**บทที่ 5**

**การทดสอบโปรแกรม**

**5.1 การทดสอบระบบแบบ Automated Testing ด้วย Playwright**  Playwright เป็นเครื่องมือสำหรับการทดสอบระบบอัตโนมัติ (Automated Testing Framework) ซึ่งพัฒนาโดยบริษัท Microsoft ออกแบบมาเพื่อทดสอบ เว็บแอปพลิเคชัน บนเบราว์เซอร์หลากหลายชนิด ได้แก่ Chromium (Google Chrome, Microsoft Edge), Firefox และ WebKit (Safari) ซึ่งช่วยให้ผู้พัฒนามีความมั่นใจว่าแอปพลิเคชันสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องและสอดคล้องกันในทุกแพลตฟอร์ม ซึ่งรองรับการทดสอบหลายลักษณะ เช่น End-to-End Testing (E2E) ซึ่งใช้ตรวจสอบกระบวนการทำงานทั้งหมดของระบบตั้งแต่ต้นจนจบ, UI Testing สำหรับตรวจสอบการแสดงผลและปฏิสัมพันธ์ของผู้ใช้งาน และ Web Scraping สำหรับดึงข้อมูลจากเว็บไซต์โดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ Playwright จึงเป็นเครื่องมือที่มีความยืดหยุ่นและครอบคลุมสำหรับการทดสอบเว็บแอปพลิเคชันอย่างครบวงจร คุณสมบัติเด่นของ Playwright ได้แก่

1. Cross-Browser Testing รองรับการทดสอบบนเบราว์เซอร์หลายชนิด ได้แก่ Chrome, Firefox และ Safari รวมทั้งสามารถทดสอบได้ทั้งโหมด Desktop และ Mobile
2. รองรับหลายภาษาโปรแกรม สามารถเขียนสคริปต์ทดสอบด้วย JavaScript, TypeScript, Python, Java หรือ .NET ตามความถนัดของทีมงาน
3. Automated Waiting มีระบบ Auto-wait ที่รอให้ element ปรากฏและพร้อมใช้งานก่อนดำเนินการโต้ตอบช่วยลดความล้มเหลวของการทดสอบเนื่องจากความล่าช้าในการโหลดหน้าเว็บ
4. Headless & Headed Mode สามารถรันการทดสอบแบบไม่มี UI (Headless) เพื่อเพิ่มความรวดเร็ว หรือแบบมี UI (Headed) เพื่อสังเกตการทำงานของสคริปต์อย่างละเอียด
5. Network Interception สามารถดักจับหรือจำลองการตอบสนองของ API เพื่อทดสอบสถานการณ์ต่าง ๆ เช่น การตอบสนองล่าช้า หรือข้อผิดพลาดของเซิร์ฟเวอร์
6. Parallel Execution รองรับการรันชุดการทดสอบหลายชุดพร้อมกัน ช่วยประหยัดเวลาและเพิ่มประสิทธิภาพการทดสอบระบบ

ด้วยคุณสมบัติข้างต้น Playwright จึงถือเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมจากนักพัฒนาและทีมงาน QA/Tester ในการสร้างการทดสอบอัตโนมัติสำหรับเว็บแอปพลิเคชัน ทั้งนี้เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบและลดความเสี่ยงจากข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการทำงานของระบบ

**5.2 วิเคราะห์การออกแบบการทดสอบระบบ**  ในการทดสอบระบบแบบอัตโนมัติ ระบบนี้เป็นระบบภายในองค์กรซึ่งมีสิทธิ์การใช้งาน 2 ระดับ ได้แก่ ผู้ดูแลระบบ (Admin) และผู้ใช้งานทั่วไป (User) ดังแสดงในรูปที่ 5.1 ซึ่งสรุปขั้นตอนการทำงานของระบบได้ดังนี้ 5.2.1 การเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน Staff ผู้ดูแลระบบ (Admin) มีหน้าที่ในการเพิ่มบัญชีผู้ใช้งานประเภท Staff เข้าสู่ระบบ ซึ่ง Staff อาจเป็นผู้ที่ได้รับมอบหมายให้ดูแลการแก้ไขปัญหาหรือจัดการข้อมูลอื่น ๆ ในระบบ

5.2.2 การเพิ่มข้อมูลโครงการ ทั้งผู้ดูแลระบบ (Admin) และผู้ใช้งาน (User) สามารถเพิ่มโครงการหรืองานของลูกค้า เข้าสู่ระบบ โดยโครงการเหล่านี้อาจเป็นระบบที่ต้องการการบำรุงรักษาหรือดูแลภายใต้สัญญา บำรุงรักษา

5.2.3 การเพิ่มเอกสารสัญญาและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ทั้งผู้ดูแลระบบ (Admin) และผู้ใช้งาน (User) สามารถเพิ่มเอกสารสัญญาและ เอกสาร เกี่ยวข้องกับโครงการเพื่อเป็นหลักฐาน และเพื่อให้มั่นใจว่าระบบสามารถจัดการการบำรุงรักษา โครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2.4 การเพิ่มรายละเอียดของโครงการ ทั้งผู้ดูแลระบบ (Admin) และผู้ใช้งาน (User) สามารถเพิ่มรายละเอียดหรือขอบเขตของ โครงการหรืองานของลูกค้าเข้าสู่ระบบ โดยรายละเอียดนี้จะช่วยให้การบำรุงรักษาหรือการดูแล โครงการเป็นไปตามเอกสารสัญญาบำรุงรักษา

5.2.5 การแจ้งรายงานปัญหา ทั้งผู้ดูแลระบบ (Admin) และผู้ใช้งาน (User) ซึ่งอาจเป็นผู้รับผิดชอบในการดูแล โครงการ สามารถแจ้งปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบที่ได้รับรายงานจากลูกค้า กรอกลงในระบบ และสามารถมอบหมายให้ทีมงานใด ๆ เป็นผู้รับผิดชอบในการแก้ไขปัญหา พร้อมทั้งติดตาม สถานะการแก้ไขปัญหาผ่านระบบ

5.2.6 การแก้ไขปัญหา ผู้ดูแลระบบ (Admin) หรือ ผู้ใช้งาน (User) แก้ไขปัญหา เมื่อมีการแจ้งปัญหาจาก ผู้ใช้งาน Admin หรือทีมพัฒนาได้รับแจ้งเตือนการมอบหมายให้เป็นผู้รับชอบจะดําเนินการ แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น รวมถึงสามารถแจ้งสถานการณ์แก้ไขด้วย

5.2.7 การบันทึกรายละเอียดของปัญหา หลังจากการแก้ไขปัญหาเสร็จสิ้น ระบบจะบันทึกรายละเอียดของปัญหาที่ได้รับการ แก้ไขเพื่อเป็นประวัติการแก้ไขปัญหาในอนาคต ขั้นตอนเหล่านี้ครอบคลุมตั้งแต่การเพิ่ม โครงการข้อมูลเอกสาร และรายละเอียดทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับโครงการของลูกค้า ไปจนถึง กระบวนการแจ้งและแก้ไขปัญหา โดย Admin และ User ทำงานร่วมกันอย่างเป็นระบบ

A white background with black text

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.1** รูปภาพแสดงขั้นตอนการทํางานของระบบ

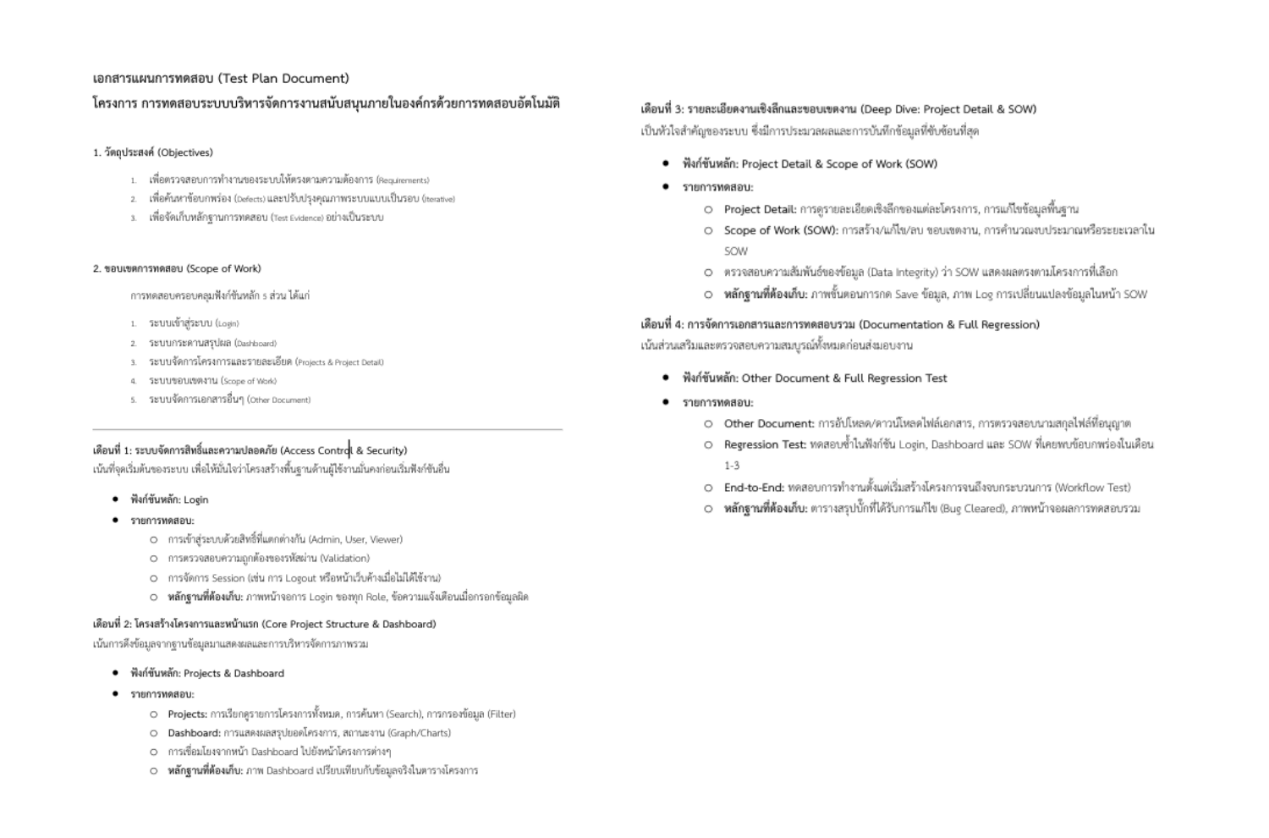
ในกระบวนการพัฒนา ผู้จัดทำโครงการไม่ได้ทำงานร่วมกับนักพัฒนาแบบใกล้ชิด เช่น ไม่มีการเข้าร่วมกิจกรรมประจำวันของ Agile (Daily Scrum) การวางแผน Sprint หรือการแก้ไขงานร่วมแบบ Real-time แต่จะเริ่มต้นดำเนินการทดสอบก็ต่อเมื่อระบบได้รับการ Deploy และส่งมอบ URL เวอร์ชันล่าสุดมาให้เท่านั้น รูปแบบดังกล่าวสะท้อนโครงสร้างคล้าย Waterfall ที่เน้นการส่งมอบงานเป็นระยะ (Phase Delivery) อย่างไรก็ตาม เมื่อเริ่มเข้าสู่ช่วงการทดสอบ กระบวนการกลับมีความยืดหยุ่นและเกิดการวนซ้ำหลายรอบตามผลการตรวจสอบ ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของ Agile โดยผู้จัดทำดำเนินการทดสอบระบบตาม Test Case ที่ออกแบบไว้ และบันทึกผลการทดสอบ รวมถึงหลักฐานที่ใช้ยืนยันข้อบกพร่อง (Defect Evidence) เช่น ภาพหน้าจอ เงื่อนไขที่ทำให้เกิดปัญหา และผลลัพธ์ของระบบในแต่ละกรณี จากนั้นจึงประสานงานเพื่อให้ทีมพัฒนาดำเนินการปรับปรุงและส่งเวอร์ชันใหม่กลับมา สิ่งสำคัญที่สะท้อนสภาพการทำงานจริงคือ ผู้จัดทำไม่ได้มีรอบการทดสอบถี่แบบ Agile แต่จะมีการดำเนินการทดสอบระบบขนาดใหญ่ (Major System Testing) เฉลี่ย 1–2 ครั้งต่อเดือน ตามรอบการปรับปรุงของทีมพัฒนา โดยแต่ละรอบการทดสอบจะครอบคลุมประเด็นหลัก ได้แก่

1. การทดสอบฟังก์ชันหลัก (Core Functional Testing)
2. การตรวจสอบการแก้ไขปัญหาที่รายงานไว้ก่อนหน้า
3. การทำ Regression Testing เพื่อประเมินผลกระทบของการปรับปรุงระบบ
4. การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลและพฤติกรรมระบบภายใต้เงื่อนไขจริง

โครงสร้างการทำงานลักษณะนี้จึงอยู่ระหว่าง Waterfall และ Agile อย่างชัดเจน ได้แก่

1. ลักษณะของ Waterfall
   * ผู้จัดทำเริ่มทดสอบเมื่อได้รับ URL ของระบบที่พร้อมใช้งาน
   * ไม่ได้ทำงานใกล้ชิดกับนักพัฒนารายวัน
   * การส่งมอบงานมีความเป็นเฟส
2. ลักษณะของ Agile
   * มีการรายงานข้อบกพร่องและรับการปรับปรุงเป็นรอบ
   * การทดสอบซ้ำ (Retest) และ Regression เกิดขึ้นแบบ Iterative
3. ลักษณะเฉพาะของโครงการนี้
   * การทดสอบใหญ่จะเกิดขึ้น *เดือนละ 1–2 ครั้ง* ตามรอบการปรับปรุงจริง
   * ใช้หลักฐานการทดสอบ เช่น ภาพหน้าจอและผลการประมวลผล เพื่อยืนยันข้อบกพร่อง
   * ผู้จัดทำมีบทบาทชัดเจนในช่วงการประเมินคุณภาพระบบ แม้ไม่ได้ร่วมพัฒนาโดยตรง

กล่าวได้ว่ากระบวนการดำเนินงานจริงของผู้จัดทำมีความสอดคล้องกับแนวคิด Wagile อย่างเป็นรูปธรรม ทั้งในมิติของลำดับขั้นที่ชัดเจนแบบ Waterfall และความยืดหยุ่นเชิง Iteration แบบ Agile โดยมีรอบการทดสอบรายเดือนเป็นตัวกำกับสำคัญ ส่งผลให้การประเมินคุณภาพระบบมีความเป็นระบบ ระบุผลลัพธ์ได้ชัดเจน และสามารถแสดงหลักฐานการทำงานจริงได้ในทุกขั้นตอน ซึ่งช่วยยืนยันความน่าเชื่อถือของการดำเนินโครงการและผลการทดสอบที่ปรากฏในรายงานนี้ จากลักษณะกระบวนการดำเนินงานดังกล่าว ผู้จัดทำจึงได้ออกแบบแผนการทดสอบ (Test Plan) ให้สอดคล้องกับแนวคิดแบบ Wagile โดยกำหนดโครงสร้างการทดสอบที่มีกรอบและลำดับขั้นชัดเจน ขณะเดียวกันก็เปิดโอกาสให้เกิดการปรับปรุงและการทดสอบซ้ำตามผลการประเมินที่เกิดขึ้นจริง แผนการทดสอบดังกล่าวทำหน้าที่เป็นกรอบกำกับการดำเนินงานตลอดระยะเวลาการทดสอบ รวมถึงกำหนดขอบเขต ประเภทการทดสอบ รอบการทดสอบ และหลักฐานที่ต้องจัดเก็บในแต่ละขั้นตอนอย่างเป็นระบบ ภายใต้ Test Plan ที่กำหนด ผู้จัดทำได้ออกแบบ Test Case เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการดำเนินการทดสอบระบบในเชิงปฏิบัติ โดย Test Case แต่ละรายการถูกจัดทำขึ้นเพื่อทดสอบพฤติกรรมหรือฟังก์ชันเฉพาะของระบบอย่างชัดเจน ประกอบด้วยเงื่อนไขก่อนการทดสอบ ขั้นตอนการทดสอบ ข้อมูลที่ใช้ และผลลัพธ์ที่คาดหวัง ซึ่งช่วยให้การประเมินผลการทำงานของระบบเป็นไปอย่างเป็นระบบ สามารถตรวจสอบซ้ำและเปรียบเทียบผลลัพธ์ระหว่างรอบการทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ



**รูปที่ 5.2** Test Plan สำหรับรายละเอียดขอบเขตการทดสอบระบบ

นอกจากนี้ การดำเนินการทดสอบในแต่ละรอบยังให้ความสำคัญกับการจัดเก็บหลักฐานการทดสอบ เพื่อใช้ยืนยันผลการตรวจสอบและข้อบกพร่องที่ตรวจพบ โดยหลักฐานดังกล่าวประกอบด้วยภาพหน้าจอ ผลลัพธ์การประมวลผลของระบบ และรายละเอียดเงื่อนไขที่ทำให้เกิดปัญหา ซึ่งช่วยสนับสนุนความถูกต้องของผลการทดสอบ และเพิ่มความน่าเชื่อถือของกระบวนการประเมินคุณภาพระบบในเชิงวิชาการ ดังนั้น การออกแบบและการดำเนินการทดสอบในโครงการนี้จึงไม่ได้เป็นเพียงการตรวจสอบการทำงานของระบบในเชิงเทคนิคเท่านั้น แต่ยังสะท้อนกระบวนการควบคุมคุณภาพที่สอดคล้องกับสภาพการทำงานจริงของโครงการ โดยใช้ Test Plan และ Test Case เป็นเครื่องมือหลักในการกำกับและบันทึกผลการทดสอบ ซึ่งนำไปสู่การสรุปผลการประเมินคุณภาพระบบอย่างเป็นระบบและสามารถตรวจสอบย้อนกลับได้ในทุกขั้นตอน

**5.3 การทดสอบระบบ**

5.3.1 เข้าสู่ระบบ ในการทดสอบการเข้าสู่ระบบเริ่มต้นจากเข้าสู่หน้าเข้าสู่ระบบ จากนั้นกรอก Email และPassword มีการตรวจสอบการกรอกข้อมูลว่าถูกกรอกลงในช่องหรือไม่ จากนั้นกดปุ่ม Sign In ถ้า Email หรือ Password ถูกต้อง จะเข้าสู่ระบบแล้วไปที่หน้า Dashboard ทันที และ ถ้า Email หรือPassword ไม่ถูกต้องจะตรวจสอบว่ามีข้อความ Error Message แสดงขึ้นมา

A login form on a white background

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.3** ขั้นตอนการทดสอบในการกรอก Email และ Password เข้าสู่ระบบ

A screenshot of a login form

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.4** ขั้นตอนการทดสอบในการกรอก Email และ Password ผิดพลาด

