

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โครงการวิจัยเรื่อง การบูรณาการเทคโนโลยีสารสนเทศด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งเพื่อแสดงปริมาณความหนาแน่นของหมอกควันที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากร กรณีศึกษาพื้นที่เทศบาลเมืองแกนพัฒนา จังหวัดเชียงใหม่ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างสารสนเทศด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง เพื่อแสดงปริมาณความหนาแน่นของหมอกควันที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชากร โดยกระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนในชุมชนเทศบาลเมืองแกนพัฒนา เป็นต้นแบบในการดำเนินการวิจัย โดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นเทคนิคหลักในการดำเนินการวิจัย ในส่วนของบทที่ 2 เป็นการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเนื้อหาในบทนี้ประกอบด้วย แนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมการวิเคราะห์และออกแบบระบบ สถิติสำหรับการวิจัย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 ปัญหาหมอกควันและฝุ่นละอองในเขตพื้นที่ภาคเหนือ

ปัญหาหมอกควันและฝุ่นละอองในเขตพื้นที่ภาคเหนือเป็นปัญหาระดับชาติ เนื่องจากปัญหาดังกล่าวส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม สังคม เศรษฐกิจ การท่องเที่ยว และที่สำคัญคือส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน หมอกควันและฝุ่นละอองเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำทุกปี ในช่วงปลายฤดูหนาวเข้าสู่ฤดูร้อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน 8 จังหวัดภาคเหนือของประเทศไทย ประกอบด้วย เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง แม่ฮ่องสอน เชียงราย พะเยา แพร่ และ น่าน ต้องเผชิญกับปัญหาหมอกควันและมลพิษในอากาศที่สูงมากกว่าปกติ ซึ่งโดยปกติแล้วหมอกควันและฝุ่นละอองจะลอยขึ้นไปในอากาศได้สูงประมาณ 3-5 กิโลเมตร แต่เนื่องจากสภาพทางภูมิศาสตร์ทางภาคเหนือส่วนใหญ่ มีภูเขาสูงชัน และพื้นที่ชุมชนมักตั้งอยู่ในที่ราบลุ่มแม่น้ำซึ่งมีภูเขาล้อมรอบ เป็นลักษณะแอ่งกระทะ ทำให้หมอกควันไม่สามารถกระจายตัวและสลายออกไปได้เองตามธรรมชาติ

ซึ่งหมอกควันและฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็นปัญหามลพิษทางอากาศและเมื่อสะสมในปริมาณที่มากพอจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเฉพาะบุคคลในกลุ่มเสี่ยงต่างๆ เช่น เด็กเล็ก ผู้สูงอายุ หญิงตั้งครรภ์ ผู้ป่วยโรคเรื้อรัง โรคหัวใจ โรคหลอดเลือดสมอง โรคปอด หอบหืด โรคมุมแพทย์และผู้ที่ต้องทำงานกลางแจ้งทำให้เกิดโรคในหลายระบบตามมา ได้แก่ โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด โรคระบบทางเดินหายใจ โรคตาอักเสบ และโรคผิวหนังอักเสบ หมอกควันและฝุ่นละอองที่ลอยฟุ้งอยู่ในอากาศนั้น อาจอยู่ในสภาพ

ของเหลวหรือของแข็งขนาดเล็กที่กระจายอยู่ในอากาศ โดยประกอบด้วยอนุภาคต่างๆ เช่น เชื้อโรค ฝุ่น ละออง จนทำให้เรามองเห็นในภาพกว้างเป็นลักษณะหมอกหรือควัน อันตรายจากการสูดดมอนุภาค เหล่านี้ขึ้นอยู่กับขนาด ปริมาณ คุณสมบัติทางเคมี และความเป็นพิษของอนุภาคนั้นๆ

สาเหตุของการหมอกควันนั้นส่วนหนึ่งมาจากการเผาไหม้ทุกชนิด อาทิ การเผาในพื้นที่เกษตร การเผาวัชพืชริมทางและการเผาป่า ซึ่งก่อให้เกิดเถ้า เหม่าควัน ระบายออกสู่อากาศรวมทั้งการเกิดจาก ปรากฏการณ์ธรรมชาติ เช่นการระเบิดของภูเขาไฟ การเกิดพายุทะเลทราย เป็นต้น โดยการป้องกันและ การดูแลตนเองเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากหมอกควันและฝุ่นละอองในอากาศคือ หนึ่ง หลีกเลี่ยงการอยู่ ในสถานที่ที่มีหมอกควันหรือฝุ่นละอองแต่ถ้ามีความจำเป็นต้องอยู่ในสถานที่ที่มีหมอกควันหรือฝุ่นละออง ควรใช้หน้ากากอนามัยชนิดกรอง 3 ชั้นปิดปากและจมูก ควรเปลี่ยนหน้ากากอนามัยทุกวัน และถ้าเป็นไปได้ควรใช้แบบครั้งเดียวทิ้ง เพื่อสุขภาพที่ดี หากจำเป็นต้องอยู่ในสถานที่ที่มีฝุ่นละอองติดต่อกันยาวนาน เช่น เกินกว่าสัปดาห์ หรือเดือน ควรเตรียมความพร้อมด้านการกรองอากาศในที่อยู่อาศัย เช่น ติดระบบ กรองอากาศในบ้าน ซึ่งจะช่วยลดผลกระทบของฝุ่นต่อร่างกายได้ โดยเลือกใช้ระบบกรองอากาศที่ เหมาะสม และสามารถถอดล้างได้ ส่วนในระยะยาว สำหรับบริเวณพื้นที่ว่างเปล่า ควรปลูกพืชคลุมหน้า ดินไว้ เพื่อลดโอกาสที่ฝุ่นละอองจะลอยฟุ้งขึ้นมาในอากาศได้

## 2.2 ดัชนีคุณภาพอากาศ(Air Quality Index : AQI)

ดัชนีคุณภาพอากาศ(Air Quality Index : AQI) เป็นการรายงานข้อมูลคุณภาพอากาศใน รูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของประชาชนทั่วไป เพื่อเผยแพร่ประชาสัมพันธ์ให้สาธารณชนได้รับ ทราบถึงสถานการณ์มลพิษทางอากาศในแต่ละพื้นที่ว่าอยู่ในระดับใด มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย หรือไม่ ดัชนีคุณภาพอากาศ 1 ค่า ใช้เป็นตัวแทนค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศ 6 ชนิด ได้แก่

2.2.1 ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 2.5 ไมครอน (PM2.5) เป็นฝุ่นที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง ไม่เกิน 2.5 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้ทั้งจากยานพาหนะ การเผาวัสดุการเกษตร ไฟป่า และ กระบวนการอุตสาหกรรม สามารถเข้าไปถึงถุงลมในปอดได้ เป็นผลทำให้เกิดโรคในระบบทางเดิน หายใจ และโรคปอดต่างๆ หากได้รับในปริมาณมากหรือเป็นเวลานานจะสะสมในเนื้อเยื่อปอด ทำให้ การทำงานของปอดเสื่อมประสิทธิภาพลง ทำให้หลอดลมอักเสบ มีอาการหอบหืด

2.2.2 ฝุ่นละอองขนาดเล็กไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) เป็นฝุ่นที่มีขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางไม่เกิน 10 ไมครอน เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง การเผาในที่โล่ง กระบวนการ

อุตสาหกรรม การบด การโม่ หรือการทำให้เป็นผงจากการก่อสร้าง ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ เนื่องจากเมื่อหายใจเข้าไปสามารถเข้าไปสะสมในระบบทางเดินหายใจ

2.2.3 ก๊าซโอโซน (O<sub>3</sub>) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีหรือมีสีฟ้าอ่อน มีกลิ่นฉุน ละลายน้ำได้เล็กน้อย เกิดขึ้นได้ทั้งในระดับบรรยากาศชั้นที่สูงจากผิวโลก และระดับชั้นบรรยากาศผิวโลกที่ใกล้พื้นดิน ก๊าซโอโซนที่เป็นสารมลพิษทางอากาศคือก๊าซโอโซนในชั้นบรรยากาศผิวโลก เกิดจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน และสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่าย โดยมีแสงแดดเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา มีผลกระทบต่อสุขภาพ โดยก่อให้เกิดการระคายเคืองตาและระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจและเยื่อต่างๆ ความสามารถในการทำงานของปอดลดลง เหนื่อยเร็ว โดยเฉพาะในเด็ก คนชรา และคนที่เป็นโรคปอดเรื้อรัง

2.2.4 ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี กลิ่น และรส เกิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงที่มีคาร์บอนเป็นองค์ประกอบ ก๊าซนี้สามารถสะสมอยู่ในร่างกายได้โดยจะไปรวมตัวกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าออกซิเจนประมาณ 200-250 เท่า เมื่อหายใจเข้าไปทำให้ก๊าซชนิดนี้จะไปแย่งจับกับฮีโมโกลบินในเลือด เกิดเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (CoHb) ทำให้การลำเลียงออกซิเจนไปสู่เซลล์ต่างๆ ของร่างกายลดน้อยลง ส่งผลให้ร่างกายเกิดอาการอ่อนเพลีย และหัวใจทำงานหนักขึ้น

2.2.5 ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO<sub>2</sub>) เป็นก๊าซที่ไม่มีสีและกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย มีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ หรือเกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงต่างๆ อุตสาหกรรมบางชนิด เป็นต้น ก๊าซนี้มีผลต่อระบบการมองเห็นและผู้ที่มีการหอบหืดหรือโรคเกี่ยวกับทางเดินหายใจ

2.2.6 ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO<sub>2</sub>) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี หรืออาจมีสีเหลืองอ่อนๆ มีรสและกลิ่นที่ระดับความเข้มข้นสูง เกิดจากธรรมชาติและจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มีกำมะถัน (ซัลเฟอร์) เป็นส่วนประกอบ สามารถละลายน้ำได้ดี สามารถรวมตัวกับสารมลพิษอื่นแล้วก่อตัวเป็นอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กได้ ก๊าซนี้มีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อตา ผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจ หากได้รับเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้เป็นโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังได้

ดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทยแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ ตั้งแต่ 0 ถึง 201 ขึ้นไป ซึ่งแต่ละระดับจะใช้สีเป็นสัญลักษณ์เปรียบเทียบกับระดับของผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย โดยดัชนีคุณภาพอากาศ 100 จะมีค่าเทียบเท่ามาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป หากดัชนีคุณภาพอากาศมีค่าสูงเกินกว่า 100 แสดงว่าค่าความเข้มข้นของมลพิษทางอากาศมีค่าเกินมาตรฐานและคุณภาพอากาศในวันนั้นจะเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

