EasyChair Preprint

№ 3077

Analysis of Carbon Dioxide and Oxygen Gas Impacts on Fire

Ekkapol Anusurain, Choosak Kamonkhantithorn and Winai Methavithit

EasyChair preprints are intended for rapid dissemination of research results and are integrated with the rest of EasyChair.

March 31, 2020

การวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนที่มีต่อการเกิดอัคคีภัย
Analysis of Carbon Dioxide and Oxygen Gas Impacts on Fire

เอกพล อนุสุเรนทร์[1] ชูศักยฐ์ กมลขันติธร[2] และวินัย เมธาวิทิต[3]
Ekkapol Anusurain[1], Choosak Kamonkhantithorn[2], and Winai Methavithit[3]

[1,2,3] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ จังหวัดกรุงเทพมหานคร
[1,2,3] Department of Electrical and Telecommunications Engineering, Rajamangala University of Technology Krungthep, Bangkok, Bangkok
*Corresponding author: Ekkapol Anusurain, e-mail address: ekkapol.a@mail.rmutk.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนที่มีต่อการเกิดอัคคีภัย โดยทำการทดลองจากห้องจำลองปิดที่ติดตั้งโมดูลเซ็นเซอร์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และโมดูลเซ็นเซอร์ก๊าซออกซิเจนพร้อมระบบจัดเก็บข้อมูลสำหรับกรณีศึกษาต่าง ๆ เช่น การเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของกระดาษ ไม้ ผ้า และพลาสติก ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลของวัสดุที่เป็นสาเหตุของการเกิดอัคคีภัย โดยพิจารณาระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และระดับก๊าซออกซิเจนจะได้ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างก๊าซทั้งสองชนิด โดยองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปใช้พัฒนาต่อยอดเพื่อการป้องกันเหตุอัคคีภัยด้วยการแจ้งเตือนเหตุอัคคีภัยจากการตรวจจับระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจน

คำสำคัญ: ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ก๊าซออกซิเจน, อัคคีภัย

Abstract

This research article presents the analysis on the effect of the amount of carbon dioxide and oxygen gas on fire. The experiment is conducted with the simulation room installed with carbon dioxide sensor module and oxygen gas sensor module with data storage system. It is for various case studies such as fire from burning of paper, wood, fabric, and plastic. which from the analysis of the material that causes fire. Another crucial factor is to consider the level of carbon dioxide and the level of oxygen in order to get the relationship between the two gases ratio. The knowledge gained from the research can be used to further develop for fire prevention warning of the fire from carbon dioxide level and oxygen level detection.

Keywords: carbon dioxide, oxygen, fire

1. บทนำ

อัคคีภัย [1] เกิดจากหลายสาเหตุด้วยกัน และที่ผ่านมาก็พบว่าสาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากความประมาท และมองข้ามสิ่งเล็ก ๆ น้อย ๆ เช่น ประมาทในการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้า การใช้เชื้อเพลิงทั้งน้ำมัน และแก๊ส หรือโดยเหตุจากธรรมชาติล้วนแต่สามารถป้องกันได้ทั้งสิ้น บ่อยครั้งที่สาเหตุเพลิงไหม้ที่สร้างความสูญเสียใหญ่หลวงเกิดจากสิ่งเล็ก ๆ น้อย ๆ อย่างการเผาขยะและหญ้าแห้ง ดังนั้นจึงไม่ควรมองข้าม ไม่ควรเผาขยะในที่ที่มีลมแรง และต้องคอยดูแลอย่างใกล้ชิด ไฟฟ้าลัดวงจรเป็นสาเหตุอันดับต้น ๆ ของเพลิงไหม้ เนื่องจากสภาพการใช้งานนาน ขาดการดูแลบำรุงรักษา ทำให้เกิดไฟฟ้าลัดจงจร โดยสาเหตุการเกิดเพลิงไหม้ เมื่อพิจารณาสามเหลี่ยมของไฟ (Fire Triangle) จะต้องมีองค์ประกอบ 4 อย่างเพื่อทำให้เกิดไฟกล่าวคือ 1. เชื้อเพลิง (Fuel) คือ สิ่งที่ติดไฟและลุกไหม้ได้ 2. ความร้อน (Heat) คือ ความร้อนที่เหมาะสมและเพียงพอ สามารถทำอุณหภูมิสูงจนทำให้สารเชื้อเพลิงจุดติดไฟ เช่น สะเก็ดไฟ ลูกไฟจากการเชื่อม เครื่องจักรร้อน ไฟฟ้าช็อต เปลวไฟ บุหรี่ ฟ้าผ่า เป็นต้น 3. อากาศ (Oxygen) ในบรรยากาศทั่วไปมีออกซิเจน ประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ อยู่แล้ว ซึ่งสามารถช่วยติดไฟได้ 4. ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) หรือการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง คือ กระบวนการเผาไหม้ที่เริ่มตั้งแต่เชื้อเพลิงได้รับความร้อนจนติดไฟ

