

ที่มีการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับขยะในทุกรูปแบบทำให้สามารถจัดสรรขยะที่เหมาะสมในแต่ละประเภทได้อย่างเหมาะสม เป็นการประหยัดต้นทุนในการดำเนินงานด้านต่าง ๆ ขององค์กร เพราะฉะนั้นการบริหารงานในการจัดการขยะจึงเป็นหน้าที่สำคัญของหน่วยงานภาครัฐ หากมีการวางแผนการดำเนินงานที่ดีเป้าหมายที่วางไว้ จะประสบความสำเร็จ ดังนั้นการมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นปัจจัยสำคัญในการจัดการขยะที่มีประสิทธิภาพและยั่งยืน ประชาชนเป็นผู้สร้างขยะและเป็นผู้ที่สามารถมีบทบาทสำคัญในการลดปริมาณขยะและส่งเสริมการรีไซเคิล ช่วยให้การจัดการขยะเป็นไปอย่างรวดเร็วผ่านวิธีการส่งเสริมที่หลากหลายวิธี ได้แก่ การให้ความรู้ และสร้างความตระหนัก การจัดตั้งระบบการคัดแยกขยะในชุมชน การสร้างแรงจูงใจให้กับประชาชน และการสนับสนุนจากหน่วยงานภาครัฐและเอกชน

คำสำคัญ : ถอดบทเรียน, เทคโนโลยี, การบริหารจัดการขยะ

Abstract

This study aims to derive lessons from the use of solid waste management technology and to analyze the key success factors of technology application in solid waste management in Australia and Germany. This research is qualitative in nature; it utilizes documents, textbooks, electronic documents, and various academic articles as research tools. The analysis methods include thematic analysis and document analysis.

The findings indicate that both countries have integrated technology into solid waste management, utilizing various innovations under projects that involve public-private partnerships and non-profit organizations. These include the technology from the SMART Centre (UNSW Centre for Sustainable Material Research and Technology), the use of technology through the Smarter, Cleaner Sydney Harbor project, and the Emerging Technology Testbed project in Australia, as well as the Pfand deposit-return system in Germany. These initiatives facilitate proper sorting of municipal waste according to academic

principles, using large databases that record information on all forms of waste, enabling appropriate allocation for each type. This results in cost savings in various operational aspects for organizations. Therefore, solid waste management is a crucial responsibility of government agencies, and with good operational planning, set goals can be achieved successfully. Moreover, public participation is a critical factor in effective and sustainable solid waste management. The public generates waste and can play a significant role in reducing waste volume and promoting recycling. This can expedite solid waste management through various promotional methods, including education and awareness-raising, establishing community-based waste sorting systems, incentivizing the public, and support from both government and private sectors.

Keywords: Lessons Learned, Technology, Solid Waste

บทนำ

ในปัจจุบันโลกของเรามีการขยายกว้างออกไปในทุกรูปแบบ ตั้งแต่การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากร การขยายตัวของตัวเมือง และการเติบโตทางเศรษฐกิจ แม้แต่กระทั่งพฤติกรรมของผู้บริโภคที่มีความไม่ยั่งยืน เมื่อเกิดรูปแบบการผลิตและการบริโภคเหล่านี้ ส่งผลให้อัตราการสร้างขยะเพิ่มขึ้นอย่างทวีคูณ ขยะที่เห็นได้ชัดเจน คือ ขยะที่มาจากอาหารซึ่งเป็นเรื่องที่น่ากังวลเพราะส่วนประกอบที่ปนเปื้อนมาด้วยนั้นมีคุณสมบัติเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตทางชีวภาพ ถือเป็นภัยคุกคามที่สำคัญต่อสุขภาพของมนุษย์ ความหลากหลายทางชีวภาพและการให้บริการของระบบนิเวศ (Will Nichols and Niall Smith, 2019 : 3) ดังนั้นการบริหารจัดการกับขยะมูลฝอยในทุกมิติจึงเป็นปัญหาสำคัญในสังคมโลก โดยเฉพาะขยะพลาสติกสามารถแปรรูปและนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้หลายรูปแบบซึ่งถูกนำมาใช้ในเกือบทุกกิจกรรมในชีวิตประจำวันและมีแนวโน้มการใช้ที่สูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง (นัฐกานต์ ขำยัง, 2566 : 1) หากได้รับการจัดการอย่างไม่ถูกต้องจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดมลพิษในด้านต่าง ๆ เช่น กลิ่นเหม็นจากน้ำที่เน่าเสีย สัตว์ที่เป็นพาหะนำโรค หรือ

การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศของโลก เป็นต้น จึงจำเป็นที่จะต้องสรรหาเทคโนโลยีที่ทันสมัยและเหมาะสมในการบริหารจัดการ โดยการเรียนรู้จากประเทศที่สามารถใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการขยะได้อย่างชัดเจน เช่น ประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี

ทั้ง 2 ประเทศเหล่านี้ล้วนเกิดปัญหาอย่างมากมายเกี่ยวกับขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นในทุกที่ที่มีการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ อันได้รับอิทธิพลจากทุกคนในโลก โดยผ่านการตัดสินใจซื้อสินค้าแต่ละครั้ง ผ่านการปฏิบัติในชีวิตประจำวัน และในทางเลือกที่เกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยในบ้าน วิธีที่ผู้คนซื้อ ใช้ และทิ้งวัสดุต่าง ๆ เป็นตัวกำหนดปริมาณพลังงานและวัตถุดิบที่ใช้ไปและปริมาณขยะที่เกิดขึ้น ดังนั้น ขยะมูลฝอยจึงมีความเชื่อมโยงอย่างแนบแน่นกับวิกฤต 3 ด้านของโลก ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ มลพิษ และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพ ประเทศออสเตรเลียมีการผลิตพลาสติกคิดเป็น 6% ซึ่งถือเป็นกระแสขยะที่เติบโตเร็วที่สุดในโลก ตั้งแต่ปี ค.ศ.2007 ถึง ค.ศ.2019 ปริมาณขยะพลาสติกที่ไม่ย่อยสลายอันถูกสร้างขึ้นโดยครัวเรือน ถือได้ว่ามีจำนวนที่สูงเมื่อมองถึงการเติบโตของตลาดพลาสติกย่อยสลายช้ากว่าที่คาดการณ์ไว้มาก โรงงาน รีไซเคิลส่วนใหญ่ใช้การรีไซเคิลเชิงกลเป็นเทคโนโลยีการประมวลผลหลัก แต่ในส่วนของภาคการก่อสร้าง ได้ใช้พลาสติกรีไซเคิลในปริมาณมากที่สุด อย่างไรก็ตามการใช้วัสดุรีไซเคิลในท้องถิ่นมีเพียง 10% ในทุกภาคส่วนของออสเตรเลีย จึงไม่สามารถแก้ไขปัญหาขยะพลาสติกของออสเตรเลียได้อย่างมีประสิทธิภาพทำได้เพียงแค่การห้ามปรามเท่านั้น (Hossain, 2022 : 1) ปัจจุบันได้มีการเปิดโรงงานรีไซเคิลซึ่งเป็นความร่วมมือกับบริษัทเอกชนในการหาวิธีการใหม่ ๆ เพื่อให้บรรจุภัณฑ์จำนวนมากสามารถรีไซเคิลหรือนำกลับมาใช้ใหม่ได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังร่วมมือกับ SaveBoard เพื่อช่วยพัฒนานวัตกรรมในการรีไซเคิลในการต่อยอดไปสู่คุณค่าในหลากหลายรูปแบบและทำให้ผู้ประกอบการมีส่วนร่วมในการสร้างอนาคตแห่งความยั่งยืน และประเทศเยอรมนี เล็งเห็นถึงการผลิตบรรจุภัณฑ์ว่ามีบทบาทสำคัญในการปกป้องสินค้าไม่ให้เกิดความเสียหายในระหว่างการกระจายสินค้าจากโรงงานผู้ผลิตจึงทำให้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก เช่น ขวด แก้ว พลาสติก ถาด ถุง พิล์ม เป็นต้น จนกลายเป็นขยะที่ล้นเมืองไม่สามารถหาทางในการบริหาร

จัดการขยะภายในประเทศให้มีศักยภาพตามที่ควรจะเป็นไป ดังนั้นร้านค้าปลีก จึงถูกกำหนดให้รับคืนเฉพาในส่วนที่ร้านค้าจำหน่าย ซุปเปอร์มาร์เก็ตส่วนใหญ่ จะมีการติดตั้งเครื่องรับคืนบรรจุภัณฑ์อัตโนมัติ (Reverse vending machine : RVM) ซึ่งมีการติดตั้งมากกว่า 40,000 เครื่องทั่วประเทศ ลูกค้านำขวดบรรจุภัณฑ์ ที่มีสัญลักษณ์ Pfand มาคืนที่เครื่อง RVM และจะได้รับใบเสร็จแสดงมูลค่าเงินคืน ที่จะเปลี่ยนเงินสดเป็นส่วนลดสำหรับการซื้อครั้งต่อไป (สุจิตรา วาสนาดำรงดี, 2563)

จากที่กล่าวมาข้างต้น จึงทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาเรื่องถอดบทเรียนความสำเร็จ จากการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการขยะของประเทศออสเตรเลีย และ ประเทศเยอรมนี เพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้เทคโนโลยีในการจัดการขยะ ให้เหมาะสมกับบริบทของในแต่ละพื้นที่และสร้างศักยภาพให้เกิดความร่วมมือ ระหว่างภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชนได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อถอดบทเรียนการใช้เทคโนโลยีบริหารจัดการขยะของประเทศ ออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี
2. เพื่อวิเคราะห์ปัจจัยหลักของความสำเร็จจากการใช้เทคโนโลยีในการบริหาร จัดการขยะของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้ เป็นงานวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ที่เกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีบริหารจัดการขยะของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี ผู้วิจัยได้คัดเลือกการศึกษาโดยใช้วิธีแบบเจาะจง (Purposive Selection) โดยพิจารณาจากรูปแบบและปัจจัยในการใช้เทคโนโลยีที่ทำให้การบริหารจัดการขยะ ของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ ได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลและศึกษาจากเอกสาร ตำรา เอกสารอิเล็กทรอนิกส์ และบทความวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวข้องกับการบริหารจัดการขยะ

ของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี หลังจากที่ถูกวิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลครบถ้วนแล้ว ได้นำข้อมูลไปตรวจสอบความครบถ้วนแล้ว ได้นำข้อมูลไปตรวจสอบความครบถ้วนและวิเคราะห์ประเด็นที่เป็นสาระสำคัญของข้อมูลตามลำดับขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์การใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการขยะของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี จากการรวบรวมเอกสาร
2. วิเคราะห์ประเด็นปัจจัยหลักของความสำเร็จจากการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการขยะของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี
3. ข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ ถูกรวบรวมโดยการเขียนเรียบเรียงความแบบพรรณนาตามประเด็นที่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เพื่อแสดงให้เห็นว่าประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี มีวิธีการใช้เทคโนโลยีอย่างไรจึงสามารถบริหารจัดการขยะได้ และมีปัจจัยใดที่ทำให้ประสบความสำเร็จ และอภิปรายผลซึ่งแสดงให้เห็นความสอดคล้องของการวิเคราะห์ข้อมูล เปรียบเทียบความสอดคล้องกับข้อมูลที่ปรากฏในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลการวิจัย

จากการศึกษาการถอดบทเรียนความสำเร็จจากการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการขยะของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี และวิเคราะห์ประเด็นปัจจัยหลักของความสำเร็จจากการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการขยะของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ถอดบทเรียนการใช้เทคโนโลยีบริหารจัดการขยะของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี พบว่า

1.1 ประเทศออสเตรเลีย ทิศนคติของออสเตรเลียเกี่ยวกับการบริหารจัดการขยะและทรัพยากรมีการเปลี่ยนแปลง ขณะนี้มีการยอมรับถึงคุณค่าของทรัพยากรและพลังงานที่แฝงอยู่ในขยะ ซึ่งมีโอกาสทางเศรษฐกิจและความต้องการที่เพิ่มขึ้นในการนำทรัพยากรกลับคืนและหมุนเวียนภายในเศรษฐกิจ

