# บทที่ 3

# วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยทำการพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้สอดคล้องกับหลักการและวัตถุประสงค์ โดยมีรายละเอียดในการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. ทำการศึกษาข้อมูล เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ผลสำหรับเครื่องมือวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าสำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

2. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาทำการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งจะแบ่งการพิจารณาออกเป็นส่วนของรูปแบบโปรแกรมและส่วนของโครงสร้างภาษาคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาโปรแกรม โดยคำนึงถึงปัจจัย ดังต่อไปนี้

2.1 การออกแบบจะทำการวิเคราะห์รูปแบบหน้าจอแสดงผลโปรแกรม ทั้งในส่วนของความสวยงามและเรียบง่าย ซึ่งคำนึงถึงการใช้งานโปรแกรมของผู้ใช้งานให้เข้าใจง่ายสามารถใช้งานได้สะดวก โดยออกแบบให้ครอบคลุมข้อมูลสำหรับทำการวิเคราะห์และใช้ขั้นตอนการประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิให้น้อยที่สุด

2.2 ส่วนของการออกแบบโครงสร้างภาษาคอมพิวเตอร์ในการพัฒนาจะทำการเลือกภาษาและวิธีการพัฒนาให้เหมาะสมกับรูปแบบโปรแกรมที่ออกแบบ โดยพิจารณาที่รูปแบบโปรแกรมและข้อมูลสำหรับทำการวิเคราะห์ที่มีจำนวนมาก ซึ่งคำนึงถึงการใช้งานของผู้ใช้งานให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าและทำการประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิได้ถูกต้องและรวดเร็ว

3. ทำการเขียนโปรแกรมวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าและประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิจากการออกแบบและข้อมูลที่ได้

4. ทดลองใช้งานโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น หาข้อบกพร่องและทำการปรับปรุง

5. สรุปผลงานวิจัย

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. เครื่องมือวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าเซลล์แสงอาทิตย์ สำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ สำหรับวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นโดยทางสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) เพื่อใช้วัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้า

ของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้เครื่องจำลองแสงอาทิตย์ (Sun Simulator) ต่อเข้ากับกล่องควบคุมอุณหภูมิ สำหรับควบคุมอุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เปลี่ยนแปลงตามต้องการ โดยเซลล์ที่ใช้มีขนาด 1 $cm^2$ มาต่อเป็นวงจรจำนวน 10 เซลล์ และแสดงผลการวัดออกมาอยู่ในรูปของไฟล์ Microsoft Excel

2. โปรแกรม MATLAB R2010 ซึ่งเป็นลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยนเรศวร License Number: 660086 ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ สำหรับการควบคุมทางเทคนิค โปรแกรมนี้ได้รวบรวมการเขียนโปรแกรมและการแสดงผลรวมกันในตัวเดียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ อยู่ในลักษณะที่ง่ายต่อการใช้งาน ในงานวิจัยนี้ได้เลือกโปรแกรมที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Microsoft Windows

3. เครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ผลสำหรับเครื่องมือวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ และแสดงผลการวิเคราะห์

**การวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์**

ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ใช้จะมาจากการวัดค่าจากเครื่องมือวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ค่าที่ได้เก็บอยู่ในไฟล์ข้อมูล ซึ่งการวิเคราะห์จะต้องทำการเลือกชุดข้อมูลการวัดเพื่อให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ โดยค่าที่เลือกใช้คือ ค่า Isc , Voc , FF , Eff ของแต่ละเซลล์ที่ใช้ในการวัด

**การประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ**

ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ คือ ค่าคงที่ค่าหนึ่งของความสัมพันธ์ของค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าใดๆที่ต้องการกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไป ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิที่ประเมินออกมาได้ จะสามารถบอกถึงการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ณ ที่อุณหภูมิต่างๆได้ โดยมีวิธีการประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิมีสูตรการคำนวณ [19] ดังสมการ 3

การประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ จะใช้ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์มาแทนค่าในสมการ 3 และให้โปรแกรมทำการคำนวณและแสดงผลการคำนวณออกมาทั้งค่าตัวเลขและในรูปกราฟความสัมพันธ์ ของค่าที่ใช้ในการคำนวณและอุณหภูมิ

**การเลือกใช้โปรแกรม MATLAB**

คอมพิวเตอร์ได้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาในเชิงตัวเลขโดยมีภาษาทางคอมพิวเตอร์หลายตัวที่ช่วยในการแก้ปัญหา เช่น ภาษา C, Fortran , Pascal เป็นต้น การใช้โปรแกรมภาษา C, Fortran และ Pascal ในการแก้ปัญหาเชิงตัวเลข และกราฟฟิกที่มีความซับซ้อนค่อนข้างจะยุ่งยากและเสียเวลามาก เพราะต้องใช้คำสั่งเป็นจำนวนมาก และมีรูปแบบคำสั่งที่แน่นอน

MATLAB เป็นโปรแกรมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในแวดวงของนักวิทยาศาสตร์และวิศวกรในปัจจุบัน โดย MATLAB นั้นได้เริ่มต้นขึ้นเพื่อต้องการให้เราสามารถแก้ปัญหาตัวแปรที่มีลักษณะเป็น Matrix ได้ง่ายขึ้น สำหรับในปัจจุบัน MATLAB ได้ถูกพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ซึ่งทำให้ทุกวันนี้ MATLAB เป็นโปรแกรมที่สุดยอดในการคำนวณที่คำนวณด้านmatrix สำหรับงานทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมโปรแกรมหนึ่ง

