

การพัฒนาระบบสารสนเทศ BUA-REPORT สำหรับการรายงานความคลาดเคลื่อนทางยาโดยใช้ Google Applications: การศึกษาในโรงพยาบาลทหารแห่งหนึ่ง

Development of the BUA-REPORT Information System for Medication Error Reporting Using Google Applications: A Study at a Military Hospital

คณัฐวุฒิ หลวงเทพ¹, ภ.บ.

e-mail: Kanuttawut1@gmail.com

Kanuttawut Luangthep¹, B.S.(Pharm)

e-mail: Kanuttawut1@gmail.com

ธีราพร ซาดิรา สุภาพันธ์², ภ.บ., ภ.ม.(เภสัชกรรมคลินิก),
Ph.D. Pharmacy

e-mail: teeraporn.s@ubu.ac.th

Teeraporn Sadira Supapaan², B.S.(Pharm), M.Sc.
in Pharmacy (Clinical Pharmacy), Ph.D. Pharmacy

e-mail: teeraporn.s@ubu.ac.th

แสง วงษ์ระชนกิจ², ภ.บ., ภ.ม. (เภสัชกรรมโรงพยาบาล),
Ph.D. (Pharmacy Health Care Administration)

e-mail: sawaeng.w@ubu.ac.th

Sawaeng Watcharathanakij², B.S.(Pharm),
M.Sc. in Pharm (Hospital Pharmacy),

Ph.D. (Pharmacy Health Care Administration)

e-mail: sawaeng.w@ubu.ac.th

พีรวัฒน์ จินาทองไทย², ภ.บ., ว.ภ. (เภสัชบำบัด)

ผู้ประพันธ์บรรณกิจ e-mail: peerawat.j@ubu.ac.th

Peerawat Jinatongthai², B.S.(Pharm), BCP.

Corresponding author e-mail: peerawat.j@ubu.ac.th

¹ นักศึกษาหลักสูตรเภสัชศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเภสัชกรรมคลินิก คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

¹ Master of Pharmacy Program in Clinical Pharmacy, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Ubon Ratchathani University

² ภาควิชาเภสัชกรรมปฏิบัติ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี

² Department of Pharmacy Practice, Faculty of Pharmaceutical Sciences, Ubon Ratchathani University

รับบทความ: 14 มีนาคม 2569

แก้ไข: 8 สิงหาคม 2569

ตอบรับ: 19 สิงหาคม 2569

อนุญาตให้นำบทความไปใช้ประโยชน์และเผยแพร่ต่อได้โดยอยู่ภายใต้เงื่อนไขสัญญาอนุญาตครีเอทีฟคอมมอนส์ โดยต้องแสดงที่มาจากวารสารเภสัชกรรมโรงพยาบาล – ไม่ใช่เพื่อการค้า – ห้ามแก้ไขดัดแปลง

Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0; CC BY-NC-ND 4.0



บทคัดย่อ

ความเป็นมา: ความคลาดเคลื่อนทางยาเป็นปัญหาความปลอดภัยผู้ป่วยที่สำคัญ โรงพยาบาลทหารแห่งหนึ่งยังใช้แบบฟอร์มกระดาษร่วมกับ LINE ในการรายงานทำให้ล่าช้า ข้อมูลไม่ครบถ้วน และเสี่ยงต่อการสูญหาย จึงจำเป็นต้องมีระบบรายงานดิจิทัลต้นทุนต่ำที่ดูแลตัวเอง

Abstract

Background: Medication errors are an important patient safety problem. A military hospital still used paper forms together with LINE messaging for reporting, resulting in delays, incomplete data, and risk of data loss; a low-

วัตถุประสงค์: เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศ BUA-REPORT สำหรับการรายงานความคลาดเคลื่อนทางยาโดยใช้ Google Applications และประเมินความสำเร็จของการรายงาน เวลาที่ใช้รายงาน และความสามารถในการใช้งานภายใต้สถานการณ์จำลอง

วิธีวิจัย: การวิจัยและพัฒนาตามวงจรการพัฒนา
ระบบสารสนเทศ 5 ระยะ ระหว่างเดือนเมษายน-มิถุนายน พ.ศ. 2568 คัดเลือกบุคลากรทางการแพทย์แบบเจาะจง 15 คน ประกอบด้วยแพทย์ 2 คน เภสัชกร 5 คน พยาบาลวิชาชีพ 3 คน และพนักงานห้องยา 5 คน ประเมินผลด้วยสถานการณ์จำลอง 3 สถานการณ์ และแบบประเมิน system usability scale (SUS)

ผลการวิจัย: ระบบ BUA-REPORT ประกอบด้วยแบบบันทึกข้อมูลบน Fillout Forms ที่มีตรรกะแบบมีเงื่อนไข ฐานข้อมูล Google Sheets 36 ฟิลด์ ระบบรายงานผล 26 รายงาน (แดชบอร์ด Google Looker Studio 8 รายงาน และรายงานสรุปตามแบบของโรงพยาบาล 18 รายงาน) ระบบแจ้งเตือนผ่าน LINE Official Account และเว็บไซต์ WordPress ผู้ใช้ทุกคนรายงานเหตุการณ์จำลองได้สำเร็จ ใช้เวลาเฉลี่ยรายบุคคล 41.4 ± 6.8 วินาที คะแนน SUS มัธยฐาน 97.5 คะแนน (ช่วงควอร์ไทล์ 93.8–97.5) และผู้ใช้อยู่ในระดับดีมาก

สรุปผล: ภายใต้สถานการณ์จำลอง ผู้ใช้ทุกคนรายงานผ่านระบบ BUA-REPORT ได้สำเร็จภายในเกณฑ์เวลาที่กำหนดและมีความสามารถในการใช้งานระดับสูง ระบบจึงเป็นทางเลือกสำหรับหน่วยงานที่มีบริบทและทรัพยากรใกล้เคียง ควรประเมินประสิทธิภาพการใช้งานจริงในระยะยาวต่อไป

คำสำคัญ: ความคลาดเคลื่อนทางยา; ระบบสารสนเทศ; การรายงานความปลอดภัยผู้ป่วย; โรงพยาบาลทหาร

cost digital reporting system that can be maintained in-house was therefore needed.

Objectives: To develop the BUA-REPORT information system for medication error reporting using Google Applications, and to evaluate reporting success, reporting time, and usability under simulated scenarios.

Methodology: This research and development study followed the five phases of the system development life cycle and was conducted between April and June 2025. Fifteen healthcare personnel were purposively selected (two physicians, five pharmacists, three registered nurses, and five pharmacy staff). Evaluation used three simulated reporting scenarios and the system usability scale (SUS).

Results: BUA-REPORT comprised a Fillout Forms reporting interface with logic branching, a Google Sheets database with 36 fields, 26 reports (eight Google Looker Studio dashboards and 18 hospital-format summary reports), LINE Official Account notifications, and a WordPress website. All users reported the simulated events successfully, with a mean individual reporting time of 41.4 ± 6.8 seconds. The median SUS score was 97.5 (interquartile range 93.8–97.5), and 93.3% of users rated usability as very good.

Conclusion: Under simulated conditions, all users completed reporting through BUA-REPORT within the predefined time criterion and rated usability highly. The system is therefore a potential option for settings with similar contexts and resources. Longer-term evaluation of real-world use is required.

Keyword: medication error; information systems; patient safety reporting; military hospital

การอ้างอิงบทความ:

คุณรัฐภูมิ หลวงเทพ, ธีราพร ซาติรา สุภาพันธุ์, แสงว วัชรธนกิจ, พีรวัฒน์ จินาทองไทย. การพัฒนาระบบสารสนเทศ BUA-REPORT สำหรับการรายงานความคลาดเคลื่อนทางยาโดยใช้ Google Applications: การศึกษาในโรงพยาบาลทหารแห่งหนึ่ง. วารสารเภสัชกรรมโรงพยาบาล. 2569;36(2):208-23.

Citation:

Luangthep K, Supapaan TS, Watcharathanakij S, Jinatongthai P. Development of the BUA-REPORT information system for medication error reporting using Google Applications: a study at a military hospital. Thai J Hosp Pharm. 2026;36(2):208-23.