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.5** เข้าสู่ระบบแล้วไปที่หน้า Dashboard

5.3.2 การทดสอบการเพิ่มโครงงานเริ่มจากการเข้าสู่หน้า Dashboard ของระบบ จากนั้นเลือกเมนู “Setting” และเลือกฟังก์ชัน “Add Project” เมื่อเข้าถึงหน้าจอจัดการข้อมูลโครงงานแล้ว ให้คลิกปุ่ม “Add Project” เพื่อให้ระบบแสดงฟอร์มสำหรับเพิ่มโครงงานขึ้นมา จากนั้นกรอกข้อมูลโครงงานลงในฟอร์ม และตรวจสอบว่าข้อมูลสามารถกรอกลงในช่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง หลังจากกรอกข้อมูลครบถ้วน คลิกปุ่ม “บันทึก” (Save) และตรวจสอบว่าข้อมูลโครงงานที่เพิ่มปรากฏอยู่ในตารางรายการโครงงานอย่างถูกต้อง

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.6** ขั้นตอนการทดสอบการเพิ่มโครงงาน

5.3.3 การทดสอบการเพิ่มเอกสารสัญญาและเอกสารที่เกี่ยวข้องเริ่มจากการเข้าสู่หน้า “Other Document” ของระบบ จากนั้นคลิกปุ่ม “Add Other Document” เพื่อให้ระบบแสดงฟอร์มสำหรับเพิ่มเอกสารขึ้นมา จากนั้นกรอกข้อมูลเอกสารลงในฟอร์ม และตรวจสอบว่าข้อมูลสามารถกรอกลงในช่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง หลังจากกรอกข้อมูลครบถ้วน คลิกปุ่ม “บันทึก” (Save) และตรวจสอบว่าข้อมูลที่เพิ่มปรากฏอยู่ในตารางรายการ Other Document อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังตรวจสอบความสามารถในการเปิดและดาวน์โหลดไฟล์แนบเพื่อยืนยันความสมบูรณ์ของเอกสาร

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.7** ขั้นตอนการทดสอบการเพิ่มเอกสารสัญญาและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

A screen shot of a document

AI-generated content may be incorrect.  
**รูปที่ 5.**8 ขั้นตอนการทดสอบในการจะดาวน์โหลดไฟล์ที่ต้องการของหน้า Other Document

5.3.4 การทดสอบการเพิ่มรายละเอียดของโครงการเริ่มต้นจากการเข้าสู่หน้า “Scope of Work” ของระบบ จากนั้นคลิกปุ่ม “Add SOW” เพื่อให้ระบบแสดงฟอร์มสำหรับเพิ่มรายละเอียดของโครงการขึ้นมากรอกข้อมูลรายละเอียดของโครงการลงในฟอร์ม และตรวจสอบว่าข้อมูลสามารถกรอกลงในช่องต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้อง หลังจากกรอกข้อมูลครบถ้วน คลิกปุ่ม “บันทึก” (Save) และตรวจสอบว่าข้อมูลที่เพิ่มปรากฏอยู่ในตารางรายการ Scope of Work อย่างถูกต้อง นอกจากนี้ยังตรวจสอบความสามารถในการเปิดและดาวน์โหลดไฟล์แนบเพื่อยืนยันความสมบูรณ์ของเอกสาร

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.9** ขั้นตอนการทดสอบการเพิ่มรายละเอียดของโครงการ

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.10** ขั้นตอนการทดสอบในการจะดาวน์โหลดไฟล์ที่ต้องการของหน้า Scope of Work

5.3.5 การทดสอบการแจ้งรายงานปัญหาเริ่มต้นจากการเข้าสู่หน้า “Projects” ของระบบ จากนั้นเลือกโครงงานที่ต้องการรายงานปัญหา เมื่อเลือกโครงงานเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกปุ่ม “Add Issue” เพื่อเพิ่มรายงานปัญหา จากนั้นกรอกข้อมูลรายละเอียดของปัญหาที่เกิดขึ้น พร้อมกำหนดผู้รับผิดชอบโครงงาน และตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่กรอกลงในฟอร์ม หลังจากกรอกข้อมูลครบถ้วน คลิกปุ่ม “บันทึก” และตรวจสอบว่าข้อมูลรายงานปัญหาที่เพิ่มเข้ามาปรากฏอยู่ในตารางรายงานปัญหาอย่างถูกต้อง

A group of logos on a white background

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.11** ขั้นตอนการทดสอบในการเลือโครงงาน เพื่อที่จะดำเนินการแจ้งรายงานปัญหา

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.12** ขั้นตอนการทดสอบการแจ้งรายงานปัญหา

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.13** ขั้นตอนการทดสอบการแจ้งรายงานปัญหาในโครงานนั้น

5.3.6 การทดสอบการตอบรายงานปัญหาเริ่มต้นจากการเข้าสู่หน้า “Projects” ของระบบ จากนั้นเลือกโครงงานที่ต้องการตอบกลับรายงานปัญหา เมื่อเข้าถึงโครงงานเรียบร้อยแล้ว ให้เลือกรายงานปัญหาที่ต้องการตอบกลับ จากนั้นทำการแก้ไขข้อมูลที่จำเป็น เปลี่ยนสถานะของรายงานปัญหา และกรอกสาเหตุหรือรายละเอียดของปัญหา พร้อมตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่กรอกลงในฟอร์ม หลังจากกรอกข้อมูลครบถ้วน คลิกปุ่ม “บันทึก” และตรวจสอบว่าสถานะของรายงานปัญหาถูกอัปเดตในตารางรายงานปัญหาอย่างถูกต้อง

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.****14** ขั้นตอนการทดสอบการตอบรายงานปัญหา

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.15** ขั้นตอนการทดสอบการตอบรายงานปัญหาในโครงานนั้นแล้ว

**5.4 การแสดงผลการทดสอบระบบแบบ Automated Testing ด้วย Playwright**  การแสดงผลการทดสอบระบบด้วย Playwright สามารถนำเสนอได้หลายรูปแบบ โดยมุ่งเน้นให้ผู้ทดสอบและผู้พัฒนาสามารถตรวจสอบความถูกต้องของระบบได้อย่างรวดเร็วและชัดเจน ทั้งนี้ การแสดงผลหลักของ Playwright มีดังนี้

5.4.1 ผลการทดสอบผ่าน Command Line Interface (CLI) เมื่อทำการรันชุดการทดสอบโดยใช้คำสั่ง npx playwright test ระบบจะแสดง ผลลัพธ์ในรูปแบบข้อความบนหน้าจอ CLI โดยจะระบุว่าแต่ละ Test Case มีสถานะ “ผ่าน” (Passed), “ไม่ผ่าน” (Failed) หรือ “ถูกข้าม” (Skipped) พร้อมระบุเวลาในการรันแต่ละกรณี ซึ่งช่วยให้สามารถประเมินความถูกต้องของระบบได้ทันที

5.4.2 รายงานผลการทดสอบ (Test Report) Playwright รองรับการสร้างรายงานในรูปแบบ HTML Report ที่สามารถเปิดดูผ่านเบราว์เซอร์ได้ รายงานดังกล่าวจะสรุปจำนวนกรณีทดสอบทั้งหมด จำนวนที่ผ่าน จำนวนที่ไม่ผ่าน รวมถึงรายละเอียดเชิงลึก เช่น stack trace ของ error เพื่อให้ผู้ทดสอบสามารถตรวจสอบสาเหตุของข้อผิดพลาดได้อย่างละเอียด

5.4.3การบันทึกหลักฐานการทดสอบ (Evidence) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของการทดสอบ Playwright มีความสามารถในการบันทึกผลลัพธ์ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น Screenshot, Video และ Trace log ของทุกการทำงาน (เช่น การคลิก ป้อนข้อมูล หรือการโหลดหน้าเว็บ) หลักฐานดังกล่าวช่วยให้ทีมทดสอบสามารถ วิเคราะห์ย้อนหลังและยืนยันผลการทำงานของระบบได้อย่างถูกต้อง

5.4.4 การนำเสนอผลลัพธ์ในการรายงานโครงงาน ในการจัดทำรายงานโครงงาน สามารถนำภาพหน้าจอจาก CLI, HTML Report หรือ Screenshot ของหน้าจอระบบมาประกอบ เพื่อแสดงให้เห็นตัวอย่างผลการทดสอบจริง โดยมีการอธิบายรายละเอียดประกอบภาพว่า Test Case ใดที่ผ่านการทดสอบหรือพบ ข้อผิดพลาด ซึ่งทำให้การนำเสนอมีความสมบูรณ์และเข้าใจง่าย

การแสดงผลการทดสอบด้วย Playwright ช่วยให้ผู้ทดสอบสามารถตรวจสอบผลลัพธ์ได้อย่างครบถ้วนในหลายมิติ ทั้งการแสดงผลแบบข้อความผ่าน Command Line Interface ที่บอกสถานะการทดสอบอย่างชัดเจน การสร้างรายงานในรูปแบบ HTML ที่นำเสนอรายละเอียดเชิงลึก และการบันทึกหลักฐานการทดสอบในรูปแบบ Screenshot, Video และ Trace log ซึ่งสามารถใช้ตรวจสอบย้อนหลังได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้น การแสดงผลของ Playwright จึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งต่อการนำไปประยุกต์ใช้ในกระบวนการทดสอบระบบจริง เนื่องจากมีความน่าเชื่อถือ โปร่งใส และสนับสนุนการทำงานร่วมกันระหว่างทีมพัฒนาและทีมทดสอบได้อย่างมีประสิทธิผล

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.16** ภาพแสดงผลการทดสอบระบบด้วย Playwright หน้า Login

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.17** ภาพแสดงผลการทดสอบระบบด้วย Playwright หน้า Dashboard

A screenshot of a computer program

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.18** ภาพแสดงผลการทดสอบระบบด้วย Playwright ในขั้นตอนการเพิ่มข้อมูลของโครงงาน

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.19** ภาพแสดงผลการทดสอบระบบด้วย Playwright หน้า Other Document ในขั้นตอนเพิ่มเอกสารสัญญาและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.20** ภาพแสดงผลการทดสอบระบบด้วย Playwright หน้า Scope of Work ในขั้นตอนเพิ่มรายละเอียดของโครงการ

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.****21** ภาพแสดงผลการทดสอบระบบด้วย Playwright ในขั้นตอนแจ้งรายงานของปัญหา และตอบกลับการรายงานของปัญหา

**5.5 ผลการทดสอบระบบ**

**ตารางที่ 5.1** ตารางแสดงการทดสอบระบบของหน้า Login

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **#** | **Test Scenario** | **Expected Result** | **Test Date** | **Test Result** |
| **Login** | | | | |
| 1 | Login สำเร็จด้วยข้อมูลถูกต้อง | เข้าสู่ระบบสำเร็จและแสดงหน้า Dashboard | 11/7/68 | Pass |
| 2 | Login ล้มเหลว กรอก Email หรือ Password ผิด | แสดงข้อความแจ้งเตือน "อีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง" | 11/7/68 | Pass |
| 3 | ล้มเหลว กรอก Email หรือ Password ว่าง | แสดงข้อความแจ้งเตือน "อีเมลหรือรหัสผ่านไม่ถูกต้อง" | 11/7/68 | Pass |
| 4 | แสดงปุ่ม “ลืมรหัสผ่าน” และคลิกได้ | นำผู้ใช้ไปยังหน้ารีเซ็ตรหัสผ่าน | 11/7/68 | Pass |
| 5 | ตรวจสอบการล็อกอินหลังกรอกข้อมูลครบ | เข้าสู่ระบบสำเร็จเหมือนกรณีกดปุ่ม Login | 11/7/68 | Pass |

**ตารางที่ 5.2** ตารางแสดงการทดสอบระบบของหน้า การเพิ่มโครงการ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| # | Test Scenario | Expected Result | Test Date | Test Result |
| **Add Project** | | | | |
| 1 | แสดงรายการ Project ทั้งหมด | รายการ Project ปรากฏพร้อม Project ID, ชื่อ และโลโก้ (ถ้ามี) | 16/7/68 | Pass |
| 2 | เพิ่มโปรเจกต์ใหม่ด้วยข้อมูลครบถ้วน | โปรเจกต์ใหม่ถูกเพิ่มและแสดงในรายการ พร้อมโลโก้ถูกต้อง | 16/7/68 | Pass |
| 3 | เพิ่มโปรเจกต์ใหม่โดยไม่กรอกข้อมูลจำเป็น | แสดงข้อความแจ้งเตือนให้กรอกข้อมูลจำเป็น | 16/7/68 | Pass |
| 4 | แก้ไขโปรเจกต์ | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | สามารถแก้ไขข้อมูลโปรเจกต์ได้ | | 16/7/68 | Pass |
| 5 | ลบโปรเจกต์ | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | โปรเจกต์ถูกลบออกจากรายการ | | 29/7/68 | Pass |

**ตารางที่ 5.3** ตารางแสดงการทดสอบระบบของหน้า การเพิ่มบัญชีผู้ใช้งาน

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **#** | **Test Scenario** | **Expected Result** | **Test Date** | **Test Result** |
| **Add User** | | | | |
| 1 | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | แสดงรายการ User ทั้งหมด | | รายการ User ปรากฏครบพร้อมข้อมูล | 16/7/68 | Pass |
| 2 | เพิ่ม User ใหม่ด้วยข้อมูลครบถ้วน | User ถูกเพิ่มและแสดงข้อมูลครบ | 16/7/68 | Pass |
| 3 | เพิ่ม User โดยไม่กรอกข้อมูลจำเป็น | แสดงข้อความแจ้งเตือนให้กรอกข้อมูลจำเป็น | 16/7/68 | Pass |
| 4 | แก้ไข User | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | ข้อมูล User ถูกแก้ไขและปรากฏในรายการ | | 16/7/68 | Pass |
| 5 | ลบ User | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | User ถูกลบออกจากรายการ | | 16/7/68 | Pass |

**ตารางที่ 5.4** ตารางแสดงการทดสอบระบบของหน้า การเพิ่มเอกสารสัญญาและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **#** | **Test Scenario** | Expected Result | Test Date | Test Result |
| **Other Document** | | | | |
| 1 | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | แสดงรายการ Other Document ทั้งหมด | | รายการ Other Document ปรากฏครบถ้วน | 8/8/68 | Pass |
| 2 | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | เพิ่ม Other Document พร้อมข้อมูลครบ | | Other Document ถูกเพิ่มและแสดงข้อมูลครบ | 8/8/68 | Pass |
| 3 | เพิ่ม Other Document โดยไม่กรอกข้อมูลจำเป็น | แสดงข้อความแจ้งเตือนให้กรอกข้อมูลก่อนบันทึก | 8/8/68 | Pass |
| 4 | อัปโหลดไฟล์แนบ | ไฟล์ถูกอัปโหลดและชื่อไฟล์ปรากฏในรายการ | 8/8/68 | Pass |
| 5 | แก้ไขข้อมูล | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | ข้อมูลถูกแก้ไขและแสดงผล | | 8/8/68 | Pass |
| 6 | ลบข้อมูล | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | ถูกลบออกจากรายการ | | 8/8/68 | Pass |

**ตารางที่ 5.5** ตารางแสดงการทดสอบระบบของหน้า การเพิ่มรายละเอียดของโครงการ

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **#** | **Test Scenario** | Expected Result | Test Date | Test Result |
| **Scope Of Woek** | | | | |
| 1 | แสดงรายการ Scope of Work ทั้งหมด | รายการ Scope of Work ปรากฏครบถ้วน | 24/7/68 | Pass |
| 2 | เพิ่ม Scope of Work ใหม่พร้อมข้อมูลครบถ้วน | Scope of Work ถูกเพิ่มและแสดงข้อมูลครบ | 24/7/68 | Pass |
| 3 | เพิ่ม Scope of Work โดยไม่กรอกข้อมูลจำเป็น | แสดงข้อความแจ้งเตือนให้กรอกข้อมูลก่อนบันทึก | 24/7/68 | Pass |
| 4 | อัปโหลดไฟล์แนบ | ไฟล์ถูกอัปโหลดและชื่อไฟล์ปรากฏในรายการ | 24/7/68 | Pass |
| 5 | แก้ไขข้อมูล | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | ข้อมูลถูกแก้ไขและแสดงผล | | 24/7/68 | Pass |
| 6 | ลบข้อมูล | |  |  |  | | --- | --- | --- | | ถูกลบออกจากรายการ | | | |  | | 24/7/68 | Pass |

**ตารางที่ 5.6** ตารางแสดงการทดสอบระบบของหน้า การแจ้งรายงานปัญหา

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **#** | **Test Scenario** | **Expected Result** | **Test Date** | **Test Result** |
| **Projects &** Project Detail | | | | |
| 1 | แสดงรายการโปรเจกต์ทั้งหมด | รายการโปรเจกต์ปรากฏครบถ้วน | 29/7/68 | Pass |
| 2 | แสดงรายการ Issue ของโปรเจกต์ | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | Issue ของโปรเจกต์ปรากฏครบ | | 29/7/68 | Pass |
| 3 | เพิ่ม Issue ใหม่พร้อมข้อมูลครบถ้วน | Issue ถูกเพิ่มและแสดงข้อมูลครบ | 29/7/68 | Pass |
| 5 | แก้ไขข้อมูล พร้อมอัพเดตสถานะของ Issue | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | ข้อมูลถูกแก้ไขและแสดงผล | | 29/7/68 | Pass |
| 6 | สำเนาข้อมูล | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | ข้อมูลถูกสำเนาและแสดงผล | | 29/7/68 | Pass |
| 7 | ลบข้อมูล | |  | | --- | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | | |  | | --- | |  |  |  | | --- | | ข้อมูลถูกลบออกจากรายการ | | | 29/7/68 | Pass |

* 1. **วิเคราะห์ผลการทำ Accessibility Testing**

Accessibility Testing คือกระบวนการทดสอบเว็บไซต์หรือระบบซอฟต์แวร์เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้ทุกกลุ่มสามารถเข้าถึงข้อมูลและใช้งานฟังก์ชันต่าง ๆ ได้อย่างเท่าเทียม ไม่จำกัดความสามารถทางร่างกายหรือประสาทสัมผัส เช่น ผู้มีความบกพร่องทางสายตา การได้ยิน การเคลื่อนไหว หรือความเข้าใจระบบ ในโครงงานนี้ การทดสอบความสามารถในการเข้าถึงจะใช้เครื่องมืออัตโนมัติหลายชนิดเพื่อประเมินองค์ประกอบต่าง ๆ ของเว็บไซต์ ได้แก่