การแก้ปัญหาเชิงตัวเลข และความซับซ้อนของกราฟิก ที่มีความยุ่งยากและเสียเวลามาก เราสามารถแก้ไขได้โดยการใช้โปรแกรม MATLAB มาพัฒนาโปแกรมช่วยคำนวณเพื่อใช้ในการคำนวณเชิงตัวเลข และกราฟิกที่ซับซ้อนให้ง่ายต่อการใช้งาน มีความรวดเร็ว และการเขียนโปรแกรมไม่ยุ่งยาก เนื่องจากโปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมที่มีการพัฒนาอย่างไม่หยุดยั้ง และเป็นโปรแกรมที่ง่ายต่อความเข้าใจ และเขียนโปรแกรมไม่ซับซ้อน และเมื่อนำไปใช้งานและสามารถเห็นผลลัพธ์ได้อย่างรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้เองจึงทำให้โปรแกรม MATLAB ถูกนำมาใช้งานกันอย่างกว้างขวางในสาขาต่าง ๆ

**การออกแบบหน้าจอแสดงผล**

ในการออกแบบรูปแบบหน้าจอแสดงผลของโปรแกรมนั้น จะคำนึงถึงการออกแบบตามหลักการ KISS (Keep It Simple and Straightforward) ซึ่งอาจแบ่งเป็นข้อได้ดังต่อไปนี้

1. การทำให้หน้าจอแสดงผลอยู่ในลักษณะที่ง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งผู้ใช้งานย่อมต้องการใช้งานโปรแกรมที่เข้าใจได้ง่าย หากโปรแกรมมีความซับซ้อนมาก การออกแบบยิ่งต้องซ่อนสิ่งที่ซับซ้อนไว้ภายในและนำเสนอสิ่งที่เข้าใจได้ง่ายต่อผู้ใช้ให้ได้มากที่สุด

2. การทำให้หน้าจอแสดงผลมีความชัดเจน ไม่ซับซ้อนและเป็นธรรมชาติ หน้าจอแสดงผลที่ดีจะต้องชัดเจนในตัวเองและเข้าใจได้ง่ายโดยใช้สัญชาติญาณของมนุษย์ ต้องออกแบบและสร้างหน้าจอแสดงผล โดยคิดว่าผู้ใช้จะสามารถเข้าใจได้เลยโดยสัญชาติญาณ เช่น ผู้ใช้สามารถรู้หรือคาดหมายได้เลยว่า จะต้องทำขั้นตอนอะไรต่อไปหลังจากขั้นตอนที่กำลังทำอยู่ ซึ่งอาจจะใช้สัญชาติญาณหรือประสบการณ์ในการทำงานเดิมของผู้ใช้เอง นอกจากนั้นจะต้องทำ

ให้ผู้ใช้ไม่ต้องตระหนักถึงกลไกการทำงานภายในโปรแกรมมากนัก เพราะผู้ใช้โดยทั่วไปไม่อยากรู้กลไกการทำงานภายในโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมา เพียงแต่ต้องการใช้งานโปรแกรมทำงานให้สำเร็จตามเป้าหมายเท่านั้น จะทำให้ผู้ใช้มองโปรแกรมเป็นเหมือนเครื่องมือในการทำให้งานเสร็จอันหนึ่ง ไม่ให้ผู้ใช้มองว่าเป็นคอมพิวเตอร์ซึ่งมีกระบวนการและกลไกการทำงานภายในที่ซับซ้อน เปรียบได้กับการขับรถ ที่บางครั้งผู้ขับไม่ต้องการรู้ว่ารถมันเคลื่อนที่ไปได้อย่างไร มีกลไกภายในอย่างไร เพียงแต่เข้าใจว่ารถก็คือเครื่องมืออันหนึ่งที่จะทำให้ไปถึงจุดหมายได้ เพราะฉะนั้นการขับรถเป็นเพียงความต้องการจะรู้ว่าจะทำยังไงให้ไปถึงจุดหมายได้เท่านั้น ต้องเหยียบคันเร่งตรงไหนเข้าเกียร์ยังไง แค่นั้นก็เพียงพอ

3. การทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่าเป็นผู้ควบคุมโปรแกรมให้ทำงานตามที่ต้องการ ผู้ใช้งานโปรแกรมโดยทั่วไป อาจมีสมมุติฐานว่าโปรแกรมจะต้องตอบสนองต่อการทำอะไรบางอย่างจากเขาเท่านั้น ถึงแม้ในงานบางอย่างควรจะต้องให้โปรแกรมทำงานเองโดยอัตโนมัติ ควรที่จะให้โอกาสหรือมีตัวเลือกให้ผู้ใช้เลือกได้ว่าจะเปิดหรือไม่เปิดการทำงานนั้น สิ่งที่สำคัญอีกอย่างก็คือ หลีกเลี่ยงการบังคับให้ผู้ใช้ต้องทำอะไรบางอย่างที่เฉพาะเจาะจง ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการเข้าสู่สถานะ การทำงานบางอย่างของโปรแกรม ซึ่งเป็นสถานะของโปรแกรมเฉพาะอย่างที่บังคับให้ผู้ใช้ทำอะไรบางอย่างเท่านั้นแทนที่จะให้ผู้ใช้เป็นคนตัดสินใจ เช่น การบังคับให้ผู้ใช้ต้องกดปุ่ม OK เป็นต้น พยายามให้ผู้ใช้ได้มีตัวเลือก เป็นผู้ตัดสินใจ เป็นผู้ควบคุมโปรแกรม อย่างเช่นบางครั้งผู้ใช้อาจเปลี่ยนใจไม่ทำกระบวนการต่อ อาจอยากย้อนกลับ เพื่อกลับไปขั้นตอนก่อนหน้า หรืออาจอยากยกเลิกกระบวนการต่างๆ ซึ่งมีวิธีการดำเนินการดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบให้ผู้ใช้ได้มีการตัดสินใจ อาจมีการเปลี่ยนใจ ยกเลิก ย้อนกลับในกระบวนการใช้งานได้ง่าย เพราะหากผู้ใช้ทำอะไรผิดไป แล้วไม่สามารถย้อนกลับไปขั้นตอนก่อนหน้าได้ โปรแกรมลักษณะนี้จะทำให้ผู้ใช้กลัว กังวล วิตกและในที่สุดจะมีความรู้สึกที่ไม่อยากใช้โปรแกรม