ดังนั้นบทความวิจัยนี้จึงนำเสนอการทดลองพร้อมกรณีศึกษาการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของกระดาษ ไม้ ผ้า และพลาสติก เพื่อการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจนที่มีต่อการเกิดอัคคีภัย โดยจัดสร้างห้องจำลองปิด

และออกแบบจัดสร้างอุปกรณ์วัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเซ็นเซอร์ SenseAir รุ่น S8 และระดับก๊าซออกซิเจนด้วยเซ็นเซอร์ ME2-O2 ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลของวัสดุที่เป็นสาเหตุของการเกิดอัคคีภัย โดยพิจารณาระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และระดับก๊าซออกซิเจนจะได้ความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างก๊าซทั้งสองชนิด โดยองค์ความรู้ที่ได้จากการวิจัยสามารถนำไปใช้พัฒนาต่อยอดเพื่อการป้องกันเหตุอัคคีภัย ด้วยการแจ้งเตือนเหตุอัคคีภัยจากการตรวจจับระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจน ซึ่งก่อนเริ่มดำเนินการวิจัย ผู้วิจัยได้ค้นคว้างานวิจัย และบทความวิจัยหลากหลายที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ โดย Won-Ho Kim, Seung-Kyeom Kim, and others [2] นำเสนอระบบการเตือนเพลิงไหม้ โดยอาศัยขั้นตอนวิธี (Algorithm) การตรวจจับเปลวไฟด้วยการวัดค่าความส่องสว่างของบล็อกเปลวไฟของภาพอินฟราเรด และจะกำหนดการเกิดเปลวไฟตามปริมาณการเปลี่ยนแปลงของความส่องสว่าง ความส่องสว่างแปรผันตามพื้นที่เปลวไฟ หากพื้นที่เปลวไฟมากความส่องสว่างก็จะมากในทางตรงกันข้ามหากพื้นที่เปลวไฟน้อยค่าความส่องสว่างก็จะน้อย ซึ่งจากการทดสอบระบบการเตือนเพลิงไหม้ โดยอาศัยขั้นตอนวิธีการตรวจจับเปลวไฟจากภาพอินฟราเรดมีความถูกต้องอยู่ที่ 85.7 เปอร์เซ็นต์ Ryo Takeuchi, Kouki Yamaguchi, and others [3] นำเสนอการปรับปรุงระบบดับเพลิงเพื่อตรวจจับการเกิดไฟไหม้โดยระบบดังกล่าวสามารถทำการดับเพลิงได้โดยอัตโนมัติในบ้านที่ติดตั้งเครื่องดับเพลิง คุณสมบัติของระบบสามารถใช้เครื่องดับเพลิงได้โดยใช้รีโมทคอนโทรลผ่านทางเว็บเบราเซอร์ นอกจากนี้การประมวลผลภาพของกล้องอินฟราเรดจะใช้ OpenCV เป็นผลให้ตรวจพบไฟโดยอัตโนมัติและส่งการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้และในการศึกษานี้ยังได้ปรับปรุงระบบเพื่อให้สามารถตรวจจับเพลิงไหม้ได้หลายประเภท Molla Shahadat, Hossain Lipu, and others [4] นำเสนอการออกแบบระบบตรวจจับควันแบบไร้สายและเครือข่าย เครือข่ายไร้สายสำหรับการแจ้งเตือนและการปิดเครื่องตรวจจับควันไฟทั้งหมดในเครือข่าย หากปิดเครื่องตรวจจับควันหนึ่งเครื่อง โมดูลฮาร์ดแวร์ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เซ็นเซอร์อุณหภูมิ เซ็นเซอร์ควันไฟ เซ็นเซอร์แบตเตอรี่ต่ำ เครื่องส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณ ส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ประกอบด้วยโปรแกรมและรหัสที่ใช้งานผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เครื่องตรวจจับควันสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและเป็นไปตามที่ได้มีการวางแผนและออกแบบไว้อย่างสมบูรณ์ โดยวัตถุประสงค์งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาการใช้งานโมดูลเซ็นเซอร์ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และโมดูลเซ็นเซอร์ก๊าซออกซิเจน การออกแบบและจัดสร้างห้องจำลองปิด สำหรับกรณีศึกษาต่าง ๆ และการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจนออกที่มีต่อการเกิดอัคคีภัย

2. วิธีการศึกษา

2.1 ทฤษฎีการเกิดไฟ [5]

