

**การประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น
ในการคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม ในมุมมองเชิงวิศวกรรม
สำหรับเขตเศรษฐกิจชายแดน จังหวัดตาก**

ปุ่น เทียงบุรณธรรม¹, ศักดิ์เกษม ระมิงค์วงศ์² และ สาลินี สันติธีรากุล³

¹ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์ (66)-53-944157 โทรสาร (66)-53-892376 Email: poon@eng.cmu.ac.th

²คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์ (66)-53-944125 โทรสาร (66)-53-944185 Email: sakgasem@eng.cmu.ac.th

³ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200

โทรศัพท์ (66)-53-944125 โทรสาร (66)-53-944185 Email: salinee@eng.cmu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดตาก ซึ่งเป็นการต่อยอดจากผลการวิจัยของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ทำการประเมินพื้นที่ทางเลือกที่เหมาะสมในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดตาก จากการคัดกรองเบื้องต้น ทำให้ได้มาซึ่งพื้นที่ทางเลือกที่มีความเหมาะสม 3 พื้นที่ และในการคัดเลือกพื้นที่ทางเลือกทั้ง 3 พื้นที่ เพื่อให้ได้มาซึ่งพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด ในมุมมองเชิงวิศวกรรม ได้มีการนำเทคนิควิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process; AHP) มาเป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา 4 ด้าน คือ ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยด้านวิศวกรรม ปัจจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้มาซึ่งพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในเชิงวิศวกรรมมากที่สุด ซึ่งผลจากการวิเคราะห์สามารถคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดในมุมมองเชิงวิศวกรรม ในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดตากได้

บทนำ

จังหวัดตาก เป็นจังหวัดที่มีพื้นที่ชายแดนที่ถือเป็นพื้นที่ยุทธศาสตร์ของประเทศที่สามารถพัฒนาเป็นฐานการผลิตหลักในแนว East – West Economic Corridor ที่เชื่อมโยงการผลิตไปยังประเทศพม่า และกลุ่มประเทศเอเชียใต้ หรือเชื่อมโยงไปยังประเทศลาวและเวียดนามใต้ นอกจากนี้จะมีความได้เปรียบทางด้านจุดที่ตั้งของพื้นที่ซึ่งอยู่ติดกับประเทศพม่าแล้ว ยังเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในด้านการค้าและบริการ ด้านอุตสาหกรรมด้านการเกษตร และด้านการท่องเที่ยว

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้รับมอบหมายจากจังหวัดตากให้ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม จังหวัดตาก เพื่อเป็นการพัฒนาเชิงพื้นที่ในการรองรับการพัฒนาจังหวัดตากให้พร้อมสู่การเป็นเมืองเศรษฐกิจชายแดน

การศึกษาคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดตาก ได้ทำการคัดกรองพื้นที่เบื้องต้นจากการอบการศึกษา 3 ขั้นตอน คือ 1) การพิจารณาจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) 2) การสำรวจภาคสนาม (Site Survey) 3) การคัดกรองจากรูปแบบในการประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม (Industrial Estate Site Evaluation Model: IESE Model) ซึ่งเป็นรูปแบบการประเมินที่พิจารณาความเหมาะสม

ของพื้นที่ โดยมีการพิจารณาปัจจัยทั้งในด้านวิศวกรรม ด้านสังคม รวมทั้งปัจจัยในด้านการยอมรับจากชุมชน ความคุ้มกัน เพื่อที่จะสามารถประเมินพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมที่เหมาะสมในด้านวิศวกรรม ด้านสังคม และเป็นพื้นที่ที่ได้รับการยอมรับจากชุมชน จากการประเมินความเหมาะสมของพื้นที่เบื้องต้น ทำให้ได้พื้นที่ที่ศักยภาพ ในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม 3 พื้นที่ โดยจะมีการศึกษาในรายละเอียดเชิงวิศวกรรม และผลกระทบต่อด้าน สิ่งแวดล้อมของทั้ง 3 พื้นที่ เพื่อให้จังหวัดตากได้ทำการพิจารณาและตัดสินใจเลือกพื้นที่ในการจัดตั้งนิคม อุตสาหกรรม

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาเพื่อคัดเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด จากพื้นที่ที่มีศักยภาพทั้ง 3 พื้นที่ โดยประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process; AHP) โดยมองจาก มุมมองเชิงวิศวกรรม

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (Analytical Hierarchy Process; AHP) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการ ตัดสินใจภายใต้เงื่อนไข (Multi Criteria Decision Making) ซึ่งสามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งในเกณฑ์เชิงปริมาณและ เกณฑ์เชิงคุณภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมืออื่นๆ ที่ช่วยในการตัดสินใจ เช่น วิธีการจัดลำดับความสำคัญ (Raking Method) พบว่าเทคนิค AHP สามารถช่วยลดความซับซ้อนในการตัดสินใจได้ จากการนำเสนอปัญหา ในลักษณะที่เป็นลำดับชั้น พิจารณาเกณฑ์ในการตัดสินใจ และทางเลือกต่างๆ จากการเปรียบเทียบเป็นคู่ ในแต่ ละจุดที่ต้องทำการตัดสินใจ โดยสามารถสรุปขั้นตอนของการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ได้ดังนี้

- กำหนดปัญหา วัตถุประสงค์ และผลลัพธ์ที่ต้องการของปัญหาที่ทำการพิจารณา
- กำหนดเกณฑ์หรือเงื่อนไขที่มีผลต่อการตัดสินใจ
- จัดโครงสร้างของปัญหา โดยสร้างเป็นแผนภูมิลำดับชั้น แบ่งออกเป็น เป้าหมาย เงื่อนไขหลัก เงื่อนไขรอง และทางเลือกของปัญหา
- ทำการเปรียบเทียบแต่ละองค์ประกอบในแต่ละลำดับชั้น โดยใช้วิธีการเปรียบเทียบความสำคัญเป็นคู่ๆ ในรูปแบบของเมตริกซ์ที่ช่วยในการตัดสินใจ
- การประเมินทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งได้จากผลการเปรียบเทียบในแต่ละลำดับชั้น

เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับการตัดสินใจในปัญหาต่างๆ ในหลายๆ ด้าน จากงานวิจัยต่างๆ สามารถแบ่งการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นออกเป็น 3 กลุ่ม [2] ได้แก่ 1) ใช้เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการตัดสินใจทางเลือกต่างๆ เช่น การคัดเลือก การประเมินทางเลือก การจัดสรร ทรัพยากร การจัดลำดับความสำคัญ เป็นต้น 2) ใช้เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ [3] 3) ประยุกต์ใช้ร่วมกับ เทคนิคอื่นๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจ Fariborz Y. [1] ได้นำเทคนิค AHP การประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิค QFD เพื่อใช้ในการเลือกพื้นที่ในการจัดตั้งศูนย์บริการลูกค้า

การคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม (Industrial Estate Site Selection)

จากการศึกษาวิธีการในการคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม พบว่าในการคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคม อุตสาหกรรมนั้นแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนหลัก คือ การกำหนดปัจจัยที่มีความสำคัญในการพิจารณา การกำหนด น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย และการประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ ซึ่งในแต่ละขั้นตอนได้มีการ

ประยุกต์ใช้เทคนิคหรือเครื่องมือต่างๆ เพื่อช่วยในการตัดสินใจให้สามารถเลือกพื้นที่ที่มีความเหมาะสมมากที่สุดได้

ในการกำหนดปัจจัยที่มีความสำคัญในการพิจารณาพบว่างานวิจัยของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ [5] [8] ได้มีการพัฒนารูปแบบการประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม (Industrial Estate Site Evaluation; IESE Model) ขึ้นมาเพื่อเป็นกรอบในการศึกษาความเหมาะสมของพื้นที่ที่จะสามารถรองรับการดำเนินการและการพัฒนานิคมอุตสาหกรรมในเขตเศรษฐกิจชายแดน จังหวัดตาก และได้ใช้วิธีการจัดลำดับความสำคัญของปัจจัย (Ranking Method) ในการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย ซึ่งงานวิจัยแนวทางการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการคัดเลือกพื้นที่เบื้องต้นในโครงการนำร่องนิคมอุตสาหกรรมสุพรรณบุรี [7] ได้ทำการศึกษาวิธีในการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ 6 ปัจจัย ได้แก่ ระดับความสูงของพื้นที่ ความชัน ระยะห่างจากแหล่งน้ำ คุณสมบัติของดิน ระยะห่างจากถนน และระยะห่างจากชุมชน โดยการนำมาหาน้ำหนักความสำคัญเชิงเปรียบเทียบของแต่ละคู่ความสัมพันธ์ของปัจจัย และนำมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อใช้ในการคัดเลือกพื้นที่เบื้องต้นในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม สำหรับการคัดเลือกหรือประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม ได้มีการนำวิธีการ Simple Additive Weighting Method (SAW Method) มาประยุกต์ใช้ซึ่งเป็นวิธีในการกำหนดคะแนนความเหมาะสมและนำมาถ่วงน้ำหนักกับความสำคัญของแต่ละปัจจัยที่ทำการพิจารณา [5] [8]

การคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดตาก ในมุมมองเชิงวิศวกรรม

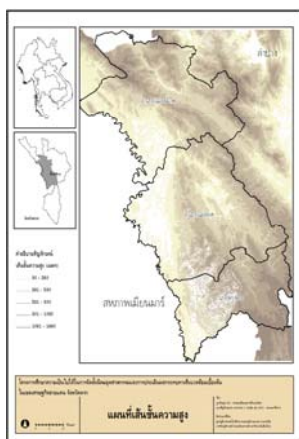
การคัดกรองพื้นที่เบื้องต้น

ในการคัดกรองพื้นที่เบื้องต้น เพื่อให้ได้มาซึ่งพื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดตากนั้น พิจารณาพื้นที่ในเขต 3 อำเภอชายแดน ได้แก่ อำเภอแม่สอด อำเภอพบพระ และอำเภอแม่ระมาด เนื่องจาก เป็นพื้นที่ที่อยู่ติดกับประเทศพม่า และเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพในด้านการค้าและบริการ ด้านอุตสาหกรรม ด้านเกษตรกรรม และด้านการท่องเที่ยว สามารถแบ่งกรอบในการคัดกรองได้เป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การพิจารณาจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) 2) การสำรวจภาคสนาม (Site Survey) และ 3) การคัดกรองจากรูปแบบในการประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม (Industrial Estate Site Evaluation Model: IESE Model) [5]

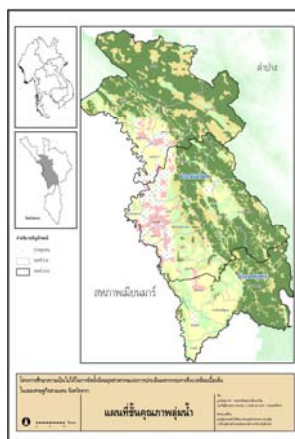
ในขั้นตอนแรกจากการพิจารณาจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อคัดเลือกพื้นที่ที่เป็นไปได้ โดยมีเงื่อนไขในการพิจารณาคือ 1) เป็นพื้นที่ที่มีความลาดชันน้อย (มีความลาดชันน้อยกว่า 15%) 2) ไม่อยู่ในพื้นที่ชุมชน 3) ไม่อยู่ในพื้นที่คุณภาพชั้นลุ่มน้ำ 1A 1B และ 4) ไม่อยู่ในพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งผลจากการพิจารณาจากข้อมูลระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ทำให้ได้มาซึ่งพื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดตาก รวมทั้งสิ้น 22 พื้นที่ รายละเอียดตามรูปที่ 1 แสดงพื้นที่ที่พิจารณาตามเกณฑ์ต่างๆจากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์

