ทำการแบ่งช่วงชั้นโดยการทำเป็นเขตกันชนจากทางรถไฟออกเป็นระดับที่แตกต่างกัน (กรมโยธาธิการและผังเมือง, 2558) โดยแบ่งเป็น 5 ระดับดังนี้

ระดับที่ 1 ทำเขตกันชนระยะห่างน้อยกว่า 1 กิโลเมตร
ระดับที่ 2 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 1 - 1.5 กิโลเมตร
ระดับที่ 3 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 1.5 - 2 กิโลเมตร
ระดับที่ 4 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 2 - 2.5 กิโลเมตร
ระดับที่ 5 ทำเขตกันชนระยะห่างมากกว่า 2.5 กิโลเมตร

5) การเดินทางผ่านย่านศูนย์กลางธุรกิจ เนื่องจากการขนส่งสินค้าไปยังท่าเรือบกเป็นการขนส่งด้วยรถบรรทุกขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก ซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาด้านขนส่งและจราจรติดขัด และกฎหมายการขนส่งเกี่ยวกับรถบรรทุกและน้ำหนักที่อาจส่งผลต่อการใช้บริการท่าเรือบก ดังนั้นท่าเรือบกควรตั้งอยู่ห่างจากทางผ่านศูนย์กลางธุรกิจการค้าใจกลางเมือง รวมไปถึงอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อสินค้าได้ (สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจร, 2555) ทำการแบ่งช่วงชั้นโดยการทำเป็นเขตกันชนจากศูนย์กลางธุรกิจการค้าใจกลางเมืองเป็นระดับที่แตกต่างกัน ดังนี้

ระดับที่ 1 ทำเขตกันชนระยะห่างน้อยกว่า 5 กิโลเมตร
ระดับที่ 2 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 5 - 10 กิโลเมตร
ระดับที่ 3 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 10 - 15 กิโลเมตร
ระดับที่ 4 ทำเขตกันชนระยะห่างระหว่าง 15 - 20 กิโลเมตร
ระดับที่ 5 ทำเขตกันชนระยะห่างมากกว่า 20 กิโลเมตร

6) ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน เนื่องจากเป็นการพิจารณาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมสามารถที่จะทำการพัฒนาเพื่อสร้างท่าเรือบกได้ โดยทำการแบ่งช่วงชั้นในการใช้ประโยชน์ที่ดินประกอบด้วยพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่น้ำ ทั้งนี้การพิจารณาพื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก ควรสร้างในพื้นเกษตรกรรมที่ไม่ตั้งอยู่ในพื้นที่เกษตรชั้นดี และพื้นที่เบ็ดเตล็ด ข้อมูลตามหลักเกณฑ์การจำแนกของกรมพัฒนาที่ดิน (สำนักสำรวจที่ดินและวางแผนการใช้ที่ดิน, 2557) แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (U)
ประเภทที่ 2 พื้นที่เกษตรกรรม (A)
ประเภทที่ 3 พื้นที่เบ็ดเตล็ด (M)
ประเภทที่ 4 พื้นที่ป่าไม้ (F)
ประเภทที่ 5 พื้นที่น้ำ (W)

การให้ค่าคะแนนความเหมาะสมของชั้นข้อมูลประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินในวิจัยเล่มนี้ ผู้วิจัยได้ทำการให้ค่าคะแนนจากการพิจารณาถึงความเป็นไปได้และความเหมาะสมของพื้นที่ในการพัฒนาเพื่อสร้างท่าเรือบกในอนาคต ทั้งนี้ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีความเหมาะสมสูงที่สุด คือพื้นที่เบ็ดเตล็ด เนื่องจากเป็นพื้นที่เอนกประสงค์ที่สามารถปรับปรุงเพื่อรองรับสิ่งปลูกสร้างใหม่ได้ โดยไม่ส่งผลกระทบต่อผู้คนที่อยู่ในชุมชน สิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม รองลงมา คือพื้นที่เกษตรกรรม เนื่องจากพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่มีการแปรสภาพพื้นที่ จากพื้นที่ทั่วไปให้กลายเป็นพื้นที่เกษตรกรรม ดังนั้นพื้นที่ดังกล่าวก็สามารถปรับปรุงพัฒนาให้กลายเป็นพื้นที่เศรษฐกิจได้ ทั้งนี้ต้องไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ดังกล่าว นอกจากนี้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่น ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่น้ำ เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการพัฒนาน้อย เนื่องจากขีดจำกัดในการก่อสร้างส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต สิ่งแวดล้อม และทรัพย์สิน รวมถึงข้อกำหนดทางด้านกฎหมายและอื่นๆ เป็นต้น

7) พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการสร้างท่าเรือบกควรจัดตั้งอยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุทกภัย เพื่อความปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตและทรัพย์สิน โดยทำการแบ่งออกเป็น 2 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 ไม่ใช่พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก

ระดับที่ 2 พื้นที่น้ำท่วมขังไม่เกิน 3 ครั้งในรอบ 10 ปี

การพิจารณาให้ค่าคะแนนของชั้นข้อมูลพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยนั้น มาจากข้อมูลภูมิสารสนเทศที่มีการเก็บข้อมูลในลักษณะเชิงพื้นที่ โดยกรมพัฒนาที่ดินข้อมูลถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือไม่ใช่พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก และพื้นที่น้ำท่วมขังไม่เกิน 3 ครั้งในรอบ 10 ปี ดังนั้นพื้นที่ที่ไม่ใช่พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซากจึงมีค่าคะแนนสูงสุด เนื่องจากมีความเหมาะสมมากที่สุด ส่วนพื้นที่น้ำท่วมขังไม่เกิน 3 ครั้งใน รอบ 10 ปี พิจารณาจากค่าของการเกิดน้ำท่วมขังที่คิดเป็นร้อยละ 30 ของโอกาสในการเกิดน้ำท่วมขัง ซึ่งถือได้ว่ามีความเหมาะสมในระดับเหมาะสมมาก ทั้งนี้การแบ่งช่วงชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศออกเป็นระดับที่แตกต่างกัน เพื่อกำหนดให้ค่าคะแนนของแต่ละช่วงชั้นใช้ในการพิจารณาหาพื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก โดยการวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการกำหนดค่าคะแนนของแต่ละปัจจัยออกเป็น 5 ระดับ ได้แก่ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย และเหมาะสมน้อยที่สุด ดังนี้ (พนกฤษณ คลังบุญครอง และณัฐพจน์ ฝ่ายบุญ, 2557) ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 ช่วงชั้นข้อมูลและค่าคะแนนของชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ

ปัจจัย	ช่วงชั้นข้อมูล	ค่าคะแนน
1. ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม	น้อยกว่า 20 กิโลเมตร	5
	20 - 25 กิโลเมตร	4
	25 - 50 กิโลเมตร	3
	50 - 75 กิโลเมตร	2
	มากกว่า 75 เมตร	1
2. ความลาดชันของพื้นที่	ไม่มีความลาดชัน	5
	ร้อยละ 1-5	4
	ร้อยละ 5-10	3
	ร้อยละ 10-15	2
	มากกว่าร้อยละ 15	1
3. ระยะห่างจากถนน	น้อยกว่า 1 กิโลเมตร	5
	1 - 1.5 กิโลเมตร	4
	1.5 - 2 กิโลเมตร	3
	2 - 2.5 กิโลเมตร	2
	มากกว่า 2.5 กิโลเมตร	1
4. ระยะห่างจากทางรถไฟ	น้อยกว่า 1 กิโลเมตร	5
	1 - 1.5 กิโลเมตร	4
	1.5 - 2 กิโลเมตร	3
	2 - 2.5 กิโลเมตร	2
	มากกว่า 2.5 กิโลเมตร	1

ตารางที่ 3.4 ช่วงชั้นข้อมูลและค่าคะแนนของชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ (ต่อ)

ปัจจัย	ช่วงชั้นข้อมูล	ค่าคะแนน
5. การเดินทางผ่านย่านศูนย์กลางธุรกิจ	น้อยกว่า 5 กิโลเมตร	1
	5 - 10 กิโลเมตร	2
	10 - 15 กิโลเมตร	3
	15 - 20 กิโลเมตร	4
	มากกว่า 20 กิโลเมตร	5
6. ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่เบ็ดเตล็ด	5
	พื้นที่เกษตรกรรม	4
	พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	1
	พื้นที่ป่าไม้	1
	พื้นที่น้ำ	1
7. พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย	ไม่ใช่พื้นที่น้ำท่วมซ้ำซาก	5
	น้ำท่วมขังไม่เกิน 3 ครั้งในรอบ 10 ปี	4

3.4.4 กระบวนการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1) นำค่าความสำคัญของปัจจัยที่คำนวณได้จากการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น เข้าสู่กระบวนการทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับค่าความเหมาะสมของแต่ละชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ และทำการซ้อนทับของแต่ละปัจจัย จะได้เป็นข้อมูลพื้นที่ที่จะมีคะแนนความเหมาะสมที่แตกต่างกัน พื้นที่ที่มีคะแนนความเหมาะสมสูงที่สุด คือ พื้นที่ที่นำมาคัดกรองเพื่อหาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก สามารถคำนวณได้ตามสมการ ดังต่อไปนี้ (นายชัยวัฒน์ แก้ววิจิตร์, 2554)

คำอธิบายสัญลักษณ์

M คือ ปัจจัยหลัก

Mi คือ ค่าความสำคัญปัจจัยหลักที่ i โดยที่

i = { 1 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยหลักด้านกายภาพ
2 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยหลักด้านคมนาคมขนส่ง
3 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยหลักด้านผังเมือง

N คือ ปัจจัยรอง

Ni คือ ค่าความสำคัญปัจจัยรองที่ i โดยที่

i = { 1 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยจุดต้นทางและปลายทางสินค้า
2 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยสภาพภูมิประเทศ
3 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยการเข้าถึงโครงข่ายระบบขนส่ง
4 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยสภาพการจราจร
5 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน

S คือ ปัจจัยย่อย

Si คือ ค่าความสำคัญปัจจัยย่อยที่ i โดยที่

i = { 1 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม
2 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยความลาดชันของพื้นที่
3 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยระยะห่างจากถนนสายหลัก
4 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยระยะห่างจากทางรถไฟ
5 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยการเดินทางผ่านย่านศูนย์กลางธุรกิจ
6 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน
7 ; ค่าความสำคัญของปัจจัยพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

SRi คือ ค่าคะแนนชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศของปัจจัยย่อยที่ i โดยมีค่าตั้งแต่ 1 - 5

พื้นที่เหมาะสม = ผลรวมคะแนนปัจจัยด้านกายภาพ + ผลรวมคะแนนปัจจัยด้านคมนาคมขนส่ง + ผลรวมคะแนนปัจจัยด้านผังเมือง

โดยที่ ผลรวมคะแนนปัจจัยด้านกายภาพ = M1 [(N1 x (S1SR1)] + [N2 x (S2SR2)]

ผลรวมคะแนนปัจจัยด้านคมนาคมขนส่ง = M2 [(N3 x (S3SR3) + (S4SR4)] + [N4 x (S5SR5)]

ผลรวมคะแนนปัจจัยด้านผังเมือง = M3 [N5 x (S6SR6 + S7SR7)]

3.4.5 คัดกรองพื้นที่ศักยภาพ เนื่องจากได้พื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานีแล้ว จึงทำการคัดกรองพื้นที่ศักยภาพด้วยการวิเคราะห์ปัจจัยด้านขนาดของพื้นที่ ราคาที่ดิน ขนาดประชากร การขยายตัวของพื้นที่รอบข้างในอนาคต เพื่อหาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบกจังหวัดอุดรธานี

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี บทนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ทั้งข้อมูลปฐมภูมิและทุติยภูมิ เพื่อนำมาวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น และนำเข้าข้อมูลสู่ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม ArcGIS มาคำนวณค่าปัจจัยร่วมด้วย ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

4.1 หาค่าความสำคัญของปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

4.2 วิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสม

4.3 คัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

4.1 หาค่าความสำคัญของปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

การศึกษาด้วยกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ผู้วิจัยได้กำหนดปัจจัยทั้งหมด 15 ปัจจัยซึ่งปัจจัยดังกล่าว ได้กำหนดค่าคะแนนเปรียบเทียบระหว่างปัจจัย โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการขนส่งและด้านผังเมือง ทั้งภาครัฐและเอกชน จำนวน 4 ท่าน ซึ่งการกำหนดคะแนนเปรียบเทียบระหว่างปัจจัยของผู้เชี่ยวชาญนั้น จำเป็นต้องทำการตรวจสอบความเป็นเหตุเป็นผลของการให้คะแนน โดยการหาค่าสัดส่วนความสอดคล้อง เป็นดังต่อไปนี้

4.1.1 การหาค่าสัดส่วนความสอดคล้องการให้คะแนนแต่ละปัจจัย

การหาค่าสัดส่วนความสอดคล้องของการให้ค่าคะแนนแต่ละปัจจัยของผู้เชี่ยวชาญแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มปัจจัยหลัก กลุ่มปัจจัยรอง และกลุ่มปัจจัยย่อย โดยผู้วิจัยได้ทำการแสดงตัวอย่างการคำนวณของผู้เชี่ยวชาญด้านคมนาคมขนส่งจากหน่วยงานเอกชนของกลุ่มปัจจัยหลัก มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) ทำการรวมคะแนนของปัจจัยแต่ละแถวในแนวตั้ง ยกตัวอย่างเช่น

แถวด้านกายภาย ได้แก่ 1 + 4 + 1 = 6

แถวด้านคมนาคมขนส่ง ได้แก่ 0.25 + 1 + 0.33 = 1.58

แถวด้านผังเมือง ได้แก่ 1 + 3 + 1 = 5

แสดงดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ขั้นตอนการรวมค่าคะแนนของปัจจัย

ปัจจัย	ด้านกายภาพ	ด้านคมนาคมขนส่ง	ด้านผังเมือง
ด้านกายภาพ	1	0.25	1
ด้านคมนาคมขนส่ง	4	1	3
ด้านผังเมือง	1	0.33	1
ผลรวม	**6**	**1.58**	**5**

