

การพัฒนานวัตกรรมถังขยะสะสมคะแนนด้วย Excel VBA Developing of an Innovative Reward Point Bin by VBA Excel

ไพรินทร์ วงศ์ศรีเทพ^{1*}, ธีรยุทธ คุณะโคตร², กิตติพงษ์ ตั้งใจ³, อำนาจ ศรีตระกูล⁴ และ กฤษณะ มุลมี⁵

Phairin Vongseetape^{1*}, Teerayuth Kunakote², Kittipong Tungjai³,

Umnat Srithagool⁴ and Kritsana Moonmee⁵

^{*12345}สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่น 40000

^{*12345}Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering Northeastern University Khonkaen 40000

Received : 2020-10-01 Revised : 2020-10-05 Accepted : 2020-10-08

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ (1) ศึกษาปัญหาและความต้องการในการจัดการขยะภายในโรงเรียน (2) เพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรมถังขยะสะสมคะแนน (3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่ได้พัฒนาขึ้น งานวิจัยเริ่มจากศึกษาข้อมูลปัญหาและความต้องการของบุคลากรครูในการจัดการขยะจากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลักและการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วมของโรงเรียนเป้าหมาย จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และสังเคราะห์ เพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์ด้วย Excel VBA รวมทั้งออกแบบและสร้างนวัตกรรมถังขยะสะสมคะแนน ทดสอบการทำงาน และประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรม ผลการวิจัย พบว่า ด้านฮาร์ดแวร์ของนวัตกรรมที่ออกแบบและสร้างขึ้น ผลการทดสอบ คือ เมื่อมีการทิ้งขยะแต่ละครั้งโมดูลควบคุมตัวชี้เมาส์สามารถควบคุมตัวชี้เมาส์ให้คลิกปุ่มคำสั่งเพื่อเริ่มการประมวลผลต่าง ๆ ได้ทุกครั้ง ด้านซอฟต์แวร์สามารถประมวลผลการนำเข้าข้อมูลพื้นฐานของนักเรียน คำนวณคะแนนสะสม และแสดงผลต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง ส่วนการทำงานโดยรวมของถังขยะรองรับการทิ้งขวดพลาสติกขนาดมาตรฐานต่ำสุด 250 มิลลิลิตร และสูงสุด 1500 มิลลิลิตร อีกทั้งยังสามารถทำงานร่วมกับส่วนของซอฟต์แวร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีผลการประเมินประสิทธิภาพอยู่ที่ค่าเฉลี่ยรวม 4.48 อยู่ในระดับมาก

*ไพรินทร์ วงศ์ศรีเทพ

E-mail : phairin.von@neu.ac.th

คำสำคัญ : นวัตกรรมถังขยะสะสมคะแนน, เอ็กเซล วีบีเอ, ขวดพลาสติก

Abstract

This research aimed to (1) study problem and identify factors for waste management in the school; 2) design and develop the innovative reward point bin; and 3) evaluate the efficiency of the intelligent bin. The research starts by observing and interviewing teachers to identify their problems and needs about waste management in school. The author then, analyze such information by applying VBA Excel, and later input to the software. The experiment shows that the installed control module in the intelligent bin can count and record properly when wastes are littered. The developed software can process the input, calculate, and display the scores for students accurately. For the hardware, the intelligent bin can work with the plastic bottles with the size of 250 ml up to 1500 ml . Overall, it can work relatively and efficiently with the software. The assessment score is as high as 4.48.

Keywords : Reward point bin, VBA Excel, Plastic bottle.