ของประเทศออสเตรเลีย กิจกรรมการบริหารจัดการขยะ การรีไซเคิล และการฟื้นฟูวัสดุเป็นส่วนสำคัญของเศรษฐกิจออสเตรเลีย จึงจำเป็นต้องลดปริมาณขยะที่สร้างขึ้น และเร่งอัตราการฟื้นฟูทรัพยากร เพราะฉะนั้นจึงมีการใช้เทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทในการบริหารจัดการขยะรูปแบบต่าง ๆ และดึงดูดให้ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมได้มากยิ่งขึ้น ได้แก่

1.1.1 เทคโนโลยีของศูนย์ SMART (UNSW Centre for Sustainable Material Research and Technology) ก่อตั้งเมื่อปี ค.ศ.2008 มีชื่อเสียงมาจากการคิดค้นกระบวนการเปลี่ยนแปลงขยะให้กลายเป็นวัสดุและผลิตภัณฑ์ในรูปแบบใหม่ เรียกว่า Green materials ซึ่งหลักการในการผลิตเทคโนโลยีเพื่อนำมาใช้ในการบริหารจัดการขยะ มีดังนี้

MICROfactorie คือ เทคโนโลยีที่หลอมรวมส่วนประกอบขนาดเล็กของขยะต่าง ๆ ที่ยากต่อการกำจัดเข้าด้วยกันให้กลายเป็นวัสดุและผลิตภัณฑ์ชิ้นใหม่ที่ได้มูลค่าเพิ่มขึ้น

Green Steel คือ นวัตกรรมทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีผ่านการฉีดโพลีเมอร์ ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้ปฏิกิริยาจากที่อุณหภูมิสูงในเตาหลอมอาร์คไฟฟ้าเพื่อผลิตเหล็กกล้า (Electric Arc Furnace : EAF) โดยการหลอมยางรถยนต์หมดอายุและพลาสติกให้กลายเป็นเหล็กที่มีคุณภาพสูง

Material Microsurgery คือ วิทยาศาสตร์การรีไซเคิลที่คิดค้นผ่านเทคนิคในการเปลี่ยนรูปทรงจากความร้อนไปยังองค์ประกอบตั้งต้นของวัสดุ เพื่อแยกองค์ประกอบหลักที่มีค่าของเสียอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งสามารถนำมาใช้ในรูปแบบใหม่ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.1.2 การใช้เทคโนโลยีผ่านโครงการ Smarter, Cleaner Sydney Harbour เป็นเทคโนโลยีชั้นนำระดับโลกที่จัดทำโดยหน่วยงานวิทยาศาสตร์แห่งชาติของออสเตรเลียมาใช้ในโครงการเพื่อปรับปรุงการตรวจสอบขยะทางน้ำ โดยจะรวมข้อมูลจากกล้องและเซ็นเซอร์ในทางน้ำและระบบระบายน้ำ พร้อมด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง ความสามารถของปัญญาประดิษฐ์ (AI) จะถูกใช้เพื่อระบุประเภทของขยะที่เคลื่อนที่ไปตามปากแม่น้ำ ลำธาร และท่อระบายน้ำ ข้อมูลนี้จะช่วยให้

รัฐบาลท้องถิ่นเปลี่ยนแปลงตารางการทำความสะอาดเพื่อลดมลพิษจากน้ำฝน ให้ความรู้แก่ชุมชนและดำเนินกิจกรรมบังคับใช้กฎหมายต้นน้ำ ก่อนที่ขยะจะไปถึงท่าเรือชิตนีย์ โดยมีขยะมากถึง 3,500 ลูกบาศก์เมตร ผ่านการถูกเก็บจากท่าเรือชิตนีย์ทุกปีและเทียบเท่ากับถังขยะ 44,000 ถัง การรักษาความสะอาดของทางน้ำจึงสำคัญยิ่งขึ้น ดังนั้นระบบดักจับมลพิษขนาดใหญ่ถูกติดตั้งในหลายระบบระบายน้ำเพื่อจับขยะก่อนที่จะเข้าสู่ท่าเรือ อันเป็นแนวป้องกันสุดท้าย แต่เมื่อมีขยะสะสมมากเกินไปขยะสามารถหลุดรอดเข้าสู่ท่าเรือได้ โดยระบบเซ็นเซอร์เหล่านี้จะถูกติดตั้งบนก้นดักมลพิษขนาดใหญ่แล้วระบบแจ้งให้สภาท้องถิ่นและกลุ่มรัฐบาลทราบเมื่อก้นดักเต็มและจำเป็นต้องถูกเทออก การแจ้งเตือนจากเซ็นเซอร์ทำให้มั่นใจว่าเราสามารถทำความสะอาดกับดักเหล่านี้ได้อย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำอีกทั้งกลิ่นและกลิ่นเหม็นจะถูกติดตั้งบนสะพานที่สำคัญเหนือทางน้ำ ซึ่งจะช่วยให้เราใช้การวิเคราะห์จากระบบอัจฉริยะและปัญญาประดิษฐ์ในการตรวจจับขยะในน้ำ มีการสร้างซอฟต์แวร์วิดีโอที่สามารถแยกแยะระหว่างท่อไขมันฝรั่งทอดและขวดโซดาได้บังคับใช้กฎเกี่ยวกับการทิ้งขยะ