2) นำคะแนนที่ผู้เชี่ยวชาญกำหนด หารด้วยผลรวมของแต่ละแถวในแนวตั้ง ยกตัวอย่างเช่น

แถวด้านกายภาย ได้แก่ 1/6 = 0.17, 0.25/1.58 = 0.18 และ 1/5 = 0.25

แถวด้านคมนาคมขนส่ง ได้แก่ 4/6 = 0.67, 1/1.58 = 0.63 และ 3/5 = 0.60

แถวด้านผังเมือง ได้แก่ 1/6 = 0.17, 0.25/1.58 = 0.21 และ 1/5 = 0.20

หลังจากนั้นทำการรวมผลคะแนนในแนวนอน แล้วจึงนำค่าที่ได้หารด้วยจำนวนปัจจัย ข้อมูลที่ผู้วิจัยยกตัวอย่างมี 3 ปัจจัย ผลที่ได้คือค่าความสำคัญของปัจจัย แสดงดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ขั้นตอนคำนวณค่าความสำคัญ

ปัจจัย	ด้านกายภาพ	ด้านคมนาคมขนส่ง	ด้านผังเมือง	ผลรวม	ค่าความสำคัญ
ด้านกายภาพ	0.17	0.16	0.20	**0.52**	**0.6**
ด้านคมนาคมขนส่ง	0.67	0.63	0.60	**1.90**	**0.63**
ด้านผังเมือง	0.17	0.21	0.20	**0.19**	**0.19**
รวม	**1**	**1**	**1**	**3**	**1**

3) ทำการหาค่าสัดส่วนความสอดคล้อง จากสมการ CR = CI/RI โดยค่า CI หรือดัชนีความสอดคล้อง คำนวณจากสูตร CI = $\lambda_{(max} - n) / (n-1)$ จึงต้องทำการหาค่า λ_{max} หรือ ไอเกนสูงสุด โดยการนำค่าความสำคัญของปัจจัยที่ได้มาหารค่าคะแนนในแต่ละเมตริกซ์แล้วรวมผลในแนวนอน และหาค่าไอเกนสูงสุดได้จากผลรวมแต่ละแถว แสดงดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ขั้นตอนคำนวณหาค่าไอเกนสูงสุด

ปัจจัย	ด้านกายภาพ	ด้านคมนาคมขนส่ง	ด้านผังเมือง	ผลรวม
ด้านกายภาพ	0.17	0.70	0.17	**1.05**
ด้านคมนาคมขนส่ง	0.16	0.63	0.21	**1.00**
ด้านผังเมือง	0.19	0.58	0.19	**0.96**
ค่าไอเกนสูงสุด (λ_{max})				**3.01**

ดังนั้น ดัชนีความสอดคล้องของกลุ่มปัจจัยหลัก จากสูตร CI = λ_{max} – n) / (n-1) มีค่าเท่ากับ (3.01 - 3) / 2 = 0.005 และค่า RI สามารถดูได้จากตารางดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง ซึ่งเมตริกซ์จำนวน 3 ปัจจัย ค่า RI จะเท่ากับ 0.52 เมื่อนำค่า CI และ RI ที่ได้มาแทนค่าในสมการจะได้ค่าสัดส่วนความสอดคล้องเท่ากับ 0.005/0.52 = 0.009 และเมื่อค่าสัดส่วนความสอดคล้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 แสดงว่าการกำหนดคะแนนของผู้เชี่ยวชาญเป็นเหตุเป็นผล สามารถนำไปคำนวณค่าความสำคัญโดยผู้เชี่ยวชาญหลายท่านต่อไปได้

4.1.2 การคำนวณค่าความสำคัญโดยผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน

การคำนวณค่าความสำคัญของปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน ทำได้โดยนำค่าความสำคัญของปัจจัยที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน ที่ได้กำหนดไว้เข้าสู่ตารางเปรียบเทียบระหว่างปัจจัย จากนั้นทำการคำนวณหาผลรวมของค่าความสำคัญของปัจจัยของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน แล้วหารด้วยจำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด ซึ่งวิจัยนี้มีจำนวนผู้เชี่ยวชาญ 4 ท่าน จึงมีค่าเท่ากับ 4 จะได้ค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน และการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการแบ่งปัจจัยออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนั้นเมื่อทำการคำนวณค่าความสำคัญโดยผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน ผลรวมของค่าความสำคัญทุกปัจจัยที่ได้จะต้องมีค่าเท่ากับ 3 ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สรุปค่าความสำคัญของปัจจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ

สัญลักษณ์	ปัจจัย	หน่วยงานรัฐ		หน่วยงานเอกชน		ผลรวม	ค่าความสำคัญ
		ด้านคมนาคมขนส่ง	ด้านผังเมือง	ด้านคมนาคมขนส่ง	ด้านผังเมือง		
A1	ด้านกายภาพ	0.09	0.62	0.17	0.12	1	0.25
A2	ด้านคมนาคมขนส่ง	0.71	0.28	0.63	0.32	1.94	0.49
A3	ด้านผังเมือง	0.20	0.10	0.19	0.56	1.05	0.26
B1	จุดต้นทาง-ปลายทางสินค้า	0.42	0.38	0.53	0.39	1.72	0.43
B2	สภาพภูมิประเทศ	0.07	0.12	0.14	0.11	0.44	0.11
B3	การเข้าถึงโครงข่ายระบบขนส่ง	0.51	0.50	0.33	0.49	1.83	0.46
B4	สภาพการจราจร	0.31	0.35	0.17	0.24	1.07	0.27
B5	ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.11	0.18	0.14	0.11	0.54	0.14
C1	ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม	0.05	0.08	0.04	0.03	0.2	0.05
C2	ความลาดชันของพื้นที่	0.16	0.09	0.13	0.18	0.56	0.14
C3	ระยะห่างจากถนนสายหลัก	0.06	0.04	0.05	0.04	0.19	0.05
C4	ระยะห่างจากทางรถไฟ	0.03	0.04	0.06	0.06	0.19	0.05
C5	การเดินทางผ่านย่านธุรกิจ	0.19	0.21	0.09	0.17	0.66	0.17
C6	ประเภทการใช้ที่ดิน	0.27	0.27	0.32	0.24	1.1	0.28
C7	พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย	0.23	0.27	0.32	0.28	1.1	0.28

ผู้วิจัยได้พิจารณาค่าความสำคัญของปัจจัย พบว่าค่าความสำคัญของปัจจัยในแต่ละกลุ่มนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป มีค่าความสำคัญสูงสุดในกลุ่มอยู่ที่ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยด้านคมนาคมขนส่ง ซึ่งมีความสำคัญเท่ากับ 0.49 รองลงมา คือ ปัจจัยด้านผังเมืองที่มีค่าความสำคัญเท่ากับ 0.26 และปัจจัยลำดับสุดท้าย คือ ปัจจัยด้านกายภาพที่มีค่าความสำคัญเท่ากับ 0.25 ซึ่งมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่วนในกลุ่มปัจจัยรองเป็นปัจจัยที่มีค่าความสำคัญสูงสุด คือ ปัจจัยการเข้าถึงโครงข่ายระบบขนส่งซึ่งมีค่าความสำคัญเท่ากับ 0.46 และในกลุ่มปัจจัยย่อยเป็นปัจจัยพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีค่าความสำคัญสูงสุดเท่ากับ 0.28 เท่ากัน ทั้งนี้เมื่อทำการพิจารณาความสำคัญสูงสุดของแต่ละกลุ่ม ผู้วิจัยพบว่าในกลุ่มปัจจัยหลักและปัจจัยรองนั้น ค่าความสำคัญของปัจจัยที่มีค่าสูงสุดอยู่ในกลุ่มปัจจัยด้านคมนาคมขนส่ง โดยจากการให้ค่าคะแนนของปัจจัยของผู้เชี่ยวชาญซึ่งเปรียบเทียบกับค่าความสำคัญของปัจจัยในลักษณะของภาพรวมของการพัฒนาสร้างท่าเรือบก ที่มีความเกี่ยวข้องกับการคมนาคมขนส่งและโครงสร้างพื้นฐานนั้น ทำให้ค่าคะแนนของปัจจัยในด้านคมนาคมขนส่งมีค่าความสำคัญสูงกว่าปัจจัยด้านอื่นๆ ต่างจากการพิจารณาในกลุ่มของปัจจัยย่อยที่ผู้เชี่ยวชาญให้ค่าคะแนนของปัจจัยในด้านผังเมืองมีค่าความสำคัญสูงกว่าด้านอื่นๆ เนื่องจากการพิจารณาถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ศักยภาพในการพัฒนาสร้างท่าเรือบก สรุปค่าความสำคัญของปัจจัยได้ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 สรุปค่าความสำคัญของปัจจัยที่ศึกษา

ปัจจัยหลัก	ค่าความสำคัญ	ปัจจัยรอง	ค่าความสำคัญ	ปัจจัยย่อย	ค่าความสำคัญ
ด้านกายภาพ	0.25	จุดต้นทางและปลายทางสินค้า	0.43	ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม	0.05
		สภาพภูมิประเทศ	0.11	ความลาดชัน	0.14
ด้านคมนาคมขนส่ง	0.49	การเข้าถึงโครงข่ายระบบขนส่ง	0.46	ระยะห่างจากถนนสายหลัก	0.05
				ระยะห่างจากทางรถไฟ	0.05
		สภาพการจราจร	0.27	การเดินทางผ่านย่านศูนย์กลางธุรกิจ	0.17
ด้านผังเมือง	0.26	ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.14	ประเภทการใช้ที่ดิน	0.28
				พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย	0.28

4.2 วิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อหาพื้นที่เหมาะสม

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำค่าความสำคัญของปัจจัยที่ศึกษาซึ่งได้จากการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเข้ามาวิเคราะห์ร่วมกับค่าความเหมาะสมของชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อทำการหาพื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก เพื่อนำไปสู่การคัดกรองพื้นที่ศักยภาพ โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.2.1 การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ เป็นการนำค่าความสำคัญของปัจจัยที่ศึกษาเข้ามาวิเคราะห์ร่วมกับค่าความเหมาะสมของชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ โดยจำนวนชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศจะมีลักษณะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ของปัจจัยย่อย มีทั้งหมด 7 ปัจจัย ซึ่งในขั้นตอนการวิเคราะห์จะทำโดยการวิเคราะห์เรียงจากค่าความสำคัญของปัจจัยในปัจจัยหลัก ปัจจัยรอง และปัจจัยย่อยตามลำดับ โดยผู้วิจัยได้ทำการคำนวณค่าความสำคัญร่วมกับค่าความเหมาะสมของขั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศภายในกลุ่ม และผลรวมของแต่ละกลุ่มปัจจัยที่ได้ที่มีค่าสูงสุด คือ พื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก โดยในตารางที่ 4.6, 4.7 และ 4.8 แสดงให้เห็นถึงขั้นตอนการคำนวณในกลุ่มปัจจัยทั้งด้านกายภาพ ด้านคมนาคมขนส่ง และด้านผังเมืองตามลำดับ ซึ่งผู้วิจัยกำหนดให้ค่าความเหมาะสมของชั้นข้อมูลมีค่าสูงสุดคือ 5 ร่วมกับค่าความสำคัญของปัจจัยที่ศึกษา คำนวณได้ดังนี้

ตารางที่ 4.6 คำนวณผลรวมปัจจัยหลักด้านกายภาพ

ปัจจัยหลัก	ค่าความสำคัญ	ปัจจัยรอง	ค่าความสำคัญ	ปัจจัยย่อย	ค่าความสำคัญ
ด้านกายภาพ	0.25	จุดต้นทางและปลายทางสินค้า	0.43	ระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม	0.05
		สภาพภูมิประเทศ	0.11	ความลาดชัน	0.14

ผลรวมของปัจจัยหลักด้านกายภาพ = M1 [N1 x (S1SR1)] + [N2 x (S2SR2)]

= 0.25 x [0.43 x (5 x 0.05)] + [0.11 x (5 x 0.14)]

= 0.25 x [0.1075 + 0.077]

= 0.25 x 0.1845

= 0.046125

ตารางที่ 4.7 คำนวณผลรวมปัจจัยหลักด้านคมนาคมขนส่ง

ปัจจัยหลัก	ค่าความสำคัญ	ปัจจัยรอง	ค่าความสำคัญ	ปัจจัยย่อย	ค่าความสำคัญ
ด้านคมนาคมขนส่ง	0.49	การเข้าถึงโครงข่ายระบบขนส่ง	0.46	ระยะห่างจากถนนสายหลัก	0.05
				ระยะห่างจากทางรถไฟ	0.05
		สภาพการจราจร	0.27	การเดินทางผ่านย่านศูนย์กลางธุรกิจ	0.17

ผลรวมของปัจจัยหลักด้านคมนาคมขนส่ง = M2 [(N3 x (S3SR3) + (S4SR4)] + [N4 x (S5SR5)]

= 0.49 x [(5 x 0.05) + (5 x 0.05)] x 0.46] + [(5 x 0.17) x 0.27]

= 0.49 x [0.2173125 + 0.2206875]

= 0.49 x 0.438

= 0.21462

ตารางที่ 4.8 คำนวณผลรวมปัจจัยหลักด้านผังเมือง

ปัจจัยหลัก	ค่าความสำคัญ	ปัจจัยรอง	ค่าความสำคัญ	ปัจจัยย่อย	ค่าความสำคัญ
ด้านผังเมือง	0.26	ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน	0.14	ประเภทการใช้ที่ดิน	0.28
				พื้นที่เสี่ยงอุทกภัย	0.28

ผลรวมของปัจจัยหลักด้านผังเมือง = M3 [N5 x (S6SR6 + S7SR7)]

= 0.26 x [((5 x 0.28)) + ((5 x 0.28)) x 0.14]