1. บทนำ

ในปัจจุบันด้วยเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยมากขึ้น ทำให้รูปแบบการดำรงชีวิตประจำวันของประชาชนเปลี่ยนแปลงไป ไม่ว่าจะเป็นการทำงาน การเดินทาง การท่องเที่ยว หรือการบริโภคและอุปโภค ทำให้อุปกรณ์บรรจุภัณฑ์พลาสติกสำหรับสินค้าประเภทอาหารและเครื่องดื่มก็ต้องมีการพัฒนาบรรจุภัณฑ์เพื่อดึงดูดผู้บริโภคในรูปแบบต่าง ๆ กัน ส่งผลทำให้เกิดวัสดุสิ่งของเหลือใช้เป็นจำนวนมากและกลายเป็นขยะ จะเห็นได้จากในสถานการณ์ปัจจุบันประเทศไทยมีขยะมูลฝอยปีละกว่า 27.8 ล้านตัน และขยะพลาสติกเพิ่มขึ้นประมาณ 12 -13 % เป็นผลมาจากสถานการณ์แพร่ระบาดของโรคโควิด 19 (Covid-19) [1] ทำให้เราต้องเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการใช้ชีวิตบางอย่าง เช่น การสั่งอาหารมารับประทานที่บ้านแทนการออกไปรับประทานนอกบ้าน มีผลให้ยอดการใช้บริการดีลิเวอรี่เพิ่มขึ้นจากภาวะปกติ ทำให้ขยะจากบริการส่งอาหาร ประกอบด้วยถุงพลาสติก กล่องพลาสติก ขวดพลาสติกและพลาสติกใช้ครั้งเดียวทิ้ง มีปริมาณเพิ่มขึ้นเป็นสาเหตุทำให้เกิดขยะ ได้แก่ ครั้วเรือน สำนักงานสถานประกอบการ สถานที่ท่องเที่ยว หน่วยงานของรัฐและเอกชน และสถานศึกษาทุกระดับ เช่น มหาวิทยาลัย หรือโรงเรียน อีกทั้งปัญหาเกิดจากความมั่งคั่ง การจัดเก็บอย่างไม่เป็นระเบียบ หรือพฤติกรรมที่ขาดจิตสำนึก และไม่คัดแยกขยะก่อนทิ้ง [2] เป็นผลทำให้เกิดขยะตามมามากมาย ดังนั้นจะสังเกตเห็นได้ว่าปัญหาต่าง ๆ เกิดขึ้นกับคนในสังคมในทุกระดับชั้นได้เสมอ แต่มีสิ่งหนึ่งที่น่ายินดีจากผลการสัมภาษณ์ครูที่สอนนักเรียนในระดับประถมศึกษา พบว่า นักเรียนยังขาดระเบียบวินัยและจิตสำนึกในการรักษาความสะอาดโดยเฉพาะการทิ้งขยะไม่เป็นที่เป็นทาง ดังนั้น หากมีการสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนทั้งและแยกขยะอย่างเป็นระเบียบวินัยซึ่งจะนำไปสู่การสร้างจิตสำนึกที่ดีให้กับเด็กนักเรียนได้ต่อไป อีกทั้งยังเป็นแนวทางในการช่วยลดขยะที่ไม่จำเป็นได้ และสามารถสร้างประโยชน์จากการแยกขยะที่ถูกต้องได้อีกทาง

นวัตกรรมด้านนโยบายและการรณรงค์สำหรับแก้ปัญหาดังกล่าว สามารถทำได้หลากหลายแนวทาง เช่น การออกมาตรการหรือนโยบายในการจัดระเบียบหน่วยงานให้น่าอยู่ซึ่งจะพบเห็นตามสื่อต่าง ๆ มากมาย มาตรการการคัดแยกขยะ การทำตาม 5 ส. การทำ “Big cleaning day” การใช้แนวทาง 3R ได้แก่ ลดการใช้ (Reduce) ใช้ซ้ำ (Reuse) และรีไซเคิล (Recycle) การดำเนินการในรูปแบบของโครงการต่าง ๆ แนวทางในการจัดการขยะมูลฝอย [3] ให้มีการรณรงค์ ทำความเข้าใจในการจัดการขยะมูลฝอยในชุมชน โดยให้แต่ละครัวเรือนมีการคัดแยกขยะมูลฝอยภายในครัวเรือน หรือนวัตกรรมด้านเทคโนโลยี เช่น อานนท์ เนตรยอง และธิดิมา นริศเนตร [4] ที่ได้ศึกษาและจัดทำถังขยะอัจฉริยะที่สามารถแจ้งเตือนผ่านเว็บไซต์เพื่อแก้ปัญหาขยะล้นถังที่จะทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมา ผู้รับซื้อขยะรีไซเคิลและแอปพลิเคชันเพื่อรับคะแนน [5] สำหรับสะสมแต้มเพื่อสร้างแรงจูงใจในการนำขยะรีไซเคิลได้มาทิ้งให้ถูกที่ แล้วรับแต้มคะแนนสะสมเพื่อนำไปใช้จ่าย หรือแลกเปลี่ยนลดกับร้านค้าภายในมหาวิทยาลัย และทิพานัน พงษ์สุวรรณ, อนุพงษ์ ตีตะ, ภาณุวัตร อุทัยบาล [6] ที่ได้พัฒนาระบบติดตามถังขยะอัจฉริยะ ที่เป็นระบบที่ใช้ในการจัดการปัญหาขยะที่เดิมก่อนกำหนดและมีการแจ้งเตือน โดยมีการแจ้งเตือนส่วนกลางให้ทราบถึงถังขยะที่ใกล้จะเต็มแล้ว