1.1.3 Nokia Scene Analytics ภายใต้โครงการ Emerging Technology Testbed ซึ่งเป็นการร่วมมือกันระหว่างโนเกียและเมืองเมลเบิร์นซึ่งได้ทดลองใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อรักษาความปลอดภัยและความสะอาดของถนนในเมือง โดย โขลุ่ยขั้นที่ขับเคลื่อนด้วย AI นี้สนับสนุนเป้าหมายในการทดสอบเทคโนโลยีใหม่เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการจัดการเมืองและสร้างประสบการณ์ที่ดีให้กับผู้คน อีกทั้งทำความเข้าใจแนวโน้มพฤติกรรมรวมทั้งขยะในตรอกที่พลุกพล่านของเมลเบิร์น โดยระบบการทำงานจะผ่านเครือข่ายกล้อง ที่ติดตั้งอยู่เป็นด้วยระบบเซ็นเซอร์ IoT เพื่อตรวจสอบกิจกรรมรอบเครื่องอัดขยะ ควบคู่กับการใช้อัลกอริทึม AI เพื่อกรองและรวบรวมข้อมูลจากกล้อง ในขณะที่เทคโนโลยีของโนเกียรวบรวมแหล่งข้อมูลหลายแหล่งและส่งการแจ้งเตือนและรายงานแบบเรียลไทม์ เมืองเมลเบิร์นได้เสนอให้ผู้อยู่อาศัยและธุรกิจในพื้นที่เข้าถึงบริการเครื่องอัดขยะขนาดใหญ่แบบสมัครสมาชิก เพื่อลดความถี่ในการเยี่ยมชมของผู้รับเหมาด้านขยะในพื้นที่ที่พลุกพล่าน สภาจึงต้องการเข้าใจการใช้บริการและวิถีลดการทิ้งขยะผิดกฎหมายซึ่งสามารถสร้างปัญหาด้านความปลอดภัยและสุขอนามัยได้อย่างรวดเร็ว สำหรับ

ผลการทดลองเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่า Scene Analytics สามารถสนับสนุนเป้าหมายของเมืองในการมอบประสบการณ์ที่ดีขึ้นและปลอดภัยขึ้นให้กับประชาชน ในขณะที่เดียวกันก็ช่วยลดค่าใช้จ่ายด้านการบำรุงรักษาและเวลาหยุดทำงานสำหรับบริการจัดการขยะ

1.2 ประเทศเยอรมนี ถือเป็นประเทศที่ได้ชื่อว่าเป็นผู้นำทางด้านรีไซเคิลขยะเพื่อนำกลับมาสร้างประโยชน์ให้กับประเทศได้อย่างมีศักยภาพมากที่สุด ถึงแม้ว่าในอดีตประชาชนเคยพบกับปัญหาขยะล้นเมืองมาแล้วนั้น แต่ด้วยความมุ่งมั่นและความเข้มแข็งของภาครัฐรวมไปถึงการร่วมมือกันกับภาคเอกชนและประชาชนจึงทำให้ประเทศเยอรมนีประสบความสำเร็จจนกลายเป็น สุดยอดของการจัดการและการรีไซเคิลขยะที่ดีที่สุดในโลก โดยเทคโนโลยีที่ภาครัฐได้มีการรณรงค์เพื่อนำมาบริหารจัดการขยะ ได้แก่

ระบบการมัดจำคืนเงินบรรจุภัณฑ์ หรือ Pfand เป็นหนึ่งในระบบการจัดการขยะที่ประสบความสำเร็จและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางทั่วโลก จุดเริ่มต้นเกิดขึ้นในช่วงกลางศตวรรษที่ 20 วัตถุประสงค์เพื่อลดปริมาณขยะและส่งเสริมการนำขยะกลับมารีไซเคิลแล้วหมุนเวียนไปใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ซึ่งในแต่ละปีมีการขายภาชนะบรรจุเครื่องดื่มมากกว่า 20,000 ล้านภาชนะ หรือเทียบเท่ากับ 245 ภาชนะต่อคน ดังนั้นรัฐบาลเยอรมนีจึงได้ออกกฎหมายกำหนดให้ผู้ผลิตเครื่องดื่มต้องเรียกเก็บค่านัดจำจากผู้บริโภคเมื่อซื้อเครื่องดื่มบรรจุขวด โดยระบบการทำงาน คือ เมื่อผู้บริโภคซื้อขวดน้ำจากร้านค้า จะต้องจ่ายค่านัดจำเพิ่มเติมและจะได้เงินคืนที่ร้านค้าหรือเครื่องรับคืนขวดอัตโนมัติที่มีการวางเครื่องไว้ตามจุดต่าง ๆ ที่เป็นชุมชนทั่วทั้งประเทศ ซึ่งขวดเหล่านี้จะต้องมีเครื่องหมายที่เข้าร่วมโครงการไว้ข้างขวด แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ขวดที่ใช้ซ้ำได้ (Multi-use Bottle) เป็นขวดที่มาจากแก้วหรือพลาสติกที่มีความหนา มีค่านัดจำอยู่ระหว่าง 0.08 - 0.25 ยูโร และขวดหรือกระป๋องที่ใช้ครั้งเดียว (Single - use Bottles and Cans) เป็นขวดที่มีลักษณะบางและกระป๋องทั่วไป มีค่านัดจำอยู่ที่ 0.25 ยูโร ขวดที่นำมาคืนเหล่านี้ผู้ค้าส่งและหน่วยงานของรัฐที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการบริหารจัดการขวดในเครื่องรับคืนขวดอัตโนมัติจะขนส่งไปยังสถานที่คัดแยก โดยนำไปรวมกับขวดที่มีลักษณะเดียวกันก่อนที่นำไปส่งผู้ผลิตขวดประเภทนั้น

ผ่านการทำความเข้าใจเพิ่มเติม และส่งกลับไปยังชั้นวางสินค้าที่ร้านค้า รวมไปถึงการคืนเงินมัดจำจะสมเหตุสมผลทันทีที่แรงจูงใจทางการเงินอื่น ๆ ในการรวบรวมขยะบรรจุภัณฑ์เริ่มลดลงภายใต้แรงกดดันจากผู้บริโภคทั่วโลกที่เพิ่มมากขึ้นในการเลิกใช้พลาสติกและหันมาใช้วัสดุทางเลือกอื่น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยไม่คาดคิด การคืนเงินมัดจำจึงเป็นหนทางหนึ่งที่จะใส่ใจผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ในขณะที่เดียวกันก็รักษาความเชื่อมั่นของลูกค้าและความมุ่งมั่นในคุณภาพไว้ด้วยเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างประสบความสำเร็จจึงจำเป็นต้องมีหลายปัจจัย ดังนั้น Pfand จึงถือเป็นแรงจูงใจทางเศรษฐกิจที่ทำให้ผู้บริโภคมีความกระตือรือร้นในการนำขวดไปคืน มีส่วนช่วยให้การบริหารจัดการขยะเป็นไปตามระบบที่มีการวางเป้าหมายไว้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วิเคราะห์ปัจจัยหลักของความสำเร็จจากการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการขยะของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี พบว่า

