

การเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำตาลด้วยเทคโนโลยีสะอาด

Enhancing Efficiency of Sugar Cane Production Process by Clean Technology

ชีระวิทย์ รัตนพันธ์¹, และ วีระวัฒน์ อุ่นสน่หา^{2*}

Cheerawit Rattanapan¹ and Weerawat Ounsaneha^{2*}

บทคัดย่อ: งานวิจัยนี้เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตน้ำตาลด้วยเทคโนโลยีสะอาด โดยเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิของกระบวนการผลิตน้ำตาลจำนวน 3 โรงงาน มาทำการประเมินเทคโนโลยีสะอาดเบื้องต้น และประเมินอย่างละเอียดโดยใช้แผนภูมิแกงปลา เพื่อสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ผลจากการศึกษา พบว่าประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุดของกระบวนการผลิตน้ำตาลจากการประเมินทางด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม คือ ปริมาณเชื้อเพลิง รองลงมาคือ ปริมาณการใช้ไอน้ำ และปริมาณของเสีย ตามลำดับ จากนั้นจึงทำการประเมินละเอียดโดยใช้แผนภูมิแกงปลา เพื่อสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดใน 5 มิติ ประกอบด้วย ด้านคน ด้านอุปกรณ์/เครื่องมือ ด้านวัตถุดิบ ด้านวิธีการ และด้านสิ่งแวดล้อม และสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดที่จะนำไปสู่การปฏิบัติได้ พบว่า มีข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด จำนวน 9 แนวทาง ดังต่อไปนี้ (1) ปรับปรุงการทำงานของพนักงานให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน, (2) ปรับปรุงการปฏิบัติงานเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติงานสูญเสียต้นทุน ทรัพยากร และเวลา, (3) ปรับปรุงวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรและรอบเวลาในการบำรุงรักษา, (4) การจัดการเชื้อเพลิงคั่งค้างที่มีปริมาณมาก, (5) การแก้ไขความเปียกชื้นของเชื้อเพลิง (กากอ้อย) ที่ไม่มีคุณภาพ, (6) ปรับปรุงการจัดเก็บเถ้าจากการเผาไหม้ฟุ้งกระจาย, (7) การใช้กระบวนการ Heat Recovery, (8) การบำรุงรักษาอุปกรณ์/เครื่องจักรที่ชำรุด และ (9) การนำน้ำ Condensate ที่ถูกปล่อยทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์

คำสำคัญ: การเพิ่มประสิทธิภาพ, กระบวนการผลิตน้ำตาล, เทคโนโลยีสะอาด

ABSTRACT: This research was to develop the enhancing efficiency of sugar cane production process by clean technology (CT). The primary data of operation performance in three sugar cane industries were collected. Then, the preliminary assessment of clean technology was conducted with the collected data and the Ishikawa technique was used to the intensive assessment for identifying the cause and loss issue from the preliminary assessment and generating CT options. The result showed that the priority of problem was energy consumption, steam consumption and waste production, respectively. For intensive assessment with Ishikawa Diagram, the CT Options with the five dimensions including man, machine, material, method, and environment was generated. Finally, the development of nine CT options were following: (1) improve/develop the staff operation with the efficiency and standard, (2) improve the operation for protecting the error and loss operation, (3) improve the machine maintenance method and period, (4) bagasse volume management, (5) non-quality bagasse management, (6) bagasse humidity and distribution management, (7) use of heat recovery process, (8) machine maintenance, and (9) reuse of condensate water.

Keywords: Enhancing efficiency, sugar cane production, clean technology

¹ สถาบันพัฒนาสุขภาพอาเซียน มหาวิทยาลัยมหิดล

ASEAN Institute for Health Development, Mahidol University

² คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

Faculty of Science and Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University under the Royal Patronage.