จากแนวทางการแก้ปัญหาขยะดังกล่าวแล้ว แต่ส่งผลดีทั้งทางด้านกายภาพและการสร้างแรงจูงใจในการจัดการขยะ ดังนั้นถ้าสามารถสร้างนวัตกรรมที่สร้างแรงจูงใจให้กับคนในสังคมทั้งและคัดแยกขยะที่ถูกต้องนอกเหนือจากการบังคับหรือการรณรงค์เพียงอย่างเดียวก็จะเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาทางด้านขยะให้กับประเทศได้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจนำเสนอแนวทางการสร้างนวัตกรรมถังขยะสะสมคะแนน โครงสร้างโดยรวมประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนของซอฟต์แวร์ ที่พัฒนาด้วย Excel VBA [7] และส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ประกอบด้วยชุดถังขยะที่มีเซ็นเซอร์แสงตรวจจับการผ่านของขยะขวดพลาสติก

และชุดควบคุม Mouse Pointer โดยนวัตกรรมดังกล่าวออกแบบและสร้างเพื่อรองรับกับการนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียนในระดับประถมศึกษา

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 ศึกษาปัญหาและความต้องการในการจัดการขยะภายในโรงเรียน

2.2 เพื่อออกแบบและสร้างนวัตกรรมถังขยะสะสมคะแนน

2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่ได้พัฒนาขึ้น

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 ศึกษาข้อมูลปัญหาและความต้องการของบุคลากรครูในการจัดการขยะภายในโรงเรียน เป้าหมาย กรณีศึกษา : ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลหลัก (Key informant) และการสังเกตแบบไม่มีส่วนร่วม (Non participant Observation) ของโรงเรียนบ้านหนองเต็งทุ่ง อำเภอบึงคล้า จังหวัด บึงกาฬ จากนั้นวิเคราะห์และสังเคราะห์ปัญหาต่าง ๆ เพื่อออกแบบและพัฒนานวัตกรรมต่อไป

3.2 การออกแบบและสร้างนวัตกรรมสำหรับแยกขยะภายในโรงเรียนด้วยการใช้เครื่องมือหลัก 2 ส่วน คือ 1) ส่วนของซอฟต์แวร์ (Software) คือ โปรแกรมที่พัฒนาด้วย เอ็กเซล วีบีเอ บน Microsoft Excel และ 2) ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) คือ คอมพิวเตอร์ ถังขยะ โมดูลควบคุมตัวชี้เมาส์ซึ่งประกอบด้วยโมดูลเซ็นเซอร์แสง โมดูลรีเลย์ และเมาส์

3.3 ทดสอบการทำงาน

3.4 ประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่ได้พัฒนาขึ้นจากผู้ทรงคุณวุฒิ และวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่ได้พัฒนาขึ้นด้วยสถิติในการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

3.4.2 การแปลความหมายค่าเฉลี่ยแบบประเมิน กำหนดคะแนนเป็น 5 ระดับ ตามการประมาณค่าของลิเคิร์ต (Likert rating scale) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง มากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง มาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง น้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 – 1.49 หมายถึง น้อยที่สุด

