SWU Engineering Journal (2016) 11(2), 75-90 วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 เดือน กรกฎาคม – ธันวาคม พ.ศ. 2559

การพัฒนาแบบจำลองการวัดสมรรถนะสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในประเทศไทย

The Performance Measurement Model Development for Eco Industrial Park in Thailand

ณัฐพัชร์ อารีรัชกุลกานต์[1]* สมหญิง งามพรประเสริฐ[2]
[1]บัณฑิตวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์
[2]ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
110/4 ถนน ประชาชื่น เขต หลักสี่ กรุงเทพ 10210
*Corresponding Author: natapat.arn@dpu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการประเมินสมรรถนะสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศที่พัฒนาขึ้นจากการสำรวจวรรณกรรมปริทรรศน์และให้ค่าน้ำหนักความสำคัญโดยผู้เชี่ยวชาญด้วยเทคนิคกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ แบบจำลองที่ได้รับมีสามระดับชั้นและประกอบด้วยตัวชี้วัด 38 ตัวพร้อมค่าน้ำหนักของตัวชี้วัดสำหรับการประเมินสมรรถนะสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศใน 5 มิติ ได้แก่ มิติกายภาพ มิติเศรษฐกิจ มิติสิ่งแวดล้อม มิติสังคมและมิติการบริหารจัดการ จากการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญพบว่ามิติที่มีความสำคัญต่อการเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศมากที่สุด คือ มิติสิ่งแวดล้อมที่มีคะแนนความสำคัญเท่ากับ 0.486 รองลงมาคือมิติสังคมที่มีคะแนน 0.171 มิติกายภาพมีคะแนน 0.126 มิติเศรษฐศาสตร์มีคะแนน 0.113 และอันดับสุดท้ายคือ มิติการบริหารจัดการมีคะแนน 0.104 จากการทบทวนค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดดังกล่าวร่วมกับผู้เชี่ยวชาญได้ข้อสรุปเกี่ยวกับประเด็นที่ทางผู้ประกอบการอุตสาหกรรมควรให้ความสำคัญเป็นพิเศษในแต่ละมิติ และแผนสำหรับการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมไปสู่ความเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในกรอบเวลาสามระยะ คือ ระยะสั้น (ไม่เกิน 1 ปี) ระยะกลาง (1-3 ปี) และระยะยาว (3 ปีขึ้นไป)

คำสำคัญ: สวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ การตัดสินใจวิธีวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น

ABSTRACT

This paper demonstrates a development of model for measuring performance of eco industrial park in Thailand. By literature reviews and important ratings by experts using the analytical hierarchical processes, a performance measurement model consists of three levels and 38 indicators as well as theirs important weights were calculated. This measurement model for eco-industrial parks covers five dimensions involving with eco industrial park performance; they are physical aspect, economy aspect, environmental aspect, social aspect, and management aspect. From important rating, it is found that the most important aspect of being eco industrial park is the environmental aspect of which important score is 0.486. The runner-up aspects are social aspect, physical aspect, economy aspect and management aspect of which important score are 0.171, 0.126, 0.113 and 0.104 respectively. By reviewing of important score of 38 indicators with experts, conclusions on what industrial entrepreneurs should stress importance in each aspect are pointed out. Finally, development plans for transforming industrial park

into eco industrial park in three timeframes; short term plan (less than 1 year), middle term plan (1-3 years), and long term plan (3 years or more) are proposed.

Keyword: Eco Industrial Park, Analytical Hierarchy Processes

1. บทนำ

ในปัจจุบันได้มีการดำเนินการพัฒนาอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในหลายประเทศ เช่น สหรัฐอเมริกา แคนาดา สวีเดน เดนมาร์ก เยอรมัน สหราชอาณาจักร ญี่ปุ่น จีน เวียดนามตลอดจนเขตบริหารพิเศษฮ่องกง [1] ซึ่งการดำเนินการพัฒนาอุตสาหกรรมเชิงนิเวศและการประเมินศักยภาพความเป็นอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในแต่ละประเทศจะใช้เกณฑ์การพิจารณาแตกต่างกันไป

สำหรับในประเทศไทยนั้น ได้มีการกำหนดแนวทางการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมด้วยการพัฒนาอุตสาหกรรมเชิงนิเวศและฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมในพื้นที่อุตสาหกรรมหลักของประเทศไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555 – 2559 [2] และมีการขยายขอบเขตของการพัฒนาอุตสาหกรรมเชิงนิเวศโดยให้ความสำคัญกับการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 – 2564 [3] โดยกระทรวงอุตสาหกรรมเป็นผู้ดำเนินการเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ ซึ่งการกำกับดูแลในเขตพื้นที่นิคมอุตสาหกรรมจะอยู่ในการดูแลของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย และกรมโรงงานอุตสาหกรรมทำหน้าที่กำกับดูแลอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่ในพื้นที่นอกเขตนิคมอุตสาหกรรม

ทั้งกรมโรงงานอุตสาหกรรมและการนิคมอุตสาหกรรมต่างก็นำเสนอกรอบของการพัฒนาอุตสาหกรรมไปสู่ความเป็นอุตสาหกรรมเชิงนิเวศไว้ 5 มิติ คือ มิติกายภาพ มิติเศรษฐกิจ มิติสิ่งแวดล้อม มิติสังคมและมิติการบริหารจัดการ แต่กรอบของการพัฒนานี้ยังไม่ได้กล่าวถึงการประเมินศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมในการเป็นอุตสาหกรรมเชิงนิเวศอย่างชัดเจนในเชิงปริมาณ จึงทำให้ไม่สามารถเปรียบเทียบได้ว่าระดับการพัฒนาความเป็นอุตสาหกรรมเชิงนิเวศของผู้ประกอบการแต่ละแห่งหรือแต่ละเขตประกอบการอยู่ในระดับใด

บทความวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการนำเสนอแนวคิดในการกำหนดตัวชี้วัดศักยภาพความเป็นอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในแต่ละมิติที่ชัดเจน ครอบคลุมและสอดคล้องกับแนวทางที่นานาประเทศใช้ และการใช้หลักการตัดสินใจแบบพหุเกณฑ์มาช่วยในการกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดที่ใช้ในการประเมินความเป็นอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในแต่ละมิติ ซึ่งตัวชี้วัดและค่าน้ำหนักตัวชี้วัดที่ได้มาสามารถนำไปใช้ในการประเมินศักยภาพความเป็นอุตสาหกรรมเชิงนิเวศที่ชัดเจนในทางปริมาณและทำให้สามารถเปรียบเทียบผู้ประกอบการแต่ละรายหรือแต่ละเขตประกอบการได้

2. วรรณกรรมปริทรรศน์

2.1 เมืองและสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

UNEP [4] ได้ให้ความหมายของเมืองนิเวศ (Eco-Town) ไว้คือ การวางผังเมืองและแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมบริเวณที่อุตสาหกรรมตั้งอยู่ในแง่ของการใช้ทรัพยากร การจัดการของเสีย การรักษาสิ่งแวดล้อมและการส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจ ด้วยการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพ กระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ช่วยเพิ่มผลผลิตและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยไม่ละเลยความจำเป็นพื้นฐานของธุรกิจ

ในปัจจุบัน หลายประเทศเริ่มให้ความสนใจกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ ซึ่งการดำเนินการพัฒนาอุตสาหกรรมเชิงนิเวศและการประเมินศักยภาพความเป็นอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในแต่ละประเทศจะใช้เกณฑ์การพิจารณาแตกต่างกันไป เช่น Casavan and LeBreton [5] ได้เสนอแนวคิดในการประเมินเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศต่อหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมของ

แคนาดาว่าการประเมินเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศควรประกอบด้วยตัวชี้วัด 8 ด้าน ได้แก่ ด้านการเงิน ด้านพลังงาน ด้านการใช้วัตถุดิบในการผลิต ด้านการบริหารจัดการน้ำ ด้านการใช้ประโยชน์จากที่ดินและโครงสร้างพื้นฐานด้านการขนส่ง ด้านการบริหารส่วนท้องถิ่น ด้านเครือข่ายอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ และด้านความมีส่วนร่วมในสังคม เป็นต้น

ในขณะเดียวกัน องค์กรมาตรฐานสากล (ISO) ก็กำลังพิจารณาร่างมาตรฐาน ISO 37101 Sustainable cities and towns ซึ่งในร่างมาตรฐานฉบับนี้ได้แบ่งตัวชี้วัดความเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศไว้ 18 กลุ่มด้วยกัน [6 -7]