* Corresponding author: weerawat@vru.ac.th

บทนำ

ประเทศไทยสามารถผลิตน้ำตาลได้เป็นอันดับสี่ของโลกด้วยการผลิตต่อไร่ได้ 98 เมตริกตันและผลิตน้ำตาลได้ 13.73 เมตริกตัน ในปี พ.ศ. 2561 โดยในแต่ละจะมีการเพิ่มขึ้นของการผลิตน้ำตาลและอ้อยนั้น 10 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้พื้นที่ปลูกอ้อยได้ครอบคลุมเกือบทุกภาคของประเทศไทยซึ่งในปี พ.ศ. 2561 มีจำนวนพื้นที่ปลูกอ้อยเท่ากับ 10,988,489 ไร่ ใน 47 จังหวัด (สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล, 2561) จึงถือได้ว่าอ้อยเป็นพืชเศรษฐกิจหนึ่งที่มีความสำคัญกับประเทศไทย โดยจากการศึกษาของ ชีระวิทย์ รัตนพันธ์ และ คณะ (2558) พบว่ากระบวนการผลิตน้ำตาลใช้ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานที่สูงจึงส่งผลให้เกิดของเสียที่เกิดขึ้นจากระบวนการผลิตทั้งในรูปของกากอ้อย กากตะกอน กากน้ำตาล น้ำเสีย และ ปริมาณไอระเหยงนั้น มีปริมาณรวมกันปีหนึ่งหลายล้านตัน ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นนี้ทั้งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้และบางส่วนที่ต้องมีต้นทุนในการกำจัดของเสียดังกล่าวอีกด้วย ซึ่งหากมีการศึกษาถึงการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตด้วยการลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมนั้นย่อมส่งผลให้เป็นการลดต้นทุนในการผลิตได้อีกทางหนึ่งด้วย

เทคโนโลยีสะอาด (Clean Technology) เป็นหลักการที่นำมาใช้ในการพัฒนา ปรับปรุงหรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิตหรือผลิตภัณฑ์อย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การใช้วัตถุดิบพลังงานและทรัพยากรธรรมชาติเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ก่อให้เกิดผลกระทบต่อความเสียหายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมที่น้อยที่สุดหรือเท่าที่จะเป็นไปได้และต้องมีความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ ทำได้โดยการลดมลพิษที่แหล่งกำเนิดและมีของเสียเกิดขึ้นน้อยที่สุดหรือไม่มีเลยด้วยการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบ เปลี่ยนวิธีการ การใช้ซ้ำและการนำกลับมาใช้ใหม่ โดยมีการเก็บข้อมูลและตรวจประเมินอย่างเป็นระบบ ทำให้รู้สาเหตุของผลกระทบและหาทางป้องกันแก้ไขได้ถูกต้องในมุมมองต่าง ๆ ทั้งด้านคน วิธีปฏิบัติงาน การจัดการและเทคโนโลยี โดยคำนึงถึงลำดับความสำคัญของปัญหา ความเหมาะสมในการนำมาตรการปรับปรุงไปปฏิบัติในองค์กรและต่อเนื่องในการแก้ไขปัญหา (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2548) ซึ่งเป็นการลดผลกระทบทาง

สิ่งแวดล้อมและช่วยลดต้นทุนในการผลิตควบคู่กันไป ทั้งนี้เป็นวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ ทำให้มีการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ อย่างคุ้มค่าด้วยเทคโนโลยีสะอาด สามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการผลิต และลดการสูญเสียซึ่งจะส่งผลดีต่อการดำเนินธุรกิจ และคุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศ (Aroonsrimorakot and Yuwaree, 2013)

ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจที่จะประยุกต์ใช้หลักการเทคโนโลยีสะอาดมาเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำตาล โดยจะศึกษาปริมาณการใช้ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงานจากกระบวนการผลิตน้ำตาลทั้งเข้าและออกจากกระบวนการเพื่อทำให้ได้ข้อมูลสถานการณ์ในปัจจุบันของกระบวนการผลิตน้ำตาลแล้วจึงนำข้อมูลดังกล่าวมาพัฒนาเป็นแนวทางลดและจัดการกับปัญหาดังกล่าวโดยอาศัยหลักการเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งแนวทางดังกล่าวจะเป็นต้นแบบที่นำไปสู่การกำหนดนโยบายและมาตรการในการเพิ่มประสิทธิภาพกระบวนการผลิตน้ำตาลต่อไป

วิธีการศึกษา

1. การพัฒนาเครื่องมือและการเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิตามแบบเก็บรวบรวมข้อมูลที่สร้างขึ้นถึงการดำเนินงานทางด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตน้ำตาลด้วยกำลังการผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 26,160 ตัน อ้อยต่อวัน ซึ่งนำค่าโครงมาจากข้อสรุปที่ได้จากการทวนสอบกระบวนการผลิตที่ได้จากโรงงานน้ำตาลและแบบเก็บข้อมูลประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจของโรงงานผลิตน้ำตาล (ชีระวิทย์ รัตนพันธ์, 2558) โดยเน้นสมมูลมวลสารที่เข้าออกของกระบวนการผลิต โดยในกระบวนการเก็บข้อมูลนั้นจะให้ตัวแทนของโรงงานผลิตน้ำตาล คือ เจ้าหน้าที่สิ่งแวดล้อมให้เข้ามามีส่วนร่วมในการเก็บรวบรวมข้อมูลตามแบบเก็บรวบรวมข้อมูล โดยการศึกษานี้จะทำการเก็บข้อมูลในช่วงของการเปิดหีบอ้อยซึ่งทำให้งานวิจัยได้เห็นภาพรวมของกระบวนการผลิตน้ำตาลอย่างสมบูรณ์ที่สุด โดยทำการศึกษาเฉพาะในส่วนของกระบวนการผลิตน้ำตาลดิบของโรงงานผลิตน้ำตาลเท่านั้น

2. การตรวจประเมินกระบวนการผลิตด้วยเทคโนโลยีสะอาด

การตรวจประเมินเทคโนโลยีสะอาดเบื้องต้นของกระบวนการผลิตน้ำตาล ทำการประเมินแยกเป็นด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งแต่ละประเด็นของตัวประเมินคัดเลือกมาจากการทวนสอบข้อมูลแผนภูมิกระบวนการผลิตและการสำรวจโรงงานเพื่อระบุประเด็นการใช้ทรัพยากร และประเด็นปัญหาในโรงงานน้ำตาล จากการทวนสอบข้อมูลในโรงงาน รวมถึงปัจจัยที่มีผลที่อาจทำให้สูญเสียในการใช้ทรัพยากร ได้แก่ ปริมาณน้ำตาลดิบ (ตัน) ปริมาณอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิต (ตัน) ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (กิโลวัตต์ต่อชั่วโมง) ปริมาณการใช้น้ำ (ลูกบาศก์เมตร) ปริมาณการใช้น้ำ (ตัน) ปริมาณเชื้อเพลิง (ตัน) ปริมาณของเสีย (ตัน) และ ปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น (ลูกบาศก์เมตร) ซึ่งนำไปสร้างเป็นแบบเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลในโรงงานกลุ่มตัวอย่าง และประเมินเทคโนโลยีสะอาดเบื้องต้นของกระบวนการผลิตน้ำตาลโดยการประเมินเทคโนโลยีสะอาดเบื้องต้นของกระบวนการผลิตน้ำตาล แบ่งออกเป็น การตรวจประเมินเบื้องต้น และการตรวจประเมินอย่างละเอียด (ดัดแปลงมาจาก ประชาสรรณ์ แสนภักดี, 2552) ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.1 การประเมินเบื้องต้นตามหลักการของเทคโนโลยีสะอาดทำการประเมิน 3 ด้าน ด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม (วรรณสุนทร ลิ้มสุวรรณ, 2551) โดยการประเมินด้านเทคนิคเป็นการหาผลกระทบของการใช้ทรัพยากรรวมถึงของเสียที่มีต่อกระบวนการผลิต การประเมินด้านเศรษฐศาสตร์ เป็นการประเมินหาทรัพยากรวัตถุดิบหรือของเสียที่มีผลกระทบต่อต้นทุนในกระบวนการผลิตการประเมินด้านสิ่งแวดล้อม ทำโดยการจัดลำดับความสำคัญ ซึ่งทำการประเมินในเชิงเปรียบเทียบโดยให้คะแนน 3 ลักษณะ คือ ปริมาณ (Quantity, Q) ผลกระทบ (Effect, E) และการแพร่กระจาย (Distribution, D) เมื่อทำการประเมินและให้คะแนนในแต่ละด้านแล้ว จึงทำการจัดลำดับความสำคัญในการประเมินเบื้องต้น โดยการให้ค่าน้ำหนัก (Weight Factor) ความสำคัญในแต่ละด้าน กำหนดน้ำหนักคะแนนช่วง 1-3 คะแนน เพื่อจัดเรียงลำดับความสำคัญ ซึ่งถือว่า 1