บทนำ

ความคลาดเคลื่อนทางยาเป็นสาเหตุสำคัญของ การเสียชีวิตและความทุพพลภาพ องค์การอนามัยโลก รายงานว่าปัญหานี้ก่อให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ ทั่วโลกประมาณ 42,000 ล้านดอลลาร์สหรัฐต่อปี หรือ คิดเป็นร้อยละ 0.7 ของค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพทั้งหมด โดย ผลกระทบรุนแรงมากขึ้นในกลุ่มประเทศรายได้ต่ำและ ปานกลาง ซึ่งพบว่าผู้ป่วยสูญเสียปีสุขภาวะจากอันตราย ที่เกี่ยวข้องกับยามากกว่าประเทศรายได้สูงประมาณ 2 เท่า และมีอุบัติการณ์ของอันตรายจากยาที่สามารถ ป้องกันได้สูงกว่าประมาณ 2 เท่าเช่นกัน¹ ระบบรายงาน ความคลาดเคลื่อนทางยาเป็นกลไกสำคัญในการสร้าง วัฒนธรรมความปลอดภัยขององค์กร เนื่องจากข้อมูลจาก การรายงานช่วยให้สามารถวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา และกำหนดมาตรการป้องกันได้อย่างเป็นระบบ อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติอัตราการรายงานมักต่ำกว่าจำนวน เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงอย่างมีนัยสำคัญ โดยมีสาเหตุ สำคัญจากความกังวลต่อการถูกตำหนิ การขาดแรงจูงใจ และขั้นตอนการรายงานที่ซับซ้อน² ภาวะการรายงานต่ำ กว่าความเป็นจริง ส่งผลให้ข้อมูลที่วิเคราะห์ปัญหาขาด ความน่าเชื่อถือ

ปัจจุบันระบบรายงานความคลาดเคลื่อนทางยา ภายในโรงพยาบาลทหารที่ศึกษาใช้อาศัยแบบฟอร์ม กระดาษร่วมกับการส่งข้อมูลผ่านแอปพลิเคชัน LINE ก่อนบันทึกลงฐานข้อมูลตาราง กระบวนการดังกล่าวก่อให้เกิดความล่าช้า ข้อมูลไม่ครบถ้วน และเสี่ยงต่อการ สูญหายของข้อมูล จากการทบทวนวรรณกรรม พบว่ามี การพัฒนาระบบสารสนเทศเพื่อสนับสนุนการรายงาน

ความคลาดเคลื่อนทางยาในประเทศไทยหลายรูปแบบ เช่น โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ช่วยเพิ่มอัตราการรายงานใน โรงพยาบาลขนาดใหญ่³ และเว็บแอปพลิเคชันที่มีฟังก์ชัน ครอบคลุมสำหรับการรายงานเหตุการณ์⁴ อย่างไรก็ตาม ระบบดังกล่าวมักต้องอาศัยทักษะด้านเทคโนโลยีสาร-สนเทศระดับสูงในการดูแลระบบ ทำให้โรงพยาบาลที่มี ทรัพยากรจำกัดนำไปปรับใช้ได้ยาก ขณะเดียวกัน ในระ-ดับประเทศ สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (สรพ.) ได้พัฒนาระบบสารสนเทศการบริหารจัดการความเสี่ยง ของสถานพยาบาล (healthcare risk management system; HRMS) ให้โรงพยาบาลสมาชิกสมัครเข้าใช้งาน ระบบดังกล่าวเป็นระบบระดับประเทศที่ออกแบบมา ครอบคลุมกระบวนการบริหารความเสี่ยงอย่างครบ-ถ้วนและสามารถเปรียบเทียบข้อมูลอุบัติการณ์กับโรง-พยาบาลอื่นได้⁵ อย่างไรก็ตาม รายการข้อมูลที่ต้องบันทึก มีความละเอียดมาก ซึ่งบุคลากรในหน่วยงานที่ศึกษารับรู้ ว่าการลงข้อมูลใช้เวลานานและมีความซับซ้อนต่อการใ้-งานในบริบทงานประจำ ชุดเครื่องมือ Google Applica-tions จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสม เนื่องจากสามารถใช้-งานผ่านสมาร์ทโฟนโดยไม่ต้องลงทุนเพิ่มเติมด้านโครง-สร้างพื้นฐาน⁶ และรองรับแนวคิดการพัฒนาแบบ low-code ที่ช่วยให้บุคลากรสาธารณสุข โดยเฉพาะเภสัชกร สามารถพัฒนาและดูแลระบบได้ด้วยตนเอง คุณลักษณะ ดังกล่าวสอดคล้องกับข้อกำหนดของระบบใหม่ และมุ่ง แก้ไขข้อจำกัดของระบบเดิมด้านการเข้าถึง ขั้นตอนการ รายงาน และการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลกลาง ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศ ภายใต้ชื่อ BUA-REPORT สำหรับการรายงานความคลาด-

คลาดเคลื่อนทางยาในโรงพยาบาลทหารโดยใช้ Google Applications และประเมินความสำเร็จของการรายงาน ระยะเวลาในการรายงาน และความสามารถในการใช้งานของระบบภายใต้สถานการณ์จำลอง

วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบสารสนเทศดิจิทัล BUA-REPORT สำหรับการรายงานความคลาดเคลื่อนทางยา โดยใช้เครื่องมือในชุด Google Applications เป็นโครงสร้างพื้นฐานของระบบ และประเมินความสำเร็จของการรายงาน ระยะเวลาในการรายงาน และความสามารถในการใช้งานของระบบภายใต้สถานการณ์จำลอง

วิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยและพัฒนา โดยใช้กรอบวงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศ (system development life cycle; SDLC) 5 ระยะ ดำเนินการ ณ โรงพยาบาลทหารแห่งหนึ่งในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ระหว่างเดือนเมษายน-มิถุนายน พ.ศ. 2568 โดยมีกระบวนการพัฒนาระบบ BUA-REPORT ประกอบด้วย 5 ระยะ ทั้งนี้ ตัวแบบ SDLC ในวรรณกรรมมีหลายรูปแบบ โดยแบ่งเป็น 5-7 ระยะแตกต่างกัน การศึกษานี้เลือกใช้ตัวแบบ 5 ระยะ ได้แก่ การวิเคราะห์ปัญหา การศึกษาความเป็นไปได้ การออกแบบ การพัฒนาและทดสอบ และการติดตั้งและประเมินผล เนื่องจากมีความกระชับ ครอบคลุมกระบวนการที่จำเป็น และเหมาะสมกับการพัฒนาระบบขนาดเล็กภายในหน่วยงาน⁷

ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการ ดำเนินการสนทนากลุ่ม (focus group discussion) กับบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการใช้ยา เพื่อวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของระบบรายงานความคลาดเคลื่อนทางยา ข้อมูลจากการสนทนากลุ่มได้รับการวิเคราะห์เชิงเนื้อหา (content analysis) และสรุปสาเหตุของปัญหาด้วยแผนผังก้างปลา (fishbone diagram) ตามกรอบ 4M1E1R ครอบคลุมมิติด้านบุคลากร (man) เครื่องมือและเทคโนโลยี (machine) วิธีปฏิบัติงาน (method)

ข้อมูล (material) สภาพแวดล้อม (environment) และความต้องการของผู้ใช้ (requirement) จากนั้นสังเคราะห์เป็นข้อกำหนดของระบบ (system requirements) ทั้งนี้ การสนทนากลุ่ม ดำเนินรายการโดยผู้วิจัย มีการบันทึกเสียงตลอดการสนทนาโดยได้รับความยินยอมจากผู้เข้าร่วม และถอดความก่อนนำมาวิเคราะห์เชิงเนื้อหาเพื่อจัดกลุ่มประเด็นและจัดลำดับความสำคัญของข้อกำหนดของระบบ

ระยะที่ 2 การศึกษาความเป็นไปได้ ประเมินความเป็นไปได้ของการพัฒนาระบบในสองมิติ ได้แก่ ความเป็นไปได้อันเทคนิค (technical feasibility) ซึ่งพิจารณาความพร้อมของโครงสร้างพื้นฐานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ และความเป็นไปได้ด้านการปฏิบัติงาน (operational feasibility) ซึ่งประเมินความพร้อมและทักษะของบุคลากรในการนำเทคโนโลยีไปใช้งาน

ระยะที่ 3 การออกแบบระบบ ออกแบบสถาปัตยกรรมของระบบ BUA-REPORT โดยประยุกต์ใช้เครื่องมือในชุด Google Applications ร่วมกับ LINE Application ทั้งนี้ ในบทความนี้ Google Applications หมายถึงเครื่องมือในชุด Google Workspace ได้แก่ Google Sheets, Google Looker Studio และ Google Apps Script โดยระบบยังใช้ Fillout Forms และ WordPress ซึ่งเป็นเครื่องมือภายนอกที่มีใช้ผลิตภัณฑ์ของ Google ร่วมด้วย ระบบประกอบด้วย 5 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ระบบรับข้อมูลผ่าน Fillout Forms
2. ฐานข้อมูล Google Sheets แบบเรียลไทม์
3. ระบบรายงานผลผ่าน Google Looker Studio
4. ระบบแจ้งเตือนผ่าน LINE Official Account
5. เว็บไซต์ WordPress สำหรับการเข้าถึงระบบ

ระยะที่ 4 การพัฒนาและทดสอบระบบ พัฒนาระบบตามแบบที่ออกแบบไว้และทดสอบระบบในสองระดับ ได้แก่ การทดสอบหน่วยย่อย (unit testing) การทดสอบการทำงานร่วมกันของระบบ (integration testing)

ระยะที่ 5 การติดตั้งและประเมินผล ติดตั้งระบบและจัดอบรมการใช้งานแก่บุคลากร จากนั้นดำเนินการทดสอบการยอมรับและความสามารถในการใช้งานของ

ผู้ใช้ (user acceptance/usability testing) ด้วย
สถานการณ์จำลองและแบบประเมิน system usability
scale(SUS)โดยประเมินความสำเร็จของการบันทึกการยา-
งาน เวลาในการบันทึกการรายงาน และคะแนน SUS รวม