3.2 การออกแบบให้ผู้ใช้มองเห็นโปรแกรมแล้วเข้าใจว่าจะต้องตัดสินใจอย่างไรต่อไป เลือกรายการไหนถึงจะทำงานต่อไปได้ ต้องไม่ให้ผู้ใช้ ใช้ความคุ้นเคยในการตัดสินใจ เช่น เคยเลือกตัวเลือกนี้ คราวนี้ก็เลยต้องเลือก เป็นต้น การมีข้อความอธิบายขั้นตอน อธิบายความหมาย ให้ผู้ใช้เข้าใจง่ายขึ้นก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ควรมี

3.3 การออกแบบให้โปรแกรมตอบโต้กับผู้ใช้ การที่ผู้ใช้กดหรือป้อนข้อมูลให้โปรแกรมแล้วขาดการตอบสนอง การตอบสนองที่เกิดขึ้นไม่ว่าจะต้องใช้ภาพหรือเสียง ควรที่จะต้องทำให้ผู้ใช้เห็นการตอบสนองต่อการกระทำของเขาโดยทันทีทันใด

3.4 การหลีกเลี่ยงสถานการณ์ที่เรียกว่า Mode (ลักษณะการกระทำ)สถานการณ์ที่เรียกว่า Mode คือสถานการณ์ที่โปรแกรมเข้าสู่กรณีที่เฉพาะเจาะจง เช่น มีกล่องข้อความ (Dialog box) โผล่ขึ้นมาซึ่งเป็นกล่องข้อความแบบ Modal Dialog ที่ต้องให้ผู้ใช้ทำ Mode นั้นให้เสร็จก่อน แล้วจึงกลับไปสู่สถานการณ์ปกติ สถานการณ์ที่เรียกว่า Mode นี้จะทำให้ผู้ใช้เบนความสนใจไปที่ผลลัพธ์ที่โปรแกรมจะทำงานตอบสนองให้ แทนที่จะให้ความสนใจกับงานเดิมที่กำลังดำเนินการ โดยทั่วไปค่อนข้างยากที่จะสร้างโปรแกรมที่ไม่ให้มี Mode เลย วิธีการคือจะใช้ Mode เฉพาะเท่าที่จำเป็นและไม่ให้ Mode มีผลกระทบต่อการทำงานของโปรแกรมโดยรวม เมื่อไรก็ตามที่ผู้ใช้พบสถานการณ์เกี่ยวกับ Mode ในโปรแกรม จะมีคำอธิบายถึงเหตุผลหรือมีคำเตือนที่ชัดเจนและเตรียมวิธีการที่จะทำให้ผู้ใช้ออกจาก Mode ได้โดยเร็วและง่าย เพื่อให้ผู้ใช้มีความรู้สึกว่าได้ควบคุมโปรแกรมอีกครั้ง

การใช้งานที่ง่ายสะดวก ผู้ใช้งานเข้าใจง่าย สามารถใช้งานได้ดี เช่น การเลือกชุดข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์และประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ จะคำนึงถึงปริมาณไฟล์ข้อมูลค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ได้จากการวัดจากเครื่องมือวัดในชุดข้อมูล ที่ให้โปรแกรมสามารถเรียกข้อมูลจำนวนมากนั้นเพียงครั้งเดียวในการวิเคราะห์และประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

**การพัฒนาโปรแกรมตามหลักการพัฒนาโปรแกรม**

ในการออกแบบโครงสร้างโปรแกรมนั้น จะคำนึงถึงหลักการเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ โดยจะมีการแบ่งโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมออกเป็นวัตถุ ให้มีความผูกพันการทำงานกันน้อย ซึ่งจะทำให้การดูแลและแก้ไขส่วนต่างๆของโปรแกรมสามารถทำได้ง่ายและมีผลกระทบต่อส่วนอื่นๆของโปรแกรมน้อยที่สุด โดยมีการดำเนินการตามขั้นตอนของหลักการพัฒนา ดังนี้

1. ขั้นวิเคราะห์ความต้องการ (Requirement Analysis and Feasibility Study)

ขั้นตอนนี้เป็นการศึกษาผลลัพธ์ (Output) ข้อมูลนำเข้า (Input) และวิธีการประเมินผล (Process) ก่อนที่จะเขียนโปรแกรม แบ่งวิธีการวิเคราะห์ได้ ดังนี้