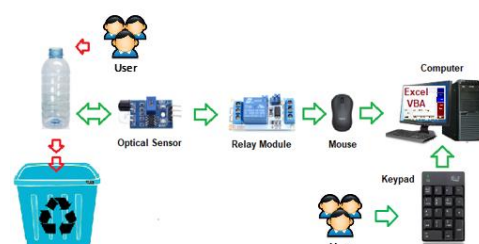
4. ผลการวิจัย

4.1 เพื่อศึกษาปัญหาการคัดแยกขยะขวดพลาสติกในโรงเรียน

การวิจัยในครั้งนี้เริ่มจากการศึกษาปัญหาและความต้องการของบุคลากรครูซึ่งเป็นผู้ให้ข้อมูลหลักที่ต้องการลดปัญหาการทิ้งขยะของนักเรียนระดับประถมศึกษาแม้ว่าจะมีการกำหนดสถานที่ทิ้งและคัดแยกขยะให้แล้วก็ตาม และจากข้อมูลการสังเกตพฤติกรรมการทิ้งขยะของนักเรียน พบว่านักเรียนยังขาดระเบียบวินัยและจิตสำนึกในการรักษาความสะอาด และบางคนยังไม่ใส่ใจในการทิ้งหรือคัดแยกขยะในที่ที่กำหนดไว้ให้ ดังนั้นครูจึงต้องการเครื่องมือที่สามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าว โดยเฉพาะการแยกขยะขวดพลาสติกเพื่อรีไซเคิล หรือนำไปขายสร้างรายได้เข้าโรงเรียน เป็นต้น จากการรวบรวมข้อมูลปัญหาและความต้องการ ผู้วิจัยมีแนวความคิดที่ต้องการออกแบบและสร้างนวัตกรรมสำหรับสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีระเบียบวินัยในการทิ้งและแยกขยะมากขึ้น

4.2 การออกแบบและสร้างถังขยะสะสมคะแนน

4.2.1 การออกแบบบล็อกไดอะแกรมการทำงานโดยรวม



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานโดยรวม


```

graph TD
    Start([เริ่มต้น]) --> SetInit[/กำหนดค่าเริ่มต้น/]
    SetInit --> User{ผู้ใช้งาน}
    User -- นักเขียน --> EnterHist[กรอกประวัติ]
    EnterHist --> Search[ค้นหาข้อมูล]
    Search -- ไม่เจอ --> AskInfo{ถามเก็บข้อมูล?}
    AskInfo -- ใช่ --> CalcScore[คำนวณคะแนน และจัดลำดับข้อมูล]
    AskInfo -- ไม่ใช่ --> MentalScale([ข้อมูลจากจิตตัววัด  
- ข้อมูลพื้นฐาน  
- ภาพนักเขียน  
- ทัศนความประทับใจ])
    MentalScale --> CollectBasic[เก็บข้อมูลพื้นฐาน  
นักเขียนทั้งหมด และอื่นๆ]
    CollectBasic --> EnterHist
    User -- ผู้ใช้งาน --> EnterBasic[กรอกข้อมูลพื้นฐาน]
    EnterBasic --> CollectBasic
    CalcScore --> EndWork{จบงานที่งาน?}
    EndWork -- ไม่ --> EnterHist
    EndWork -- ใช่ --> End([สิ้นสุด])
  
```

Flowchart illustrating the research methodology:

- Start (เริ่มต้น)
- Set initial values (กำหนดค่าเริ่มต้น)
- Decision: User (ผู้ใช้งาน)
 - If Writer (นักเขียน):
 - Enter history (กรอกประวัติ)
 - Search information (ค้นหาข้อมูล)
 - Decision: Not found (ไม่เจอ) or Found (เจอ)
 - If Not found: Ask for information? (ถามเก็บข้อมูล?)
 - If Yes (ใช่): Calculate scores and sort information (คำนวณคะแนน และจัดลำดับข้อมูล)
 - If No (ไม่ใช่): Information from mental scale (ข้อมูลจากจิตตัววัด)
 - Collect basic information of all writers and others (เก็บข้อมูลพื้นฐาน นักเขียนทั้งหมด และอื่นๆ)
 - Enter history (กรอกประวัติ)
 - If Found: Calculate scores and sort information (คำนวณคะแนน และจัดลำดับข้อมูล)
 - If User (ผู้ใช้งาน):
 - Enter basic information (กรอกข้อมูลพื้นฐาน)
 - Collect basic information of all writers and others (เก็บข้อมูลพื้นฐาน นักเขียนทั้งหมด และอื่นๆ)
 - Enter history (กรอกประวัติ)
 - Decision: End work? (จบงานที่งาน?)
 - If No (ไม่): Enter history (กรอกประวัติ)
 - If Yes (ใช่): End (สิ้นสุด)