กรมโรงงานอุตสาหกรรม [8] ซึ่งเป็นผู้ดำเนินงานสนับสนุนการสร้างเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ ได้ให้ความหมายของอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (Eco-Industry) ว่าหมายถึง กลุ่มของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมการผลิตและ/หรือการบริการ ที่มีศักยภาพในการแข่งขัน และใส่ใจในการดูแลผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องการยกระดับการดำเนินงานด้านสิ่งแวดล้อมและการบริการ โดยอาศัยความร่วมมือซึ่งกันและกันในการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับของเสียที่เกิดขึ้น และการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรและพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพตามหลักการ 3R และสร้างสมดุลทางด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งการลดมลพิษให้เป็นศูนย์ (Zero Emission) อันจะนำไปสู่การพัฒนาสังคมของการรีไซเคิล การพัฒนาเศรษฐกิจที่ยั่งยืน

กรมโรงงานอุตสาหกรรม [8] ได้กำหนดกรอบความคิดของการพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศของไทยใน 5 มิติ โดยมีแนวปฏิบัติทั้งหมด 20 ด้าน ดังรูปที่ 7 แสดงในภาคผนวก แต่กรอบความคิดนี้ยังไม่มีการกำหนดน้ำหนักความสำคัญของคุณลักษณะเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในแต่ละมิติ และยังไม่มีการกำหนดตัวชี้วัดที่สอดคล้องกับการประเมินคุณลักษณะเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในมิติและด้านต่างๆ

การขาดความชัดเจนในการประเมินทั้งในด้านน้ำหนักความสำคัญของแต่ละมิติและตัวชี้วัดที่สอดคล้องและเหมาะสมต่อการประเมินการพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในแต่ละด้าน ทำให้ไม่สามารถวัดศักยภาพการเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศได้อย่างเหมาะสม บทความนี้จึงนำเสนอแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ประเมินศักยภาพความเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศที่ระบุอย่างชัดเจนถึงตัวชี้วัดในแต่ละด้านของแต่ละมิติ ตลอดจนค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดในแต่ละด้านและค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละมิติที่ส่งผลต่อความเป็นเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ ซึ่งจะช่วยให้สามารถประเมินศักยภาพความเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศได้ชัดเจนขึ้นและสามารถวัดหรือเปรียบเทียบศักยภาพของแต่ละสวนอุตสาหกรรมได้ต่อไป

2.2 ขั้นตอนการพัฒนาไปสู่ความเป็นสวนอุตสาหกรรรมเชิงนิเวศ

จากการสำรวจวรรณกรรมพบว่าการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศมักจะนำเสนอในรูปแบบต่างๆดังนี้

1. การศึกษากระบวนการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในปัจจุบันจากกรณีศึกษาต่างๆ

2. การวิเคราะห์กระบวนการในการพัฒนาจากสวนอุตสาหกรรมไปเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

3. การพัฒนาตัวชี้วัดเพื่อใช้วัดประเด็นต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

4. การมุ่งเน้นประเด็นที่ควรพัฒนาเพื่อก้าวไปสู่ความเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

1) การศึกษากระบวนการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในปัจจุบันจากกรณีศึกษาต่างๆ

ในปัจจุบันมีกรณีศึกษาที่กล่าวถึงกระบวนการ พัฒนาสวนอุตสาหกรรมไปสู่ความเป็นสวนอุตสาห- กรรมเชิงนิเวศอยู่หลายกรณีศึกษา ซึ่ง Ehrenfeld and Gertler [9] ได้วิเคราะห์การพึ่งพาอาศัยระหว่างกันและกันของบริษัทต่างๆในรูปของความสนใจทางธุรกิจ การบริหารจัดการองค์การตลอดจนปัจจัยทางเทคนิคและกฎหมายต่างๆ ต่อมา Chertow and Ehrenfeld [10] ได้จัดรูปแบบสถานะเมืองอุตสาหกรรมเป็น 3 ระดับด้วยกันและได้ใช้รูปแบบดังกล่าวมาประเมินระบบนิเวศอุตสาหกรรมที่เป็นกรณีศึกษาต่างๆ อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์ต่างๆที่ได้กระทำมามักจะอยู่ในรูปของกรณีศึกษา ซึ่ง

ทำให้ขาดแนวทางในเชิงโครงสร้าง ทำให้ไม่สามารถพิจารณาได้ว่าปัจจัยใดที่ส่งผลต่อความสำเร็จและความล้มเหลวของการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

2) การวิเคราะห์กระบวนการในการพัฒนาจากสวนอุตสาหกรรมไปเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

ในปี 2000 Poole *et al*. [11] ได้ทำการวิเคราะห์กระบวนการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมไปเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศเพื่อค้นหาว่ามีแรงผลักดันและกลไกใดบ้างที่สามารถส่งผลให้องค์การสามารถแปรองค์การตนเองหรือกลุ่มไปสู่การเป็น EIP ได้ งานวิจัยของ Poole *et al*. ได้แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์กระบวนการจะทำให้ทราบได้ว่าปัจจัยใดส่งให้เกิดความเปลี่ยนแปลงไปสู่ EIP ซึ่งต่อมา Boons and Spekkink [12] ได้ประยุกต์แนวคิดการวิเคราะห์กระบวนการนี้มาทดสอบสมรรถนะของการเป็น EIP โดยพิจารณา EIP ในฐานะที่เป็นระบบ

3) การพัฒนาตัวชี้วัดเพื่อใช้วัดประเด็นต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์กระบวนการได้จะต้องพิจารณาตัวแปรหรือปัจจัยที่ส่งต่อการเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศก่อน จากนั้นจึงระบุตัวชี้วัดที่สามารถบ่งชี้คุณลักษณะของตัวแปรเหล่านั้นและพัฒนากรอบแนวคิดที่จะช่วยติดตามสถานะของการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมไปเป็น EIP ในแต่ละขั้นตอนได้

ทั้งนี้ นักวิจัยหลายท่านได้นำจัดกลุ่มปัจจัยที่ส่งผลต่อการเป็น EIP ไว้หลากหลาย เช่น Mirata [13] เสนอว่าประเด็นที่ควรพิจารณาในการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมขึ้นมาเป็น EIP ประกอบด้วยประเด็นด้านเทคนิค ด้านการเมือง ด้านเศรษฐกิจและการเงิน ด้านสารสนเทศ ด้านองค์การและการจูงใจ ส่วน Sakr *et al*. [14] ระบุว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จและล้มเหลวของ EIP ประกอบด้วย ความสัมพันธ์ทางธุรกิจที่มีการพึ่งพากันและกัน การสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจ การแบ่งปันสารสนเทศร่วมกัน นโยบายและข้อกำหนดทางกฎหมาย รูปแบบขององค์การและปัจจัยทางด้านเทคนิค

4) การมุ่งเน้นประเด็นที่ควรพัฒนาเพื่อก้าวไปสู่ความเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ

หลังจากที่ได้ตัวชี้วัดที่เหมาะสมแล้ว ในขั้นตอนต่อไปคือการประมวลข้อมูลของสวนอุตสาหกรรมแต่ละแห่งด้วยตัวชี้วัดดังกล่าว โดยคะแนนของตัวชี้วัดเหล่านั้นอาจอยู่ในรูปของข้อมูลในเชิงปริมาณเพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความก้าวหน้าในการพัฒนาเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศได้ต่อไป [15]

3. ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้มีขั้นตอนในการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1) ทำการค้นหาและรวบรวมตัวชี้วัดที่ใช้ในการวัดสมรรถนะ EIP จากการทำวรรณกรรมปริทัศน์ ซึ่งได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2 หลังจากนั้นจึงนำตัวชี้วัดทั้งหมดที่รวบรวมได้มาทำการสร้างแบบจำลองเบื้องต้นในการวัดสมรรถนะ

2) ทำการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญโดยใช้แบบสอบถามที่ทางผู้วิจัยจัดทำขึ้นเพื่อตัดตัวชี้วัดบางตัวที่ยากต่อการเก็บข้อมูลและไม่เหมาะสมในการประเมิน EIP กรณีศึกษาที่ตั้งอยู่ในประเทศไทย

3) ทำการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเพื่อประเมินน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดในมุมมองของผู้เชี่ยวชาญเพื่อเสนอทิศทางที่เหมาะสมของการพัฒนา EIP ในประเทศไทย

รายละเอียดของแต่ละขั้นตอนจะอธิบายไว้ในหัวข้อ 3.1 ถึง 3.3 ตามลำดับ

3.1 การสร้างแบบจำลองเบื้องต้นในการวัดสมรรถนะ

ผู้วิจัยทำการสร้างแบบจำลองเพื่อวัดสมรรถนะ EIP ประกอบด้วย 3 ระดับชั้น

โดยเริ่มจากชั้นที่1 หรือชั้น A มี 5 มิติ (A1 ถึง A5) โดยในชั้นแรกจะมีมิติที่คล้ายกับของกรมโรงงานอุตสาหกรรมและการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทยได้กำหนดไว้ แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มิติในระดับชั้นที่ 1

มิติ	คำนิยาม
A1	กายภาพ
A2	เศรษฐกิจ
A3	สิ่งแวดล้อม
A4	สังคม
A5	บริหารจัดการ

ชั้นที่ 2 หรือชั้น B ประกอบด้วย 23 ด้าน โดยแต่ละด้านประกอบรวมกันเป็นแต่ละมิติของชั้นแรก ยกตัวอย่างเช่น