1.1 สิ่งที่ต้องการ

1.1.1 ประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของเซลล์แสงอาทิตย์

1.1.2 รับค่า irradiance, deviceDimension, totalDevice, tempStart, tempFinish, tempStep, tempAdd และ currentDirectory ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นของการวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าทางแป้นพิมพ์

1.1.3 ไฟล์ข้อมูลการวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จากการเลือกของผู้ใช้งาน

1.1.4 จัดการโปรแกรมที่พัฒนาให้เป็นโปรแกรมที่นำไปใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์อื่นๆได้ (Stand Alone Program)

1.2 รูปแบบผลลัพธ์

1.2.1 แสดงผลลัพธ์การประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิในรูปกราฟเส้นและตัวเลข

1.3 ข้อมูลนำเข้า

1.3.1 ค่า irradiance, deviceDimention, totalDevice, tempStart, tempFinish, tempStep, tempAdd และ currentDirectory ของการวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้า

1.3.2 ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จากไฟล์ข้อมูลการวัด

1.4 ตัวแปรที่ใช้

1.4.1 ค่า irradiance แทนค่าความเข้มรังสีอาทิตย์จากการวัดค่าคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์

1.4.2 ค่า deviceDimention แทนค่าขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์จากการวัดค่าคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์

1.4.3 ค่า totalDevice แทนค่าจำนวนเซลล์แสงอาทิตย์จากการวัดค่าคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์

1.4.4 ค่า tempStart แทนค่าอุณหภูมิเริ่มต้นจากการวัดค่าคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์

1.4.5 ค่า tempFinish แทนค่าอุณหภูมิสุดท้ายจากการวัดค่าคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์

1.4.6 ค่า tempAdd แทนค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นจากการวัดค่าคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์

1.4.7 ค่า tempStep แทนค่าจำนวนขั้นการวัดค่าคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์

1.4.7 ค่า currentDirectory แทนสารบบที่เก็บไฟล์ข้อมูลจากการวัดค่าคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ ที่จะใช้ในการประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

1.4.8 ค่า xlsStructArray แทนค่าข้อมูลที่อ่านได้จากไฟล์ข้อมูลจากการวัดค่าคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์

1.4.9 ค่า xAxis แทนค่าที่จะทำการวาดลงแกน x

1.4.10 ค่า yAxis แทนค่าที่จะทำการวาดลงแกน y

1.4.11 ค่า Isc แทนค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร

1.4.12 ค่า Voc แทนค่าแรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด

1.4.13 ค่า FF แทนค่าความต้านทานที่ต่อขนาน

1.4.14 ค่า Eff แทนค่าประสิทธิภาพการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในการวัดค่า

1.4.15 ค่า Tc แทนค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

1.4.16 ค่า FilePath แทนค่าสารบบที่เก็บไฟล์พร้อมด้วยชื่อไฟล์

1.4.17 ค่า InfoData แทน ค่าข้อมูลการวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จากการวัดด้วยเครื่องมือวัดค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์

1.4.18 ค่า IVCurveData แทน ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์จากไฟล์ข้อมูล

1.4.19 ค่า estimatedData แทน ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับนำไปประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

1.4.20 ค่า TCData แทน ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

1.5 วิธีการประมวลผล

1.5.1 เริ่มต้น

1.5.2 รับค่า irradiance, deviceDimention, totalDevice, tempStart, tempFinish, tempStep และ currentDirectory

1.5.3 เปิดสารบบจากค่า currentDirectory ที่ผู้ใช้ทำการป้อนค่ามา เพื่อทำการเรียกรายการไฟล์ข้อมูลที่เก็บในสารบบมาทำการอ่านข้อมูลภายในไฟล์ข้อมูล

1.5.4 ข้อมูลที่ได้จากการอ่าน Voc , Isc , FF, Eff , Rsh , Rs มาทำการวิเคราะห์

1.5.5 หาค่าเฉลี่ยของค่า Voc , Isc , FF, Eff , Rsh , Rs จากการวัด 2 ครั้งในแต่ละช่วงอุณหภูมิ

1.5.6 ประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิจากสูตร

$$TC(part/^{\circ}C) = \frac{1}{z}\frac{\delta Z}{\delta T}\Big|_{T_n = 25^{\circ}C}$$

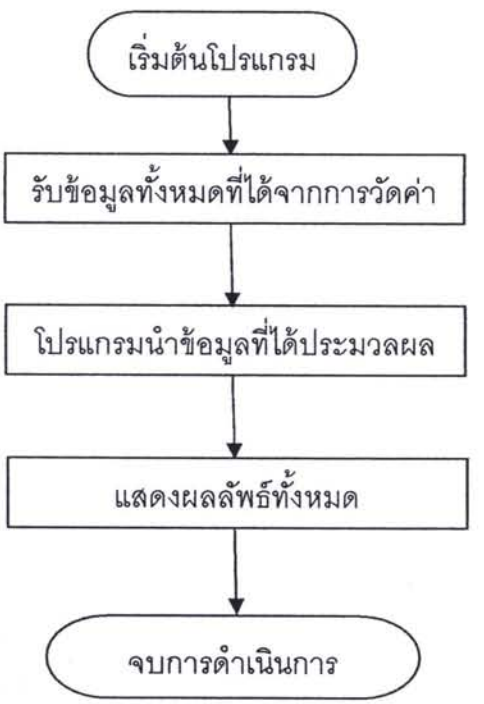
1.5.7 บันทึกค่าทั้งหมดลงในไฟล์ข้อมูลใหม่เพื่อเก็บบันทึกการประมวลผลสำหรับการเรียกดูข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์และประเมินค่าเรียบร้อยแล้ว