5.6.1. Includia Accessibility Checker เป็นเครื่องมือออนไลน์ที่วิเคราะห์หน้าเว็บตามหลักเกณฑ์ WCAG 2.1 โดยสามารถตรวจสอบองค์ประกอบหลายด้าน เช่น การใช้สี (Color Contrast), การจัดโครงสร้างเนื้อหา (Content Structure), การใช้งานผ่านคีย์บอร์ด (Keyboard Navigation), และการเข้าถึงองค์ประกอบด้วยเครื่องมือช่วยเหลือต่างๆ การแสดงผลและรายงานของ Includia Accessibility เมื่อทำการทดสอบหน้าเว็บเครื่องมือจะแสดงผลเป็นรายงานที่แบ่งตาม ระดับความรุนแรงของปัญหา (Severity Level) ได้แก่

1. Critical ปัญหาที่ร้ายแรงมาก มีผลกระทบต่อการใช้งานของผู้ใช้ที่มีความบกพร่องทางการเข้าถึงอย่างรุนแรง เช่น ปุ่มไม่สามารถเข้าถึงได้ด้วยคีย์บอร์ด หรือข้อความไม่สามารถอ่านได้ด้วย screen reader
2. High ปัญหาที่สำคัญ มีผลกระทบต่อความเข้าใจหรือการใช้งานของผู้ใช้บางกลุ่ม เช่น ความแตกต่างของสีระหว่างข้อความกับพื้นหลังต่ำเกินไป
3. Medium ปัญหาที่มีผลกระทบปานกลาง เช่น การจัดลำดับ heading ไม่ถูกต้อง หรือองค์ประกอบบางส่วนขาดคำอธิบาย
4. Low ปัญหาเล็กน้อย ไม่กระทบต่อการใช้งานหลัก แต่เป็นข้อแนะนำในการปรับปรุง เช่น ข้อความ placeholder ขาดความชัดเจน

Includia Accessibility Checker เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการระบุปัญหาการเข้าถึงเว็บไซต์อย่างรวดเร็ว โดยช่วยให้สามารถจัดลำดับความสำคัญของปัญหาและวางแผนการแก้ไขได้อย่างมีระบบ เครื่องมือช่วยให้ทีมพัฒนาสามารถปรับปรุงหน้าเว็บให้ สอดคล้องกับมาตรฐาน WCAG 2.1 ได้อย่างมีประสิทธิภาพและลดความเสี่ยงที่ผู้ใช้กลุ่มมีความบกพร่องทางการเข้าถึงจะไม่สามารถใช้งานระบบได้

5.6.2. axe DevTools เป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนาที่ช่วยตรวจสอบ DOM structure, ARIA roles, semantic HTML, และ interactive elements โดยรายงาน violations พร้อมระดับความรุนแรง (Critical, Serious, Moderate, Minor) และให้คำแนะนำการแก้ไขเชิงเทคนิค เครื่องมือนี้เหมาะสำหรับตรวจสอบปัญหาเชิงลึกในระดับองค์ประกอบของหน้าเว็บ

การแสดงผลและรายงานของ axe DevTools จะแสดงผลในรูปแบบ Violation Report บน DevTools ของเบราว์เซอร์ โดยจะแยกตามองค์ประกอบ, impact, และคำแนะนำในการแก้ไข เช่น ปัญหา color contrast จะแสดงค่า contrast ratio ปัจจุบัน และค่าที่ควรเป็นเพื่อให้เป็นไปตามมาตรฐาน WCAG 2.1 AA นอกจากนี้ยังสามารถดาวน์โหลดผลการสแกนเป็น ไฟล์ JSON เพื่อนำไปวิเคราะห์เพิ่มเติมหรือใช้ในกระบวนการทดสอบอัตโนมัติ (Automation Testing) ได้ 5.6.3. WAVE Evaluation Tool เป็นเครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบความสามารถในการเข้าถึงเว็บไซต์ตามมาตรฐาน Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 โดยทำงานในลักษณะของการสแกนโครงสร้าง HTML ของหน้าเว็บและระบุปัญหาที่อาจส่งผลต่อผู้ใช้งานที่มีความต้องการพิเศษ เช่น ผู้พิการทางสายตา ผู้ใช้เครื่องช่วยอ่านหน้าจอ หรือผู้ที่มีปัญหาในการรับรู้สีและความคมชัดเครื่องมือนี้สามารถแสดงผลออกมาเป็นกราฟิกบนหน้า เว็บ พร้อมสัญลักษณ์และข้อความอธิบายประเภทของปัญหา ทำให้สามารถเข้าใจได้ง่าย ว่ามีองค์ประกอบใดที่ละเมิดหลักการเข้าถึงข้อมูล และมีระดับความรุนแรง (Severity) ของแต่ละปัญหา การแสดงผลและรายงานจากการวิเคราะห์ด้วย WAVE จะแบ่งออกเป็นหลายประเภทหลัก ได้แก่

* 1. Errors (ข้อผิดพลาด) เป็นปัญหาที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถในการเข้าถึงเว็บไซต์ เช่น การใช้สีที่มีความแตกต่างต่ำเกินไปสำหรับผู้มีปัญหาด้านการมองเห็น การขาดข้อความแทน (alt text) สำหรับรูปภาพ หรือการใช้ heading ที่ไม่ถูกต้อง
  2. Alerts (คำเตือน) เป็นข้อสังเกตที่อาจสร้างความยากลำบากในการใช้งานสำหรับบางกลุ่มผู้ใช้ แต่ไม่ถือเป็นข้อผิดพลาดโดยตรง เช่น การใช้ลิงก์ซ้ำหลายครั้งโดยไม่ชี้ชัดถึงเนื้อหา หรือข้อความที่อาจไม่ชัดเจนสำหรับผู้ใช้บางกลุ่ม
  3. Features (ฟีเจอร์ที่ช่วยในการเข้าถึง) WAVE จะแสดงองค์ประกอบที่ช่วยให้ผู้ใช้เข้าถึงเนื้อหาได้ง่ายขึ้น เช่น การใช้ heading ที่เหมาะสม การใช้ label กับฟอร์ม และการจัดลำดับ tab index ที่ถูกต้อง
  4. Structural Elements (โครงสร้างของหน้าเว็บ) เป็นการตรวจสอบโครงสร้างของหน้า เช่น heading hierarchy, lists, tables ซึ่งมีผลต่อความเข้าใจและการนำทางของผู้ใช้ โดยเฉพาะผู้ใช้ screen reader
  5. Contrast Errors (ข้อผิดพลาดเรื่องความแตกต่างของสี) เป็นการตรวจสอบว่าองค์ประกอบข้อความและพื้นหลังมี contrast เพียงพอต่อการอ่านตามมาตรฐาน WCAG AA หรือไม่

การใช้ WAVE Evaluation Tool เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้ผู้พัฒนาเว็บไซต์สามารถระบุปัญหา Accessibility ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ โดยผลการวิเคราะห์จะช่วยให้สามารถปรับปรุงเว็บไซต์ให้ตอบสนองต่อผู้ใช้ทุกกลุ่มได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งเป็นส่วนสำคัญของการออกแบบเว็บไซต์ที่ครอบคลุม (inclusive design) และสอดคล้องกับมาตรฐานสากล WCAG

**5.7 วิเคราะห์การทำ Accessibility Testing**

การดำเนินการ Accessibility Testing ในงานวิจัยนี้มีขอบเขตการประเมินที่มุ่งเน้นเฉพาะผู้ใช้งานที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น (Visual Impairment) โดยพิจารณาประเด็นด้านการรับรู้เนื้อหา การใช้งานผ่านโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) การโต้ตอบด้วยแป้นพิมพ์ และความคมชัดของสีตามแนวทางของ Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) ทั้งนี้ การทดสอบไม่ได้ครอบคลุมผู้พิการประเภทอื่น เช่น ผู้พิการทางการได้ยินหรือการเคลื่อนไหว ซึ่งถือเป็นขอบเขตของการวิจัยในครั้งนี้ เพื่อให้การวิเคราะห์สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และบริบทของระบบที่ศึกษา Accessibility Testing คือกระบวนการทดสอบซอฟต์แวร์ เว็บไซต์ หรือแอปพลิเคชัน เพื่อประเมินความสามารถของระบบในการรองรับการใช้งานของผู้ใช้ทุกกลุ่มอย่างเท่าเทียมกัน โดยเฉพาะผู้พิการหรือผู้ที่มีข้อจำกัดด้านการมองเห็น การได้ยิน การเคลื่อนไหว และการรับรู้ทางสติปัญญา กระบวนการดังกล่าวมีเป้าหมายเพื่อระบุอุปสรรคในการเข้าถึง (Accessibility Barriers) ที่อาจเกิดขึ้นจากการออกแบบ การพัฒนา หรือโครงสร้างของระบบสารสนเทศ และนำผลการทดสอบไปใช้ในการปรับปรุงคุณภาพของระบบให้สอดคล้องกับหลักการออกแบบเพื่อทุกคน (Universal Design)

ในบริบทของการประกันคุณภาพซอฟต์แวร์ (Software Quality Assurance) Accessibility Testing ถือเป็นมิติสำคัญของคุณลักษณะด้านการใช้งาน (Usability) และความครอบคลุม (Inclusiveness) ซึ่งสะท้อนถึงความรับผิดชอบขององค์กรในการลดการกีดกันทางดิจิทัล (Digital Divide) การทดสอบประเภทนี้ไม่ได้มุ่งเน้นเพียงความถูกต้องของฟังก์ชันการทำงานเท่านั้น แต่ยังครอบคลุมถึงประสบการณ์ของผู้ใช้ที่ต้องพึ่งพาเทคโนโลยีช่วยเหลือ (Assistive Technologies) เช่น โปรแกรมอ่านหน้าจอ การใช้งานด้วยแป้นพิมพ์เพียงอย่างเดียว หรือการปรับขนาดตัวอักษรและความคมชัดของสี Web Content Accessibility Guidelines หรือ WCAG เป็นมาตรฐานสากลที่พัฒนาโดย World Wide Web Consortium (W3C) ภายใต้หน่วยงาน Web Accessibility Initiative (WAI) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดหลักเกณฑ์ในการออกแบบและพัฒนาเนื้อหาบนเว็บให้สามารถเข้าถึงได้โดยผู้ใช้งานทุกกลุ่ม WCAG ถูกนำมาใช้เป็นกรอบอ้างอิงหลักในการพัฒนาเว็บไซต์ การประเมินคุณภาพระบบสารสนเทศ และการวิจัยด้านการเข้าถึงในระดับนานาชาติ ในเชิงแนวคิด WCAG มีบทบาทสำคัญในการลดปัญหาการกีดกันทางดิจิทัล และส่งเสริมความเท่าเทียมในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร โดยครอบคลุมการรองรับผู้พิการ ผู้สูงอายุ ผู้ใช้งานที่มีข้อจำกัดชั่วคราว รวมถึงผู้ใช้งานในสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้อต่อการใช้งานตามปกติ WCAG ประกอบด้วยหลักการสำคัญ 4 ประการ ซึ่งเรียกว่า POUR principle ได้แก่

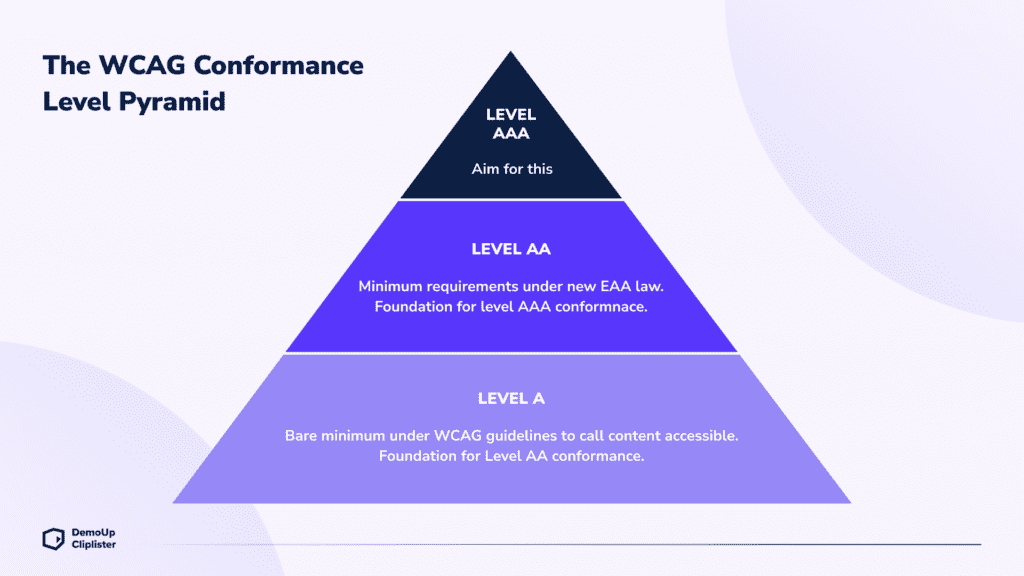
1. Perceivable (การรับรู้ได้) เนื้อหาและองค์ประกอบของเว็บไซต์ต้องสามารถรับรู้ได้ผ่านประสาทสัมผัสของผู้ใช้ โดยไม่จำกัดเฉพาะการมองเห็น เช่น การกำหนดข้อความทางเลือก (Alternative Text) สำหรับรูปภาพ การจัดให้มีคำบรรยายสำหรับสื่อมัลติมีเดีย และการออกแบบสีที่มีความแตกต่างเพียงพอระหว่างพื้นหลังและข้อความ
2. Operable (การใช้งานได้) ผู้ใช้งานต้องสามารถโต้ตอบและควบคุมเว็บไซต์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่จำกัดอุปกรณ์หรือวิธีการป้อนข้อมูล เช่น การใช้งานผ่านแป้นพิมพ์แทนเมาส์ และการหลีกเลี่ยงองค์ประกอบที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ เช่น ภาพกระพริบที่รุนแรง
3. Understandable (ความเข้าใจได้) เนื้อหาและการทำงานของเว็บไซต์ต้องมีความชัดเจน เข้าใจง่าย และคาดเดาได้ เช่น การใช้ภาษาที่เหมาะสม การแสดงข้อความแจ้งข้อผิดพลาดอย่างชัดเจน และความสม่ำเสมอของการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของเว็บไซต์
4. Robust (ความเข้ากันได้กับเทคโนโลยี) เนื้อหาต้องสามารถทำงานร่วมกับเทคโนโลยีที่หลากหลาย รวมถึงเทคโนโลยีช่วยเหลือ (Assistive Technologies) เช่น Screen Reader และต้องพัฒนาโดยใช้โค้ดที่ถูกต้องตามมาตรฐาน

แนวทางการเข้าถึงเนื้อหาเว็บตามมาตรฐาน Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) ได้กำหนดระดับการปฏิบัติตามแนวทางออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับ A ระดับ AA และระดับ AAA ซึ่งสะท้อนถึงระดับความเข้มงวดและความครอบคลุมของข้อกำหนดด้านการเข้าถึงเว็บไซต์ ระดับการปฏิบัติตามดังกล่าวถูกใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการประเมินคุณภาพของเว็บไซต์และระบบสารสนเทศในด้านการเข้าถึงสำหรับผู้ใช้งานทุกกลุ่ม

1. ระดับ A เป็นระดับพื้นฐานขั้นต่ำที่เว็บไซต์ควรปฏิบัติตาม โดยมุ่งเน้นการขจัดอุปสรรคสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อการเข้าถึงของผู้ใช้งานมากที่สุด เช่น การจัดให้มีข้อความทางเลือกสำหรับรูปภาพ การหลีกเลี่ยงเนื้อหาที่กระพริบอย่างรุนแรง และการรองรับการใช้งานผ่านแป้นพิมพ์ การไม่ผ่านเกณฑ์ในระดับนี้ถือว่าเว็บไซต์ยังไม่สามารถเข้าถึงได้ในเชิงพื้นฐานสำหรับผู้พิการบางกลุ่ม
2. ระดับ AA เป็นระดับที่มีความเข้มงวดสูงขึ้นและได้รับการยอมรับอย่างแพร่หลายในเชิงวิชาการและเชิงปฏิบัติ โดยครอบคลุมประเด็นด้านการเข้าถึงที่ส่งผลต่อประสบการณ์ผู้ใช้ในวงกว้าง เช่น ความคมชัดของสีข้อความ การจัดโครงสร้างเนื้อหาอย่างเป็นระบบ การระบุข้อผิดพลาดในแบบฟอร์มอย่างชัดเจน และความสม่ำเสมอของการนำทางเว็บไซต์ ระดับ AA มักถูกใช้เป็นเกณฑ์มาตรฐานในการพัฒนาเว็บไซต์ของหน่วยงานภาครัฐ องค์กร และงานวิจัยด้านระบบสารสนเทศ เนื่องจากมีความสมดุลระหว่างความสามารถในการเข้าถึงและความเป็นไปได้ในการพัฒนา
3. ระดับ AAA เป็นระดับสูงสุดของการปฏิบัติตามแนวทาง WCAG ซึ่งมีข้อกำหนดที่เข้มงวดและครอบคลุมมากที่สุด โดยมุ่งเน้นการรองรับผู้ใช้งานที่มีข้อจำกัดเฉพาะด้านอย่างลึกซึ้ง เช่น การจัดทำคำบรรยายเสียงสำหรับสื่อมัลติมีเดียทั้งหมด การใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายเป็นพิเศษ และการลดภาระทางการรับรู้ในการใช้งานเว็บไซต์ อย่างไรก็ตาม การปฏิบัติตามระดับ AAA อย่างครบถ้วนในทุกส่วนของเว็บไซต์อาจไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติสำหรับระบบขนาดใหญ่ จึงมักถูกนำมาใช้ในบริบทเฉพาะหรือเป็นเป้าหมายเชิงอุดมคติในการพัฒนาระบบ

ระดับ AAA เป็นระดับสูงสุดของการปฏิบัติตามแนวทาง WCAG ซึ่งมีข้อกำหนดที่เข้มงวดและครอบคลุมมากที่สุด โดยมุ่งเน้นการรองรับผู้ใช้งานที่มีข้อจำกัดเฉพาะด้านอย่างลึกซึ้ง เช่น การจัดทำคำบรรยายเสียงสำหรับสื่อมัลติมีเดียทั้งหมด การใช้ภาษาที่เข้าใจง่ายเป็นพิเศษ และการลดภาระทางการรับรู้ในการใช้งานเว็บไซต์ อย่างไรก็ตาม การปฏิบัติตามระดับ AAA อย่างครบถ้วนในทุกส่วนของเว็บไซต์อาจไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติสำหรับระบบขนาดใหญ่ จึงมักถูกนำมาใช้ในบริบทเฉพาะหรือเป็นเป้าหมายเชิงอุดมคติในการพัฒนาระบบ