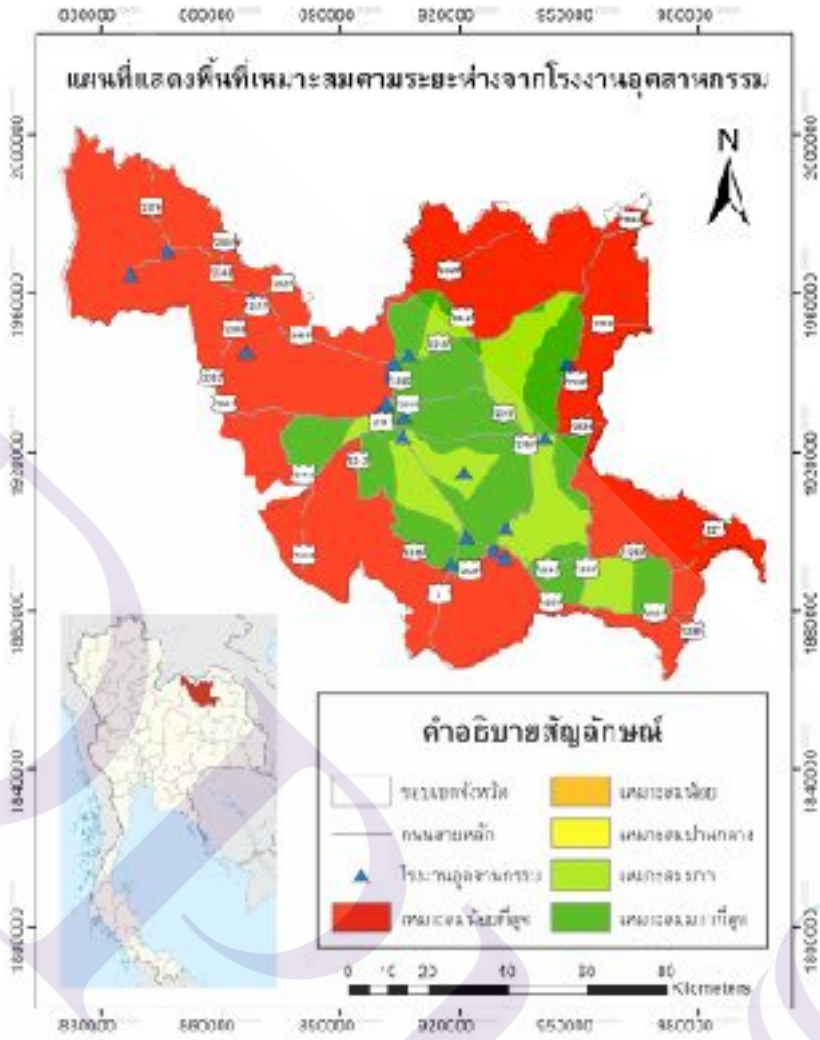
= 0.26 x [2.75 x 0.37125]

= 0.25 x 1.0209375

= 0.255234375

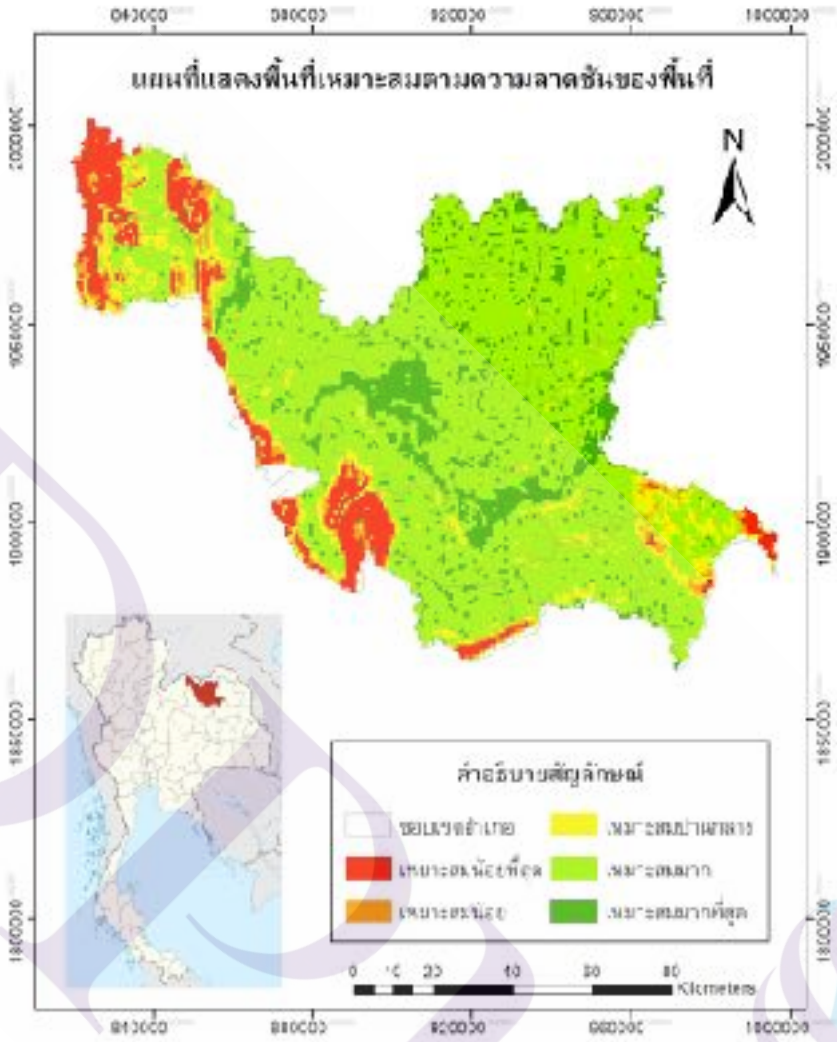
เมื่อนำผลรวมของปัจจัยหลักทั้ง 3 ปัจจัยที่ได้จากสมการข้างต้นเข้ามาทำการวิเคราะห์ร่วมกับค่าความเหมาะสมของชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการเตรียมหาข้อมูลสารสนเทศจากแหล่งต่างๆ ซึ่งได้อธิบายไว้ในบทที่ 3 จึงนำข้อมูลที่ได้มาทำเป็นข้อมูลสารสนเทศของแต่ละปัจจัยย่อยทั้ง 7 ปัจจัย นำมาจำแนกหาค่าความเหมาะสมทั้ง 5 ระดับและทำการซ้อนทับข้อมูลของแต่ละปัจจัย ซึ่งผลที่ได้จะเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ที่มีความเหมาะสมที่มีค่าแตกต่างกันตามลักษณะของชั้นข้อมูลนั้นๆ จะสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ดังแผนที่ต่อไปนี้

1) พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศของโรงงานอุตสาหกรรมในจังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยได้ทำการจัดหาข้อมูลดังกล่าวให้สอดคล้องและสามารถวิเคราะห์ได้ดีเพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำมากขึ้น โดยการระบุหาตำแหน่งของกลุ่มโรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกันโดยใช้โปรแกรม Google Map ร่วมกับนำข้อมูลปฐมภูมิที่ได้จากกรมอุตสาหกรรมมาใช้ในการระบุตำแหน่งที่ตั้งโรงงานอุตสาหกรรม หลังจากนั้นนำเข้าข้อมูลภูมิสารสนเทศด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดระดับความเหมาะสมของชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่ตามระดับความเหมาะสมออกได้เป็น 5 ระดับ ผู้วิจัยพบว่าเป็นพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีพื้นที่ 2,678.22 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมมาก มีพื้นที่ 2,321.78 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมปานกลางมีพื้นที่ 6.96 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมน้อยมีพื้นที่ 0.31 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่เหมาะสมน้อยที่สุดมีพื้นที่ 6,723.03 ตารางกิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 4.1



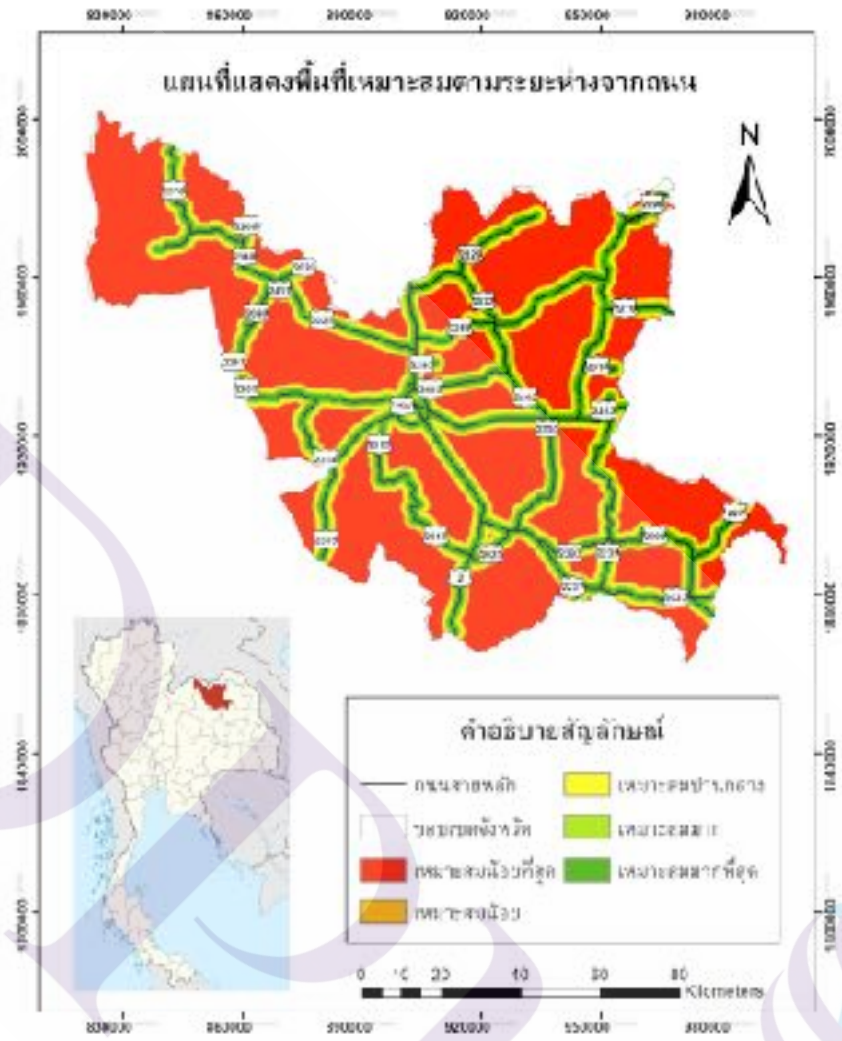
ภาพที่ 4.1 พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม

2) พื้นที่เหมาะสมตามความลาดชันของพื้นที่ เนื่องจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศของความลาดชันในจังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยได้ทำการจัดหาข้อมูลดังกล่าวจากกรมทรัพยากรธรณีเพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำมากขึ้นจึงทำการซ้อนทับข้อมูลของชั้นข้อมูลเส้นชั้นความสูง (Contour Line) และจุดความสูง (Spot Height) ในการนำเข้าครั้งแรก ผลลัพธ์จะได้ความลาดชันของพื้นที่จังหวัดอุดรธานี ซึ่งผู้วิจัยพบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดอุดรธานีมีความลาดชันอยู่ในระดับร้อยละ 1-5 ทำให้พื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากมีพื้นที่ 9,211 ตารางกิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 4.2



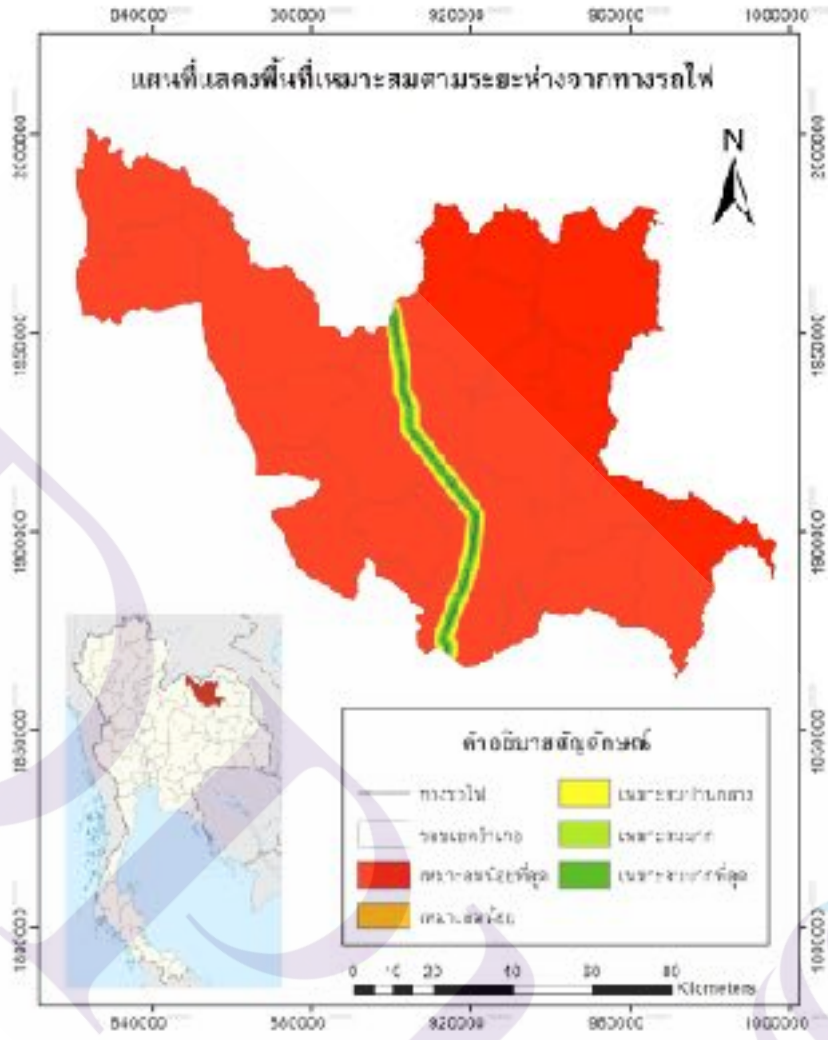
ภาพที่ 4.2 พื้นที่เหมาะสมตามความลาดชันของพื้นที่

3) พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากถนน เนื่องจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศของถนนสายหลักและสายรองในจังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยได้ทำการจัดหาข้อมูลดังกล่าวจากกรมแผนที่ทหารเพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำมากขึ้น จึงแบ่งพื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากถนน โดยใช้วิธีการทำพื้นที่กันชนออกจากถนนแบ่งพื้นที่ตามระดับความเหมาะสมออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีพื้นที่ 2,236.38 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมมากมีพื้นที่ 1,551.39 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมปานกลางมีพื้นที่ 1,513.19 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมน้อยมีพื้นที่ 1,477.10 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่เหมาะสมน้อยที่สุดมีพื้นที่ 4,952.23 ตารางกิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากถนน

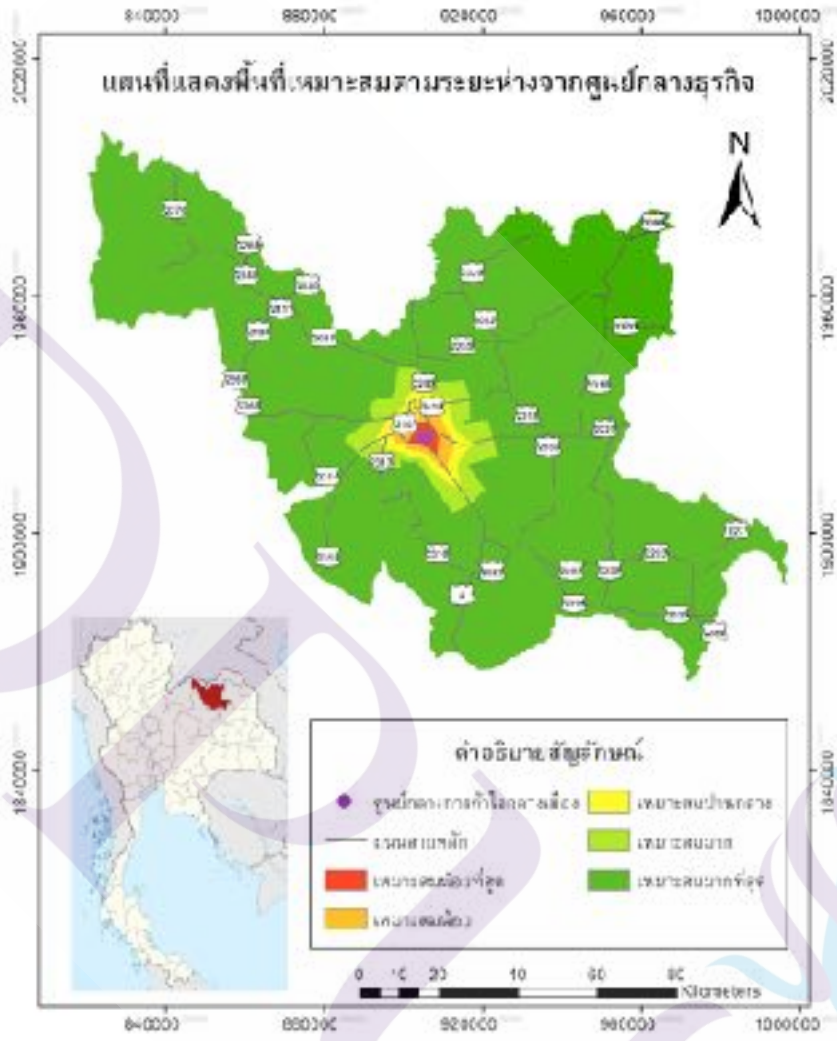
4) พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากทางรถไฟ เนื่องจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศของทางรถไฟในจังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยได้ทำการจัดหาข้อมูลดังกล่าวจากกรมแผนที่ทหารเพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำมากขึ้น จึงแบ่งพื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากทางรถไฟ โดยใช้วิธีการทำพื้นที่กันชนออกจากทางรถไฟแบ่งพื้นที่ตามระดับความเหมาะสมออกเป็น 5 ระดับ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีพื้นที่ 1,173.52 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมมากมีพื้นที่ 585.74 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมปานกลางมีพื้นที่ 584.45 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมน้อยมีพื้นที่ 586.88 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่เหมาะสมน้อยที่สุดมีพื้นที่ 8,799.71 ตารางกิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากทางรถไฟ

5) พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากศูนย์กลางธุรกิจ เนื่องจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศของศูนย์กลางธุรกิจในจังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยได้ทำการจัดหาข้อมูลดังกล่าวจากกรมแผนที่ทหารเพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำมากขึ้น โดยการระบุหาตำแหน่งของศูนย์กลางธุรกิจโดยใช้โปรแกรม Google Map หลังจากนั้นนำเข้าข้อมูลภูมิสารสนเทศด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดระดับความเหมาะสมของชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์โครงข่าย (Network Analysis) ซึ่งสามารถแบ่งพื้นที่ตามระดับความเหมาะสมออกได้เป็น 5 ระดับ ผู้วิจัยพบว่าจากศูนย์กลางธุรกิจไปตามโครงข่ายถนนทางหลวงเป็นพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีพื้นที่ 8,362.76 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมมากมีพื้นที่ 1,661.19 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมปานกลางมีพื้นที่

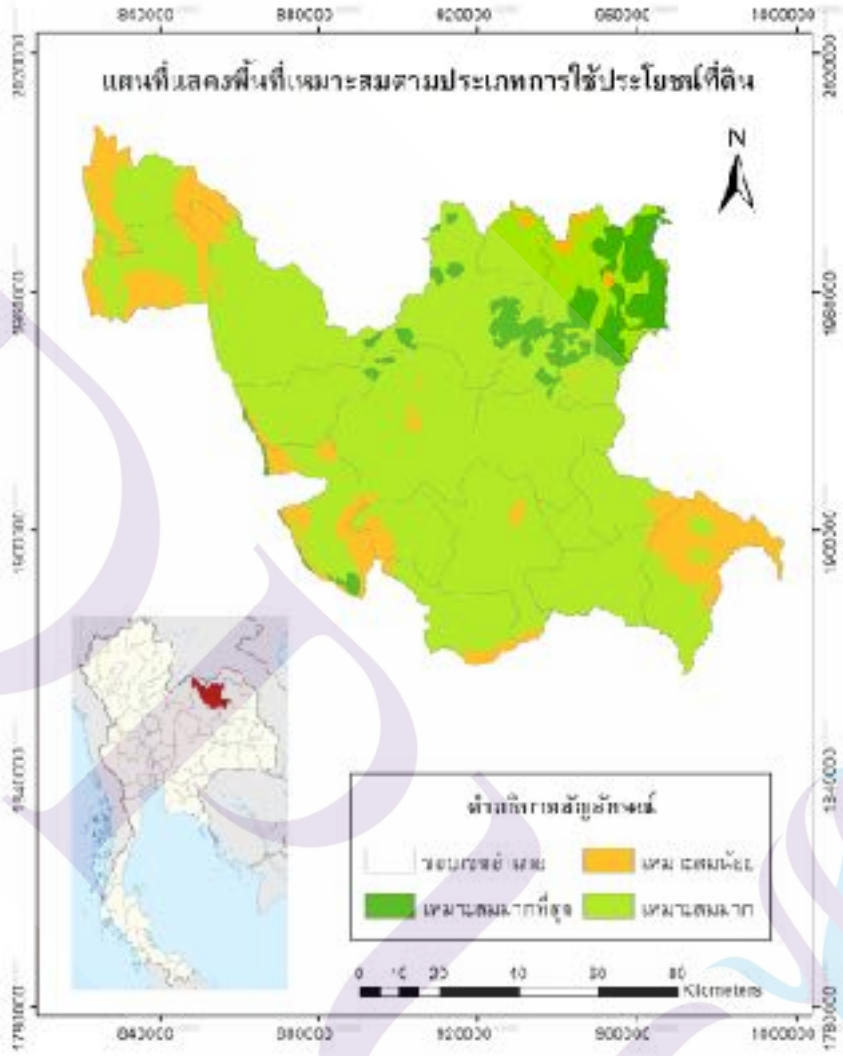
580.77 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมน้อยมีพื้นที่ 590.13 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่เหมาะสมน้อยที่สุดมีพื้นที่ 535.45 ตารางกิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากศูนย์กลางธุรกิจ

6) พื้นที่เหมาะสมตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน เนื่องจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศของการใช้ประโยชน์ที่ดินในจังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยได้ทำการจัดหาข้อมูลดังกล่าวจากกรมพัฒนาที่ดินเพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำมากขึ้น โดยลักษณะของพื้นที่เหมาะสมตามประเภทการใช้ที่ดินสามารถแบ่งตามประเภทการใช้ที่ดิน ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่น้ำ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าพื้นที่เหมาะสมแบ่งตามประเภทการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ของจังหวัดอุดรธานี เป็นพื้นที่เหมาะสมมากมีพื้นที่ 7,834.63 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมน้อยมีพื้นที่ 1,241.80 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีพื้นที่ 839.21 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

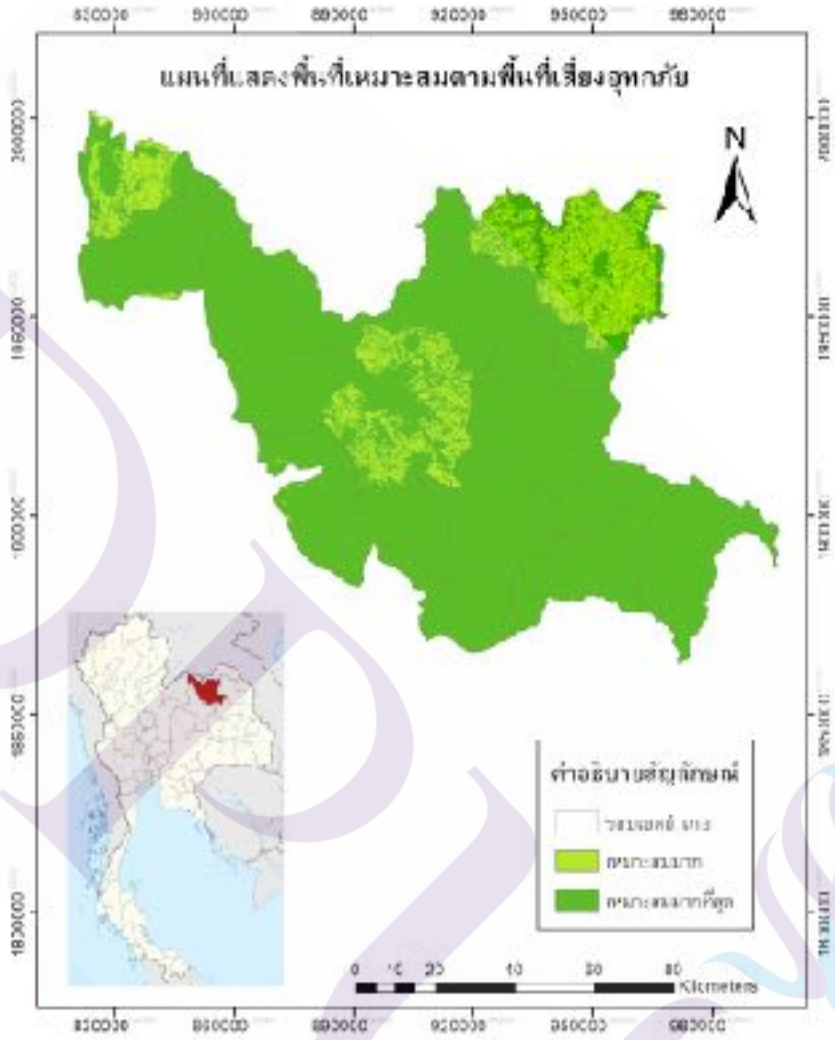
ทั้งนี้การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมตามประเภทการใช้ที่ดิน มีพื้นที่ที่ไม่สามารถทำการสร้างสิ่งปลูกสร้างได้ โดยเป็นพื้นที่น้ำและพื้นที่ป่าไม้ รวมมีพื้นที่ 1,814.66 ตารางกิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 4.6



ภาพที่ 4.6 พื้นที่เหมาะสมตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน

7) พื้นที่เหมาะสมตามพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย เนื่องจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศของพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยในจังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยได้ทำการจัดหาข้อมูลดังกล่าวจากกรมพัฒนาที่ดินเพื่อให้ข้อมูลมีความแม่นยำมากขึ้น โดยพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยแบ่งออกเป็น 2 ระดับ เนื่องจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศของพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย มีข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดอุทกภัย ประกอบด้วย พื้นที่ที่มีการเกิดน้ำท่วมขัง 3 ครั้งในรอบ 10 ปี และพื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ทำให้การให้ค่าคะแนนความเหมาะสมของชั้นข้อมูลอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด และเหมาะสมมากตามลำดับ ดังนั้นพื้นที่ส่วนใหญ่ของ

จังหวัดอุดรธานีจึงเป็นพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีพื้นที่เป็น 8,220.26 ตารางกิโลเมตร แสดงดังภาพที่ 4.7



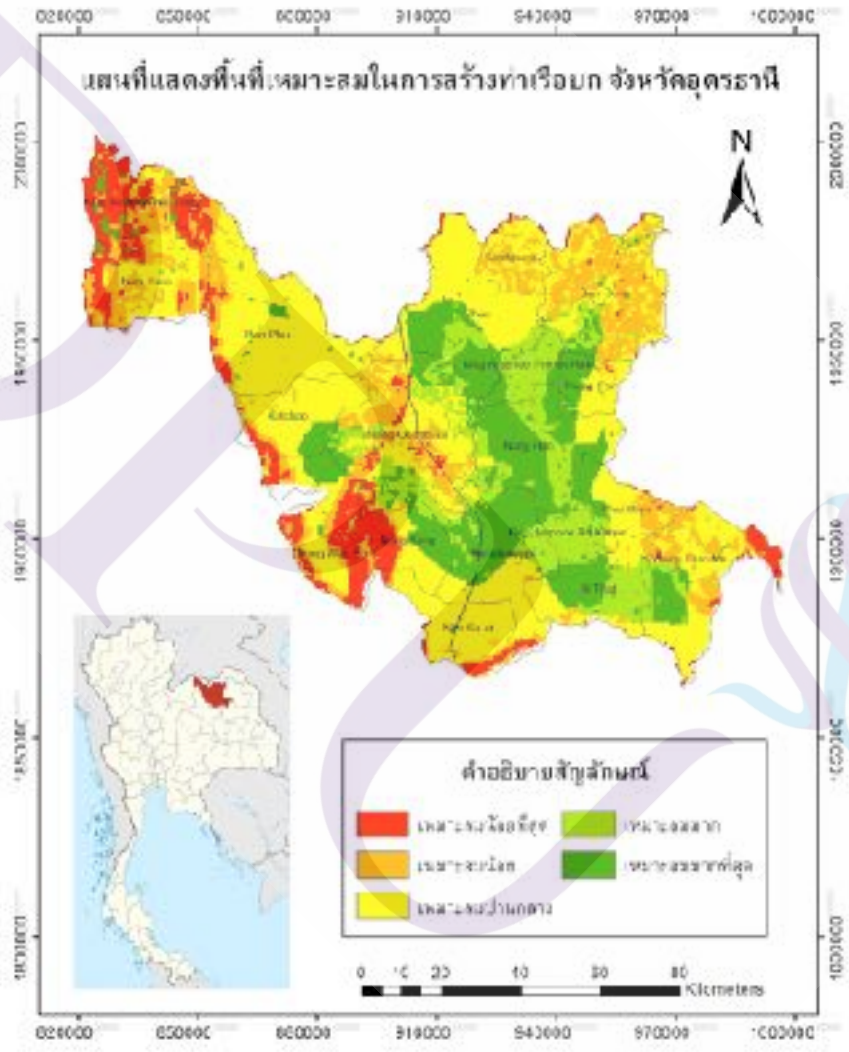
ภาพที่ 4.7 พื้นที่เหมาะสมตามพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย

4.2.2 พื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

เมื่อทำการนำค่าความสำคัญของปัจจัยร่วมกับค่าความเหมาะสมของชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้ว สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบกได้ จากการคำนวณผลรวมของคะแนนได้ดังสมการนี้

พื้นที่เหมาะสม = ผลรวมของปัจจัยหลักด้านกายภาพ + ผลรวมของปัจจัยหลักด้านคมนาคมขนส่ง + ผลรวมของปัจจัยหลักด้านผังเมือง

ทั้งนี้เมื่อทำการซ้อนทับข้อมูลร่วมกับคำนวณผลรวมของคะแนนด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์แล้ว ทำการตัดข้อมูลพื้นที่ที่ไม่สามารถสร้างท่าเรือบกได้ ประกอบด้วย พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่น้ำและถนนออก จะได้พื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี แสดงดังภาพที่ 4.8



ภาพที่ 4.8 พื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

จากภาพ 4.8 พื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยพบว่าสามารถแบ่งค่าความเหมาะสมออกได้เป็น 5 ระดับ ได้แก่พื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีพื้นที่ 2,720.34 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมมากมีพื้นที่ 2,408.02 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมปานกลางมีพื้นที่ 4,166.35 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมน้อยมีพื้นที่ 1,261.30 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่เหมาะสมน้อยที่สุดมีพื้นที่ 1,194.29 ตารางกิโลเมตร ซึ่งผู้วิจัยสามารถแบ่งพื้นที่เหมาะสมที่เป็นพื้นที่เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อย เหมาะสมน้อยที่สุด จากแผนที่ดังกล่าวตามขอบเขตอำเภอในจังหวัดอุดรธานี แสดงดังตารางที่ 4.9 ดังนี้

ตารางที่ 4.9 ขนาดพื้นที่ตามระดับความเหมาะสมแยกตามอำเภอ (ตร.กม)

อำเภอ	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อยที่สุด
เมือง	73.15	92.98	576.63	263.04	78.88
กุดจับ	153.11	9.05	633.05	59.23	82.95
ประจักษ์ศิลปาคม	89.73	33.89	21.23	-	-
หนองหาน	535.75	321.67	172.37	-	-
หนองแสง	185.43	48.56	214.57	8.09	202.75
หนองวัวซอ	165.13	-	221.92	161.78	258.12
กุมภวาปี	252.38	177.62	222.38	3.26	16.93
เพ็ญ	302.56	155.13	429.05	8.51	12.84
พิบูลรักษ์	103.23	83.15	-	-	-
โนนสะอาด	1.36	-	209.74	11.28	102.63
บ้านผือ	23.12	-	690.23	137.91	129.86
กู่แก้ว	9.16	172.05	-	-	-
ไชยวาน	75.38	36.13	148.335	59.02	7.29
ทุ่งฝน	101.77	1.9	118.92	3.2	2.11
สร้างคอม	2.4	-	173.12	91.43	10.23
ศรีธาตุ	157.44	168.12	171.939	14.19	0.84
บ้านดุง	53.71	81.66	363.19	399.13	26.08
วังสามหมอ	122.73	70.95	343.87	131.08	58.64

อำเภอ	เหมาะสมมากที่สุด	เหมาะสมมาก	เหมาะสมปานกลาง	เหมาะสมน้อย	เหมาะสมน้อยที่สุด
น้ำโสม	5.28	2.56	289.129	175.34	169.77
นายูง	30.41	2.1	59.2	118.32	313.97

4.3 คัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

กระบวนการทำการคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างเรือบก จังหวัดอุดรธานี ทำการพิจารณาจากพื้นที่ที่มีค่าคะแนนรวมของพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุด ได้แก่ อำเภอเพ็ญ อำเภอกุมภวาปี และอำเภอประจักษ์ศิลปาคม ปัจจัยที่ผู้วิจัยนำมาพิจารณา คือ ขนาดของพื้นที่ ราคาที่ดิน และการขยายตัวของพื้นที่รอบข้าง แสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ปัจจัยในการพิจารณาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือกบก จังหวัดอุดรธานี

อำเภอ	ขนาดพื้นที่ (ตร.กม)	ราคาที่ดิน (ไร่/บาท)	ประชากร (คน)
เพ็ญ	908.089	1,200,000	111,956
กุมภวาปี	672.568	1,800,000	125,095
ประจักษ์ศิลปาคม	144.845	1,800,000	24,955

ทำการคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานีด้วยปัจจัยต่างๆ ดังนี้

4.3.1 คัดกรองพื้นที่ศักยภาพด้วยปัจจัยขนาดของพื้นที่

เมื่อทำการคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานีด้วยปัจจัยขนาดของพื้นที่ โดยสำนักนโยบายแผนการขนส่งจราจรกระทรวงคมนาคมได้ประมาณการขนาดที่ดินของการสร้างท่าเรือบกไว้ว่า แนวคิดในการวางผังและออกแบบท่าเรือบก ได้กำหนดขนาดพื้นที่ประมาณ 500 – 700 ไร่ ซึ่งจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่และคัดกรองพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดตั้งท่าเรือบก ผู้วิจัยพบว่าจะมีพื้นที่บริเวณอำเภอเพ็ญ อำเภอกุมภวาปี และอำเภอประจักษ์ศิลปาคม มีศักยภาพที่จะสามารถพัฒนาเป็นท่าเรือบกได้ เนื่องจากอยู่ใกล้กับถนนสายหลัก (ถนนมิตรภาพ) และอยู่ใกล้กับทางรถไฟ และมีขนาดพื้นที่ว่างเพียงพอสำหรับการได้มาของที่ดินที่มีขนาดพื้นที่เหมาะสมในการก่อสร้างท่าเรือบก เพื่อที่สามารถกำหนดประเภท และวางตำแหน่งของอาคารและสิ่งอำนวยความสะดวกภายในท่าเรือบกให้สอดคล้องกับลักษณะงาน และมุ่งเน้นให้ท่าเรือบกตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดต้นทุนและประหยัดเวลาของผู้ประกอบการมากที่สุด

4.3.2 คัดกรองพื้นที่ศักยภาพด้วยปัจจัยราคาที่ดิน

เมื่อทำการคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานีด้วยปัจจัยราคาที่ดิน โดยกรมธนารักษ์ได้ทำการประเมินราคาที่ดิน ซึ่งจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่และคัดกรองพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดตั้งท่าเรือบก ผู้วิจัยพบว่าบริเวณพื้นที่อำเภอกุมภวาปีและอำเภอประจักษ์ศิลปาคมนั้นมีราคาที่ดินสูงกว่าอำเภอเพ็ญ เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมกระจายตามถนนสายหลักที่เชื่อมต่อกับจังหวัดหนองคายและจังหวัดขอนแก่น ทำให้ที่ดินพื้นที่ดังกล่าวมีราคาสูงกว่าอำเภอเพ็ญ

4.3.3 คัดกรองพื้นที่ศักยภาพด้วยปัจจัยการขยายตัวของพื้นที่รอบข้าง

เมื่อทำการคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานีด้วยปัจจัยการขยายตัวของพื้นที่รอบข้าง โดยวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศจากภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่และคัดกรองพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดตั้งท่าเรือบก ผู้วิจัยพบว่าการขยายตัวของพื้นที่รอบข้างบริเวณอำเภอกุมภวาปีและอำเภอประจักษ์ศิลปาคม มีความสามารถในการขยายตัวของพื้นที่ได้มากกว่าอำเภอ เพ็ญ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีเนื้อที่ขนาดใหญ่ ทำให้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพื้นที่และสามารถสนับสนุนงานของท่าเรือบกได้เป็นอย่างดี

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบข้อดี ข้อเสียและโอกาสของพื้นที่ศักยภาพ

เนื่องจากผู้วิจัยได้วิเคราะห์ถึงข้อดี ข้อเสีย และโอกาสของพื้นที่ศักยภาพตามอำเภอ ทำให้เล็งเห็นว่าพื้นที่มีความแตกต่างกันอยู่เล็กน้อย จึงได้มีการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพตามตำบลเพิ่มเติม โดยพิจารณาจากตำบลที่ติดถนนมิตรภาพและทางรถไฟร่วมกับพื้นที่ที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุดเป็นหลัก มีรายละเอียดดังนี้

อำเภอเพ็ญ

ตำบลเชียงหวาง มีพื้นที่ 67,583.68 ไร่ มีประชากร 14,088 คน สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่มีลักษณะลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อยสลับกับพื้นที่ราบลุ่ม ความลาดชันของพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 2 – 5% เป็นระบบทางน้ำหลัก โดยมีทิศทางการลาดเทของพื้นที่จากทางด้านทิศตะวันออกค่อนไปทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้ ไปทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนืออยู่เล็กน้อย บริเวณตะวันออกเฉียงเหนือความสูงของพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ระหว่าง 170 – 200 เมตรเหนือระดับน้ำทะเลปานกลางและมีจุดสูงสุดอยู่บริเวณทิศตะวันออกซึ่งมีความสูง 203 เมตร ทำให้มีปัญหาน้ำท่วมขังในช่วงฤดูฝน ซึ่งประชากรส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพทางการเกษตร และไปทำงานต่างประเทศ ส่วนสภาพ

การใช้ที่ดินได้แก่ พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่น้ำ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง และพื้นที่อื่นๆ เช่น ไม้ละเมาะ

ผู้วิจัยพบว่า พื้นที่ที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุดอยู่ที่ตำบลเชียงหวาง มีพื้นที่ติดกับถนนสายหลักทางด้านทิศตะวันตกของตำบลแต่ไม่ติดกับทางรถไฟ เนื่องจากทางรถไฟพาดผ่านที่ตำบลนาพู่ ซึ่งจากการวิจัยพื้นที่ของตำบลนาพู่มีค่าความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง จากการสำรวจโดยวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศจากภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลเชียงหวางที่ติดกับถนนสายหลักจะเป็นพื้นที่ป่าไม้ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ไม่มีที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้พื้นที่ตำบลเชียงหวาง อำเภอเพ็ญไม่เหมาะกับการพัฒนาสร้างท่าเรือบกในอนาคต

อำเภอกุมวาปี

ตำบลผาสุก มีพื้นที่ 16,459.375 ไร่ มีประชากร 6,445 คน สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่มีลักษณะเป็นที่ราบ มีบางส่วนเป็นที่ราบลุ่มและที่ราบสูงเป็นแห่งๆ ป่าส่วนใหญ่มีสภาพเป็นป่าโปร่งและป่าละเมาะเป็นแห่งๆ ปัจจุบันสภาพป่าถูกทำลายจนทำให้เกือบไม่มีสภาพป่าหลงเหลืออยู่ ลักษณะการตั้งบ้านเรือนจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่มๆ ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ดินส่วนใหญ่เป็นดินร่วนปนทราย ทำให้ดินมีการระบายน้ำได้ดีไม่อุ้มน้ำ ความสมบูรณ์ของแร่ธาตุในพื้นดินมีคุณภาพค่อนข้างต่ำ ทำให้เป็นปัญหาต่อการใช้ประโยชน์จากดินในทางเกษตรกรรม ในฤดูแล้งไม่มีน้ำไหลผ่าน น้ำในลำห้วยแห้งขอด ฤดูฝนมากจนล้นท่วมเป็นบริเวณกว้าง มีน้ำตลอดปีเหมาะสำหรับทำน้ำประปาผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดินส่วนมากมีสภาพเค็ม และมีพื้นที่ป่าเหลืออยู่ประมาณร้อยละ 20 ส่วนใหญ่เป็นป่าที่มีสภาพเสื่อมโทรมและป่าโปร่ง ซึ่งส่วนใหญ่บริเวณป่าจะมีอยู่ในสาธารณประโยชน์ของแต่ละหมู่บ้าน

ผู้วิจัยพบว่า พื้นที่ที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุดอยู่ที่ตำบลผาสุก อีกทั้งมีถนนสายหลักและทางรถไฟพาดผ่าน จากการสำรวจโดยวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศจากภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลผาสุกที่ติดกับถนนสายหลักจะเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่เบ็ดเตล็ดกว้างขวาง มีที่ตั้งโรงงานขนาดเล็ก คือ บริษัท โรงสีเกษตรเพิ่มพูนผล จำกัด ทำให้พื้นที่ตำบลผาสุก อำเภอกุมภวาปีเหมาะสมกับการลงทุนและพัฒนาให้เป็นเมืองธุรกิจการค้าในอนาคต เนื่องจากใกล้กับสถานีห้วยสามพาด ตำบลห้วยสามพาด อำเภอประจักษ์ศิลปาคม

