



การประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ
โดยการประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ และเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์
กรณีศึกษาในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรปราการ

SITE SUITABILITY EVALUATION FOR ECO INDUSTRIAL TOWN
USING GIS AND AHP TECHNIQUE: A CASE STUDY IN SAMUTPRAKARN PROVINCE

ดวงดาว โหมควัดณะ¹ จรสวรรณ โกยวานิช² ชุมพล ขวงไข³ สมลักษณ์ บุญณรงค์⁴ สุพัฒตรา เกษราพงศ์⁵
¹นักศึกษาระดับปริญญาโท, ²อาจารย์, ³ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
⁴ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะเทคโนโลยีและการจัดการอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
⁵ผู้ช่วยศาสตราจารย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัด และวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ โดยเริ่มจากศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับกำหนดปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัดและเกณฑ์การกำหนดในการวิเคราะห์พื้นที่เป้าหมาย กำหนดได้ 7 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยการรวมกลุ่มของอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน ปัจจัยความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจัยการเข้าถึงพื้นที่สวนสาธารณะและแหล่งนันทนาการ ปัจจัยการได้รับมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม ปัจจัยการคมนาคมในโซ่อุปทาน ปัจจัยพื้นที่ที่มีข้อร้องเรียน และปัจจัยพื้นที่เสี่ยงต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติ จากนั้นออกแบบแบบสอบถามตามวิธีของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (Analysis Hierarchy Process: AHP) ให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้อง 6 คน ประเมินแบบสอบถาม แล้วนำค่าคะแนนที่ได้มาประมวลผลร่วมกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) จากผลการวิจัย พบว่า ปัจจัยตัวชี้วัดที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศมากที่สุด คือ ปัจจัยการได้รับมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม มีค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญ 0.225 ได้บริเวณพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ 4 ตำแหน่ง โดยบริเวณพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด คือ พื้นที่ A2 ครอบคลุมบริเวณตำบลท้ายบ้านในเขตอุตสาหกรรมที่ศึกษาในจังหวัดสมุทรปราการ ซึ่งมีขนาดพื้นที่ประมาณ 1,635.70 ไร่ คิดเป็น 3.64% ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งกรอบแนวคิดในการกำหนดปัจจัย เทคนิคที่ใช้ และวิธีการวิจัยนี้ จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำไปใช้เป็นแนวทางในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในพื้นที่อื่นๆ ต่อไป

คำสำคัญ: การคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสม, เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ, การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น, ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ABSTRACT

Duangdao Modwatthana¹ Jarotwan Koiwanit² Chumpol Yuangyai³ Somluk Bunnarong⁴ Suphattra Ketsarapong⁵
¹Master Student, ²Lecturer, ³Assistant Professor, Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang.
⁴Assistant Professor, Faculty of Industrial Technology and Management, King Mongkut's Institute University of Technology North Bangkok.
⁵Assistant Professor, Faculty of Engineering, Sripatum University.

This research aims to set priorities of seven factors effecting the development of Eco-Industrial town areas. The best area based on these factors would be shown. The seven factors analysed in this study include the degree of industrial cluster, industrial density, accessing to green and recreation area, number of factory certified by environmental standards, accessing to main roads, areas with degree of complaints, and areas with natural disasters risk. A municipality in Samutprakarn province was selected as a case study. The questionnaire was established based on the Analytic Hierarchy Process (AHP) techniques and the questions were answered by six environmental experts. As a multicriteria analysis in land suitability analysis, an integration of Geographic Information System (GIS) and AHP was chosen and examined in this study. The results showed that the most important factor is the number of factories certified by environmental standards, with weight 0.225. The results showed that the municipality region could be classified into four sub-areas and the most suitable area for the initial development that met the Eco-Industrial town's requirements is A2. A2 is a Taiban Sub-district covering 2,617,120 square meters or 3.64% of the total area. We believe that our proposed framework for integrating of GIS to AHP can help decision makers determine which one will best suit their goals.

KEYWORDS: Land Suitability, Eco Industrial Town, AHP, GIS

1. บทนำ

จากสังคมาการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมในยุคปัจจุบันได้มุ่งเน้นการลดต้นทุนการผลิต มุ่งแสวงหาผลกำไร โดยไม่คำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อสังคม ชุมชน และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่ก่อเกิดผลกระทบตามมามากมาย ซึ่งการพัฒนาพื้นที่เพื่อมุ่งสู่การเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศจึงเป็นอีกหนึ่งแนวทางการพัฒนาที่เน้นการบูรณาการระหว่างแนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์ที่มุ่งแสวงหาผลกำไรกับแนวคิดเชิงนิเวศที่มุ่งเน้นการอยู่ร่วมกันของอุตสาหกรรม ชุมชน และสิ่งแวดล้อมอย่างสมดุล [1] “อุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Industry)” คือ กลุ่มธุรกิจที่รวมตัวกัน มีการบริหารจัดการทรัพยากรร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลให้เกิดดุลยภาพในมิติเชิงเศรษฐกิจ สิ่งแวดล้อม และสังคม มุ่งเน้นการพัฒนาที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม [2], [3] โดยเริ่มเกิดขึ้นจากการพัฒนาโรงงานสีเขียว (Green Factory) คือ โรงงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความรับผิดชอบต่อสังคม มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตอย่างต่อเนื่อง เพื่อการพัฒนาสู่อุตสาหกรรมที่ยั่งยืน [4, 5] ซึ่งถือเป็นจุดเริ่มต้นการพัฒนาอุตสาหกรรมให้สามารถอยู่ร่วมกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ และชุมชนได้อย่างมีความสุขและยั่งยืน สามารถต่อยอดไปสู่การเป็น “เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco Industrial Town)” ที่มีความเชื่อมโยงของพื้นที่อุตสาหกรรมกับกลุ่มโรงงาน องค์กร หน่วยงานท้องถิ่น และชุมชนโดยรอบ [6] อันมีความจำเป็นต้องสร้างความร่วมมือในระดับกลุ่มโรงงาน เพื่อสร้างเครือข่ายของอุตสาหกรรมเชิงนิเวศและมีความเหมาะสมทางด้านพื้นที่ โดยต้องไม่เป็นพื้นที่เสี่ยงต่อกภัยพิบัติทางธรรมชาติ มีความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐาน ตลอดจนโครงข่ายการจราจร รวมทั้งเป็นเมืองที่ส่งเสริมการมีปฏิสัมพันธ์ของคนในชุมชน [7] ดังนั้น จะเห็นได้ว่าการพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวิเคราะห์พื้นที่ที่มีความเหมาะสม เพื่อให้มั่นใจได้ว่าพื้นที่ดังกล่าวนั้นจะมีศักยภาพเพียงพอที่จะสามารถพัฒนาให้เกิดเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศได้