การสำรวจภาคสนามเพื่อประเมินความเป็นไปได้และความเหมาะสมเบื้องต้นจากสภาพพื้นที่จริง และสามารถตัดพื้นที่ที่ไม่เหมาะสมออกจากการพิจารณา โดยเกณฑ์ที่บ่งชี้ถึงลักษณะที่ไม่เหมาะสม ได้แก่ พื้นที่ที่มีการคมนาคมเข้าถึงลำบาก พื้นที่ที่ไกลจากถนนสายหลัก พื้นที่ที่อยู่ใกล้แหล่งชุมชนมากเกินไป และพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ในการทำเกษตร ซึ่งสามารถคัดกรองพื้นที่เหลือ 9 พื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ และเหมาะสมสำหรับการจัดตั้งเป็นนิคมอุตสาหกรรม [5] [8] ดังแสดงในรูปที่ 2(ก)

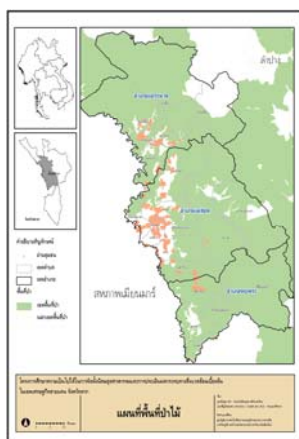
การคัดกรองพื้นที่ที่มีศักยภาพรูปแบบในการประเมินพื้นที่ที่เหมาะสมในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม (IESE Model) [5] ได้มีการพิจารณาข้อมูลเบื้องต้นของแต่ละพื้นที่ จากเกณฑ์ต่างๆ 9 เกณฑ์ ได้แก่ (1) ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ (2) ปัจจัยหลักด้านวิศวกรรม (3) ลักษณะทางกายภาพ (4) ข้อจำกัดของพื้นที่ (5) ปัจจัยทางการเมืองการปกครอง (6) คุณภาพชีวิต (7) ความเหมาะสมด้านสังคม (8) ปัจจัยหลักด้านสังคมในนิคมอุตสาหกรรม (9) การยอมรับจากสังคม จากคะแนนประเมินความเหมาะสมและน้ำหนักความสำคัญในแต่ละเกณฑ์ สามารถประเมินความเหมาะสมของพื้นที่ พบว่ามีพื้นที่ที่มีศักยภาพ และมีความเหมาะสมมากในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมจำนวน 3 พื้นที่ ดังแสดงในรูปที่ 2(ข) ซึ่งผลการศึกษาของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ได้ทำการศึกษารายละเอียดของทั้ง 3 พื้นที่ เพื่อให้จังหวัดตากได้ทำการพิจารณาและตัดสินใจคัดเลือกพื้นที่ในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม



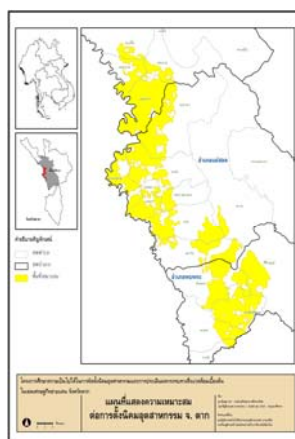
(ก) แผนที่เส้นชั้นความสูง



(ข) แผนที่ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ

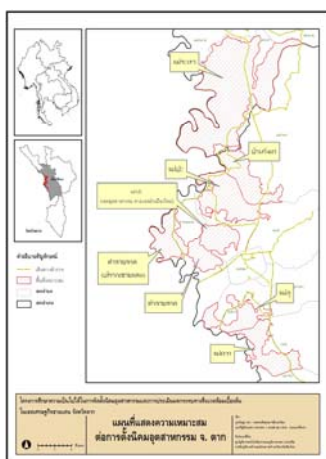


(ค) แผนที่พื้นที่ป่าไม้

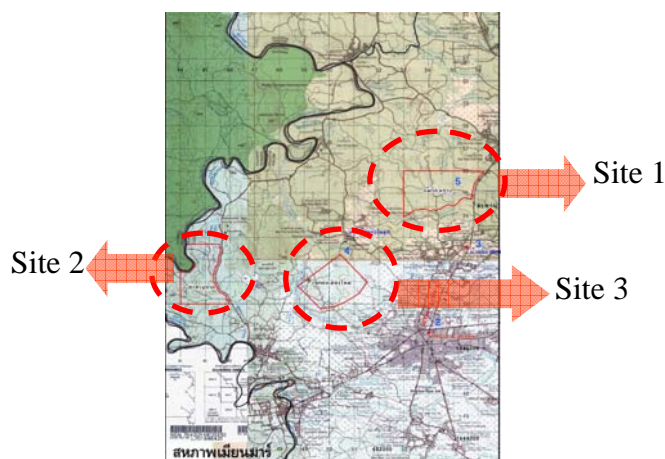


(ง) แผนที่พื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ในการจัดตั้งนิคม

รูปที่ 1 แสดงแผนที่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ และพื้นที่ที่มีความเป็นไปได้ในการจัดตั้งนิคม



(ก) แผนที่พื้นที่ที่เป็นไปได้หลังการสำรวจภาคสนาม



(ข) แผนที่พื้นที่ที่มีศักยภาพในการจัดตั้งนิคม

รูปที่ 2 แสดงพื้นที่ที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม และหลังจากการคัดกรองด้วย IESE Model