การสันดาปหรือการเผาไหม้ คือ ปฏิกิริยาทางเคมีซึ่งเชื้อเพลิงรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศและปล่อยพลังงานความร้อนและแสงสว่าง สามเหลี่ยมของไฟ (Fire Triangle) ต้องมีองค์ประกอบ 4 อย่างเพื่อทำให้เกิดไฟขึ้น คือ 1) เชื้อเพลิง (Fuel) คือ วัตถุใด ๆ ก็ตามที่สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนได้อย่างรวดเร็วในการเผาไหม้ เช่น ก๊าซ ไม้ กระดาษ น้ำมัน โลหะ พลาสติก เป็นต้น เชื้อเพลิงที่อยู่ในสถานะก๊าซจะสามารถลุกไหม้ไฟได้ แต่เชื้อเพลิงที่อยู่ในสถานะของแข็งและของเหลวจะไม่สามารถลุกไหม้ไฟได้ ถ้าโมเลกุลที่ผิวของเชื้อเพลิงไม่อยู่ในสภาพที่เป็นก๊าซ การที่โมเลกุลของของแข็งหรือของเหลวนั้นจะสามารถแปรสภาพกลายเป็นก๊าซได้นั้นจะต้องอาศัยความร้อนที่แตกต่างกันตามชนิดของเชื้อเพลิงแต่ละชนิด 2) ออกซิเจน (Oxygen) อากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวนั้นมีก๊าซออกซิเจนเป็นองค์ประกอบ ประมาณ 21 เปอร์เซ็นต์ แต่การเผาไหม้แต่ละครั้งนั้นจะต้องการออกซิเจนประมาณ 16 เปอร์เซ็นต์ เท่านั้น ดังนั้นจะเห็นว่าเชื้อเพลิงทุกชนิดที่อยู่ในบรรยากาศรอบ ๆ ตัวนั้นจะถูกล้อมรอบด้วยออกซิเจน ซึ่งมีปริมาณเพียงพอสำหรับการเผาไหม้ยิ่งถ้าปริมาณออกซิเจนยิ่งมากเชื้อเพลิงก็ยิ่งติดไฟได้ดีขึ้น และเชื้อเพลิงบางประเภทจะมีออกซิเจนในตัวเองอย่างเพียงพอที่จะทำให้ตัวเองไหม้ได้โดยไม่ต้องใช้ออกซิเจนที่อยู่โดยรอบเลย 3) ความร้อน (Heat) คือ พลังงานที่ทำให้เชื้อเพลิงแต่ละชนิดเกิดการคายไอออกมา 4) ปฏิกิริยาลูกโซ่ (Chain Reaction) หรือการเผาไหม้อย่างต่อเนื่อง คือ กระบวนการเผาไหม้ที่เริ่มตั้งแต่เชื้อเพลิงได้รับความร้อนจนติดไฟเมื่อเกิดไฟขึ้น หมายถึง การเกิดปฏิกิริยา กล่าวคืออะตอมจะถูกเหวี่ยงออกจากโมเลกุลของเชื้อเพลิง กลายเป็นอนุมูลอิสระ และอนุมูลอิสระเหล่านี้จะกลับไปอยู่ที่ฐานของไฟอย่างรวดเร็วทำให้เกิดเปลวไฟ แหล่งกำเนิดอัคคีภัยเป็นสาเหตุของการจุดติดไฟมีสาเหตุและแหล่งกำเนิดแตกต่างกันไปอาทิเช่น อุปกรณ์ไฟฟ้า การสูบบุหรี่หรือ

การจุดไฟ ความเสียดทานขององค์ประกอบเครื่องจักร/เครื่องยนต์ วัตถุที่มีผิวร้อนจัด เช่น เหล็กที่ถูกเผา ท่อไอน้ำ การลุกไหม้ด้วยตัวเองซึ่งเกิดจากการสะสมของสารบางชนิด เช่น พวกขยะแห้ง ถ่านหิน จะก่อให้เกิดความร้อนขึ้นในตัวเองจนกระทั่งถึงจุดติดไฟ และจากสาเหตุอื่น ๆ

2.2 เซ็นเซอร์วัดระดับก๊าซออกซิเจน ME2-O2 [6]

ME2-O2 เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับก๊าซออกซิเจนแบบแอนะล็อก ซึ่งจะทำการวัดค่าความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนในอากาศ ซึ่งใช้พื้นฐานสำคัญของหลักการทางไฟฟ้าเคมี ซึ่งจะทำให้กระแสที่ไหลของอิเล็กโทรดที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีไฟฟ้าภายในเปลี่ยนไปเมื่อตรวจจับก๊าซได้ สามารถตรวจจับก๊าซออกซิเจนได้ในช่วง 0 เปอร์เซ็นต์ ถึง 25 เปอร์เซ็นต์ ให้เอาต์พุตเป็นกระแสไฟฟ้าในช่วง 0 – 140 ไมโครแอมแปร์

2.3 เซ็นเซอร์วัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ [7]