จุดประสงค์ของบทความนี้ คือ การหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ โดยใช้เทคนิคกระบวนการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analysis Hierarchy Process: AHP) ในการเปรียบเทียบน้ำหนักของปัจจัย เพื่อหาลำดับความสำคัญของปัจจัย [8] เนื่องจากปัจจัยแต่ละปัจจัยมีอิทธิพลต่อการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมแตกต่างกันไป [9] จากนั้นใช้ระบบ

สารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System: GIS) เป็นเครื่องมือและดัดแปลงปัจจัยที่ใช้วิเคราะห์อ้างอิงตามมาตรฐานเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ ข้อมูลเชิงพื้นที่มาตรฐานกรมโยธาธิการ รวมถึงผังเมืองและเอกสารวิชาการอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีแนวคิดการกำหนดพื้นที่เป้าหมายที่จะพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ โดยใช้เทคนิควิเคราะห์ซีฟ (SIEVE Analysis) คือ การนำข้อมูลปัจจัย (Factor) มาแปลงลงในรูปแบบแผนที่ จากนั้นนำแผนที่ทั้งหมดซ้อนกันตามหลักพีชคณิตบูลีน (Boolean Algebra) บริเวณที่มีการซ้อนทับกันของค่าคะแนนมากย่อมแสดงลงบนตำแหน่งแผนที่ และลดหลั่นค่าคะแนนลงตามข้อมูลการศึกษา ผลที่ได้จากการวิเคราะห์จะแสดงในรูปของแผนที่ในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องที่จะสามารถนำไปใช้ในการวางแผนเกี่ยวกับพื้นที่ที่จะพัฒนาสู่เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศต่อไป

2. ทบทวนเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ หมายถึง “เมืองน่าอยู่ คู่อุตสาหกรรม” เป็นความเชื่อมโยงของพื้นที่อุตสาหกรรมกับกลุ่มโรงงานองค์กร หน่วยงานท้องถิ่น และชุมชนโดยรอบ ที่มีความสมดุลของเศรษฐกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม [10] มีการเลือกพื้นที่โดยให้ความสำคัญกับมิติเชิงสิ่งแวดล้อม รวมทั้งพิจารณาลักษณะเฉพาะของชุมชนในพื้นที่และระบบนิเวศโดยรอบ [11]

2.2 ทฤษฎีกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (AHP) เป็นหนึ่งในวิธีการตัดสินใจแบบหลายหลักเกณฑ์เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพและมีความสะดวกในการจัดลำดับความสำคัญ [8] ช่วยทำให้เกิดการตัดสินใจที่ดีในสถานการณ์ที่ต้องมีการเลือก [12,13] ใช้กับการตัดสินใจที่มีความยุ่งยากซับซ้อนโดยใช้วิธีการเปรียบเทียบคู่ (Pairwise Comparison) และมีการตรวจสอบความสอดคล้องกันของเหตุผลในการให้คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

2.3 แนวคิดด้านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) คือระบบฐานข้อมูลทางภูมิศาสตร์ ที่จัดการข้อมูลให้อยู่ในระบบข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) ข้อมูลมีลักษณะในรูปของจุด เส้น และพื้นที่รูปปิด ควบคู่กับข้อมูลเชิงบรรยาย [14] GIS สามารถวิเคราะห์ปัญหาได้ตั้งแต่ระดับพื้นฐาน ไปจนถึงระดับที่มีความซับซ้อนได้ [15]

2.4 แนวคิดที่ใช้ในการกำหนดปัจจัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปแนวคิดที่ใช้ในการกำหนดปัจจัย ดังตารางที่ 1 และกำหนดปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัดได้ 7 ปัจจัย

ตารางที่ 1 แนวคิดที่ใช้ในการกำหนดปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัด

ปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัด	คำอธิบาย
1. การรวมกลุ่มของอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน	กลุ่มของธุรกิจที่เกี่ยวข้องกันมารวมตัวกัน ดำเนินกิจการในพื้นที่ใกล้เคียงกัน จะเกิดการเชื่อมโยง การฝึกอบรมวิจัยและพัฒนา [16]
2. ความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม	มีการสร้างเครือข่ายหรือการแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารที่มีความสะดวก ประหยัดพลังงานมีความร่วมมือเกื้อหนุนซึ่งกันและกัน [16]
3. การเข้าถึงพื้นที่สวนสาธารณะและแหล่งนันทนาการ	เป็นแนวกันชนที่ช่วยซึมซับมลพิษและฝุ่นละอองที่ตกค้างในเขตอุตสาหกรรม และสามารถใช้เป็นแหล่งนันทนาการในชุมชน [17]
4. การได้รับมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม	เป็นแนวทางการพัฒนาพื้นที่ที่สำคัญ โดยโรงงานที่ได้รับมาตรฐานสามารถเป็นต้นให้กับโรงงานอื่นในพื้นที่ [18]
5. การคมนาคมในโซ่อุปทาน	ระบบการขนส่งที่ประหยัดพลังงาน มีการเข้าถึงถนนสายหลักได้อย่างสะดวกรวดเร็วย่อมแสดงถึงการคมนาคมในโซ่อุปทานที่มีประสิทธิภาพ [19]
6. พื้นที่ที่มีข้อร้องเรียน	พื้นที่ที่มีข้อร้องเรียนย่อมแสดงถึงความเสี่ยงต่อระบบนิเวศเมือง ควรจัดทำแนวทางแก้ไขเพื่อลดผลกระทบร่วมกัน [20]
7. พื้นที่เสี่ยงต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติ	เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศควรตั้งอยู่ในพื้นที่ที่เหมาะสม ไม่ควรเสี่ยงต่อภัยพิบัติ [21]