ในการศึกษาปัจจัยหลักของความสำเร็จจากการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการขยะของทั้ง 2 ประเทศ พบว่าไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก สามารถสรุปได้ดังนี้

2.1 นโยบายการบริหารจัดการขยะ ทั้ง 2 ประเทศ รัฐบาลจะเป็นผู้ที่มีบทบาทในการสร้างเป็นภารกิจหลักและรับผิดชอบในทุกกระดับ โดยมีการร่วมมือกันจากภาคเอกชน องค์กรไม่แสวงหาผลกำไร และภาคประชาชน รัฐบาลมีหน้าที่กำกับดูแลและบริหารจัดการขยะให้เป็นไปตามแนวทางที่กำหนดในนโยบาย กฎหมาย และแผนงานของประเทศ อีกทั้งยังมีการทำความเข้าใจถึงความสำคัญของการบริหารจัดการขยะ เพราะปัญหาขยะเป็นประเด็นที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจอย่างหลากหลาย ดังนั้นการศึกษาค้นคว้าในด้านนี้จึงเป็นการสร้างองค์ความรู้เพื่อแก้ไขปัญหาและพัฒนาสังคมให้ยั่งยืน โดยในประเทศออสเตรเลียมองว่าขยะเกิดขึ้นในทุกขั้นตอนของการจัดการวัสดุและการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การสกัด การแปรรูป และการใช้งาน ไปจนถึงการแปรรูปใหม่และการกำจัด อีกทั้งขยะยังมีความเกี่ยวข้องกับศักยภาพของเทคโนโลยี กระบวนการ และโครงสร้างพื้นฐาน รวมถึงการจัดซื้อและวิถีชีวิตของผู้คน รัฐบาลมีการสอบถามหลายครั้งจากหลายภาคส่วน ส่งผลให้เกิดข้อเสนอแนะในการปรับปรุงเกี่ยวกับความร่วมมือในการบริหารจัดการ

ขณะระดับภูมิภาค ผ่านกรอบการทำงานระดับชาติที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบันของ ออสเตรเลีย เรียกว่า นโยบายขยะแห่งชาติ 2018 (The National Waste Policy 2018) วัตถุประสงค์คือ ตอบสนองต่อความท้าทายที่ประเทศออสเตรเลียกำลังเผชิญอยู่ เกี่ยวกับการจัดการขยะและการกู้คืนทรัพยากร ยกเว้นขยะกัมมันตรังสี สะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงระดับโลกไปสู่เศรษฐกิจแบบหมุนเวียน ซึ่งรวมถึง ความจำเป็นในการมีระบบ ผลิตภัณฑ์ และบริการที่ใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงขยะ อนุรักษ์ทรัพยากรและเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุทุกชนิดที่ใช้ นอกจากนี้ยังยอมรับถึงความจำเป็นในการปรับปรุงศักยภาพของเราในการ ออกแบบ การนำกลับมาใช้ การซ่อมแซม และการรีไซเคิลสินค้าที่เราใช้อีกด้วย อีกทั้งมีการจัดหาวิธีการให้ธุรกิจยอมรับนวัตกรรมและพัฒนาเทคโนโลยีที่สร้างโอกาสใหม่ ๆ การให้ความสำคัญกับพันธกรณีระหว่างประเทศของออสเตรเลียเป็นสิ่งที่ สำคัญอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งนโยบายนี้สนับสนุนการมีส่วนร่วมของออสเตรเลีย ในเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืนขององค์การสหประชาชาติว่าด้วยการบริโภค และการผลิตอย่างมีความรับผิดชอบ ในส่วนของประเทศเยอรมนี รัฐบาลกำหนดให้ ผู้ผลิตปฏิบัติตามนโยบาย Green Dot System ภายใต้สัญลักษณ์ Green Dot หมายถึง ผู้ผลิตได้มีส่วนร่วมทางการเงินในการรีไซเคิลและการกู้คืนวัสดุบรรจุภัณฑ์ ตามข้อกำหนดของ European Packaging and Packaging Waste Directive 94/62/EC ถือเป็นเครื่องหมายการค้าที่ใช้เพื่อระบุวามบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์ได้รับการสนับสนุนจากอุตสาหกรรม วัตถุประสงค์ของนโยบาย คือ เพื่อจัดการ ขยะเสีย จากบรรจุภัณฑ์โดยการทำให้แน่ใจว่าผู้ผลิตรับผิดชอบในการเก็บรวบรวม การคัดแยก และการรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์ของพวกเขา เป็นสัญลักษณ์ทางการเงินมากกว่าฉลาก สิ่งแวดล้อม ซึ่งบ่งบอกว่ามีการสนับสนุนทางการเงินเพื่อช่วยเหลือความพยายาม ในการรีไซเคิล และบริษัทที่ใช้สัญลักษณ์ Green Dot จะต้องมีความผูกพันกับการ กู้คืนระดับชาติและชำระค่าธรรมเนียมตามประเภทและปริมาณของวัสดุบรรจุ ภัณฑ์ที่กลุ่มธุรกิจเหล่านั้นเป็นผู้ผลิต

2.2 กฎหมายที่ใช้ในการบริหารจัดการขยะ ในการบริหารจัดการขยะ ในปัจจุบันมุ่งเน้นไปที่เศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) เป็นแนวทางในการ ออกแบบกระบวนการผลิตภัณฑ์ บริการ และรูปแบบธุรกิจที่สามารถผลักดันให้เกิด