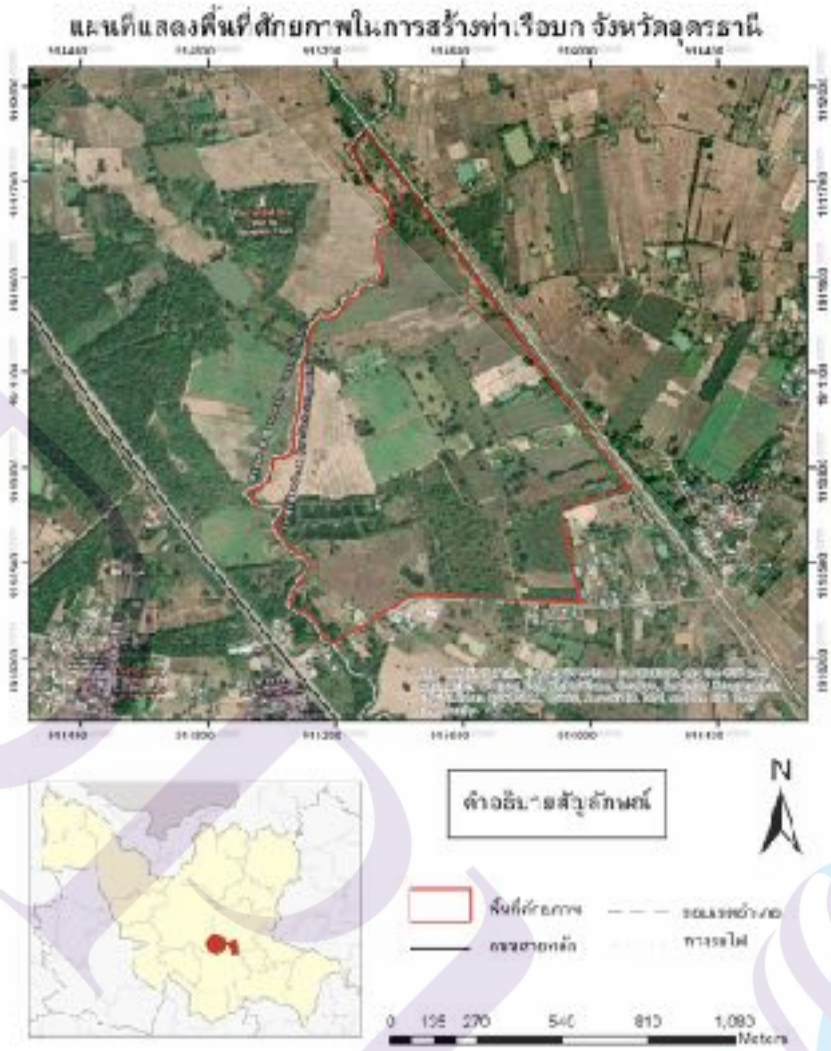
อำเภอประจักษ์ศิลปาคม

ตำบลห้วยสามพาด มีพื้นที่ 24,087 ไร่ มีประชากร 7,050 คน สภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่มีลักษณะเป็นที่ราบลุ่ม เป็นบริเวณกว้าง ไม่มีภูเขา มีที่ดอนสลับที่นาและพื้นที่บางส่วนเป็นลูกคลื่นลอนตื้น รวมทั้งยังมีพื้นที่ราบลุ่มบริเวณลำห้วยต่างๆ มีแหล่งน้ำธรรมชาติหลายประเภทและมีแหล่งน้ำที่มนุษย์ทำขึ้น เขตพื้นที่ตำบลห้วยสามพาดไม่มีป่าไม้ที่ชัดเจน มีเพียงป่าไม้ที่เป็นต้นไม้อยู่ตามไร่นาและที่ชาวบ้านปลูกขึ้น ลักษณะของไม้เป็นไม้ยืนต้นผลัดใบ ส่วนชุมชนเป็น

ชุมชนกึ่งเมืองกึ่งชนบทระบบการไฟฟ้าขยายทั่วถึงทั้งตำบล ประชากรมีไฟฟ้าใช้ครบทุกครัวเรือนทำให้ประชาชนมีสิ่งอำนวยความสะดวก ทุกครัวเรือนใช้น้ำระบบประปาหมู่บ้าน ส่วนใหญ่จะประกอบอาชีพทางการเกษตร 98.7% คือการทำนามีมากที่สุด

ผู้วิจัยพบว่า พื้นที่ที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุดอยู่ที่ตำบลห้วยสามพลาด อีกทั้งมีถนนสายหลักและทางรถไฟพาดผ่าน จากการสำรวจโดยวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศจากภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลห้วยสามพาดที่ติดกับถนนสายหลักจะเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่เบ็ดเตล็ดกว้างขวาง มีที่ตั้งโรงงานฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ ฟาร์มมิตรไทย (1994) จำกัด และฟาร์มเอ็มที 9999 จำกัด มีสถานีห้วยสามพาดอยู่ทางตอนใต้ของตำบล และอยู่ใกล้กับสถานีหนองตะไก้ที่อนาคตจะมีการพัฒนาระบบการเดินรถไฟจากสถานีหนองตะไก้เข้าไปยังนิคมอุตสาหกรรมในตำบลโนนสูง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพื้นที่และสามารถสนับสนุนงานของท่าเรือบกได้เป็นอย่างดี ทำให้พื้นที่ตำบลห้วยสามพาด อำเภอประจักษ์ศิลปาคมเหมาะสมกับการพัฒนาสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

ทั้งนี้การคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก ต้องพิจารณาปัจจัยหลายอย่างพร้อมกัน ทั้งปัจจัยเชิงคุณภาพ เช่น โครงสร้างพื้นฐาน เส้นทางการขนส่งสินค้า ชุมชนโดยรอบ และปัจจัยเชิงปริมาณ เช่น ต้นทุนที่ดิน ต้นทุนการก่อสร้าง เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่มีความเหมาะสมมากที่สุดและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด เนื่องจากวิจัยเล่มนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาเพียงปัจจัยเชิงคุณภาพ โดยใช้กระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเป็นการกำหนดค่าความสำคัญของปัจจัยที่เป็นประโยชน์ในการตัดสินใจ เพื่อง่ายต่อการเข้าใจ สามารถวิเคราะห์หรือเปรียบเทียบแต่ละปัจจัยด้วยตัวเลข โดยกำหนดค่าความสำคัญของแต่ละปัจจัยอย่างมีความสัมพันธ์และแบบมีเหตุผล นำมาวิเคราะห์ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่สามารถจัดการวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลออกมาเป็นข้อมูลเชิงพื้นที่ในรูปแบบแผนที่ ซึ่งการวิเคราะห์หาพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานีครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงเสนอพื้นที่ศักยภาพดังกล่าว โดยอ้างอิงจากภาพถ่ายดาวเทียมในตำบลห้วยสามพาด อำเภอประจักษ์ศิลปาคม จังหวัดอุดรธานี ดังภาพที่ 4.9



ภาพที่ 4.9 พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก ตำบลห้วยสามพาด อำเภอประจักษ์ศิลปาคม

บทที่ 5
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

ในอดีตถึงปัจจุบันเป็นการขนส่งทางถนนเป็นหลักถึง 81% มีการขนส่งทางรางเพียง 2% แต่ละปีมีสินค้าเพื่อการขนส่งจำนวนมหาศาล การขนส่งทางรถบรรทุกรับสินค้าได้เพียง 25 ตันต่อเที่ยว ต้องใช้รถจำนวนมากส่งผลให้เกิดปัญหาจราจรแออัดและอุบัติเหตุบนท้องถนนบ่อยครั้ง มีต้นทุนที่สูงเมื่อเทียบกับการขนส่งทางน้ำและทางราง ขณะที่การขนส่งทางรางรับสินค้าได้หลายพันตันต่อเที่ยว แต่กลับใช้ประโยชน์น้อยมาก นับเป็นอุปสรรคสำคัญต่อศักยภาพทางการแข่งขันของไทย ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพและลดต้นทุนการขนส่ง จึงจำเป็นต้องพัฒนาและยกระดับการขนส่งทางรางให้มีประสิทธิภาพ เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศในอนาคต

การศึกษาพัฒนาเส้นทางการขนส่งโลจิสติกส์ในแนวเส้นทางเศรษฐกิจเหนือ-ใต้ ระหว่างประเทศไทยกับประเทศเพื่อนบ้าน พบว่าเครือข่ายการผลิตของประเทศไทยยังไม่เอื้อให้เกิดกิจกรรมทางเศรษฐกิจตามแนวพื้นที่เพราะขาดการเชื่อมโยงทั้งทางด้านโครงสร้างพื้นฐานและเครือข่ายการผลิตที่สำคัญ อีกทั้งยังต้องคำนึงถึงการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทานให้มีประสิทธิภาพด้วยการศึกษาแนวคิดโซ่คุณค่า ประยุกต์ในการปรับปรุงรูปแบบเครือข่ายการผลิตของไทยให้เข้ากับเครือข่ายการผลิตในระดับภูมิภาคและระดับโลก เป็นการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ของประเทศไทยสู่มาตรฐานสากลและยกระดับให้เป็นศูนย์กลางโลจิสติกส์ในภูมิภาคอินโดจีน จากเหตุผลดังกล่าวจึงทำให้เกิดแผนงานพัฒนาท่าเรือบกและระบบโครงข่ายการคมนาคม ซึ่งท่าเรือบกเป็นโครงสร้างพื้นฐานด้านโลจิสติกส์ที่สำคัญต่อการสนับสนุนการพัฒนาระบบโลจิสติกส์ ทำหน้าที่ตอบสนองการเคลื่อนไหวของสินค้าให้มีความรวดเร็วคล่องตัวมากยิ่งขึ้น เปรียบเสมือนท่าเรือขนส่งทางทะเลจะช่วยลดภาระงานของท่าเรือในการรองรับการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ เพื่อเชื่อมโยงอนุภูมิภาคและเป็นประตูการค้าและการลงทุนที่กระจายตัวอยู่ในภาคต่างๆ ของประเทศไทย เพราะมีจุดเด่นของภูมิศาสตร์ที่เชื่อมโยงกับประเทศเพื่อนบ้านและประเทศใกล้เคียง

จากความสำคัญข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาเรื่องการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อนำไปสู่การวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบกและตัดสินใจเลือกพื้นที่ศักยภาพจังหวัดอุดรธานี เนื่องจากไม่มีหน่วยงานใดเข้ามาศึกษาจังหวัดอุดรธานีอย่างจริงจัง ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นว่าจังหวัดอุดรธานีเป็นศูนย์กลางการค้าในอีสานตอนบน สินค้าจากจีนย่อมถูกขนส่งมาตามระบบราง และศักยภาพในด้านพื้นที่มีความพร้อมทั้งระบบราง ระบบการบิน และระบบขนส่งทางถนนสามารถเชื่อมโยงได้ทุกระบบการขนส่ง อีกทั้งอุดรธานีอยู่ใกล้กับปลายทางของรถไฟความเร็วสูงและรถไฟทางคู่จากจีนที่สิ้นสุดกรุงเวียงจันทน์ และอยู่ห่างจากนิคมอุตสาหกรรมอุดรธานีเพียง 60 กม. ทำให้ขนส่งสินค้าไปยังประเทศจีนได้ โดยเฉพาะจีนตอนใต้ใช้เวลาเพียง 1 วัน ลดค่าขนส่งได้มากกว่า 5 เท่า จากเดิมต้องขนส่งไปที่ท่าเรือแหลมฉบัง ใช้เวลา 15-17 วัน ไม่รวมการขนส่งจากอุดรธานีไปแหลมฉบัง และแล่นเรือจากอ่าวไทยอ้อมเวียดนามไปยังทะเลจีนใต้เข้า

สู่ท่าเรือที่ฮ่องกงหรือเมืองเซินเจิ้นทางชายฝั่งตะวันออกของจีน จากนั้นต้องใช้เส้นทางถนนไปสู่มณฑลยูนนานมีระยะทางกว่า 1,700 กม. หากใช้รถไฟทางคู่ขนส่งสินค้าจากเวียงจันทน์ไปยังมณฑลยูนนานจะมีระยะทางเพียง 850 กม. และยังกระจายไปยังมณฑลตอนใต้ได้อีกมาก อีกทั้งยังมีการขยายสนามบินท่าอากาศยานนานาชาติอุดรธานี มีแผนในการพัฒนาปรับปรุงด้วยการเพิ่มรันเวย์ และสร้างอาคารผู้โดยสารเพิ่ม 1 อาคาร เพื่อเพิ่มศักยภาพให้สามารถรองรับผู้โดยสารได้ 7.4 ล้านคน ในอีก 10 ปีข้างหน้า

5.1.1 การหาค่าความสำคัญของปัจจัยด้วยกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น

เมื่อผู้วิจัยได้พิจารณาค่าความสำคัญของปัจจัย พบว่าค่าความสำคัญของปัจจัยในแต่ละกลุ่มนั้นมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป มีค่าความสำคัญสูงสุดในกลุ่มอยู่ที่ปัจจัยหลัก คือ ปัจจัยด้านคมนาคมขนส่ง ซึ่งมีความสำคัญเท่ากับ 0.49 รองลงมา คือ ปัจจัยด้านผังเมืองที่มีค่าความสำคัญเท่ากับ 0.26 และปัจจัยลำดับสุดท้าย คือ ปัจจัยด้านกายภาพที่มีค่าความสำคัญเท่ากับ 0.25 ซึ่งมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ส่วนในกลุ่มปัจจัยรองเป็นปัจจัยที่มีค่าความสำคัญสูงสุด คือ ปัจจัยการเข้าถึงโครงข่ายระบบขนส่งซึ่งมีค่าความสำคัญเท่ากับ 0.46 และในกลุ่มปัจจัยย่อยเป็นปัจจัยพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยและประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินที่มีค่าความสำคัญสูงสุดเท่ากับ 0.28 เท่ากัน ทั้งนี้เมื่อทำการพิจารณาความสำคัญสูงสุดของแต่ละกลุ่ม ผู้วิจัยพบว่าในกลุ่มปัจจัยหลักและปัจจัยรองนั้น ค่าความสำคัญของปัจจัยที่มีค่าสูงสุดอยู่ในกลุ่มปัจจัยด้านคมนาคมขนส่ง โดยจากการให้ค่าคะแนนของปัจจัยของผู้เชี่ยวชาญซึ่งเปรียบเทียบกับค่าความสำคัญของปัจจัยในลักษณะของภาพรวมของการพัฒนาสร้างท่าเรือบก ที่มีความเกี่ยวข้องกับการคมนาคมขนส่งและโครงสร้างพื้นฐานนั้น ทำให้ค่าคะแนนของปัจจัยในด้านคมนาคมขนส่งมีค่าความสำคัญสูงกว่าปัจจัยด้านอื่นๆ ต่างจากการพิจารณาในกลุ่มของปัจจัยย่อยที่ผู้เชี่ยวชาญให้ค่าคะแนนของปัจจัยในด้านผังเมืองมีค่าความสำคัญสูงกว่าด้านอื่นๆ เนื่องจากการพิจารณาถึงความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของพื้นที่ที่เป็นพื้นที่ศักยภาพในการพัฒนาสร้างท่าเรือบก