3. วิธีการดำเนินงาน

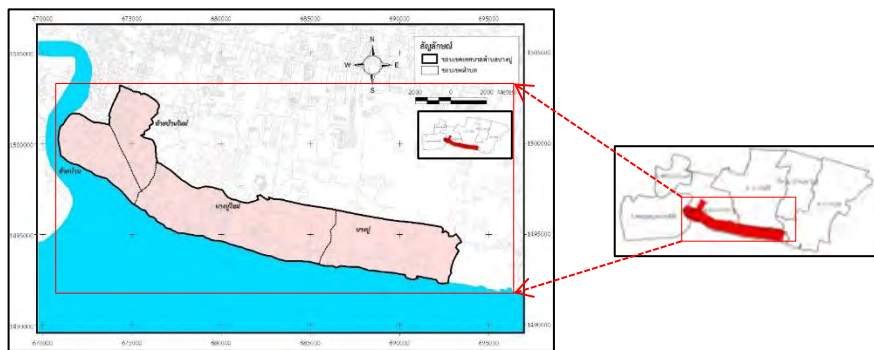
การหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศมีขั้นตอนการดำเนินงาน ดังรูปที่ 1 ดังนี้



รูปที่ 1 แผนภาพขั้นตอนการดำเนินงานหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

3.1 การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาและทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การคัดเลือกพื้นที่เพื่อพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศนั้น ได้เลือกเขตพื้นที่ในจังหวัดสมุทรปราการเป็นพื้นที่ศึกษา ดังรูปที่ 2 เนื่องจากเป็นจังหวัดที่มีภาคอุตสาหกรรมที่เติบโตอย่างรวดเร็ว ซึ่งเขตเทศบาลตำบลบางปู ถือเป็นเขตเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดสมุทรปราการ เป็นพื้นที่ที่น่าสนใจ เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ศักยภาพของพื้นที่ เนื่องจากมีโรงงานและชุมชนอยู่ร่วมกัน และมีปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมมาโดยตลอด ซึ่งจะทำให้การพัฒนาพื้นที่ที่สามารถทำได้ค่อนข้างชัดเจน



รูปที่ 2 ผังที่ตั้งทางภูมิศาสตร์เขตเทศบาลตำบลบางปู จังหวัดสมุทรปราการ

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่และไม่เชิงพื้นที่

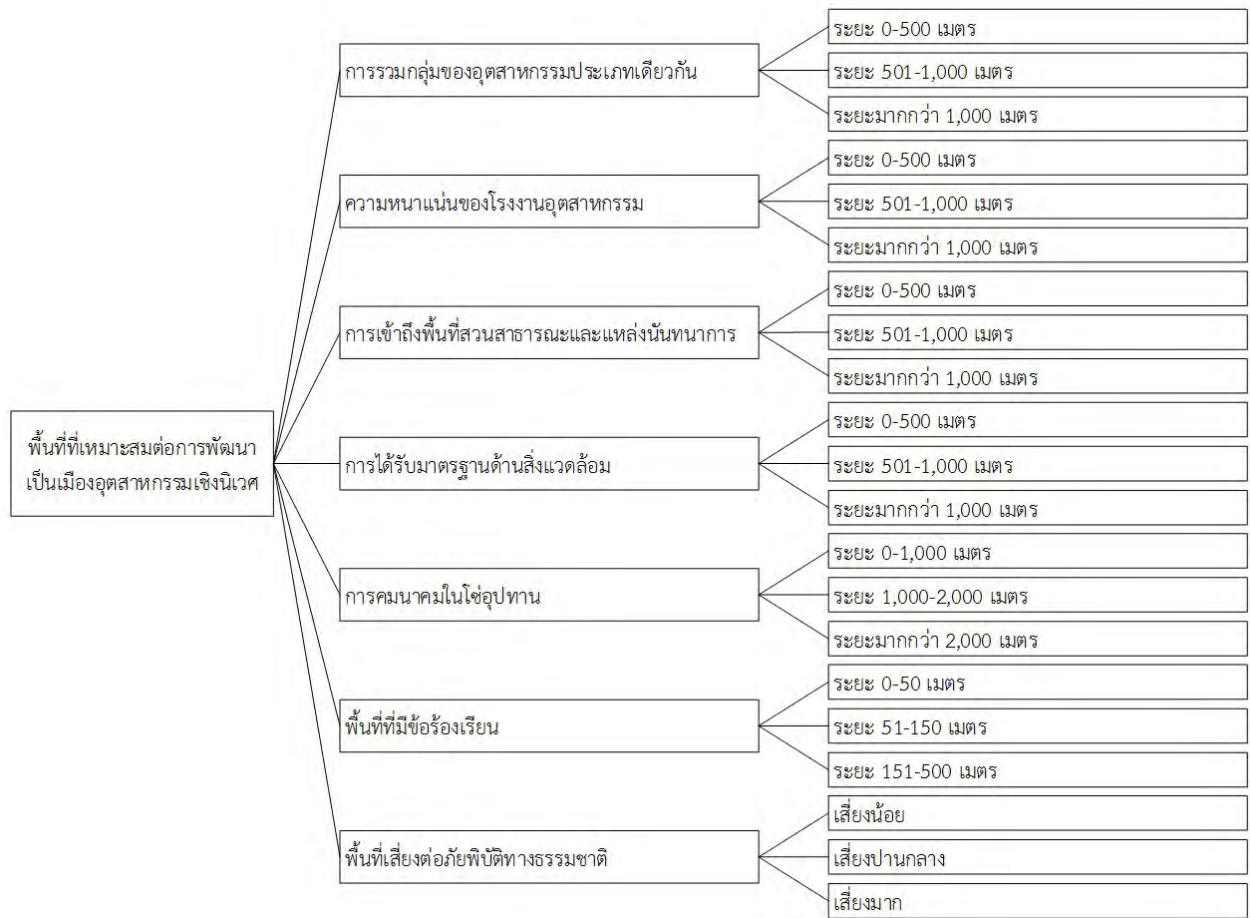
การเก็บรวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่และไม่เชิงพื้นที่ในการศึกษาค้างนี้ มีข้อมูลมาจากหลายแหล่งที่มา ได้แก่ ข้อมูลหลักที่ได้จากการสำรวจภาคสนามที่ได้มีการเก็บรวบรวมผ่านการสัมภาษณ์ ข้อมูลการใช้ประโยชน์อาคารประเภทอุตสาหกรรม การใช้ประโยชน์อาคารประเภทที่พักอาศัย การใช้ประโยชน์อาคารประเภทแหล่งนันทนาการ พื้นที่เสี่ยงต่อภัยพิบัติ แผนที่ถนน มาตราส่วน 1:4,000 ของกรมโยธาธิการและผังเมือง และแบบสอบถามโดยผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง พร้อมทั้งข้อมูลสถิติ (Global Positioning System: GPS) ข้อมูลการสำรวจภาคสนาม และชุดข้อมูล GIS อื่น ๆ รวมทั้งวิเคราะห์การใช้ที่ดินจาก Google Map โดยนำข้อมูลทั้งหมดนี้มาวิเคราะห์ร่วมกันเพื่อหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