ตารางที่ 2.1 เกณฑ์ของดัชนีคุณภาพอากาศของประเทศไทย

AQI	ความหมาย	สีที่ใช้	ข้อความแจ้งเตือน
0 - 25	คุณภาพอากาศดีมาก	ฟ้า	คุณภาพอากาศดีมาก เหมาะสำหรับกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยว
26 - 50	คุณภาพอากาศดี	เขียว	คุณภาพอากาศดี สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งและการท่องเที่ยวได้ตามปกติ
51 - 100	ปานกลาง	เหลือง	<u>ประชาชนทั่วไป</u> : สามารถทำกิจกรรมกลางแจ้งได้ตามปกติ <u>ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ</u> : หากมีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง
101 - 200	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	ส้ม	<u>ประชาชนทั่วไป</u> : ควรเฝ้าระวังสุขภาพ ถ้ามีอาการเบื้องต้น เช่น ไอ หายใจลำบาก ระคายเคืองตา ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น <u>ผู้ที่ต้องดูแลสุขภาพเป็นพิเศษ</u> : ควรลดระยะเวลาการทำกิจกรรมกลางแจ้ง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น ถ้ามีอาการทางสุขภาพ เช่น ไอ หายใจลำบาก ตาอักเสบ แสบหน้าอก ปวดศีรษะ หัวใจเต้นไม่เป็นปกติ คลื่นไส้ อ่อนเพลีย ควรปรึกษาแพทย์
201 ขึ้นไป	มีผลกระทบต่อสุขภาพ	แดง	ทุกคนควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมกลางแจ้งทุกหลีกเลี่ยงพื้นที่ที่มีมลพิษทางอากาศสูง หรือใช้อุปกรณ์ป้องกันตนเองหากมีความจำเป็น หากมีอาการทางสุขภาพควรปรึกษาแพทย์

การคำนวณดัชนีคุณภาพอากาศรายวันของสารมลพิษทางอากาศแต่ละประเภท

คำนวณจากค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพอากาศ โดยมีสมการดังนี้

$$I = \frac{I_j - I_i}{X_j - X_i} (X - X_i) + I_j$$

$I$  = ค่าดัชนีย่อยคุณภาพอากาศ

$X$  = ความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศจากการตรวจวัด

$X_i, X_j$  = ค่าต่ำสุด, สูงสุด ของช่วงความเข้มข้นสารมลพิษที่มีค่า  $X$

$I_i, I_j$  = ค่าต่ำสุด, สูงสุด ของช่วงดัชนีคุณภาพอากาศที่ตรงกับช่วงความเข้มข้น  $X$  จาก

ค่าดัชนีย่อยที่คำนวณได้ สารมลพิษทางอากาศประเภทใดมีค่าดัชนีสูงสุด จะใช้เป็นดัชนีคุณภาพอากาศ (AQI) ณ ช่วงเวลานั้น

ตารางที่ 2.2 ค่าความเข้มข้นของสารมลพิษทางอากาศที่เทียบเท่ากับค่าดัชนีคุณภาพอากาศ

AQI	PM2.5	PM10
0 - 25	0 - 25	0 - 50
26 - 50	26 - 37	51 - 80
51 - 100	38 - 50	81 - 120
101 - 200	51 - 90	121 - 180
มากกว่า 200	91 ขึ้นไป	181 ขึ้นไป

PM<sub>2.5</sub> เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง : ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ มคก./ลบ.ม. หรือ  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

PM<sub>10</sub> เฉลี่ย 24 ชั่วโมงต่อเนื่อง : ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร หรือ มคก./ลบ.ม. หรือ  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

### 2.3 แนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research: PAR)

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เป็นการวิจัยที่นำแนวคิด 2 ประการมาผสมผสานกัน คือการปฏิบัติการ (Action) ซึ่งหมายถึง กิจกรรมที่โครงการวิจัยจะต้องดำเนินการ และคำว่า การมีส่วนร่วม (Participation) อันเป็นการมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องของทุกฝ่ายที่เข้าร่วมกิจกรรมวิจัยในการวิเคราะห์สภาพปัญหาหรือสถานการณ์อันใดอันหนึ่ง แล้วร่วมในกระบวนการตัดสินใจ และการ

ดำเนินการจนกระทั่งสิ้นสุดการวิจัย โดยมีความหมายถึง วิธีการที่ให้ผู้ถูกวิจัยหรือชาวบ้านเข้ามามีส่วนร่วมในการวิจัย เป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์โดยอาศัยการมีส่วนร่วมอย่างแข็งขันจากทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมวิจัย นับตั้งแต่การระบุปัญหาของการดำเนินการ การช่วยให้ข้อมูลและการช่วยวิเคราะห์ข้อมูล ตลอดจนช่วยหาวิธีแก้ไขปัญหาหรือส่งเสริมกิจกรรมดังกล่าว ซึ่งในการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม ข้อมูลจากการทำวิจัยทุกขั้นตอน ชาวบ้านเป็นผู้ร่วมกำหนดปัญหาของชุมชน และหาแนวทางในการแก้ไขปัญหากระบวนการวิจัยจึงดำเนินไปในลักษณะของการแลกเปลี่ยนความเห็นระหว่างชาวบ้านกับผู้วิจัยเพื่อให้ได้ข้อสรุปเป็นขั้น ๆ ซึ่งชาวบ้านจะค่อย ๆ เรียนรู้ด้วยตัวเอง และด้วยวิธีการวิจัยเช่นนี้ข้อมูลที่ได้จึงมีความชัดเจน สะท้อนความต้องการและแบบแผนในการดำเนินชีวิตของเขา การวิจัยแบบนี้จึงเป็นวิธีการที่สนับสนุนให้ชาวบ้าน หรือตัวแทนในชุมชนเป็นคนสร้างองค์ความรู้ใหม่ให้กับตนเอง และชุมชน โดยการศึกษาเรียนรู้หาข้อมูล การศึกษาวิเคราะห์ถึงปัญหา รวมทั้งการแก้ไขปัญหาที่กำลังประสบอยู่ โดยการร่วมกันวางแผน และกำหนดการดำเนินงานตามแผนหรือโครงการ พร้อมทั้งการปฏิบัติตามแผน เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการแก้ไขปัญหาได้ถูกต้องตรงตามความต้องการประกอบกับการใช้ภูมิปัญญาและทุนที่มีอยู่ในชุมชน การเปิดโอกาสให้ประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมนี้ นอกจากจะส่งผลดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ยังช่วยให้เกิดการพัฒนาของผลงานวิจัย และกระบวนการวิจัยในตัวของมันเองอีกด้วยและอีกทางหนึ่งการวิจัยยังเป็นส่วนสำคัญในการสร้างองค์ความรู้ให้แก่ประชาชน ที่เข้าร่วมกิจกรรมการวิจัย ซึ่งสามารถเป็นตัวนำของการพัฒนาลงสู่ชุมชนท้องถิ่นอย่างได้ผล และมีประสิทธิภาพอีกด้วย

กล่าวโดยสรุป การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม หมายถึง การร่วมกันดำเนินการกระบวนการวิจัยโดยผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ ทั้งที่เป็นชาวบ้านและนักพัฒนา กับผู้วิจัยภายนอกเพื่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในสภาพความจริงของสังคมนั้น และเพื่อให้เห็นภาพแห่งคุณลักษณะสำคัญของการการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมที่เด่นชัดโดยเนื้อหาในส่วนของแนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมจะประกอบด้วยรายละเอียดดังต่อไปนี้

### 2.3.1 หลักการสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

โดยหลักการนั้น การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เป็นรูปแบบของการวิจัยที่ประกอบไปด้วยกระบวนการค้นคว้าทางสังคม (Social Investigation) การให้การศึกษา (Education) และการกระทำหรือการปฏิบัติการ (Action) เพื่อที่จะให้กลุ่มผู้ถูกกดขี่หรือด้วยโอกาสในสังคมได้มีส่วนร่วมในการสร้างความรู้และทำความเข้าใจกับสภาพการณ์ที่ปรากฏอยู่รวมทั้งเปิดพื้นที่ให้เรียนรู้และแก้ไขปัญหาาร่วมกันระหว่างหลายฝ่าย อันเป็นการสร้างความรู้ให้กับสังคมได้อย่างเป็นรูปธรรม ซึ่งการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม มีหลักการสำคัญที่ให้ความเคารพต่อภูมิปัญญาและ

วัฒนธรรมท้องถิ่น ตลอดจนระบบการสร้างความรู้ซึ่งแตกต่างไปจากของนักวิชาการ โดยประกอบด้วย

1) ปรับปรุงความสามารถและพัฒนาศักยภาพของชาวบ้าน ด้วยการส่งเสริมยกระดับนักศึกษาและพัฒนาความเชื่อมั่นให้เกิดการวิเคราะห์/สังเคราะห์สถานการณ์ปัญหาของเขา  
 2) ให้อำนาจและ  
 3) ซึ่งเป็นการนำเอาศักยภาพเหล่านี้มาใช้ประโยชน์

2) ให้ความรู้ที่เหมาะสมแก่ชาวบ้าน ตลอดจนมีการนำไปใช้อย่างเหมาะสม  
 3) การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมจะช่วยเปิดเผยให้เห็นคำถามที่ตรงกับประเด็นปัญหา

4) การปลดปล่อยแนวความคิดเพื่อให้ชาวบ้านและคนยากจนด้อยโอกาสสามารถมองความคิดเห็นของตนเองได้อย่างเสรี มองสภาพการณ์และปัญหาของตนเอง วิเคราะห์วิจารณ์ตรวจสอบสภาพข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกิดขึ้น

โดยการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม นั้นมีวัตถุประสงค์ของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมไว้ดังนี้

1) เพื่อเปิดโอกาสให้ประชาชนในชุมชนท้องถิ่นแต่ละแห่งเข้ามาร่วมศึกษาค้นคว้าหาข้อมูล รวมทั้งการหาประเด็นปัญหาเชิงพัฒนา และวรรณกรรมเพื่อแก้ไขปัญหาของชุมชนตนเอง ไม่ใช่รอคอยแต่นักวิจัยและนักพัฒนามาดำเนินการให้

2) เพื่อให้ได้ข้อมูลความเป็นจริง แนวทางการพัฒนาที่เหมาะสม หรือมีความพอดีกับบริบทของชุมชนท้องถิ่นนั้น

3) เพื่อให้มีการขับเคลื่อนมวลสมาชิกเข้าด้วยกัน เป็นกระบวนการของผู้มีความรับผิดชอบร่วมกัน เรียนรู้ด้วยกันและแก้ไขปัญหาไปพร้อมกัน

### 2.3.2 เป้าหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

ในส่วนของเป้าหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม นั้น พันธุ์ทิพย์ รามสูต (2540) และอรุณรุ่ง บุณชนันตพงศ์ (2549) ได้กล่าวถึง เป้าหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมไว้คล้ายๆ กัน โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