Accessibility Testing เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยประเมินและยกระดับคุณภาพของระบบสารสนเทศในมิติของการเข้าถึงและความเท่าเทียมในการใช้งาน ขณะที่ Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) ทำหน้าที่เป็นมาตรฐานสากลที่กำหนดกรอบแนวคิดและเกณฑ์ในการออกแบบและประเมินการเข้าถึงอย่างเป็นระบบ การบูรณาการแนวทางของ WCAG เข้ากับกระบวนการ Accessibility Testing ช่วยให้การพัฒนาและการประเมินระบบเป็นไปอย่างมีทิศทาง ชัดเจน และสามารถตรวจสอบได้ในเชิงวิชาการ อีกทั้งยังสนับสนุนการลดการกีดกันทางดิจิทัล และส่งเสริมการออกแบบระบบสารสนเทศที่คำนึงถึงผู้ใช้งานทุกกลุ่มอย่างแท้จริง ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบเพื่อทุกคนและเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการวิจัยและการพัฒนาระบบสารสนเทศในยุคดิจิทัล



**รูปที่ 5.21** ระดับการปฏิบัติตามแนวทาง WCAG

การประเมินการเข้าถึงการใช้งานของเว็บไซต์สามารถนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบคะแนนรวมเชิงปริมาณบนมาตรวัดตั้งแต่ 0 ถึง 100 คะแนน ซึ่งใช้เป็นตัวชี้วัดระดับความสอดคล้องของระบบกับมาตรฐานสากลด้านการเข้าถึงเนื้อหาเว็บ คะแนนดังกล่าวสะท้อนภาพรวมของความสามารถของเว็บไซต์ในการรองรับผู้ใช้งานทุกกลุ่มอย่างเท่าเทียม โดยอาศัยกรอบแนวคิดตามหลักการสำคัญ ได้แก่ การรับรู้ได้ของเนื้อหา (Perceivable) การใช้งานได้ของอินเทอร์เฟซ (Operable) ความเข้าใจได้ของเนื้อหาและการทำงานของระบบ (Understandable) และความเข้ากันได้กับเทคโนโลยีช่วยเหลือ (Robust) ตามแนวทางของ Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) คะแนนรวมสามารถนำมาใช้เป็นตัวชี้วัดเชิงสรุปเพื่อเปรียบเทียบระดับการเข้าถึงการใช้งานของเว็บไซต์ระหว่างหน้าเว็บหลายรายการ หรือใช้เปรียบเทียบผลการประเมินในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การตีความคะแนนจำเป็นต้องพิจารณาควบคู่กับลักษณะและระดับความรุนแรงของปัญหาการเข้าถึงที่ตรวจพบ เพื่อให้การวิเคราะห์สะท้อนผลกระทบต่อผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้องและรอบด้า

**ตารางที่ 5.7** การแปลผลคะแนนการประเมินการเข้าถึงการใช้งาน (0–100)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ช่วงคะแนน | |  | | --- | |  |   ระดับการเข้าถึงการใช้งาน | คำอธิบาย |
| 90–100 | Excellent Accessibility | ระบบมีความสอดคล้องกับมาตรฐานระดับสูง พบข้อบกพร่องในระดับ Minor เท่านั้น |
| 70–89 | Good Accessibility | ระบบรองรับผู้ใช้งานส่วนใหญ่ได้ดี แต่ยังมีข้อจำกัดระดับ Medium ในบางโมดูล |
| 50–69 | Moderate Accessibility | พบอุปสรรคเชิงหน้าที่ที่ส่งผลกระทบอย่างมีนัยสำคัญ จำเป็นต้องมีการปรับปรุงโครงสร้าง |
| ต่ำกว่า 50 | Poor Accessibility | พบข้อบกพร่องระดับ Critical จำนวนมาก ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการใช้เทคโนโลยีช่วยเหลือ |

แม้ว่าคะแนนการประเมินการเข้าถึงการใช้งานในรูปแบบเชิงปริมาณจะมีประโยชน์ในการสรุปภาพรวมและการเปรียบเทียบผลการประเมิน แต่คะแนนดังกล่าวเป็นผลลัพธ์จากการประเมินเชิงเทคนิค ซึ่งไม่สามารถสะท้อนประสบการณ์การใช้งานจริงของผู้ใช้ทุกกลุ่มได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้น ในการดำเนินงานวิจัยด้านการเข้าถึงการใช้งาน ควรใช้คะแนนการประเมินร่วมกับการทดสอบแบบแมนนวล การทดสอบการใช้งาน และการทดสอบกับผู้ใช้ที่ใช้เทคโนโลยีช่วยเหลือ เพื่อเพิ่มความครบถ้วน ความน่าเชื่อถือ และความถูกต้องของผลการทดสอบในการประเมินการเข้าถึงการใช้งานของเว็บไซต์ของโครงงาน

5.7.1 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้า Login การตรวจสอบความสามารถในการเข้าถึงของหน้า Login ด้วยเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools พบว่ามีประเด็นทางเทคนิคที่ควรได้รับการปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล แม้คะแนนภาพรวมจาก Includia จะอยู่ในเกณฑ์ Excellent (95 คะแนน) แต่ผลการวิเคราะห์เชิงลึกระบุถึงข้อบกพร่องในระดับ High และ Medium ดังนี้

1. ปัญหาเกี่ยวกับอัตราส่วนความต่างของสี (Color Contrast)

จากการตรวจสอบพบว่า องค์ประกอบของข้อความบางส่วนมีอัตราส่วนความ คมชัด (Contrast Ratio) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน WCAG 2.1 Level AA ซึ่งกำหนดไว้ที่ 4.5:1 สำหรับตัวอักษรขนาดปกติ ปัญหา นี้ถูกจัดอยู่ในระดับ Serious (โดย axe DevTools) และระดับ High (โดย Includia) เนื่องจากส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้ใช้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น (Low Vision) หรือผู้ที่มีสภาวะตาบอดสี ทำให้ไม่สามารถจำแนกเนื้อหาออกจากพื้นหลังได้อย่างชัดเจน

1. ปัญหาเกี่ยวกับลำดับชั้นของหัวข้อ (Heading Hierarchy)

ผลการวิเคราะห์ระบุว่าหน้า Login ขาดการกำหนดหัวข้อระดับที่ 1 (<h1>) ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการระบุวัตถุประสงค์หลักของหน้าเว็บ (Semantic HTML) การขาดหายไปของหัวข้อระดับนี้ส่งผลให้ผู้ใช้ที่พึ่งพาเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น Screen Reader ไม่สามารถทำความเข้าใจโครงสร้างเนื้อหาหรือสร้างแผนที่ทางความคิด (Mental Map) เกี่ยวกับหน้าเพจนั้น ๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. ปัญหาเกี่ยวกับความสอดคล้องของมาตรฐานการตรวจสอบ (Tool-Specific Insights)

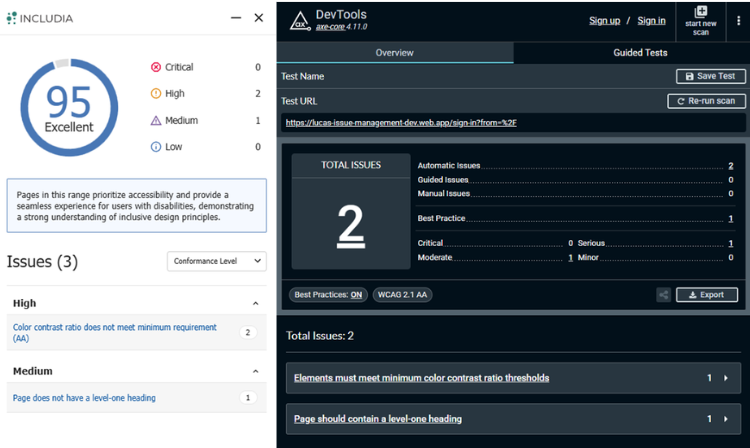
จากการเปรียบเทียบพบว่า axe DevTools ระบุจำนวนประเด็นปัญหาไว้ 2 รายการ (Contrast และ Heading) ในขณะที่ Includia ระบุไว้ 3 รายการ โดยประเมินว่าปัญหาด้าน Color Contrast มีความรุนแรงสูงกว่าปัญหาด้านโครงสร้างลำดับชั้น สะท้อนให้เห็นว่าการเลือกใช้ชุดสีในหน้า Login เป็นอุปสรรคสำคัญที่สุดในการเข้าถึงข้อมูล (Accessibility Barrier)

1. สรุปเชิงวิเคราะห์และแนวทางการพัฒนา

จากการประเมินด้วยเครื่องมือมาตรฐานสากลทั้งสองประเภท สามารถสรุปได้ว่าหน้า Login จำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงเชิงโครงสร้างและอัตลักษณ์ทางการมองเห็น เพื่อยกระดับความเท่าเทียมในการเข้าถึงสารสนเทศ โดยมีแนวทางแก้ไขดังนี้

1. การปรับปรุงค่าสี (Color Optimization) ปรับค่าสีข้อความหรือพื้นหลังให้มีค่าคอนทราสต์ไม่น้อยกว่า $4.5:1$ โดยใช้เครื่องมือ Color Contrast Analyzer ในการตรวจสอบก่อนการประกาศใช้จริง
2. การจัดทำโครงสร้างเชิงความหมาย (Semantic Structure): เพิ่มองค์ประกอบ <h1> ที่ระบุชื่อหน้าอย่างชัดเจน เช่น "เข้าสู่ระบบ" หรือ "Login" เพื่อรองรับการนำทางผ่านโปรแกรมอ่านหน้าจอ

การดำเนินการแก้ไขตามข้อเสนอแนะข้างต้น จะช่วยให้หน้า Login มีคุณลักษณะที่เป็นไปตามหลักการ Perceivable (รับรู้ได้) และ Understandable (เข้าใจได้) ตามมาตรฐาน WCAG ซึ่งจะส่งผลให้ระบบสามารถรองรับผู้ใช้งานได้ครอบคลุมทุกกลุ่มอย่างแท้จริง



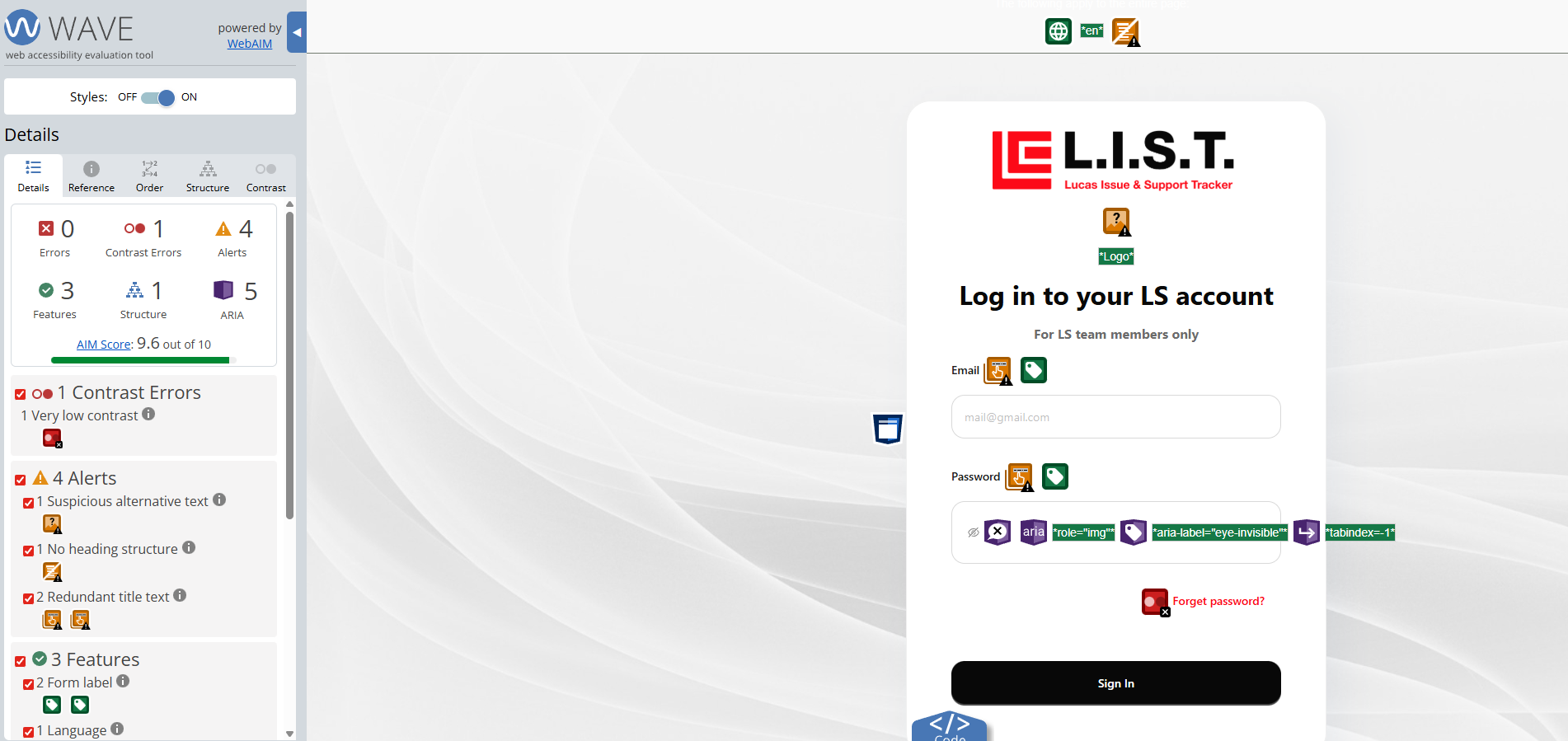
**รูปที่ 5.22** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง ของหน้า Login  
ด้วยเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools

จากการประเมินหน้าเข้าสู่ระบบ (Login Page) ด้วยเครื่องมือ WAVE พบข้อบกพร่องทางเทคนิคที่สำคัญซึ่งส่งผลกระทบต่อขีดความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล (Accessibility) โดยสามารถจำแนกตามหลักเกณฑ์มาตรฐาน WCAG ได้ดังนี้

1. ข้อบกพร่องด้านการระบุข้อมูลทางเลือกสำหรับองค์ประกอบที่ไม่ใช่ข้อความ (Missing Text Alternatives) จากการตรวจสอบพบว่า ปุ่มปฏิบัติการและไอคอนเชิงสัญลักษณ์ (Functional Icons) ภายในช่องกรอกข้อมูล ขาดการระบุคำอธิบายหน้าที่หรือความหมายเชิงหน้าที่ กรณีนี้ถือเป็นความไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ WCAG 1.1.1 (Non-text Content) ซึ่งกำหนดให้องค์ประกอบที่ไม่ใช่ข้อความต้องมีข้อความทางเลือก (Text Alternative) เพื่อให้เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น โปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) สามารถถ่ายทอดจุดประสงค์ขององค์ประกอบนั้น ๆ แก่ผู้พิการทางสายตาได้อย่างถูกต้อง
2. ข้อบกพร่องด้านอัตราส่วนความต่างสี (Low Color Contrast) พบการใช้ค่าสีในส่วนของข้อความและองค์ประกอบกราฟิกที่มีค่าความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งขัดต่อหลักเกณฑ์ WCAG 1.4.3 (Contrast - Minimum) ที่กำหนดให้อัตราส่วนความต่างสีของข้อความปกติต้องไม่น้อยกว่า $4.5:1$ อุปสรรคทางเทคนิคนี้นอกจากจะส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นหรือผู้มีสภาวะสายตาเลือนราง (Low Vision) ยังรวมไปถึงผู้สูงอายุที่อาจประสบปัญหาในการจำแนกสารสนเทศสำคัญบนส่วนประสานผู้ใช้
3. ข้อบกพร่องด้านลำดับชั้นโครงสร้างข้อมูล (Incorrect Heading Structure) การจัดลำดับหัวข้อ (Heading Structure) ภายในหน้าเข้าสู่ระบบพบว่ามีการข้ามลำดับชั้นหรือไม่เป็นไปตามลำดับเชิงตรรกะ (Logical Order) ซึ่งถือเป็นการขัดต่อเกณฑ์ WCAG 1.3.1 (Info and Relationships) ที่เน้นการถ่ายทอดความสัมพันธ์ของเนื้อหาผ่านโครงสร้างรหัสที่ถูกต้อง การจัดโครงสร้างที่ขาดประสิทธิภาพนี้ส่งผลให้ผู้ใช้งาน Screen Reader ไม่สามารถทำความเข้าใจโครงสร้างลำดับความสำคัญของเนื้อหา และบั่นทอนประสิทธิภาพในการนำทาง (Navigation) ภายในระบบ

ข้อเสนอแนะ

1. ควรเพิ่ม attribute aria-label หรือคำอธิบายข้อความกำกับ (Alt Text) ให้กับทุกปุ่มและไอคอนเพื่อให้เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกสามารถอ่านค่าได้
2. ปรับค่าสีข้อความและพื้นหลังให้มีอัตราส่วนความเปรียบต่างสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำ 4.5:1



**รูปที่ 5.23** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง ของหน้า Login ด้วยเครื่องมือ WAVE

5.7.2 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้า Dashboard จากการตรวจสอบประสิทธิภาพด้านการเข้าถึงของหน้า Dashboard โดยใช้เครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools พบประเด็นสำคัญที่ควรได้รับการปรับปรุงในหลายมิติ แม้การวิเคราะห์จะไม่ปรากฏข้อบกพร่องในระดับวิกฤต (Critical) แต่ยังคงพบปัญหาในระดับสูง (High) และระดับกลาง (Medium) ซึ่งอาจส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้ใช้งานที่มีความบกพร่องทางร่างกายและทางการมองเห็น โดยมีรายละเอียดผลการวิเคราะห์ดังนี้

1. ปัญหาเกี่ยวกับความแตกต่างของสี (Color Contrast)