เซ็นเซอร์วัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ของบริษัท SenseAir รุ่น S8 สามารถวัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สูงถึง 10,000 พีพีเอ็ม สามารถติดต่อสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยการสื่อสารแบบ UART ใช้โปรโตคอลแบบ MODBUS ใช้เทคนิคการวัดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แบบ Non-dispersive Infrared (NDIR) สามารถทำการสอบเทียบความแม่นยำได้ด้วยตัวของมันเอง ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะถูกวัดค่าทุก ๆ 2 วินาที ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถที่จะอ่านค่าดังกล่าวผ่านทางขา Tx และ Rx โดยใช้โปรโตคอลแบบ MODBUS และเนื่องจากตัวตรวจจับภายในเซ็นเซอร์เมื่อใช้ไปเป็นระยะเวลานานจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานภายใน ทำให้การวัดค่ามีความผิดพลาด จึงต้องมีการชดเชยความผิดพลาดนี้ โดยภายในเซ็นเซอร์จะมีการทำ Automatic Baseline Correction ทุก 60 วันโดยอัตโนมัติ

2.4 ออกแบบและสร้างห้องจำลองปิด เพื่อการทดสอบและจัดเก็บผล

ออกแบบและสร้างห้องจำลองปิด พร้อมติดตั้งพัดลมระบายอากาศขนาด ยี่ห้อ PANASONIC รุ่น FV-20AUT3 ปริมาตรกระแสลม 9.7 m3/min สูงจากพื้น 202 เซนติเมตร และติดตั้งชุดตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และชุดตรวจจับก๊าซออกซิเจน สูงจากพื้น 100 เซนติเมตร และห่างจากตำแหน่งวางวัสดุ 120 เซนติเมตร

2.5 การกำหนดตัวแปร หัวข้อการทดลอง ชนิดวัสดุ และปริมาณ

(1) กำหนดตัวแปรเพื่อการวิเคราะห์ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจน โดย<u>ตัวแปรต้น</u>คือ ประเภทและปริมาณของวัสดุที่เป็นสาเหตุของเพลิงไหม้ อาทิ กระดาษ ไม้ ผ้า และพลาสติก <u>ตัวแปรตาม</u>คือ ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจน และ<u>ตัวแปรควบคุม</u>คือ ห้องปิดขนาดกว้าง 230 เซนติเมตร ยาว 270 เซนติเมตร สูง 265 เซนติเมตร

(2) กำหนดหัวข้อการทดลอง ชนิดวัสดุ และปริมาณ สำหรับการทดลองกรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของกระดาษ ไม้ ผ้า และพลาสติก ตาม Table 1

3. ผลการศึกษาและการวิจารณ์

3.3 ผลการทดลอง

ผลการทดลองกรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของกระดาษ ไม้ ผ้า และพลาสติก ตาม Table 1 สามารถอธิบายผลการวิจัยได้ดังนี้ จาก Figure 1 ถึง Figure 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และระดับก๊าซออกซิเจนในกรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของกระดาษ จำนวน 15 แผ่น 30 แผ่น และ 45 แผ่น ตามลำดับ ก่อนการเกิดอัคคีภัยมีระดับก๊าซออกซิเจนอยู่ระหว่าง 21.13 ถึง 21.53 เปอร์เซ็นต์ และระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ระหว่าง 446.67 ถึง 483.67 พีพีเอ็ม จาก Figure 4 ถึง Figure 6 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และระดับก๊าซออกซิเจนในกรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของไม้ จำนวน 30 ชิ้น 60 ชิ้น และ 90 ชิ้น ตามลำดับ ก่อนการเกิดอัคคีภัยมีระดับก๊าซอ อกซิเจนอยู่ระหว่าง 21.33 ถึง 21.43 เปอร์เซ็นต์ และระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ระหว่าง 459.00 ถึง 475.67 พีพีเอ็ม จาก Figure 7 ถึง Figure 9 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และระดับก๊าซออกซิเจนในกรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของผ้า จำนวน 30 กรัม 60 กรัม และ 90 กรัม ตามลำดับ ก่อนการเกิดอัคคีภัยมีระดับก๊าซออกซิเจนอยู่ระหว่าง 21.43 ถึง 21.57

เปอร์เซ็นต์ และระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ระหว่าง 463.67 ถึง 488.33 พีพีเอ็ม และจาก Figure 10 ถึง Figure 12 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และระดับก๊าซออกซิเจนในกรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของพลาสติก จำนวน 30 กรัม 60 กรัม และ 90 กรัม ตามลำดับ ก่อนการเกิดอัคคีภัยมีระดับก๊าซออกซิเจนอยู่ระหว่าง 21.17 ถึง 21.47 เปอร์เซ็นต์ และระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ระหว่าง 534.67 ถึง 586.00 พีพีเอ็ม