4.2.3 ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware)

3D perspective drawing of a wooden cabinet with the following dimensions and labels:

- Overall height: 90.00cm
- Overall width: 80.00cm
- Overall depth: 40.00cm
- Top panel thickness: 10.00cm
- Drawer front panel thickness: 5.00cm
- Label: "ช่องทิ้งขวดพลาสติก" (Plastic bottle disposal slot) pointing to the top panel.
- Label: "ชุดควบคุม Mouse Pointer" (Mouse Pointer control set) pointing to the top panel.
- Label: "โมดูลเซ็นเซอร์แสง" (Light sensor module) pointing to the front panel.

ชุดควบคุม Mouse Pointer

Excel VBA

แป้นพิมพ์ตัวเลข

โมดูลเซ็นเซอร์แสง

รูปที่ 5 นวัตกรรมถังขยะสะสมคะแนน

4.3 การทดสอบการทำงาน

4.3.1 การทำงานของซอฟต์แวร์

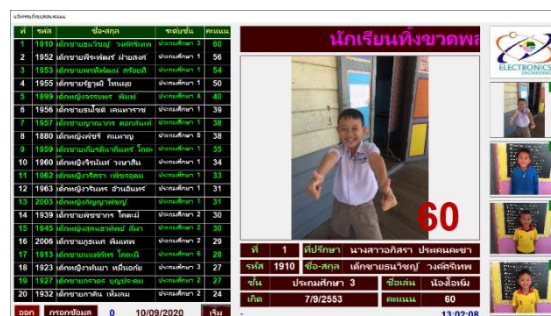
4.3.1.1 การกรอกข้อมูลพื้นฐานการ

ทดสอบกรอกข้อมูลพื้นฐานนักเรียนระดับอนุบาลและ
ประถมศึกษาจากโรงเรียนเป้าหมายจำนวนทั้งหมด
126 คน พบว่าซอฟต์แวร์สามารถนำเข้าสู่ข้อมูลลงใน
แผ่นงานได้ตามเป้าหมาย อีกทั้งยังสามารถเลื่อนหรือ
ค้นหาข้อมูล และบันทึกข้อมูลได้

4.3.1.1 การประมวลผลและแสดงผลการทดสอบโดยป้อนรหัสนักเรียนจำนวน 30 รหัส และยืนยันข้อมูลด้วยการกดปุ่ม <Enter> โดยทำซ้ำรหัสละ 10 ครั้ง พบว่า ซอร์ฟแวร์สามารถคำนวณคะแนนสะสมเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 คะแนน ต่อการจำลองทั้งขยะขวดพลาสติก 1 ครั้ง และประสบความสำเร็จทุกครั้ง อีกทั้งยังแสดงภาพ ข้อความเคลื่อนไหว วันเวลา และข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง

4.3.2 การทำงานของโมดูลควบคุมตัวชี้เมาส์ การทดสอบโดยการต่อวงจรเซ็นเซอร์แสงร่วมกับโมดูลรีเลย์และเมาส์โดยอาศัยไฟเลี้ยงจากพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์ เพื่อทดสอบว่าเมื่อมีขวดพลาสติกเคลื่อนที่ผ่านเซ็นเซอร์แล้ว Mouse Pointer บนจอคอมพิวเตอร์จะสามารถเกิดเหตุการณ์คลิกได้หรือไม่ จากการทดสอบทั้งขวดพลาสติกขนาดมาตรฐาน 5 ขนาด (มิลลิเมตร) คือ ขนาด 250, 350, 500, 600 และ 1500 แต่ละขนาดทำซ้ำจำนวน 10 ครั้ง พบว่าทุกครั้งที่ขวดพลาสติกผ่านเซ็นเซอร์ทำให้โมดูลควบคุมตัวชี้เมาส์สามารถสั่งงานให้ตัวชี้เมาส์เกิดเหตุการณ์คลิกได้ทุกครั้งแม้ว่าจะเกิดการสั่นบนหน้าสัมผัสรีเลย์ก็ตาม