กลุ่มตัวอย่าง

บุคลากรทางการแพทย์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการ
การใช้ยา 15 คน คัดเลือกแบบเจาะจง ตามหลักการของ
Nielsen และ Landauer⁸ ประกอบด้วย แพทย์ 2 คน
เภสัชกร 5 คน พยาบาลวิชาชีพ 3 คน และพนักงานห้อง-
ยา 5 คน เกณฑ์คัดเลือก ได้แก่ เป็นบุคลากรประจำโรง-
พยาบาล มีสมาร์ทโฟนและบัญชี LINE

การประเมินประสิทธิภาพ

ประเมิน 3 ตัวชี้วัดหลักตามตารางที่ 1 ได้แก่ (1)
ความสำเร็จของการบันทึกการรายงาน โดยพิจารณาจากสัด-
ส่วนผู้ใช้งานที่บันทึกการรายงานได้สำเร็จและถูกต้องตาม
เฉลยคำตอบมาตรฐาน (2) เวลาในการบันทึกการรายงาน
ความคลาดเคลื่อนทางยาใน 3 สถานการณ์จำลอง ผู้เข้า-
ร่วมทดสอบระบบผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟน โดยจับเวลา
ตั้งแต่ผู้เข้าร่วมเปิดแบบฟอร์มรายงานจนถึงกดส่งรายงาน
สำเร็จ เปรียบเทียบกับเกณฑ์เป้าหมายภายใน 120 วินาที
ต่อรายงาน ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าโดยฉันทา-
มติของผู้ใช้ในหน่วยงานจากการสนทนากลุ่มในระยะที่ 1
เนื่องจากยังไม่มีเกณฑ์มาตรฐานสากลสำหรับระยะเวลา
การรายงานความคลาดเคลื่อนทางยา ทั้งนี้ ผู้เข้าร่วม

แต่ละคนทดสอบบันทึกการรายงานผ่านสมาร์ทโฟนทาง LINE
Official Account จำนวน 3 สถานการณ์จำลอง โดยใช้
แบบทดสอบสถานการณ์จำลองที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นพร้อม
เฉลยคำตอบมาตรฐานสำหรับตรวจสอบความถูกต้อง
ของการบันทึกสถานการณ์จำลองครอบคลุมความคลาด-
เคลื่อนทางยาหลายประเภท ได้แก่ ความคลาดเคลื่อน
ก่อนการจ่ายยา (pre-dispensing error) เช่น การจัด-
ยาหรือบันทึกชื่อยาผิด ความคลาดเคลื่อนในการจ่ายยา
(dispensing error) เช่น การจ่ายยาผิดชนิดหรือไม่ครบ
จำนวน และความคลาดเคลื่อนในการบริหารยา (admi-
nistration error) เช่น การฉีดยาผิดชนิด โดยมีระดับ
ความรุนแรงของเหตุการณ์ตั้งแต่ระดับ A ถึง F ทั้งนี้ แบบ-
ทดสอบสถานการณ์จำลองมี 3 ชุด โดยจัดสรรให้สอดคล้อง
กับบริบทงานของแต่ละกลุ่มวิชาชีพ ได้แก่ แพทย์
พยาบาล เภสัชกร และพนักงานห้องยา ผู้เข้าร่วมทุกคน
ทำสถานการณ์จำลองครบทั้ง 3 สถานการณ์ตามลำดับ
เดียวกัน แบบทดสอบแต่ละชุดมีโครงสร้าง จำนวนช่อง
ข้อมูลสำคัญ และช่วงระดับความรุนแรงเทียบเคียงกัน
ต่างกันเฉพาะรายละเอียดบริบทงานของแต่ละวิชาชีพ
และผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของการบันทึก
เทียบกับเฉลยคำตอบ และ (3) ความสามารถในการใช้-
งานด้วยแบบประเมิน SUS 10 ข้อ คะแนน 1-5 โดย
คะแนนของข้อคำถามเลขคู่คำนวณจากคะแนนคำตอบ
ลบ 1 ส่วนข้อคำถามเลขคู่คำนวณจาก 5 ลบคะแนนค่า-

ตารางที่ 1 สรุปตัวชี้วัดหลักและเกณฑ์การประเมินผลของ BUA-REPORT

ตัวชี้วัดหลัก	วิธีการเก็บข้อมูล	เกณฑ์การประเมินผล
1. ความสำเร็จของการบันทึกการรายงาน	• สถานการณ์จำลอง 3 สถานการณ์	• ร้อยละของผู้ใช้งานที่บันทึกการรายงานได้สำเร็จและถูกต้องตามเฉลยคำตอบมาตรฐาน
2. เวลาในการบันทึกการรายงาน	• สถานการณ์จำลอง 3 สถานการณ์	• ระยะเวลาเฉลี่ยของการบันทึกการรายงาน • ร้อยละของผู้ใช้งานที่บันทึกการรายงานสำเร็จภายใน 2 นาที (เกณฑ์ที่กำหนดไว้ล่วงหน้าโดยฉันทามติของผู้ใช้)
3. ความสามารถในการใช้งานระบบ (คะแนน SUS รวม)	• แบบประเมิน SUS 10 ข้อ	• คะแนน SUS รวมเฉลี่ย เทียบกับเกณฑ์ยอมรับ 68 คะแนน • การกระจายคำตอบรายข้อ นำเสนอเป็นข้อมูลเชิงพรรณนา

ตอบ จากนั้นรวมคะแนนที่ปรับแล้วทั้ง 10 ข้อและคูณด้วย 2.5 ได้คะแนน SUS ระหว่าง 0–100 คะแนน ทั้งนี้คะแนน SUS เป็นคะแนนความสามารถในการใช้งาน มิใช่ร้อยละ แปลผลโดยคะแนน >80.3 หมายถึงดีมาก และ $68–80.3$ หมายถึงดี⁹ เป้าหมายคะแนน SUS ไม่ต่ำกว่า 68 คะแนน โดยตัวชี้วัดทั้งสามสะท้อนช่องว่างของระบบเดิม กล่าวคือ ความสำเร็จของการบันทึกรายงานและเวลาในการรายงานสะท้อนการลดความล่าช้า และความสามารถในการใช้งานสะท้อนโอกาสที่บุคลากรทุกวิชาชีพจะรายงานได้ด้วยตนเองอย่างครบถ้วน ส่วนคำตอบรายข้อของ SUS นำเสนอเป็นข้อมูลเชิงพรรณนาประกอบ มิใช่เครื่องมือวัดการรับรู้ประโยชน์หรือประสิทธิภาพโดยตรง แบบประเมิน SUS เป็นเครื่องมือมาตรฐานสากลสำหรับประเมินความสามารถในการใช้งานระบบ พัฒนาโดย Brooke¹⁰ การศึกษานี้ใช้ฉบับแปลภาษาไทยโดยอ้างอิงข้อคำถามจากต้นฉบับ ซึ่งแบบประเมินดังกล่าวมีการแปลเป็นภาษาไทยและนำมาใช้ประเมินระบบสารสนเทศทางเภสัชกรรมในประเทศไทยมาแล้ว¹¹ เนื่องจาก SUS เป็นเครื่องมือมาตรฐานที่มีการตรวจสอบคุณภาพและใช้อย่างแพร่หลาย จึงไม่ได้ตรวจสอบดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ซ้ำอีก ทั้งนี้ แบบประเมินฉบับภาษาไทยได้รับการทดสอบความเที่ยงในบุคลากรจากโรงพยาบาลที่มีบริบทใกล้เคียงจำนวน 30 คน วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Jamovi รุ่น 2.5.7 ได้ค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha) เท่ากับ 0.925 แสดงถึงความเที่ยงของเครื่องมือในระดับสูง ข้อมูลเชิงปริมาณนำเสนอด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเมื่อข้อมูลมีการแจกแจงปกติ และนำเสนอด้วยมัธยฐานและช่วงควอร์ไทล์เมื่อข้อมูลมีการแจกแจงไม่ปกติ โดยตรวจสอบการแจกแจงด้วยสถิติ Shapiro-Wilk ผลการทดสอบพบว่าเวลาในการบันทึกรายงานเฉลี่ยรายบุคคลมีการแจกแจงปกติ ($W = 0.921, p\text{-value} = 0.198$) จึงนำเสนอด้วยค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ส่วนคะแนน SUS มีการแจกแจงไม่ปกติ ($W = 0.756, p\text{-value} = 0.001$) จึงนำเสนอด้วยมัธยฐานและช่วงควอร์ไทล์เป็นหลัก และรายงานค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ประกอบเพื่อเทียบกับเกณฑ์การแปลผล SUS ซึ่งนิมรายงานเป็นค่าเฉลี่ย

จริยธรรมการวิจัย

การวิจัยได้รับอนุมัติจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เลขที่รับรอง UBU-REC 52/2568 ให้การรับรองวันที่ 18 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2568 และผู้เข้าร่วมวิจัยทุกคนลงนามในหนังสือแสดงเจตนายินยอมก่อนเริ่มการวิจัย