มิติ A1 (มิติกายภาพ) จะประกอบด้วย 2 ด้าน ได้แก่ B1 (การวางผังที่ตั้งและการจัดพื้นที่) และ B2 (การออกแบบอาคารและบริเวณโดยรอบ)

มิติ A2 (มิติเศรษฐกิจ) จะประกอบด้วย 4 ด้าน ได้แก่ B3 (ขนาดการลงทุนของเขตประกอบการ) B4 (เศรษฐกิจภาคอุตสาหกรรม) B5 (การตลาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม) และ B6 (การผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม) สำหรับความสัมพันธ์ทั้งหมดระหว่างมิติที่อยู่ในชั้น A กับด้านที่อยู่ในชั้น B จะแสดงอยู่ในรูปที่ 1 และนิยามของด้านทั้งหมดในชั้น B แสดงดังตารางที่ 2 ตามลำดับ

ชั้นที่ 3 หรือชั้น C ประกอบไปด้วยตัวชี้วัด 53 ตัว ซึ่งประกอบรวมกันเป็นด้านต่างๆในชั้น B เนื่องจากตัวชี้วัดในชั้นนี้มีจำนวนมากจึงขอรวบรวมรายละเอียดไว้ดังตารางที่ 3 ในภาคผนวก

3.2 ปรับแต่งแบบจำลองให้เหมาะสม

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการสัมภาษณ์เชิงลึกผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่านที่ร่วมโครงการพัฒนาเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (EIP) ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม โดยผู้เชี่ยวชาญมีความเชี่ยวชาญในแต่ละด้านดังนี้

- ผู้เชี่ยวชาญที่ 1 ชำนาญในด้านการผลิตและการจัดการคุณภาพ
- ผู้เชี่ยวชาญที่ 2 ชำนาญด้านเศรษฐศาสตร์และสังคม
- ผู้เชี่ยวชาญที่ 3 ชำนาญด้านสิ่งแวดล้อมและพลังงาน
- ผู้เชี่ยวชาญที่ 4 ชำนาญด้านการออกแบบสภาพแวดล้อมการทำงานและการบริหารจัดการ
- ผู้เชี่ยวชาญที่ 5 ชำนาญด้านการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน

เมื่อประมวลความรู้ความชำนาญของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คนแล้วจะทำให้สามารถประเมินแบบจำลองได้ครอบคลุมทั้ง 5 มิติ โดยในการสัมภาษณ์ได้ใช้แบบสอบถามที่แสดงโครงสร้างของแบบจำลองเพื่อวัดสมรรถนะความเป็น EIP ทั้ง 3 ระดับ พร้อมทั้งคำถามเพื่อตรวจสอบด้านโครงสร้างและเนื้อหาของแบบจำลองในแต่ละมิติและแต่ละด้าน ด้วยการตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงพินิจโดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence (IOC)) และความเป็นไปได้ในการเก็บข้อมูลในประเทศไทย ถ้าตัวชี้วัดตัวใดมีค่าคะแนนความเที่ยงตรงเชิงพินิจและความเป็นไปได้ในการเก็บข้อมูลต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (0.67 จากคะแนนเต็ม 1 คะแนน [16]) จะทำการตัดตัวชี้วัดดังกล่าวออกจากการพิจารณา

โดยผลลัพธ์จากแบบสอบถามแสดงว่า

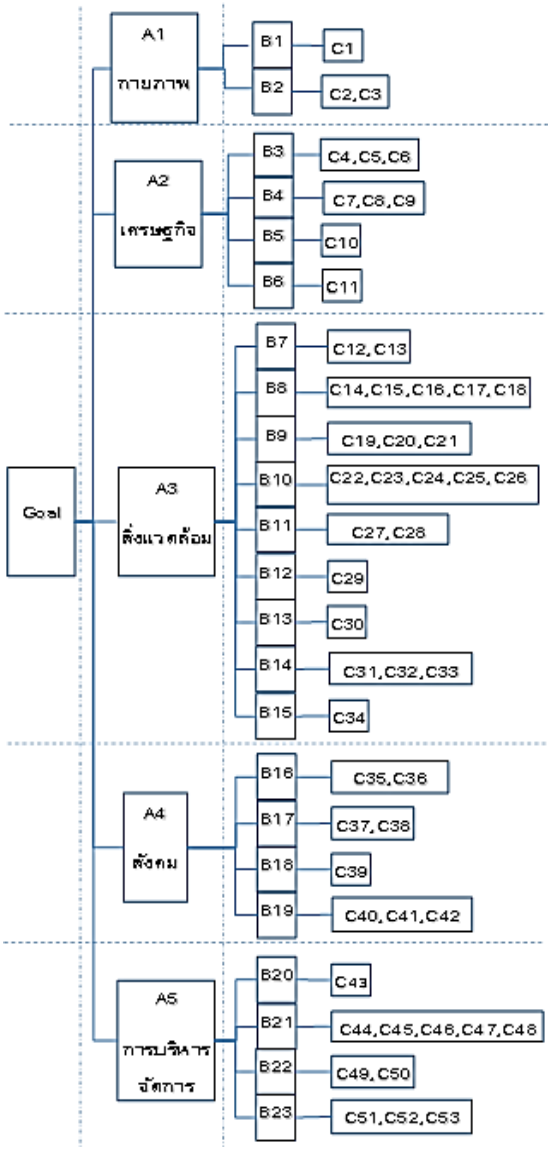
1) สำหรับชั้น A ไม่มีมิติใดที่ถูกตัดออก

2) สำหรับชั้น B มี 5 ด้าน ที่ถูกตัดออกไปได้แก่ B1, B3, B4, B13, และ B17 ดังนั้นจะมีด้านที่เหลือ 18 ด้าน

3) สำหรับชั้น C มีตัวชี้วัด 15 ตัวที่ถูกตัดออก ดังนั้นจะเหลือตัวชี้วัดทั้งหมด 38ตัว ตัวชี้วัดที่ถูกตัดออก ได้แก่

C1, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C13, C15, C20, C21, C30, C37, C38, และ C49

หลังจากทำการปรับแต่งแบบจำลองให้เหมาะสมแล้วขั้นตอนต่อไปคือ การทำการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้นเพื่อหาน้ำหนักความสำคัญ



รูปที่ 1 แบบจำลองการวัดสมรรถนะ EIP

ตารางที่ 2 ด้านที่ประเมินในระดับชั้นที่ 2

ตัวชี้วัด	คำนิยาม
B1*	การวางผังที่ตั้งและการจัดพื้นที่
B2	การออกแบบอาคารและบริเวณโดยรอบ
B3*	ขนาดการลงทุนของเขตประกอบการ
B4*	เศรษฐกิจภาคอุตสาหกรรม
B5	การตลาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
B6	การขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
B7	การใช้ทรัพยากร
B8	การจัดการน้ำ
B9	การจัดการคุณภาพอากาศ
B10	การจัดการกากของเสียและวัสดุเหลือใช้
B11	การจัดการพลังงาน
B12	การจัดการเสียง
B13*	กระบวนการผลิตเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
B14	การจัดการด้านความปลอดภัยและสุขภาพ
B15	การเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม
B16	การจ้างงาน
B17*	ทักษะฝีมือแรงงาน
B18	การมีส่วนร่วมในการถ่ายทอดความรู้ให้ชุมชน
B19	คุณภาพชีวิตและสังคมของพนักงาน
B20	นโยบายและกฎหมาย
B21	การพัฒนาและรักษาระบบบริหารระดับสากล
B22	การมีส่วนร่วมในชุมชน/การบริหารจัดการพื้นที่อย่างมีส่วนร่วม
B23	ข้อมูลข่าวสาร/การรายงาน

หมายเหตุ: * คือด้านที่ถูกตัดออกจากการพิจารณา

3.3 การวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP)

นำแบบจำลองการวัดสมรรถนะ EIP ที่ได้จากขั้นตอนก่อนหน้ามาทำการประเมินความสำคัญด้วยวิธีการวิเคราะห์เชิงลำดับชั้น (AHP) ที่ถูกพัฒนาโดย Saaty [17] เหตุผลที่ใช้วิธีนี้เนื่องมาจากในการให้คะแนนความสำคัญของแต่ละตัวชี้วัดนั้นจำเป็นที่ต้องใช้ความเห็นของผู้เชี่ยวชาญเป็นหลัก (Expert Opinion) วิธี AHP มีการใช้สเกลการให้คะแนนที่เป็นมาตรฐานโดยแบ่งออกเป็นคะแนน 1-9 นอกจากนั้นยังมีขั้นตอนในการตรวจสอบความไม่สอดคล้องของข้อมูลซึ่งช่วยขจัดความเป็นอคติ (Bias) อันเป็นปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นในการสำรวจความคิดเห็นที่เป็นอัตนัย (Subjective) จึงทำให้วิธี AHP เป็นวิธีที่เหมาะสมที่จะใช้กับงานวิจัยที่กำลังนำเสนอเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการตัดสินใจพหุเกณฑ์แบบอื่นๆ