หลังจากนั้นเมื่อเริ่มเกิดการลุกไหม้ขึ้น ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และระดับก๊าซออกซิเจนจะยังคงที่ แสดงว่าเกิดจากการลุกไหม้ขึ้นอย่างช้า ๆ และควันที่ก่อตัวขึ้นจะลอยสะสมขึ้นสู่ด้านบนประกอบกับปริมาตรของห้องทดสอบ จึงทำให้ชุดตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนที่ติดตั้งสูงจากพื้น 100 เซนติเมตร และห่างจากตำแหน่งอัคคีภัย 120 เซนติเมตร จะยังไม่

Table 1 Experimental topic, material type and quantity for the experiment in the event of a fire from Ignition of paper, wood, fabric and plastic

Topic	Experimental In case of a fire, from	Material quantity		
		No. 1	No. 2	No. 3
1	Paper	15 sheets	30 sheets	45 sheets
2	Wood	30 pieces	60 pieces	90 pieces
3	Fabric	30 grams	60 grams	90 grams
4	Plastic	30 grams	60 grams	90 grams

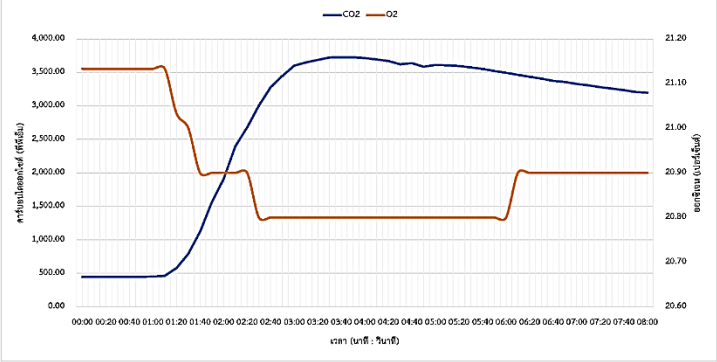

Figure 1 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 15 sheets of paper

Figure 2 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 30 sheets of paper

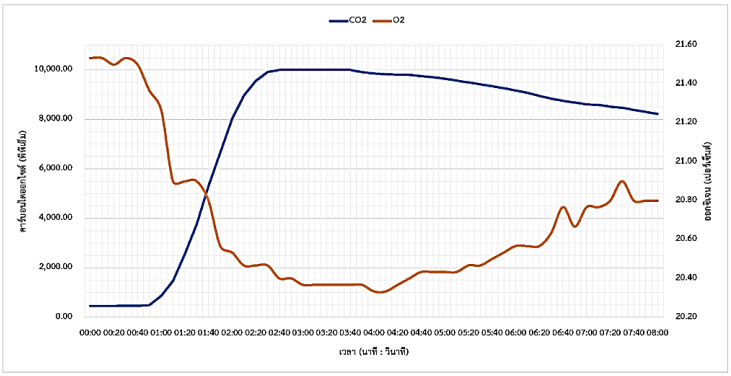

Figure 3 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 45 sheets of paper

เกิดการเปลี่ยนแปลง หลังจากนั้นระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในขณะเดียวกันระดับก๊าซออกซิเจนจะลดลงอย่างรวดเร็วเช่นกัน แสดงว่ามีอัคคีภัยเกิดขึ้นตามทฤษฎีการเกิดไฟ [7] โดยระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มสูงขึ้นระหว่าง 462.00 ถึง 10,000.00 พีพีเอ็ม ขณะเดียวกันระดับก๊าซออกซิเจนจะลดต่ำลงระหว่าง 21.50 ถึง 20.33 เปอร์เซ็นต์ กรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของกระดาษ ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มสูงขึ้นระหว่าง 478.33 ถึง 8,084.33 พีพีเอ็ม ขณะเดียวกันระดับก๊าซออกซิเจนจะลดต่ำลงระหว่าง 21.43 ถึง 20.53 เปอร์เซ็นต์ กรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของไม้ ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มสูงขึ้นระหว่าง 490.67 ถึง 4,045.33 พีพีเอ็ม ขณะเดียวกันระดับก๊าซออกซิเจนจะลดต่ำลงระหว่าง 21.47 ถึง 21.30 เปอร์เซ็นต์ กรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของผ้า และระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มสูงขึ้นระหว่าง 557.00 ถึง 4,310.67 พีพีเอ็ม ขณะเดียวกันระดับก๊าซออกซิเจนจะลดต่ำลงระหว่าง 21.47 ถึง 20.80 เปอร์เซ็นต์ กรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของพลาสติก เมื่ออัคคีภัยหรือการลุกไหม้ผ่านพ้นไประดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะค่อย ๆ ลดลงอย่างช้า ๆ ในขณะเดียวกันระดับก๊าซออกซิเจนจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ เช่นกัน แสดงว่าการลุกไหม้ที่เกิดขึ้นค่อย ๆ มอดดับลง