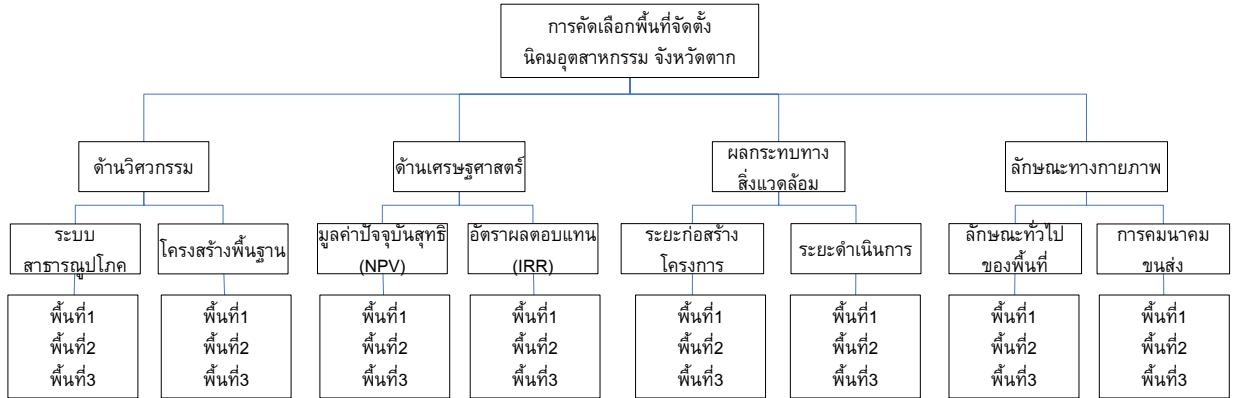
เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณา

จากการคัดกรองเบื้องต้นโดยใช้ IESE Model ที่มีการพิจารณาทั้งปัจจัยในด้านวิศวกรรม ด้านสังคม และด้านการยอมรับจากชุมชน นั้นทำให้ได้พื้นที่ที่มีศักยภาพที่ได้รับการยอมรับจากชุมชนในระดับหนึ่ง ดังนั้นในการพิจารณาคัดเลือกพื้นที่หลังจากที่ได้มีการศึกษารายละเอียดของแต่ละพื้นที่แล้ว จะพิจารณาความเหมาะสมในด้านวิศวกรรม และสิ่งแวดล้อม ในการคัดเลือกพื้นที่ที่เหมาะสมที่สุดในเชิงวิศวกรรม โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ พิจารณาจากความคุ้มค่าคุ้มทุนในการลงทุนของโครงการ
- ปัจจัยด้านวิศวกรรม พิจารณาจากระบบสาธารณูปโภค และการคมนาคมขนส่ง
- ผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม พิจารณาจากผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะมี 2 ระยะ คือในระยะเตรียมพื้นที่และการก่อสร้าง และระยะดำเนินงานของนิคม
- ลักษณะทางกายภาพ พิจารณาจากลักษณะทางกายภาพในปัจจุบันของพื้นที่ เช่น ลักษณะภูมิประเทศ ธรณีวิทยาและแผ่นดินไหว ป่าไม้ แหล่งน้ำและการใช้น้ำ เป็นต้น

การคัดเลือกพื้นที่

ในการคัดเลือกพื้นที่โดยใช้เทคนิควิเคราะห์เชิงลำดับชั้น สามารถสร้างแผนภูมิลำดับชั้นของการคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดตาก ได้ดังแสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงแผนภูมิลำดับชั้นในการคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม จังหวัดตาก

การคำนวณน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์

การคำนวณน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ในการตัดสินใจเลือกพื้นที่ในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม จังหวัดตาก จากการใช้แบบสอบถามจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในการจัดตั้งนิคม ได้แก่ ผู้ประกอบการ ประชาชนในพื้นที่ หน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน จำนวน 28 คน ผลจากการเปรียบเทียบความสำคัญเป็นคู่ๆ โดยกำหนดระดับความเข้มข้นของความสำคัญ ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งจากการรวบรวมความคิดเห็นของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม สามารถสรุประดับความสำคัญในแต่ละปัจจัยได้ในรูปของเมตริกซ์ในการตัดสินใจ (Decision Matrix) ดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งในที่นี้จะเรียกเมตริกซ์ในการตัดสินใจนี้เป็นเมตริกซ์ A และมีขั้นตอนในการคำนวณน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์ ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงระดับความเข้มข้นของความสำคัญในการเปรียบเทียบเป็นคู่

ระดับความเข้มข้น	ความหมาย	คำอธิบาย
1	มีระดับความสำคัญเท่ากัน	ทั้งสองปัจจัยมีความสำคัญเท่าเทียมกัน
3	มีความสำคัญมากกว่าเล็กน้อย	ใช้ประสบการณ์และการพิจารณาแสดงความพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งเล็กน้อย
5	มีความสำคัญมากกว่าปานกลาง	ใช้ประสบการณ์และการพิจารณาแสดงความพอใจในปัจจัยหนึ่งมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งปานกลาง
7	มีความสำคัญมากกว่าค่อนข้างมาก	ปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่งอย่างเห็นได้ชัดในทางปฏิบัติ
9	มีความสำคัญมากกว่าอย่างยิ่ง	มีหลักฐานยืนยันที่ชัดเจนว่าปัจจัยหนึ่งมีความสำคัญมากกว่าอีกปัจจัยหนึ่ง
2,4,6,8	ค่ากลางระหว่างระดับความเข้มข้นตามที่กล่าวมาข้างต้น	ในบางครั้งผู้ตัดสินใจมีการพิจารณาในลักษณะที่กำกวมกันระหว่างระดับความเข้มข้นสองระดับ

ตารางที่ 2 แสดงเมตริกซ์การเปรียบเทียบความสำคัญแบบเป็นคู่ของเกณฑ์ในการพิจารณา (เมตริกซ์ A)