4.3.3 การทำงานโดยรวม ในการทดสอบ ทำการประมวลผลซอร์ฟแวร์ที่พัฒนาขึ้นด้วย Excel VBA ร่วมกับการทำงานในส่วนของฮาร์ดแวร์ กระบวนการเริ่มด้วยการเลื่อนตัวชี้เมาส์ไปที่ <โลโก้ Electronics Engineering> จากนั้นทำการทิ้งขยะขวดพลาสติกสั่งให้เกิดเหตุการณ์ คลิกเพื่อเปิดใช้งาน <Text Box> เพียงครั้งเดียวซึ่งเป็นการแก้ปัญหาการสั่นของรีเลย์ได้ด้วย จากนั้นกรอกรหัสนักเรียนและยืนยันข้อมูลด้วยการกดปุ่ม <Enter> จากการทดสอบพบว่า เมื่อครบกระบวนการในแต่ละครั้งคะแนนสะสมจะเพิ่มขึ้นครั้งละ 1 คะแนน และจัดลำดับคะแนนจากมากไปน้อยโดยทันที พร้อมแสดงผลข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง อีกทั้งยังสามารถแสดง ข้อความประกาศ เคลื่อนที่จากขวาไปซ้ายได้ข้อความที่ครบถ้วน ดังตัวอย่างผลการทดสอบรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างผลการทดสอบการทำงานโดยรวม

4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของถังขยะสะสมคะแนน

เมื่อทำการทดสอบการทำงานโดยรวมของถังขยะสะสมคะแนนเรียบร้อยแล้ว และได้ผลเป็นไปตามความต้องการของผู้วิจัย จากนั้นจึงได้นำนวัตกรรมดังกล่าวไปประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เพื่อพิจารณาการใช้งานด้านซอร์ฟแวร์ ด้านฮาร์ดแวร์ และด้านการใช้งานโดยรวม ซึ่งได้ผลการประเมินข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินข้อคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ

ข้อที่	ประเด็นคำถาม	เฉลี่ย	S.D.	ระดับประเมิน
ด้านซอร์ฟแวร์				
1	โปรแกรมมีรูปแบบที่สวยงามและเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
2	การใช้สีและขนาดตัวอักษรที่ใช้มีความชัดเจน	4.40	0.55	มาก
3	ช่องทางการนำเข้าสู่ข้อมูลพื้นฐานเพียงพอ	4.40	0.55	มาก
4	การจัดวางหน้าต่างการทำงาน Excel VBA เหมาะสม	4.40	0.55	มาก
5	การคำนวณที่ถูกต้องตามความต้องการ	4.80	0.45	มากที่สุด
6	การค้นหาและตรวจสอบข้อมูลไม่ยุ่งยาก	4.60	0.55	มากที่สุด
7	การแสดงผลข้อมูลพื้นฐาน ภาพถ่าย และอื่นๆ ชัดเจน	4.60	0.55	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.51		มากที่สุด
ด้านฮาร์ดแวร์				
1	โครงสร้างถังขยะที่มีความเหมาะสม	4.20	0.45	มาก
2	อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบถังขยะมีความเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
3	การเลือกใช้อุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ออกแบบ	4.60	0.55	มากที่สุด
4	การเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ มีความเหมาะสม	4.60	0.55	มากที่สุด
5	การจัดวางอุปกรณ์โดยรวมเหมาะสม	4.40	0.55	มาก
6	ความสวยงามของนวัตกรรมถังขยะที่สร้างขึ้น	4.40	0.55	มาก
7	ความเหมาะสมของคอมพิวเตอร์	4.40	0.55	มาก
	ค่าเฉลี่ย	4.43		มาก
ด้านการใช้งานโดยรวม				
1	การเปิดและใช้งานซอร์ฟแวร์ทำได้ง่าย	4.40	0.55	มาก
2	การใช้งานถังขยะโดยรวมง่ายไม่ซับซ้อน	4.60	0.55	มากที่สุด
3	การใช้งานซ้ำกับถังขยะซอร์ฟแวร์กับฮาร์ดแวร์	4.40	0.55	มาก
4	สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก	4.40	0.55	มาก
5	นวัตกรรมที่ออกแบบมีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
6	ความไวในการประมวลผลโดยรวม	4.40	0.55	มาก
7	ความเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง	4.60	0.55	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.49		มาก
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.48		มาก