1) ชาวบ้าน ชุมชน ต้องได้รับการศึกษาเพิ่มมากขึ้น สามารถคิดวิเคราะห์เหตุการณ์ต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง มีความเชื่อมั่นในทางที่จะให้ความร่วมมือกันหรือมีส่วนร่วมในการดำเนินกิจกรรมทั้งทางเศรษฐกิจ สังคมและการเมือง เพื่อก่อประโยชน์สูงสุดแก่ตนเองและชุมชน

2) ประชาชนได้รับการแก้ไขปัญหา ผู้ด้อยโอกาสมีโอกาสมากขึ้นการจัดสรรทรัพยากร ต่างๆ มีการกระจายอย่างทั่วถึงและเป็นธรรม รวมทั้งมีข้อมูลข่าวสารที่ส่งผลให้เกิดคุณภาพชีวิตที่ดีต่อคนในชุมชน

3) มีวิจัยและพัฒนาได้เรียนรู้จากชุมชน ได้ประสบการณ์การทำงานร่วมกับชุมชน อันก่อให้เกิดความเข้าใจอันดี และเกิดแนวคิดในการพัฒนาตนเองของนักวิจัยและพัฒนาอย่างแท้จริง

4) ผลงานวิจัยสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที เนื่องจากได้ลงมือทำกิจกรรมโดยอาศัยหลักการมีส่วนร่วมจากทุกฝ่ายในชุมชน และหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องเกิดการผนึกกำลังร่วมกัน โดยที่ประชาชนเป็นผู้ร่วมคิด ร่วมวางแผน ร่วมดำเนินการ ตลอดจนเกิดความรู้สึกเป็นเจ้าของผลงานที่โครงการที่ดำเนินการอยู่

### 2.3.3 กิจกรรมของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

กิจกรรมของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมนั้นจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปได้ว่ากิจกรรมจะมีอยู่ 2 รูปแบบดังต่อไปนี้

1) กิจกรรมการวิจัยปฏิบัติการ หรือการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของผู้ประสานงาน หรือผู้อำนวยการวิจัย โดยเป็นกิจกรรมการแสวงหาความรู้ของนักวิจัยตามโครงการการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมในชุมชนพื้นที่เป้าหมายของผู้วิจัยแต่ละคนโดยจุดมุ่งหมายที่สำคัญของนักวิจัย คือ การสร้างรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมที่มีประสิทธิภาพเป็นไปตามหลักการวิจัยเชิงวิทยาศาสตร์ และสามารถที่จะเผยแพร่แก่สังคมได้

2) กิจกรรมการวิจัยเชิงปฏิบัติการหรือการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของชุมชน หรือเรียกว่า กิจกรรมการวิจัยเชิงปฏิบัติการของชุมชน เป็นกิจกรรมที่เกิดจากความพยายามในการแก้ไขปัญหาชุมชนของนักวิจัยที่ปฏิบัติการร่วมกันกับชุมชน โดยนักวิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงาน หรือเป็นผู้อำนวยความสะดวก ซึ่งมีบทบาทหลักในการเป็นผู้ช่วยเหลือในกระบวนการวิจัย ตั้งแต่แรกเริ่ม และค่อยๆ ลดการช่วยเหลือลง และหวังว่าเมื่อดำเนินการวิจัยไปจนถึงสิ้นสุดโครงการแล้ว ประชาชนจะมีความรู้จากการเรียนรู้ร่วมกัน และสร้างพลังที่พอเพียงกระทั่งสามารถแก้ไขปัญหาของชุมชนได้โดยลำพังอย่างมีประสิทธิภาพ

### 2.3.4 ขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

เนื้อหาเกี่ยวกับขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม นั้นได้มีผู้ให้มุมมองในเรื่องนี้ไว้ไม่แตกต่างกันมากนัก ซึ่งจากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องสามารถสรุปถึงขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมได้มีอยู่ 3 ระยะ คือระยะเตรียมการวิจัย, ระยะดำเนินการวิจัย และระยะติดตามและประเมินผลโครงการ โดยมีรายละเอียดดังนี้



1) ระยะเตรียมการวิจัย (Pre-research Phase) ในระยะนี้ เป็นการเตรียมชุมชน เพื่อให้มีความพร้อมเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการวิจัย ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญและเป็นแก่นแกนหลักของการวิจัยแบบนี้ โดยการดำเนินงานขั้นตอนนี้มีจุดมุ่งเน้นสำคัญที่จะให้เกิดสัมพันธภาพที่ดีระหว่างผู้วิจัย ผู้นำชุมชน ชาวบ้าน รวมถึงเจ้าหน้าที่หน่วยงานต่างๆ ที่จำเป็นต้องเกี่ยวข้องในขั้นเตรียมการนี้ ประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1.1) การสร้างความสัมพันธ์กับชุมชน (Build-up Rapport) โดยวิธีการสร้างความสัมพันธ์กับชุมชนที่ดีที่สุด คือ การปฏิบัติตัวของนักวิจัยที่สอดคล้องกับวิถีชีวิตของคนในชุมชน นักวิจัยควรร่วมกิจกรรมทุกอย่างของชุมชนซึ่งเป็นเครื่องช่วยให้ นักวิจัยสามารถทำความเข้าใจโลกทัศน์ของชาวบ้านได้ดีมากขึ้น โดยทั่วไปแล้ว ผู้วิจัยจะลงพื้นที่เพื่อไปพบกับบุคคลต่างๆ ในชุมชนที่มีส่วนสำคัญและเกี่ยวข้องกับการดำเนินงานวิจัย หรือเป็นประชาชนกลุ่มเป้าหมายของการวิจัย

1.2) การสำรวจ ศึกษาชุมชน (Surveying and Studying Community) เป็นขั้นตอนของการศึกษาข้อมูลที่เป็นลักษณะทางกายภาพ และแหล่งทรัพยากรต่างๆ ภายในชุมชน รวมถึงการศึกษาข้อมูลพื้นฐานด้านประชากร สังคม เศรษฐกิจ วัฒนธรรมและการเมือง ซึ่งโดยมากแล้ว ผู้วิจัยจะใช้แบบสังเกต สมุดบันทึก และถ่ายภาพสถานที่ต่างๆ รวมถึงการศึกษาข้อมูลจากเอกสารหลักฐานจากหน่วยงานราชการหรือจากองค์กรพัฒนาที่เกี่ยวข้อง

1.3) คัดเลือกชุมชน (Selecting Community) ได้เสนอความเห็นไว้ว่า โดยทั่วไปแล้ว การคัดเลือกชุมชนจะยึดหลักการเลือกชุมชนที่ด้อยโอกาสในการพัฒนา (Disadvantage Community) เพื่อเป้าหมายในการยกระดับคุณภาพชีวิตและสร้างโอกาสความเท่าเทียมในการพัฒนากับชุมชนอื่น และงานวิจัยจำนวนมากคัดเลือกชุมชนโดยยึดเอาประเด็นของปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนและจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขเยียวยาโดยเร่งด่วน เพื่อเป็นชุมชนต้นแบบของการทำวิจัยและการพัฒนาให้กับชุมชนอื่นด้วย

1.4) การเข้าสู่ชุมชน (Entering Community) ข้อมูลชุมชนนับเป็นสิ่งสำคัญ และเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการนำมาประกอบการพิจารณาตัดสินใจกำหนดพื้นที่ดำเนินการ

1.5) การเตรียมคนและเครือข่ายความร่วมมือ ในขั้นตอนนี้ถูกกำหนดให้เป็นขั้นตอนสุดท้ายของระยะก่อนการวิจัย โดยมุ่งหมายให้เกิดความพร้อมในการดำเนินการวิจัยซึ่งเป็นระยะต่อไปและก่อให้เกิดการประสานงานที่ดีเพื่อความสะดวกต่อการดำเนินงานวิจัย ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว มักจะมีการเตรียมคน 3 กลุ่ม คือ เตรียมคนในชุมชน คณะนักวิจัยมักจะลงพื้นที่เพื่อจัดประชุมในชุมชน โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ชาวบ้านรู้จักและคุ้นเคยกับกระบวนการและการดำเนินงานวิจัยแบบมีส่วนร่วมอย่างชัดเจนและรวดเร็ว เตรียมนักพัฒนา ด้วยการประชุมร่วมกับนักพัฒนาซึ่งโดยทั่วไปแล้วคนกลุ่มนี้หมายถึง ผู้นำชุมชน พัฒนาการอำเภอหรือพัฒนาการอำเภอ

ประจำตำบลและเจ้าหน้าที่หน่วยงานอื่น เช่น ปลัดองค์การบริหารส่วนตำบล และองค์กรพัฒนาภายนอกที่มีความสนใจศึกษาร่วมกัน และเตรียมนักวิจัย ด้วยการประชุมปรึกษากันเพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจตรงกันในบทบาทหน้าที่ของแต่ละฝ่ายในการทำงานวิจัย ในขั้นนี้ปัญหาของการวิจัยมักเป็นประเด็นเกี่ยวกับการเข้าถึงชาวบ้านกลุ่มเป้าหมายรวมถึงการสื่อสารการทำวิจัยในแง่มุมมองต่างๆ เช่น ขั้นตอนและผลประโยชน์ที่ชาวบ้านจะได้รับของคณะนักวิจัย ดังนั้นการดำเนินการระดมการวิจัยจึงต้องเป็นไปอย่างกระชับ การจัดเวทีที่ง่ายต่อความเข้าใจและสะท้อนความต้องการของประชาชนที่มีบรรยากาศสบายๆ หรือการศึกษาชุมชนประกอบจะช่วยให้คณะผู้วิจัยได้รับข้อมูลที่กว้างขวางมากขึ้น

## 2) ระยะดำเนินการวิจัย (Research Phase) ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยคือ

2.1) การศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาชุมชน (Problem Identification and Diagnosis) ในขั้นนี้ เน้นการศึกษาวิเคราะห์ชุมชนและการให้การศึกษาแก่ชุมชน (Community Education Participation-CEP) โดยเน้นไปที่กระบวนการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ โดยวิธีการจะใช้การอภิปรายถกปัญหา เพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกับชาวบ้าน เพื่อเป็นการประเมินปัญหาและความต้องการของชุมชน (Need Assessment) พร้อมไปกับการประเมินความเป็นไปได้ในด้านทรัพยากร (Resource Assessment) ที่มีอยู่ในชุมชน

2.2) การพิจารณาความเหมาะสมและความเป็นไปได้ของโครงการ (Project Appraisal and Identification) ในกระบวนการนี้ชาวบ้านและนักวิจัยจะต้องพิจารณาร่วมกันว่าวิธีการแก้ไขปัญหาคืออะไรที่เหมาะสมกับท้องถิ่น หรือมีความเป็นไปได้ โดยชาวบ้านควรมีบทบาทหลักเข้ามีส่วนร่วมให้มากยิ่งขึ้น และกำหนดโครงการหรือกิจกรรมที่จะดำเนินการ