3.3 จัดทำฐานข้อมูล

เมื่อมีการเก็บรวบรวมข้อมูลแล้วก็จัดทำฐานข้อมูล โดยฐานข้อมูลจะอยู่ในรูปของ shapefile (.shp) จะประกอบด้วยไฟล์อย่างน้อย 3 ไฟล์ที่มีการอ้างอิงถึงกัน ได้แก่ .dbf ใช้อ้างอิงพิกัด ข้อมูลตารางของแต่ละเวกเตอร์ .shx ใช้ผสานไฟล์ .shp และ .dbf เข้าด้วยกัน เรียกใช้ผ่าน โปรแกรมทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ งานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม ArcView GIS 3.3

3.4 การกำหนดเกณฑ์การประเมินผลและกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

สำหรับการกำหนดปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัดความเหมาะสมของพื้นที่ในการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ ดังรูปที่ 3 ซึ่งอธิบายแนวคิดที่ใช้ในการกำหนดปัจจัยแล้วในหัวข้อที่ 2.4



รูปที่ 3 แผนภูมิลำดับชั้นของปัจจัยตามโครงสร้างกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

เมื่อกำหนดปัจจัยและเกณฑ์แล้วทำการสร้างแบบสอบถาม AHP ให้ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ความสามารถ จำนวน 6 คน เป็นผู้พิจารณาประเมินแบบสอบถาม โดยการคำนวณหาค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัดเป็นการให้คะแนนแบบ Weighting ตามวิธีของ AHP ส่วนเกณฑ์การกำหนดประเมินให้คะแนนแบบ Rating

สำหรับการประเมินความเหมาะสมค่าน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัดซึ่งมีการตรวจสอบความไม่สอดคล้องกันของการตัดสินใจทางคณิตศาสตร์ แสดงเป็นดัชนีอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio: CR) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1) โดยหาก $CR \leq 0.15$ จะแสดงถึงระดับของความสอดคล้องกันในการประเมิน แต่หาก $CR > 0.15$ จะแสดงถึงความไม่สอดคล้องกัน ในขั้นตอนการประเมิน [13]

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (1)$$

ในขั้นตอนนี้จะใช้ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญในการคำนวณความสำคัญของปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัด โดยการคำนวณเมตริกซ์การเปรียบเทียบเชิงคู่ และการคำนวณอัตราส่วนความสอดคล้อง ดังตารางที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ทั้งนี้เป็นการแสดงตัวอย่างการประเมินของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ตารางที่ 2 เมตริกซ์เปรียบเทียบความสำคัญของปัจจัยของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ปัจจัย	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
การได้รับมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม (C1)	1.000	0.333	3.000	0.333	0.333	0.200	0.333
การเข้าถึงพื้นที่สวนสาธารณะและแหล่งนันทนาการ (C2)	3.000	1.000	3.000	0.333	3.000	0.333	3.000
พื้นที่ที่มีข้อร้องเรียน (C3)	0.333	0.333	1.000	0.333	3.000	0.200	0.200
การรวมกลุ่มของอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน (C4)	3.000	3.000	3.000	1.000	3.000	1.000	3.000
การคมนาคมในโซ่อุปทาน (C5)	3.000	0.333	0.333	0.333	1.000	0.200	0.333
ความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม (C6)	5.000	3.000	5.000	1.000	5.000	1.000	3.000
พื้นที่เสี่ยงต่อกภัยพิบัติทางธรรมชาติ (C7)	3.000	0.333	5.000	0.333	3.000	0.333	1.000
ผลรวมแต่ละคอลัมน์	18.333	8.333	20.333	3.667	18.333	3.267	10.867

ตารางที่ 3 การคำนวณน้ำหนักของปัจจัยและประมาณการของอัตราส่วนความสอดคล้องของผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1

ปัจจัย	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	ผลรวม	น้ำหนัก	ความสอดคล้อง
C1	0.055	0.040	0.148	0.091	0.018	0.061	0.031	0.443	0.063	7.987
C2	0.164	0.120	0.148	0.091	0.164	0.102	0.276	1.064	0.152	8.475
C3	0.018	0.040	0.049	0.091	0.164	0.061	0.018	0.442	0.063	7.837
C4	0.164	0.360	0.148	0.273	0.164	0.306	0.276	1.690	0.241	8.053
C5	0.164	0.040	0.016	0.091	0.055	0.061	0.031	0.457	0.065	7.767
C6	0.273	0.360	0.246	0.273	0.273	0.306	0.276	2.006	0.287	8.120
C7	0.164	0.040	0.246	0.091	0.164	0.102	0.092	0.898	0.128	8.232
ผลรวม	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000		CI=	0.178
									RI=	1.320
									CR=	0.135

