

# อุตสาหกรรม 4.0: ตอนที่ 1 - ความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

## Industry 4.0: Part I - Environmental Conscious

จิตลดา หมายมัน<sup>1</sup> และสมบัติ ทีฆทรัพย์<sup>2</sup>

Chitlada Maimun<sup>1</sup> and Sombat Teekasap<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย

<sup>1,2</sup> Faculty of Engineering, Eastern Asia University

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอเครื่องมือทางการจัดการสิ่งแวดล้อมภายใต้แนวคิด “อุตสาหกรรมสีเขียว 4.0” 5 เครื่องมือ ประกอบด้วย (1) อุตสาหกรรมสีเขียว (green industry) (2) ผลิตภัณฑ์สีเขียว (green product) (3) การตลาดสีเขียว (green marketing) (4) การเพิ่มผลิตภาพสีเขียว (green productivity) และ (5) การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment--LCA) เครื่องมือเหล่านี้สามารถประยุกต์ใช้ได้จริงกับทุกประเภทอุตสาหกรรม อันนำไปสู่การสร้างสมดุลสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ชุมชนและสังคมอยู่ร่วมกันได้อย่างยั่งยืน

**คำสำคัญ:** อุตสาหกรรม 4.0, ผลิตภัณฑ์สีเขียว, การตลาดสีเขียว, การประเมินวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

### Abstract

This paper presents 5 tools for environmental management under the concept of “Green Industry 4.0”. The 5 tools consist of (1) Green Industry (2) Green Product (3) Green Marketing (4) Green Productivity and (5) Life Cycle Assessment--LCA. These tools can be applied to any type of industry, which lead to environmental balancing for sustainable of community and the society.

**Keywords:** Industry 4.0, green product, green marketing, Life Cycle Assessment--LCA



### บทนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมของโลกในปัจจุบันกำลังมุ่งตรงที่เป้าหมายหลักเดียวกันคือ Industry 4.0 ซึ่งเน้นแนวคิดของการพัฒนาให้กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมกลายเป็นโรงงานอุตสาหกรรมอัจฉริยะที่สามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงในทุกมิติ เช่น การใช้ระบบการผลิตแบบอัตโนมัติและหุ่นยนต์อุตสาหกรรม เพื่อทดแทนแรงงานที่จะขาดแคลนในอนาคต การใช้

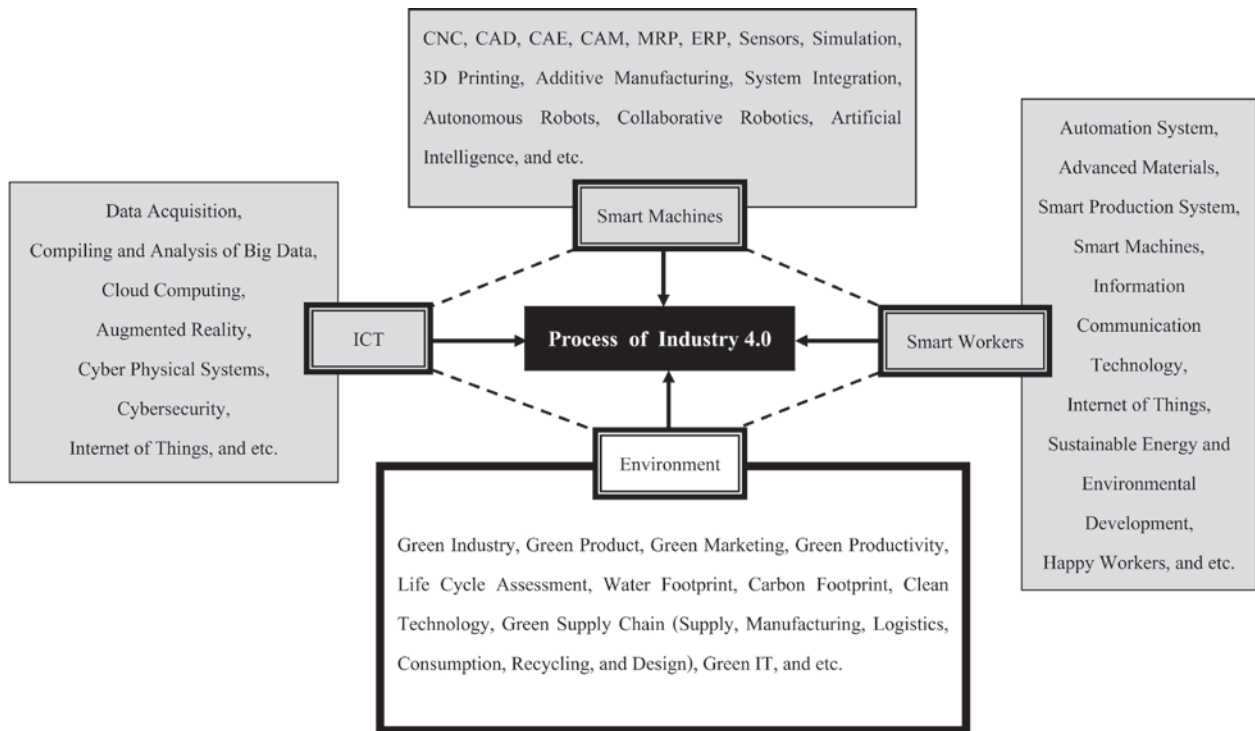
เทคโนโลยีการพิมพ์แบบสามมิติ เพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์ที่รวดเร็วและประหยัดสำหรับการผลิตในปริมาณไม่มากนักในระยะเวลาสั้น เป็นต้น

จากการศึกษาแผนภาพ Proposition: Future Industry 4.0 for Thailand (จิตลดา หมายมัน และสมบัติ ทีฆทรัพย์, 2559) ที่แสดงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องของ Industry 4.0 ในแต่ละส่วนของระบบการผลิต ประกอบด้วย ปัจจัยนำเข้า (input) กระบวนการผลิต (process) และ