การเติบโตทางธุรกิจอย่างยั่งยืนได้ โดยการจัดการทรัพยากรให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น มีการหมุนเวียนของทรัพยากรหรือวัสดุกลับมาใช้ใหม่ ดังนั้นจึงมีการออกกฎหมาย เพื่อผลักดันให้ในทุกภาคส่วนได้รับผิดชอบร่วมกันอย่างแท้จริง ในประเทศ ออสเตรเลียในรัฐและเขตแดนต่าง ๆ ได้นำกลยุทธ์มาใช้เพื่อเปลี่ยนผ่านจากรูปแบบ “ผลิต-ใช้-ทิ้ง” แบบเส้นตรงไปสู่ระบบที่ยั่งยืนมากขึ้น ซึ่งเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและการลด ของเสีย ดังเช่นในรัฐวิกตอเรียกำลังดำเนินการตามแนวทาง เศรษฐกิจหมุนเวียนอย่างจริงจังผ่านกฎหมาย Circular Economy (Waste Reduction and Recycling) Act 2021 ซึ่งเป็นพื้นฐานของแผนระยะเวลา 10 ปี โดยมีการ ควบคุมขยะและการรีไซเคิลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการรีไซเคิลผ่านมาตรการควบคุม ระบบขยะ 4 ประเภทมุ่งเน้นว่าภายในปี ค.ศ.2027 ทุกครัวเรือนในรัฐวิกตอเรีย จะใช้ระบบขยะและการรีไซเคิล 4 ประเภท รวมถึงบริการแยกสำหรับแก้ว และภายใน ปี ค.ศ.2030 สำหรับอินทรีย์วัตถุจากอาหารและสวน อีกทั้งการคัดแยกที่จำเป็น ออกข้อบังคับให้ธุรกิจต่าง ๆ อาจจะต้องคัดแยกวัสดุขยะ และที่สำคัญคือการ เก็บข้อมูลรัฐบาลส่วนกลางมีการมอบอำนาจให้ฝ่ายที่มีความเกี่ยวข้องในการ เก็บข้อมูลและรายงานอย่างครอบคลุมเพื่อติดตามความก้าวหน้า และประเทศ เยอรมนีได้มีกฎหมายเกี่ยวกับการบริหารจัดการขยะที่มีความซับซ้อนและครอบคลุม หลายด้าน โดยมุ่งเน้นที่การป้องกัน ลด และรีไซเคิลขยะอย่างยั่งยืน จนได้ชื่อว่าเป็น ระบบการบริหารจัดการขยะของเยอรมนีเป็นหนึ่งในระบบที่ก้าวหน้าที่สุดในโลก โดยกฎหมายที่นำมาใช้ คือ กฎหมายการจัดการขยะและเศรษฐกิจหมุนเวียน (KrWG) เป็นกฎหมายที่มุ่งส่งเสริมเศรษฐกิจหมุนเวียนและการบริหารจัดการขยะที่เป็นมิตร ต่อสิ่งแวดล้อม กฎหมายนี้มีบทบาทสำคัญในการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและ คุ้มครองสุขภาพของมนุษย์และสิ่งแวดล้อมในการผลิตและจัดการขยะ ซึ่งมี

ลำดับขั้นของการจัดการขยะ 5 ขั้นตอน ได้แก่ การป้องกัน การเตรียม เพื่อใช้ซ้ำ การรีไซเคิล การนำกลับมาใช้ใหม่ในรูปแบบอื่น และการกำจัดเป็น ทางเลือกสุดท้าย นอกจากนี้ยังมี Closed Substance Cycle and Waste Manage Act (1996) ซึ่งเป็นพระราชบัญญัติที่ขยายให้ครอบคลุม Packaging Ordinance โดยกำหนดให้ผู้ผลิต ผู้ค้า และผู้บริโภค ต้องมีส่วนรับผิดชอบในมิติต่าง ๆ เกี่ยวกับ การบริหารจัดการขยะ ไม่ว่าจะเป็นการหลีกเลี่ยงการสร้างขยะ การนำสิ่งของกลับมา

ใช้ใหม่ การรีไซเคิล และการกำจัดของเสียที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม กฎหมายฉบับนี้ยังกระตุ้นให้ภาคธุรกิจได้เกิดการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับระบบการผลิต เพื่อให้มั่นใจว่าสินค้าส่วนใหญ่ผลิตมาจากวัสดุที่รีไซเคิลได้ รวมไปถึงส่งเสริมผลิตภัณฑ์ที่ก่อให้เกิดของเสียในอัตราที่ต่ำและสามารถกำจัดขยะได้ด้วยวิธีที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.3 ระบบคัดแยกขยะ เป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการจัดการขยะที่มีประโยชน์มากมายทั้งต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน สถานประกอบการเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม ต่าง ๆ ได้สร้างขยะจำนวนมากซึ่งมักจะถูกส่งไปยังหลุมฝังกลบ เพราะฉะนั้นการนำกระบวนการบริหารจัดการขยะที่เหมาะสมมาใช้ในระดับสถานประกอบการและสภาพท้องถิ่นจะช่วยให้มั่นใจได้ว่าขยะจะไม่ล้นหลามหลุมฝังกลบของและได้รับการประมวลผล รีไซเคิล และจัดการอย่างยั่งยืนมากขึ้น เมื่อพูดถึงภาคธุรกิจและอุตสาหกรรมทำให้การเข้าใจถึงความสำคัญของการจัดการของเสียที่เป็นรูปธรรมสามารถลดต้นทุนจากการกำจัดขยะที่ไม่ถูกต้องและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของเราได้อย่างมาก เพราะฉะนั้นระบบการคัดแยกขยะในครัวเรือนจึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญในกระบวนการจัดการขยะที่มีประโยชน์มากมายทั้งต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ระบบการแยกขยะมักจะมีการใช้ถังขยะและถุงขยะแบบแยกสีที่มีรหัสสีเพื่อช่วยในการจัดการและรีไซเคิลขยะอย่างมีประสิทธิภาพโดยทั่วไปแล้ว ระบบนี้อาจแตกต่างกันไปตามแต่ละรัฐหรือเทศบาล แต่โดยทั่วไปจะมีรูปแบบสีต่าง ๆ คือ ถังสีแดง : สำหรับขยะทั่วไปที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ ถังสีเหลือง : สำหรับขยะรีไซเคิล เช่น พลาสติก กระดาษ แก้ว และโลหะ และถังสีเขียว : สำหรับขยะอินทรีย์หรือขยะจากสวน เช่น เศษอาหารและใบไม้ บางพื้นที่อาจมีการใช้ถังสีอื่นเพิ่มเติมสำหรับขยะเฉพาะประเภท เช่น ขยะอิเล็กทรอนิกส์หรือของเสียอันตราย การแยกขยะตามสีดังช่วยให้การจัดการขยะมีประสิทธิภาพมากขึ้นและส่งเสริมการรีไซเคิลและการใช้ทรัพยากรอย่างยั่งยืน

อภิปรายผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้นำผลการวิจัยมาทบทวนและเปรียบเทียบกับหลักวิชาการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาถอดบทเรียนความสำเร็จจากการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการการขยะของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี พบว่า เทคโนโลยีสามารถนำมาใช้ในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก เริ่มต้นได้ตั้งแต่การคัดแยกขยะจากต้นทางถึงปลายทาง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kasmita (2024, : 1119 - 1120) ที่ได้รวบรวมเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่สามารถประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการขยะเพื่อนำไปสู่สังคมแห่งการรีไซเคิล โดยการพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร (ICT) ได้เปลี่ยนวิธีที่ผู้คนโต้ตอบสื่อสารและทำงาน ซึ่งให้ประโยชน์รวมถึงการเข้าถึงข้อมูลโดยตรงไปตรงมาส่งผลต่อการทำงานเป็นทีมที่เพิ่มขึ้นและมีประสิทธิภาพในการดำเนินงาน เช่น ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) เป็นเครื่องมือในการวัดปริมาณขยะและเพิ่มประสิทธิภาพในการรีไซเคิล สามารถเพิ่มเส้นทางสำหรับรถเก็บขยะใช้อัลกอริทึมการเรียนรู้ของเครื่องสำหรับในการระบุและคัดแยกวัสดุเหลือใช้ประเภทต่าง ๆ และคาดการณ์รูปแบบการสร้างขยะเพื่อจัดสรรทรัพยากรได้ดีขึ้น โดยทำงานร่วมกับกล้องอัจฉริยะ นำเทคโนโลยีการจดจำรูปภาพ (Image Recognition) เพื่อช่วยในการคัดแยกขยะให้ถูกต้องตามประเภทที่กำหนด มาใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมระบบคัดแยกขยะอัตโนมัติ ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายและสร้างความยั่งยืน อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง (Internet of Thing : IoT) เป็นเครือข่ายรวมของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อถึงกันและเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับระบบคลาวด์ ตลอดจนระหว่างอุปกรณ์ด้วยกันเอง เป็นการบูรณาการ “สิ่งของ” ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันเข้ากับอินเทอร์เน็ต ซึ่งวิศวกรคอมพิวเตอร์ได้เพิ่มเซ็นเซอร์และตัวประมวลผลให้กับสิ่งของนั้น ๆ และข้อมูลขนาดใหญ่ (Big Data) เป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่มีทั้งหมดโดยอาศัยระบบประมวลผลที่มีประสิทธิภาพสามารถรองรับข้อมูลที่มีอยู่อย่างมหาศาล เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลในด้านต่าง ๆ วางแผนและตัดสินใจหรือช่วยเพิ่มโอกาสในการทำธุรกิจให้ก้าวหน้ามากขึ้น แต่ปัจจัยที่เกิดขึ้นนั้นจะสำเร็จได้ก็ต้องดำเนินการร่วมกันกับหลายภาคส่วน ซึ่งยังสอดคล้องกับงานวิจัยของ Tobin (2022) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความร่วมมือระดับภูมิภาคในการจัดการขยะ : การตรวจสอบประสบการณ์

ของออสเตรเลียกับความร่วมมือระหว่างเทศบาล พบว่า ผู้ที่มีส่วนร่วมในความร่วมมือระดับภูมิภาคเห็นพ้องต้องกันอย่างท่วมท้นว่าการใช้แนวทางความร่วมมือเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้บรรลุความยั่งยืนในการจัดการขยะ การหลีกเลี่ยงความร่วมมือระดับภูมิภาคเสี่ยงต่อการไม่มีประสิทธิภาพและผลลัพธ์ด้านสิ่งแวดล้อมที่แย่ง การตัดสินใจควรได้รับคำแนะนำจากความเชี่ยวชาญทางเทคนิคเชิงนวัตกรรม หลากหลายรูปแบบที่เกิดขึ้นในออสเตรเลีย ถึงแม้จะอยู่ภายใต้ความร่วมมือก็ยังคงมีความขัดแย้งอย่างเห็นได้ชัด แต่ก็ยังคงร่วมมือกันด้วยความปรารถนาดี ไว้วางใจ และตอบแทนคุณค่าให้กับทุนทางสังคม โดยทุกภาคส่วนให้ความร่วมมือกับระบบ การบริหารจัดการขยะที่มีความซับซ้อนของนโยบายขยะมูลฝอยชุมชน (MSW) และเล็งเห็นถึงคุณค่าของความร่วมมือระดับภูมิภาค อีกทั้งยังสอดคล้องกับบทความของ อรรถพร ลายวิเศษ (2565) ที่กล่าวถึงการบริหารจัดการขยะของประเทศเยอรมนี ที่ยกย่องว่าเป็นประเทศที่รีไซเคิลขยะมากที่สุดในโลกไว้ว่าการนำของเสียและ วัสดุเหลือใช้กลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ผ่านการสำรวจนโยบายและโครงการที่เข้มแข็ง ของภาครัฐไปจนถึงการให้ความสำคัญเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมของภาคประชาชน โดยรัฐบาลเยอรมนีมีส่วนสำคัญในการกำหนดทิศทางการจัดการขยะรวมไปถึง การรีไซเคิลขยะภายในประเทศ เหตุผลหนึ่งมาจากการออกกฎหมายและนโยบาย ที่เข้มแข็ง ทำให้ภาคส่วนต่าง ๆ และประชาชนมีส่วนร่วมในการแยกขยะอย่างมี ประสิทธิภาพส่งผลให้อัตราการรีไซเคิลขยะในประเทศเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันก็ยังสร้าง ความเข้าใจและปลูกฝังวัฒนธรรมการรีไซเคิลให้กับประชาชนด้วย นอกจากการ ใช้กฎหมายเพื่อควบคุมการรีไซเคิลขยะทั่วประเทศแล้ว เยอรมนียังมีมาตรการคัดกรอง วัสดุเหลือใช้ด้วยการใช้ถังขยะสี ต่าง ๆ เพื่อให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการคัดแยก และรีไซเคิลขยะได้ในทุก ๆ วัน ทำให้ทั่วประเทศมีถังขยะมากถึง 6 สี เพื่อคัดแยกประเภท ขยะที่หลากหลาย นอกจากนี้ยังมีศูนย์รีไซเคิล (Recycling Center) ตั้งอยู่ทั่วประเทศ ซึ่งคอยทำหน้าที่แยกขยะประเภทต่าง ๆ โดยประชาชนสามารถนำขยะขึ้นใหญ่ ไปทิ้งที่ศูนย์เหล่านี้ได้ เพราะฉะนั้นมาตรการแยกขยะโดยประชาชนช่วยให้รัฐบาล กลางประหยัดงบประมาณในการกำจัดและจัดการของเสีย อีกทั้งยังช่วยลดการปนเปื้อนของวัสดุรีไซเคิลได้อย่างมาก เพราะถ้าขยะรีไซเคิลล้นตล้นมีการปนเปื้อน หรือได้รับความเสียหาย แปลว่าทั้งหมดนั้นอาจไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทั้งหมด จนอาจกลายเป็นขยะที่สร้างมลพิษให้สิ่งแวดล้อมมากกว่าเดิม