การประเมินให้คะแนนเกณฑ์การกำหนดของแต่ละปัจจัยซึ่งเป็นการให้คะแนนแบบ Rating ผู้เชี่ยวชาญให้ค่าน้ำหนักคะแนน 1 ถึง 3 ตามความเหมาะสมของระดับเกณฑ์ที่กำหนด โดยคะแนน 3 หมายถึง ระดับของปัจจัยรองมีอิทธิพลต่อการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมมาก คะแนน 2 หมายถึง ระดับของปัจจัยรองมีอิทธิพลต่อการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมปานกลาง และคะแนน 1 หมายถึง ระดับของปัจจัยรองมีอิทธิพลต่อการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมน้อย

จากนั้นนำค่าคะแนนเกณฑ์การกำหนดของแต่ละปัจจัยซึ่งเป็นการให้คะแนนแบบ Rating ที่ได้มาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละระดับของเกณฑ์ที่กำหนด เมื่อได้ค่าคะแนนความสำคัญแต่ละปัจจัยและค่าคะแนนความเหมาะสมของปัจจัยแล้ว นำมาคำนวณค่าคะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (Weighting linear total) โดย "S_i" คือ คะแนนความเหมาะสมรวม สำหรับแต่ละหน่วยของพื้นที่ที่คำนวณจากรวมกันเชิงเส้นของความเหมาะสมได้รับคะแนนสำหรับแต่ละปัจจัยและหลักเกณฑ์ของในแต่ละปัจจัยนั้นๆ

$$S_i = \sum_{i=1}^n (W_i \times R_i) \quad (2)$$

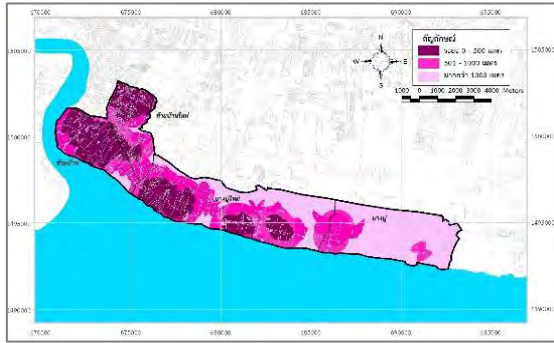
โดยที่ "n" คือจำนวนของปัจจัย " W_i " คือ ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมของปัจจัยที่ 1 ถึง n (Weighting) และ " R_i " ค่าน้ำหนักคะแนนความเหมาะสมของปัจจัยรองที่ 1 ถึง n (Rating) เมื่อคำนวณแล้วก็จะได้คะแนนรวมจากความเหมาะสมในแต่ละปัจจัยรวมกัน ดังตารางที่ 4 เพื่อนำมาสร้างแผนที่ความเหมาะสมการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

ตารางที่ 4 สรุปค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญของปัจจัยและเกณฑ์การกำหนดที่ใช้ในการหาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

ลำดับ	ปัจจัย	ค่าน้ำหนัก (W_i)	เกณฑ์การกำหนด	ค่าคะแนน (R_i)	$W_i \times R_i$
1	การรวมกลุ่มของอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน	0.132	0-500 เมตร	2.50	0.329
			501-1,000 เมตร	2.00	0.263
			มากกว่า 1,000 เมตร	1.67	0.219
2	ความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม	0.115	0-500 เมตร	3.00	0.346
			501-1,000 เมตร	2.33	0.269
			มากกว่า 1,000 เมตร	1.67	0.192
3	การเข้าถึงพื้นที่สวนสาธารณะและแหล่งนันทนาการ	0.151	0-500 เมตร	2.67	0.402
			501-1,000 เมตร	2.17	0.327
			มากกว่า 1,000 เมตร	1.67	0.251
4	การได้รับมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม	0.225	0-500 เมตร	2.67	0.600
			501-1,000 เมตร	2.17	0.488
			มากกว่า 1,000 เมตร	1.67	0.375
5	การคมนาคมในโซ่อุปทาน	0.130	0-1,000 เมตร	2.50	0.325
			1,001-2,000 เมตร	2.17	0.281
			มากกว่า 2,000 เมตร	1.83	0.238
6	พื้นที่ที่มีข้อร้องเรียน	0.148	0-50 เมตร	3.00	0.445
			51-151 เมตร	2.33	0.346
			151-500 เมตร	1.67	0.247
7	พื้นที่เสี่ยงต่อกภัยพิบัติทางธรรมชาติ	0.099	เสี่ยงน้อย	2.17	0.214
			เสี่ยงปานกลาง	2.00	0.198
			เสี่ยงมาก	2.00	0.198

3.5 การนำเข้าข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ในแต่ละปัจจัย

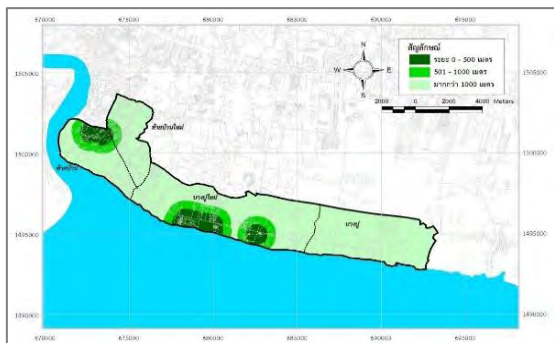
นำเข้าข้อมูลและจัดเก็บในโปรแกรม ArcView GIS 3.3 โดยนำข้อมูลมาวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ในแต่ละปัจจัยจะได้เป็นแผนที่ของทั้ง 7 ปัจจัย แล้วดำเนินการจัดกลุ่มพื้นที่โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ ได้แก่ พื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด พื้นที่ที่เหมาะสมมาก พื้นที่ที่เหมาะสมปานกลาง และพื้นที่ที่เหมาะสมน้อยแผนที่ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย ดังรูปที่ 4 ดังนี้