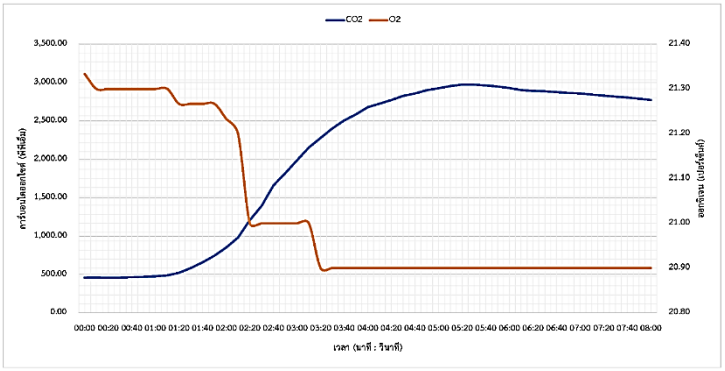

Figure 4 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 30 pieces of wood

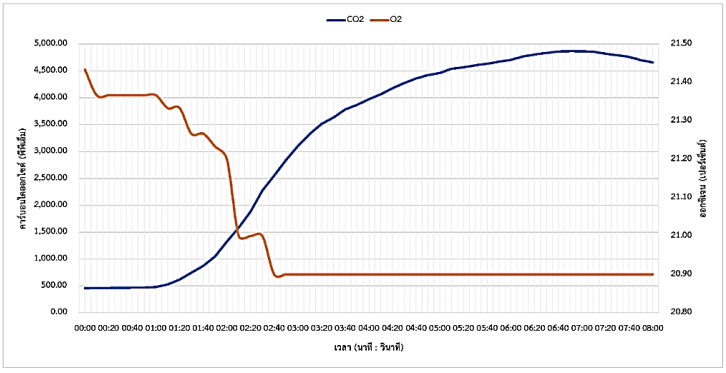

Figure 5 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 60 pieces of wood

Figure 6 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 90 pieces of wood

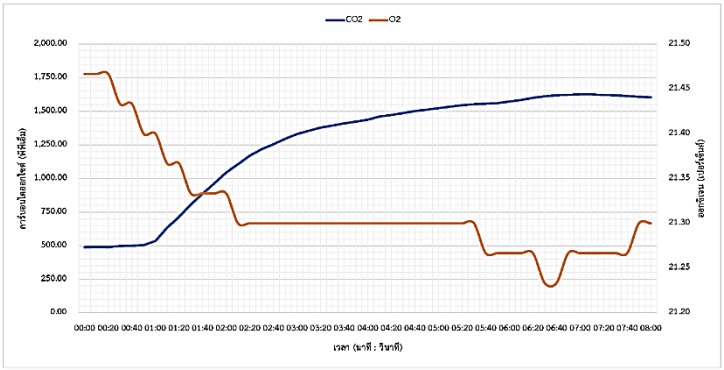

Figure 7 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 30 grams of fabric

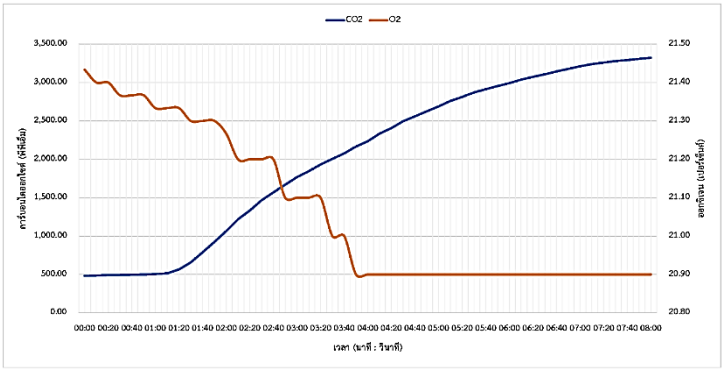

Figure 8 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 60 grams of fabric

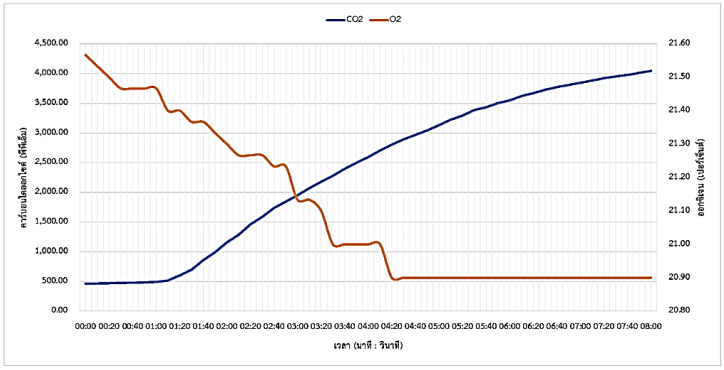

Figure 9 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 90 grams of fabric