ผลผลิต (output) โดยในส่วนของกระบวนการผลิต มีองค์ประกอบที่เข้ามามีบทบาทสำคัญที่จะทำให้ อุตสาหกรรมได้รับการพัฒนาไปสู่ Industry 4.0 อยู่ 4 องค์ประกอบหลัก ได้แก่ ICT, Smart Machines, Smart Workers และ Environment ดังแสดงในภาพ 1 องค์ประกอบหลักทั้ง 4 มีความจำเป็นที่จะช่วยเพิ่มศักยภาพ ให้กับอุตสาหกรรมให้ก้าวล้ำไปสู่ยุคแห่งความทันสมัย ทางด้านเทคโนโลยี แต่ทั้งนี้ศักยภาพของอุตสาหกรรม ควรเติบโตและพัฒนาอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการสร้าง สมดุลระหว่างอุตสาหกรรมกับสิ่งแวดล้อม ชุมชนและ สังคมให้อยู่ร่วมกันอย่างปกติสุข เพราะมนุษย์และโลก ของเราไม่ได้มีชีวิตอยู่ได้จากการมีอุตสาหกรรมที่แข็งแกร่ง แต่ไร้ซึ่งธรรมชาติและสภาพแวดล้อมที่ดีเพราะสภาพการณ์ ในปัจจุบัน ประเทศไทยกำลังเผชิญกับความท้าทายที่ สำคัญต่อการพัฒนาประเทศให้ยั่งยืน เนื่องจากปัญหา การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่ เกิดขึ้นในระดับโลก อันมีสาเหตุมาจากการพัฒนาเศรษฐกิจ ของประเทศที่พัฒนาแล้วในช่วงหลังปฏิวัติอุตสาหกรรม ด้วยการใช้น้ำมันและวัตถุดิบที่มีสารเจือปนทางเคมี ปริมาณมากเกินไปจนขีดจำกัด จึงทำให้เกิดการสะสมของ ปริมาณก๊าซเรือนกระจกในชั้นบรรยากาศ จนกลายเป็น ปรากฏการณ์ก๊าซเรือนกระจกและเกิดการเปลี่ยนแปลง สภาพภูมิอากาศที่ทวีความรุนแรงมากขึ้น และถึงแม้ว่า

การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศจะเป็นสถานการณ์ปัญหา สำคัญระดับโลกแต่ประเทศไทยซึ่งเป็นประเทศที่อยู่ในกลุ่ม กำลังพัฒนาที่ได้รับผลกระทบโดยตรงเช่นกัน (สำนักงาน นโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558) โดยจากการวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อ พบว่า ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสถานการณ์สิ่งแวดล้อม ในประเทศไทยเกิดจากปัจจัยภายในและภายนอกประเทศ โดยปัจจัยภายในเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจ และสังคมในประเทศ การเมือง และนโยบายสิ่งแวดล้อม ส่วนปัจจัยภายนอกเกิดจากสถานการณ์ระดับโลกและ เอเชียที่กำลังเผชิญอยู่ขณะนี้ เช่น การเข้าสู่ยุคของสังคม ผู้สูงอายุของโลก การเป็นสังคมเมืองที่เติบโตอย่างรวดเร็ว แบบไม่มีแบบแผน ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอันทันสมัย การเปลี่ยนแปลงอำนาจทางเศรษฐกิจโลกมายังทวีปเอเชีย มากขึ้น และการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลไปทั่ว ทุกประเทศทุกมุมโลก (ฉัตรชัย อินตะธา, 2558)

จากผลกระทบที่ได้กล่าวไป ความตระหนักด้าน สิ่งแวดล้อมจึงเป็นสิ่งสำคัญกับภาคอุตสาหกรรม ดังนั้น ในบทความนี้ ผู้เขียนจึงขอเสนอเครื่องมือสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมและช่วยลดผลกระทบต่อ ด้านสิ่งแวดล้อมของการพัฒนาอุตสาหกรรมไปสู่ยุค Industry 4.0 ในอนาคต



ภาพ 1 องค์ประกอบของกระบวนการผลิตในยุคอุตสาหกรรม 4.0  
(พัฒนาจาก จิตลดา หมายมั่น และสมบัติ ทิมทรัพย์, 2559)

จากภาพ 1 สิ่งแวดล้อมสำหรับอุตสาหกรรม 4.0 ในอนาคต ประกอบด้วยเครื่องมือการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ใช้อย่างแพร่หลายและเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์กับภาคอุตสาหกรรม โดยในบทความนี้จะขอแนะนำเสนอเครื่องมือบางส่วน จำนวน 5 เครื่องมือ ประกอบด้วย

- 1) Green Industry
- 2) Green Product
- 3) Green Marketing
- 4) Green Productivity
- 5) Life Cycle Assessment--LCA

### Green Industry

“Green Lifestyle” ของผู้บริโภคในปัจจุบันเป็นกำลังขับเคลื่อนให้อุตสาหกรรมต้องปรับเปลี่ยนวิธีการผลิตสินค้าให้สอดคล้องกับวิถีชีวิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมของลูกค้านำหรือผู้บริโภคและการพยายามสร้างระบบสีเขียว “Eco System” ที่มีประสิทธิผลเพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อมโลกได้แรงขับเคลื่อนของผู้บริโภคสีเขียว

จึงเป็นแรงผลักดันให้อุตสาหกรรมแบบเดิมต้องปรับเปลี่ยนเป็นอุตสาหกรรมสีเขียว

“ประเทศไทยมุ่งสู่การพัฒนาที่ยั่งยืนตามที่ให้สัตยาบันรับรองปฏิญญาโจฮันเนสเบิร์ก (Johannesburg Declaration on Sustainable Development) เมื่อปี พ.ศ. 2545 และปฏิญญามะนิลาว่าด้วยอุตสาหกรรมสีเขียว (Manila Declaration on Green Industry in Asia) เมื่อปี พ.ศ. 2552” จากข้อความดังกล่าว จึงเป็นที่มาให้กระทรวงอุตสาหกรรมเริ่มโครงการอุตสาหกรรมสีเขียว โดยการส่งเสริมและสนับสนุนให้ภาคอุตสาหกรรมเน้นกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เพื่อผลิตสินค้าที่มีคุณภาพและปลอดภัยออกสู่สังคม ซึ่งจะช่วยสร้างภาพลักษณ์ที่ดี ความน่าเชื่อถือต่ออุตสาหกรรมและความไว้วางใจในผลิตภัณฑ์ อันจะนำไปสู่การสร้างเศรษฐกิจสีเขียวที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์มวลรวมสีเขียวของประเทศ (Green GDP) มีค่าสูงขึ้น และสามารถพัฒนาภาคอุตสาหกรรมให้เกิดความยั่งยืนและสร้างสมดุลให้กับทรัพยากรทางธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2554) นอกจากนี้คำว่าอุตสาหกรรมสีเขียวแล้วยังมีคำเรียกอื่นที่มีจุดมุ่งเน้นเดียวกันเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ดี