2.3) การกำหนดแผนงานโครงการและการจัดการ (Planning Phase) กิจกรรมในช่วงนี้จะเป็นกระบวนการตัดสินใจร่วมกัน เพื่อคัดเลือกโครงการ และกิจกรรมที่จะต้องดำเนินการ ดังนั้น ผู้วิจัยควรจะต้องใช้วิธีการกระตุ้นให้ชาวบ้านมีบทบาทหลักในการกำหนดโครงการ และกิจกรรมที่จะดำเนินการ

2.4) การปฏิบัติตามโครงการ (Implementation Phase) เป็นขั้นตอนที่สำคัญ โดยคำถามที่ผู้วิจัยจะต้องใช้ถามกันในกลุ่มหรือในคณะทำงานเพื่อการดำเนินการในขั้นนี้คือ ใคร ทำอะไร ที่ไหน เมื่อไร และอย่างไร

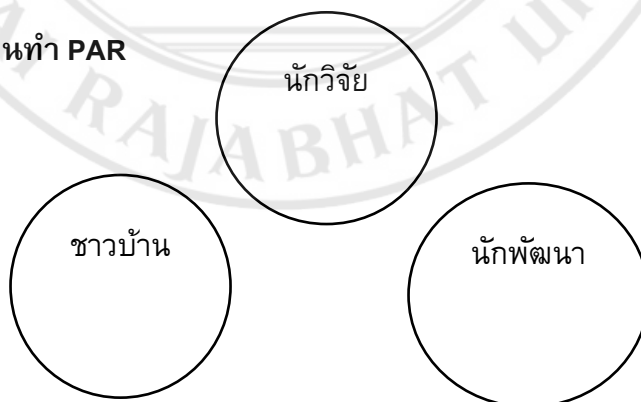
ปัญหาอุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้ โดยทั่วไปมักเป็นประเด็นการมีส่วนร่วมของชาวบ้านในกระบวนการวิจัย ความไม่สนใจเข้ามีส่วนร่วมของชาวบ้านจำนวนไม่น้อย และชาวบ้านมักมองเห็นการวิจัย เป็นเรื่องทางเทคนิคที่ต้องอาศัยความรู้เชี่ยวชาญ

3) ระยะเวลาติดตามและประเมินผลโครงการ (Monitoring and Evaluation Phase) เป็นขั้นตอนที่เกี่ยวกับการการวัดผลสำเร็จของโครงการ โดยมากแล้วคณะผู้วิจัยจะร่วมกับชาวบ้านที่เป็นผู้ร่วมงานวิจัย ทำการตรวจสอบข้อมูลที่เป็นผลของการวิจัย จากนั้นจะมีการจัดทำรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ และจัดเวทีชาวบ้าน เพื่อนำเสนอผลการวิจัยเพื่อเรียนรู้ร่วมกันระหว่างคณะผู้วิจัยกับชุมชน รวมถึงการสานต่อให้ชาวบ้านนำผลของการวิจัยไปดำเนินการแก้ไขปัญหาหรือพัฒนาชุมชนต่อไป

ในขั้นตอนนี้ยังคงต้องอาศัยการมีความเข้าใจที่ถูกต้อง และการมีส่วนร่วมอย่างสร้างสรรค์และกระตือรือร้นของฝ่ายต่างๆ โดยเฉพาะชาวบ้าน การมีความเข้าใจที่ถูกต้องการสร้างช่องทางการตรวจสอบงานวิจัยและการมีเครื่องมือประเมินผลการวิจัยว่าประสบความสำเร็จมากน้อยเพียงใดมีปัญหาและอุปสรรคอย่างไร จะทำให้ทุกฝ่ายคาดหมายได้ว่า ผลลัพธ์ของการวิจัยจะปรากฏออกมาสอดคล้องกับความต้องการพัฒนาหรือสามารถใช้ได้กับการแก้ไขปัญหาอย่างตรงจุด และเข้าร่วมกระบวนการวิจัยอย่างต่อเนื่องและบังเกิดผลประโยชน์ในภาพรวม

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมนั้นเป็นการผสมผสานความรู้เชิงทฤษฎีและระเบียบวิธีวิจัยของนักวิจัย วัตถุประสงค์ของนักวิจัยและนักพัฒนาควบคู่ไปกับการต้องการความรู้ และประสบการณ์ของผู้ถูกวิจัย ดังนั้นการดำเนินการและผลของการวิจัยจึงเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่าย ซึ่งในการวิจัยเชิงปฏิบัติการนี้มักจะประกอบไปด้วยบุคคล 3 ฝ่ายดังแผนภาพที่ 2.1 และแผนภาพที่ 2.2 ซึ่งจะประกอบด้วย ชาวบ้านหรือบุคคลเป้าหมาย อาจเป็นผู้แทนของกลุ่มบุคคลเป้าหมาย หรือชุมชนที่จะทำการศึกษา ซึ่งถือว่าคนในชุมชนหรือกลุ่มนั้น ซึ่งเป็นผู้ที่รู้ข้อมูลเกี่ยวข้องกับตนเองดีที่สุด นักวิจัยซึ่งจะเป็นผู้แทนของนักวิชาการที่มีความสนใจในการวิจัยและพัฒนา ซึ่งเป็นคนนอก นักวิจัยนี้ เป็นฝ่ายผู้รู้และเชี่ยวชาญเรื่องแนวความคิด ทฤษฎีและระเบียบวิธีการวิจัยและนักพัฒนาซึ่งจะเป็นกลุ่มผู้มีความรู้และมีเป้าหมายเพื่อการพัฒนา ซึ่งมักจะเป็นผู้แทนของฝ่ายรัฐบาลหรือองค์กรพัฒนาเอกชน ซึ่งบางครั้งในการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม นักวิจัยและนักพัฒนาอาจเป็นบุคคลเดียวกันก็ได้

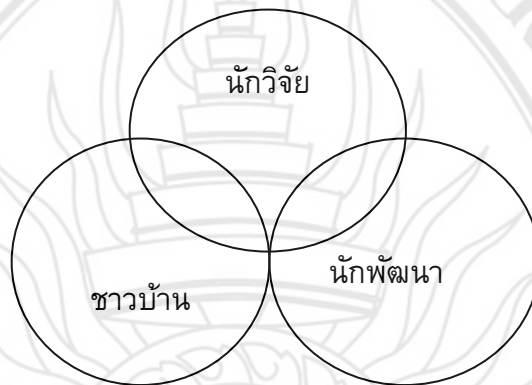
ก่อนทำ PAR



ภาพที่ 2.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชาวบ้าน นักวิจัย นักพัฒนา ก่อนทำวิจัย

เชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

### หลังทำ PAR



ภาพที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างชาวบ้าน นักวิจัย นักพัฒนาหลังการทำวิจัย

จากภาพที่ 2.1 และ 2.2 แสดงให้เห็นว่า วงกลมแต่ละวง คือ วิธีการมองปัญหาของคนแต่ละกลุ่มที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย ซึ่งวิธีการมองนี้ย่อมแตกต่างกันไปตามกรอบแนวความคิดที่แต่ละบุคคลยึดถือ ซึ่งภายหลังจากที่มีการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมแล้ว บุคคลทั้งสามกลุ่ม ซึ่งประกอบด้วยนักวิจัย ชาวบ้านหรือบุคคลกลุ่มเป้าหมายและนักพัฒนาจะมีความเข้าใจถึงปัญหาและความเข้าใจร่วมกันในการพัฒนาซึ่งเป็นรากฐานที่สำคัญสำหรับความสำเร็จในการพัฒนา และเป็นจุดเริ่มต้นของโครงการต่างๆ ของชุมชนและปฏิบัติงานสามารถเป็นไปได้โดยมีประสิทธิภาพ

## 2.4 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

### 2.4.1 การวิเคราะห์ และออกแบบระบบ (System Analysis Design)

อนันต์ เกิดคำ (2542) กล่าวว่า การออกแบบระบบ คือ “กระบวนการของการวางแผนระบบใหม่ หรือระบบที่จะนำมาเสริมกับระบบเดิมที่มีอยู่แล้ว” จุดประสงค์ของการออกแบบระบบ คือ ตัดสินใจว่าจะสร้างระบบอย่างไร จึงจะสอดคล้องกับเอกสารความต้องการ การออกแบบทั้งระบบจะประกอบด้วย การออกแบบจอภาพบันทึกข้อมูล การออกแบบ รายงาน และส่วนแสดงผลอื่นๆ การออกแบบเพิ่มข้อมูล และฐานข้อมูล

การออกแบบระบบถือว่าเป็นหัวใจของการพัฒนาระบบงานฐานข้อมูลว่าจะสำเร็จหรือไม่ หากเราออกแบบระบบได้ดี จะทำให้สามารถเขียนโปรแกรม และดูแลรักษาระบบต่อไปได้อย่าง

ง่ายตาย เปรียบเสมือนกับการสร้างบ้าน บ้านที่จะสร้างได้ดีจะต้องมีแบบแปลนที่ดีเช่นเดียวกัน หากเราออกแบบไม่ดี โครงสร้างของบ้านไม่แข็งแรงก็อาจทำให้ทรุด หรือพังทลายลงมาได้ ซึ่งการออกแบบระบบนี้จะครอบคลุมถึงการออกแบบโปรแกรม และฐานข้อมูล สำหรับการออกแบบโปรแกรม โดยส่วนใหญ่จะอาศัยแบบแปลนที่เรียกว่า Data Flow Diagram เพื่อวิเคราะห์ Input/ Output และขั้นตอนการทำงานของระบบ

การวิเคราะห์แบบโครงสร้างยัวร์ตอน และเพื่อนร่วมคณะของเขาได้พัฒนาการ วิเคราะห์แบบโครงสร้าง และการออกแบบโครงสร้างเมื่อต้นปี ค.ศ.1970 ทั้งนี้เพื่อเป็นแนวทางที่ชี้ให้เห็นปัญหาในวัฏจักรของการพัฒนาระบบแนวคิดของ ยัวร์ตอน ก็คือ การทำให้การวิเคราะห์ และออกแบบระบบเป็นวิชาการมากขึ้น โดยมองคล้ายๆ กับวิศวกรรม เป้าหมายหลักของการวิเคราะห์แบบโครงสร้าง คือ เอกสาร การที่จะได้เอกสารนี้มาต้องใช้เครื่องมือต่างๆ เป็นต้นว่า แผนภูมิการไหลของข้อมูล, พจนานุกรมข้อมูล, ภาษาอังกฤษแบบโครงสร้างตารางการตัดสินใจ และแผนภูมิการตัดสินใจแบบต้นไม้