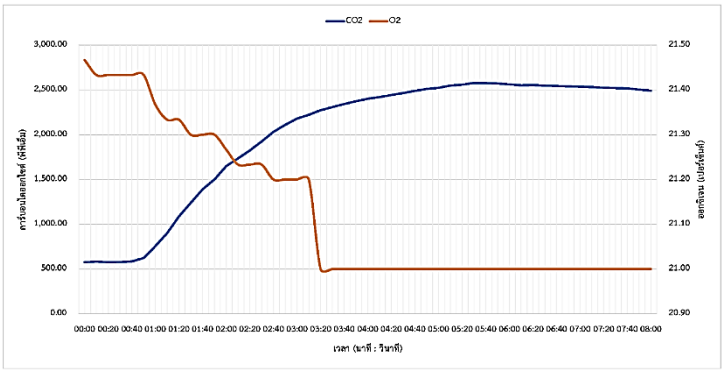

Figure 10 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 30 grams of plastic

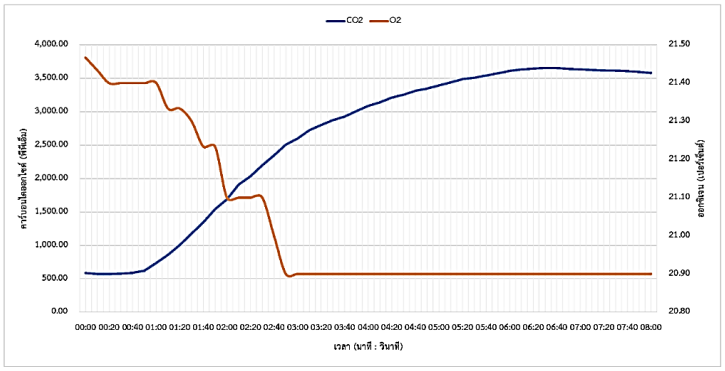

Figure 11 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 60 grams of plastic

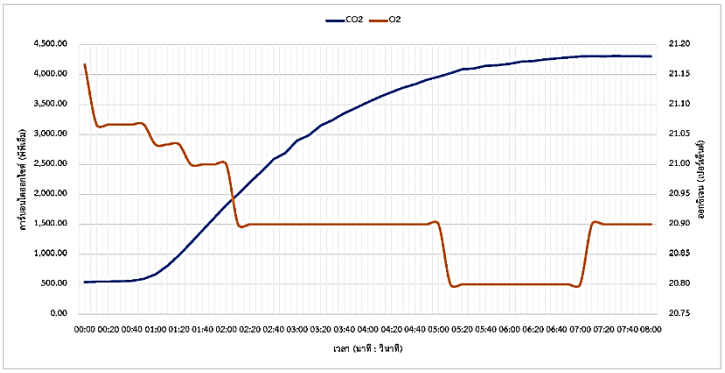

Figure 12 The relationship between carbon dioxide and oxygen gas In case of 90 grams of plastic

4. สรุป

จากผลการวิจัยได้ความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจนในกรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของกระดาษ ไม้ ผ้า และพลาสติกแบ่งออกเป็นสามระยะดังนี้ ระยะที่ 1 เริ่มเกิดการลุกไหม้ กรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของกระดาษ และไม้ ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจนจะคงที่ สาเหตุจากกระดาษ และไม้ ใช้ระดับก๊าซออกซิเจนเพื่อให้เกิดการลุกไหม้ไม่มาก ทำให้เกิดจากการลุกไหม้เป็นไปอย่างช้า ๆ และควันค่อย ๆ ก่อตัวขึ้นลอยสะสมขึ้นสู่ด้านบน ประกอบกับปริมาตรของห้องทดสอบ จึงทำให้ชุดตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนที่ติดตั้งสูงจากพื้น 100 เซนติเมตร และห่างจากตำแหน่งอัคคีภัย 120 เซนติเมตร จึงยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจน แต่กรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของผ้า และพลาสติก ระดับก๊าซออกซิเจนจะลดลงทันที สาเหตุจากผ้า และพลาสติกใช้ระดับก๊าซออกซิเจนเพื่อให้เกิดการลุกไหม้ทันที ทำให้เกิดจากการลุกไหม้ขึ้นอย่างรวดเร็ว และควันค่อย ๆ ก่อตัวขึ้นลอยสะสมขึ้นสู่ด้านบนประกอบกับปริมาตรของห้องทดสอบ จึงทำให้ชุดตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และออกซิเจนที่ติดตั้งสูงจากพื้น 100