1.5.8 แสดงผลการวิเคราะห์และคำนวณค่าคุณสมบัติทางไฟฟ้าและประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิทั้งในรูปแบบกราฟแสดงผลและข้อมูลตัวเลข

1.5.9 จบการทำงาน

2. ขั้นออกแบบโปรแกรม (Program Design)

เนื่องจากไฟล์ข้อมูลและข้อมูลการวัดที่ได้มีเป็นจำนวนมาก การที่จะทำให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดได้อย่างรวดเร็วนั้น โปรแกรมจะต้องรับค่าเพียงครั้งเดียวและทำการประมวลผลตามที่ได้พัฒนา แล้วสามารถแสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆจากการทำงานของโปรแกรมออกมาได้ แสดงดังแผนภาพ 8

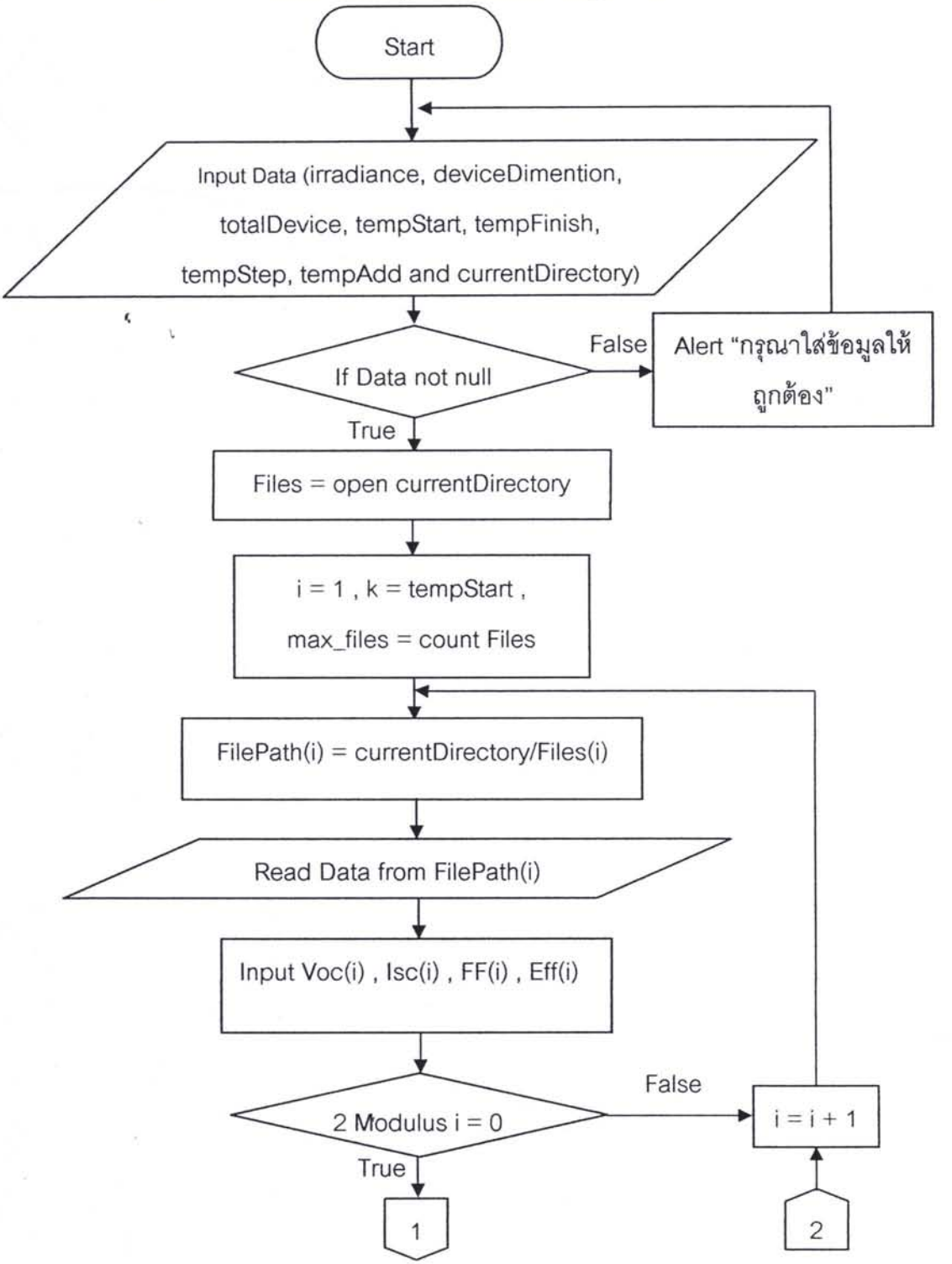



**ภาพ 8 การรับข้อมูลทั้งหมดครั้งเดียว เพื่อประมวลผล**

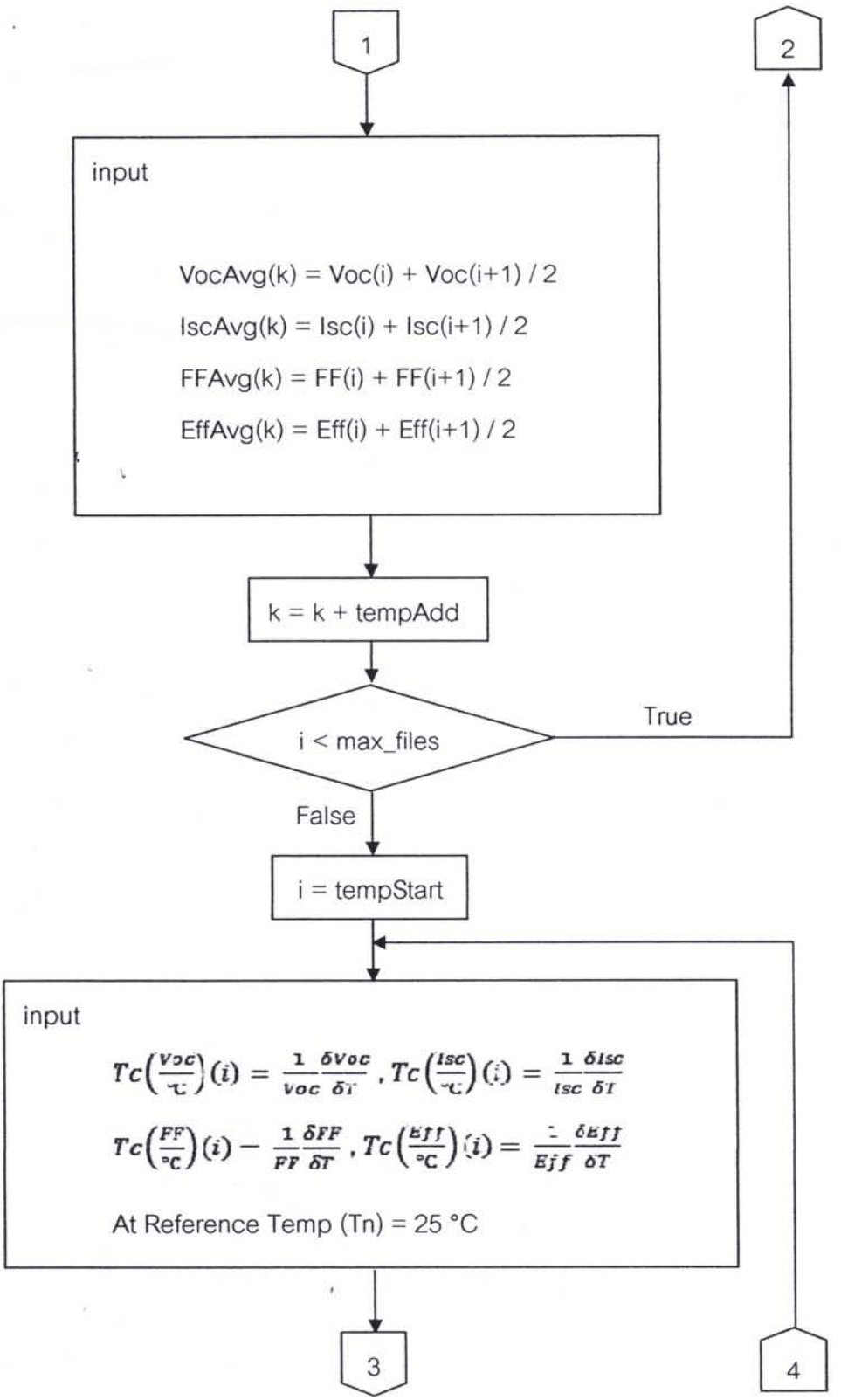
การออกแบบโปรแกรมเป็นการจัดลำดับการทำงานของโปรแกรมตามขั้นตอนการประมวลผล โดยมีวิธีการที่จะช่วยในการออกแบบโปรแกรมดังต่อไปนี้