ขั้นตอนในการวิเคราะห์ของวิธี AHP แสดงดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การกำหนดวัตถุประสงค์

เริ่มจากการกำหนดวัตถุประสงค์ โดยงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดลำดับความสำคัญขององค์ประกอบทั้งหมดที่อยู่ในแบบจำลองวัดสมรรถนะ EIP

ขั้นที่ 2 การสร้างแผนภูมิลำดับชั้น

เนื่องจากในขั้นตอนที่สร้างแบบจำลองวัดสมรรถนะได้มีการจัดวางองค์ประกอบเป็นระดับชั้นความสัมพันธ์ไว้แล้วจึงสามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้กับขั้นตอนการสร้างแผนภูมิลำดับชั้นของวิธี AHP โดยที่แผนภูมิลำดับชั้นในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 1) วัตถุประสงค์ (Goal) 2) ระดับ A 3) ระดับ B 4) ระดับ C ตามลำดับ

ขั้นที่ 3 สร้างเมตริกซ์ความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบเชิงคู่ (Pairwise Comparison) โดยทั่วไปเมตริกซ์ความสัมพันธ์จะสามารถแสดงได้ดังต่อไปนี้

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

โดยที่ a_{ij} คือ คะแนนการเปรียบเทียบเชิงคู่ขององค์ประกอบ i และ j ตามลำดับ จะได้มาจากการเก็บข้อมูลคะแนน สเกลคะแนนความสำคัญ 9 สเกล ตามมาตรฐานของวิธี AHP

ขั้นที่ 4 คำนวณน้ำหนักของเกณฑ์การประเมินสำหรับแต่ละแถวของ A โดยวิธีค่าเฉลี่ยเรขาคณิต (Geometric Mean) สูตรคำนวณแสดงดังสมการที่ 2

$$V_i = \left(\prod_{j=1}^{n} a_{ij}\right)^{1/n} \quad (2)$$

เมื่อ V_i คือ ค่าเฉลี่ยเรขาคณิต

และจึงทำการนอร์มัลไลเซชั่นน้ำหนักแต่ละเกณฑ์ เนื่องจากองค์ประกอบแต่ละตัวมีสเกลที่แตกต่างกันจึงจำเป็นที่จะต้องทำการนอร์มัลไลเซชั่นให้อยู่ในสเกลเดียวกัน โดยใช้สูตรที่ 3 และ 4 แสดงดังต่อไปนี้

$$w_i = \frac{V_{\mathrm{i}}}{\sum_{i=1}^{n} V_{\mathrm{i}}} \quad (3)$$

โดยที่

$$\sum_{\mathrm{i}=1}^{n} w_i = 1 \quad (4)$$

ขั้นที่ 5 ทำการวัดความสอดคล้อง ในการใช้วิธี AHP ผู้ตัดสินใจควรที่จะมีการให้คะแนนที่สอดคล้องกันยกตัวอย่างเช่น ถ้าผู้ตัดสินใจพึงพอใจกับราคาของ X มากกว่า Y และพึงพอใจกับราคาของ Y มากกว่า Z ดังนั้นผู้ตัดสินใจควรจะพึงพอใจกับราคา X มากกว่า Z จึงจะแสดงว่าการให้คะแนนนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ก่อนที่จะทำการประเมินคะแนนความสำคัญจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการวัดความสอดคล้องก่อน โดยใช้สูตรที่ 5 ถึง 7 ตามลำดับ

$$\lambda_{max} = \sum_{\mathrm{i}=1}^{n}\left[\sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j\right] \quad (5)$$

$$CI = (\lambda_{max} - 1)/(n-1) \quad (6)$$

$$CR = CI/RI \quad (7)$$

โดยที่ n = จำนวนของทางเลือก

λ_{max} = ค่าเฉลี่ยความสอดคล้องของทุกทางเลือก

CI = ค่าดัชนีความสอดคล้อง

RI = ค่าดัชนีความสอดคล้องเชิงสุ่มที่มีค่าแปรผันตามจำนวนของทางเลือก

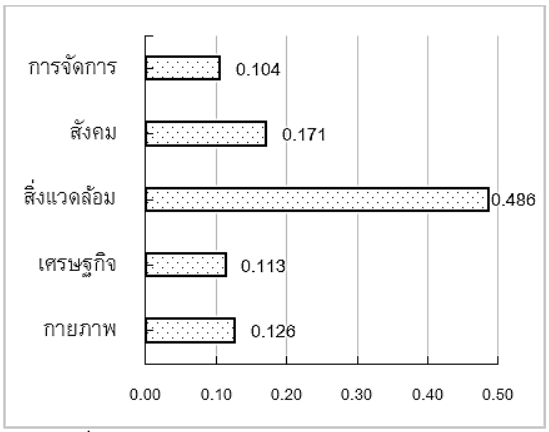
CR = อัตราส่วนความสอดคล้อง

4. ผลการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลที่ผู้เชี่ยวชาญได้ตอบแบบสอบถามด้วยโปรแกรม Expert Choice เพื่อคำนวณคะแนนน้ำหนักความสำคัญขององค์ประกอบได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

เมื่อพิจารณาคะแนนความสำคัญเทียบกับเป้าหมายของการประเมินสมรรถนะความเป็นสวนอุตสาหกรรมในภาพรวมทั้ง 5 มิติ พบว่า มิติสิ่งแวดล้อมเป็นมิติที่มีความสำคัญมากที่สุด คือมีคะแนนความสำคัญเท่ากับ 0.486 รองลงมาคือมิติสังคมที่มีคะแนน 0.171 มิติกายภาพมีคะแนน 0.126 มิติเศรษฐศาสตร์มีคะแนน 0.113 และอันดับสุดท้ายคือมิติการจัดการมีคะแนน 0.104 ตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 2 โดยมีคะแนนความไม่สอดคล้องทั้งหมด (Overall inconsistency ratio) ในการประเมินเท่ากับ 0.074

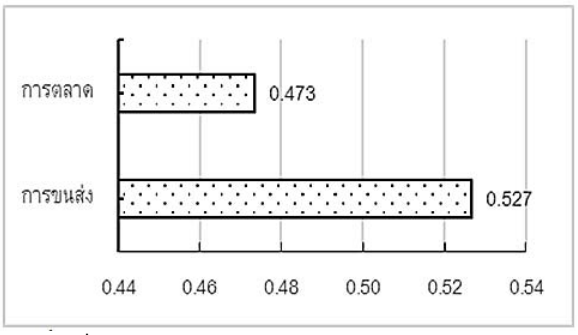
มิติกายภาพประกอบไปด้วย 1 ด้านได้แก่ ด้านการออกแบบอาคารและบริเวณโดยรอบ (B2) โดยในด้านนี้จะประกอบไปด้วยตัวชี้วัด 2 ตัวได้แก่ จำนวนพื้นที่สีเขียว (C2) และ สัดส่วนอาคารสีเขียว (C3) และมีคะแนน 0.633 และ 0.367 ตามลำดับ



รูปที่ 2 คะแนนความสำคัญของ 5 มิติ

มิติเศรษฐกิจประกอบไปด้วย 2 ด้าน คือ ด้านการตลาดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (B5) และ ด้านการขนส่งที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (B6) โดยมีคะแนนความสำคัญเฉพาะมิติเท่ากับ 0.473 และ 0.527 ตามลำดับแสดงดังรูปที่ 3 โดยด้านการตลาดมีตัวชี้วัดคือ ร้อยละของผู้ประกอบการที่ทำการตลาดหรือมีกระบวนการผลิตแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (C10) และด้านการขนส่งมีตัวชี้วัด 1 ตัว ได้แก่ สัดส่วนผู้ประกอบการที่ดำเนินการบริหารจัดการโลจิสติกส์สีเขียว (Green Logistics) (C11) โดยมีคะแนนความสำคัญเฉพาะด้านได้แก่ 1 ทั้งคู่

มิติสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นมิติที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความเห็นว่าเป็นมิติที่ความสำคัญต่อการเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศที่สุดนั้น ประกอบด้วย 7 ด้าน คือ ด้านการใช้ทรัพยากร (B7) การจัดการน้ำ (B8) การจัดคุณภาพอากาศ (B9) การจัดการกากของเสียและวัสดุเหลือใช้



รูปที่ 3 คะแนนความสำคัญของด้านต่างๆในมิติเศรษฐกิจ

(B10) การจัดการพลังงาน (B11) การจัดการเสียง (B12) การจัดการด้านความปลอดภัยและสุขภาพ (B14) และการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม (B15) โดยด้านที่มีความสำคัญมากที่สุดคือ ด้านการจัดการความปลอดภัย ซึ่งมีคะแนนความสำคัญเฉพาะมิติเท่ากับ 0.222 รองลงมาคือด้านการใช้ทรัพยากร ซึ่งมีคะแนนความสำคัญเฉพาะมิติเท่ากับ 0.180 ส่วนด้านอื่นๆที่เหลือนั้นมีคะแนนความสำคัญเฉพาะมิติใกล้เคียงกันระหว่าง 0.074 – 0.116 แสดงดังรูปที่ 4