คือคำว่า อุตสาหกรรมเชิงนิเวศ (eco industry) ซึ่งทั้งสองคำมุ่งสร้างอุตสาหกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม มีความปลอดภัยและอาชีวอนามัยที่ดี มีความรับผิดชอบต่อสังคม มุ่งสู่สังคมปล่อยคาร์บอนต่ำ ร่วมพัฒนาชุมชนรอบข้าง ให้มีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ร่วมพัฒนาและสร้างสมดุลทั้งเชิงเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม ทำให้อุตสาหกรรมอยู่ร่วมกับชุมชนได้อย่างเป็นสุขและยั่งยืน (สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรม สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2555) โดยกระทรวงอุตสาหกรรม (2554) ให้ความหมายของอุตสาหกรรมสีเขียวว่า หมายถึง อุตสาหกรรมที่ยึดมั่นในการประกอบกิจการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างยั่งยืน โดยมุ่งเน้นการมีความรับผิดชอบต่อสังคม สิ่งแวดล้อม ทั้งภายในและภายนอกองค์กรและพัฒนาอย่างต่อเนื่องตลอดห่วงโซ่อุปทาน

อุตสาหกรรมสีเขียว แบ่งออกเป็น 5 ระดับ ขึ้นบันได ดังภาพ 2

**ระดับที่ 1 ความมุ่งมั่นสีเขียว** เป็นความมุ่งมั่นที่จะลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและมีการสื่อสารภายในองค์กรให้ทราบโดยทั่วกัน ซึ่งระดับนี้ทำได้ง่ายที่สุด โดยการกำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการลดผลกระทบหรือการป้องกันมลพิษ หรือการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน หรือการลดผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ หรือการปกป้องและฟื้นฟูธรรมชาติ โรงงานส่วนใหญ่จะผ่านการดำเนินงานในระดับนี้แล้ว เช่น การผลิตสินค้าที่มาจากวัสดุรีไซเคิล การปฏิบัติตามนโยบายด้านมาตรฐานสิ่งแวดล้อม

**ระดับที่ 2 ปฏิบัติการสีเขียว** เป็นการดำเนินกิจกรรมเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตามความมุ่งมั่นที่ตั้งไว้ในระดับที่ 1 โดยการจัดทำแผนงาน กำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย ขั้นตอนการปฏิบัติ ผู้รับผิดชอบ และกรอบระยะเวลา เพื่อให้เกิดการปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมที่ชัดเจน เช่น ผู้ผลิตพรินเตอร์เอชพีที่ออกเครื่องพรินเตอร์ที่ใช้หมึกพิมพ์รักษาสิ่งแวดล้อม หรือผู้ผลิตไค้ก ออกตู้แช่ประหยัดพลังงาน เพื่อช่วยลดการปล่อยก๊าซคาร์บอน โรงงานในกลุ่ม SCG ดำเนินการลดใช้พลังงานภายในโรงงาน โรงงานที่ดำเนินการตามโครงการส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนในการกำกับโรงงานในนิคมอุตสาหกรรม (เชิงขาวดาวเขียว) และดำเนินโครงการ

เทคโนโลยีอาชีวอนามัยด้านบำบัดน้ำเสีย

**ระดับที่ 3 ระบบสีเขียว** เป็นการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบ หรือการรับรองมาตรฐานด้านสิ่งแวดล้อม รวมถึงการได้รับรางวัลด้านสิ่งแวดล้อมที่เป็นที่ยอมรับ ระดับนี้เป็นระดับที่ยากขึ้นมาอีกระดับหนึ่ง เพราะต้องมีการดำเนินการให้ครบถ้วนตั้งแต่กำหนดนโยบายด้านสิ่งแวดล้อม มีการวางแผนและการนำไปปฏิบัติเพื่อให้การปรับปรุงโรงงานอย่างจริงจัง มีการติดตามประเมินผล และทบทวนเพื่อการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างโรงงานที่ดำเนินกิจกรรมในระดับที่ 3 เช่น โรงงานที่มีการคำนวณและบันทึกตัวเลขการปล่อยคาร์บอนที่ลดลงจากเดิม โดยจะทำให้ผู้บริหารมุ่งมั่นในตัวโรงงาน และผลิตภัณฑ์ของโรงงานดังกล่าวได้ว่ามีความมุ่งมั่นอย่างแท้จริง นอกจากนี้ยังรวมถึงโรงงานที่เข้าร่วมโครงการเหมืองแร่สีเขียว โครงการพัฒนาระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมในพื้นที่ลุ่มน้ำหลัก ชั้นที่ 2 โครงการฝึกอบรมและจัดทำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001

**ระดับที่ 4 วัฒนธรรมสีเขียว** คือ การที่ทุกคนในองค์กรทั้งพนักงานจนถึงผู้บริหารให้ความร่วมมือร่วมใจดำเนินงานอย่างเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมทุกด้าน จนกลายเป็นวัฒนธรรมองค์กร และกำหนดเป็นนโยบายหลักขององค์กร เช่น การใช้น้ำอย่างประหยัด การปิดไฟช่วงเวลาพัก การถ่ายเอกสารแบบ 2 หน้า รวมถึงโรงงานที่เข้าร่วมโครงการด้านการรับผิดชอบต่อสังคม (ISO 26000) ทั้งนี้ต้องมีการส่งเสริมให้เกิดการปฏิบัติอย่างมีจริยธรรมด้านสิ่งแวดล้อมอย่างจริงจัง ต้องมีความโปร่งใสในการตัดสินใจและการดำเนินการที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเปิดเผย ชัดเจน ถูกต้องและครบถ้วน ต้องเคารพ พิจารณา และตอบสนองต่อผลประโยชน์ของผู้มีส่วนได้ส่วนเสียด้านประเด็นสิ่งแวดล้อม เคารพต่อการปฏิบัติตามแนวทางสากล กฎหมายและข้อกำหนดทางด้านสิ่งแวดล้อม และที่สำคัญ คือ ต้องเคารพต่อสิทธิมนุษยชนในด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีและให้การยอมรับถึงความสำคัญและความเป็นสากลของสิทธิมนุษยชนในด้านสิ่งแวดล้อม