2.1 การเขียนผังงาน

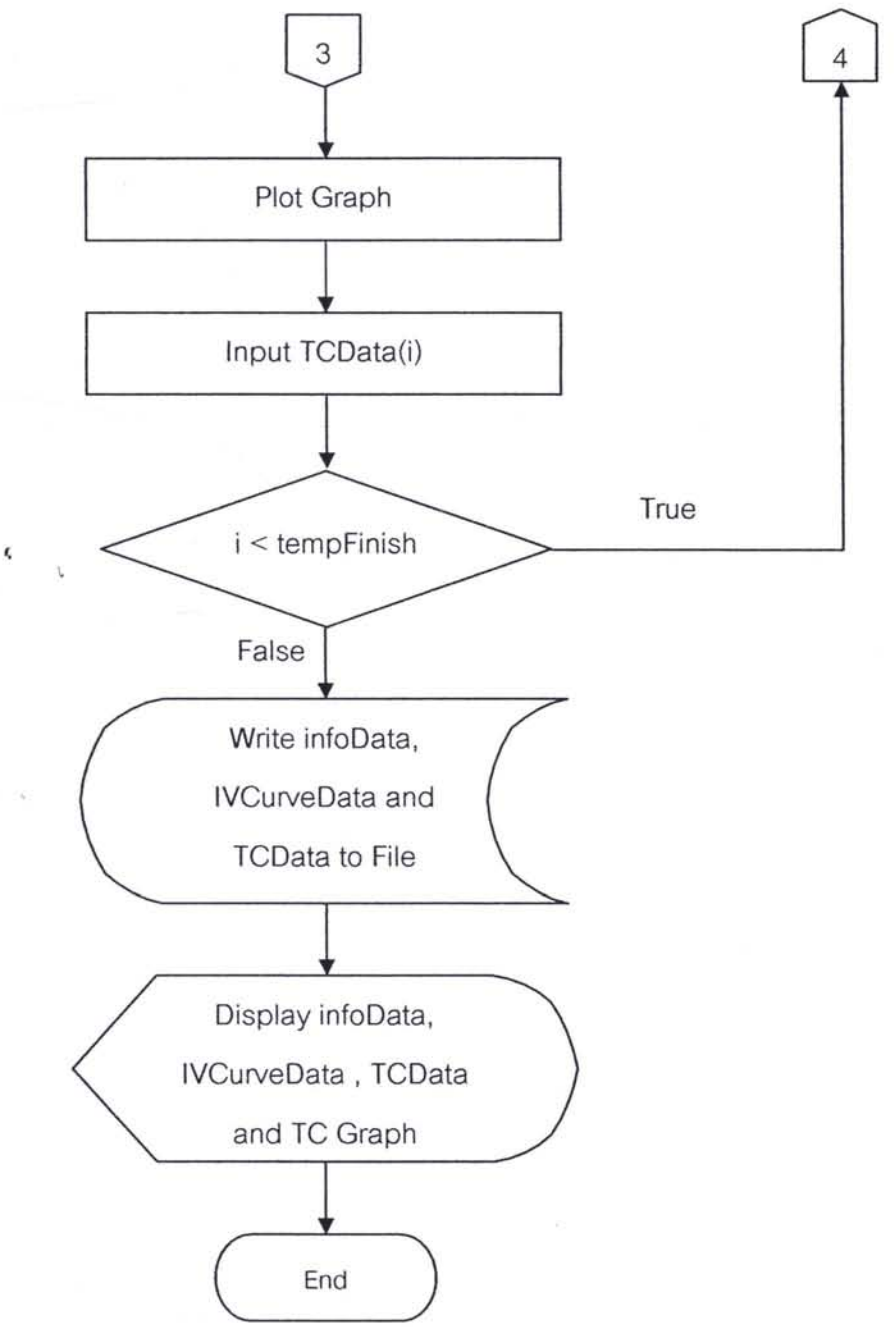
การเขียนผังงานจะนำขั้นตอนการประมวลผลมาเขียนเป็นภาพหรือสัญลักษณ์ โดยเปลี่ยนจากคำพูดหรือข้อความในการวิเคราะห์ความต้องการของโปรแกรมให้อยู่ในลักษณะของรูปภาพแล้วใช้ข้อความอธิบายข้อความนั้นๆเขียนเพิ่มเติมลงในรูป แสดงได้ดังนี้




**ภาพ 9 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม**




**ภาพ 9 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (ต่อ)**




**ภาพ 9 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม (ต่อ)**

2.2 การเขียนซูโดโค้ด (Pseudo Code) (รหัสเทียม)

เป็นวิธีการที่ใช้กันมากในการออกแบบโปรแกรม ภาษาที่ใช้ในการเขียนซูโดโค๊ด คือ ภาษาอังกฤษและภาษาของคอมพิวเตอร์ โครงสร้างของซูโดโค๊ดจึงมีส่วนที่คล้ายกับการเขียนโปรแกรม จะช่วยให้ผู้พัฒนาโปรแกรมหรือโปรแกรมเมอร์สามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายขึ้น สามารถเขียนได้ ดังนี้

การรับค่าข้อมูล

เป็นการรับข้อมูลจากผู้ใช้งานผ่านคีย์บอร์ด

```
RecieveData
    var irradiance, deviceDimention, totalDevice;
    var tempStart, tempFinish, tempStep, tempAdd;
    var currentDirectory;

    if (isempty(irradiance) or isempty(deviceDimention) or
        isempty(totalDevice) or isempty(tempStart) or
        isempty(tempFinish) or isempty(tempStep) or
        isempty(tempAdd) or isempty(currentDirectory))
        alert ('You must enter value');
    elseif(isnumeric(irradiance) or isnumeric(deviceDimention) or
        isnumeric(totalDevice) or isnumeric(tempStart) or
        isnumeric(tempFinish) or isnumeric(tempStep) or
        isnumeric(tempAdd) or isnumeric(currentDirectory))
        alert ('You must enter numeric value');
    else
        return;
    end
```

การเปิดสารบบเพื่ออ่านข้อมูลภายในไฟล์ข้อมูล

จะมีการรับค่า currentDirectory จากการรับค่าข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา

```
OpenDirectory(currentDirectory)
    OPEN currentDirectory;
    Files = Read currentDirectory;
    Max_files = Count Files;
    For i = 1 to Max_files
        file_path = currentDirectory, '\' , Name Files(i);
```

READ file_path;

COMPUTE Voc(i) , Isc(i) , FF(i) , Eff(i) , Rsh(i) , Rs(i);

If(2Modulus(i) ==0)

COMPUTE Average Voc, Isc, FF, Eff, Rsh, Rs;

Input VocAvg, IscAvg, FFAvg, EffAvg, RshAvg, RsAvg

Else

Continue;