คะแนน มีความสำคัญน้อยที่สุด และ 3 คะแนน มีความสำคัญมากที่สุด (Tang and Li, 2010)

2.2 การตรวจประเมินอย่างละเอียดเพื่อหาแหล่งและสาเหตุของการการสูญเสียจากผลการประเมินเบื้องต้น และสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT options) ที่เรียงตามลำดับความสำคัญ เพื่อใช้ในการเลือกที่จะนำไปปฏิบัติเพื่อลดมลพิษและเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการ ซึ่งมีขั้นตอนการตรวจประเมินอย่างละเอียด คือ เลือกประเด็นปัญหาที่มีนัยสำคัญจากการประเมินเบื้องต้น เพื่อนำมาตรวจวัด และวิเคราะห์ข้อมูล โดยการประชุมระดมสมองจากนั้นจึงการจัดทำดุลมวลสารและดุลพลังงานของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่ถูกและวิเคราะห์หาสาเหตุการเกิดของเสีย โดยทำการวิเคราะห์สาเหตุของผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมโดยใช้แผนภูมิกิ่งปลา (Fish bone diagram) โดยแผนภูมิกิ่งปลาถูกสร้างขึ้นจากการระดมสมองจาก ตัวแทนของโรงงานกลุ่มตัวอย่าง ผู้ทรงคุณวุฒิผู้เชี่ยวชาญด้านอ้อยและน้ำตาล

2.3. สร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด โดยนำประเด็นจากการวิเคราะห์ข้างต้นมาเป็นข้อมูลในการสร้าง CT Options โดยงานวิจัยนี้ใช้เลือกเทคนิคการระดมสมอง (Brain Storming) ร่วมกันกับผู้มีส่วนได้ส่วนเสียทั้งหมด เพื่อหาแนววิธีการต่างๆ ที่จะนำไปสู่การปฏิบัติที่ดีตามแนวคิดเทคโนโลยีสะอาด

2.4 การศึกษาความเป็นไปได้ของข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดเพื่อประเมินผลในการจัดลำดับความเหมาะสมของการนำข้อเสนอ CT Options ไปปฏิบัติ โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้การศึกษาคือความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ ในลักษณะผลของการคืนทุน โดยทำการวิเคราะห์ระยะเวลาคืนทุนสำหรับข้อเสนอ CT Options ต่างๆ ที่สร้างขึ้นจากการระดมสมองข้างต้นที่โรงงานน้ำตาลจะทำการเลือกเพื่อปรับเปลี่ยนการดำเนินงานในกิจกรรมต่างๆ ของโรงงานตามข้อเสนอ CT Options ที่มีระยะเวลาในการคืนทุนเร็วที่สุด และมีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุด

2.5 ปรับปรุงแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตน้ำตาลด้วยเทคโนโลยีสะอาด ที่ได้จากข้อเสนอแนะจากตัวแทนของโรงงาน เพื่อใช้เป็นแนวทางต้นแบบในการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาลต่อไป

ผลการศึกษาและวิจารณ์

1. การประเมินเทคโนโลยีสะอาดของโรงงานน้ำตาล

จากการดำเนินการประเมินเบื้องต้นของเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งผลการประเมินด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อมของกระบวนการผลิตน้ำตาล (Table 1) จะนำไปสู่การสรุปผลการคัดเลือกประเด็นปัญหาโดยการนำคะแนนที่ได้จากการประเมินความเป็นไปได้ของแต่ละด้านมาคิดควบคู่กับการให้คะแนนถ่วงน้ำหนักเพื่อจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาทั้งหมด โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาในการตรวจประเมินความเป็นไปได้ทั้งสามด้านและจากการกระบวนการระดมสมองจากตัวแทนของโรงงานกลุ่มตัวอย่างและผู้วิจัย (Table 2) พบว่า ค่าระดับคะแนนของตัวชี้วัดปริมาณน้อยเข้าสู่กระบวนการผลิต ปริมาณการใช้ไฟฟ้า ปริมาณการใช้น้ำ ปริมาณการใช้ไอน้ำ ปริมาณเชื้อเพลิง ปริมาณของเสีย และปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้น เท่ากับ 9, 7, 7, 11, 12, 11 และ 6 ตามลำดับ โดยประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ปริมาณเชื้อเพลิง รองลงมาคือ ปริมาณการใช้น้ำ และปริมาณของเสีย ซึ่งสอดคล้องกับการประเมินความเป็นไปได้ด้านเทคนิค เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้จากการประเมินดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าสำหรับการแก้ไขปัญหาในประเด็นต่าง ๆ ควรได้รับการแก้ไขตามลำดับคะแนน โดยผลการประเมินเบื้องต้นข้างต้นนั้นจึงได้ทำการวิเคราะห์เพื่อการประเมินละเอียดในการวิเคราะห์หาสาเหตุของประเด็นปัญหาที่มีนัยสำคัญสูงสุดโดยใช้แผนภูมิแก๊งปลาเพื่อสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ในลำดับถัดไป

2. การวิเคราะห์หาสาเหตุของประเด็นปัญหาที่พบโดยใช้แผนภูมิแก๊งปลา

จากผลการประเมินเบื้องต้นข้างต้นพบว่า ปริมาณเชื้อเพลิง เป็นประเด็นที่ควรได้รับการแก้ไขเป็นลำดับแรก จึงนำมาวิเคราะห์เพื่อการประเมินละเอียดในการวิเคราะห์หาสาเหตุของประเด็นปัญหาโดยใช้แผนภูมิแก๊งปลาเพื่อสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด ซึ่งทำการพิจารณาใน 5 มิติ ประกอบด้วย ด้านคน ด้านอุปกรณ์/เครื่องมือ ด้านวัตถุดิบ ด้านวิธีการ และด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อแจกแจงให้เห็นสาเหตุ

ของปัญหา โดยจัดกระบวนการระดมสมองร่วมกับตัวแทนของโรงงานกลุ่มตัวอย่าง ผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ (Figure 1) พบว่า ด้านคนนั้น คือ พนักงานขาดความรู้ความเข้าใจ ด้านอุปกรณ์/เครื่องมือ คือ อุปกรณ์ชำรุด ด้านวัตถุดิบ คือ ไม่มีคุณภาพและความชื้นสูง ด้านวิธีการ คือ มีขั้นตอนในการดำเนินที่ผิดพลาด เช่น การใส่เชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำมากเกินไปหรือมีความชื้นมากทำให้ค่าความร้อนที่ได้ไม่สัมพันธ์ตามค่ามาตรฐานของหม้อไอน้ำซึ่งส่งผลให้ต้องใช้ปริมาณเชื้อเพลิงสิ้นเปลืองมากขึ้น รวมไปถึงโรงงานมีการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรและแผงควบคุมแต่โรงงานยังไม่ได้ทำการปรับปรุงระเบียบปฏิบัติงานการใช้เครื่องจักรใหม่ทำให้พนักงานทำงานผิดพลาดได้ และ ด้านสิ่งแวดล้อม คือ ชานอ้อยเกิดการฟุ้งกระจาย

3. การสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT Options)

หลังจากการวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุและแนวทางการแก้ไขปัญหาด้านแผนภูมิแก๊งปลา และการระดมสมอง ผู้วิจัยได้ทำการสร้างข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด (CT options) ที่จะนำไปสู่การปฏิบัติได้ โดยข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดนั้น ๆ ให้มีความเหมาะสม ตรงกับสภาพความเป็นไปได้ และคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด ซึ่งมีข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาด 9 แนวทางสำหรับกระบวนการผลิตน้ำตาลมีดังต่อไปนี้ CT Option 1: ปรับปรุง/พัฒนาการทำงานของพนักงานให้มีประสิทธิภาพและมาตรฐาน โดยจัดการอบรมพนักงานประจำเดือนเพิ่มเติมในหัวข้อการประสิทธิภาพการผลิต และคืนทุนทันที CT Option 2 : การปรับปรุงการปฏิบัติงานเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติงาน สูญเสียต้นทุน ทรัพยากร และเวลา ด้วยการจัดทำระเบียบปฏิบัติในการปฏิบัติงานและต้องประกาศให้ทุกคนรับทราบ และคืนทุนทันที CT Option 3: ปรับปรุงวิธีการบำรุงรักษาเครื่องจักรและรอบระยะเวลาในการบำรุงรักษา เครื่องจักรด้วยการวางแผนการบำรุงรักษาเครื่องจักรให้สอดคล้องกับแผนการผลิตน้ำตาล และคืนทุนทันที CT Option 4 : การจัดการเชื้อเพลิง (กากอ้อย) คงคลังที่มีปริมาณมาก ด้วยการจัดทำบัญชีและลงหมายเลขคงคลังเชื้อเพลิง และคืนทุนทันที CT Option 5 : การแก้ไขความเปียกชื้นของเชื้อเพลิง (กากอ้อย) และเชื้อเพลิง (กากอ้อย) ไม่มีคุณภาพ ด้วยการเก็บเชื้อเพลิงใน

Table 1 Preliminary assessment of cleaner technology for sugar cane production process

List	Unit	Month						AVG. index	Best index	Diff. index	% Tech. possibility	Score	% Econ. possibility	Score	Envi. possibility	Score
		1	2	3	4	5	6									
Raw Sugar	Ton	21581	25317	26802	22772	21130	23989									
Sugar cane	Ton	2314434	2731115	2660643	2547347	2543137	2509748	2551071								
		107.24	107.87	99.26	111.86	120.35	104.61	108.54	99.26	9.26	8.53	1	55.52	3	6	1
Electricity	kWh	26020	28869	29984	25791	25871	27639	27362								
		1.20	1.14	1.11	1.13	1.22	1.15	1.16	1.11	0.04	3.74	1	0.00	1	3	1
Water consumption	M ³	25832	26324	26829	24639	23844	25735	25533								
		1.1969	1.03	1.00	1.08	1.12	1.07	1.09	1.00	0.08	7.89	1	0.00	1	6	1
Steam consumption	Ton	845464	897085	874905	828353	816672	870995	855579								
		39.17	35.43	32.64	36.37	38.64	36.30	36.43	32.64	3.78	10.39	1	8.09	1	18	2
Energy consumption	Ton	169302	169167	169126	169974	169179	169532	169380								
		7.84	6.68	6.31	7.46	8.00	7.06	7.23	6.31	0.91	12.71	1	9.39	1	12	2
Waste production	Ton	754976	790344	755659	724969	724059	727193	746200								
		34.98	31.21	28.19	31.83	34.26	30.31	31.80	28.19	3.60	11.34	1	25.59	2	9	1
Waste water	M ³	32872	37689	40173	38843	38719	37529	37637								
		1.52	1.48	1.49	1.70	1.83	1.56	1.60	1.48	0.11	7.08	1	1.37	1	8	1