ปัจจัย	ด้านเศรษฐศาสตร์	ด้านวิศวกรรม	ผลกระทบต่อด้าน สิ่งแวดล้อม	ลักษณะทางกายภาพ
ด้านเศรษฐศาสตร์	1.000	0.922	0.752	1.101
ด้านวิศวกรรม	1.085	1.000	0.816	1.195
ผลกระทบต่อด้าน สิ่งแวดล้อม	1.329	1.225	1.000	1.464
ลักษณะทางกายภาพ	0.908	0.848	0.683	1.000
ผลรวม	4.323	3.995	3.252	4.759

ขั้นตอนที่ 1 ปรับค่าระดับความสำคัญในการเปรียบเทียบของแต่ละปัจจัย (Normalization) โดยการนำตัวเลขในแต่ละช่องหารกับผลรวมของแต่ละแถว ดังสมการที่ (1) ซึ่งผลของการปรับค่าระดับความสำคัญได้แสดงในตารางที่ 3

$$a'_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}} \quad (1)$$

โดยที่ a_{ij} = ระดับความเข้มข้นจากการเปรียบเทียบปัจจัยที่ i เทียบกับปัจจัยที่ j
 a'_{ij} = ระดับความเข้มข้นที่ปรับค่าแล้วจากการเปรียบเทียบปัจจัยที่ i เทียบกับปัจจัยที่ j
 $\sum_{i=1}^n a_{ij}$ = ผลรวมของระดับความเข้มข้นในแต่ละแถวของคอลัมน์ที่ j

ตารางที่ 3 แสดงผลลัพธ์จากการปรับค่าระดับความสำคัญในการเปรียบเทียบแต่ละปัจจัย

ปัจจัย	ด้านเศรษฐศาสตร์	ด้านวิศวกรรม	ผลกระทบต่อด้าน สิ่งแวดล้อม	ลักษณะทาง กายภาพ
ด้านเศรษฐศาสตร์	0.231	0.231	0.231	0.231
ด้านวิศวกรรม	0.251	0.250	0.251	0.251
ผลกระทบต่อด้าน สิ่งแวดล้อม	0.308	0.307	0.308	0.308
ลักษณะทางกายภาพ	0.210	0.212	0.210	0.210
ผลรวม	1.000	1.000	1.000	1.000

ขั้นตอนที่ 2 คำนวณน้ำหนักของแต่ละปัจจัย โดยการหาค่าเฉลี่ยในแต่ละแถว จะได้น้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัย ซึ่งผลจากการคำนวณได้แสดงในตารางที่ 4 ในที่นี้จะเรียกเมตริกซ์น้ำหนักของแต่ละปัจจัยนี้เป็นเมตริกซ์ W^T

ตารางที่ 4 แสดงผลลัพธ์จากการคำนวณน้ำหนักของแต่ละปัจจัย (เมตริกซ์ W^T)

ปัจจัย	น้ำหนักความสำคัญ
ด้านเศรษฐศาสตร์	0.231
ด้านวิศวกรรม	0.251
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	0.307
ลักษณะทางกายภาพ	0.211

ขั้นตอนที่ 3 การวิเคราะห์ความสอดคล้องกันของเหตุผลโดยการหาค่าไอเกน ซึ่งผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ความสอดคล้องกันทางเหตุผล ได้แสดงในตารางที่ 5 โดยมีขั้นตอนในการคำนวณ ดังนี้

- กำหนดหาผลคูณระหว่างเมตริกซ์ในการตัดสินใจ (เมตริกซ์ A) และเมตริกซ์ของน้ำหนักความสำคัญในแต่ละปัจจัย (เมตริกซ์ W^T) ซึ่งผลคูณที่ได้นั้นจะเรียกว่า เมตริกซ์ AW^T
- นำผลคูณ AW^T มาหารกับน้ำหนักของแต่ละปัจจัย
- กำหนดค่า λ_{\max} เพื่อนำมาคำนวณดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล จากสมการที่ (2) โดยที่ n คือจำนวนปัจจัยที่นำมาพิจารณา ซึ่งในกรณีนี้มีปัจจัยที่นำมาพิจารณา 4 ปัจจัย

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \left(\frac{AW^T}{W^T} \right) \quad (2)$$

- กำหนดดัชนีความสอดคล้องกันของเหตุผล (Consistency Index; CI) จากสมการที่ (3)

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

- วิเคราะห์ค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio; CR) จากอัตราส่วนระหว่างดัชนีความสอดคล้องกับค่าดัชนีจากการสุ่มตัวอย่าง (Random Consistency Index; RI) จากสมการที่ (4) โดยที่ค่า RI มีค่าเท่ากับ 0.90 ในกรณีที่มีจำนวนปัจจัยเท่ากับ 4 ปัจจัย หากค่าสัดส่วนความสอดคล้อง (CR) มีค่าน้อยกว่า 0.10 แสดงว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกันทางเหตุผล

$$CR = \frac{RI}{CI} \quad (4)$$

ตารางที่ 5 แสดงการคำนวณการวิเคราะห์ความสอดคล้องกันทางเหตุผลของข้อมูล

	ด้าน เศรษฐศาสตร์	ด้าน วิศวกรรม	ผลกระทบ ด้าน สิ่งแวดล้อม	ลักษณะทาง กายภาพ	W^T	AW^T	AW^T/W^T
ด้าน เศรษฐศาสตร์	1.00	0.92	0.75	1.10	0.231	0.925	4.00329
ด้าน วิศวกรรม	1.09	1.00	0.82	1.19	0.251	1.004	4.00329
ผลกระทบ ด้าน สิ่งแวดล้อม	1.33	1.23	1.00	1.46	0.307	1.230	4.00329
ลักษณะทาง กายภาพ	0.91	0.85	0.68	1.00	0.211	0.843	4.00330