#### 2.4.2 วงจรการพัฒนาระบบ

สมจิตร์ อาจอินทร์และงามนิจ อาจอินทร์ (2541) ในการพัฒนาฐานข้อมูลเพื่อระบบสารสนเทศโดยทั่วไปนั้นจะมีวงจรในการพัฒนา ซึ่งเป็นขั้นตอนที่มีการทำงานเป็นลำดับตั้งแต่ต้นจนกระทั่งสามารถสร้างระบบสารสนเทศออกมาได้ และเป็นขั้นตอนที่ผู้พัฒนาระบบซึ่งอาจประกอบด้วยผู้จัดการโครงการ นักวิเคราะห์ระบบ และผู้ออกแบบฐานข้อมูลจะต้องร่วมกันศึกษาและทำความเข้าใจในแต่ละขั้นตอน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วขั้นตอนในการพัฒนาระบบจะมีอยู่ด้วยกัน 7 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

##### 1) การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis)

เป็นขั้นตอนการวิเคราะห์ปัญหาของระบบงานเดิม เมื่อผู้บริหารขององค์กรมีความต้องการที่จะสร้างระบบสารสนเทศขึ้น เนื่องจากความล้าหลังของระบบงานเดิม หรือการไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอของระบบงานเดิมที่จะตอบสนองความต้องการในปัจจุบันได้

##### 2) การศึกษาความเป็นไปได้ (Feasibility Study)

หลังจากที่ทราบปัญหาของระบบงานเดิมแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการศึกษาความเป็นไปได้ว่า การสร้างระบบสารสนเทศ หรือการแก้ไขระบบสารสนเทศเดิมมีความเป็นไปได้หรือไม่

##### 3) การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ (Users Requirement Analysis)

หลังจากศึกษาความเป็นไปได้ของระบบ และผู้บริหารเห็นสมควรที่จะให้ดำเนินการพัฒนาต่อขั้นตอนต่อไปที่นักวิเคราะห์ระบบจะต้องทำคือการวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ความ

ต้องการในที่นี่จะหมายถึง ความต้องการข้อมูลของผู้ปฏิบัติงาน และความต้องการสารสนเทศของผู้บริหารซึ่งเป็นเจ้าของหน่วยงาน ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญเพื่อให้สามารถออกแบบระบบใหม่ได้ตรงกับความต้องการนั้นมากที่สุด ในขั้นตอนสำคัญเพื่อให้สามารถออกแบบระบบใหม่ได้ตรงกับความต้องการนั้นมากที่สุด ในขั้นตอนนี้จะเริ่มตั้งแต่การศึกษาระบบการทำงานขององค์กรซึ่งเป็นระบบงานเดิมให้เข้าใจก่อน ว่ามีลักษณะการทำงานอย่างไร และจะมีการเก็บรวบรวม ข้อมูลต่างๆ จากผู้ใช้ รวมไปถึงเกณฑ์และข้อบังคับต่างๆ ด้วย สำหรับวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นจะสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การใช้แบบสอบถาม การสัมภาษณ์ ผู้ใช้ระดับบริหารและระดับพนักงานทั่วไป หรือจากรายงานต่างๆ ขององค์กรนั้นๆ หลังจากที่ได้ข้อมูลมากพอสมควรก็จะนำข้อมูล เหล่านี้มาวิเคราะห์เพื่อสรุปให้ได้รายละเอียดต่อไป

#### 4) การออกแบบฐานข้อมูล

หลังจากที่ได้เป้าหมายของงานที่ชัดเจนแล้วว่า ในระบบใหม่จะต้องทำอะไรมีการออกรายงานอะไรและใช้ข้อมูลใดบ้าง ก็จะมาเริ่มทำการออกแบบฐานข้อมูลซึ่งได้แก่การวิเคราะห์หาเอนทิตีหรือรีเลชัน การวิเคราะห์หาแอททริบิวต์และคีย์ของเอนทิตีหรือรีเลชัน รวมไปถึงการกำหนดความสัมพันธ์ระหว่างเอนทิตีหรือรีเลชัน

#### 5) การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม (Implementation)

ในขั้นตอนนี้จะมีการเลือกระดับจัดการฐานข้อมูลขึ้นมาใช้ และผู้ออกแบบระบบซึ่งอาจจะเป็นนักวิเคราะห์ระบบหรือผู้ออกแบบฐานข้อมูล จะทำการออกแบบโปรแกรมว่าระบบจะต้องประกอบด้วยโปรแกรมใดบ้าง แต่ละโปรแกรมมีหน้าที่อะไร และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร การเชื่อมระหว่างโปรแกรมจะทำอย่างไร นอกจากนี้ยังมีการออกแบบหน้าจอการนำข้อมูลเข้ารูปแบบรายงาน และการควบคุมความคงสภาพของข้อมูล ซึ่งจะนำมาสร้างเป็นเอกสารที่เรียกว่าข้อมูลการออกแบบ โปรแกรมเพื่อเตรียมให้กับนักเขียนโปรแกรมหรือโปรแกรมเมอร์ใช้เป็นแบบในการเขียนโปรแกรมต่อไป

ในขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมโปรแกรมเมอร์จะทำการเขียน และทดสอบโปรแกรมว่าทำงานได้ถูกต้องหรือไม่โดยจะมีการทดสอบกับข้อมูลจริงที่มีอยู่ ถ้าเป็นระบบใหญ่ที่ต้องอาศัยโปรแกรมเมอร์หลายช่วงกันเขียนโปรแกรม หลังจากแต่ละคนทำการทดสอบโปรแกรมของตนเองเสร็จแล้ว ก็จะนำโปรแกรมเหล่านั้นมารวมกันให้เป็นระบบเดียว แล้วทำการทดสอบอีกทีซึ่งจะเรียกว่าการทดสอบระบบ

#### 6) การทำเอกสารประกอบโปรแกรม (Documentation)

การทำเอกสารประกอบโปรแกรม คือการอธิบายในรายละเอียดของโปรแกรมว่า จุดประสงค์ของโปรแกรมคืออะไรใช้งานในด้านไหนซึ่งอาจจะเป็นการสรุปรายละเอียดของโปรแกรม และแสดงเป็นผังงาน หรือรหัสจำลองก็ได้

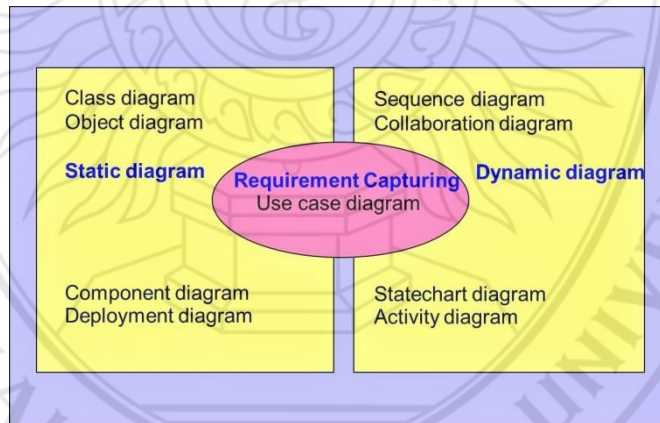
#### 7) การติดตั้งและการบำรุงรักษาโปรแกรม (Program Maintenance)

เมื่อโปรแกรมผ่านการตรวจสอบตามขั้นตอนเรียบร้อยแล้ว และถูกนำมาติดตั้งให้ ผู้ใช้งานในขั้นตอนนี้จะรวมไปถึงการฝึกอบรมให้แก่ผู้ใช้ซึ่งอาจเป็นพนักงาน ที่ต้องใช้งานจริง เพื่อให้เข้าใจการทำงานและทำงานได้โดยไม่มีปัญหาซึ่งในช่วงแรกผู้ใช้อาจจะยังไม่คุ้นเคยก็อาจทำให้เกิดปัญหาขึ้นมาบ้างดังนั้นจึงต้องมีผู้คอยควบคุม ดูแลและตรวจสอบการทำงาน และเมื่อมีการ ใช้งานไปนาน ๆ ก็อาจจะต้องมีการ ปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมให้เหมาะสมกับเหตุการณ์และความ ต้องการของผู้ใช้ที่เปลี่ยนแปลงได้

#### 2.4.3 การวิเคราะห์และออกแบบระบบเชิงวัตถุด้วย UML

(ชาคริต กุลไกรศรี) ยูเอ็มแอล (UML : Unified Modeling Language) เป็นภาษาที่ใช้ อธิบายแบบจำลองต่าง ๆ หรือเป็นภาษาสัญลักษณ์รูปภาพมาตรฐานสำหรับการสร้างแบบจำลองเชิง วัตถุ โดยยูเอ็มแอลเป็นภาษามาตรฐานสำหรับสร้างแบบพิมพ์เขียวให้แก่ระบบงาน







ประเภทของไดอะแกรมใน UML แยกได้ 2 ประเภท



ภาพที่ 2.3 แสดงภาพประเภทของไดอะแกรมใน UML

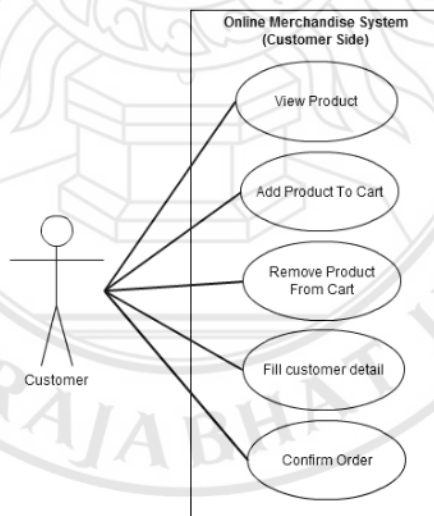
2.4.3.1 ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram) เป็นแผนภาพที่ใช้แสดงให้เห็น พฤติกรรมของระบบที่มีต่อการกระทำของผู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวคือ เป็นแผนภาพที่แสดงให้เห็น ขอบเขต การทำงานในภาพรวมของระบบทั้งหมด

ตารางที่ 2.3 แสดงสัญลักษณ์ต่าง ๆ ในการเขียนยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)

สัญลักษณ์	การใช้งาน
 <b>Actor</b>	ใช้แทนผู้กระทำต่อระบบซึ่งอาจเป็นคน โปรแกรม หรือระบบ
 <b>Use Case</b>	ใช้แทนกระบวนการของกิจกรรมของระบบ
 <b>&lt;&lt;include&gt;&gt;</b>	ใช้แทนการรวมเมื่อมีการดำเนินการกิจกรรมที่เรียก
 <b>&lt;&lt;extend&gt;&gt;</b>	ใช้ขยายความสามารถของบุคคลที่เข้าไปเพื่อนำมาใช้งานในบุคคลของคณเอง
	แสดงการรับทอดคุณสมบัติ
	ใช้แสดงความสัมพันธ์แบบปกติ