นอกจากนี้ ในมิติสิ่งแวดล้อมยังมีตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องในแต่ละด้านดังนี้

- ด้านการใช้ทรัพยากร (B7) มีตัวชี้วัด 1 ตัว คือ ปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อมูลค่าสินค้าล้านบาท (C12) โดยมีคะแนนความสำคัญเฉพาะด้านเท่ากับ 1

- ด้านการจัดการน้ำ (B8) ประกอบไปด้วยตัวชี้วัด 4 ตัว คือ ปริมาณน้ำที่ใช้ต่อมูลค่าสินค้าล้านบาท (C14) ปริมาณการปล่อยน้ำทิ้งออกนอกพื้นที่อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด (C16) คุณภาพน้ำทิ้ง คุณภาพน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด (C17) อัตราการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ซ้ำ (C18) โดยมีคะแนนความสำคัญเฉพาะด้านเท่ากับ (0.120, 0.474, 0.218, และ 0.189 ตามลำดับ)

- ด้านการจัดการคุณภาพอากาศ (B9) มีตัวชี้วัด 1 ตัว คือ คุณภาพอากาศโดยรอบพื้นที่อุตสาหกรรมไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน (C19) โดยมีคะแนนความสำคัญเฉพาะด้านเท่ากับ 1

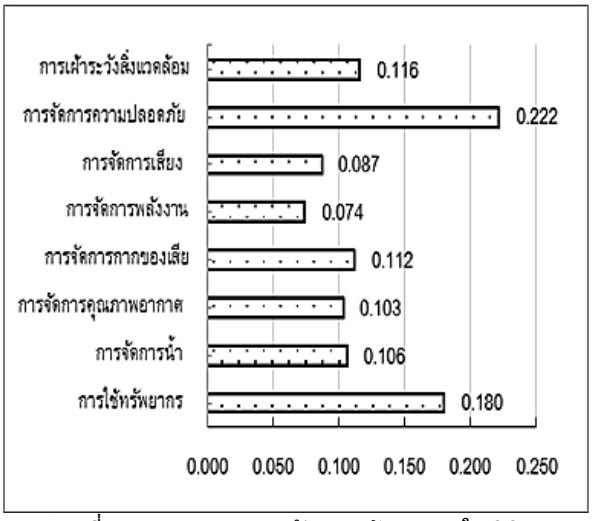
- ด้านการจัดการกากของเสียและวัสดุเหลือใช้ (B10) มีตัวชี้วัด 5 ตัว ได้แก่ ปริมาณกากของเสียและวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้นต่อหน่วยผลิตภัณฑ์ (C22) อัตราการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ (C23) อัตราการขอส่งออกขยะมีพิษ (C24) การมีสาธารณูปโภคสำหรับการบำบัดของเสียภายในเขตประกอบการ (C25) และจำนวนปัญหาการจัดการกากของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในรอบปีที่ผ่านมา (C26) โดยมีคะแนนความสำคัญเฉพาะด้านเท่ากับ (0.179, 0.244, 0.109, 0.148, และ 0.320 ตามลำดับ)

- ด้านการจัดการพลังงาน (B11) ประกอบไปด้วยตัวชี้วัด 2 ตัวได้แก่ อัตราการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิต (ktoe/ล้านบาท) (C27) และ อัตราส่วนการใช้พลังงานทางเลือกและพลังงานทดแทนเทียบกับพลังงานที่ใช้ทั้งหมด (C28) โดยมีคะแนนความสำคัญเฉพาะด้านเท่ากับ (0.560 และ 0.440 ตามลำดับ)

- ด้านการจัดการเสียง (B12) ประกอบไปด้วยตัวชี้วัด 1 ตัว ได้แก่ จำนวนครั้งที่มีการร้องเรียนด้านเสียงในรอบปีที่ผ่านมา (C29) โดยมีคะแนนความสำคัญเฉพาะด้านเท่ากับ 1

- ด้านการจัดการความปลอดภัยและสุขภาพ (B14) ประกอบไปด้วยตัวชี้วัด 3 ตัว ได้แก่ อัตราการเจ็บป่วยและอุบัติเหตุจากการทางาน (C31) อัตราการอุบัติของโรคในพื้นที่เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของประเทศ (C32) และ จำนวนครั้งการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงที่มีผลกระทบต่อชุมชนในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา เช่น ไฟไหม้ ระเบิด (C33) โดยมีคะแนนความสำคัญเฉพาะด้านเท่ากับ (0.426, 0.183, และ 0.391 ตามลำดับ)

- ด้านการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อม (B15) ประกอบไปด้วยตัวชี้วัด 1 ตัว คือ จำนวนด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้รับความสนใจเฝ้าระวัง (C34) โดยมีคะแนนความสำคัญเฉพาะด้านเท่ากับ 1



รูปที่ 4 คะแนนความสำคัญของด้านต่างๆในมิติสิ่งแวดล้อม

เมื่อพิจารณาในมิติสังคม ซึ่งด้านที่พิจารณาในมิตินี้ประกอบด้วย ด้านการจ้างงาน (B16) การมีส่วนร่วมในการถ่ายทอดความรู้ให้ชุมชน (B17) และ คุณภาพชีวิตและสังคมของพนักงาน (B18) พบว่าด้านที่มีความสำคัญมากที่สุดคือคุณภาพชีวิตและสังคมของพนักงานซึ่งมีคะแนนความสำคัญเฉพาะมิติเท่ากับ 0.452 รองลงมาคือการจ้างงานและการมีส่วนร่วมในการถ่ายทอดความรู้ให้ชุมชน ซึ่งมีคะแนนความสำคัญเท่ากับ 0.401 และ 0.147 ตามลำดับ แสดงดังรูปที่ 5

ตัวชี้วัดที่มีความสำคัญในมิติสังคมในทรรศนะของผู้เชี่ยวชาญพร้อมด้วยคะแนนความสำคัญเฉพาะด้านมีดังนี้

- ตัวชี้วัดด้านการจ้างงาน (B16) คือ ความมั่นคงในการทำงาน (0.527) และ อัตราการจ้างงาน (0.473)

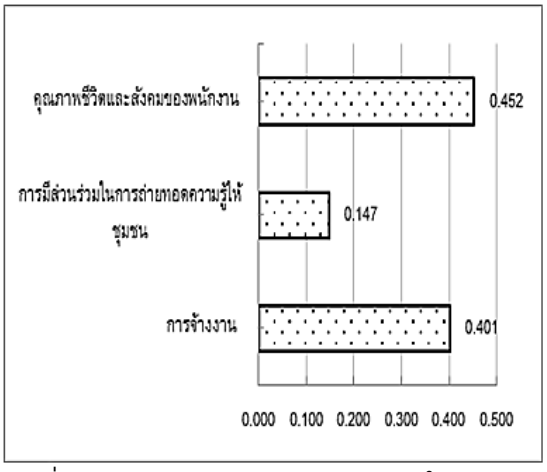
- ตัวชี้วัดด้านการมีส่วนร่วมในการถ่ายทอดความรู้ให้ชุมชน (B18) คือ จำนวนครั้งของการถ่ายทอดความรู้ให้ชุมชนในแต่ละปี (1)

- ตัวชี้วัดด้านคุณภาพชีวิตและสังคมของพนักงาน (B19) คือ การเป็นโรงงานผู้ประกอบการสีขาว ปราศจากยาเสพติด (0.468) และพนักงานมีสภาพแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัย มีสวัสดิการคุ้มครองพนักงานและครอบครัว (0.372)

เมื่อพิจารณาในมิติการบริหารจัดการ ซึ่งด้านที่พิจารณาในมิตินี้ประกอบด้วย ด้านนโยบายและกฎหมาย (B20) การพัฒนาและรักษาระบบบริหารระดับสากล (B21) การมีส่วนร่วมของชุมชนและการบริหารพื้นที่อย่างมีส่วนร่วม (B22) และข้อมูลข่าวสารและการรายงาน (B23) พบว่าด้านที่มีความสำคัญมากที่สุดคือนโยบายและกฎหมายซึ่งมีคะแนนความสำคัญเฉพาะมิติเท่ากับ 0.536 ในขณะที่ประเด็นอื่นๆมีความสำคัญใกล้เคียงกันด้วยคะแนนความสำคัญระหว่าง (0.123 – 0.208)

ตัวชี้วัดที่มีความสำคัญมากต่อการประเมินมิติด้านการบริหารจัดการพร้อมด้วยคะแนนความสำคัญเฉพาะด้านมีดังนี้