5.1.2 การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นร่วมกับการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

1) พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำการหาพื้นที่เหมาะสมจากระยะห่างจากตำแหน่งศูนย์กลางกลุ่มโรงงานนั้นๆ ซึ่งกำหนดระดับความเหมาะสมของชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศ โดยใช้เครื่องมือการวิเคราะห์โครงข่าย ผู้วิจัยพบว่า เป็นพื้นที่เหมาะสมมากที่สุด 2,678.22 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมมาก 2,321.78 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

2) พื้นที่เหมาะสมตามความลาดชันของพื้นที่ เมื่อทำการซ้อนทับข้อมูลของชั้นข้อมูลได้ความลาดชันของพื้นที่จังหวัดอุดรธานีซึ่งผู้วิจัยพบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดอุดรธานีมีความลาดชันอยู่ในระดับ 1-5% ทำให้พื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมาก โดยมีพื้นที่ 9,211 ตารางกิโลเมตร

3) พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากถนน การแบ่งพื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากถนน โดยการทำพื้นที่กันชนออกจากถนน ซึ่งพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดอยู่ในระยะกันชนห่างจากถนน

น้อยกว่า 1 กิโลเมตร โดยมีพื้นที่ 2,236.38 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมมากระยะห่างจากถนนระหว่าง 1 – 1.5 กิโลเมตร เป็นพื้นที่ 1,551.39 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

4) พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากทางรถไฟ การแบ่งพื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากทางรถไฟ ใช้วิธีการทำพื้นที่กันชนออกจากทางรถไฟ โดยเป็นพื้นที่เหมาะสมมากที่สุดอยู่ในระยะกันชนห่างจากทางรถไฟน้อยกว่า 1 กิโลเมตร มีพื้นที่ 1,173.52 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมมากระยะห่างจากทางรถไฟระหว่าง 1 - 1.5 กิโลเมตร มีพื้นที่ 585.74 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

5) พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากศูนย์กลางธุรกิจ การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมตามระยะห่างจากศูนย์กลางธุรกิจ การค้าใจกลางเมือง ใช้วิธีการวิเคราะห์แบบโครงข่าย โดยพื้นที่ที่ห่างจากศูนย์กลางธุรกิจเป็นระยะมากกว่า 20 กิโลเมตร เป็นพื้นที่เหมาะสมมากที่สุด มีพื้นที่ 8,362.76 ตารางกิโลเมตร พื้นที่ที่ห่างจากศูนย์กลางธุรกิจเป็นระยะห่างระหว่าง 15 - 20 กิโลเมตร เป็นพื้นที่เหมาะสมมาก มีพื้นที่ 1,661.19 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ

6) พื้นที่เหมาะสมตามประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดิน โดยลักษณะของพื้นที่เหมาะสมตามประเภทการใช้ที่ดินในจังหวัดอุดรธานี แบ่งตามประเภทการใช้ที่ดินได้แก่ พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง พื้นที่เกษตรกรรม พื้นที่เบ็ดเตล็ด พื้นที่ป่าไม้ พื้นที่น้ำ โดยพื้นที่เหมาะสมแบ่งตามประเภทการใช้ที่ดินส่วนใหญ่ของจังหวัดอุดรธานีเป็นพื้นที่เหมาะสมมากมีขนาดพื้นที่ 7,834.63 ตารางกิโลเมตร รองลงมา คือ พื้นที่เหมาะสมน้อยมีขนาดพื้นที่ 1,241.80 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่เหมาะสมมากที่สุด 839.21 ตารางกิโลเมตรตามลำดับ ทั้งนี้การวิเคราะห์พื้นที่เหมาะสมตามประเภทการใช้ที่ดินนี้มีพื้นที่ที่ไม่สามารถทำการสร้างสิ่งปลูกสร้างได้ โดยเป็นพื้นที่น้ำและพื้นที่ป่าไม้ รวมเป็นพื้นที่ 1,814.66 ตารางกิโลเมตร

7) พื้นที่เหมาะสมตามพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย โดยพื้นที่เสี่ยงอุทกภัยในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยได้ทำข้อมูลสารสนเทศมาแบ่งออกเป็น 2 ระดับ เนื่องจากชั้นข้อมูลภูมิสารสนเทศของพื้นที่เสี่ยงอุทกภัย มีข้อมูลเกี่ยวกับการเกิดอุทกภัย 2 ประเภท ได้แก่ พื้นที่ที่มีการเกิดน้ำท่วมขัง 3 ครั้งในรอบ 10 ปี และพื้นที่ที่ไม่มีความเสี่ยงต่อการเกิดน้ำท่วม ทำให้การให้ค่าคะแนนความเหมาะสมของชั้นข้อมูลอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด และเหมาะสมมากตามลำดับ ดังนั้นพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดอุดรธานีจึงเป็นพื้นที่เหมาะสมมากที่สุด ซึ่งมีพื้นที่เป็น 8,220.26 ตารางกิโลเมตร

พื้นที่เหมาะสมในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี ผู้วิจัยพบว่าสามารถแบ่งค่าความเหมาะสมออกได้เป็น 5 ระดับ ได้แก่พื้นที่เหมาะสมมากที่สุดมีพื้นที่ 2,720.34 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมมากมีพื้นที่ 2,408.02 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมปานกลางมีพื้นที่ 4,166.35 ตารางกิโลเมตร พื้นที่เหมาะสมน้อยมีพื้นที่ 1,261.30 ตารางกิโลเมตร และพื้นที่เหมาะสมน้อยที่สุดมีพื้นที่ 1,194.29 ตารางกิโลเมตร

5.1.3 คัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

เมื่อทำการคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานีด้วยปัจจัยขนาดของพื้นที่ โดยสำนักนโยบายแผนการขนส่งจราจรกระทรวงคมนาคมได้ประมาณการขนาดที่ดินของการสร้างท่าเรือบกไว้ว่า แนวคิดในการวางผังและออกแบบท่าเรือบก ได้กำหนดขนาดพื้นที่

ประมาณ 500 – 700 ไร่ ซึ่งจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่และคัดกรองพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดตั้งท่าเรือบก ผู้วิจัยพบว่าจะมีพื้นที่บริเวณอำเภอเพ็ญ อำเภอกุมภวาปี และอำเภอประจักษ์ศิลปาคม มีศักยภาพที่จะสามารถพัฒนาเป็นท่าเรือบกได้ เนื่องจากอยู่ใกล้กับถนนสายหลัก (ถนนมิตรภาพ) และอยู่ใกล้กับทางรถไฟ และมีขนาดพื้นที่ว่างเพียงพอสำหรับการได้มาของที่ดินที่มีขนาดพื้นที่เหมาะสมในการก่อสร้างท่าเรือบก เพื่อที่สามารถกำหนดประเภท และวางตำแหน่งของอาคารและสิ่งอำนวยความสะดวกภายในท่าเรือบกให้สอดคล้องกับลักษณะงาน และมุ่งเน้นให้ท่าเรือบกตอบสนองการใช้งานของผู้ใช้บริการได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดต้นทุนและประหยัดเวลาของผู้ประกอบการมากที่สุด

เมื่อทำการคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานีด้วยปัจจัยราคาที่ดิน โดยกรมธนารักษ์ได้ทำการประเมินราคาที่ดิน ซึ่งจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่และคัดกรองพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดตั้งท่าเรือบก ผู้วิจัยพบว่าบริเวณพื้นที่อำเภอกุมภวาปีและอำเภอประจักษ์ศิลปาคมนั้นมีราคาที่ดินสูงกว่าอำเภอเพ็ญ เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ที่มีโรงงานอุตสาหกรรมกระจายตามถนนสายหลักที่เชื่อมต่อกับจังหวัดหนองคายและจังหวัดขอนแก่น ทำให้ที่ดินพื้นที่ดังกล่าวมีราคาสูงกว่าอำเภอเพ็ญ

เมื่อทำการคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานีด้วยปัจจัยการขยายตัวของพื้นที่รอบข้าง โดยวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศจากภาพถ่ายดาวเทียม ซึ่งจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของพื้นที่และคัดกรองพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดตั้งท่าเรือบก ผู้วิจัยพบว่าการขยายตัวของพื้นที่รอบข้างบริเวณอำเภอกุมภวาปีและอำเภอประจักษ์ศิลปาคม มีความสามารถในการขยายตัวของพื้นที่ได้มากกว่าอำเภอ เพ็ญ เนื่องจากพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่เบ็ดเตล็ดมีเนื้อที่ขนาดใหญ่ ทำให้เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพื้นที่และสามารถสนับสนุนงานของท่าเรือบกได้เป็นอย่างดี

ผู้วิจัยพบว่า พื้นที่ที่มีค่าความเหมาะสมมากที่สุดอยู่ที่ตำบลห้วยสามพลาด อีกทั้งมีถนนสายหลักและทางรถไฟพาดผ่าน จากการสำรวจโดยวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพของภูมิประเทศจากภาพถ่ายดาวเทียมพื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลห้วยสามพาดที่ติดกับถนนสายหลักจะเป็นพื้นที่เกษตรกรรม และพื้นที่เบ็ดเตล็ดกว้างขวาง มีที่ตั้งโรงงานฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ จำนวน 2 แห่ง ได้แก่ ฟาร์มมิตรไทย (1994) จำกัด และฟาร์มเอ็มที 9999 จำกัด มีสถานีห้วยสามพาดอยู่ทางตอนใต้ของตำบล และอยู่ใกล้กับสถานีหนองตะไก้ที่อนาคตจะมีการพัฒนาระบบการเดินรถไฟจากสถานีหนองตะไก้เข้าไปยังนิคมอุตสาหกรรมในตำบลโนนสูง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพื้นที่และสามารถสนับสนุนงานของท่าเรือบกได้เป็นอย่างดี ทำให้พื้นที่ตำบลห้วยสามพาด อำเภอประจักษ์ศิลปาคมเหมาะสมกับการพัฒนาสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยคัดกรองพื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี โดยพิจารณาเพียงปัจจัยเชิงคุณภาพทางด้านกายภาพเท่านั้น ซึ่งในการศึกษาวิจัยขั้นต่อไปควรนำเอาปัจจัยทางด้านอื่นเพื่อประกอบการพิจารณา เช่น ปัจจัยเชิงปริมาณ ได้แก่ ต้นทุนที่ดิน ต้นทุนการก่อสร้าง และปัจจัยด้านสังคม ได้แก่ การมีส่วนร่วมของชุมชน การฟังความคิดเห็นของประชาชนที่อยู่ในพื้นที่ใกล้เคียงพื้นที่ศักยภาพ เพื่อให้ได้ตำแหน่งที่มีความเหมาะสมมากที่สุดและก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

5.2.2 เพื่อให้เกิดประโยชน์อย่างแท้จริง ผลการศึกษาวิจัยที่ได้ควรมีการนำไปใช้จริงในการวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการสร้างท่าเรือบก จังหวัดอุดรธานี หรือนำไปเป็นแนวทางในการวิเคราะห์หาพื้นที่ศักยภาพอื่นๆ มิใช่เป็นเพียงผลงานวิจัยทางวิชาการเท่านั้น

บรรณานุกรม

เทเวศวร์ ปัญญาแก้ว. (2561). ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อช่วยเหลือผู้ประสบอุทกภัย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ . กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

กอบการ สมณะ และสิริณี เพ็งม่วง. (2557). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อการกำหนดเส้นทางเดินรถเก็บขนขยะมูลฝอยในเขตองค์การบริหารส่วนตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก . ภาคนิพนธ์วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์ . พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยนเรศวร.

จักราพงศ์ หาญหิตวรางค์กูล . (2557). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตรและกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้นเพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่ศักยภาพในการจัดตั้งศูนย์ไปรษณีย์ด่วนพิเศษ กรณศึกษาพื้นที่สำนักงานไปรษณีย์เขต2. ปริญญานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาภูมิสารสนเทศ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ชัยวัฒน์ แก้ววิจิตร์ . (2558). การประยุกต์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ร่วมกับการ วิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเพื่อวิเคราะห์พื้นที่ศักยภาพในการ สร้างท่าเรือบก (Dry Port) จังหวัดนครราชสีมา. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการด้านโลจิสติกส์. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ณัฐดนัย อุทธจักร และอรรถพล สมุทคุปติ์ . (2556). การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจสำหรับการจัดเส้นทางการขนส่งน้ำแข็ง. วารสารวิศวกรรมศาสตร์. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ปรัชญา ทารักษ์. (2552). การเลือกทำเลที่ตั้งโรงงานผลิตบานประตูหน้าต่าง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

วันเพ็ญ จินดารัตน์ . (2552). การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในงานที่ปรึกษาทางวิชาการ. สารนิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาภูมิสารสนเทศ. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, กองยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบโลจิสติกส์. 2562. https://www.nesdc.go.th/ewt_dl_link.php?nid=9646. ค้นเมื่อ 20 พฤษภาคม, 2564.