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 การการศึกษาปัญหาและการวิเคราะห์ความต้องการของครูจากโรงเรียนเป้าหมาย พบว่า ปัญหาเกิดจากนักเรียนยังขาดระเบียบวินัยและจิตสำนึกในการรักษาความสะอาดเป็นผลทำให้เกิดความต้องการเครื่องมือสำหรับช่วยสร้างแรงจูงใจให้นักเรียนมีระเบียบวินัยในการทิ้งและคัดแยกขยะมากขึ้น พร้อมทั้งให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการจัดการขยะในโรงเรียนและชุมชน สอดคล้องกับผลการศึกษาวิจัยของ ธวัช เทเพชร และผศ.ดร.กนกอร บุญมี [9] ที่ได้ศึกษาเรื่อง กลยุทธ์การจัดการขยะโดยการมีส่วนร่วมของผู้สูงอายุในจังหวัดขอนแก่น พบว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมจัดการขยะของผู้สูงอายุในจังหวัดขอนแก่น ประเด็นสำคัญที่มีอิทธิพลต่อการมีส่วนร่วมในการจัดการขยะของผู้สูงอายุในจังหวัดขอนแก่น คือ มีระบบกำจัดขยะภายในชุมชน มีระบบถัง/ช่องแยกขยะ และการนำขยะไปฝากธนาคารขยะของชุมชน

5.2 การออกแบบและสร้างนวัตกรรมถังขยะสะสมคะแนน ในส่วนของซอฟต์แวร์การกรอกข้อมูลพื้นฐานสามารถนำเข้าข้อมูลลงในแผ่นงาน เลื่อนหรือค้นหาข้อมูล และบันทึกข้อมูลได้ และการประมวลผลและแสดงผล พบว่า ซอฟต์แวร์สามารถคำนวณคะแนนสะสมได้ตามเป้าหมาย และสามารถแสดงภาพข้อความเคลื่อนไหว วันเวลา และข้อมูลพื้นฐานของนักเรียนได้อย่างถูกต้อง ในส่วนของฮาร์ดแวร์การทำงานของเซ็นเซอร์แสงร่วมกับโมดูลควบคุมตัวซีไมส์ พบว่าขณะที่ขวดพลาสติกผ่านเซ็นเซอร์ตัวซีไมส์สามารถตอบสนองการทำงานได้ตามการเปิดและปิดหน้าสัมผัสของรีเลย์ได้ทุกครั้ง ถึงแม้จะเกิดสัญญาณรบกวนที่หน้าสัมผัสรีเลย์ที่เรียกว่า “Bouncing” ก็ตาม แนวทางการกำจัดสัญญาณรบกวนนี้มี 2 วิธีการ คือ การจัดการด้วยวงจรกรองสัญญาณ และการจัดการด้วยโปรแกรม ผู้วิจัยเลือกจัดการด้วยกระบวนการทางโปรแกรม ส่วนการทำงานโดยรวมพบว่า การดำเนินการตามกระบวนการการทิ้งขยะในแต่ละครั้งก็สามารถสะสมคะแนนเพิ่มขึ้นได้ พร้อมการจัดลำดับคะแนนจากมากไปน้อย การแสดงผลข้อมูล

พื้นฐานต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง และแสดงข้อความการประกาศเคลื่อนที่จากขวาไปซ้ายได้ข้อความที่ครบถ้วน ข้อสังเกตการแสดงผลด้านกราฟิกจะเกิดการหน่วงเวลาเพียงเล็กน้อยแต่ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อเป้าหมายการทำงานโดยรวม ซึ่งสามารถแก้ไขด้วยการเพิ่มความสามารถของคอมพิวเตอร์ได้