$$1/n \sum (AW^T/W^T) = 4.00329$$

$$\text{Contingency Index, CI} = 0.00110$$

$$\text{CR} = 0.0012$$

จากตารางที่ 5 พบว่าค่าสัดส่วนของความสอดคล้อง (CR) มีค่าน้อยกว่า 0.10 แสดงว่าข้อมูลน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยจากมุมมองของผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมนั้นมีความสอดคล้องกัน ซึ่งเมื่อพิจารณาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยในตารางที่ 4 พบว่าผู้มีส่วนเกี่ยวข้องนั้นเห็นว่าปัจจัยในด้านผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญมากกว่าปัจจัยในด้านอื่นๆ แต่อย่างไรก็ตามจะเห็นว่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยนั้นไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก ซึ่งมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.041 เท่านั้น

การเปรียบเทียบทางเลือกของแต่ละปัจจัย

เมื่อได้มีการพิจารณาน้ำหนักความสำคัญของแต่ละปัจจัยแล้ว ขั้นตอนต่อมาเป็นการวิเคราะห์ทางเลือกของพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม ในมุมมองเชิงวิศวกรรม โดยจะพิจารณาเปรียบเทียบพื้นที่ทางเลือกเป็นคู่ๆ ภายใต้มุมมองในแต่ละปัจจัย โดยการประเมินจากนักวิจัยผู้มีความเชี่ยวชาญในด้านนั้นๆ

○ ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์

การพิจารณาปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ พิจารณาจากความคุ้มค่าคุ้มทุนในการลงทุนของโครงการ โดยวิเคราะห์จากค่าทางการเงิน ได้แก่ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value; NPV) และอัตราผลตอบแทนโครงการ (Internal Rate of Return; IRR) ของแต่ละพื้นที่ทางเลือก ซึ่งค่าทางการเงินเหล่านี้เป็นผลมาจากการพิจารณาด้านทุนค่าก่อสร้าง ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน และรายได้ของโครงการ ในมุมมองของผู้ลงทุนในโครงการ ซึ่งจากการวิเคราะห์ต้นทุนค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการของแต่ละพื้นที่ทางเลือก พบว่ามีต้นทุนค่าก่อสร้างและค่าใช้จ่ายที่ไม่แตกต่างกันมากนัก [5] ดังนั้นปัจจัยที่มีผลกระทบโดยตรงต่อค่าทางการเงินของแต่ละพื้นที่ทางเลือก คือ รายได้ของโครงการ ซึ่งได้มาจากการให้เช่าพื้นที่ในเขตอุตสาหกรรม เขตพาณิชย์

รวม และเขตที่พิกอาศัยของโครงการ ดังนั้นปัจจัยที่ส่งผลต่อรายได้ของโครงการมากที่สุด คือ พื้นที่ที่จัดสรรให้ผู้ประกอบการเข้ามาลงทุน ซึ่งผลจากการศึกษารายละเอียดในเชิงวิศวกรรม ในด้านของการจัดวางผังแม่บทการใช้ที่ดินของโครงการ และนำมาวิเคราะห์ในเชิงเศรษฐศาสตร์ในรูปของค่าทางการเงิน พบว่าแต่ละพื้นที่ทางเลือกมีค่า NPV และ IRR ที่แตกต่างกัน [5] สามารถนำมาเปรียบเทียบกันในรูปแบบของเมตริกซ์ในการตัดสินใจได้ ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงเมตริกซ์ในการตัดสินใจของพื้นที่ทางเลือก ในการพิจารณาปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์

ทางเลือก	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
พื้นที่ 1	1.000	5.000	5.000
พื้นที่ 2	0.200	1.000	3.000
พื้นที่ 3	0.200	0.333	1.000

○ ปัจจัยด้านวิศวกรรม

การพิจารณาปัจจัยด้านวิศวกรรม พิจารณาจากความเป็นไปได้ในเชิงวิศวกรรม ได้แก่ การก่อสร้างโครงการ ระบบสาธารณูปโภค และโครงสร้างพื้นฐานของแต่ละพื้นที่ทางเลือก จากการศึกษารายละเอียดในเชิงวิศวกรรม พบว่าในแต่ละพื้นที่ทางเลือกมีรายละเอียดในการก่อสร้างโครงการ และโครงสร้างพื้นฐานที่ไม่ได้แตกต่างกันมากนัก แต่จะมีความแตกต่างกันในด้านของการออกแบบระบบสาธารณูปโภคของโครงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านของระบบน้ำ เนื่องจากพื้นที่ทางเลือกแต่ละแห่งมีระยะทางห่างจากแหล่งน้ำที่จะนำมาใช้ในโครงการที่ต่างกัน ดังนั้นปัจจัยในด้านแหล่งน้ำของโครงการ จึงเป็นปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อตรงในการพิจารณาปัจจัยด้านวิศวกรรม [5] สามารถนำมาเปรียบเทียบในรูปแบบของเมตริกซ์ในการตัดสินใจได้ ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 แสดงเมตริกซ์ในการตัดสินใจของพื้นที่ทางเลือก ในการพิจารณาปัจจัยด้านวิศวกรรม

ทางเลือก	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
พื้นที่ 1	1.000	6.000	4.000
พื้นที่ 2	0.167	1.000	3.000
พื้นที่ 3	0.250	5.000	1.000