ภาคผนวก

ผู้เชี่ยวชาญด้านคมนาคมขนส่ง จากภาครัฐ ท่านที่ 1

FACTOR	A1	A2	A3
A1	1.00	0.17	0.33
A2	6.00	1.00	5.00
A3	3.00	0.20	1.00
SUM	10.00	1.37	6.33

FACTOR	A1	A2	A3	SUM	AVG
A1	0.10	0.12	0.05	0.27	0.09	0.03
A2	0.60	0.73	0.79	2.12	0.71	0.24
A3	0.30	0.15	0.16	0.60	0.20	0.07
SUM	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00	

A1	0.09	3.02	CI	(λmax-n)/(n-1)
A2	0.75	3.20		0.05
A3	0.21	3.07	RI	0.52
			CR=CI/RI	0.09
	λmax	3.10		

FACTOR	B1	B2	B3	B4	B5
B1	1.00	6.00	1.00	1.00	5.00
B2	0.17	1.00	0.17	0.20	1.00
B3	1.00	6.00	1.00	4.00	4.00
B4	1.00	5.00	0.25	1.00	4.00
B5	0.50	1.00	0.25	0.25	1.00
SUM	2.17	13.00	2.17	5.20	10.00

FACTOR	B1	B2	B3	B4	B5	SUM	AVG
B1	0.46	0.46	0.46	0.19	0.50	2.08	0.42	0.08
B2	0.08	0.08	0.08	0.04	0.10	0.37	0.07	0.01
B3	0.46	0.46	0.46	0.77	0.40	2.55	0.51	0.10
B4	0.46	0.38	0.12	0.19	0.40	1.55	0.31	0.06
B5	0.23	0.08	0.12	0.05	0.10	0.57	0.11	0.02
SUM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00	

B1	0.45	5.42	CI	(λmax-n)/(n-1)
B2	0.08	5.48		0.11
B3	0.61	6.01		
B4	0.34	5.41		
B5	0.11	4.91	RI	1.11
			CR=CI/RI	0.10
λmax	5.44			

FACTOR	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
C1	1.00	0.20	1.00	3.00	0.20	0.17	0.17
C2	5.00	1.00	4.00	3.00	1.00	0.20	1.00
C3	1.00	0.25	1.00	3.00	0.50	0.20	0.17
C4	0.33	0.33	0.33	1.00	0.17	0.25	0.17
C5	5.00	1.00	2.00	6.00	1.00	1.00	1.00
C6	6.00	5.00	5.00	4.00	1.00	1.00	1.00
C7	6.00	1.00	6.00	6.00	1.00	1.00	1.00
SUM	24.33	8.78	19.33	26.00	4.87	3.82	4.50

FACTOR	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	SUM	AVG
C1	0.04	0.02	0.05	0.12	0.04	0.04	0.04	0.35	0.05	0.01
C2	0.21	0.11	0.21	0.12	0.21	0.05	0.22	1.12	0.16	0.02
C3	0.04	0.03	0.05	0.12	0.10	0.05	0.04	0.43	0.06	0.01
C4	0.01	0.04	0.02	0.04	0.03	0.07	0.04	0.24	0.03	0.00
C5	0.21	0.11	0.10	0.23	0.21	0.26	0.22	1.34	0.19	0.03
C6	0.25	0.57	0.26	0.15	0.21	0.26	0.22	1.92	0.27	0.04
C7	0.25	0.11	0.31	0.23	0.21	0.26	0.22	1.59	0.23	0.03
SUM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.00	1.00	

C1	0.05	7.35	CI	(λmax-n)/(n-1)
C2	0.18	7.71		0.10
C3	0.06	7.26		
C4	0.04	7.57		
C5	0.21	7.49		
C6	0.32	8.18		
C7	0.25	7.62	RI	1.35
			CR=CI/RI	0.07
λmax	7.60			

ผู้เชี่ยวชาญด้านผังเมือง จากภาครัฐ ท่านที่ 2

FACTOR	A1	A2	A3										
A1	1.00	3.00	5.00										
A2	0.33	1.00	4.00										
A3	0.20	0.25	1.00										
SUM	1.53	4.25	10.00										
FACTOR	A1	A2	A3	SUM	AVG								
A1	0.65	0.71	0.50	1.86	0.62	0.21		A1	0.65	3.16		CI	(λmax-n)/(n-1)
A2	0.22	0.24	0.40	0.85	0.28	0.09		A2	0.29	3.08			0.04
A3	0.13	0.06	0.10	0.29	0.10	0.03		A3	0.10	3.02		RI	0.52
SUM	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00							CR=CI/RI	0.08
									λmax	3.09			

FACTOR	B1	B2	B3	B4	B5									
B1	1.00	3.00	1.00	1.00	2.00									
B2	0.33	1.00	0.17	0.25	1.00									
B3	1.00	6.00	1.00	2.00	2.00									
B4	1.00	4.00	0.50	1.00	2.00									
B5	0.50	1.00	0.50	0.50	1.00									
SUM	2.33	10.00	2.17	3.25	5.00									
FACTOR	B1	B2	B3	B4	B5	SUM	AVG							
B1	0.43	0.30	0.46	0.31	0.40	1.90	0.38	0.08		B1	0.39	5.14		CI	(λmax-n)/(n-1)
B2	0.14	0.10	0.08	0.08	0.20	0.60	0.12	0.02		B2	0.12	5.01			0.02
B3	0.43	0.60	0.46	0.62	0.40	2.51	0.50	0.10		B3	0.53	5.31			
B4	0.43	0.40	0.23	0.31	0.40	1.77	0.35	0.07		B4	0.36	5.15			
B5	0.21	0.10	0.23	0.15	0.20	0.90	0.18	0.04		B5	0.17	4.76		RI	1.11
SUM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00							CR=CI/RI	0.02
											λmax	5.07			

FACTOR	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7										
C1	1.00	2.00	1.00	4.00	0.17	0.20	0.25										
C2	0.50	1.00	4.00	3.00	0.50	0.20	0.17										
C3	1.00	0.25	1.00	1.00	0.17	0.20	0.14										
C4	0.25	0.33	1.00	1.00	0.14	0.17	0.20										
C5	4.00	2.00	7.00	1.00	1.00	1.00	1.00										
C6	6.00	5.00	5.00	6.00	1.00	1.00	1.00										
C7	4.00	6.00	7.00	5.00	1.00	1.00	1.00										
SUM	16.75	16.58	26.00	21.00	3.98	3.77	3.76										
FACTOR	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	SUM	AVG								
C1	0.06	0.12	0.04	0.19	0.04	0.05	0.07	0.57	0.08	0.01		C1	0.09	7.36		CI	(λmax-n)/(n-1)
C2	0.03	0.06	0.15	0.14	0.13	0.05	0.04	0.61	0.09	0.01		C2	0.09	6.99			0.07
C3	0.06	0.02	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.29	0.04	0.01		C3	0.04	7.38			
C4	0.01	0.02	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.25	0.04	0.01		C4	0.04	7.08			
C5	0.24	0.12	0.27	0.05	0.25	0.27	0.27	1.46	0.21	0.03		C5	0.23	7.60			
C6	0.36	0.30	0.19	0.29	0.25	0.27	0.27	1.92	0.27	0.04		C6	0.30	7.68			
C7	0.24	0.36	0.27	0.24	0.25	0.27	0.27	1.89	0.27	0.04		C7	0.30	7.69		RI	1.35
SUM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.00	1.00							CR=CI/RI	0.05
													λmax	7.40			

ผู้เชี่ยวชาญด้านคมนาคมขนส่ง จากภาคเอกชน ท่านที่ 3

FACTOR	A1	A2	A3										
A1	1.00	0.25	1.00										
A2	4.00	1.00	3.00										
A3	1.00	0.33	1.00										
SUM	6.00	1.58	5.00										
FACTOR	A1	A2	A3	SUM	AVG								
A1	0.17	0.16	0.20	0.52	0.17	0.06		A1	0.18	3.01		CI	(λmax-n)/(n-1
A2	0.67	0.63	0.60	1.90	0.63	0.21		A2	0.64	3.02			0.00
A3	0.17	0.21	0.20	0.58	0.19	0.06		A3	0.19	3.01		RI	0.52
SUM	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00							CR=CI/RI	0.01
									λmax	3.01			

FACTOR	B1	B2	B3	B4	B5									
B1	1.00	3.00	5.00	2.00	3.00									
B2	0.33	1.00	0.33	1.00	1.00									
B3	0.20	3.00	1.00	3.00	3.00									
B4	0.50	1.00	0.33	1.00	1.00									
B5	0.33	1.00	0.33	1.00	1.00									
SUM	1.53	7.00	6.33	6.00	7.00									
FACTOR	B1	B2	B3	B4	B5	SUM	AVG							
B1	0.65	0.43	0.79	0.33	0.43	2.63	0.53	0.11		B1	0.67	6.40		CI	(λmax-n)/(n-1)
B2	0.22	0.14	0.05	0.17	0.14	0.72	0.14	0.03		B2	0.15	5.12			0.11
B3	0.13	0.43	0.16	0.50	0.43	1.65	0.33	0.07		B3	0.36	5.47			
B4	0.33	0.14	0.05	0.17	0.14	0.83	0.17	0.03		B4	0.17	4.98			
B5	0.22	0.14	0.05	0.17	0.14	0.72	0.14	0.03		B5	0.15	5.12		RI	1.11
SUM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00							CR=CI/RI	0.09
											λmax	5.42			

FACTOR	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7										
C1	1.00	0.25	1.00	0.20	0.20	0.20	0.14										
C2	4.00	1.00	4.00	4.00	2.00	0.20	0.25										
C3	1.00	0.25	1.00	1.00	1.00	0.17	0.17										
C4	5.00	0.25	1.00	1.00	0.33	0.14	0.17										
C5	5.00	0.50	1.00	3.00	1.00	0.25	0.20										
C6	5.00	5.00	6.00	7.00	4.00	1.00	1.00										
C7	7.00	4.00	6.00	6.00	5.00	1.00	1.00										
SUM	28.00	11.25	20.00	22.20	13.53	2.96	2.93										
FACTOR	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	SUM	AVG								
C1	0.04	0.02	0.05	0.01	0.01	0.07	0.05	0.25	0.04	0.01		C1	0.04	7.21		CI	(λmax-n)/(n-1)
C2	0.14	0.09	0.20	0.18	0.15	0.07	0.09	0.91	0.13	0.02		C2	0.15	7.93			0.12
C3	0.04	0.02	0.05	0.05	0.07	0.06	0.06	0.34	0.05	0.01		C3	0.05	7.69			
C4	0.18	0.02	0.05	0.05	0.02	0.05	0.06	0.43	0.06	0.01		C4	0.06	7.36			
C5	0.18	0.04	0.05	0.14	0.07	0.08	0.07	0.63	0.09	0.01		C5	0.10	7.79			
C6	0.18	0.44	0.30	0.32	0.30	0.34	0.34	2.21	0.32	0.05		C6	0.36	8.04			
C7	0.25	0.36	0.30	0.27	0.37	0.34	0.34	2.22	0.32	0.05		C7	0.36	7.91		RI	1.35
SUM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.00	1.00							CR=CI/RI	0.09
													λmax	7.71			

ผู้เชี่ยวชาญด้านผังเมือง จากภาคเอกชน ท่านที่ 4

FACTOR	A1	A2	A3										
A1	1.00	0.33	0.25										
A2	3.00	1.00	0.50										
A3	4.00	2.00	1.00										
SUM	8.00	3.33	1.75										
FACTOR	A1	A2	A3	SUM	AVG								
A1	0.13	0.10	0.14	0.37	0.12	0.04		A1	0.12	3.01		CI	(λmax-n)/(n-1)
A2	0.38	0.30	0.29	0.96	0.32	0.11		A2	0.32	3.02			0.01
A3	0.50	0.60	0.57	1.67	0.56	0.19		A3	0.56	3.03		RI	0.52
SUM	1.00	1.00	1.00	3.00	1.00							CR=CI/RI	0.02
									λmax	3.02			

FACTOR	B1	B2	B3	B4	B5									
B1	1.00	4.00	1.00	2.00	3.00									
B2	0.25	1.00	0.17	0.20	2.00									
B3	1.00	6.00	1.00	4.00	3.00									
B4	0.50	5.00	0.25	1.00	2.00									
B5	0.33	0.50	0.33	0.50	1.00									
SUM	2.25	11.00	2.17	6.20	8.00									
FACTOR	B1	B2	B3	B4	B5	SUM	AVG							
B1	0.44	0.36	0.46	0.32	0.38	1.97	0.39	0.08		B1	0.43	5.46		CI	(λmax-n)/(n-1)
B2	0.11	0.09	0.08	0.03	0.25	0.56	0.11	0.02		B2	0.11	5.01			0.11
B3	0.44	0.55	0.46	0.65	0.38	2.47	0.49	0.10		B3	0.57	5.78			
B4	0.22	0.45	0.12	0.16	0.25	1.20	0.24	0.05		B4	0.27	5.58			
B5	0.15	0.05	0.15	0.08	0.13	0.55	0.11	0.02		B5	0.12	5.29		RI	1.11
SUM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	5.00	1.00							CR=CI/RI	0.10
											λmax	5.42			

FACTOR	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7										
C1	1.00	0.25	1.00	0.20	0.20	0.17	0.17										
C2	4.00	1.00	5.00	4.00	3.00	0.50	0.17										
C3	1.00	0.20	1.00	1.00	0.25	0.17	0.17										
C4	5.00	0.25	1.00	1.00	0.20	0.25	0.20										
C5	5.00	0.33	4.00	5.00	1.00	0.50	1.00										
C6	6.00	2.00	6.00	4.00	2.00	1.00	1.00										
C7	6.00	6.00	6.00	5.00	1.00	1.00	1.00										
SUM	28.00	10.03	24.00	20.20	7.65	3.58	3.70										
FACTOR	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	SUM	AVG								
C1	0.04	0.02	0.04	0.01	0.03	0.05	0.05	0.23	0.03	0.00		C1	0.04	7.57		CI	(λmax-n)/(n-1)
C2	0.14	0.10	0.21	0.20	0.39	0.14	0.05	1.23	0.18	0.03		C2	0.20	8.12			0.14
C3	0.04	0.02	0.04	0.05	0.03	0.05	0.05	0.27	0.04	0.01		C3	0.04	7.72			
C4	0.18	0.02	0.04	0.05	0.03	0.07	0.05	0.44	0.06	0.01		C4	0.07	7.24			
C5	0.18	0.03	0.17	0.25	0.13	0.14	0.27	1.17	0.17	0.02		C5	0.18	7.59			
C6	0.21	0.20	0.25	0.20	0.26	0.28	0.27	1.67	0.24	0.03		C6	0.27	7.91			
C7	0.21	0.60	0.25	0.25	0.13	0.28	0.27	1.99	0.28	0.04		C7	0.36	8.75		RI	1.35
SUM	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	7.00	1.00							CR=CI/RI	0.10
													λmax	7.84			

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	จิดาภา จันทร์จำปา
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาภูมิศาสตร์และภูมิสารสนเทศ คณะสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เมื่อ พ.ศ.2562 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญามหาบัณฑิจ สาขาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปี่นในยุคดิจิทัล วิทยาลัยบริหารธุรกิจนวัตกรรมและการบัญชี มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์ เมื่อ พ.ศ. 2564
ประวัติการทำงาน	ปัจจุบัน - ติวเตอร์วิชาคณิตศาสตร์
ผลงานทางวิชาการ	รางวัลรองชนะเลิศอันดับ 1 การนำเสนอปากเปล่า ทีมงานวิจัยเรื่องคุณภาพชีวิตของคนบนถนนอโศกมนตรี