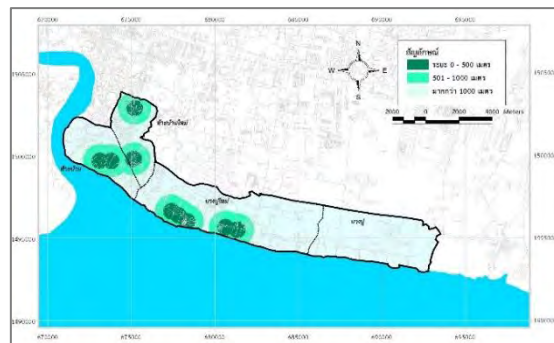
(ก) แผนที่ปัจจัยการรวมกลุ่มของอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน



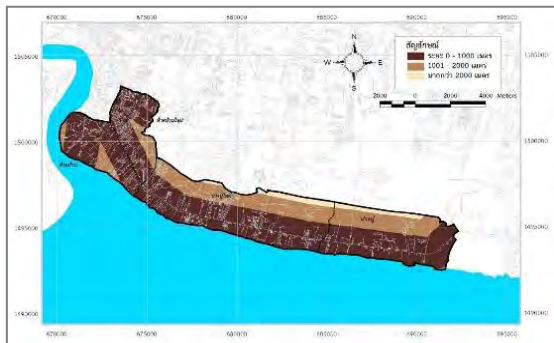
(ข) แผนที่ปัจจัยความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม



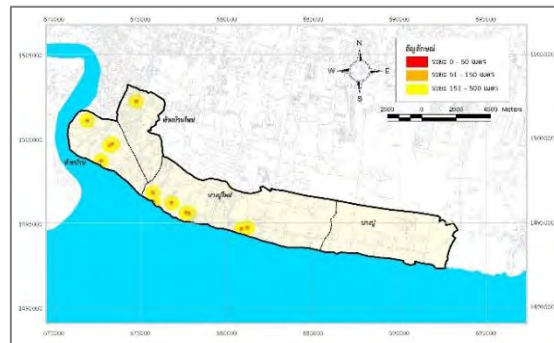
(ค) แผนที่ปัจจัยการเข้าถึงพื้นที่สวนสาธารณะและแหล่งนันทนาการ



(ง) แผนที่ปัจจัยการได้รับมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม



(จ) แผนที่ปัจจัยการคมนาคมในโซ่อุปทาน



(ฉ) แผนที่ปัจจัยพื้นที่ที่มีข้อร้องเรียน

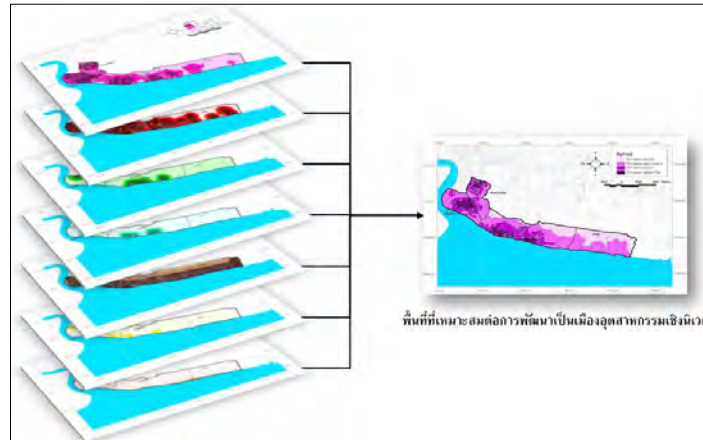


(ช) แผนที่ปัจจัยพื้นที่ที่เสี่ยงต่อกภัยพิบัติทางธรรมชาติ

รูปที่ 4 (ก)-(ช) แผนที่ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย

3.6 การวิเคราะห์ซ้อนทับ (Overlay analysis)

นำผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมของแต่ละปัจจัย (ทั้ง 7 แผนที่) มาใช้เทคนิคการซ้อนทับข้อมูล (Overlay) ดังรูปที่ 5 ตามระเบียบวิธีในซอฟต์แวร์ จะได้พื้นที่เพื่อจัดลำดับความเหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ



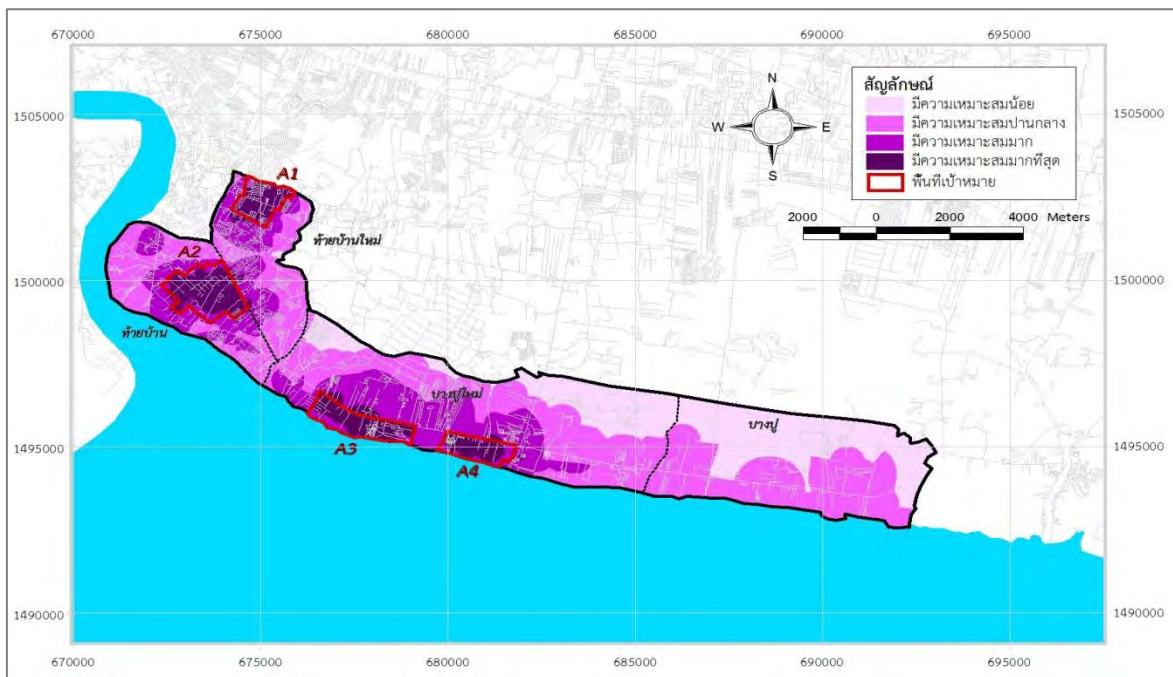
รูปที่ 5 รูปแบบการวิเคราะห์ซ้อนทับ (Overlay analysis)