เครื่องมือทั้งสองระบุว่า อัตราส่วนความต่างสีระหว่างข้อความและพื้นหลัง (Contrast Ratio) ในบางจุดไม่เป็นไปตามข้อกำหนดขั้นต่ำของมาตรฐาน WCAG 2.1 ระดับ AA (ซึ่งกำหนดให้อัตราส่วนต้องไม่น้อยกว่า 4.5:1) ข้อบกพร่องนี้ส่งผลโดยตรงต่อผู้ใช้ที่มีภาวะการมองเห็นเลือนราง (Low Vision) หรือภาวะตาบอดสี (Color Blindness) ทำให้ไม่สามารถจำแนกข้อมูลหรือองค์ประกอบเชิงสัญลักษณ์ที่สำคัญบนหน้าจอได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1. ปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้างเนื้อหา (Heading Structure) จากการวิเคราะห์ด้วย Includia Accessibility Checker พบว่าหน้า Dashboard ขาดการกำหนดหัวข้อหลักในระดับที่ 1 (H1) ซึ่งถือเป็นองค์ประกอบพื้นฐานในการจัดลำดับชั้นข้อมูล (Information Hierarchy) การขาดหายไปของ H1 ส่งผลให้ผู้ใช้งานที่พึ่งพาเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก อาทิ โปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) ประสบปัญหาในการระบุขอบเขตเนื้อหาหลักและการนำทาง (Navigation) ภายในหน้าเว็บ
2. ปัญหาเกี่ยวกับองค์ประกอบภาพ (Image Elements) ผลการวิเคราะห์จาก axe DevTools ระบุว่ามีการใช้องค์ประกอบภาพ (role="img") ที่ขาดการระบุคุณลักษณะคำอธิบายภาพ (Alternative Text หรือ alt attribute) ส่งผลให้เทคโนโลยีช่วยเหลือไม่สามารถถ่ายทอดข้อมูลหรือบริบทเชิงภาพให้แก่ผู้ใช้งานได้รับทราบอย่างครบถ้วน นำไปสู่ข้อจำกัดในการตีความข้อมูลเชิงทัศนศิลป์
3. สรุปเชิงวิเคราะห์ จากจากการตรวจสอบด้วยเครื่องมือมาตรฐานสากล สามารถสรุปได้ว่าหน้า Dashboard ยังคงมีข้อบกพร่องที่ส่งผลต่อความเท่าเทียมในการเข้าถึงข้อมูล โดยเฉพาะในด้านทัศนสัมผัสและการสื่อความหมายเชิงโครงสร้าง เพื่อยกระดับประสบการณ์การใช้งานสำหรับผู้ใช้ทุกกลุ่ม (Inclusive Design) ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงดังนี้
   1. ปรับปรุงค่าความต่างสีขององค์ประกอบภาพและตัวอักษรให้สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน WCAG
   2. กำหนด Heading ระดับ 1 (H1) เพื่อสร้างโครงสร้างเนื้อหาเชิงลำดับชั้นที่ชัดเจน
   3. เพิ่ม *attribute alt* ให้กับองค์ประกอบภาพเพื่อรองรับผู้ใช้เทคโนโลยีช่วยเหลือ

การดำเนินการแก้ไขตามข้อเสนอแนะดังกล่าว จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลอย่างเท่าเทียม และสร้างประสบการณ์การใช้งานที่ดีแก่ผู้ใช้งานทุกกลุ่ม โดยเฉพาะผู้ที่มีความบกพร่องทางประสาทสัมผัสและผู้ที่ต้องพึ่งพาอุปกรณ์สนับสนุนในการเข้าถึงสารสนเทศ

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.24** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง ของหน้า Dashboard  
ด้วยเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools

จากการประเมินหน้าเว็บส่วนประสานผู้ใช้ด้วยเครื่องมือ WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool) พบประเด็นความไม่สอดคล้องกับมาตรฐานการเข้าถึงเนื้อหาเว็บ (Web Content Accessibility Guidelines: WCAG) ใน 3 ประเด็นหลัก ดังนี้

1. องค์ประกอบที่ขาดการระบุข้อมูลทางเลือก (Missing Text Alternatives) พบปุ่มปฏิบัติการและไอคอนเชิงสัญลักษณ์ (เช่น ไอคอนสืบค้นข้อมูล) ที่ไม่มีคำอธิบายกำกับ ส่งผลให้เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) ไม่สามารถตีความหน้าที่ของปุ่มดังกล่าวได้ กรณีนี้ถือเป็นการไม่ปฏิบัติตามเกณฑ์ความสำเร็จ WCAG 1.1.1 (Non-text Content) ซึ่งกำหนดให้องค์ประกอบที่ไม่ใช่ข้อความทั้งหมดต้องมีข้อความทางเลือก (Text Alternative) เพื่อสื่อสารความหมายที่เท่าเทียมกัน
2. อัตราส่วนความแตกต่างของสี (Color Contrast Deficiencies) การตรวจสอบพบข้อความและกราฟิกแสดงข้อมูล (Data Visualization) มีค่าความแตกต่างของสีระหว่างส่วนหน้าและส่วนหลัง (Foreground/Background Contrast) ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อกลุ่มผู้สูงอายุและผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น ประเด็นนี้ขัดต่อเกณฑ์ความสำเร็จ WCAG 1.4.3 (Contrast - Minimum) ที่ระบุว่าข้อความทั่วไปต้องมีอัตราส่วนความเปรียบต่างไม่น้อยกว่า 4.5:1
3. ลำดับโครงสร้างหัวข้อเชิงตรรกะ (Improper Heading Hierarchy) การจัดลำดับหัวข้อ (Heading Structure) พบว่าไม่มีความต่อเนื่องตามลำดับเชิงตรรกะ ซึ่งส่งผลเสียต่อการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูลตามเกณฑ์ WCAG 1.3.1 (Info and Relationships) การจัดโครงสร้างที่ผิดลำดับทำให้ผู้ใช้งานที่เข้าถึงข้อมูลผ่านทางลำดับโครงสร้าง (Structural Navigation) เกิดความสับสนต่อระดับความสำคัญของเนื้อหา

ข้อเสนอแนะ

1. ดำเนินการเพิ่มคุณลักษณะ aria-label หรือการระบุคำอธิบายข้อความกำกับ (Text Description) ให้กับทุกปุ่มปฏิบัติการและไอคอนเชิงฟังก์ชัน
2. ปรับเปลี่ยนค่าสีของข้อความและองค์ประกอบกราฟิกให้มีอัตราส่วนความเปรียบต่าง (Contrast Ratio) เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานขั้นต่ำของ WCAG
3. จดำเนินการจัดลำดับหัวข้อภายในหน้าเว็บให้เป็นไปตามลำดับชั้นที่ถูกต้อง (อาศัยการเรียงลำดับจาก (H1→ H2 → H3) เพื่อสะท้อนความสัมพันธ์เชิงเนื้อหาที่ชัดเจน

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.25** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง ของหน้า Dashboard ด้วยเครื่องมือ WAVE

5.7.2 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้าการเพิ่มข้อมูลของโครงงาน จากการประเมินประสิทธิภาพด้านการเข้าถึงเนื้อหาเว็บในส่วนการเพิ่มข้อมูลของโครงงาน โดยใช้เครื่องมือ **Includia Accessibility Checker** และ **axe DevTools** พบว่ามีประเด็นที่ควรได้รับการปรับปรุงเพื่อยกระดับทัศนวิสัยและการเข้าถึงเนื้อหา แม้ผลการตรวจสอบจะไม่พบข้อบกพร่องในระดับวิกฤต (Critical) แต่ยังคงปรากฏประเด็นในระดับสูง (**High/Serious**) ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อความสามารถในการใช้งาน โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ปัญหาเกี่ยวกับความแตกต่างของสี (Color Contrast)

เครื่องมือตรวจสอบทั้งสองประการระบุว่า การกำหนดค่าสีของข้อความและพื้นหลังในบางส่วนของฟอร์มบันทึกข้อมูล ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน **WCAG 2.1 ระดับ AA** การที่องค์ประกอบของส่วนประสานผู้ใช้ (User Interface) มีอัตราส่วนความต่างสี (Contrast Ratio) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ส่งผลให้ผู้ใช้งานที่มีข้อจำกัดทางการมองเห็นไม่สามารถจำแนกข้อความหรือระบุขอบเขตของช่องกรอกข้อมูล (Form Fields) ได้อย่างชัดเจน ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญต่อการโต้ตอบกับระบบ

1. แนวทางแก้ไขและการยืนยันผล
   1. ปรับอัตราส่วนความคมชัดของสีในส่วนข้อความและองค์ประกอบ UI ทั้งหมดให้เป็นไปตามมาตรฐาน WCAG 2.1 AA (อัตราส่วนไม่น้อยกว่า 4.5:1 สำหรับข้อความปกติ)
   2. ประเมินซ้ำด้วยเครื่องมือ *accessibility testing* เช่น axe DevTools และ Includia Accessibility Checker เพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของการแก้ไข
   3. ผลจากการปรับปรุงจะช่วยสร้างความมั่นใจว่าหน้าเว็บสามารถรองรับการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ได้อย่างเท่าเทียม และลดความผิดพลาดในการนำเข้าข้อมูล
2. สรุปเชิงวิเคราะห์ การแก้ไขปัญหาด้านความแตกต่างของสีควบคู่ไปกับการตรวจสอบซ้ำด้วยเครื่องมือมาตรฐานสากล เป็นขั้นตอนสำคัญในการเสริมสร้างความเท่าเทียมเชิงดิจิทัล (Digital Equity) การดำเนินการดังกล่าวไม่เพียงแต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการรับรู้ข้อมูล (Perceptibility) ของผู้ใช้ทุกกลุ่ม แต่ยังเป็นการสร้างหลักประกันว่าองค์ประกอบเชิงหน้าที่ (Functional Elements) ภายในฟอร์มบันทึกข้อมูลสามารถตอบสนองต่อการใช้งานได้อย่างสมบูรณ์และลดช่องว่างในการเข้าถึงเทคโนโลยีสารสนเทศ

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.26** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้า Add Project   
ด้วยเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools

ผลการตรวจสอบความสามารถในการเข้าถึงผ่านเครื่องมือ WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool) ในส่วนอินเทอร์เฟซที่เกี่ยวข้องกับแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลและตารางแสดงผลโครงงาน พบข้อบกพร่องที่มีนัยสำคัญต่อการใช้งานของเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก ดังนี้

1. การขาดความเชื่อมโยงของป้ายกำกับส่วนนำเข้าข้อมูล (Unassociated Form Labels) พบองค์ประกอบส่วนนำเข้าข้อมูล (Input Fields) หลายรายการขาดการเชื่อมโยงกับป้ายกำกับ (<label>) อย่างชัดเจน ซึ่งตามเกณฑ์ WCAG 3.3.2 (Labels or Instructions) กำหนดว่าทุกส่วนประสานผู้ใช้ที่ต้องการการป้อนข้อมูลต้องมีป้ายกำกับหรือคำแนะนำประกอบ การขาดองค์ประกอบดังกล่าวส่งผลให้โปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) ไม่สามารถระบุบริบทของข้อมูลที่ต้องกรอกได้ นำไปสู่ความผิดพลาดในการใช้งานของผู้ใช้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็นข้อเสนอแนะ
2. ความคลุมเครือของจุดหมายปลายทางของลิงก์และปุ่มปฏิบัติการ (Ambiguous Link Purpose) ในส่วนของตารางแสดงผลโครงงาน พบการใช้ลิงก์หรือปุ่มปฏิบัติการที่มีข้อความซ้ำซ้อนกัน เช่น "Edit" หรือ "Delete" โดยไม่มีข้อมูลบริบทเพิ่มเติมเพื่อระบุว่าเป็นการกระทำต่อรายการใด ประเด็นนี้ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ WCAG 2.4.4 (Link Purpose) ที่กำหนดให้จุดประสงค์ของแต่ละลิงก์ต้องสามารถระบุได้จากข้อความในลิงก์เองหรือจากบริบทที่เกี่ยวข้อง การมีปุ่มที่ชื่อซ้ำกันจำนวนมากในหน้าเดียวสร้างอุปสรรคอย่างมากต่อการนำทางและการตัดสินใจของผู้ใช้
3. องค์ประกอบเชิงสัญลักษณ์ที่ขาดการสื่อความหมาย (Functional Icons without Text) ปุ่มปฏิบัติการที่ใช้ไอคอนเพียงอย่างเดียว (เช่น ไอคอนค้นหาหรือไอคอนจัดการข้อมูล) โดยไม่มีคำอธิบายในรูปแบบข้อความกำกับ ถือเป็นอุปสรรคในการเข้าถึงข้อมูลเชิงหน้าที่ ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถรับทราบจุดประสงค์ของปุ่มนั้นๆ ได้อย่างครบถ้วน

ข้อเสนอแนะ

1. ดำเนินการติดตั้งแท็ก <label> และเชื่อมโยงกับ id ของช่องกรอกข้อมูลให้ถูกต้องทุกตำแหน่ง เพื่อให้เทคโนโลยีช่วยเหลือสามารถสื่อสารบริบทได้อย่างแม่นยำ
2. ปรับปรุงข้อความบนปุ่มหรือลิงก์ให้มีความเฉพาะเจาะจงมากขึ้น เช่น เปลี่ยนจาก "Edit" เป็น "Edit Project [ชื่อโครงงาน]" หรือการใช้คุณลักษณะ aria-label เพื่อให้ข้อมูลเสริมแก่ Screen Reader โดยไม่กระทบต่อการออกแบบหน้าจอ
3. ตรวจสอบและปรับค่าสี (Color Contrast) ในส่วนของข้อความและสถานะต่าง ๆ ของฟอร์มให้มีอัตราส่วนที่เป็นไปตามมาตรฐานขั้นต่ำ เพื่อรองรับการใช้งานของผู้สูงอายุและผู้ที่มีภาวะสายตาเลือนราง

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.27** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง ของหน้า Add Project ด้วยเครื่องมือ WAVE

5.7.3 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้า Other Document จากการตรวจสอบความสามารถในการเข้าถึงเนื้อหาบนหน้าเว็บ "Other Document" ในส่วนการเพิ่มข้อมูลเอกสารสัญญาและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ผ่านเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools พบว่ามีข้อจำกัดเชิงโครงสร้างและองค์ประกอบส่วนประสานผู้ใช้ (UI) ที่มีนัยสำคัญ แม้ผลการวิเคราะห์จะไม่ปรากฏปัญหาในระดับวิกฤต (Critical) ที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างแบบฟอร์มหรือการกำหนดคุณลักษณะ ARIA แต่ยังคงพบประเด็นด้านการรับรู้ข้อมูล (Perceptibility) ที่ควรได้รับการปรับปรุงดังนี

1. ปัญหาเกี่ยวกับความแตกต่างของสี (Color Contrast)

เครื่องมือตรวจสอบทั้งสองประการระบุว่า การกำหนดค่าสีของข้อความ ปุ่มปฏิบัติการ และไอคอนเชิงฟังก์ชัน มีค่าความแตกต่างของสีต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน WCAG 2.1 ระดับ AA ซึ่งจัดเป็นปัญหาในระดับสูง (High) ข้อบกพร่องนี้ส่งผลโดยตรงต่อกลุ่มผู้ใช้งานที่มีภาวะสายตาเลือนราง (Low Vision) หรือภาวะตาบอดสี (Color Blindness) การปรับปรุงอัตราส่วนความคมชัด (Contrast Ratio) ให้เป็นไปตามมาตรฐานจะช่วยเสริมสร้างประสิทธิภาพในการรับรู้และการปฏิสัมพันธ์กับองค์ประกอบ UI ได้อย่างสมบูรณ์

1. ปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้างเนื้อหา (Heading Structure)

จากการวิเคราะห์โดย Includia Accessibility Checker พบว่าหน้าดังกล่าวยังขาดการกำหนดหัวข้อหลักในระดับที่ 1 (H1) ซึ่งจัดเป็นประเด็นความรุนแรงระดับกลาง (**Medium**) การขาดหายไปของหัวข้อระดับสูงสุดส่งผลกระทบต่อผู้ใช้งานที่พึ่งพาเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) เนื่องจากไม่สามารถระบุขอบเขตและวัตถุประสงค์หลักของหน้าเว็บได้อย่างชัดเจนตามหลักการจัดลำดับชั้นข้อมูล

1. สรุปเชิงวิเคราะห์

จากการประเมินข้างต้น หน้า "Other Document" ยังมีข้อบกพร่องที่ขัดต่อหลักการออกแบบเพื่อทุกคน (Inclusive Design) โดยเฉพาะในด้านการรับรู้ทางสายตาและการจัดโครงสร้างเชิงตรรกะ ผู้วิจัยจึงกำหนดแนวทางในการปรับปรุงดังนี้

* 1. ดำเนินการปรับค่าสีของข้อความและองค์ประกอบควบคุม (UI Controls) ให้มีอัตราส่วนความคมชัดสอดคล้องตามเกณฑ์ WCAG 2.1 AA เพื่อรองรับการใช้งานของผู้ที่มีข้อจำกัดทางประสาทสัมผัสการมองเห็น
  2. ตรวจสอบองค์ประกอบ UI ทุกส่วนอย่างเป็นระบบเพื่อให้มั่นใจว่าหน้าการจัดการเอกสารมีความเท่าเทียมในการเข้าถึงข้อมูล (Digital Accessibility) สำหรับผู้ใช้งานทุกกลุ่ม
  3. กำหนดหัวข้อระดับที่ 1 (H1) ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหลักของหน้า เพื่อสร้างโครงสร้างเชิงลำดับชั้นที่ชัดเจนและเอื้อต่อการนำทางผ่านเทคโนโลยีช่วยเหลือ

การดำเนินการตามแนวทางเหล่านี้จะช่วยเพิ่มความเท่าเทียมและประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ทุกกลุ่ม โดยเฉพาะผู้ที่มีข้อจำกัดทางสายตา และสอดคล้องกับหลักการ *Accessible Design*

**A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.รูปที่ 5.28** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้า Other Document ด้วยเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools

จากการวิเคราะห์หน้าหน้า Other Document ด้วยเครื่องมือ WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool) พบประเด็นความไม่สอดคล้องกับมาตรฐาน WCAG ในส่วนของแบบฟอร์มสืบค้นและโครงสร้างตารางข้อมูล (Data Table) โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การขาดป้ายกำกับส่วนประสานผู้ใช้ (Missing Form Labels) พบว่าช่องป้อนข้อมูลสำหรับสืบค้น (Search Input) ไม่มีการกำหนดป้ายกำกับ (<label>) ที่ชัดเจน ซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อผู้ใช้งานที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น เนื่องจากเทคโนโลยีช่วยเหลือไม่สามารถระบุวัตถุประสงค์ของช่องกรอกข้อมูลดังกล่าวได้ กรณีนี้ถือเป็นอุปสรรคสำคัญในการปฏิสัมพันธ์กับระบบ
2. ความคลุมเครือของปุ่มปฏิบัติการ (Ambiguous Functional Buttons) ปุ่มปฏิบัติการในส่วนการจัดการเอกสาร เช่น "Edit" และ "Delete" ขาดการระบุคำอธิบายเฉพาะเจาะจงที่เชื่อมโยงกับรายการเอกสารนั้น ๆ ทำให้ผู้ใช้งานที่เข้าถึงข้อมูลผ่านทางโปรแกรมอ่านหน้าจอไม่สามารถจำแนกบริบทของการกระทำได้ว่าส่งผลต่อเอกสารชุดใด ประเด็นนี้ไม่สอดคล้องกับหลักการสร้างความหมายที่ชัดเจนในระดับองค์ประกอบ
3. โครงสร้างตารางข้อมูลที่ขาดความสมบูรณ์ (Incomplete Table Semantics) จากการตรวจสอบโครงสร้างตารางเอกสาร พบว่าไม่มีการระบุคำอธิบายตาราง (<caption>) และการกำหนดขอบเขตของหัวตาราง (scope="col" หรือ scope="row") เพื่อสร้างความสัมพันธ์เชิงตรรกะระหว่างคอลัมน์และแถว การขาดโครงสร้างเชิงความหมายนี้ขัดต่อเกณฑ์ WCAG 1.3.1 (Info and Relationships) ทำให้ผู้ใช้งานเทคโนโลยีช่วยเหลือไม่สามารถตีความข้อมูลที่มีความซับซ้อนภายในตารางได้อย่างถูกต้อง
4. อัตราส่วนความต่างสีต่ำ (Low Color Contrast) พบข้อความลิงก์และองค์ประกอบข้อความบางส่วนมีอัตราส่วนความคมชัดระหว่างตัวอักษรและพื้นหลังไม่เป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งเป็นอุปสรรคต่อผู้ใช้งานที่มีภาวะสายตาเลือนราง (Low Vision)