ผลการวิจัย

1. ระยะที่ 1 การวิเคราะห์ปัญหาและความต้องการของระบบ ผู้เข้าร่วมการสนทนากลุ่มจำนวน 15 คน ประกอบด้วยเภสัชกร พนักงนห้องยา พยาบาล และแพทย์ โดยมีข้อมูลทั่วไปแสดงในตารางที่ 2 ผู้เข้าร่วมส่วนใหญ่เป็นเพศหญิง มีอายุมัธยฐาน 35 ปี (IQR 31.5–36.0) และมีมัธยฐานระยะเวลาปฏิบัติงาน 7 ปี (IQR 4.0–9.5) โดยร้อยละ 66.7 ไม่เคยรายงานความคลาดเคลื่อนทางยามาก่อน

ผลการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาจากการสนทนากลุ่ม โดยใช้แผนผังก้างปลา ตามกรอบ 4M1E1R พบประเด็นสำคัญ 6 ด้าน ได้แก่

1.1 ด้านบุคลากร (man): ขาดความรู้เกี่ยวกับกระบวนการรายงาน มีความกังวลต่อการถูกตำหนิ ขาดแรงจูงใจ และมีภาระงานสูง

1.2 ด้านเครื่องมือและเทคโนโลยี (machine): ระบบเดิมใช้งานยาก อุปกรณ์ไม่เพียงพอ และแม้จะมีการส่งรายงานผ่านแอปพลิเคชัน LINE แต่เป็นการสื่อสารระหว่างบุคคลซึ่งต้องอาศัยผู้ส่งข้อความเอง จึงไม่มีการแจ้งเตือนอัตโนมัติจากระบบไปยังผู้รับผิดชอบโดยตรง

1.3 ด้านวิธีปฏิบัติงาน (method): ขั้นตอนรายงานซับซ้อน ขาดความชัดเจนของเกณฑ์การรายงาน และใช้เวลานาน

1.4 ด้านข้อมูล (material): ข้อมูลรายงานไม่ครบถ้วน เข้าถึงยาก และไม่ได้ถูกนำไปใช้ในการปรับปรุงระบบงาน

- 1.5 ด้านสภาพแวดล้อม (environment): สภาพแวดล้อมทางกายภาพไม่เอื้อต่อการรายงาน ภาระงานและความเครียดสูง และขาดการสนับสนุนจากผู้บริหารและพี่เลี้ยง ต้องการระบบที่สะดวก รวดเร็ว ใช้งานได้หลากหลายอุปกรณ์ มีระบบแจ้งเตือนและติดตามผล และช่วยสนับสนุนการตัดสินใจเชิงบริหาร ผลการวิเคราะห์จากการสนทนากลุ่มนำไปสู่ข้อ
- 1.6 ด้านความต้องการของผู้ใช้ (requirement): กำหนดสำคัญของระบบใหม่ ได้แก่ การออกแบบระบบที่

ตารางที่ 2 ข้อมูลทั่วไปกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมทดสอบการใช้งาน BUA-REPORT (จำนวน 15 ราย)

ข้อมูล	จำนวน (ร้อยละ)
เพศชาย	1 (6.7)
อายุ	
ต่ำกว่า 31 ปี	5 (33.3)
31-40 ปี	8 (53.3)
41-50 ปี	1 (6.7)
51-60 ปี	1 (6.7)
มัธยฐาน (ช่วงควอร์ไทล์) (ปี)	35 (31.5, 36.0)
ตำแหน่ง	
เภสัชกร	5 (33.3)
พนักงานห้องยา	5 (33.3)
พยาบาล	3 (20.0)
แพทย์	2 (13.3)
ระยะเวลาที่ทำงาน	
0-5 ปี	6 (40.0)
6-10 ปี	5 (33.3)
มากกว่า 10 ปี	4 (26.7)
มัธยฐาน (ช่วงควอร์ไทล์) (ปี)	7 (4.0, 9.5)
ความถี่การรายงานความคลาดเคลื่อนทางยา	
ไม่เคยรายงาน	10 (66.7)
น้อยกว่า 1 ครั้งต่อเดือน	2 (13.3)
มากกว่า 1 ครั้งต่อเดือน	3 (20.0)
ประเภทอุปกรณ์ที่ใช้รายงานในงานประจำ	
คอมพิวเตอร์	4 (26.7)
สมาร์ทโฟน	11 (73.3)

ใช้อย่าง ร่องรับโทรศัพท์มือถือ มีระบบแจ้งเตือนอัตโนมัติ และสามารถแสดงข้อมูลเพื่อสนับสนุนการบริหารจัดการ (รูปที่ 1) นอกจากนี้ ผู้เข้าร่วมได้ร่วมกันกำหนดเกณฑ์ระยะเวลาที่ยอมรับได้สำหรับการรายงานเหตุการณ์หนึ่งครั้งไว้ที่ไม่เกิน 2 นาที โดยเกณฑ์ดังกล่าวสะท้อนบริบทการทำงานจริงของบุคลากรที่มีภาระงานสูงและต้องการระบบที่กระชับ รวดเร็ว และไม่ขัดจังหวะการดูแลผู้ป่วย จึงถูกนำมาใช้เป็นเกณฑ์อ้างอิงในการประเมินประสิทธิภาพของระบบ ทั้งนี้ เกณฑ์ดังกล่าวเป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นโดยฉันทามติของผู้ใช้ภายในหน่วยงาน

2. ระยะที่ 2 การศึกษาความเป็นไปได้ของระบบ

ผลการประเมินความเป็นไปได้ในการพัฒนาระบบพบว่า

2.1 ด้านเทคนิค: โรงพยาบาลมีโครงสร้างพื้นฐานด้านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตครอบคลุมทุกหน่วยงาน และบุคลากรสามารถเข้าถึงระบบผ่านสมาร์ตโฟนได้ โดยแพลตฟอร์ม Google Applications สามารถใช้งานได้ โดยไม่มีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม

2.2 ด้านการปฏิบัติงาน: บุคลากรมีทักษะในการใช้สมาร์ตโฟนและแอปพลิเคชันออนไลน์ และผู้บริหารให้การสนับสนุนการพัฒนาระบบดิจิทัล

ผลการประเมินทั้งสองด้านแสดงให้เห็นว่าการพัฒนาระบบ BUA-REPORT มีความเป็นไปได้ในการดำเนินการ

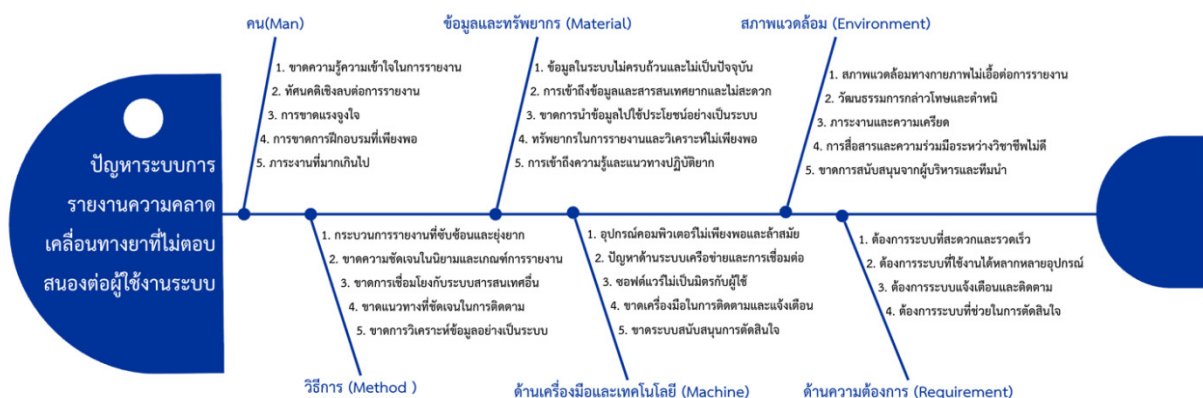
3. ระยะที่ 3 การออกแบบระบบ BUA-REPORT

ระบบ BUA-REPORT ถูกออกแบบให้ประกอบด้วย 5

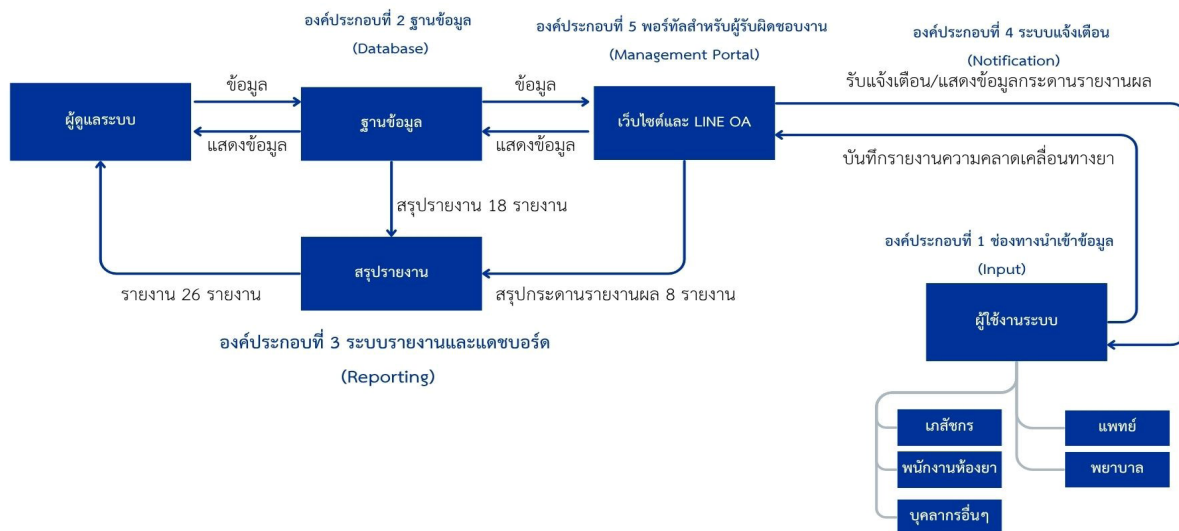
องค์ประกอบหลัก (รูปที่ 2)