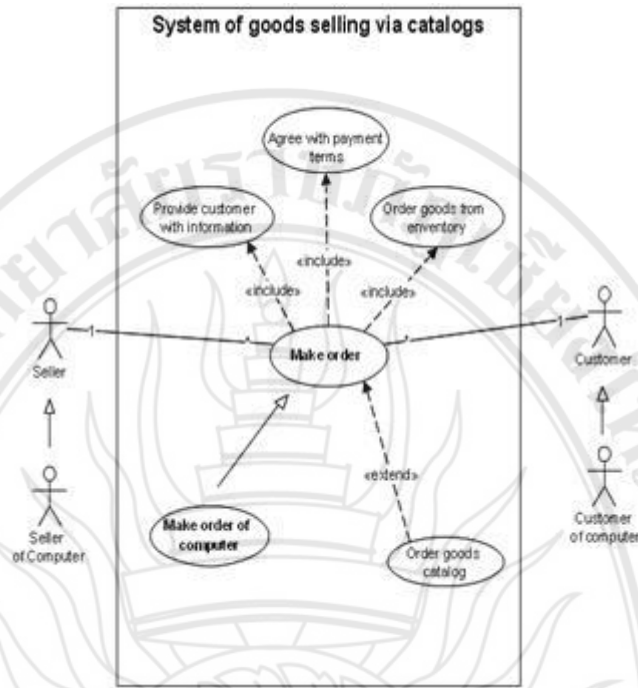
ที่มา : Java OOP Programming การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุด้วยภาษาจาวา, เซาวลิต บันคำ. สืบค้นเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2561

ตัวอย่างการใช้สัญลักษณ์และสัญลักษณ์ความสัมพันธ์ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)



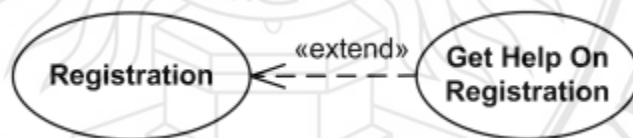
ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างการใช้สัญลักษณ์ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)



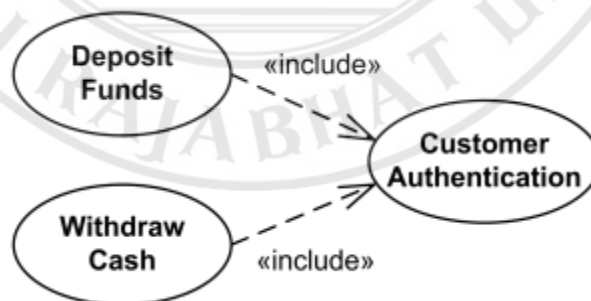


ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการใช้สัญลักษณ์ความสัมพันธ์ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)

ความสัมพันธ์ยูสเคสไดอะแกรม (Use Case Diagram)



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างความสัมพันธ์ แบบ Extend

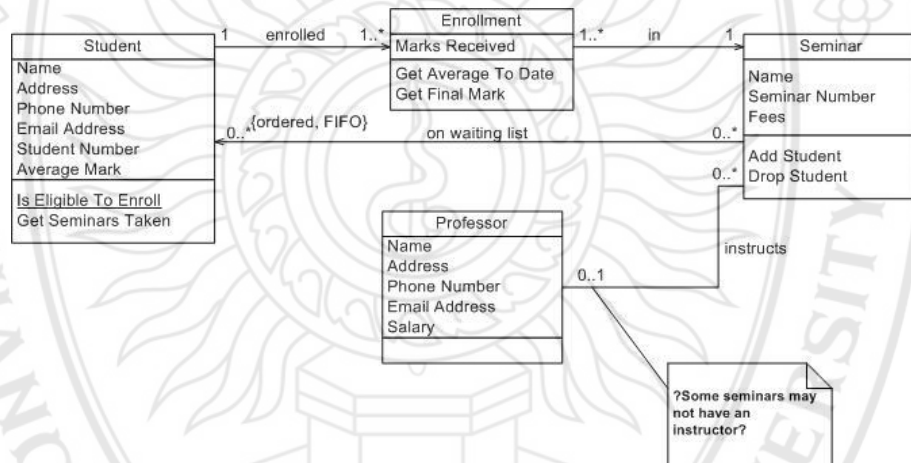


ภาพที่ 2.7 ตัวอย่างความสัมพันธ์ แบบ Include

2.4.3.2 คลาสไดอะแกรม (Class Diagram) แผนภาพสำหรับออกแบบและสื่อสารกันระหว่างผู้ออกแบบโปรแกรมกับผู้เขียนโปรแกรม คลาสไดอะแกรมประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ ชื่อคลาส (Class Name) คุณสมบัติหรือตัวแปร (Attribute) เมธอดหรือตัวดำเนินการ (Method/Operation) การสร้างคลาสไดอะแกรม (Class Diagram)

- 1) ชื่อคลาสต้องเป็นคำนาม จะต้องขึ้นต้นด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ หากมี 2 คำ คำที่ 2 จะขึ้นต้นด้วยอักษรตัวพิมพ์ใหญ่เช่นกัน คำที่ไม่มีช่องว่าง ชื่อคลาสจะต้องเป็นตัวหนา
- 2) คุณสมบัติหรือตัวแปร จะใช้ตัวอักษรพิมพ์เล็ก หากมี 2 คำ คำที่ 2 ขึ้นไปอักษรตัวแรกของคำที่ 2 จะต้องเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ ชื่อตัวแปรตามหลังด้วยเครื่องหมายโคลอน ( : ) ชนิดของตัวแปร (Type) จะอยู่ต่อเครื่องหมายโคลอนขึ้นต้นด้วยตัวพิมพ์ใหญ่ แบ่งออกเป็น 2 ชนิด Primitive Type และ Class Type
- 3) เมธอดหรือตัวดำเนินการ จะต้องนำหน้าด้วย Visibility และส่วนประกอบ

อื่นๆ ดังนี้



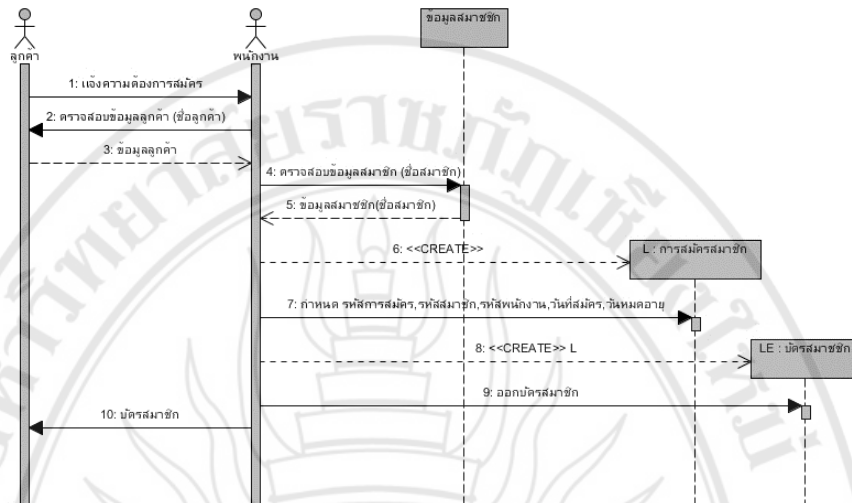
ภาพที่ 2.8 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างคลาส

2.4.3.3 ซีควেনซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram) คือแผนภาพที่แสดงการเกิดและการติดต่อกันระหว่างวัตถุที่เกิดขึ้นในระบบตามลำดับของเวลาที่เกิดขึ้น

การเขียนซีควেনซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram)

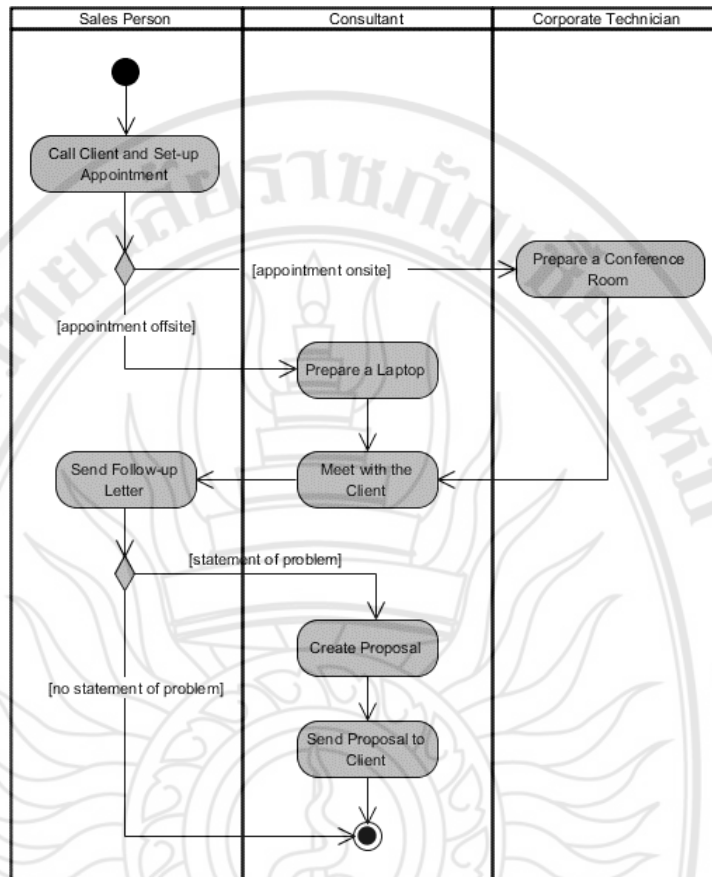
- 1) พิจารณายูสเคสที่ต้องการเขียนซีควেনซ์ไดอะแกรม โดยทั่วไปแล้วจำนวนของซีควেনซ์ไดอะแกรมจะเท่ากับจำนวนของยูสเคสหลักของระบบ
- 2) เขียนวัตถุของคลาส หรือหากไม่ทราบชื่อของวัตถุก็สามารถเขียนเพียงชื่อคลาสก็ได้
- 3) เขียนเส้นชีวิตของแต่ละวัตถุ

#### 4) เขียนการสื่อสารแบบต่าง ๆ ระหว่างวัตถุเหล่านั้น



ภาพที่ 2.9 ตัวอย่างซีควเอนซ์ไดอะแกรม (Sequence Diagram)

2.4.3.4 แอคทิวิตีไดอะแกรม (Activity Diagram) เป็นแผนภาพที่แสดงให้เห็นลำดับการดำเนินกิจกรรม (Activity) จากกิจกรรมหนึ่งไปยังกิจกรรมหนึ่งในระบบที่เกิดจากการทำงานของวัตถุ ลักษณะของแผนภาพคล้ายกับโฟลชาร์ต (Flowchart)



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างแอกทิวิตี้ไดอะแกรม (Activity Diagram)

ที่มา : Activity Diagram. สืบค้นเมื่อ 26 พฤศจิกายน 2561, จาก <https://www.visual-paradigm.com>