ข้อเสนอแนะ

1. ดำเนินการเพิ่มแท็ก <caption> เพื่ออธิบายภาพรวมของข้อมูลในตาราง และใช้คุณลักษณะ scope ในการระบุความสัมพันธ์ระหว่างหัวแถวและข้อมูล เพื่อให้โปรแกรมอ่านหน้าจอสามารถถ่ายทอดข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ
2. ปรับปรุงข้อความบนปุ่มปฏิบัติการให้ระบุเป้าหมายอย่างชัดเจน เช่น "Delete document: Software License Agreement" หรือการใช้คุณลักษณะ aria-label เพื่อเสริมข้อมูลเชิงบริบทโดยไม่กระทบต่อการออกแบบหน้าจอ
3. ติดตั้งแท็ก <label> ให้กับช่องสืบค้นข้อมูลเพื่อให้ระบบสามารถระบุวัตถุประสงค์ขององค์ประกอบได้อย่างชัดเจน
4. ปรับค่าสีของข้อความและลิงก์ให้มีอัตราส่วนความคมชัด (Contrast Ratio) เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน WCAG 2.1 AA

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.29** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง ของหน้า Other Document   
ด้วยเครื่องมือ WAVE

5.7.4 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้า Scope of Work จากการประเมินประสิทธิภาพด้านการเข้าถึงของหน้า " Scope of Work " ด้วยเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools พบประเด็นความไม่สอดคล้องที่ส่งผลต่อการรับรู้ข้อมูลและการเข้าถึงองค์ประกอบส่วนประสานผู้ใช้ แม้ผลการตรวจสอบจะไม่ปรากฏปัญหาในระดับวิกฤต (Critical) ที่เกี่ยวข้องกับการระบุคุณลักษณะ ARIA หรือการขาดป้ายกำกับในแบบฟอร์ม แต่ยังคงพบข้อจำกัดสำคัญต่อกลุ่มผู้ใช้งานที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น ดังนี้

1. ปัญหาเกี่ยวกับความแตกต่างของสี (Color Contrast)

เครื่องมือทั้งสองประการตรวจพบว่า อัตราส่วนความต่างสีระหว่างองค์ประกอบทางทัศน์ (Visual Elements) และพื้นหลัง ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดขั้นต่ำของมาตรฐาน WCAG 2.1 ระดับ AA การกำหนดค่าสีที่มีความแตกต่างไม่เพียงพอส่งผลให้ผู้ใช้งานที่มีภาวะสายตาเลือนรางหรือภาวะตาบอดสี ไม่สามารถจำแนกข้อความและสัญลักษณ์สำคัญบนหน้าจอได้อย่างชัดเจน ซึ่งลดทอนประสิทธิภาพในการรับรู้ข้อมูลและการปฏิสัมพันธ์กับระบบ

1. ปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้างเนื้อหา (Heading Structure)

จากการตรวจสอบโดย Includia Accessibility Checker พบว่าหน้าดังกล่าวขาดการระบุหัวข้อระดับที่ 1 (H1) ซึ่งเป็นประเด็นความรุนแรงระดับกลาง (Medium) การขาดหายไปของหัวข้อหลักทำให้โครงสร้างข้อมูลเชิงลำดับชั้น (Information Architecture) ไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ผู้ใช้งานที่พึ่งพาโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) ไม่สามารถระบุบริบทสำคัญและขอบเขตเนื้อหาหลักของหน้าเว็บได้

1. ปัญหาเกี่ยวกับตารางข้อมูล (Table Structure)

พบประเด็นในระดับต่ำ (Low) เกี่ยวกับการปรากฏเซลล์ว่างในส่วนหัวตาราง (Empty Table Header Cell) การเว้นว่างในตำแหน่งหัวตารางส่งผลให้โปรแกรมอ่านหน้าจอขาดข้อมูลอ้างอิงในการสื่อสารความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภายในตาราง (Data Mapping) ทำให้การถ่ายทอดเนื้อหาเป็นไปอย่างไม่สมบูรณ์ และส่งผลกระทบต่อประสบการณ์การใช้งานของผู้ที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น

1. สรุปเชิงวิเคราะห์

การวิเคราะห์หน้า Scope of Work แสดงให้เห็นถึงความจำเป็นในการปรับปรุงด้านทัศนวิสัยเชิงสถิตและโครงสร้างเชิงความหมาย (Semantics) เพื่อให้สอดคล้องกับหลักการออกแบบที่เป็นสากล ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในการพัฒนา ดังนี้

* 1. ปรับเปลี่ยนค่าสีขององค์ประกอบ UI และข้อความให้สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐาน WCAG 2.1 AA เพื่อรองรับการรับรู้ของผู้ใช้ที่มีข้อจำกัดทางการมองเห็น
  2. กำหนดหัวข้อระดับที่ 1 (H1) เพื่อสร้างลำดับโครงสร้างเนื้อหาเชิงตรรกะที่ชัดเจน เอื้อต่อการนำทางผ่านเทคโนโลยีช่วยเหลือ
  3. ดำเนินการเติมข้อมูลในเซลล์หัวตารางที่ว่าง หรือใช้คุณลักษณะทางเทคนิคเพื่อระบุความหมายให้ครบถ้วน เพื่อให้โปรแกรมอ่านหน้าจอสามารถสื่อสารข้อมูลตารางได้อย่างถูกต้อง

การดำเนินการตามแนวทางเหล่านี้จะช่วยเพิ่มความเท่าเทียมและประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ทุกกลุ่ม โดยเฉพาะผู้ที่มีข้อจำกัดทางสายตา

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.30** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้า Scope of Work   
ด้วยเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools

จากการวิเคราะห์หน้า Scope of Work ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการจัดการและบันทึกรายละเอียดคุณลักษณะของโครงการ ผลการตรวจสอบด้วยเครื่องมือ WAVE (Web Accessibility Evaluation Tool) พบข้อบกพร่องเชิงโครงสร้างที่สำคัญต่อการเข้าถึงข้อมูล ดังนี้

1. การขาดความเชื่อมโยงเชิงความหมายในตารางข้อมูล (Missing Table Associations)

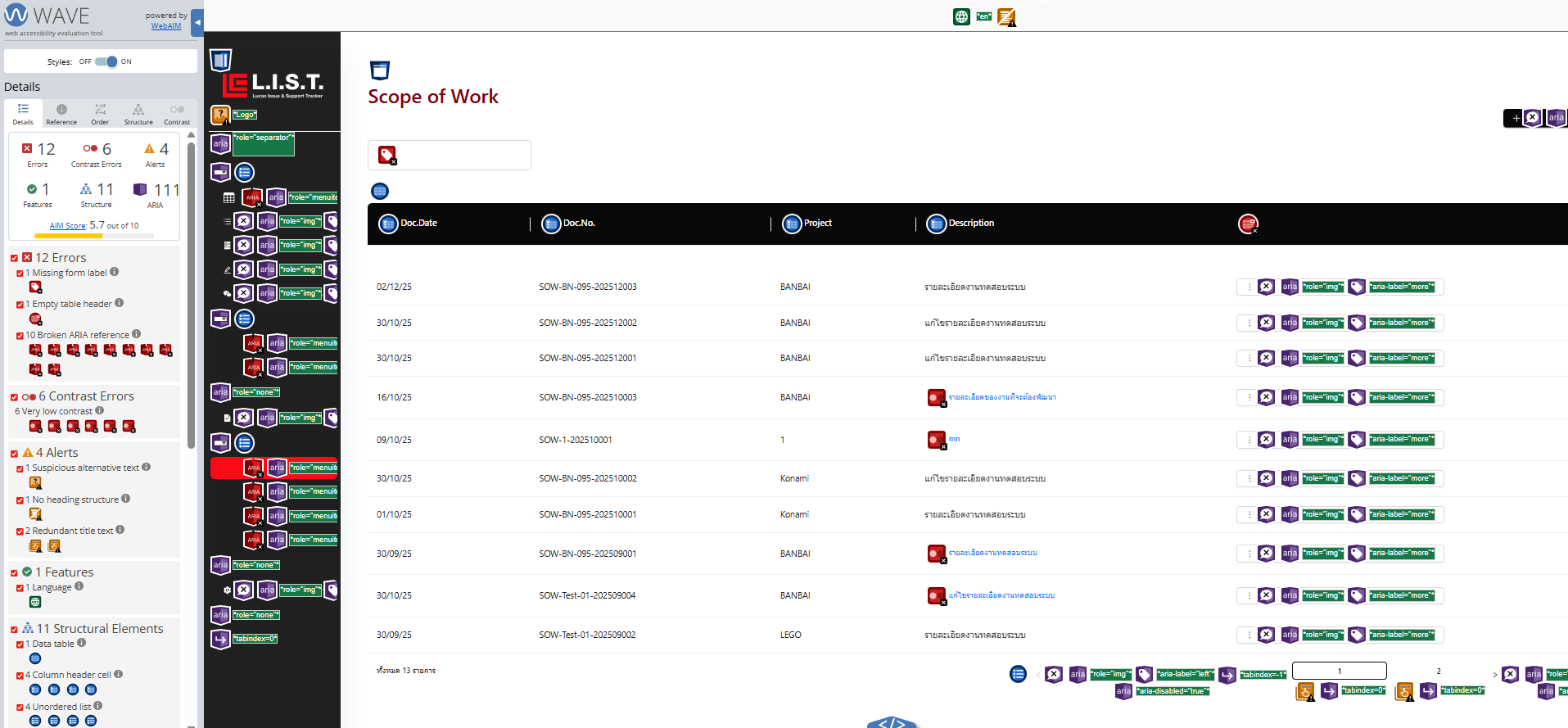
พบว่าแสดงรายละเอียดขอบเขตงาน ไม่มีการระบุความสัมพันธ์ระหว่างหัวตาราง (Table Header) และข้อมูลในแต่ละเซลล์ (Table Data) อย่างชัดเจน การขาดการใช้แท็ก <th> หรือคุณลักษณะ scope ส่งผลให้ผู้ใช้งานที่พึ่งพาโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) ไม่สามารถระบุบริบทหรือที่มาของข้อมูลในแต่ละช่องได้เมื่อมีการนำทางภายในตาราง ประเด็นนี้ถือเป็นอุปสรรคต่อการทำความเข้าใจเนื้อหาที่มีความซับซ้อนและขัดต่อหลักการจัดการความสัมพันธ์ของข้อมูลตามมาตรฐานสากล

1. อัตราส่วนความแตกต่างของสีต่ำ (Contrast Deficiencies)

จากการพบข้อความบางส่วนภายในหน้าเว็บมีค่าความแตกต่างระหว่างสีข้อความและสีพื้นหลัง (Contrast Ratio) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการอ่านข้อมูล โดยเฉพาะกลุ่มผู้ใช้งานที่มีภาวะสายตาเลือนราง (Low Vision) หรือผู้ใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีแสงจ้า

ข้อเสนอแนะ

1. ดำเนินการปรับปรุงโครงสร้าง HTML โดยการระบุหัวตารางด้วยแท็ก <th> พร้อมทั้งกำหนดคุณลักษณะ scope="col" หรือ scope="row" ให้สอดคล้องกับลักษณะของข้อมูล เพื่อให้เทคโนโลยีช่วยเหลือสามารถประกาศความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลและหัวตารางได้อย่างถูกต้องแม่นยำ
2. ดำเนินการปรับค่าสีของตัวอักษรและองค์ประกอบประกอบกราฟิกให้มีอัตราส่วนความคมชัดเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน WCAG (อย่างน้อย 4.5:1 สำหรับข้อความขนาดปกติ) เพื่อเพิ่มระดับการรับรู้ข้อมูลทางทัศน์ (Perceptibility)



**รูปที่ 5.31** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง ของหน้า Scope of Work ด้วยเครื่องมือ WAVE

5.7.5 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้า Projects จากการประเมินประสิทธิภาพด้านการเข้าถึงของหน้า "Projects" และส่วน "Add Issue" ด้วยเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools พบข้อบกพร่องที่มีนัยสำคัญต่อการใช้งาน แม้ผลการตรวจสอบจาก Includia จะไม่ปรากฏปัญหาในระดับวิกฤต (Critical) แต่ผลการวิเคราะห์เชิงลึกโดย axe DevTools ได้ระบุถึงประเด็นปัญหาในระดับวิกฤต (Critical) ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการแก้ไขทันทีเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานสากล โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ปัญหาเกี่ยวกับความแตกต่างของสี (Color Contrast) เครื่องมือทั้งสองประการตรวจพบว่า อัตราส่วนความต่างสีระหว่างข้อความหรือองค์ประกอบส่วนประสานผู้ใช้ (UI Elements) กับพื้นหลัง ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ขั้นต่ำที่มาตรฐาน WCAG 2.1 ระดับ AA กำหนดไว้ ข้อบกพร่องนี้ส่งผลโดยตรงต่อการรับรู้ข้อมูลของผู้ใช้งานที่มีความบกพร่องทางการมองเห็น เช่น ภาวะตาบอดสี หรือผู้ที่มีข้อจำกัดด้านกำลังสายตา ทำให้ไม่สามารถจำแนกข้อมูลหรือระบุองค์ประกอบสำคัญบนหน้าจอได้อย่างชัดเจน
2. ปัญหาเกี่ยวกับ ARIA Roles และ Attributes จากการตรวจสอบหน้า "Add Issue" โดยเครื่องมือ axe DevTools พบปัญหาในระดับวิกฤต (Critical) เกี่ยวกับการกำหนดคุณลักษณะ ARIA ที่ไม่สัมพันธ์กับองค์ประกอบ (Non-conforming ARIA) การระบุบทบาท (Roles) หรือคุณลักษณะ (Attributes) ที่ไม่สอดคล้องกับประเภทขององค์ประกอบตามหลักการ WAI-ARIA (Accessible Rich Internet Applications) ส่งผลให้เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก เช่น โปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) แปลความหมายขององค์ประกอบผิดพลาด นำไปสู่การขัดขวางการเข้าถึงเนื้อหาและฟังก์ชันการใช้งานอย่างสิ้นเชิง
3. สรุปเชิงวิเคราะห์ แม้ว่าในภาพรวมจะพบปัญหาในระดับที่แตกต่างกัน แต่ประเด็นความรุนแรงระดับสูง (High) และระดับวิกฤต (Critical) ที่ตรวจพบในส่วนของการสื่อสารข้อมูลผ่าน ARIA และโครงสร้างเชิงทัศน์ สะท้อนถึงความจำเป็นในการปรับปรุง UI ให้มีความเป็นสากลมากขึ้น ผู้วิจัยจึงมีข้อเสนอแนะในการปรับปรุงดังนี้
   1. ดำเนินการปรับปรุงอัตราส่วนความคมชัดของสีในทุกองค์ประกอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน WCAG 2.1 AA เพื่อยกระดับการรับรู้ข้อมูล (Perceptibility)
   2. กำหนดหัวข้อหลักระดับที่ 1 (H1) ให้ชัดเจน เพื่อสร้างโครงสร้างเนื้อหาเชิงลำดับชั้น (Heading Hierarchy) ที่ถูกต้องตามหลักการนำทางข้อมูล
   3. ตรวจสอบและแก้ไขการระบุ ARIA Roles และ Attributes ให้ถูกต้องตามความสัมพันธ์ขององค์ประกอบและสอดคล้องกับหลักการ WAI-ARIA เพื่อให้เทคโนโลยีช่วยเหลือสามารถสื่อสารการทำงานได้อย่างแม่นยำ

การดำเนินการตามแนวทางเหล่านี้จะช่วยเพิ่มความเท่าเทียมและประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลของผู้ใช้ทุกกลุ่ม โดยเฉพาะผู้ที่มีข้อจำกัดทางสายตา

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.32** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้า Projects   
ด้วยเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools

จากการตรวจสอบหน้าโครงการ (Projects Page) ซึ่งเป็นส่วนแสดงรายการโครงการทั้งหมดในระบบด้วยเครื่องมือ WAVE พบประเด็นความไม่สอดคล้องกับมาตรฐานการเข้าถึงเนื้อหาเว็บ (WCAG 2.1) ในมิติต่าง ๆ ดังนี้

1. การขาดคำอธิบายองค์ประกอบเชิงภาพ (Missing Alternative Text) พบว่าภาพสัญลักษณ์และโลโก้ประจำโครงการหลายรายการไม่มีการกำหนดคุณลักษณะข้อความทางเลือก (Alternative Text หรือ alt attribute) ส่งผลให้เทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกประเภทโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) ไม่สามารถถ่ายทอดข้อมูลหรืออัตลักษณ์ของภาพให้แก่ผู้ใช้งานได้รับทราบ ข้อบกพร่องนี้ขัดต่อเกณฑ์ความสำเร็จ WCAG 1.1.1 (Non-text Content) ซึ่งกำหนดให้ทุกองค์ประกอบที่ไม่ใช่ข้อความต้องมีทางเลือกในรูปแบบข้อความเพื่อการสื่อความหมายที่เท่าเทียม
2. ความคลุมเครือของจุดประสาทการนำทาง (Link Purpose) ในส่วนของปุ่มปฏิบัติการ พบการใช้ข้อความที่ซ้ำซ้อนกันโดยปราศจากข้อมูลบริบทเชิงลึก (Contextual Information) นำไปสู่ความสับสนในการจำแนกจุดหมายปลายทางของลิงก์หรือฟังก์ชันการใช้งาน ประเด็นนี้ไม่สอดคล้องกับเกณฑ์ WCAG 2.4.4 (Link Purpose) ที่ระบุว่าวัตถุประสงค์ของลิงก์ควรมีความชัดเจนเพียงพอที่จะระบุได้จากข้อความในลิงก์เอง หรือจากบริบทที่ปรากฏร่วมกัน
3. อัตราส่วนความคมชัดของข้อมูลชื่อโครงการ (Insufficient Color Contrast) จากการวิเคราะห์ค่าสี พบว่าข้อความระบุชื่อโครงการในบางจุดมีอัตราส่วนความคมชัด (Contrast Ratio) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการเข้าถึงข้อมูลลดลงอย่างมีนัยสำคัญสำหรับผู้ใช้งานที่มีข้อจำกัดทางการมองเห็น หรือผู้ใช้งานในสภาวะแวดล้อมที่มีข้อจำกัดด้านการแสดงผล