3.1 ช่องทางนำเข้าข้อมูล (input): ใช้แบบฟอร์มออนไลน์ผ่าน Fillout Forms ซึ่งสามารถเข้าถึงได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์และ LINE Official Account

3.2 ฐานข้อมูล (database): ใช้ Google Sheets เป็นฐานข้อมูลกลาง ประกอบด้วยฟิลด์ข้อมูลทั้งหมด 36 ฟิลด์ เช่น หน่วยงานที่เกิดเหตุการณ์ ประเภทความเสี่ยงระดับความเสี่ยงทางคลินิก ฯลฯ ในด้านการคุ้มครองความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย ฐานข้อมูลได้รับการออกแบบตามหลักการ data minimization โดยจัดเก็บเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนทางยา ได้แก่ ข้อมูลทั่วไปของเหตุการณ์ (วันที่ เวลา หน่วยงาน) และข้อมูลเฉพาะของความคลาดเคลื่อน (ประเภทยาที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดเหตุการณ์) โดยไม่จัดเก็บตัวระบุผู้ป่วยโดยตรง เช่น ชื่อหรือหมายเลขประจำตัวผู้ป่วย (HN) ทั้งนี้ แต่ละรายงานได้รับรหัสรายงานเฉพาะที่ระบบสร้างขึ้นโดยอัตโนมัติ (submission ID) พร้อมการประทับวัน-เวลาที่ส่งรายงาน หน่วยงาน และประเภทเหตุการณ์ กรณีที่ต้องการสืบค้นย้อนกลับเพื่อเตรียมการวิเคราะห์สาเหตุราก (root cause analysis; RCA) สามารถใช้รหัสรายงานร่วมกับข้อมูลวันที่ เวลา หน่วยงาน และรายละเอียดเหตุการณ์ที่บันทึกไว้ ประสานกับหน่วยงานที่เกิดเหตุเพื่อรวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมโดยไม่ต้องจัดเก็บข้อมูลระบุตัวตนผู้ป่วยไว้ในฐานข้อมูล การควบคุมการเข้าถึงฐานข้อมูลดำเนินการผ่านระบบการจัดการสิทธิ์



รูปที่ 1 แผนผังแสดงสาเหตุของปัญหาการรายงานความคลาดเคลื่อนทางยาตามกรอบ 4M1E1R



รูปที่ 2 ภาพรวมพิมพ์เขียวของระบบ BUA-REPORT

ของ Google Workspace โดยกำหนดให้เฉพาะผู้รับผิดชอบงานที่ได้รับอนุญาตสามารถเข้าถึงได้ผ่านบัญชีอีเมลที่ลงทะเบียนไว้

3.3 ระบบรายงานผล (reporting): ระบบสามารถสร้างรายงานได้รวมทั้งหมด 26 รายงาน แบ่งเป็น (1) แดชบอร์ดแสดงผลข้อมูลแบบ real-time ผ่าน Google Looker Studio จำนวน 8 รายงาน จำแนกตามประเภทผู้ป่วยและประเภทความคลาดเคลื่อนทางยา และ (2) รายงานสรุปตามแบบรายงานของโรงพยาบาล จำนวน 18 รายงาน ซึ่งสร้างจากฐานข้อมูล Google Sheets ร่วมกับ Google Apps Script เช่น Overview-OPD-1, OPD-1-Prescribing ฯลฯ (รูปที่ 3)

3.4 ระบบแจ้งเตือน (notification): ใช้ LINE Official Account ร่วมกับ Google Apps Script สำหรับการแจ้งเตือนเหตุการณ์สำคัญแบบอัตโนมัติ โดยเมื่อมีการบันทึกการรายงานเหตุการณ์ใหม่ ระบบจะส่งข้อความแจ้งเตือนสรุปเหตุการณ์โดยอัตโนมัติไปยังเภสัชกรผู้รับผิดชอบงานความเสี่ยงด้านยา และทีมความเสี่ยงของโรงพยาบาล

3.5 พอร์ทัลสำหรับผู้รับผิดชอบ (management portal): พัฒนาเว็บไซต์บน WordPress สำหรับเข้าถึง

แบบฟอร์ม รายงาน และคู่มือการใช้งาน เว็บไซต์ได้รับการกำหนดมาตรการรักษาความปลอดภัยหลายชั้น ประกอบด้วย (1) การป้องกันด้วยรหัสผ่านสำหรับการเข้าสู่ระบบบันทึกข้อมูล (2) การยืนยันตัวตนสองขั้นตอน (two-factor authentication; 2FA) สำหรับผู้ดูแลระบบ และ (3) บริการ Cloudflare สำหรับกรองการเข้าถึงและป้องกันการโจมตีจากภายนอก ส่วนการเข้าถึงแดชบอร์ด Google Looker Studio กำหนดสิทธิ์แยกต่างหากเฉพาะผู้ที่ได้รับอนุญาต นโยบายการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลของระบบได้รับการเผยแพร่อย่างชัดเจนบนเว็บไซต์โครงการ เพื่อให้ผู้ใช้งานรับทราบก่อนเริ่มบันทึกข้อมูล ทั้งนี้ สิทธิ์การเข้าถึงและการไหลของข้อมูลของผู้มีส่วนได้เสียแต่ละกลุ่มแสดงดังรูปที่ 4

4. ระยะที่ 4 การพัฒนาและทดสอบระบบ การทดสอบระบบดำเนินการสองระดับ ได้แก่

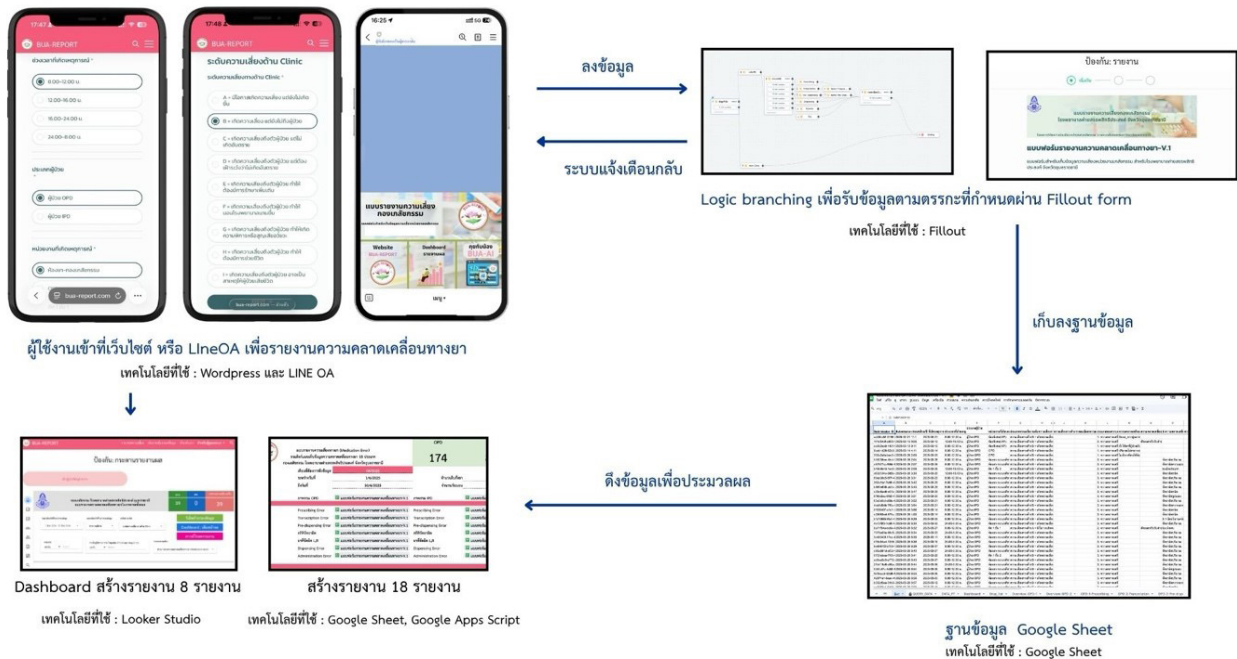
4.1 Unit testing: พบและแก้ไขปัญหาก็เกี่ยวข้องกับการแสดงผลไฟล์แบบมีเงื่อนไข การตรวจสอบข้อมูลที่จำเป็น และสูตรคำนวณในฐานข้อมูล