เซนติเมตร และห่างจากตำแหน่งอัคคีภัย 120 เซนติเมตร จึงยังไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ระยะที่ 2 เกิดอัคคีภัย กรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของกระดาษ ไม้ และพลาสติก ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ความชันเป็นบวกมาก) และ และก๊าซออกซิเจนจะลดลงอย่างรวดเร็ว (ความชันเป็นลบมาก) ในลักษณะที่เป็นเชิงเส้น แต่กรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของผ้า ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ความชันเป็นบวกน้อย) และก๊าซออกซิเจนจะลดลงอย่างรวดเร็ว (ความชันเป็นลบน้อย) ในลักษณะที่เป็นเชิงเส้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจนในลักษณะนี้เป็นไปตามทฤษฎีการเกิดไฟกล่าวคือ การเกิดอัคคีภัยต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ เชื้อเพลิง ออกซิเจน ความร้อน และปฏิกิริยาลูกโซ่ และระยะที่ 3 หลังอัคคีภัย กรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของกระดาษ ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดลง และระดับก๊าซออกซิเจนจะเพิ่มสูงขึ้นหลังจากการลุกไหม้ยุติลง กรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของไม้ ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดลง แต่ระดับก๊าซออกซิเจนจะคงที่ไประยะหนึ่งหลังจากการลุกไหม้ยุติลง จากนั้นระดับก๊าซออกซิเจนจะกลับเข้าสู่ระดับปกติอย่างช้า ๆ เนื่องจากห้องทดสอบเป็นระบบปิด กรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของผ้า และพลาสติก ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะลดลงอย่างช้า ๆ แต่ระดับก๊าซออกซิเจนจะคงที่ไประยะหนึ่งหลังจากการลุกไหม้ยุติลง จากนั้นระดับก๊าซออกซิเจนจะกลับเข้าสู่ระดับปกติอย่างช้า ๆ เนื่องจากห้องทดสอบเป็นระบบปิด ผลการวิจัยสรุปได้ว่า จากความสัมพันธ์ระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และก๊าซออกซิเจนสำหรับกรณีการเกิดอัคคีภัยจากการลุกไหม้ของกระดาษ ไม้ ผ้า และพลาสติก ในระยะที่ 2 เกิดอัคคีภัย สามารถนำผลการวิจัยไปพยากรณ์การเกิดอัคคีภัยได้โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และระดับก๊าซออกซิเจน ดังที่กล่าวข้างต้น

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงได้ ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพที่ได้อนุมัติทุนอุดหนุนวิจัยงบประมาณเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2562 นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ให้โอกาสและสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้ รวมทั้งผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องในการทำวิจัยครั้งนี้ทุกท่านที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ และสนับสนุน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าผลการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์แก่บุคลากรทางการศึกษาและผู้สนใจทั่วไป ตลอดจนจะเป็นประโยชน์ในการสร้างองค์ความรู้ต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] tester_seohan. 2559. สาเหตุการเกิดเพลิงไหม้ และวิธีป้องกันเหตุการณ์ไฟไหม้. เข้าถึงได้จาก : เว็บไซต์ http://www.seohan.co.th/2016/12/08/สาเหตุการเกิดเพลิงไหม้-และวิธีป้องกัน-เหตุการณ์ไฟไหม้-seohan/ (12 กรกฎาคม 2561).

[2] Won-Ho Kim, Seung-Kyeom Kim, Jong-Ho Lee and Chang-Ho Hyun. 2011. A Fire Alarm Vision System Based on IR Image Processing. IEEE Journals & Magazines. vol. 2, no. 6 (November-December) : 291-293.

[3] Ryo Takeuchi, Kouki Yamaguchi, and Hayato Takahashi. 2016. Improvement of Full Automatic Fire Extinguish System for Residential Use. IEEE Journals & Magazines. vol. 4, no. 3 (May-June) : 93-98.

[4] Molla Shahadat, Hossain Lipu, and Tahia Fahrin Karim. 2010. Wireless security control system & sensor network for smoke & fire detection. IEEE Journals & Magazines. vol. 3, no. 4 (July-August) : 153-157.

[5] สถานีดับเพลิงสามเสน. 2559. ประเภทของไฟตามมาตรฐาน NFPA 10. เข้าถึงได้จาก : เว็บไซต์ http://www.samsenfire.com/article/83-fire-calss.html (12 กรกฎาคม 2561).

[6] Fujikura. 2560. Oxygen Sensor Module. เข้าถึงได้จาก : เว็บไซต์ http://www.fujikura.co.jp/eng/products/electronics/sensors/03/2050143_12788.html (21 สิงหาคม 2561).

[7] ArdunoAll. 2560. MG-811 Carbon Dioxide Co2 Sensor Module. เข้าถึงได้จาก : เว็บไซต์ https://www.arduinoall.com/product/1699/mg-811-carbon-dioxide-co2-sensor-module-เซ็นเซอร์วัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์-co2 (21 สิงหาคม 2561).