5.3 การประเมินประสิทธิภาพของถังขยะสะสมคะแนนทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และฮาร์ดแวร์จากผู้ทรงคุณวุฒิ 5 ท่าน พบว่าทางด้านฮาร์ดแวร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.51 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านฮาร์ดแวร์มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.43 อยู่ในระดับมาก และด้านการใช้งานโดยรวมมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.49 อยู่ในระดับมาก ส่วนค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.48 อยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาการประเมินด้านการใช้งานพบว่าความพึงพอใจประเด็นความเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.60 อยู่ในระดับมากที่สุด ดังนั้นนวัตกรรมที่สร้างขึ้นสามารถนำไปทดลองใช้งานจริงกับโรงเรียนเป้าหมายได้ การจัดสร้างต้นแบบถังขยะสะสมคะแนนในส่วนของวัสดุจัดทำโครงสร้างและชุดควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ใช้งบประมาณในการจัดทำ 2,200 บาท โดยไม่รวมชุดคอมพิวเตอร์สำหรับแสดงผล ส่วนข้อเสนอแนะต่าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยจะได้นำไปปรับปรุงและพัฒนานวัตกรรมต่อไป

6. ข้อเสนอแนะ

6.1 ควรศึกษาปัญหาและการวิเคราะห์ความต้องการ กับหน่วยงานอื่น ๆ เพื่อพัฒนานวัตกรรมที่สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง

6.2 ควรออกแบบเซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจสอบและแยกแยะขยะขวดพลาสติกเพื่อพัฒนานวัตกรรมให้สามารถแยกขยะได้อย่างอัตโนมัติ เช่น การใช้เซ็นเซอร์ในการตรวจจับภาพ เป็นต้นและให้ซอฟต์แวร์ลดคะแนนสะสมได้หากมีการทิ้งขยะผิดประเภท และควรมีการแจ้งเตือนเมื่อมีขยะขวดพลาสติกเต็มถังขยะ

6.3 ควรนำนวัตกรรมที่พัฒนาขึ้นไปทดลองใช้งานจริงกับโรงเรียนเป้าหมาย

เอกสารอ้างอิง

- [1] มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (ม.ส.ท.), Thailand Environment Institute, 2563, [ออนไลน์], แหล่งที่มา : http://www.tei.or.th/th/blog_detail.php?blog_id=51 [25 สิงหาคม 2563].
- [2] จันทนา มังคละ, นวัตกรรมจัดการจัดการขยะมูลฝอย กรณีศึกษา : โครงการ แยก แลก ยืมบริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน), โครงการรัฐประศาสนศาสตร์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2560, หน้า 55.
- [3] สุภัคชัย บดีการ, การศึกษาแนวทางในการจัดการขยะมูลฝอย ของเทศบาลตำบลนาแหร อำเภอนบพิตำ จังหวัดนครศรีธรรมราช วิทยานิพนธ์ พุทธศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย, นครศรีธรรมราช, 2561, หน้า 85.
- [4] อานนท์ เนตรยง และจิตติมา นริศเนตร, ถึงขยะอัจฉริยะ, การประชุมวิชาการสำหรับนักศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 2, 2562, หน้า 174-184.
- [5] ธนกิตต์ สาขาคี, บัณฑิต โท และสรายุทธ หล้าวิไลย์, ตู้รับซื้อขยะรีไซเคิลและแอปพลิเคชันเพื่อรับแต้ม, 2562, [ออนไลน์], แหล่งที่มา <https://www.sdperspectives.com/next-gen/mu-smart-bin-app/> [26 สิงหาคม 2563].
- [6] ทิพานัน พงษ์สุวรรณ, อนุพงษ์ ติตะ และ ภาณุวัตร อุทัยบาล, พัฒนาระบบติดตามถึงขยะอัจฉริยะ, PULINET Journal, ปีที่ 6, พ.ศ.2562, หน้า 41- 50.
- [7] จีราวุธ วารินทร์, .Excel VBA ฉบับสมบูรณ์, บริษัท รีโวว่า จำกัด. พ.ศ.2559.
- [8] ดุสิต กอปรรักชาติ, Advanced Excel ฉบับเขียนโปรแกรมด้วย Macro & VBA, สำนักพิมพ์โปรวิชั่นจำกัด, 2556.
- [9] ธวัช ทะเพชร และ ผศ.ดร.กนกอร บุญมี, กลยุทธ์การจัดการขยะโดยการมีส่วนร่วมของผู้สูงอายุในจังหวัด, 2560.
- [10] ขอนแก่น, วารสารสถาบันวิจัยพัฒนธรรม มหาวิทยาลัยมหาจุฬาลงกรณราชวิทยาลัย วิทยาเขตขอนแก่น, ปีที่ 4, หน้า 201-212.