Note : Criteria score for technical possibility & economic possibility if 0-20 % = 1 , 21-40 % = 2 , more than 40 % = 3

Note : Criteria score for Environmental possibility if 1-9 = 1, 10-18 = 2, 19-27 = 3

Table 2 The feasibility assessment of cleaner technology for sugar cane production process

Factor	Technical analysis		Economic analysis		Environmental analysis		Total	Order
	Score	Weighting value	Score	Weighting value	Score	Weighting value		
Sugar cane	1	2	3	2	1	1	9	3
Electricity	1	3	1	3	1	1	7	4
Water consumption	1	3	1	2	1	2	7	4
Steam consumption	1	2	1	3	2	3	11	2
Energy consumption	1	3	1	3	2	3	12	1
Waste production	1	3	2	3	1	2	11	2
Waste water	1	2	1	2	1	2	6	5

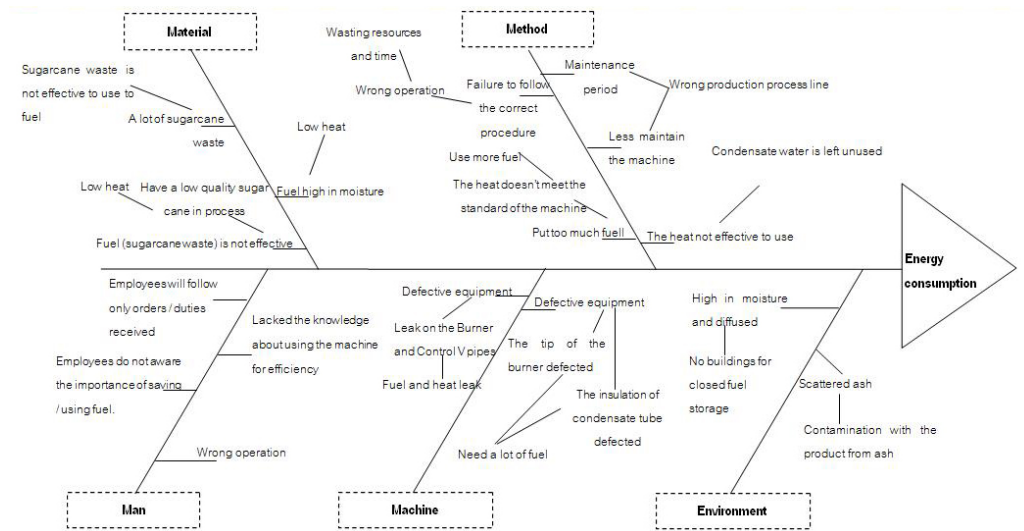


Figure 1 The Ishikawa technique of clean technology for sugar cane production process

พื้นที่โกดังเก่าซึ่งไม่ได้ใช้ประโยชน์ และคืนทุน 9.50 เดือน CT Option 6: แก๊สเชื้อเพลิง (กากอ้อย) ที่มีความชื้นสูง และเฝ้าจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟุ้งกระจาย ด้วยการเก็บเชื้อเพลิงในพื้นที่โกดังเก่าซึ่งไม่ได้ใช้ประโยชน์ และคืนทุน 9.50 เดือน CT Option 7: การใช้กระบวนการ Heat Recovery ด้วยการนำความร้อนจากเครื่องทำความเย็นแลกเปลี่ยนกับน้ำแล้วส่งมายังเครื่องจักรในสายการผลิต และคืนทุน 3.30 เดือน CT Option 8 : การบำรุงรักษาอุปกรณ์/เครื่องจักรที่ชำรุด ด้วยการซ่อมแซมรอยรั่ว หุ้มและเปลี่ยนฉนวนท่อนใหม่ และกำหนดรอบและระยะเวลาในการตรวจสอบ และคืนทุน 7.30 เดือน และ CT Option 9 : การนำน้ำ Condensate ที่ถูกปล่อยทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์โดยส่งไปยังถังพักน้ำ และคืนทุน 11.70 เดือน