ข้อเสนอแนะ

จากการถอดบทเรียนความสำเร็จจากการใช้เทคโนโลยีในการบริหารจัดการขยะของประเทศออสเตรเลีย และประเทศเยอรมนี ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ประเทศไทยยังไม่มีกรนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการบริหารจัดการขยะ ซึ่งการก่อตั้งเกี่ยวกับระบบการคัดแยกขยะในปัจจุบันเกิดขึ้นจากภาครัฐกิจและองค์กรที่ไม่แสวงหาผลกำไร ดังนั้นภาครัฐจึงควรให้ความสำคัญเกี่ยวกับการคัดแยกขยะด้วยนวัตกรรมที่ทันสมัย โดยการศึกษาจากประเทศที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีในการบริหารจัดการขยะทั้งต้นทางและปลายทาง การใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น AI และ IoT ในการตรวจสอบและบริหารจัดการกระบวนการจัดเก็บและกำจัดขยะสามารถช่วยปรับปรุงความแม่นยำและลดของเสียได้

2. ส่งเสริมและสร้างโอกาสให้เกิดการรับผิดชอบสังคมร่วมกันระหว่าง ภาครัฐ ภาคเอกชน และภาคประชาชน รวมถึงหน่วยงานที่เกี่ยวข้องให้ร่วมกันรณรงค์หรือให้ความรู้กับประชาชนเกี่ยวกับการลดปริมาณขยะ การใช้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ การใช้วัสดุที่ใช้ครั้งเดียวทิ้ง และเลือกซื้อสินค้าที่มีบรรจุภัณฑ์น้อย

3. รัฐบาลควรกำหนดกฎหมายและบทลงโทษอย่างเข้มงวดเกี่ยวกับการแยกและทิ้งขยะให้ถูกประเภท เพราะเป็นการปลูกจิตสำนึกให้ประชาชนได้ตระหนักถึงความสำคัญของการดูแลสิ่งแวดล้อมให้มีความยั่งยืนต่อประเทศชาติในอนาคต

บรรณานุกรม

นัฐกานต์ ข้ายัง. (2566). **การจัดการขยะพลาสติก : กรณีศึกษาราชอาณาจักรสวีเดน**. สืบค้นเมื่อวันที่ 8 กรกฎาคม 2567, จาก <https://lawforasean.krisdika.go.th>.

สถาบันวิจัยและพัฒนาพลังงานนครพิงค์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (2563).

6 ประเทศตัวอย่างกับวิธีการจัดการปัญหาพลาสติกกันเมือง.

สืบค้นเมื่อวันที่ 24 กันยายน 2567, จาก <https://erdi.cmu.ac.th/?p=2991>.

สุจิตรา วาสนาดำรงดี. (2563). เรียนรู้ประสบการณ์การจัดการจัดขยะบรรจุภัณฑ์
ในประเทศเยอรมนี “ระบบความรับผิดชอบต่อที่เพิ่มขึ้นของผู้ผลิต (EPR)
และระบบมัดจำคืนเงิน (DRS)”, **วารสารสิ่งแวดล้อม**. 24(3), 1-12.

อนรรฆพร ลายวิเศษ. (2565). เยอรมนีทำอะไรถึงเป็นประเทศที่รีไซเคิลขยะ
มากที่สุดในโลก. สืบค้นเมื่อ 9 กันยายน 2567, จาก [https://urbancreature.
co/germany-worlds-best-recycler/](https://urbancreature.co/germany-worlds-best-recycler/).

Hossain Rumana. (2022). Full circle : Challenges and prospects for plastic
Waste management in Australia to achieve circular economy. **Journal
of Cleaner Production**. 368(133127), 1 - 25.

Maya Kasmita. (2024). Technology Development in Waste Management in
Makassar City, **International Conference on Humanities
Education, Law and Social Sciences**. 3(1), 1114 – 1125. Retrived
July 9,2024 ,from [https://knepublishing.com/index.php/KnE-Social/
index](https://knepublishing.com/index.php/KnE-Social/index).

Nichols W. and Smith N. (2019). Waste Generation and Recycling Indices
2019 Overview and findings, **Verisk Maplecroft**. 1(1), 1-17.

Shamshad Khan. (2022). Technologies for municipal solid waste management:
Current status, challenges, and future perspectives, **Chemosphere**.
288(1), 132403.

Tobin Steven. (2022). Regional Cooperation in Waste Management :
Examining Australia’s Experience with Inter - municipal Cooperative
Partnerships, **Sustainability**. 14(1578), 1-46.