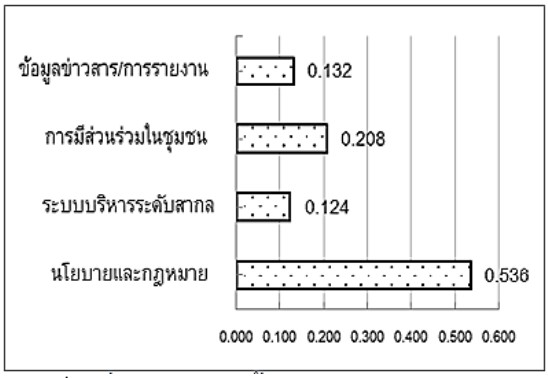
- ตัวชี้วัดด้านนโยบายและกฎหมาย (B20) คือ ร้อยละของโรงงานที่ได้รับรอง EIA (1)



รูปที่ 5 คะแนนความสำคัญของด้านต่างๆในมิติสังคม

- ตัวชี้วัดด้านการพัฒนาและรักษาระบบบริหารระดับสากล (B21) คือ ร้อยละของโรงงานที่ได้รับ ISO 14001 (0.346) และ ร้อยละของโรงงานที่ได้รับรอง TISI 18001 (0.215)

- ตัวชี้วัดด้านการมีส่วนร่วมในชุมชนและการบริหารจัดการพื้นที่อย่างมีส่วนร่วม (B23) คือ การมีคณะกรรมการบริหาร 3 ฝ่าย ซึ่งเป็นตัวแทนมาจากเขตประกอบการ ชุมชนและหน่วยราชการท้องถิ่น (1)



รูปที่ 6 คะแนนความสำคัญของด้านต่างๆในมิติการจัดการ

- ตัวชี้วัดด้านข้อมูลข่าวสารและการรายงาน (B24) คือ ร้อยละของข้อร้องเรียนที่ได้รับการดำเนินการแก้ไขจนบรรลุผลสำเร็จ (0.617)

ก่อนที่จะขึ้นหัวข้อที่ 4 สรุปผลการวิจัย เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในรายละเอียดสำหรับผู้อ่าน คะแนนความสำคัญของตัวชี้วัดในชั้น C ผู้วิจัยได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 ในภาคผนวก

4. สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาแบบจำลองสำหรับการประเมินสมรรถนะความเป็นสวนอุตสาหกรรมด้วยการสำรวจวรรณกรรมปริทรรศน์และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเพื่อพัฒนาแบบจำลองสำหรับประเมินสมรรถนะสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศที่เหมาะสมและคัดกรองตัวชี้วัดสำหรับการประเมินสมรรถนะความเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศและประเมินค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดแต่ละตัวในแต่ละมิติด้วยกระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์โดยการประมวลผลด้วยโปรแกรม Expert

Choice ทำให้ได้แบบจำลองที่เหมาะสมต่อการประเมินสมรรถนะความเป็นสวนอุตสาหกรรมพร้อมด้วยค่าน้ำหนักความสำคัญของตัวชี้วัดในแต่ละด้าน

แบบจำลองที่เหมาะสมสำหรับการประเมินศักยภาพความเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศควรมีตัวชี้วัดครอบคลุมใน 5 มิติ คือ มิติกายภาพ มิติเศรษฐกิจ มิติสิ่งแวดล้อม มิติสังคมและมิติการบริหารจัดการ

ผลจากการวิเคราะห์แบบจำลองและค่าน้ำหนักตัวชี้วัดที่ได้ในแต่ละมิติ พบว่า ตัวชี้วัดในมิติสิ่งแวดล้อมเป็นตัวชี้วัดที่มีความสำคัญมากที่สุด โดยผู้เชี่ยวชาญมีความเห็นว่าผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญในด้านประสิทธิภาพพลังงาน การปฏิบัติตามกฎหมายสิ่งแวดล้อม การจัดสภาพแวดล้อมการทำงานให้ปราศจากอุบัติภัยและยาเสพติดตลอดจนการจัดตั้งกระบวนการประเมินความเสี่ยงและผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมที่การประกอบกิจการของตนจะมีต่อชุมชน

สวนอุตสาหกรรมควรมีความร่วมมือกับชุมชนในการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมให้อยู่ร่วมกันกับชุมชนได้ด้วยการจัดตั้งคณะกรรมการที่ประกอบด้วยตัวแทนที่มาจากสามฝ่าย คือ หน่วยงานภาครัฐ สถานประกอบการและชุมชนเพื่อร่วมกันกำหนดทิศทางและหาจุดร่วมในการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมให้สอดคล้องกับสภาพสังคมโดยรอบและควรเร่งแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมที่สวนอุตสาหกรรมได้รับคำร้องเรียนให้คลี่คลายให้ได้มากที่สุด

ทั้งนี้ในด้านการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมทางกายภาพ สวนอุตสาหกรรมควรพิจารณาจัดสรรพื้นที่สีเขียวในโครงการให้มากขึ้นและเปิดโอกาสให้ชุมชนสามารถเข้ามาใช้พื้นที่สีเขียวนี้ได้ นอกจากนี้ ในด้านการบริหารจัดการพบว่าผู้ประกอบการควรขอรับรองระบบมาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001 มอก. 18001 และควรมีการร่วมมือกันในระหว่างผู้ประกอบการเพื่อนำวัสดุเหลือใช้จากการดำเนินงานของตนมาใช้ซ้ำหรือแลกเปลี่ยนกันภายในสวนอุตสาหกรรมและระหว่างสวนอุตสาหกรรมเพื่อผลประโยชน์ด้านการลดของเสียและลดต้นทุนในการกำจัดวัสดุเหลือใช้และของเสีย

เมื่อพิจารณาค่าน้ำหนักของตัวชี้วัดและเปรียบเทียบกับสภาวการณ์ของสวนอุตสาหกรรมในปัจจุบัน ได้ข้อสรุปว่า ในระยะสั้น (ไม่เกิน 1 ปี) สิ่งที่สวนอุตสาหกรรมทั้งหลายควรให้ความสนใจคือการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของตนเองด้วยการใช้พลังงานอย่างประหยัด การปฏิบัติตามกฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างเคร่งครัด การนำวัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ใหม่ ตลอดจนการขอรับรองระบบมาตรฐานการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมและระบบมาตรฐานการจัดการความปลอดภัยและอาชีวอนามัย เนื่องจากตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับประเด็นเหล่านี้มีค่าน้ำหนักความสำคัญมาก

อย่างไรก็ตาม ประเด็นการพัฒนาในระยะสั้นนี้ เน้นการพัฒนาภายในสวนอุตสาหกรรมเป็นหลัก แต่การพัฒนาอย่างยั่งยืนนั้น จะต้องนำความเห็นของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการพัฒนาเข้ามาพิจารณาด้วย ดังนั้น ในระยะกลาง (1 – 3 ปี) สวนอุตสาหกรรมควรให้ความสำคัญกับการจัดตั้งคณะกรรมการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศที่ประกอบด้วยตัวแทนจากสามฝ่ายมาปฏิบัติงานในการกำหนดทิศทางการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมและชุมชนโดยรอบ ตลอดจนการสร้างความมั่นคงทางอาชีพให้กับชุมชนต่อไป

เมื่อพัฒนาสวนอุตสาหกรรมในมีความสัมพันธ์ที่ดีกับชุมชนโดยรอบแล้ว ในระยะยาว (3 ปีขึ้นไป) สวนอุตสาหกรรมควรพัฒนาความสัมพันธ์เป็นเครือข่ายกับสวนอุตสาหกรรมในพื้นที่อื่นๆเพื่อแลกเปลี่ยนเรียนรู้เทคนิควิธีในการบริหารจัดการสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศให้สามารถอยู่ร่วมกับชุมชนได้อย่างกลมกลืนและมีการแลกเปลี่ยนของเสียระหว่างแต่ละสวนอุตสาหกรรมต่อไป

สำหรับงานวิจัยในอนาคตควรมีการต่อยอดนำผลที่ได้จากงานวิจัยนี้ไปทำการประเมินศักยภาพความเป็นอุตสาหกรรมเชิงนิเวศเพื่อเปรียบเทียบผู้ประกอบการแต่ละรายหรือแต่ละเขตประกอบการ โดยนำแบบจำลองและค่าน้ำหนักความสำคัญไปประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคอื่นๆ อย่างเช่นวิธี TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) หรือวิธี Fuzzy TOPSIS เพราะเทคนิคดังกล่าว จำเป็นต้องใช้ค่าน้ำหนักความสำคัญและค่าของตัวชี้วัดที่เป็นสเกลใดก็ได้ ยกตัวอย่างเช่น จำนวนพื้นที่สีเขียวในโครงการอาจมีค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ ได้แก่ 40% หรือ จำนวนสื่อหรือช่องทางที่ใช้ประชาสัมพันธ์เผยแพร่ข้อมูลให้แก่ชุมชนจะมีค่า