ข้อเสนอแนะ

1. ดำเนินการระบุคุณลักษณะ alt ให้กับทุกภาพองค์ประกอบอย่างเฉพาะเจาะจง เช่น alt="Project Avengers Logo" เพื่อให้เทคโนโลยีช่วยเหลือสามารถสื่อสารเนื้อหาเชิงภาพได้อย่างแม่นยำ
2. ดำเนินการปรับเปลี่ยนชุดสีของข้อความชื่อโครงการและองค์ประกอบ UI ที่เกี่ยวข้องให้มีค่าความคมชัดสอดคล้องตามเกณฑ์มาตรฐาน WCAG (อัตราส่วนขั้นต่ำ 4.5:1)
3. ปรับปรุงข้อความบนปุ่มหรือใช้คุณลักษณะ aria-label เพื่อระบุวัตถุประสงค์ให้ชัดเจนยิ่งขึ้น เช่น "เข้าชมรายละเอียดโครงการ [ชื่อโครงการ]" แทนการใช้ข้อความ "เข้าชม" เพียงอย่างเดียว

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.33** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง ของหน้า Projects ด้วยเครื่องมือ WAVE

5.7.6 การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้า Project Detail จากการประเมินความสามารถในการเข้าถึงของหน้า "Project Detail" ด้วยเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools พบว่าหน้าเว็บดังกล่าวได้รับคะแนนการประเมินในระดับดีเยี่ยม (Excellent หรือ 95 คะแนน) ซึ่งสะท้อนถึงการออกแบบพื้นฐานที่รองรับกลุ่มผู้ใช้งานทั่วไปและผู้ใช้งานที่มีข้อจำกัดทางร่างกายได้ดี อย่างไรก็ตาม การตรวจสอบเชิงลึกโดย axe DevTools ยังคงระบุข้อบกพร่องรวม 4 ประเด็น ครอบคลุมระดับความรุนแรงตั้งแต่ Serious, Moderate ถึง Minor ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐาน WCAG 2.1 ระดับ AA อย่างสมบูรณ์ ดังนี้

1. ปัญหาเกี่ยวกับความแตกต่างของสี (Color Contrast) จากการตรวจสอบพบว่า องค์ประกอบข้อความและพื้นหลังในบางส่วนมีอัตราส่วนความคมชัด (Contrast Ratio) ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (น้อยกว่า 4.5:1 สำหรับข้อความปกติ และ 3:1 สำหรับข้อความขนาดใหญ่) ข้อบกพร่องนี้ส่งผลกระทบต่อการรับรู้ข้อมูล (Perception) ของกลุ่มผู้ใช้งานที่มีภาวะสายตาเลือนราง หรือผู้ใช้งานภายใต้สภาวะแวดล้อมที่มีข้อจำกัดด้านแสง
2. ปัญหาเกี่ยวกับตาราง (Table Headers) พบว่าตารางแสดงผลข้อมูลบางส่วนขาดการระบุส่วนหัวตาราง (<th>) อย่างชัดเจน หรือปรากฏส่วนหัวตารางที่ไม่มีเนื้อหา (Empty Header) ข้อบกพร่องเชิงความหมาย (Semantics) นี้ ส่งผลให้เทคโนโลยีช่วยเหลือ เช่น โปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) ไม่สามารถตีความสัมพันธ์ของข้อมูลในแต่ละคอลัมน์ได้อย่างถูกต้อง ส่งผลกระทบต่อการรับรู้โครงสร้างเนื้อหาเชิงลำดับชั้นของผู้ใช้งาน
3. ปัญหาเกี่ยวกับ Accessible Names ขององค์ประกอบ องค์ประกอบเชิงหน้าที่ (Functional Elements) อาทิ ปุ่มปฏิบัติการ ไอคอน และภาพสัญลักษณ์บางรายการ ไม่มีการกำหนด Accessible Name หรือข้อความกำกับที่เหมาะสม ส่งผลให้ผู้ใช้งานที่พึ่งพาเทคโนโลยีช่วยเหลือไม่สามารถทำความเข้าใจวัตถุประสงค์หรือหน้าที่ขององค์ประกอบนั้น ๆ ได้อย่างแม่นยำ
4. ปัญหาเกี่ยวกับโครงสร้างหัวเรื่อง (Heading Structure) จากการวิเคราะห์พบว่าหน้า Project Detail ขาดการกำหนดหัวข้อระดับที่ 1 (H1) ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในการระบุขอบเขตเนื้อหาของหน้าเว็บ การขาดหายไปของ H1 ส่งผลให้ลำดับชั้นสารสนเทศ (Information Hierarchy) ไม่สมบูรณ์ ซึ่งกระทบต่อทั้งการนำทางข้อมูลของผู้ใช้ Screen Reader และการจัดลำดับโดยเครื่องมือค้นหา (SEO)

3. สรุปเชิงวิเคราะห์

แม้ผลคะแนนรวมจาก Includia จะอยู่ในระดับดีเยี่ยม แต่การวิเคราะห์เชิงลึกชี้ให้เห็นว่าระบบยังต้องยกระดับในด้าน การรับรู้ (Perceivability) และ ความเข้าใจ (Understandability) ผู้วิจัยจึงกำหนดแนวทางปรับปรุงดังนี้

1. ปรับปรุงอัตราส่วนความคมชัดของสี (Color Contrast) ให้สอดคล้องตามมาตรฐาน WCAG 2.1 AA
2. ดำเนินการระบุส่วนหัวตาราง (<th>) ให้ครบถ้วนและมีความหมายที่สอดคล้องกับข้อมูลภายในเซลล์
3. เพิ่มการระบุ Accessible Names ให้กับปุ่ม ไอคอน และรูปภาพ เพื่อรองรับการทำงานของเทคโนโลยีช่วยเหลือ
4. กำหนดหัวข้อระดับที่ 1 (H1) เพื่อสร้างโครงสร้างเนื้อหาที่เป็นระบบและสมบูรณ์

การดำเนินการปรับปรุงตามแนวทางข้างต้นจะส่งผลให้หน้า Project Detail มีความสอดคล้องตามมาตรฐานสากลอย่างสมบูรณ์ และเป็นการสร้างสภาวะแวดล้อมดิจิทัลที่เท่าเทียม (Digital Inclusion) สำหรับผู้ใช้งานทุกกลุ่ม โดยเฉพาะกลุ่มผู้มีความบกพร่องทางการมองเห็นและผู้ที่พึ่งพาเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวก

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.34** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง (Accessibility) ของหน้า Project Detail   
ด้วยเครื่องมือ Includia Accessibility Checker และ axe DevTools

จากการวิเคราะห์หน้าหน่วยข้อมูลรายละเอียดโครงการ (Project Detail) ซึ่งเป็นส่วนที่บรรจุสารสนเทศเชิงลึกและสถานะการดำเนินงาน ผลการตรวจสอบด้วยเครื่องมือ WAVE พบข้อบกพร่องที่ส่งผลต่อการเข้าถึงข้อมูลและการควบคุมระบบ ดังนี้

1. ความไม่สมบูรณ์ของป้ายกำกับในส่วนประสานผู้ใช้ (Incomplete Form and Table Labeling) พบว่าองค์ประกอบภายในแบบฟอร์มและตารางข้อมูลมีการระบุป้ายกำกับ (<label>) ไม่ครบถ้วนตามเกณฑ์ WCAG 3.3.2 ซึ่งเป็นอุปสรรคสำคัญที่ทำให้โปรแกรมอ่านหน้าจอไม่สามารถสื่อสารวัตถุประสงค์ของแต่ละช่องข้อมูลให้แก่ผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง
2. การใช้คุณลักษณะ ARIA ที่ซ้ำซ้อนและไม่เหมาะสม (Redundant ARIA Roles) การตรวจสอบพบความผิดพลาดในการระบุคุณลักษณะ WAI-ARIA เช่น การกำหนด role="img" ซ้ำซ้อนในตำแหน่งที่ไม่จำเป็น ซึ่งอาจก่อให้เกิดความสับสนต่อการตีความข้อมูลของเทคโนโลยีช่วยเหลือ และส่งผลต่อความเชื่อถือได้ของโครงสร้างเชิงความหมาย (Semantic Integrity) บนหน้าเว็บ
3. ลำดับการเข้าถึงด้วยคีย์บอร์ดที่ขาดความเป็นระบบ (Illogical Tab Order) พบว่าลำดับการเข้าถึงองค์ประกอบผ่านการใช้ปุ่ม Tab (Tabindex) ไม่สอดคล้องกับลำดับการอ่านเนื้อหาที่เป็นธรรมชาติ (Natural Reading Order) ซึ่งเป็นอุปสรรคอย่างมากต่อกลุ่มผู้ใช้งานที่ไม่ใช้เมาส์ หรือผู้ใช้งานที่พึ่งพาการควบคุมผ่านคีย์บอร์ดเพียงอย่างเดียว ทำให้การนำทางไปยังฟังก์ชันต่าง ๆ ขาดความต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพต่ำ
4. อัตราส่วนความคมชัดของข้อความระบุสถานะ (Status Contrast Deficiencies) ข้อความระบุสถานะที่สำคัญ อาทิ "In Progress" มีค่าความต่างสีระหว่างตัวอักษรและพื้นหลังต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน WCAG 2.1 AA ซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการรับรู้สถานะโครงการของผู้ใช้งานที่มีภาวะสายตาเลือนราง หรือผู้ใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีข้อจำกัดด้านการมองเห็น

ข้อเสนอแนะ

1. ดำเนินการติดตั้งแท็ก <label> และคำอธิบายคอลัมน์ในตารางให้ครบถ้วนทุกตำแหน่ง เพื่อสร้างความเข้าใจที่ชัดเจนในทุกองค์ประกอบนำเข้าข้อมูล
2. ดำเนินการตรวจสอบและถอนคุณลักษณะ ARIA ที่ซ้ำซ้อนออก พร้อมทั้งระบุบทบาท (Roles) ให้ถูกต้องตามบริบทการใช้งานจริงตามมาตรฐาน WAI-ARIA
3. ปรับปรุงลำดับการเข้าถึงด้วยคีย์บอร์ด (Focus Management) ให้สอดคล้องกับลำดับเนื้อหาเชิงตรรกะ เพื่ออำนวยความสะดวกในการเข้าถึงฟังก์ชันสำคัญอย่างเป็นระบบ
4. ปรับชุดสีของข้อความระบุสถานะให้มีค่าความคมชัดสอดคล้องตามมาตรฐาน (อย่างน้อย 4.5:1) เพื่อสร้างหลักประกันว่าข้อมูลสถานะโครงการจะถูกรับรู้ได้อย่างชัดเจน

A screenshot of a computer

AI-generated content may be incorrect.

**รูปที่ 5.35** การวิเคราะห์ความสามารถในการเข้าถึง ของหน้า Project Details ด้วยเครื่องมือ WAVE

**5.7 สรุปผลการทดสอบระบบ Issue & Support Management System**

การประเมินผลระบบบริหารจัดการงานสนับสนุนภายในองค์กร มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพ (Efficiency) ความถูกต้องแม่นยำ (Accuracy) และเสถียรภาพของระบบในภาพรวม (System Stability) โดยทีมวิจัยได้ประยุกต์ใช้ระเบียบวิธีทดสอบอัตโนมัติ (Automated Testing) ผ่านเครื่องมือ Playwright ดำเนินการทดสอบตามกรอบยุทธศาสตร์เชิงรอบ (Iterative Testing) แบ่งเป็น 4 ระยะ ตั้งแต่เดือนกรกฎาคมถึงเดือนตุลาคม โดยในแต่ละระยะได้กำหนดวงจรการตรวจสอบเป็น 2 รอบ (Two-Cycle Testing) เพื่อจัดเก็บข้อมูลเชิงประจักษ์เกี่ยวกับดัชนีความสำเร็จและอัตราอุบัติการณ์ของข้อบกพร่อง มีรายละเอียดดังนี้

1) การวิเคราะห์เสถียรภาพจำแนกตามสถาปัตยกรรมโมดูลและระดับความซับซ้อน จากการดำเนินการทดสอบเชิงปฏิบัติการ พบว่าเสถียรภาพของระบบมีพัฒนาการเชิงบวกที่ผันแปรตามประเภทของหน้าที่งานและระยะเวลาการพัฒนา ดังนี้:

* โมดูลฟังก์ชันพื้นฐานและกลไกความมั่นคงปลอดภัย (Login & Access Control): แสดงผลลัพธ์ความเสถียรในเกณฑ์สูง (High Reliability) อย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะสถาปัตยกรรมด้านการควบคุมสิทธิ์การเข้าถึงและการประมวลผลหน้าแดชบอร์ด ซึ่งมีอัตราข้อผิดพลาดอยู่ในระดับต่ำสุดตามเกณฑ์มาตรฐานการประกันคุณภาพซอฟต์แวร์
* โมดูลการจัดการสารสนเทศและโครงสร้างข้อมูลโครงการ (Projects & Other Document): ในระยะอุบัติการณ์พบอัตราข้อบกพร่องจากการจัดการฐานข้อมูลเอกสารและการสืบค้นเชิงเงื่อนไข อย่างไรก็ตาม ภายหลังการปรับปรุงเชิงรอบ (Iterative Improvement) พบว่าดัชนีความสำเร็จเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในระยะสุดท้ายของโครงการ
* โมดูลประมวลผลตรรกะทางธุรกิจเชิงลึก (Project Detail & Scope of Work): จัดเป็นส่วนงานที่มีระดับความซับซ้อนสูงสุด (High Complexity) เนื่องด้วยความสัมพันธ์เชิงลำดับของข้อมูลและกระบวนการทำงานแบบต่อเนื่อง (Workflow) ผลการทดสอบเชิงลึกในระยะที่ 3 เป็นตัวบ่งชี้สำคัญที่นำไปสู่การปรับปรุงตรรกะการคำนวณ เพื่อยกระดับความแม่นยำให้สอดคล้องกับข้อกำหนดทางธุรกิจ (Business Requirements)

2) การวิเคราะห์ดัชนีความสำเร็จเชิงปริมาณตามแผนการทดสอบ เพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพของกระบวนการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ทีมวิจัยได้เปรียบเทียบข้อมูลเชิงปริมาณระหว่างรอบการตรวจจับข้อบกพร่องเบื้องต้น (Initial Test) และรอบการทดสอบซ้ำเพื่อยืนยันเสถียรภาพ (Re-test) ดังแสดงในตารางที่ ค.8 และ ค.9

**ตารางที่ 5.8** ผลการทดสอบอัตโนมัติรอบที่ 1 การทดสอบเบื้องต้น (Initial Test)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **เดือน** | **ขอบเขตการทดสอบหลัก** | **จำนวนการทดสอบ** | **ผ่าน** | **ไม่ผ่าน** | **ร้อยละ** |
| กรกฎาคม | Login & Access Control | 10 | 6 | 4 | 60.00 |
| สิงหาคม | Projects & Dashboard | 18 | 12 | 6 | 66.67 |
| กันยายน | Project Detail & SOW | 28 | 19 | 9 | 67.86 |
| ตุลาคม | Other Document & Full Regression | 31 | 25 | 6 | 80.65 |

**รูปที่ 5.**36 ผลการทดสอบอัตโนมัติรอบที่ 1 การทดสอบเบื้องต้น (Initial Test)

**ตารางที่ 5.9** ผลการทดสอบอัตโนมัติรอบที่ 2 การทดสอบซ้ำเพื่อยืนยันผล (Re-test)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **เดือน** | **ขอบเขตการทดสอบหลัก** | **จำนวนการทดสอบ** | **ผ่าน** | **ไม่ผ่าน** | **ร้อยละ** |
| กรกฎาคม | Login & Access Control | 10 | 9 | 1 | 90.00 |
| สิงหาคม | Projects & Dashboard | 18 | 16 | 2 | 88.89 |
| กันยายน | Project Detail & SOW | 28 | 24 | 4 | 85.71 |
| ตุลาคม | Other Document & Full Regression | 31 | 27 | 4 | 87.10 |

**รูปที่ 5.37** ผลการทดสอบอัตโนมัติรอบที่ 2 การทดสอบซ้ำเพื่อยืนยันผล (Re-test)

ผลการทดสอบเชิงปฏิบัติการบ่งชี้ถึงพัฒนาการของคุณภาพระบบในลักษณะลำดับขั้น (Systematic Improvement) โดยพบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการแก้ไขข้อบกพร่องมีแนวโน้มที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งสะท้อนผ่านดัชนีอัตราความสำเร็จในรอบการทดสอบซ้ำ (Re-test) ที่สูงกว่ารอบการทดสอบเบื้องต้น (Initial Test) ในทุกระยะการดำเนินงาน ข้อมูลดังกล่าวเป็นหลักฐานเชิงประจักษ์ที่แสดงถึงประสิทธิภาพของเครื่องมือ Playwright ในการระบุพิกัดข้อบกพร่องได้อย่างแม่นยำ ส่งผลให้การบริหารจัดการทรัพยากรและการดำเนินงานแก้ไขปัญหาเชิงโครงสร้างเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สำหรับการประเมินระดับความเสถียรในระยะสุดท้ายของโครงการ พบว่าในรอบการทดสอบแบบบูรณาการรวมทุกระบบ (Full Regression) ประจำเดือนตุลาคม ระบบมีดัชนีความเสถียรสูงถึงร้อยละ 87.10 ซึ่งถือเป็นระดับความสมบูรณ์ที่เพียงพอสำหรับการทำงานร่วมกันของทุกโมดูลภายใต้สภาวะจำลองสถานการณ์จริง โดยสรุปแล้ว ข้อมูลสถิติข้างต้นพิสูจน์ให้เห็นถึงความเหมาะสมและสัมฤทธิผลของการนำระเบียบวิธีทดสอบอัตโนมัติแบบวงจรซ้ำมาประยุกต์ใช้ ซึ่งส่งผลโดยตรงให้ระบบบริหารจัดการงานสนับสนุนภายในองค์กรมีเสถียรภาพ มีความถูกต้องแม่นยำ และมีความพร้อมสำหรับการนำไปใช้งานจริงในเชิงปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญ

**รูปที่ 5.38** ภาพรวมความสำเร็จการทดสอบระบบอัตโนมัติ ด้วยเครื่อง Playwright

จากการวิเคราะห์แผนภูมิภาพรวมความสำเร็จการทดสอบระบบอัตโนมัติในรูปที่ ค.31 สามารถสรุปผลการวิจัยเชิงประจักษ์ได้ว่า อัตราความสำเร็จในการทดสอบรอบแรก (Initial Test) มีแนวโน้มการขยายตัวเชิงบวกอย่างต่อเนื่องจากร้อยละ 60.00 ในเดือนกรกฎาคม สู่ร้อยละ 80.65 ในเดือนตุลาคม ซึ่งสะท้อนถึงระดับความสมบูรณ์ของโครงสร้างระบบที่เพิ่มขึ้นตามลำดับการพัฒนา โดยเมื่อพิจารณาผลการทดสอบซ้ำ (Re-test) พบว่าระบบสามารถยกระดับดัชนีความสำเร็จขึ้นสู่ค่าเฉลี่ยรวมที่ร้อยละ 87.93 ซึ่งแสดงถึงประสิทธิภาพของกระบวนการแก้ไขข้อบกพร่องที่ดำเนินการได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ การลดลงของอัตราการพัฒนาการ (Improvement Rate) ในเดือนตุลาคมที่เหลือเพียงร้อยละ 6.45 ยังเป็นดัชนีชี้วัดสำคัญที่บ่งชี้ว่าระบบเริ่มเข้าสู่สภาวะคงตัวและมีความเสถียรภาพสูงสุด พร้อมสำหรับ การนำไปประยุกต์ใช้งานจริงในเชิงปฏิบัติการอย่างมีนัยสำคัญ