## 2.5 ภาษาที่ใช้ในการพัฒนา

### 2.5.1 ภาษาพีเอชพี(PHP)

ภาษาพีเอชพี(PHP) คำว่า PHP ย่อมาจาก Hypertext Preprocessor เป็นภาษาที่นิยมใช้ในการเขียนเว็บไซต์ที่ทำงานของฝั่งเครื่องแม่ข่าย เป็นภาษาสคริปต์ที่พัฒนาขึ้นจากพื้นฐานของภาษาที่นิยมในการเขียนโปรแกรมชนิดอื่นๆ เช่น ภาษาซี C, C++ และ Perl ทำให้ภาษาพีเอชพี(PHP) เป็นภาษาที่รวมเอาเอกลักษณ์เด่นของภาษาต้นแบบแต่ละชนิดมารวมกัน ความสามารถของภาษาพีเอชพี(PHP) ที่เห็นได้อย่างเด่นชัดมีดังนี้

- เป็นภาษาที่มีลักษณะเป็น Open Source ผู้พัฒนาสามารถติดตั้งและนำสคริปต์ภาษาพีเอชพี(PHP) ที่เขียนไปใช้และแบ่งปันโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย

- เป็นสคริปต์ที่ทำงานบนเครื่องแม่ข่าย (Server Side Script) ดังนั้นจึงทำงานบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ไม่ส่งผลกับการทำงานบนเครื่องลูกข่าย
- สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการที่ต่างชนิดกันอาทิเช่น Linux, Windows, Mac OS อย่างมีประสิทธิภาพ
- สามารถทำงานได้ในโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web Server) หลายชนิดเช่น Apache, IIS เป็นต้น
- สนับสนุนการเขียนโปรแกรมที่เป็นลักษณะ Object Oriented Programming (OOP)
- มีความสามารถในการทำงานร่วมกับระบบจัดการฐานข้อมูลที่มีความหลากหลายซึ่งระบบจัดการฐานข้อมูลที่สนับสนุนการทำงานของสคริปต์ภาษาพีเอชพี (PHP) อาทิเช่น Oracle, MySQL, MS SQL เป็นต้น



ภาพที่ 2.11 แผนภาพแสดงการทำงานของภาษา PHP

### 2.5.2 ภาษาซี (C)

ศศิธร ปักษา (2557) กล่าวว่า ภาษาซี เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ ที่มีการพัฒนาขึ้นใช้งานเพื่อให้เป็นภาษามาตรฐานที่ไม่ขึ้นกับโปรแกรมจัดระบบงาน หรือขึ้นกับฮาร์ดแวร์ จึงทำให้ซี เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ตามอุดมการณ์ของนักคอมพิวเตอร์

ภาษาซี เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่อาศัยหลักการทางวิธีการโปรแกรมสมัยใหม่ ที่เรียกว่า โปรแกรมโครงสร้าง การออกแบบซอฟต์แวร์จึงมีรูปแบบการออกแบบที่ง่ายเป็นโมดูล และสามารถนำไปใช้ได้ง่าย

ในการคอมไพล์ด้วย ซี คอมไพเลอร์นั้น ปรากฏว่า ซีให้ประสิทธิภาพที่เหนือกว่าภาษาชั้นสูงอื่นๆ ภาษาซีมีความคล่องตัวที่จะได้รับการประยุกต์เข้ากับงานต่างๆ ได้อย่างดี เราสามารถนำภาษาซีมาใช้ใน

งานพัฒนาโปรแกรมต่างๆ ได้ เช่น โปรแกรมเวิร์ดโปรเซสซิ่ง โปรแกรมสเปรดชีต โปรแกรมสำเร็จรูปอื่นๆ ปัจจุบันบริษัทผู้พัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปมักใช้ซีเป็นเครื่องมือในการพัฒนาโปรแกรม

ความเป็นมาของภาษาซี

มนต์ชัย (2535) กล่าวว่า ภาษาซี เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ในสายตระกูลของภาษาอัลกอล (ALGOL – Algorithmic Language) มีความคล้ายคลึงกับภาษา PL/L, ปาสกาลและเอดา เป็นต้น และจะแตกต่างหรือมีความคล้ายคลึงน้อยกว่าภาษาเบสิก, ฟอแทรน

ภาษาซี ออกแบบโดย Dennis Ritchie ที่เบลล์ แลปอราทอรี เมื่อประมาณปี 2515 ถ้าจะไล่สายบรรพบุรุษของภาษาซี ก็จะต้องเริ่มจาก Algol 60 ในปี 2503 (1960) มาถึง CPL ของ Cambridge ในปี 2506 มาเป็น BCPL โดย มาติน ริชาร์ด ในปี 2510 และมาถึงภาษา B โดย เคน ทอมป์สัน ที่เบลล์แลบส์ ในปี 2513 จนมาเป็นภาษา C ในปี 2515 ( สารวจ : 2534)

ภาษาซีประกอบด้วยส่วนสำคัญ ดังนี้

1) ส่วนหัวของโปรแกรม (Header Files) เป็นส่วนที่มีไว้เพื่อเขียนคำสั่งพิเศษบางอย่างที่ต้องการให้ทำงานก่อนที่จะเข้าสู่ตัวโปรแกรมเรียกว่า พรีโพรเซสเซอร์ไดเรกทีฟ ใช้ระบุเพื่อบอกคอมไพเลอร์กระทำการใดๆ ก่อนการแปลผลโปรแกรม

2) ส่วนของตัวโปรแกรม (Body) เป็นส่วนที่ผู้ใช้ต้องเขียนขึ้นเองโดยการเอาฟังก์ชันหรือฟังก์ชันมาตรฐานต่างๆ มาเรียบเรียงขึ้นเป็นโปรแกรม จะเริ่มด้วยฟังก์ชัน main(); ซึ่งเป็นฟังก์ชันหลักของโปรแกรม และมีเครื่องหมายปีกกาปิด ( { ) เป็นเครื่องหมายเริ่มต้นการเขียนโปรแกรม เครื่องหมายปีกกาปิด ( } ) เป็นเครื่องหมายจบโปรแกรมภายในฟังก์ชัน main() จะประกอบไปด้วยชุดฟังก์ชันและฟังก์ชันต่างๆ การเขียนโปรแกรมภาษาซีจะเขียนด้วยตัวอักษร ภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็ก ภาษาซีจะแยกความแตกต่างระหว่างตัวอักษรพิมพ์เล็กและตัวพิมพ์ใหญ่ในภาษาซีจะใช้คำว่า คำสั่ง แทนคำว่าฟังก์ชัน ซึ่งทั้งสองมีความหมายเหมือนกัน

3) ส่วนคำอธิบายโปรแกรม (Comment lines) เป็นส่วนที่ผู้ใช้ ใช้ในการอธิบายโปรแกรมอาจพิมพ์ข้อความ สูตรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมโดยอธิบายส่วนต่างๆ กำกับลงไป ใน source code ถ้าต้องเขียนให้เริ่มต้นด้วยเครื่องหมาย /\* ตามด้วยข้อความที่ต้องการแล้วปิดท้ายด้วย \*/ หรือคอมเมนต์แบบบรรทัดเดียวใช้เครื่องหมาย //

จุดเด่นของภาษาซี

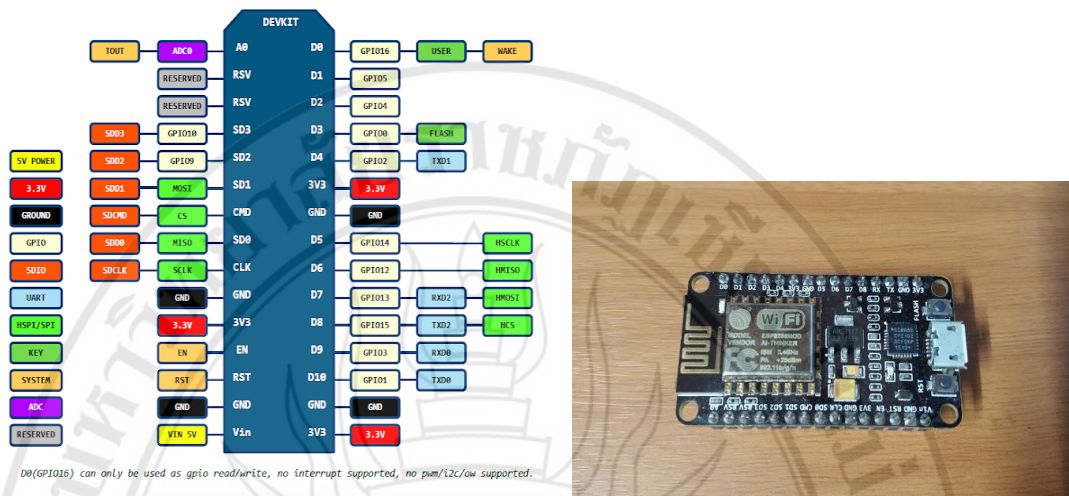
ไกรสร (2554) กล่าวว่า ในภาษาโปรแกรมทุกภาษามีจุดเด่นในการประมวลผลของภาษาแตกต่างกัน จุดเด่นของภาษาซีมีดังนี้

1. เป็นภาษาคอมไพเลอร์ที่มีแนวคิดในการพัฒนาแบบ โปรแกรมเชิงโครงสร้าง (Structure Program) ทำให้ภาษาซี เป็นภาษาที่เหมาะสมสำหรับนำมาพัฒนาระบบ
2. เป็นภาษาคอมไพเลอร์ที่เป็นภาษามาตรฐาน ซึ่งการทำงานของภาษาไม่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ ทำให้สามารถนำไปใช้ใน CPU รุ่นต่างๆ ได้
3. เป็นภาษาระดับสูงที่ทำงานเหมือนภาษาระดับต่ำ สามารถทำงานแทนภาษาแอดแอสบลี (Assembly) ได้
4. ความสามารถของคอมไพเลอร์ในภาษาซี มีประสิทธิภาพสูง ทำงานได้รวดเร็ว โดยใช้รหัสออบเจกต์ (Object) ที่สั้น จึงทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความรวดเร็ว

## 2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์

### 2.6.1 Node MCU

Wisdomgoody (2015) กล่าวว่า NodeMCU คือแพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจกต์ Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lua ได้ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูล ESP8266 นั้น มีอยู่ด้วยกัน หลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชันแรกที่เป็น ESP-01 ไล่ไปเรื่อยๆจนปัจจุบัน มีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน Node MCU version แรกนั้นก็จะเป็น ESP-12 แต่ใน version2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกัน มากนัก Node MCU นั้น มีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output built in มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ทำให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น Node MCU ตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะ เป็นการทำ Web Server ขนาดเล็กการควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WiFi และอื่นๆ อีกมากมาย