เป็นจำนวน ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้การประเมินมีความยืดหยุ่นเพราะไม่จำเป็นที่จะต้องกำหนดช่วงคะแนนให้แก่ตัวชี้วัดแต่ละตัว โดยสามารถที่จะใช้ค่าจริงของแต่ละตัวชี้วัดในการประเมินได้เลย

แม้ว่าแบบจำลองและค่าน้ำหนักของตัวชี้วัดที่พัฒนาขึ้นนี้มีความครอบคลุมมิติต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ ทำให้แบบจำลองมีความเหมาะสมต่อการใช้ประเมินสมรรถนะความเป็นสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศของสวนอุตสาหกรรมได้ แต่เนื่องจากความหลากหลายทั้งภายในและนอกสวนอุตสาหกรรมที่แตกต่างกันไปในแต่ละสวน เช่น สวนอุตสาหกรรมที่เน้นการแปรรูปสินค้าทางการเกษตร หรือผลิตสินค้าอุปโภคบริโภคทั่วไป หรือสวนอุตสาหกรรมที่มีความซับซ้อนทางเทคโนโลยีและการจัดการในระดับสูง เช่น อุตสาหกรรมปิโตรเคมี เป็นต้น อาจทำให้การเชื่อมโยงสวนอุตสาหกรรมแต่ละแห่งเข้าด้วยกันเพื่อร่วมกันพัฒนาสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในระดับภูมิภาคหรือประเทศเกิดความล่าช้าได้ ซึ่งหากมีการวิจัยในการกำหนดรูปแบบการร่วมกันพัฒนาสวนอุตสาหกรรมเชิงนิเวศในระดับภูมิภาคหรือประเทศแล้วก็ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อความสำเร็จในการพัฒนาสวนอุตสาหกรรมที่มีความแตกต่างกันทั้งในและนอกสวนอุตสาหกรรมด้วย

5. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์เป็นอย่างสูงที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยนี้

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมโรงงานอุตสาหกรรม. *คู่มือการพัฒนาสู่อุตสาหกรรมเชิงนิเวศ*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : สำนักบริหารจัดการกากอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม, (2553).

[2] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. *แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 พ.ศ. 2555 – 2559*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, (2554).

[3] สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ. *ทิศทางของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2560 – 2564*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ : สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี, (2559).

[4] United Nations Environment Programme, (2016, Jan.3). *Research on Eco-Towns in Japan: Implications and Lessons for Developing Countries and Cities*. [Online] Available: http://www.unep.org/ietc/OurWork/WasteManagement/EcoTowns/tabid/79266/Default.aspx

[5] T. Casavant, and W. LeBerton, “Sustainable Industries Performance Indicator Framework – Final Report”, *Industrial Solutions, Vancouver*, pp.17-30, 2005.

[6] J. Dictus, “Key performance Indicators - Eco Industrial Town”, *United Nations Industrial Development Organization*, 2015.

[7] ISO, “ISO/TMB Smart Cities Strategic Advisory Group Final Report”, *ISO*, September 2015.

[8] ศูนย์สารสนเทศกรมโรงงาอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2559, Feb.4). *Eco Industry*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา: http://www.diw.go.th/km/env/pdf/Eco%20Industry.pdf.

[9] J. Ehrenfeld and N. Gertler, “Industrial ecology in practice: the evolution of interdependence at Kalundborg,” *Journal of Industrial Ecology*, vol. 1, pp.67 – 79, 1997.

[10] M. Chertow and J. Ehrenfeld, “Organizing self-organizing systems,” *Journal of Industrial Ecology*, vol.16, pp.13 – 27, 2012.

[11] Poole, M.S., Ven, A.H.V.D., Dooley, K., and Holmes, M.E., “Organizational Change and Innovation Processes: Theory and Methods for Research,” *Oxford University Press*, 2000.

[12] F. Boons and W. Spekkink, “Levels of institutional capacity and actor expectations about industrial symbiosis,” *Journal of Industrial Ecology*, vol.16, pp.61-69, 2012.

[13] M. Mirata, “Experiences from early stages of a national industrial symbiosis programme in the UK: determinants and coordination challenges,” *Journal of Cleaner Production*, vol.12, pp.967-983, 2004.

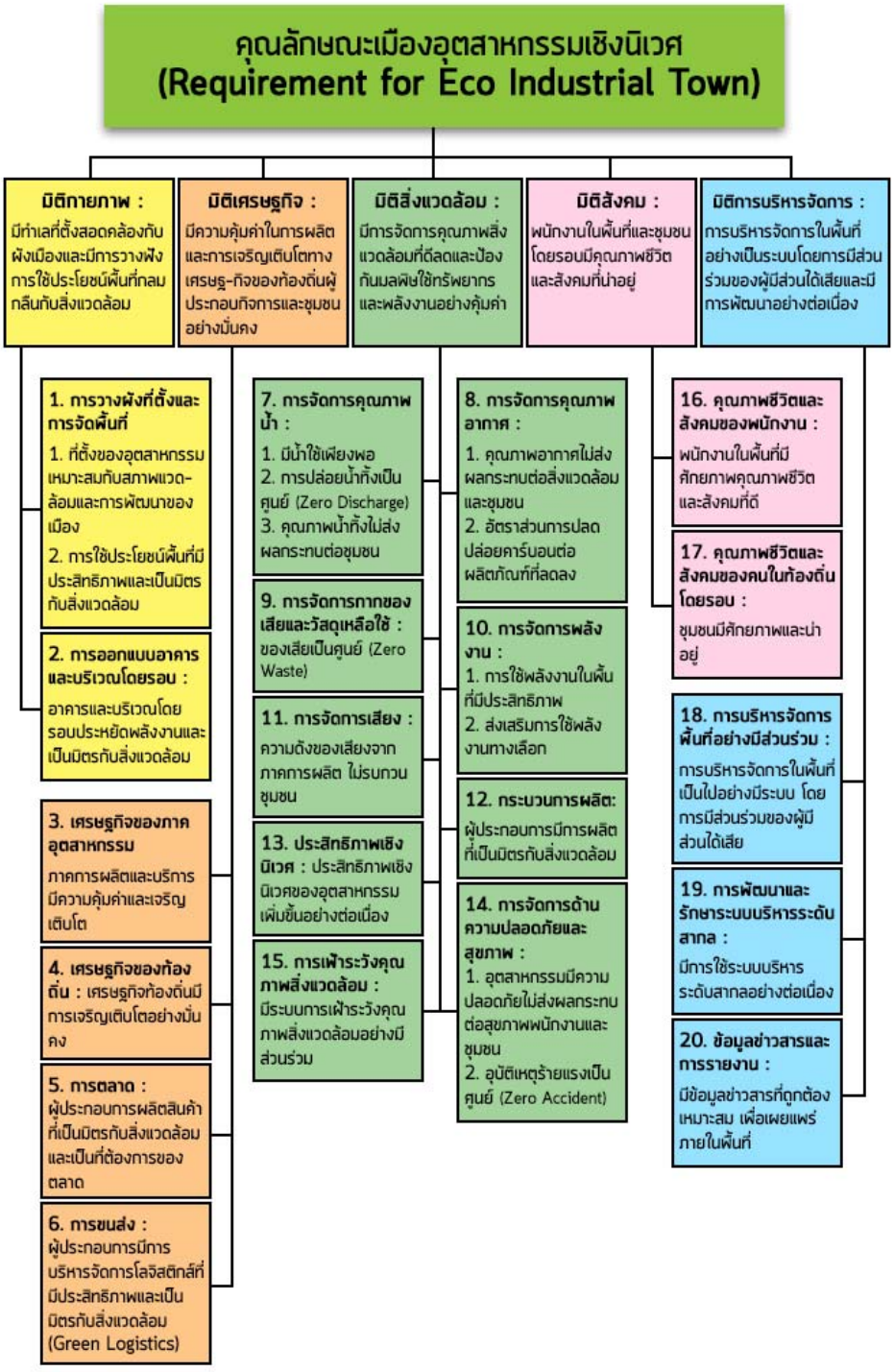
[14] D. Sakr, L. Baas, S. El-Haggar, and D. Huisingh, “Critical success and limiting factors for eco-industrial parks: global trends and Egyptian context,” *Journal of Cleaner Production*, vol.19, pp.1158-1169, 2011.

[15] C. Yu, M.d. Jong, and G.P.J. Dijkema, “Process analysis of eco-industrial park development: the case of Tianjin, China,” *Journal of Cleaner Production*, vol.64, pp.464-477, 2014.

[16] พวงรัตน์ ทวีรัตน์. *วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์.* พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ ประสานมิตร, (2540).

[17] T.L. Saaty, “The Analytic Hierarchy Process: Planning Priority Setting, Resource Allocation,” *McGraw-Hill*, New York, 1st Ed., pp. 22-25, 1980.