4.2 Integration testing: ผลการทดสอบพบว่าข้อมูลจากแบบฟอร์มสามารถบันทึกลงฐานข้อมูลได้ครบถ้วน แดชบอร์ดอัปเดตข้อมูลแบบ real-time และ

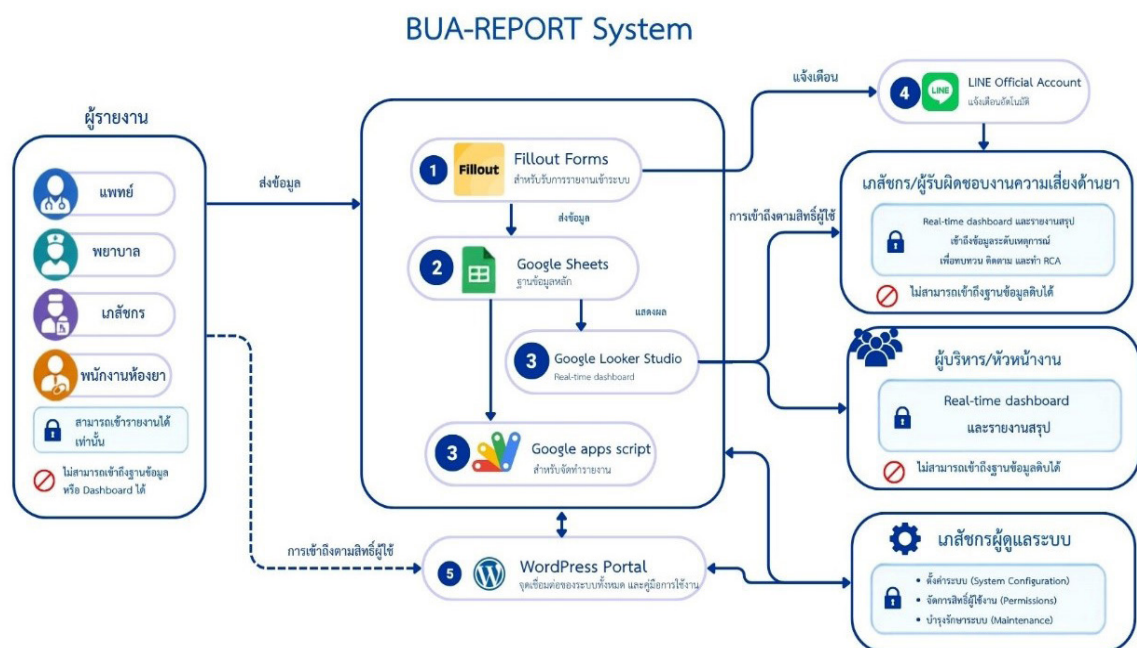
ระบบแจ้งเตือนผ่าน LINE Official Account ทำงานได้
ถูกต้อง

5. ระยะที่ 5 การติดตั้งและประเมินผลระบบ

การทดสอบสถานการณ์จำลองดำเนินการผ่านสมาร์ต-
โฟนทุกคน ผลการทดสอบนำเสนอตามตัวชี้วัดหลัก 3
ประการตามตารางที่ 1 และการกระจายคำตอบรายข้อ



รูปที่ 3 ส่วนต่อประสานการทำงานของ BUA-REPORT



รูปที่ 4 สิทธิการเข้าถึงและการไหลของข้อมูลของผู้มีส่วนได้เสียแต่ละกลุ่มของระบบ BUA-REPORT

ของ SUS ดังนี้

5.1 ความสำเร็จของการบันทึกรายงาน: ผู้เข้าร่วมการทดสอบทั้ง 15 คนสามารถบันทึกรายงานได้สำเร็จ และถูกต้องตามเกณฑ์มาตรฐานในทั้งสามสถาน-การณืจำลอง (ร้อยละ 100) โดยตัวอย่างหน้าจอแบบฟอร์มการบันทึกข้อมูลของระบบแสดงดังรูปที่ 3

5.2 เวลาในการบันทึกรายงาน: ระยะเวลาเฉลี่ยรายงานการณืเท่ากับ 48.6 ± 11.4 , 37.7 ± 13.6 และ 37.9 ± 11.9 วินาที ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยรายบุคคลของทั้งสามสถานการณืจำลองเท่ากับ 41.4 ± 6.8 วินาที (มัธยฐาน 41.5 วินาที พิสัย 31.9–51.5 วินาที) และผู้ใช้งานทั้งหมดสามารถรายงานเหตุการณ์ได้ภายในเกณฑ์ 2 นาทีที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (ตารางที่ 3)

5.3 คะแนนความสามารถในการใช้งานระบบ: คะแนน SUS รวม มีมัธยฐาน 97.5 คะแนน (ช่วงควอร์ไทล์ 93.8–97.5) และค่าเฉลี่ย 93.7 ± 7.2 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับ “ดีมาก” และสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้

(68 คะแนน) โดยผู้ใช้งานร้อยละ 93.3 ให้คะแนนอยู่ในระดับดีมาก (ตารางที่ 4)

5.4 การกระจายคำตอบรายข้อของ SUS (ข้อมูลเชิงพรรณนา): ข้อคำถามเชิงบวก (ข้อ 3, 5, 7 และ 9) มีฐานนิยม 5 และข้อคำถามเชิงลบ (ข้อ 2, 4, 6, 8 และ 10) มีฐานนิยม 1 ขณะที่ข้อ 1 มีฐานนิยมและมัธยฐานเท่ากับ 4 แสดงว่าผู้ใช้ส่วนใหญ่เห็นด้วยว่าต้องการใช้ระบบนี้บ่อยครั้ง ซึ่งเป็นสัญญาณเชิงบวกต่อการยอมรับระบบ ทั้งนี้ คำตอบรายข้อของ SUS มีใช้แบบวัดการรับรู้ประโยชน์ (perceived usefulness) หรือประสิทธิภาพโดยตรง (ตารางที่ 5)

อภิปรายผล

การพัฒนาระบบ BUA-REPORT ในงานวิจัยนี้ดำเนินการตามกรอบวงจรการพัฒนาระบบสารสนเทศครบทั้ง 5 ระยะ ตั้งแต่การวิเคราะห์ความต้องการของผู้ใช้ การออกแบบ พัฒนา และทดสอบระบบ จนถึงการ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความสามารถในการใช้งาน BUA-REPORT ในห้องปฏิบัติการของกลุ่มตัวอย่าง

ประเภทการทดสอบในห้องปฏิบัติการ	ผลการทดสอบ
จำนวนผู้ลงบันทึกรายงานถูกต้อง; จำนวน (ร้อยละ)	
สถานการณืที่ 1	15 (100.0)
สถานการณืที่ 2	15 (100.0)
สถานการณืที่ 3	15 (100.0)
ระยะเวลาการลงบันทึกรายงาน; ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	
สถานการณืที่ 1	48.6 ± 11.4
สถานการณืที่ 2	37.7 ± 13.6
สถานการณืที่ 3	37.9 ± 11.9
ค่าเฉลี่ยรายบุคคลของ 3 สถานการณื	41.4 ± 6.8
มัธยฐาน (พิสัย) ของค่าเฉลี่ยรายบุคคล	41.5 (31.9–51.5)
จำนวนผู้ลงบันทึกรายงานสำเร็จภายใน 2 นาที; จำนวน (ร้อยละ)	
สถานการณืที่ 1	15 (100.0)
สถานการณืที่ 2	15 (100.0)
สถานการณืที่ 3	15 (100.0)

ตารางที่ 4 ความสามารถในการใช้งานระบบจากแบบสอบถาม SUS

การประเมินความสามารถในการใช้งาน	ผลการวิจัย
คะแนนรวม; มัชฌิม (ช่วงควอร์ไทล์)	97.5 (93.8–97.5)
คะแนนรวม; ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	93.7±7.2
จำนวนผู้ใช้งานที่มีการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ดีมาก (คะแนน SUS มากกว่า 80.3); จำนวน (ร้อยละ)	14 (93.3)
จำนวนผู้ใช้งานที่มีการใช้งานอยู่ในเกณฑ์ดี (คะแนน SUS มากกว่า 68 ถึง 80.3); จำนวน (ร้อยละ)	1 (6.7)

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบแบบสอบถาม SUS (แยกรายข้อ) จำนวนกลุ่มตัวอย่าง 15 คน

หัวข้อแบบสอบถาม SUS	ฐานนิยม* (ต่ำสุด-สูงสุด)
ข้อที่ 1 ฉันคิดว่าฉันอยากใช้ระบบนี้บ่อย ๆ	4 (4–5)
ข้อที่ 2 ฉันพบว่าระบบซับซ้อนเกินไปโดยไม่จำเป็น	1 (1–2)
ข้อที่ 3 ฉันคิดว่าระบบง่ายต่อการใช้งาน	5 (4–5)
ข้อที่ 4 ฉันคิดว่าฉันจำเป็นต้องขอความช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ระบบนี้ได้	1 (1–2)
ข้อที่ 5 ฉันพบว่าฟังก์ชันในระบบนี้ทำงานได้เป็นอย่างดี	5 (4–5)
ข้อที่ 6 ฉันคิดว่ามีความไม่สอดคล้องกันมากเกินไปในระบบนี้	1 (1–2)
ข้อที่ 7 ฉันคิดว่าคนส่วนใหญ่สามารถเรียนรู้การใช้งานระบบนี้ได้อย่างรวดเร็ว	5 (4–5)
ข้อที่ 8 ฉันพบว่าระบบมีความลำบากในการใช้งานมากเกินไป	1 (1–2)
ข้อที่ 9 ฉันรู้สึกมั่นใจกับการใช้งานระบบนี้	5 (4–5)
ข้อที่ 10 ฉันจำเป็นต้องเรียนรู้รู้อย่างมากก่อนที่จะเริ่มใช้ระบบนี้ได้	1 (1–2)