ภาพที่ 2.12 NodeMCU Devkit 1.0 (ESP-12E) Version 2

### โมดูลไวไฟ ESP8266

ผู้สร้างชิพ ESP คือคุณ Teo Swee Ann ชาวสิงคโปร์แห่งบริษัท Espressif System โดยในโมดูลประกอบด้วย ชิพ Microcontroller กับ WiFi Module ราคาถูก ดังนั้นตัวมันสามารถโปรแกรมลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลยและมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป ESP8266 เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซี ESP8266 ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (flash memory) ในตัว ทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (external flash memory) ในการเก็บโปรแกรม ที่ใช้การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่งสาเหตุนี้เองทำให้โมดูล ESP8266 มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่า ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ ESP8266 ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.3V - 3.6V การนำไปใช้งานร่วมกับเซ็นเซอร์อื่นๆที่ใช้แรงดัน 5V ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดัน มาช่วยเพื่อไม่ให้โมดูลพังเสียหายกระแสที่โมดูลใช้งานสูงสุดคือ 200mA ความถี่คริสตอล 40MHz ทำให้เมื่อนำไปใช้งานอุปกรณ์ที่ทำงานรวดเร็วตามความถี่ เช่น LCD ทำให้การแสดงผลข้อมูลรวดเร็วกว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ยอดนิยม Arduino มาก

ขาของโมดูล ESP8266 แบ่งได้ดังนี้

- 1) VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไฟเข้าเพื่อให้โมดูลทำงานได้ซึ่งแรงดัน ที่ใช้งานได้คือ 3.3 -3.6V
- 2) GND ขากระแสประจุลบ

3) Reset และ CH\_PD (หรือ EN) เป็นขาที่ต้องต่อเข้าไฟบวก เพื่อให้โมดูลสามารถทำงานได้ทั้ง

2 ขานี้สามารถนำมาใช้รีเซ็ตโมดูลได้เหมือนกัน แตกต่างตรงที่ขา Reset สามารถลอยไว้ได้แต่ขา CH\_PD (หรือ EN) จำเป็นต้องต่อเข้าไฟบวก เท่านั้น เมื่อขานี้ไม่ต่อเข้าไฟบวก โมดูลจะไม่ทำงานทันที



- 4) GPIO เป็นขาดิจิตอลอินพุต / เอาต์พุต ทำงานที่แรงดัน 3.3V
- 5) GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เท่านั้น เพื่อให้โมดูลทำงานได้
- 6) GPIO0 เป็นขาสำหรับการเลือกโหมดทำงาน หากนำขานี้ลง GND จะเข้าโหมดโปรแกรม หากลอยไว้ หรือนำเข้าไฟ + จะเข้าโหมดการทำงานปกติ

7) ADC เป็นขานาล็อกอินพุต รับแรงดันได้สูงสุดที่ 1V ขนาด 10 บิต การนำไปใช้งานกับแรงดันที่สูงกว่า ต้องใช้วงจรแบ่งแรงดัน เข้าช่วย

คุณสมบัติด้าน WiFi ของ NodeMCU/ESP8266

เนื่องจาก NodeMCU/ESP8266 นั้นสายอากาศในตัว จึงทำให้สามารถเชื่อมต่อ WiFi ได้โดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์หรือสายอากาศเพิ่มเติม และคุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญของโมดูล WiFi บน NodeMCU/ESP8266 มีดังนี้

- 1) รองรับมาตรฐาน IEEE802.11 b/g/n
- 2) รองรับการทำงานแบบ WiFi Direct (P2P) และ SoftAP
- 3) วงจรสวิตช์ TR, สายอากาศที่มี Balun, LNA หรือวงจรขยายสัญญาณรบกวนต่ำ, วงจรขยายกำลังและแมตซิ่งเน็ตเวิร์กเพื่อการรับคลื่นวิทยุอย่างมีประสิทธิภาพ
- 4) วงจรเฟสล็อกและวงจรควบคุมสัญญาณออสซิลเลเตอร์แบบดิจิตอล (DCXO) เพื่อช่วยบริหารจัดการด้านความถี่
- 5) วงจรบริหารกำลังไฟฟ้าและวงจรควบคุมไฟเลี้ยงคงที่ เพื่อช่วยให้วงจร WiFi ใช้กำลังได้อย่างเหมาะสม โดยปกติต้องการกระแสไฟฟ้า 0.9 mA ในขณะที่สแตนด์บาย, 135-215 mA ขณะส่งข้อมูล, 60 mA เมื่อรับข้อมูล, 1 mA ในโหมดประหยัดพลังงาน และ 0.5  $\mu$ A ในขณะที่ปิด

6) กำลังส่ง +19.5dBm เมื่อทำงานในโหมด 802.11b

ข้อมูลสำคัญเชิงเทคนิคของบอร์ด NodeMCU v2

- 1) ใช้โมดูล ESP-12E (ESP8266 SoC chip) ของบริษัท Ai Thinker (ในขณะที่ NodeMCU v1 ใช้โมดูล ESP12) มีขาเพิ่มมาอีก 6 ขา เมื่อเปรียบเทียบกับ ESP-12
- 2) ใช้ชิป Flash ความจุ 32Mbits (4MBytes)
- 3) มีขนาดแคบกว่า NodeMCU v1 ดังนั้นเมื่อเสียบขาลงบนเบรตบอร์ด จะมีช่องเหลือด้านข้าง ทำให้สะดวกในการต่อวงจรบนเบรตบอร์ด
- 4) มีวงจรควบคุมแรงดัน 3.3V (@800mA max.) บนบอร์ด ใช้ไอซีที่จ่ายกระแสได้มากกว่าบอร์ด NodeMCU v1

- 5) ใช้ชิป CP2102 ของ Silabs ทำหน้าที่เป็นส่วนเชื่อมต่อ USB-to-Serial (แต่ NodeMCU v1 ใช้ชิป CH340G)
- 6) มีขาสำหรับ SPI สำหรับต่อกับการ์ด SD (เพิ่มจากเดิมที่มีขาสำหรับ SPI)
- 7) มีขา GPIO3/RXD0 และ GPIO1/TXD0 ที่ต่อกับขา TXD และ RXD ของชิป CP2102 ตามลำดับ
- 8) มีขา GPIO13/RXD2 และ GPIO15/TXD2 (ใช้เป็นพอร์ต Serial เพิ่มอีกหนึ่งชุด)
- 9) ใช้ micro-USB สำหรับจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง (VUSB) เท่ากับ +5V และสำหรับดาวนโหลดเฟิร์มแวร์ (แรงดัน VUSB ต่อผ่าน Schottky Diode 1N5819 ไปยัง VDD5V)
- 10) สามารถจ่ายแรงดันไฟเลี้ยง +5V จากภายนอกได้ (ต่อเข้าที่ขา VDD5V)
- 11) มีปุ่มกด RST (รีเซ็ตการทำงาน) และ Flash (สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ใหม่)
- 11) มีขา A0 รับอินพุตแรงดันแบบแอนะล็อกสำหรับวงจร ADC (ขนาด 10 บิต) ที่อยู่ภายในชิป ผ่านวงจรแบ่งแรงดันด้วยตัวต้านทาน 100k / 220k (ลดแรงดันอินพุตจาก 0...3.3V ลงมาให้อยู่ในช่วง 0V...1V)

## 2.7 สถิติสำหรับการวิจัย

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลพื้นฐาน

ค่าเฉลี่ย (Mean) ของคะแนน โดยใช้สูตร

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ

$\bar{x}$  = ค่าเฉลี่ย

$\sum x$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดในกลุ่ม

$N$  = จำนวนคะแนนในกลุ่ม

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation : SD.) ของคะแนน

$$s = \sqrt{\frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N(N-1)}}$$

เมื่อ

$S$	=	ส่วนมาตรฐาน
$X$	=	คะแนนแต่ละตัว
$N$	=	จำนวนคะแนนในกลุ่ม
$\sum x^2$	=	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
$(\sum x)^2$	=	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวทั้งหมดยกกำลังสอง

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรรณวดี สุวัณณิกะ, ณพนธ์ แหวนจอน, วิฑิตมา ตันโสภา(2554) เรื่อง การพัฒนาเบื้องต้น เครื่องมือตรวจวัดฝุ่นละอองในบรรยากาศอย่างง่าย การพัฒนาเครื่องมือ ตรวจวัดความเข้มข้นของ ฝุ่นละอองในบรรยากาศอย่างง่าย เพื่อให้ชาวบ้านสามารถมีเครื่องตรวจวัดไว้ใช้ เพื่อเป็นการ ฝ้าระวังคุณภาพอากาศภายในชุมชน เครื่องมือที่สร้างขึ้น ใช้สติกเกอร์กระดาษเป็นตัวจับฝุ่น และอ่านค่าความดำ ของฝุ่นที่ติดบนสติกเกอร์โดยเทียบกับดัชนีความดำ ผลการทดลองแสดงว่าอุปกรณ์ อย่างง่ายสามารถแสดงความแตกต่างของความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศ ได้ และสามารถ ดำเนินการโดยบุคคลทั่วไปที่ได้รับ การฝึกหัดเพียงเล็กน้อย

เศรษฐ์ สัมภัตตะกุล(2561) เรื่อง การวิเคราะห์ปริมาณฝุ่นละอองเชิงมวล PM2.5 และ PM10 ในบรรยากาศด้วยเครื่องตรวจวัดฝุ่นละอองไร้สายในพื้นที่ภาคเหนือของประเทศไทย งานวิจัยนี้ สร้างและพัฒนาระบบฐานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ การตรวจวัดปริมาณฝุ่นละออง เชิงมวล PM2.5 และ PM10 ในอากาศด้วยเครื่องตรวจจับฝุ่นละอองไร้สายมีการติดตั้งสถานีตรวจวัด ปริมาณฝุ่นละออง ในพื้นที่ภาคเหนือ จำนวนทั้งหมด 4 สถานี มีการนำเสนอข้อมูลผ่านระบบ รายงานผลออนไลน์จากสถานีตรวจวัดในแต่ละแห่ง เพื่อให้ผู้รับข้อมูลสามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่าง รวดเร็ว ทันสถานการณ์ และเข้าใจง่าย สามารถเป็นข้อมูลเพื่อสนับสนุนแนวทางการแก้ไขปัญหา หมอกควันในเขตพื้นที่ภาคเหนือ รวมถึงการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพ ภูมิอากาศ เพื่อนำไปสู่การแก้ไขปัญหาได้อย่างถูกต้อง และรวดเร็วทันเหตุการณ์ต่อปัญหาที่เกิดขึ้น

ศุภวุฒิ ผากา, สันติ วงศ์ใหญ่, อติศร ถมยา(2557) เรื่อง การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิ และความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดในโรงเพาะเห็ดบ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลปงยางคก อำเภอลำปาง จังหวัดลำปาง งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มผลผลิตและคุณภาพของเห็ด โดย การพัฒนาระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเห็ดของกลุ่มอาชีพ เพาะเห็ด โดยวิธีการควบคุมการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติซึ่งมีอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น ภายในโรงเพาะเห็ด ผลจากงานวิจัยดังกล่าว พบว่ากลุ่มอาชีพเพาะเห็ด บ้านทุ่งบ่อแป้น ตำบลลำปาง

ฉัตร จังหวัดลำปาง มีความพึงพอใจในปริมาณและคุณภาพของเห็ดอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ 4.26