**ระดับ 5 เครือข่ายสีเขียว** เป็นระดับสูงสุดที่แสดงถึงการขยายเครือข่ายตลอดห่วงโซ่อุปทานสีเขียว

โดยการส่งเสริม สร้าง และสานสัมพันธ์กิจกรรมด้านสิ่งแวดล้อมกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียที่ครอบคลุมทั้งห่วงโซ่อุปทาน ชุมชน และผู้บริโภคให้เกิดความสำเร็จเชิงประจักษ์ต่อเนื่องและยั่งยืน ซึ่งโรงงานอุตสาหกรรมที่ก้าวเข้าสู่ระดับ 5 ยังพบน้อยมากเนื่องจากต้องใช้ระยะเวลาในการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อสร้างคุณภาพชีวิตที่ดีให้แก่สังคม และต้องมีการสร้างวัฒนธรรมองค์กรให้เป็นไปตามเกณฑ์ระดับที่ 4 ทุกข้อ

ท้ายที่สุดของการพัฒนาอุตสาหกรรมสีเขียว ชุมชนและสังคมรวมทั้งสิ่งแวดล้อมจะได้รับการดูแลและตระหนักให้มีคุณภาพและอยู่ร่วมกันได้อย่างสมดุล เกิดทัศนคติและการยอมรับที่ดีต่ออุตสาหกรรมที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม สร้างภาพลักษณ์ที่ดีและความไว้วางใจให้แก่โรงงาน เกิดการสร้างงาน การจ้างงาน และทำงานด้วยความปลอดภัยและมีความสุขท่ามกลางสภาพแวดล้อมที่ดี ลดการใช้ทรัพยากร ประหยัดพลังงาน และประหยัดต้นทุน สรุปโดยรวมคือก่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันตลอดห่วงโซ่อุปทานอย่างแท้จริง (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2554 และศูนย์ข้อมูล SMEs Knowledge Center, 2556)

นอกจากนี้ ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมที่เข้าร่วมโครงการ Green Industry จะได้สิทธิประโยชน์ทั้งทางตรงและทางอ้อมหลายประการเช่น สิทธิในการใช้ตราสัญลักษณ์อุตสาหกรรมสีเขียว (green industry mark) สิทธิการขอขึ้นบัญชีเป็นผู้ประกอบการที่มีการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (green process) สามารถผลิตสินค้ารักษ์สิ่งแวดล้อม (green product) ได้รับการสนับสนุนการจัดซื้อและจัดจ้างสีเขียว (green procurement) และอาจขอกู้ยืมเงินดอกเบี้ยต่ำในการดำเนินการได้ (green loan) (ปีทมาวรรณ คุณประเสริฐ, 2555 และเพ็ญฤดี จันทร์ภักดิ์, 2556) และถึงแม้ว่ากลุ่มอุตสาหกรรมสีเขียวจะมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าอุตสาหกรรมปกติทั่วไป แต่สินค้ารักษ์สิ่งแวดล้อมที่ผลิตออกสู่สังคมถือว่ามีความคุ้มค่าทั้งคุณภาพสินค้า คุณภาพชีวิต และคุณภาพสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดความสูญเสียน้อยกว่า เกิดผลดีในระยะยาวต่อผู้บริโภคบริโภค เช่น ค่ารักษาพยาบาล และคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น

อย่างไรก็ตาม การเข้าร่วมโครงการอุตสาหกรรมสีเขียวก่อให้เกิดผลดีกับโรงงาน แต่ทั้งนี้ อุปสรรคของการเข้าร่วมเป็นสิ่งจำเป็นที่ทางกระทรวงอุตสาหกรรม

ควรเร่งพิจารณา โดยจากการศึกษางานวิจัยของ บุญกร คำโฮม (2557) ที่ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเข้าร่วมโครงการอุตสาหกรรมสีเขียวของสถานประกอบการในเขตพื้นที่จังหวัดอุบลราชธานี รวมถึงอุปสรรคในการเข้าร่วมโครงการ โดยใช้สถานประกอบการโรงงานจำพวกที่ 3 เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาจำนวน 25 ราย ซึ่งผลวิจัยที่ได้สะท้อนให้เห็นว่าปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดการเข้าร่วมในระดับมาก คือ ความต้องการส่งเสริมภาพลักษณ์ขององค์กร ความง่ายและสะดวกของขั้นตอนในการเข้าร่วมโครงการ และความมุ่งมั่นในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมขององค์กร ตามลำดับ ส่วนประเด็นด้านอุปสรรคในการเข้าร่วมโครงการอยู่ในระดับปานกลาง คือ การสนับสนุนจากหน่วยภาครัฐไม่เพียงพอ บุคลากรขาดความรู้และประสบการณ์เกี่ยวกับการขอรับรองมาตรฐานอุตสาหกรรมสีเขียว ขั้นตอนในการขอรับรองมีความยุ่งยาก ขาดข้อมูลข่าวสารและการเข้าถึงแหล่งข้อมูลมีความยุ่งยาก ตามลำดับ ผลจากการวิจัยที่ได้นี้เป็นประโยชน์ต่อการหาแนวทางในการบริหารและจัดการเพื่อลดอุปสรรคที่เกิดขึ้น ซึ่งจะช่วยเพิ่มจำนวนโรงงานอุตสาหกรรมให้เข้าร่วมโครงการอุตสาหกรรมสีเขียวเพิ่มขึ้น

## Green Product

อุตสาหกรรมสีเขียวดำเนินการโดยการประยุกต์ใช้หลักการ 4R ได้แก่ การลดของเสีย (reduce) การใช้ซ้ำ (reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) และการบำรุงรักษา (repair) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จึงมีคุณลักษณะและคุณสมบัติเด่นกว่าผลิตภัณฑ์อื่นที่มีฟังก์ชันเดียวกันในเชิงของการณ์อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม ดังนี้

1. เน้นความคุ้มค่าสูงสุด ลดการใช้กระดาษหีบห่อ ลดความฟุ่มเฟือยในการออกแบบกล่องหรือหีบห่อบรรจุผลิตภัณฑ์
2. เน้นการผลิตให้พอดีกับความต้องการของผู้บริโภค เพื่อประหยัดทรัพยากรและพลังงานที่ใช้ในการผลิต และการใช้ให้เกิดประโยชน์อย่างคุ้มค่า สร้างการผลิตที่ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม สามารถนำกลับมาหมุนเวียนใช้ใหม่ได้อีกโดยอาจจะทำจากวัสดุเดิมหรือผ่านกรรมวิธีการย่อยสลายแล้วคัดแปลงนำกลับมาใช้ใหม่