* คะแนนฐานนิยม 5 = เห็นด้วยมากที่สุด, 4 = เห็นด้วย, 3 = เฉย ๆ, 2 = ไม่เห็นด้วย, 1 = ไม่เห็นด้วยที่สุด

ติดตั้งและประเมินความสามารถในการใช้งานภายใต้สถานการณ์จำลอง ผลการสนทนากลุ่มในระยะวิเคราะห์ปัญหาชี้ให้เห็นว่าอุปสรรคสำคัญของระบบรายงานความคลาดเคลื่อนทางยาในบริบทเดิมไม่ได้อยู่เพียงที่ขั้นตอนการรายงานที่ซับซ้อน แต่รวมถึงข้อจำกัดด้านการเข้าถึงระบบซึ่งทำให้บุคลากรส่วนใหญ่ไม่สามารถรายงานเหตุการณ์ได้โดยตรงและต้องอาศัยการส่งต่อข้อมูลผ่านเภสัชกรเพื่อบันทึกแทน ลักษณะดังกล่าวสอดคล้องกับ

ข้อค้นพบของ Stavropoulou และคณะ¹² ที่ระบุว่าข้อจำกัดด้านการเข้าถึงระบบเป็นปัจจัยเชิงโครงสร้างสำคัญที่ทำให้การรายงานเหตุการณ์ความเสี่ยงในระบบสุขภาพต่ำกว่าความเป็นจริง แม้บุคลากรจะมีความตั้งใจในการรายงานก็ตาม

ผลการประเมินความสามารถในการใช้งานแสดงให้เห็นว่าระบบ BUA-REPORT มีความง่ายในการใช้งานสูง โดยผู้ใช้งานทั้งหมดสามารถบันทึกรายงานได้สำเร็จในทุก

สถานการณ์จำลอง และใช้เวลาเฉลี่ยรายบุคคล 41.4 ± 6.8 วินาที ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์เป้าหมาย 2 นาที ทั้งนี้ เวลาในสถานการณ์ที่ 2-3 ต่ำกว่าสถานการณ์แรก ซึ่งอาจสะท้อนความคุ้นเคยกับระบบ อย่างไรก็ตาม ผลลัพธ์ดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ Gong และคณะ¹³ ที่พบว่าการออกแบบแบบฟอร์มโดยใช้เมนูตัวเลือก (drop-down menu) ร่วมกับตรรกะแบบมีเงื่อนไขสามารถลดภาระการกรอกข้อมูลและช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบรายงานเหตุการณ์ได้อย่างมีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม เกณฑ์เป้าหมาย 2 นาทีเป็นเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นโดยฉันทามติของผู้ใช้ภายในหน่วยงาน ยังไม่มีค่าอ้างอิงมาตรฐานจากการศึกษาอื่นมาเปรียบเทียบโดยตรง และการศึกษานี้ไม่ได้วิเคราะห์แยกเวลาการรายงานระหว่างการใช้งานผ่านคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะและอุปกรณ์พกพา ซึ่งอาจมีความแตกต่างกัน จึงควรระมัดระวังในการแปลผล และควรมีการศึกษาเปรียบเทียบเพิ่มเติมในอนาคต

ในด้านการยอมรับของผู้ใช้ คะแนน SUS มีมาตรฐาน 97.5 คะแนน (ค่าเฉลี่ย 93.7 คะแนน) อยู่ในระดับ “ดีมาก” ตามเกณฑ์ของ Bangor และคณะ⁹ และอยู่ในช่วงเปอร์เซ็นต์ไทล์สูงของระบบสารสนเทศที่ประเมินด้วย SUS ตามแนวทางของ Sauro และ Lewis¹⁴ การที่ผู้ใช้งานจากหลายวิชาชีพให้คะแนนความสามารถในการใช้งานของระบบอยู่ในระดับสูงสะท้อนว่ากระบวนการออกแบบระบบที่เน้นผู้ใช้เป็นศูนย์กลางสามารถสังเคราะห์ความต้องการที่หลากหลายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ผู้ใช้ส่วนใหญ่เห็นด้วยว่าต้องการใช้ระบบนี้บ่อยครั้ง ซึ่งเป็นสัญญาณเชิงบวกต่อการยอมรับระบบตามแนวคิด technology acceptance model ที่ระบุว่า การรับรู้ประโยชน์และความง่ายในการใช้งานเป็นปัจจัยสำคัญที่นำไปสู่การยอมรับและการใช้งานเทคโนโลยีอย่างต่อเนื่อง¹⁵ อย่างไรก็ตาม ข้อคำถามรายชื่อของ SUS มีใช้แบบวัดการรับรู้ประโยชน์ (perceived usefulness) โดยเฉพาะ การตีความส่วนนี้จึงเป็นเพียงข้อสังเกตเชิงพรรณนา

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยก่อนหน้านี้ที่พัฒนาระบบรายงานความคลาดเคลื่อนทางยา พบว่าระบบที่พัฒนาด้วยฐานข้อมูล Microsoft Access หรือระบบ

เว็บที่ต้องใช้ภาษาโปรแกรมเฉพาะ แม้สามารถรองรับการบันทึกข้อมูลได้ แต่ยังมีข้อจำกัดด้านการเข้าถึงจากอุปกรณ์พกพาและการดูแลระบบโดยผู้ปลายทาง^{3,16} ขณะที่ระบบที่พัฒนาด้วย PHP และ MySQL จำเป็นต้องอาศัยบุคลากรด้านเทคโนโลยีสารสนเทศในการดูแลระบบ⁴ ในทางตรงกันข้าม BUA-REPORT ใช้เครื่องมือดิจิทัลที่เข้าถึงได้ทั่วไปบนโครงสร้างพื้นฐาน Google Workspace และเชื่อมต่อกับ LINE Official Account ทำให้สามารถพัฒนาและดูแลระบบได้ภายในหน่วยงานโดยไม่ต้องพึ่งผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทาง แนวทางดังกล่าวช่วยลดต้นทุนการพัฒนา เพิ่มความยืดหยุ่นในการปรับปรุงระบบ และสะท้อนแนวคิดการสร้างนวัตกรรมที่พึ่งพาตนเองในระบบสุขภาพ อย่างไรก็ตาม ระบบที่พัฒนาด้วย PHP และ MySQL ก็มีจุดแข็งที่สำคัญ ได้แก่ ความยืดหยุ่นในการปรับแต่งเชิงลึก และความสามารถในการเชื่อมต่อโดยตรงกับฐานข้อมูลของระบบสารสนเทศโรงพยาบาล (hospital information system; HIS) ขณะที่ BUA-REPORT บนโครงสร้าง Google Workspace ยังมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถเชื่อมต่อกับ HIS ได้โดยตรง ต้องปรับปรุงฐานข้อมูลรายการยาด้วยตนเองให้สอดคล้องกับบัญชียาของโรงพยาบาลอย่างสม่ำเสมอ และต้องอาศัยการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตในการใช้งาน ในกรณีที่อินเทอร์เน็ตหรือบริการของผู้ให้บริการขัดข้อง มาตรการสำรองยังไม่ได้รับการทดสอบในการศึกษานี้ จึงนำเสนอเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการดำเนินงานต่อไป นอกจากนี้ ปัจจุบันเครื่องมือปัญญาประดิษฐ์ (artificial intelligence; AI) ช่วยพัฒนาโปรแกรมมีแนวโน้มช่วยลดข้อจำกัดด้านทักษะการเขียนโปรแกรมของบุคลากรลง ซึ่งอาจทำให้ทางเลือกในการพัฒนาระบบภายในหน่วยงานหลากหลายขึ้นในอนาคต

ในด้านการคุ้มครองความเป็นส่วนตัวของผู้ป่วย ระบบ BUA-REPORT ได้รับการออกแบบตามหลักการคุ้มครองข้อมูลส่วนบุคคลโดยการออกแบบ (privacy by design) โดยจัดเก็บเฉพาะข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนทางยา ไม่จัดเก็บตัวระบุผู้ป่วยโดยตรง เช่น ชื่อหรือหมายเลขประจำตัวผู้ป่วย และกำหนดสิทธิ์การเข้าถึงข้อมูลเฉพาะผู้รับผิดชอบในทุกองค์ประกอบ