ในการเปรียบเทียบระหว่าง Manual Testing และ Automated Testing พบว่า Manual Testing มีความเหมาะสมในระยะเริ่มต้นของการทดสอบ การประเมินประสิทธิภาพและความถูกต้องของฟังก์ชันหลักดำเนินการด้วย Manual Testing เพียงอย่างเดียว เนื่องจากสามารถดำเนินการได้ทันทีโดยไม่ต้องใช้เวลาในการพัฒนาสคริปต์ Manual Testing จึงเหมาะสมสำหรับระยะเริ่มต้นของการทดสอบ โดยใช้เวลาเฉลี่ยประมาณ 3–20 นาทีต่อโมดูล ตัวอย่างเช่น การทดสอบฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบ (Login) ด้วย Manual Testing ใช้เวลาประมาณ 18 นาที ซึ่งสะท้อนให้เห็นว่า การทดสอบด้วยวิธี Manual สามารถให้ข้อมูลเชิงษ์เกี่ยวกับประสิทธิภาพและความถูกต้องของฟังก์ชันได้อย่างรวดเร็ว ทั้งนี้ การพัฒนาสคริปต์สำหรับ Automated Testing ยังไม่สมบูรณ์ ส่งผลให้ในระยะเริ่มต้นยังไม่สามารถใช้ Automated Testing แทน Manual Testing ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

**ตารางที่ 5.10** ช่วงเริ่มต้นของการทดสอบ (Manual vs Automated ก่อนพัฒนาสคริปต์เต็ม)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **หน้าที่ทำการทดสอบ** | **Test Case** | **Manual** | **Automated** |
| login | 9 | 18 นาที | - |
| dashboard | 2 | 4 นาที | - |
| add project | 4 | 7.5 นาที | - |
| otherDocument | 4 | 8.5 นาที | - |
| scopeOfWork | 4 | 8 นาที | - |
| projects | 8 | 20 นาที | - |
| Project Detail | 8 | 20 นาที | - |

**รูปที่ 5.39** Manual vs Automated ก่อนพัฒนาสคริปต์

ภายหลังจากการพัฒนาสคริปต์อัตโนมัติอย่างครบถ้วน พบว่า Automated Testing สามารถลดระยะเวลาในการทดสอบได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับ Manual Testing ในแต่ละโมดูล การดำเนินการทดสอบสามารถใช้เวลาอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตัวอย่างเช่น ฟังก์ชันการเข้าสู่ระบบ (Login) ใช้เวลาในการทดสอบเพียง 0.39 นาที จากเดิมที่ต้องใช้เวลาประมาณ 20 นาที ฟังก์ชันการจัดการโครงการ (Projects) ใช้เวลาเพียง 0.48 นาที จากเดิมที่ต้องใช้เวลาประมาณ 25 นาที นอกจากนี้ Automated Testing ยังช่วยลดความผิดพลาดที่เกิดจากมนุษย์ และสร้างหลักฐานการทดสอบที่สามารถตรวจสอบย้อนหลังได้อย่างครบถ้วนและเป็นระบบ

**ตารางที่ 5.11** หลังพัฒนาสคริปต์อัตโนมัติครบถ้วน (Manual vs Automated Run)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **หน้าที่ทำการทดสอบ** | **Test Case** | **Manual** | **Automated** |
| login | 9 | 20 นาที | 0.39 นาที |
| dashboard | 2 | 3 นาที | 0.12 นาที |
| add project | 4 | 7.5 นาที | 0.31 นาที |
| otherDocument | 4 | 9 นาที | 0.22 นาที |
| scopeOfWork | 4 | 8.5 นาที | 0.25 นาที |
| projects | 8 | 25 นาที | 0.48 นาที |
| Project Detail | 8 | 25 นาที | 0.48 นาที |

**รูปที่ 5.40** Manual vs Automated หลังพัฒนาสคริปต์

อย่างไรก็ตาม การทดสอบด้วยวิธี Manual Testing ยังคงเหมาะสมสำหรับการประเมินฟังก์ชันใหม่ หรือกรณีทดสอบเฉพาะที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์และการตัดสินใจของผู้ทดสอบ ตารางเปรียบเทียบดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงศักยภาพของ Automated Testing ในการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดระยะเวลาในการทดสอบซ้ำหลายครั้ง และสร้างความต่อเนื่องในการดำเนินการทดสอบ แม้ว่าผลการทดสอบทั้งหมดจะอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแล้ว แต่เพื่อยกระดับประสิทธิภาพและประสบการณ์ของผู้ใช้งาน ควรพิจารณาปรับปรุงเพิ่มเติม เช่น การเพิ่มคำแนะนำหรือแนวทางการกรอกข้อมูลบนแบบฟอร์ม การปรับปรุงประสิทธิภาพในการโหลดข้อมูลปริมาณมาก และการเสริมมาตรการด้านความปลอดภัย เช่น การยืนยันตัวตนแบบหลายขั้นตอน (Multi-Factor Authentication) แม้ว่า Automated Testing จะมีข้อได้เปรียบด้านเวลาและความต่อเนื่อง แต่ Manual Testing ยังคงมีบทบาทสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ต้องทดสอบฟังก์ชันใหม่ กรณีทดสอบเฉพาะ หรือสถานการณ์ที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์เชิงลึกและการตัดสินใจของผู้ทดสอบ ซึ่งไม่สามารถดำเนินการด้วยการทดสอบอัตโนมัติได้อย่างเต็มรูปแบบ การทดสอบระบบ Issue & Support Management System แสดงให้เห็นว่าระบบมีประสิทธิภาพในระดับสูง ทั้งด้านความถูกต้อง ความรวดเร็ว และความเสถียร สามารถตอบสนองต่อความต้องการใช้งานจริงขององค์กรได้อย่างเหมาะสม การนำ Automated Testing มาใช้สามารถยกระดับประสิทธิภาพในการทดสอบซ้ำ ลดเวลาในการดำเนินการ และเพิ่มความถูกต้องของผลการทดสอบ ในขณะที่ Manual Testing มีความเหมาะสมสำหรับกรณีการทดสอบเฉพาะ ทั้งนี้ ผลการวิจัยยังสะท้อนให้เห็นทิศทางในการปรับปรุงและพัฒนาระบบเพิ่มเติมในอนาคต เช่น การปรับปรุงการออกแบบฟอร์ม การเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ และการเสริมมาตรการด้านความปลอดภัย เช่น การยืนยันตัวตนแบบสองขั้นตอน ซึ่งจะช่วยสร้างความเชื่อมั่นและเพิ่มคุณภาพการใช้งานระบบในระยะยาว

**5.8 สรุปผลการทดสอบ** **Accessibility Testing**

การทดสอบความสามารถในการเข้าถึงเว็บไซต์ (Web Accessibility Testing) ในงานวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินระดับการรองรับการใช้งานของเว็บไซต์สำหรับ ผู้พิการทางสายตาโดยเฉพาะ โดยมุ่งเน้นการใช้งานร่วมกับโปรแกรมอ่านหน้าจอ (Screen Reader) และการนำทางผ่านแป้นพิมพ์เป็นหลัก การประเมินครอบคลุมความสามารถในการเข้าถึงข้อมูล ฟังก์ชันการทำงาน และโครงสร้างเนื้อหาที่สำคัญของระบบ โดยอ้างอิงตามแนวทางมาตรฐาน Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1 ระดับ AA รวมถึงหลักการใช้งานของ WAI-ARIA ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้และการโต้ตอบของผู้พิการทางสายตา ในด้านระเบียบวิธีประเมินได้เลือกใช้เครื่องมือ Includia Accessibility Checker เพื่อวิเคราะห์และนำเสนอผลลัพธ์ในรูปแบบคะแนนเชิงปริมาณ (Quantitative Score) บนมาตรวัดระดับ 0 ถึง 100 คะแนน ซึ่งใช้เป็นดัชนีชี้วัดระดับความสอดคล้องของระบบกับมาตรฐานสากล โดยได้กำหนดเกณฑ์การแปลผลคะแนนเพื่อใช้เป็นมาตรฐานในการวิเคราะห์ ดังรายละเอียดในตารางที่ 5.10

**ตารางที่ 5.12** เกณฑ์การแปลผลคะแนนการประเมินการเข้าถึงการใช้งาน (0–100)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ช่วงคะแนน | |  | | --- | |  |   ระดับการเข้าถึงการใช้งาน | คำอธิบาย |
| 90–100 | Excellent Accessibility | ระบบมีประสิทธิภาพการเข้าถึงระดับสูงมาก มีความสอดคล้องกับมาตรฐาน WCAG ในภาพรวม และพบประเด็นปัญหา (Accessibility Issues) ในระดับต่ำ (Low/Minor) เท่านั้น |
| 70–89 | Good Accessibility | ระบบสามารถรองรับผู้ใช้งานส่วนใหญ่ได้ดี แต่ยังพบประเด็นปัญหาด้านการเข้าถึงในระดับกลาง (Medium) และบางส่วนในระดับสูง (High) |
| 50–69 | Moderate Accessibility | ระบบมีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงที่ส่งผลต่อผู้ใช้บางกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ จำเป็นต้องดำเนินการปรับปรุงในหลายส่วนประกอบ (Components) |
| ต่ำกว่า 50 | Poor Accessibility | ระบบมีประเด็นปัญหาด้านการเข้าถึงระดับสูง (High) และวิกฤต (Critical) จำนวนมาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้งานผ่านเทคโนโลยีสิ่งอำนวยความสะดวกอย่างชัดเจน |

ผลการทดสอบครั้งที่ 1 แสดงให้เห็นว่าระบบโดยรวมสามารถรองรับการใช้งานของผู้พิการทางสายตาได้ในระดับหนึ่ง โดยคะแนนเฉลี่ยของหน้าเว็บส่วนใหญ่อยู่ในระดับ Good อย่างไรก็ตาม ยังพบข้อจำกัดสำคัญหลายประการ ได้แก่ การขาดข้อความแทนภาพ (Alternative Text: alt text) ความคมชัดของสี (Color Contrast) ที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของ WCAG 2.1 ระดับ AA การจัดลำดับโครงสร้างหัวข้อที่ไม่สอดคล้องกับโครงสร้างเนื้อหา และองค์ประกอบเชิงโต้ตอบบางส่วนที่ไม่สามารถเข้าถึงได้ผ่านแป้นพิมพ์หรือไม่มีข้อความกำกับที่ชัดเจน ส่งผลให้การรับรู้ข้อมูลและการนำทางผ่านโปรแกรมอ่านหน้าจอยังไม่สมบูรณ์ในบางหน้าเว็บ

**ตารางที่ 5.13** การประเมินคะแนนหน้าเว็บด้วยการทำ Accessibility Testing ครั้งที่ 1

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **หน้าเว็บ** | **คะแนนครั้งที่ 1** | **ระดับ** |
| Dashboard | 90 | Excellent |
| Setting | 89 | Good |
| OtherDocument | 92 | Excellent |
| Scope of Work | 91 | Excellent |
| Projects | 89 | Good |
| Project Detail | 92 | Excellent |

**รูปที่ 5.41** ภาพรวมระดับการประเมินภาพรวมของหน้าเว็บคะแนน (เต็ม 100) ครั้งที่ 1

ภายหลังจากการปรับปรุงองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับการเข้าถึงการใช้งาน ได้แก่ การเพิ่มและปรับโครงสร้างหัวข้อ การกำหนด label และ Accessible Name ให้กับฟอร์ม ปุ่ม และลิงก์ การเพิ่ม alt text ให้กับรูปภาพ การปรับค่า color contrast และการปรับปรุงโครงสร้างตารางข้อมูลให้สอดคล้องกับหลัก Accessible Table ผลการทดสอบครั้งที่ 2 แสดงให้เห็นถึงพัฒนาการอย่างชัดเจน โดยคะแนนของทุกหน้าเว็บเพิ่มขึ้นอยู่ในระดับ “Excellent” ทั้งหมด และมีคะแนนเฉลี่ยประมาณ 95/100 คะแนน

**ตารางที่ 5.14** การประเมินคะแนนหน้าเว็บด้วยการทำ Accessibility Testing ครั้งที่ 2

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **หน้าเว็บ** | **คะแนนครั้งที่ 2** | **ระดับ** |
| Dashboard | 94 | Excellent |
| Setting | 95 | Excellent |
| OtherDocument | 96 | Excellent |
| Scope of Work | 95 | Excellent |
| Projects | 95 | Excellent |
| Project Detail | 95 | Excellent |

**รูปที่ 5.42** ภาพรวมระดับการประเมินภาพรวมของหน้าเว็บคะแนน (เต็ม 100) ครั้งที่ 2

เมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบก่อนและหลังการปรับปรุง พบว่าระบบได้รับการยกระดับจากระดับ “Good” ไปสู่ระดับ “Excellent” อย่างเป็นรูปธรรม สะท้อนถึงการพัฒนาที่สอดคล้องกับมาตรฐาน WCAG 2.1 และแนวทาง WAI-ARIA โดยเฉพาะในด้านการจัดโครงสร้างข้อมูลเชิงความหมาย (Semantic Structure) การปรับปรุงการรับรู้เนื้อหาผ่านโปรแกรมอ่านหน้าจอ และการเพิ่มประสิทธิภาพการนำทางด้วยแป้นพิมพ์

อย่างไรก็ตาม แม้ผลการประเมินโดยรวมจะอยู่ในระดับสูง ยังพบข้อจำกัดบางประการ เช่น ความแตกต่างของสีในบางองค์ประกอบที่ยังต้องปรับให้เหมาะสมยิ่งขึ้น และการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานร่วมกับโปรแกรมอ่านหน้าจอในกรณีข้อมูลเชิงตารางหรือองค์ประกอบที่มีความซับซ้อน ซึ่งหากได้รับการปรับปรุงเพิ่มเติม จะช่วยเสริมประสบการณ์การใช้งานของผู้พิการทางสายตาให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

**ตารางที่ 5.15** ผลการประเมิน Accessibility ก่อนและหลังปรับปรุง

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **หน้าเว็บ** | **คะแนนครั้งที่ 1** | **ระดับ** | **คะแนนครั้งที่ 2** | **ระดับ** |
| Dashboard | 90 | Excellent | 94 | Excellent |
| Add Project | 89 | Good | 95 | Excellent |
| OtherDocument | 92 | Excellent | 96 | Excellent |
| Scope of Work | 91 | Excellent | 95 | Excellent |
| Projects | 89 | Good | 95 | Excellent |

จากตารางผลการเปรียบเทียบพบว่าระบบได้รับการปรับปรุงจากระดับ “Good” ไปสู่ระดับ “Excellent” อย่างชัดเจน สะท้อนถึงการพัฒนาที่สอดคล้องกับมาตรฐาน WCAG โดยเฉพาะในด้านการจัดโครงสร้างข้อมูล การกำหนดข้อความแทนองค์ประกอบที่ไม่ใช่ข้อความ และการปรับปรุงความคมชัดของสี อย่างไรก็ตาม ยังคงมีประเด็นที่ควรพัฒนาเพิ่มเติม เช่น การปรับค่า Color Contrast ในบางส่วน และการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานร่วมกับโปรแกรมอ่านหน้าจอ (screen reader)

**รูปที่ 5.42** ภาพรวมระดับการประเมินภาพรวมของหน้าเว็บคะแนน (เต็ม 100) ครั้งที่1 และครั้งที่2

จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบดัชนีชี้วัดความสามารถในการเข้าถึงระหว่างก่อนและหลังการปรับปรุงระบบ (ดังแสดงในตารางที่ 5.13) พบว่าเว็บไซต์มีพัฒนาการเชิงประสิทธิภาพอย่างมีนัยสำคัญ โดยคะแนนเฉลี่ยรวมขยับสูงขึ้นจากระดับ “Good” (91/100) ในการประเมินรอบแรก สู่ระดับ “Excellent” (95/100) ในรอบที่สอง ผลลัพธ์ดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงความสำเร็จในการยกระดับโครงสร้างพื้นฐานของเว็บไซต์ผ่านกระบวนการแก้ไขเชิงเทคนิคที่สำคัญ ดังนี้

1. การปรับปรุงโครงสร้างเชิงความหมาย (Semantic Enhancement): การจัดลำดับหัวข้อ (Heading Hierarchy) และการกำหนดบทบาทขององค์ประกอบ (ARIA Roles) ช่วยให้โปรแกรมอ่านหน้าจอสามารถถ่ายทอดบริบทและโครงสร้างของข้อมูลได้อย่างแม่นยำ
2. การเพิ่มประสิทธิภาพการโต้ตอบ (Interactive Optimization): การกำหนดคำนิยามให้แก่ปุ่มและฟอร์ม (Accessible Names) รวมถึงการปรับปรุงการนำทางด้วยแป้นพิมพ์ ช่วยลดอุปสรรคในการทำธุรกรรมหรือเข้าถึงฟังก์ชันเชิงลึกภายในระบบ
3. การยกระดับการรับรู้ข้อมูล (Perceptual Improvement): การปรับปรุงค่าความคมชัดของสี (Color Contrast) และการระบุข้อความแทนภาพ (Alt Text) ส่งผลให้เนื้อหาสารสนเทศมีความครอบคลุม (Inclusive) ต่อผู้ใช้งานที่มีข้อจำกัดด้านการมองเห็นในระดับต่าง ๆ

         สรุปภาพรวมผลการประเมินยืนยันว่าการประยุกต์ใช้มาตรฐาน WCAG 2.1 และแนวทาง WAI-ARIA อย่างเป็นระบบ สามารถเปลี่ยนแปลงสถานะของเว็บไซต์จากเพียงแค่ "รองรับการใช้งานได้" ไปสู่การเป็น "แพลตฟอร์มที่เข้าถึงได้อย่างเท่าเทียม" ซึ่งไม่เพียงแต่เป็นการแก้ไขข้อบกพร่องทางเทคนิคเท่านั้น แต่ยังเป็นการส่งเสริมประสบการณ์ผู้ใช้งาน (User Experience) ให้มีความสมบูรณ์ตามหลักการออกแบบเพื่อมวลชน (Universal Design)