7. ภาคผนวก



รูปที่ 7 คุณสมบัติเมืองอุตสาหกรรมเชิงนิเวศ [7]

ตารางที่ 3 ตัวชี้วัดที่ระดับชั้นที่ 3

ตัวชี้วัด	คำนิยาม
C1	ความสอดคล้องกับกฎระเบียบต่าง ๆ
C2	จำนวนพื้นที่สีเขียวในโครงการ
C3	สัดส่วนอาคารที่เป็นอาคารสีเขียว
C4	มูลค่าสินทรัพย์ของบริษัทในเขตประกอบการ
C5	ลักษณะการเพิ่มมูลค่าที่โรงงานสร้าง
C6	อัตราภาษีที่จ่าย
C7	อัตราส่วนมูลค่าสินค้าที่ผลิตด้วยเทคโนโลยีหรือเทียบกับมูลค่าสินค้าทั้งหมด
C8	สัดส่วนการเติบโตกับการก่อมลภาวะ (Eco efficiency)
C9	มูลค่าการลงทุนด้านเทคโนโลยีและวิจัยพัฒนา
C10	ร้อยละของผู้ประกอบการที่ทำการตลาดหรือมีกระบวนการผลิตแบบเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
C11	สัดส่วนผู้ประกอบการที่ดำเนินการบริหารจัดการโลจิสติกส์สีเขียว
C12	ปริมาณพลังงานที่ใช้ต่อมูลค่าสินค้าล้านบาท
C13	ยอดขายต่อตารางเมตร
C14	ปริมาณน้ำที่ใช้ต่อมูลค่าสินค้าล้านบาท
C15	จำนวนครั้งที่มีข้อพิพาทกับภาคส่วนต่าง ๆเนื่องจากการปันส่วนน้ำที่ไม่เหมาะสม
C16	ปริมาณการปล่อยน้ำทิ้งออกนอกพื้นที่อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด
C17	คุณภาพน้ำทิ้ง คุณภาพน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด
C18	อัตราการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ซ้ำ
C19	คุณภาพอากาศโดยรอบพื้นที่อุตสาหกรรมไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน
C20	จำนวนการร้องเรียนเรื่องกลิ่น ฝุ่นละอองในรอบปีที่ผ่านมา
C21	อัตราการปลดปล่อยคาร์บอนต่อผลิตภัณฑ์ที่ลดลง
C22	ปริมาณกากของเสียและวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้นต่อหน่วยผลิตภัณฑ์
C23	อัตราการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่
C24	อัตราการขอส่งออกขยะมีพิษ
C25	การมีสาธารณูปโภคสำหรับการบำบัดของเสียภายในเขตประกอบการ
C26	จำนวนปัญหาการจัดการกากของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในรอบปีที่ผ่านมา
C27	อัตราการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิต (ktoe/ล้านบาท)
C28	อัตราส่วนการใช้พลังงานทางเลือกและพลังงานทดแทนเทียบกับพลังงานที่ใช้ทั้งหมด
C29	จำนวนครั้งที่มีการร้องเรียนด้านเสียงในรอบปีที่ผ่านมา
C30	สัดส่วนผู้ประกอบการที่มีการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม
C31	อัตราการเจ็บป่วยและอุบัติเหตุจากการทำงาน
C32	อัตราการอุบัติของโรคในพื้นที่เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของประเทศ
C33	จำนวนครั้งการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงที่มีผลกระทบต่อชุมชนในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา เช่น ไฟไหม้ ระเบิด
C34	จำนวนด้านสิ่งแวดล้อมที่ได้รับความสนใจเฝ้าระวัง
C35	อัตราการจ้างงาน (จำนวนอัตราที่จ้าง)
C36	ความมั่นคงในการทำงานที่เดิม พิจารณาจากอัตราการออกจากงาน (Turnover rate)
C37	อัตราส่วนแรงงานมีฝีมือเทียบกับแรงงานทั้งหมด
C38	การฝึกอบรมและพัฒนาทักษะฝีมือแรงงาน
C39	จำนวนครั้งของการถ่ายทอดความรู้ให้ชุมชนต่อปี
C40	พนักงานมีสภาพแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยและมีสวัสดิการคุ้มครองพนักงานและครอบครัว
C41	อัตราส่วนโรงงานในเขตประกอบการการเป็นโรงงานสีขาว ปราศจากยาเสพติด
C42	จำนวนหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเชิงนิเวศที่พนักงานได้รับการพัฒนาความรู้
C43	อัตราส่วนโรงงานที่ได้รับรอง EIA (%)
C44	อัตราส่วนโรงงานที่ได้รับรอง ISO 9001 (%)
C45	อัตราส่วนโรงงานที่ได้รับรอง ISO 14001 (%)
C46	อัตราส่วนโรงงานที่ได้รับรอง ISO 50001 (%)
C47	อัตราส่วนโรงงานที่ได้รับรอง TISI 18001 (%)
C48	อัตราส่วนโรงงานที่มีการทำ 3R (%)
C49	จำนวนครั้งที่ชุมชนร้องเรียนโรงงานในรอบปีที่ผ่านมา
C50	การมีคณะกรรมการบริหาร 3 ฝ่าย (เขตประกอบการ ชุมชน หน่วยราชการท้องถิ่น)
C51	จำนวนสื่อประชาสัมพันธ์และช่องทางการเผยแพร่ข้อมูลในเขตประกอบการ
C52	จำนวนสื่อประชาสัมพันธ์และช่องทางการเผยแพร่ข้อมูลให้กับชุมชน
C53	อัตราส่วนของเรื่องร้องเรียนที่ได้รับการดำเนินการแก้ไขจนบรรลุผลสำเร็จ

ตารางที่ 4 คะแนนของตัวชี้วัดชั้น C

ตัวชี้วัด B	ตัวชี้วัด C	ความหมาย	คะแนน
B2	C2	จำนวนพื้นที่สีเขียวในโครงการ	0.6334
	C3	สัดส่วนอาคารที่เป็นอาคารสีเขียว	0.3666
B8	C14	ปริมาณน้ำที่ใช้ต่อมูลค่าสินค้าล้านบาท	0.1202
	C16	ปริมาณการปล่อยน้ำทิ้งออกนอกพื้นที่อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด	0.4738
	C17	คุณภาพน้ำทิ้ง คุณภาพน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด	0.2176
	C18	อัตราการนำน้ำทิ้งกลับมาใช้ซ้ำ	0.1886
B10	C22	ปริมาณกากของเสียและวัสดุเหลือใช้ที่เกิดขึ้นต่อหน่วยผลิตภัณฑ์	0.1788
	C23	อัตราการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่	0.2436
	C24	อัตราการขอส่งออกขยะมีพิษ	0.1094
	C25	การมีสาธารณูปโภคสำหรับการบำบัดของเสียภายในเขตประกอบการ	0.1482
	C26	จำนวนปัญหาการจัดการกากของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในรอบปีที่ผ่านมา	0.32
B11	C27	อัตราการใช้พลังงานต่อหน่วยการผลิต	0.56
	C28	อัตราส่วนการใช้พลังงานทางเลือกและพลังงานทดแทนเทียบกับพลังงานที่ใช้ทั้งหมด	0.44
B14	C31	อัตราการเจ็บป่วยและอุบัติเหตุจากการทำงาน	0.4258
	C32	อัตราการอุบัติของโรคในพื้นที่เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของประเทศ	0.1834
	C33	จำนวนครั้งการเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงที่มีผลกระทบต่อชุมชนในรอบ 5 ปีที่ผ่านมา	0.3906
B16	C35	อัตราการจ้างงาน (จำนวนอัตราที่จ้าง)	0.4734
	C36	ความมั่นคงในการทำงานที่เดิม พิจารณาจากอัตราการออกจากงาน (Turnover rate)	0.5266
B19	C40	พนักงานมีสภาพแวดล้อมการทำงานที่ปลอดภัยและมีสวัสดิการคุ้มครองพนักงานและครอบครัว	0.372
	C41	อัตราส่วนโรงงานในเขตประกอบการการเป็นโรงงานสีขาว ปราศจากยาเสพติด	0.4682
	C42	จำนวนหลักสูตรที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาอุตสาหกรรมเชิงนิเวศที่พนักงานได้รับการพัฒนาความรู้	0.16
B21	C44	อัตราส่วนโรงงานที่ได้รับรอง ISO 9001 (%)	0.1218
	C45	อัตราส่วนโรงงานที่ได้รับรอง ISO 14001 (%)	0.3464
	C46	อัตราส่วนโรงงานที่ได้รับรอง ISO 50001 (%)	0.1174
	C47	อัตราส่วนโรงงานที่ได้รับรอง TISI 18001 (%)	0.2154
	C48	อัตราส่วนโรงงานที่มีการทำ 3R (%)	0.1994
B23	C51	จำนวนสื่อประชาสัมพันธ์และช่องทางการเผยแพร่ข้อมูลในเขตประกอบการ	0.2106
	C52	จำนวนสื่อประชาสัมพันธ์และช่องทางการเผยแพร่ข้อมูลให้กับชุมชน	0.1728
	C53	อัตราส่วนของเรื่องร้องเรียนที่ได้รับการดำเนินการแก้ไขจนบรรลุผลสำเร็จ	0.6168