4. ผลการดำเนินงานและอภิปรายผล

ผลการวิจัย พบว่า สามารถกำหนดพื้นที่เป้าหมาย ได้ 4 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 4 ได้แก่ พื้นที่ A1 A2 A3 และ A4 โดยจะเห็นว่าพื้นที่ A2 ครอบคลุมพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด ซึ่งมีขนาดพื้นที่ 1,308.56 ไร่ รองลงมาได้แก่ พื้นที่ A3 มีขนาดพื้นที่ 929.46 ไร่ พื้นที่ A1 มีขนาดพื้นที่ 645.94 ไร่ และ พื้นที่ A4 มีขนาดพื้นที่ 521.37 ไร่ ตามลำดับ รายละเอียดดังตารางที่ 5 ซึ่งจากงานวิจัยนี้จะเห็นว่าการกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์การคัดเลือกพื้นที่เพิ่มเติม นั้น ส่งผลให้ได้พื้นที่ที่เหมาะสม 4 ตำแหน่ง ดังแสดงในรูปที่ 6 ซึ่งจำนวนตำแหน่งที่เหมาะสม มีจำนวนลดลงจากการศึกษาของสุพัตรา (2557a.) ที่ได้พื้นที่ที่เหมาะสม 5 ตำแหน่ง [20] แต่มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดวงดาว และคณะ (2559) [22] ที่ได้ผลการวิเคราะห์พื้นที่เป้าหมาย 4 ตำแหน่ง และในแต่ละตำแหน่งเกาะกลุ่มอยู่ในย่านใกล้เคียงกัน แต่สำหรับงานวิจัยนี้จะให้ผลการคัดเลือกพื้นที่ที่ชัดเจนกว่า เนื่องจากมีการใช้เทคนิค AHP ในการกำหนดค่าน้ำหนักของแต่ละปัจจัย นั้นแสดงถึงการเพิ่มปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัดและการให้ค่าน้ำหนักคะแนนที่แตกต่างกันในแต่ละปัจจัย สามารถส่งผลให้มีการกำหนดพื้นที่ได้เฉพาะเจาะจงตามลำดับความสำคัญของปัจจัยมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 5 รายละเอียดระดับความเหมาะสมจำแนกตามพื้นที่เป้าหมาย

ลำดับที่	พื้นที่	ตำบล	ระดับความเหมาะสม (ไร่)				รวม(ไร่)
			มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	
1	A1	ท้ายบ้านใหม่	645.94	215.31	-	-	861.26
2	A2	ท้ายบ้าน	1,308.56	327.14	-	-	1,635.70
3	A3	บางปูใหม่	929.46	292.94	-	-	1,222.40
4	A4	บางปูใหม่	521.37	298.36	-	-	819.73
รวมพื้นที่ (ไร่)			3,405.33	1,133.76	-	-	4,539.09
ร้อยละ			75.02	24.98	-	-	100.00



รูปที่ 6 ผลการวิเคราะห์พื้นที่ที่เหมาะสมต่อการคัดเลือกเป็นพื้นที่เป้าหมาย

5. สรุป

จากงานวิจัยศึกษาหาลำดับความสำคัญของปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัด และวิเคราะห์หาพื้นที่ที่เหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ สามารถกำหนดปัจจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์พื้นที่เป้าหมาย 7 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยการรวมกลุ่มของอุตสาหกรรมประเภทเดียวกัน ปัจจัยความหนาแน่นของโรงงานอุตสาหกรรม ปัจจัยการเข้าถึงพื้นที่สวนสาธารณะและแหล่งนันทนาการ ปัจจัยการได้รับมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม ปัจจัยการคมนาคมในโซ่อุปทาน ปัจจัยพื้นที่ที่มีข้อร้องเรียน และปัจจัยพื้นที่เสี่ยงต่อภัยพิบัติทางธรรมชาติ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญในสาขาที่เกี่ยวข้องทำการประเมินแบบสอบถามตามวิธีของกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์