End

End

การประเมินค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิ

จะใช้ค่า VocAvg, IscAvg, FFAvg, EffAvg ในการประเมินค่าสัประสิทธิ์อุณหภูมิ

EstimateTC

For i=0 to tempFinish

$$Tc\left(\frac{Voc}{^{\circ}C}\right)(i) = \frac{1}{Voc}\frac{\delta Voc}{\delta T} \;,\; Tc\left(\frac{Isc}{^{\circ}C}\right)(i) = \frac{1}{Isc}\frac{\delta Isc}{\delta T}$$

$$Tc\left(\frac{FF}{^{\circ}C}\right)(i) = \frac{1}{FF}\frac{\delta FF}{\delta T} \;,\; Tc\left(\frac{Eff}{^{\circ}C}\right)(i) = \frac{1}{Eff}\frac{\delta Eff}{\delta T}$$

End

End

การเขียนกราฟ

Plotgraph

For i=0 to totalDevice

Plot(T,Voc(i));

Plot(T,Isc(i));

Plot(T,FF(i));

```
                    Plot(T,Eff(i));
                    Input TCData(i)
                End
            End
```

การบันทึกข้อมูลลงไฟล์

จะใช้ข้อมูลที่โปรแกรมทำการวิเคราะห์และประเมินค่าเรียบร้อยแล้ว มาทำการเก็บบันทึกลงในไฟล์ Excel เพื่อเก็บบันทึกไว้ หากต้องการดูข้อมูลการวิเคราะห์ที่ได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้วในภายหลัง

```
        WriteToFile
            For i=0 to totalDevice
                Write infoData, IVCurveData and TCData to File
            End
        End
```

3. ขั้นดำเนินการเขียนโปรแกรม (Program Coding)

การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการดำเนินการวิจัย เลือกใช้โปรแกรม MATLAB เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีสมรรถนะในการคำนวณสูง ใช้ในการคำนวณทางเทคนิคได้ดี มีภาษาเฉพาะตัวในการเขียนโปรแกรม ซึ่งการเขียนโปรแกรมและการแสดงผลรวมกันอยู่ในตัวโปรแกรมเดียวได้อย่างมีประสิทธิภาพ และอยู่ในลักษณะที่ง่ายต่อการใช้งาน นอกจากนี้ลักษณะของการเขียนสมการในโปรแกรมก็จะเหมือนการเขียนสมการคณิตศาสตร์ที่คุ้นเคย

การแสดงผลในรูปกราฟทั้งโดยทั่วไปและกราฟทางด้านทางวิทยาศาสตร์และวิศวกรรม สามารถสร้างโปรแกรมในลักษณะที่ติดต่อกับผู้ใช้ทางกราฟฟิกส์ สามารถที่จะแก้ปัญหาของตัวแปรที่อยู่ในลักษณะของ matrix และ vector ได้โดยง่าย ซึ่งทำให้เราลดเวลาการทำงานลงได้อย่างมากเมื่อเทียบกับการเขียนโปรแกรมโดยภาษาอื่น

มีฟังก์ชั่นที่เหมาะสมกับงานทางวิศวกรรมพื้นฐานมากมาย นอกจากนั้นผู้ใช้ยังสามารถเขียนฟังก์ชั่นหรือคำสั่งการทำงานขึ้นมาใหม่โดยสามารถใช้ประโยชน์จากฟังก์ชั่นที่มีอยู่แล้วใน MATLAB เพื่อให้เหมาะสมกับงานของผู้ใช้แต่ละกลุ่ม

4. ขั้นทดสอบและแก้ไขโปรแกรม (Program Testing and Debugging)

การทดสอบและแก้ไขโปรแกรมในการดำเนินการวิจัย จะทำการทดสอบ ตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นหรือเรียกว่า บั๊ก (Bugs) ในขณะที่ทำการเขียนโปรแกรม คือ การตรวจสอบแก้ไขไวยากรณ์ (Syntax) ของภาษา MATLAB เพราะในขณะทำการพัฒนา จะมีการแปลภาษาโปรแกรมก่อนที่จะสั่งให้โปรแกรมทำงาน ซึ่งหากโปรแกรมมีข้อผิดพลาด ตัวแปลภาษาโปรแกรมจะแจ้งข้อผิดพลาดขึ้นมาให้แก้ไขทันที

5. ขั้นการเขียนเอกสารประกอบ

การเขียนเอกสารประกอบการพัฒนาโปรแกรม หรืออาจเรียกว่า คู่มือ จะเขียนประกอบใน 2 รูปแบบคือ คู่มือสำหรับผู้ใช้งาน และ คู่มือสำหรับผู้พัฒนา ซึ่งคู่มือสำหรับผู้ใช้งานจะเขียนบอกวิธีการใช้งานโปรแกรม เช่น วิธีเปิดใช้งานโปรแกรม วิธีการป้อนข้อมูลให้โปรแกรม วิธีการเลือกข้อมูลสำหรับทำการวิเคราะห์และประเมินค่า ส่วนคู่มือสำหรับนักพัฒนา จะบอกขั้นตอนการพัฒนาตั้งแต่การออกแบบโปรแกรม ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนา การทำงานของโปรแกรมหลัก และโปรแกรมย่อยต่างๆ

6. ขั้นบำรุงรักษาโปรแกรม

เมื่อการพัฒนาโปรแกรมเสร็จสิ้นและใช้งานแล้ว โปรแกรมที่พัฒนาต้องไม่มีข้อผิดพลาดจากการทำงานของโปรแกรม โปรแกรมที่พัฒนาจะต้องอยู่ในสภาพที่ดีและพร้อมใช้งานอยู่เสมอ