○ ปัจจัยด้านผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

การพิจารณาปัจจัยด้านผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม เป็นการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นจากการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมในจังหวัดตาก [8] โดยได้แบ่งการประเมินออกเป็น 2 ระยะ คือ ระยะการเตรียมพื้นที่และการก่อสร้างโครงการ และระยะการดำเนินการของนิคม โดยการประเมินในระยะการก่อสร้างและการเตรียมพื้นที่ จะใช้วิธีประเมินผลกระทบจากกิจกรรมที่มีผลต่อปัจจัยในด้านกายภาพ ชีวภาพ การใช้ประโยชน์ของมนุษย์ และคุณภาพชีวิตในประเด็นหลัก และการประเมินผลกระทบในระยะการดำเนินการของนิคมจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นและการดำเนินการของนิคมแต่ละพื้นที่เป็นภาพรวม ซึ่งผลจากการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นพบว่า พื้นที่ทางเลือกทั้ง 3 พื้นที่ ไม่เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมในระดับความรุนแรงที่มาก ในทุกประเด็น ซึ่งจากการประเมินผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมเบื้องต้นใน

แต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันในบางประเด็น สามารถนำมาเปรียบเทียบในรูปของเมตริกซ์ในการตัดสินใจได้ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงเมตริกซ์ในการตัดสินใจของพื้นที่ทางเลือก ในการพิจารณาปัจจัยด้านผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

ทางเลือก	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
พื้นที่ 1	1.000	4.000	2.000
พื้นที่ 2	0.250	1.000	0.333
พื้นที่ 3	0.500	3.000	1.000

○ ปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ

การพิจารณาปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ พิจารณาจากลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทางเลือกทั้ง 3 พื้นที่ โดยมีประเด็นในการพิจารณา ได้แก่ ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ และการคมนาคมขนส่ง ซึ่งจากการศึกษา ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ พบว่าปัจจัยในด้านอุทกวิทยาน้ำผิวดิน คุณภาพน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน เป็นปัจจัยที่ส่งผลให้พื้นที่ทางเลือกมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ปัจจัยในด้านของที่ตั้งของพื้นที่ทางเลือก ยังส่งผลในการตัดสินใจเปรียบเทียบข้อเด่น ข้อด้อยของแต่ละพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านของความมั่นคงระหว่างประเทศ เนื่องจากทำเลที่ตั้งของพื้นที่ทางเลือกที่อยู่ใกล้กับชายแดนประเทศพม่า จะมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากความไม่มั่นคงทางการเมืองของประเทศพม่ามากกว่าพื้นที่ทางเลือกอื่น สำหรับประเด็นด้านการคมนาคมขนส่ง พบว่าพื้นที่ทางเลือกมีความแตกต่างกันในด้านของความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานที่จะสามารถรองรับการดำเนินการของนิคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านของสภาพถนน และการเข้าถึงพื้นที่ของโครงการ [5] [8] จากการพิจารณาทั้งในด้านสภาพทั่วไปของพื้นที่ และการคมนาคมขนส่ง สามารถนำมาเปรียบเทียบในรูปของเมตริกซ์ในการตัดสินใจได้ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงเมตริกซ์ในการตัดสินใจของพื้นที่ทางเลือก ในการพิจารณาปัจจัยด้านลักษณะทางกายภาพ

ทางเลือก	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
พื้นที่ 1	1.000	5.000	2.000
พื้นที่ 2	0.200	1.000	0.333
พื้นที่ 3	0.500	3.000	1.000

จะเห็นว่าในการเปรียบเทียบทางเลือกของแต่ละปัจจัย โดยใช้วิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น ทำให้ผู้ตัดสินใจสามารถวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อเด่น ข้อด้อยของแต่ละทางเลือกได้อย่างละเอียดในทุกๆประเด็น ซึ่งจะช่วยลดความซับซ้อนในการตัดสินใจ เพื่อนำไปสู่การตัดสินใจเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดได้

การเลือกพื้นที่ที่ดีที่สุด ในมุมมองเชิงวิศวกรรม

จากที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นว่างานวิจัยนี้ จะทำการเลือกพื้นที่ที่ดีที่สุดในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดตาก ในมุมมองเชิงวิศวกรรมเท่านั้น ซึ่งจากที่ได้พิจารณานำหนักความสำคัญของปัจจัยต่างๆ รวมทั้งการเปรียบเทียบข้อเด่น ข้อด้อยของพื้นที่ทางเลือกทั้ง 3 พื้นที่ ภายใต้การพิจารณาในแต่ละปัจจัย ขั้นตอนต่อมาจะเป็นการนำเมตริกซ์ในการตัดสินใจที่ได้จากการเปรียบเทียบทางเลือก มาคำนวณคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ เพื่อเลือกพื้นที่ทางเลือกที่ดีที่สุด ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

- พิจารณาเมตริกซ์ในการตัดสินใจของแต่ละปัจจัย และทำการคำนวณปรับค่าคะแนนของแต่ละทางเลือก (Normalization) ในแต่ละคอลัมน์ของเมตริกซ์ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการที่ (1)
- คำนวณคะแนนความเหมาะสมของแต่ละทางเลือก โดยการหาค่าเฉลี่ยของคะแนนแต่ละแถว ซึ่งจะทำให้ได้คะแนนความเหมาะสมของทางเลือกในแต่ละปัจจัย ผลจากการคำนวณคะแนนความเหมาะสมของทางเลือกในแต่ละปัจจัยแสดงในตารางที่ 10
- คำนวณคะแนนความเหมาะสมในทุกๆทางเลือกของแต่ละปัจจัย โดยการนำคะแนนความเหมาะสมในตารางที่ 10 มาถ่วงน้ำหนักกับความสำคัญของแต่ละปัจจัย (เมตริกซ์ W^T) ผลจากการคำนวณคะแนนความเหมาะสมของพื้นที่ทางเลือก แสดงในตารางที่ 11
- คัดเลือกทางเลือกที่ดีที่สุด โดยพิจารณาจากทางเลือกที่มีคะแนนความเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 10 แสดงผลการคำนวณคะแนนความเหมาะสมของทางเลือกในแต่ละปัจจัย