3. ผลิตภัณฑ์สีเขียวที่ได้มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคบริโภค ประกอบกับการไม่ทำลายชีวิตสัตว์ไม่นำสัตว์มาใช้ในการทดลองเพื่อวิจัยหรือนำมาผลิตเป็นสินค้า ด้วยกระแสนิยมการบริโภคผลิตภัณฑ์สีเขียวทำให้ผู้ผลิตต่างปรับตัวและปรับปรุงกระบวนการผลิตเทคโนโลยีและวัตถุดิบที่ใช้ เพื่อให้ได้สินค้าที่มีคุณภาพและคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม เพื่อให้กระแสนิยมสีเขียวมีความยั่งยืนจึงจำเป็นต้องพิจารณาแนวคิดเชิงระบบนิเวศ มิติทางการเมือง ความรับผิดชอบต่อสังคม และการสร้างความเป็นธรรมให้แก่ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกฝ่าย ตั้งแต่ ผู้ผลิต ผู้จำหน่าย และผู้บริโภค (สันทนา อมรไชย, 2552; ศูนย์ข้อมูล SMEs Knowledge Center, 2556; Sergio Silva Braga Junior, et al., 2015) โดยจุดสังเกตของผลิตภัณฑ์สีเขียว คือ ผลิตภัณฑ์ที่ติดฉลากเขียว เช่น ฉลากเขียวของเอสซีจี (SCG, 2559) ดังภาพ 3

ผลิตภัณฑ์สีเขียวที่ผลิตได้ จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการทางการตลาดที่ในปัจจุบันนิยมเรียกว่า “การตลาดสีเขียว (green marketing) เพื่อออกวางจำหน่ายต่อไป

### Green Marketing

การตลาดสีเขียว มีจุดเริ่มต้นมาจากการตลาดสีเขียวทางด้านการเกษตรอินทรีย์ที่ลดการใช้สารเคมีเพื่อให้ผลผลิตที่ได้จากการเพาะปลูกมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและไม่ทำลายสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติ จนได้รับการตอบรับอย่างดี และขยายผลครอบคลุมมายังกลุ่มสินค้าจากภาคอุตสาหกรรม โดยใช้หลักคิดที่ว่าภาคธุรกิจมีหน้าที่ในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมทั้งด้านกฎหมาย การเมือง เทคโนโลยี สังคม และวัฒนธรรม รวมทั้งผู้มีส่วนได้ส่วนเสียเพื่อผลิตสินค้าที่มีคุณภาพและมีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในการตลาด โดยดึงผู้ที่มีบทบาทสำคัญหรือหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมเข้ามาช่วยพัฒนาและรับประกันคุณภาพสินค้า ดำเนินการประชาสัมพันธ์ และกระบวนการทั้งหมดอย่างต่อเนื่อง จนทำให้ผลิตภัณฑ์สีเขียวที่ผลิตได้มีช่องทางการจัดจำหน่าย และต่างส่งผลให้ผู้ประกอบการมีการ

ปรับตัวและเพิ่มการแข่งขันในการผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพซึ่งผลดีจากสินค้าที่มีคุณภาพจะส่งตรงยังผู้บริโภค โดยต่างพยายามคิดสร้างสรรค์เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าให้เป็นที่พอใจต่อผู้บริโภค (ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม, 2557; รัชนี ม่วงประเสริฐ, 2556)

การตลาดสีเขียวเข้ามามีบทบาทสำคัญทั้งในประเทศและต่างประเทศ เช่น ประเทศอินเดีย ซึ่งเป็นประเทศหนึ่งที่มีมองเห็นปัญหาสิ่งแวดล้อมว่ามีอยู่ทั่วโลก เช่น การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ ภาวะโลกร้อน ปัญหาของเสียและมลพิษจากอุตสาหกรรม จึงมีหลายอุตสาหกรรมที่ประยุกต์ใช้แนวคิดสีเขียวผลิตสินค้าสีเขียวและออกจำหน่ายผ่านช่องทางการตลาดสีเขียว โดยส่งผลให้ได้ผลกำไร ชื่อเสียง และเป็นการสร้างภาพลักษณ์ที่ดีต่อมุมมองของลูกค้า (Jyoti Rani, 2015)

การตลาดสีเขียวในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 3 ระดับ (สันทนา อมรไชย, 2552) คือ

1. ระดับ Green เป็นการตลาดสีเขียวที่ใช้เกณฑ์การพิจารณาเฉพาะยอดขายผลิตภัณฑ์เป็นหลัก ไม่เน้นการวัดผลจากการเปลี่ยนแปลงทางสังคม

2. ระดับ Greener เป็นระดับที่มีจุดเน้นด้านการอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ และมองเรื่องการทำยอดขายเป็นเรื่องรองลงมา และจะพยายามสร้างให้ผู้บริโภคมีส่วนร่วมในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น เพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสังคมที่ดีขึ้น

3. ระดับ Greenest เป็นระดับที่ก่อให้เกิดนวัตกรรมใหม่และก่อให้เกิดความเปลี่ยนแปลงขึ้นในสังคม เพื่อให้เกิดความยั่งยืนในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

การตลาดสีเขียวเป็นช่องทางสำคัญของการนำเสนอผลิตภัณฑ์สีเขียวให้เข้าสู่สังคม เพื่อให้เกิดความยั่งยืน จึงจำเป็นต้องสร้างเครือข่ายที่เข้มแข็ง โดยเริ่มจากความตระหนักในการเห็นความสำคัญของสิ่งแวดล้อมของผู้ผลิต ที่เน้นการใช้กระบวนการผลิต รวมถึงเทคโนโลยีที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การมีกลุ่มผู้บริโภคผลิตภัณฑ์สีเขียวและขยายวงกว้างเพื่อให้เกิดความสมดุลทั้งด้านการตลาดและสิ่งแวดล้อมจนกลายเป็นสังคมสีเขียวที่ยั่งยืน

## Green Productivity

Green Productivity-GP เป็นฟันเฟืองในการขับเคลื่อนอุตสาหกรรม และกลยุทธ์ในการศักยภาพด้านการเพิ่มผลผลิต เพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์และการบริการ ช่วยลดการใช้ทรัพยากร ลดการใช้พลังงาน ลดปริมาณของเสียและยังช่วยลดมลพิษอุตสาหกรรม ทำให้อุตสาหกรรมได้รับการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องและพัฒนาอย่างยั่งยืน (ดังแสดงในภาพ 5) เพื่อก้าวเข้าสู่การแข่งขันกับตลาดโลกได้ ซึ่ง GP เป็นเครื่องมือที่สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งกระบวนการผลิตของทุกประเภทอุตสาหกรรม