แล้วนำค่าคะแนนที่ได้มาประมวลผลร่วมกับการวิเคราะห์เชิงพื้นที่ด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ พบว่า ปัจจัยตัวชี้วัดที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศมากที่สุด คือ ปัจจัยการได้รับมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม มีค่าน้ำหนักคะแนนความสำคัญ 0.225 และผลการคัดเลือกหาพื้นที่ที่มีความเหมาะสมได้บริเวณที่มีความเหมาะสมของพื้นที่ 4 ตำแหน่ง โดยบริเวณพื้นที่ที่มีความเหมาะสมต่อการพัฒนาเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศมากที่สุด คือ พื้นที่ A2 ครอบคลุมบริเวณตำบลท้ายบ้าน มีขนาดพื้นที่ประมาณ 1,635.70 ไร่ จำแนกเป็นพื้นที่ที่เหมาะสมมากที่สุด 1,308.56 ไร่ พื้นที่ที่เหมาะสมมาก 327.14 ไร่ ไม่มีพื้นที่ในระดับความเหมาะสมปานกลางและพื้นที่ในระดับความเหมาะสมน้อย ซึ่งการคัดเลือกพื้นที่นี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อหน่วยงานในเขตเทศบาลตำบลบางปู เพื่อนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนาพื้นที่สู่เมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในอนาคต และจะเป็นประโยชน์แก่พื้นที่อื่นๆ ในด้านวิธีการดำเนินงาน รวมทั้งแนวคิดการกำหนดปัจจัยที่ใช้เป็นตัวชี้วัดความเหมาะสมของพื้นที่เป้าหมายที่ครอบคลุมมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Sibunruang. *Public-private collaboration with six teams for a quick action plan*. Nawna News, 21 February 2015. Available from: <http://www.naewna.com/business/145711>. Accessed 04/05/2558 [Access 15 October 2015].
- [2] Dou, X. Li, S. and Wang, J. Ecological strategy of city sustainable development. *APCBEE Procedia*, 2013, 5, pp. 429 – 434. Available from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212670813000754> [Accessed 10 October 2015]
- [3] IEAT. *Eco-industrial town: The beginning of an eco-industrial town*, 2009. Available from: http://www.ieat.go.th/eco/index.php?option=com_content&view=article&id=3:2013-09-05-19-58-03&catid=55&Itemid=120 [Access 12 December 2015].
- [4] DIW. *Urban ecological industrial development: A guide to the development of an eco-industrial town*, 2012. Available from: http://www.iei.or.th/media/www/Eco_Manual%202012.pdf [Access 12 October 2015].
- [5] Simachokedee, W. *TQM: The total quality management in organizations in 2000*, 4th ed. Bangkok: Chulalongkorn University, 1999.
- [6] Phechpakdee. *Principles and definitions of an eco-industrial town*, 2013. Available from: <http://www.iei.or.th/media/www/Definition%20and%20case%20EIT.pdf> [Access 12 November 2015].
- [7] Kang, B. *Effects of open spaces on the interpersonal level of resident social capital: A comparative case study of urban neighborhoods in Guangzhou, China*. PhD Thesis, Texas A & M University, 2006.
- [8] Saaty, T. L. Decision Making with the Analytic Hierarchy Process. *Int. J. Services Sciences*, 2008, 1(1), 83-98. Available from: <http://analytics.ncsu.edu/sesug/2012/SD-04.pdf> [Accessed 12 October 2015].
- [9] Vichiensin, C. *et al.* An application of geographic information systems on sanitary landfill site selection: A case study of Lam Plai Mat district, Buriram province. *J. of Rommayasan*, 2015, 13 (2), pp. 19-32.
- [10] IEI. *Scope and definition of eco-industrial town*, 2012. Available from: <http://www.iei.or.th/knowledge.php> [Access 10 October 2015].
- [11] Charmondusit, K. *Eco-industrial town: definition, principles, and examples*. Faculty of Environment and Resource Studies, Mahidol university, 2010. Available from: http://www.en.mahidol.ac.th/EI/Downloads/Eco-Industrial%20Park%20Review%20in%20Thai_.pdf [Accessed 10 October 2015].
- [12] Miller, G. A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *The Psychological Review*, 1956. Available from: <http://www.psych.utoronto.ca/users/peterson/psy430s2001/Miller%20GA%20Magical%20Seven%20Psych%20Review%201955.pdf> [Accessed 8 October 2015].

- [13] Saaty, T. L. and Ozdemir, M. S. Why the Magic Number Seven Plus or Minus Two. *Mathematical and Computer Modelling*, 2003, 38, pp. 233-244. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895717703900835> [accessed 9 October 2015].
- [14] Ongsomwang, S. *Tracking changes in forest areas in the demonstration forest area of Ngao district, Lampang province by means of remote sensing and geographic information systems*. Bangkok: Royal Forest Department, 1995.
- [15] Thongtip, U. *Geographic Information Systems for loyal education*. Bangkok: Phranakhon Rajabhat University, 2012.
- [16] IEAT. *Starting of eco industrial town*, 2009. Available from: <http://www.ieat.go.th/eco/> [Accessed 11 November 2015].
- [17] Ativitavas, P. and Thongsukplang, S. Potential Surface Analysis (PSA) for urban development in Samutsakorn, Nakornathom, Samutsongkram, Petchaburi and Huahin, Prajuabkirikhan. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies*, 2006, 4, pp. 37-50.
- [18] Brownson, R. C., Hoehner, C. M., Day, K., Forsyth, A. and Sallis, J. F. Measuring the built environment for physical activity. *American Journal of Preventive Medicine*, 2000, 36(4), pp. 1-53.
- [19] Passabut, R. Eco town to sustainable society. *Faculty of Business Administration, Rajamangala University of Technology Thanyaburi*. 2010. Available from: <http://www.mtp.rmutt.ac.th>. [Accessed 10 January 2016].
- [20] Ketsarapong, S. Eco industrial town: Samutprakarn province, *Faculty of Engineering, Sripatum University*, 2013, pp. 4-41 – 4-66.
- [21] Iamtrakul, P., Kongphunphin, C. and Horayangkura, V. An Evaluation Framework for Sustainable Development: The Challenge for Planners and Development. *JARS*, 2013, 10(1), pp. 85-106. Available from: <https://www.tci-thaijo.org/index.php/jars/article/view/12920> [Accessed 5 November 2015].
- [22] Modwatthana, D. *et al*. Site suitability evaluation for ecoindustrial town using GIS. *Ladkrabang Engineering Journal*, 2016, 33 (1), pp. 12-17. Available from: [http://www.kmitl.ac.th/lej/PDFjournal59/Volume33_No1_MAR2559_\(3\).pdf](http://www.kmitl.ac.th/lej/PDFjournal59/Volume33_No1_MAR2559_(3).pdf) [Accessed 5 September 2015].