สรุป

งานวิจัยนี้เป็นการประยุกต์หลักการของเทคโนโลยีสะอาดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตน้ำตาล โดยจากผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อการจัดลำดับความสำคัญของประเด็นปัญหาในการตรวจประเมินความเป็นไปได้ทางด้านเทคนิค ด้านเศรษฐศาสตร์ และด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า ประเด็นปัญหาที่มีความสำคัญมากที่สุด คือ ปริมาณเชื้อเพลิง รองลงมาคือ ปริมาณการใช้ไอน้ำ และปริมาณของเสีย จากนั้นจึงทำการประเมินละเอียดโดยใช้แผนภูมิแก๊งปลาเพื่อสร้างชุดข้อเสนอเทคโนโลยีสะอาดโดยจัดกระบวนการระดมสมองร่วมกับตัวแทนของโรงงานกลุ่มตัวอย่าง ผู้ทรงคุณวุฒิ/ผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ด้านคนนั้น คือ พนักงานขาดความรู้ความเข้าใจ ด้านอุปกรณ์/เครื่องมือ คือ อุปกรณ์ชำรุด ด้านวัตถุดิบ คือ ไม่มีคุณภาพและความชื้นสูง ด้านวิธีการ คือ มีขั้นตอนในการดำเนินที่ผิดพลาด และด้านสิ่งแวดล้อม คือ ขนอ้อยเกิดการฟุ้งกระจาย

คำขอบคุณ

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์

เอกสารอ้างอิง

- Aroonsrimorakot, S., and Yuwaree, C., 2013. Cleaner technology application in printing factory (Offset Lithography System). APCBEE Procedia. 5: 203 – 207.
- Tang, Y., and Li, J. 2010. Material flow analysis on Venous industrial park-taking Tianjin Ziya circular economy park for example. Proceedings - 2010 IEEE 17th International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, IE and EM2010, art. no. 5645913, pp.1828-1831.
- ธีระวิทย์ รัตนพันธ์ และ คณะ. 2558. รายงานความก้าวหน้า 6 เดือน เรื่อง แนวปฏิบัติที่ดีเชิงนิเวศเศรษฐกิจในการพัฒนาโรงงานผลิตน้ำตาลอย่างยั่งยืนด้วยการเทียบเคียงสมรรถนะ. สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย.
- ประชาสรรณ์ แสนภักดี 2552. เทคนิคกระบวนการวางแผนแบบมีส่วนร่วม. แหล่งข้อมูล: <http://www.prachasan.com/mindmapknowledge/aic.html>. ค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2560.
- วรรคสุรินทร์ ลิ้มควรสุวรรณ. 2551. เทคโนโลยีเพื่อการจัดการสิ่งแวดล้อมของหน่วยงานเตรียมอาหารในโรงพยาบาลโดยวิธีวิเคราะห์ค่าใช้จ่ายด้านสิ่งแวดล้อม. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาล 2561.
รายงานพื้นที่ปลูกอ้อยและน้ำตาลทรายปีการผลิต 2560/61. สำนักนโยบายอุตสาหกรรมอ้อยและน้ำตาลทรายสำนักงานคณะกรรมการอ้อยและน้ำตาลทราย.

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2548. การศึกษาและประเมินความก้าวหน้าของการจัดการเทคโนโลยีสะอาดของประเทศไทยด้วยดัชนีชี้วัดที่เหมาะสม. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการ. กรุงเทพมหานคร.