ตัวอย่างเครื่องมือที่นำมาประยุกต์ใช้ตามแนวคิด GP เช่น

1. การประเมินวัฏจักรชีวิต คือ การประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้นตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์หรือบริการต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศตั้งแต่เกิดเป็นผลิตภัณฑ์จนกลายเป็นเศษซาก

2. การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม คือ การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงสิ่งแวดล้อมควบคู่กับผลิตภัณฑ์เป็นการช่วยลดต้นทุนการผลิตเพิ่มผลกำไร การนำวัสดุคืบและทรัพยากรที่สามารถหมุนเวียนนำกลับมาใช้ใหม่ได้ในอุตสาหกรรม การทดแทนวัสดุคืบหรือทรัพยากรที่มีความปลอดภัย ไม่ก่อให้เกิดอันตราย

3. การจัดซื้อสีเขียว เป็นการจัดซื้อผลิตภัณฑ์/บริการโดยพิจารณาความสมดุลด้านคุณภาพ ราคา การส่งมอบสินค้าหรือบริการ และการจัดการที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อกระตุ้นให้เกิดตลาดสีเขียวอย่างครบวงจรระหว่างผู้ผลิตกับผู้บริโภค

4. การจัดการห่วงโซ่อุปทาน เป็นการสร้างความตระหนักถึงการประหยัด/ลดการใช้ทรัพยากรตลอดห่วงโซ่อุปทาน การร่วมมือกันในการจัดการตลอดห่วงโซ่อุปทานจะส่งผลให้ผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ไม่ว่าจะเป็นโรงงานอุตสาหกรรม/บริษัทผู้บริโภค ชุมชนและผู้เกี่ยวข้องเป็นต้น

ขั้นตอนของ GP มี 6 ขั้นตอนหลัก ประกอบด้วย

1. การเริ่มต้นโครงการหรือขั้นเตรียมการ เป็นการจัดตั้งคณะทำงาน จัดทำมาตรการสำรวจและ เก็บข้อมูล

2. วางแผนการดำเนินงาน

3. การระบุ ประเมิน และจัดลำดับความสำคัญของทางเลือก GP

4. การนำทางเลือก GP ไปปฏิบัติ

5. การเฝ้าระวังและประเมินผลที่เกิดขึ้น

6. ดำเนินการที่ยั่งยืนภายใต้แนวคิด GP

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้ GP เช่น บริษัท เซฟไลฟ์ โปรดัคส์ จำกัด ได้ผลิตสเปร์ย์ฆ่าเชื้อแบคทีเรีย ซึ่งสกัดจากสมุนไพร ตรี ออยล์ และนำเข้าจากประเทศออสเตรเลีย บริษัท มีความสุขทุกวัน จำกัด ใช้ขวดพลาสติกที่จำจากวัสดุรีไซเคิลเพื่อนำไปใช้ในการบรรจุแป้ง ส่วนกล่องบรรจุใช้กระดาษถูกฟูกที่ทำจากรีไซเคิล (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์, 2556 ; ปัญญา ศรีสังข์, 2553)

## Life Cycle Assessment

การประเมินวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Life Cycle Assessment--LCA) เป็นส่วนหนึ่งของอนุกรมมาตรฐาน 14040 ที่นำมาใช้เป็นเครื่องมือในการจัดการสิ่งแวดล้อม เพราะมีกระบวนการวิเคราะห์ และประเมินค่าผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อม ในเชิงปริมาณแบบวิทยาศาสตร์ที่มีการคิดอย่างเป็นระบบตลอดช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การสกัดหรือการได้มาซึ่งวัตถุดิบ กระบวนการผลิต การขนส่งและการแจกจ่าย การใช้งานผลิตภัณฑ์ การใช้ใหม่ การแปรรูปและการจัดการเศษซากของผลิตภัณฑ์หลังหมดอายุการใช้งาน เรียกได้ว่าพิจารณาตั้งแต่เกิดจนตาย (ดังภาพ 6) โดยมีการระบุปริมาณพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้ รวมทั้งปริมาณของเสียที่ปล่อยออกมาสู่สิ่งแวดล้อม และการประเมินโอกาสที่จะส่งผลกระทบต่อคุณภาพของระบบนิเวศ สุขภาพของคนในชุมชนและสังคม การลดลงของทรัพยากร โดยข้อมูลที่ได้จาก LCA เป็นข้อมูลเชิงปริมาณที่มีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำผลการวิเคราะห์ที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจ การกำหนดนโยบายการออกแบบและปรับปรุงผลิตภัณฑ์ ใช้วิเคราะห์จุดเด่น จุดด้อยในการปรับปรุงกระบวนการผลิต ใช้วางแผนการใช้ทรัพยากร เพื่อเพิ่มทางเลือกในการผลิตที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลดการเกิดมลพิษอุตสาหกรรมให้น้อยที่สุด และการใช้ทรัพยากรอย่างรู้ค่าและเกิด

ประโยชน์สูงสุด โดยในการทำ LCA ต้องจัดทำบัญชีรายการวัฏจักรชีวิต (Life Cycle Inventory--LCI) หรือเรียกว่าบัญชีรายการ (inventory) ที่แสดงรายการปริมาณสารและพลังงานที่เข้าออกจากระบบหรือกระบวนการที่สนใจในการวิเคราะห์ผล (สถาบันสิ่งแวดล้อมอุตสาหกรรมสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย, 2556; ศูนย์สารสนเทศสิ่งแวดล้อม, 2557)

ขั้นตอนการทำ LCA แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดเป้าหมายและขอบเขตของการศึกษา
2. การจัดทำบัญชีรายการสิ่งแวดล้อม
3. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์
4. การตีความและการวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงด้านสิ่งแวดล้อม (ฐานข้อมูลวัฏจักรชีวิตของวัสดุพื้นฐานและพลังงานของประเทศ, 2556)

ประโยชน์ที่ได้จากการทำ LCA ที่ส่งผลโดยตรงกับกลุ่มอุตสาหกรรม คือ ใช้เป็นทางเลือกหรือข้อเสนอแนะเพื่อปรับปรุงการผลิตและการออกแบบผลิตภัณฑ์ใช้ในการวางแผนกลยุทธ์และเป็นส่วนช่วยเรื่องการทำตลาดเพื่อสิ่งแวดล้อม และยังขยายวงกว้างครอบคลุมไปถึงกลุ่ม