	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3
ด้านเศรษฐศาสตร์	0.69	0.21	0.10
ด้านวิศวกรรม	0.57	0.19	0.24
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	0.56	0.12	0.32
ลักษณะทางกายภาพ	0.58	0.11	0.31

ตารางที่ 11 แสดงผลการคำนวณคะแนนความเหมาะสมของทางเลือกในแต่ละปัจจัย

	พื้นที่ 1	พื้นที่ 2	พื้นที่ 3	W^T
ด้านเศรษฐศาสตร์	0.69	0.21	0.10	0.231
ด้านวิศวกรรม	0.57	0.19	0.24	0.251
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	0.56	0.12	0.32	0.307
ลักษณะทางกายภาพ	0.58	0.11	0.31	0.211
คะแนนความเหมาะสม	0.595	0.158	0.247	

จากตารางที่ 11 จะเห็นว่าพื้นที่ที่ 1 เป็นพื้นที่ที่มีคะแนนความเหมาะสมมากที่สุด รองลงมาคือ พื้นที่ที่ 3 และพื้นที่ที่ 2 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามผลจากการประเมินความเหมาะสมของพื้นที่นี้ เป็นการประเมินในมุมมองเชิงวิศวกรรมเท่านั้น ซึ่งยังไม่ได้มีการนำผลการศึกษารายละเอียดการประเมินทางด้านสังคมและการยอมรับจากชุมชน ของพื้นที่ทางเลือกทั้ง 3 พื้นที่มาทำการพิจารณาร่วมกัน ซึ่งผลการศึกษาวิจัยของมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้ทำการศึกษาระเมินความเหมาะสมของพื้นที่ทางเลือกทั้ง 3 พื้นที่ เพื่อให้จังหวัดตากและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องเป็นผู้ทำการประเมินและตัดสินใจในการคัดเลือกพื้นที่เพื่อจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมจังหวัดตาก

สรุปและข้อเสนอแนะ

การคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม จังหวัดตาก ในมุมมองเชิงวิศวกรรม ได้ทำการศึกษารายละเอียดจากพื้นที่ทางเลือกที่มีความเหมาะสม และผ่านการคัดกรองเบื้องต้นมาแล้วจำนวน 3 พื้นที่ ซึ่ง

พิจารณาปัจจัย 4 ด้าน ได้แก่ ปัจจัยด้านเศรษฐศาสตร์ ปัจจัยด้านวิศวกรรม ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ จากการใช้เทคนิควิเคราะห์เชิงลำดับชั้น มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการตัดสินใจ ตั้งแต่ขั้นตอนในการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของปัจจัย และการเปรียบเทียบพื้นที่ทางเลือกทั้ง 3 พื้นที่ พบว่าพื้นที่ที่ 1 เป็นพื้นที่ที่มีความเหมาะสมในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม ในมุมมองเชิงวิศวกรรมมากที่สุด

อย่างไรก็ตามในการคัดเลือกพื้นที่จัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมนี้ เป็นการพิจารณาปัจจัยในมุมมองเชิงวิศวกรรมเท่านั้น ซึ่งยังไม่ได้มีการประเมินในมุมมองเชิงสังคม ที่จะต้องทำการศึกษาในด้านผลกระทบทางด้านสังคม และการยอมรับจากชุมชน ซึ่งเป็นผลกระทบหลักอย่างหนึ่งที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมขึ้นในพื้นที่ ดังนั้นหากจะต้องตัดสินใจเลือกพื้นที่ในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมขึ้นในจังหวัดตาก จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพิจารณาผลกระทบทางสังคมจะเกิดขึ้นตามมาด้วย เพื่อให้ผลการคัดเลือกพื้นที่มีความสมบูรณ์ และสามารถเกิดประโยชน์ต่อทั้งผู้ลงทุนในโครงการ และประชาชนในพื้นที่อย่างแท้จริง ซึ่งจะส่งผลสะท้อนต่อการพัฒนาทางด้านเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ

เอกสารอ้างอิง

- [1] Fariborz Y. Partovi, *An analytical model for locating facilities strategically*, Omega 34(2006) 41 – 55
- [2] Omkarparasad S. Vaidya, Sushil Kumar, 2003, *Analytical hierachy process: An overview of applications*, European Journal of Operational Research 169 (2006) 1-29
- [3] V. Lai, B.K. Wong, W. Cheung, *Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in the software selection*, European Journal of Operational Research 137(1) (2002) 134 – 144
- [4] การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ร่วมกับ บริษัท ปัญญาคอนซัลแตนท์ จำกัด และ บริษัท โซซิโอ-เอก โคโนมิก คอนซัลแตนท์ จำกัด, *โครงการศึกษาความเหมาะสม เพื่อจัดตั้งเขตเศรษฐกิจพิเศษ / นิคมอุตสาหกรรม ในเกาะละแหม่ง ฝะอัน พม่า และพื้นที่ชายแดนอื่น*, ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์
- [5] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, *รายงานการศึกษาความเป็นไปได้ในการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรม จังหวัดตาก*, ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์, 2549
- [6] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, *รายงานการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมเบื้องต้น*, ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์, 2549
- [7] พิชญ รัชฎาวงศ์ และสุนีย์ อภาวุฒิชัย, *แนวทางการหาน้ำหนักของปัจจัยที่ใช้ในการเลือกพื้นที่เบื้องต้นในโครงการนำร่อง: นิคมอุตสาหกรรมสุพรรณบุรี*, วารสารสงขลานครินทร์ ฉบับที่ 25(6) หน้า 773 – 781, 2546

- [8] มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, โครงการศึกษาความเหมาะสมการจัดตั้งนิคมอุตสาหกรรมผลกระทบบึงเวดล้อม และ การปรับโครงสร้างการผลิต จังหวัดตาก, รายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 2, 2549,