ผู้บริโภคที่ทำให้ได้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ อีกทั้งยังมีส่วนร่วมในการสร้างจิตสำนึกที่ดีต่อสิ่งแวดล้อม ใช้เป็นเกณฑ์ในการจัดทำข้อกำหนดของฉลากสิ่งแวดล้อมรวมของหน่วยงานภาครัฐ ส่วนองค์กรเอกชนใช้เป็นข้อมูลเพื่อคัดค้านภาคเอกชนและรัฐบาลในการพัฒนาสิ่งแวดล้อมและเป็นข้อมูลเพื่อเผยแพร่ต่อผู้บริโภค

ส่วนเรื่องข้อจำกัดของ LCA คือ ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูงและใช้ระยะเวลาในการดำเนินการเพราะต้องวิเคราะห์ตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์และเมื่อเวลาผ่านไปเมื่อทำ LCA ใหม่ในเรื่องเดียวกันที่เคยทำไปแล้วอาจให้ผลไม่เหมือนกันหรือขัดแย้งกัน อีกทั้งจำเป็นต้องวัดข้อมูลเชิงปริมาณไม่ว่าจะเป็นปริมาณสารหรือพลังงานที่นำเข้าออกจากระบบหรือกระบวนการผลิต การทำ LCA เป็นเพียงเครื่องมือหนึ่งที่ใช้เป็นข้อมูลในการตัดสินใจด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งยังมีเครื่องมืออื่นที่ควรนำมาประยุกต์ใช้เพื่อจัดการกับผลกระทบสิ่งแวดล้อม เช่น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ หรือการเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิตด้วยเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งขึ้นอยู่กับสาเหตุและผลที่ได้จากการวิเคราะห์ LCA (จันทิมา อุทะกะ, 2558; ปัญจักษ์พัชรกร บุญพร้อม และ เพชรวาลย์ ธีระวัฒน์วงศ์, 2556)



ภาพ 2 ระดับการพัฒนา 5 ขั้นสู่อุตสาหกรรมสีเขียว

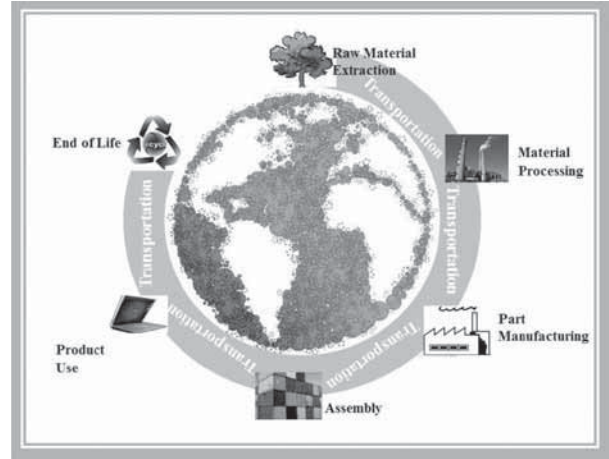
ที่มา. จาก อุตสาหกรรมสีเขียว (Green Industry), โดย กระทรวงอุตสาหกรรม, 2554, ค้นจาก <http://www.greenindustry.go.th>





ภาพ 3 Green Label

ที่มา. จาก *Green Product Standard*, โดย SCG, 2559, ค้นจาก <http://greenbuilding-material.com/green-standard>



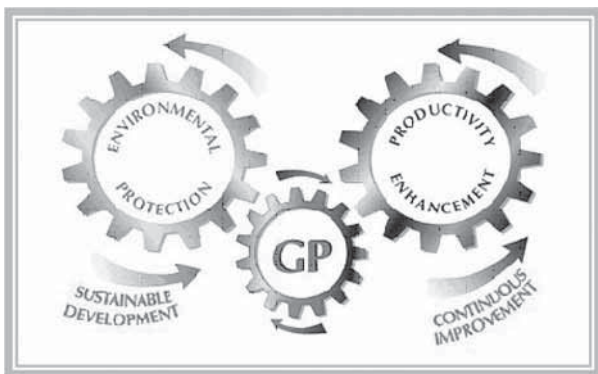
ภาพ 6 Life Cycle Assessment

ที่มา. จาก *Life Cycle Assessment*, โดย The Hong Kong University of Science and Technology, 2013, ค้นจาก <http://ihome.ust.hk/~cejcheng/ec/methodologyLCA.html>



ภาพ 4 การตลาดสีเขียว

ที่มา. จาก *Green marketing in India and initiatives taken by corporates*, โดย Jyoti Rani, Indian Streams Research Journal, 2015, ค้นจาก <http://www.isrj.org>



ภาพ 5 Green Productivity

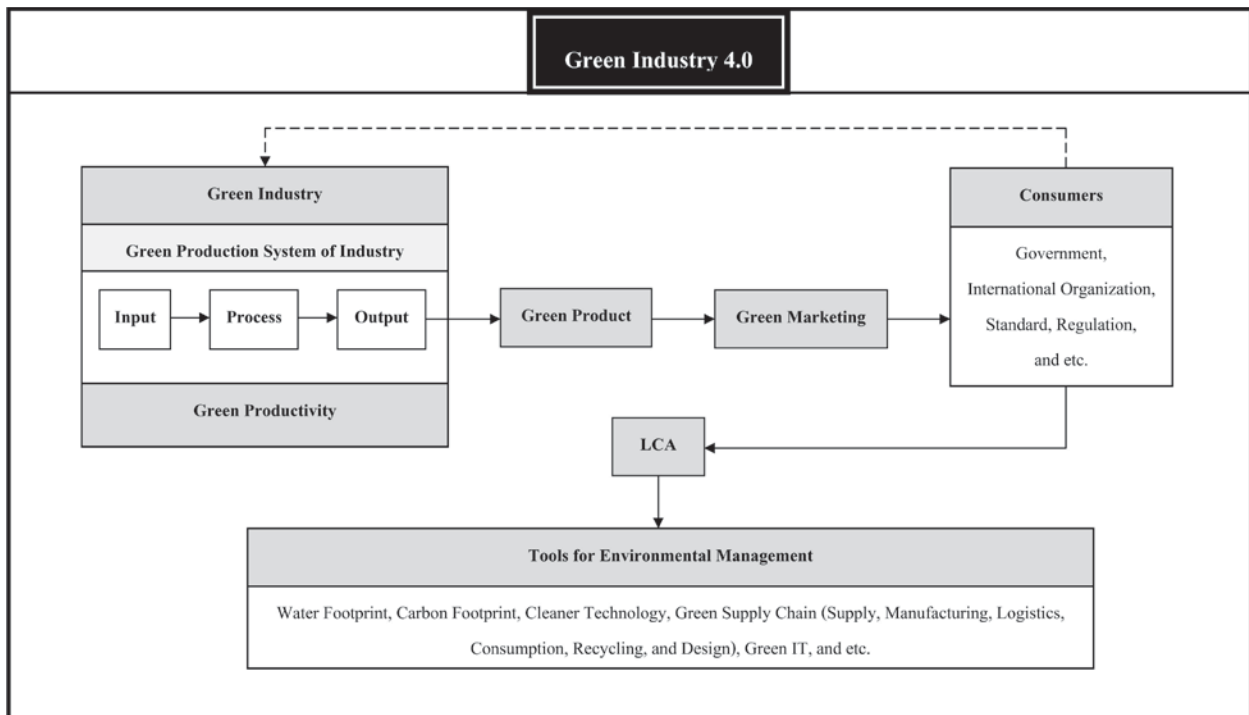
ที่มา. จาก *Green Productivity*, โดย Ansell, 2015, ค้นจาก <http://www.ansell.com>

### บทสรุป

อุตสาหกรรม 4.0 ในอนาคต คือ ความจำเป็นในการสร้างศักยภาพการผลิตและยกระดับภาคอุตสาหกรรมของประเทศให้เติบโตยิ่งขึ้น และเพื่อการพัฒนาอุตสาหกรรมให้ยั่งยืน จึงหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะพัฒนาสิ่งแวดล้อมควบคู่กันไป เพราะผู้บริโภค คือ ส่วนหนึ่งในสิ่งแวดล้อมและเป็นส่วนสำคัญในอุตสาหกรรม ความตระหนักถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการใช้วัตถุดิบ เทคโนโลยีในกระบวนการผลิต รวมถึงการปล่อยของเสียและมลพิษอุตสาหกรรมออกสู่ชุมชนและสังคม จึงเป็นความรับผิดชอบของผู้ประกอบการ ดังนั้น อุตสาหกรรม 4.0 ในอนาคต จึงควรเป็น อุตสาหกรรมสีเขียว 4.0 เพื่อสร้างสมดุลระหว่างอุตสาหกรรม สิ่งแวดล้อม ชุมชนและสังคม อันนำไปสู่การพัฒนาประเทศไทยอย่างยั่งยืน

นอกเหนือจากเครื่องมือทั้ง 5 ที่นำเสนอไว้ข้างต้น ประกอบด้วย Green Industry, Green Product, Green Marketing, Green Productivity และ Life Cycle Assessment--LCA ฉบับต่อไป ผู้เขียนจะขอนำเสนอเครื่องมือสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมกับอุตสาหกรรม 4.0 เพิ่มเติม คือ Water Footprint, Carbon Footprint, Cleaner Technology, Green Supply Chain, Green Logistic, Green IT และ Green Design

ทำยนี้ผู้เขียนขอเสนอแผนภาพ Green Industry 4.0 ดังภาพ 7 เพื่อเป็นแนวทางให้ผู้สนใจนำไปประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่อไป



ภาพ 7 Green Industry 4.0

(Proposed by Chitlada Maimun and Sombat Teekasap, April 2016)



### References

- Ansell. (2015). *Green Productivity*. Retrieved from <http://www.ansell.com>
- Khumhome, B. (2014). Factors influencing the decision to participate in a Green Industrial Project of entrepreneurs in Ubonratchatani. *Panyapiwat*, 5(Special Issue), 92-104. (in Thai)
- Intata, C. (2015). *Situation of environmental quality*. Retrieved from <http://admin.forest.ku.ac.th> (in Thai)
- Maimun, C., & Teekasap, S. (2016). Industry 4.0 the future for Thai industry. *EAU Heritage Journal: Science and Technology*, 10(1), 14-28 (in Thai)
- Department of International Trade Promotion, Ministry of Commerce. (2013). Green Productivity. *DITP Trade-driven SMEs lead Thailand to the world market*, 3(18), 4-6. (in Thai)
- Environnet. (2014). *Green marketing and life cycle assessment*. Retrieved from <http://www.environnet.in.th> (in Thai)
- Utaka, J. (2015). *Life cycle assessment*. Retrieved from <http://www2.mtec.or.th> (in Thai)
- Rani, J. (2015). *Green marketing in India and initiatives taken by corporates*, *Indian Streams Research Journal*. Retrieved from <http://www.isrj.org>

- Ministry of Industry. (2011). *Green industry*. Retrieved from <http://www.greenindustry.go.th> (in Thai)
- Khunprasert, P. (2012). Green industry towards an eco industrial town. *Environmental Journal*, 16(3), 1-7. (in Thai)
- Chanpiwat, P. (2013). Green industry to developing countries in a balanced and sustainable. *Environmental Journal*, 17(4), 9-15. (in Thai)
- Srisank, P. (2010). *Green Productivity (Part 1)*. Retrieved from <http://www.oie.th> (in Thai)
- Bunprom, P., & Thirawanutpong, P. (2013). Life cycle assessment tools for environmental management. *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 23(1), 232-240. (in Thai)
- Muangprasert, R. (2013). Green. *Environmental Journal*, 17(4), 52-58. (in Thai)
- Amornchai, S. (2009). Green products for a sustainable environment. *Journal of Department of Science Service*, 57(179), 29-35. (in Thai)
- SCG. (2016). *Green product standard*. Retrieved from <http://greenbuilding-material.com/green-standard> (in Thai)
- Sergio Silva Braga Juniora, Dirceu da Silvab, Marcelo Luiz D. S. Gabrielb, & Waleska Reali de Oliveira Bragaa. (2015). The effects of environmental concern on purchase of green products in retail. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, (170), 99 - 108.
- SMEs Knowledge Center. (2013). *Green industry*. Retrieved from <http://www.smeservicecenter.net> (in Thai)
- The Federation of Thai Industries. (2012). *Spatial ecological industry development project*. Retrieved from <http://www.iei.or.th> (in Thai)
- The Federation of Thai Industries. (2013). *Project life cycle assessment: LCA*. Retrieved from <http://www.iei.or.th> (in Thai)