ของระบบ การใช้ Google Workspace ช่วยลดภาระของหน่วยงานในการบำรุงรักษาและปรับปรุงซอฟต์แวร์ด้วยตนเอง เนื่องจากการดูแลโครงสร้างพื้นฐานและการอัปเดตระบบดำเนินการโดยผู้ให้บริการ สอดคล้องกับกรณีศึกษาโรงพยาบาลสระบุรีของ สมศิริ พันธุ์ศักดิ์ศิริ และเสาวนีย์ สมันต์ตรีพร ซึ่งระบุว่ากรณีที่ระบบฐานข้อมูลภายในองค์กรขาดการปรับปรุงซอฟต์แวร์อย่างสม่ำเสมอเป็นสาเหตุสำคัญของช่องโหว่ที่นำไปสู่การถูกโจมตีด้วย Ransomware¹⁷ อย่างไรก็ตาม ประโยชน์ดังกล่าวไม่สามารถใช้แทนการประเมินความมั่นคงปลอดภัยของระบบในบริบทองค์กรได้

สำหรับโรงพยาบาลทหาร การออกแบบระบบต้องคำนึงถึงทั้งความสะดวกในการเข้าถึงและความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูลภายใต้ข้อจำกัดด้านทรัพยากร ฐานข้อมูลรายงานเหตุการณ์ของ BUA-REPORT ไม่จัดเก็บตัวระบุผู้ป่วยโดยตรง และกำหนดสิทธิ์ตามบทบาทโดยยึดหลักการเข้าถึงข้อมูลเท่าที่จำเป็นต่อหน้าที่ ได้แก่ ผู้รายงานส่งข้อมูลผ่านแบบฟอร์มโดยไม่สามารถเข้าถึงฐานข้อมูล ผู้รับผิดชอบงานความเสี่ยงด้านยาเข้าถึงข้อมูลระดับเหตุการณ์เพื่อทบทวนและติดตาม ผู้บริหารเข้าถึงเฉพาะแดชบอร์ดสรุปผลแบบไม่ระบุตัวตน และผู้ดูแลระบบได้รับสิทธิ์ด้านการตั้งค่าและบำรุงรักษา โดยเข้าถึงข้อมูลระดับเหตุการณ์เฉพาะเมื่อได้รับอนุญาต (รูปที่ 4) การใช้บริการคลาวด์ช่วยให้บุคลากรรายงานผ่านอุปกรณ์พกพาได้สะดวกแต่ต้องพิจารณาความเสี่ยงจากการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตควบคู่กัน มาตรการที่นำมาใช้ประกอบด้วย Cloudflare สำหรับกรองการเข้าถึงเว็บพอร์ทัล WordPress และการกำหนดสิทธิ์ตามบัญชีผู้ใช้ร่วมกับการยืนยันตัวตนสองขั้นตอนใน Google Workspace อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ไม่ได้ประเมินความมั่นคงปลอดภัยของระบบด้วยการทดสอบช่องโหว่หรือการทดสอบเจาะระบบ มาตรการที่รายงานจึงสะท้อนการออกแบบสิทธิ์และการควบคุมการเข้าถึงที่นำมาใช้มากกว่าผล การประเมินความปลอดภัยเชิงเทคนิคของระบบ ดังนั้น การเลือกสถาปัตยกรรมดังกล่าวจึงเป็นการชั่งน้ำหนักระหว่างความสะดวกในการเข้าถึง ภาระการบำรุงรักษา

และข้อกำหนดด้านความมั่นคงของหน่วยงาน มิใช่การสรุปว่าระบบคลาวด์มีความปลอดภัยเหนือกว่าเครือข่ายภายในแบบปิด

ในมุมมองของการพัฒนาที่ยั่งยืน แนวทางของระบบ BUA-REPORT สอดคล้องในเชิงแนวคิดกับเป้าหมายการพัฒนาที่ยั่งยืน (sustainable development goals; SDG) ด้านสุขภาพและนวัตกรรม ซึ่งเป็นการประเมินเชิงศักยภาพ มิใช่ผลลัพธ์ของการศึกษานี้ ระบบผ่านการพัฒนาและทดสอบในสภาพแวดล้อมของหน่วยงานแต่ยังต้องประเมินการใช้งานจริงอย่างต่อเนื่องก่อนขยายผล อย่างไรก็ตาม การศึกษานี้ยังเป็นการประเมินในระยะเริ่มต้น จึงควรมีการติดตามผลการใช้งานจริงในระยะยาวเพื่อประเมินผลกระทบต่ออัตราการรายงานเหตุการณ์ คุณภาพข้อมูล และการป้องกันเหตุการณ์ซ้ำในระบบบริการสุขภาพต่อไป นอกจากนี้ ในระดับประเทศ ความคลาดเคลื่อนทางยาเป็นหนึ่งในอุบัติการณ์ตามเป้าหมายความปลอดภัยผู้ป่วย (patient safety goals) ที่ สรพ. สนับสนุนให้สถานพยาบาลรายงานและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกันผ่านระบบ HRMS และระบบการรายงานและเรียนรู้อุบัติการณ์ระดับชาติ (National Reporting and Learning System; NRLS) ซึ่งใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงระดับประเทศ⁵ ทั้งนี้ HRMS/NRLS เป็นระบบระดับประเทศที่ออกแบบเพื่อบริหารจัดการความเสี่ยงอย่างครอบคลุม ส่วน BUA-REPORT เป็นระบบระดับหน่วยงานที่มุ่งลดขั้นตอนการบันทึก ณ จุดเกิดเหตุและจัดเตรียมข้อมูลสำหรับการนำเข้าสู่ระบบระดับประเทศ ทั้งสองระบบจึงมีบทบาทเสริมกันมากกว่าทดแทนกัน การพัฒนาระบบภายในหน่วยงานเช่น BUA-REPORT จึงควรออกแบบให้สามารถสรุปข้อมูลเพื่อเชื่อมโยงหรือรายงานเข้าสู่ระบบระดับประเทศดังกล่าวได้ในอนาคต

สรุปผลการวิจัย

การศึกษานี้ได้พัฒนาระบบสารสนเทศ BUA-REPORT สำหรับการรายงานความคลาดเคลื่อนทางยา โดยใช้เครื่องมือในชุด Google Applications เป็นโครงสร้างพื้นฐานของระบบผ่านกระบวนการพัฒนาตามกรอบ SDLC

ภายใต้สถานการณ์จำลอง ผู้ใช้ทุกคนบันทึกรายงานได้สำเร็จภายในเกณฑ์เวลาที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และคะแนนความสามารถในการใช้งานอยู่ในระดับสูง ระบบจึงมีศักยภาพเป็นทางเลือกสำหรับหน่วยงานที่มีบริบทและทรัพยากรใกล้เคียง โดยควรติดตามประสิทธิภาพจากการใช้งานจริงในระยะยาวต่อไป

ข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้มุ่งเน้นการพัฒนาและประเมินความสามารถในการใช้งานของระบบ BUA-REPORT ในระยะเริ่มต้น โดยใช้สถานการณ์จำลองในการทดสอบประสิทธิภาพและการยอมรับของผู้ใช้ จึงยังไม่สามารถสรุปผลกระทบของระบบต่ออัตราการรายงานความคลาดเคลื่อนทางยาในการปฏิบัติงานจริงในระยะยาวได้ นอกจากนี้ ระบบถูกพัฒนาและทดสอบในบริบทของโรงพยาบาลระดับเดียว ซึ่งอาจมีข้อจำกัดด้านการขยายผลไปยังบริบทที่มีความซับซ้อนของระบบสารสนเทศแตกต่างกัน อย่างไรก็ตาม การใช้แพลตฟอร์มดิจิทัลที่เข้าถึงได้ง่ายร่วมกับกระ-

บวนการออกแบบที่มีส่วนร่วมของผู้ใช้หลายวิชาชีพ ทำให้ระบบมีศักยภาพในการปรับใช้และพัฒนาต่อยอดในองค์กรสุขภาพอื่นได้ โดยการศึกษาต่อไปควรติดตามผลการใช้งานจริงในระยะยาว รวมถึงการกำหนดแนวทางกำกับดูแลข้อมูลและการเชื่อมโยงกับระบบสารสนเทศสุขภาพที่เกี่ยวข้องเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบในระดับองค์กร นอกจากนี้ ควรกำหนดแผนความต่อเนื่องของการดำเนินงานกรณีอินเทอร์เน็ตหรือบริการของผู้ให้บริการขัดข้อง โดยใช้แบบฟอร์มสำรองและนำข้อมูลเข้าระบบภายหลัง พร้อมทดสอบกระบวนการดังกล่าวเป็นระยะ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมูลนิธิอาจารย์เกษม ปังศรีวงศ์ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะผู้บริหารและบุคลากรของโรงพยาบาลกรณีศึกษาที่ให้ความร่วมมือและสนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดี ผู้วิจัยทุกคนไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Medication without harm: policy brief [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2024 [cited 2025 Jan 11]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240062764>
2. เปรมวดี ศิริวิพัฒนานนท์, มณีรัตน์ รัตนมัทธนะ, ความตั้งใจที่จะรายงานและเหตุผลที่ไม่รายงานความคลาดเคลื่อนทางยาของบุคลากรทางการแพทย์: กรณีศึกษาโรงพยาบาลประจำจังหวัดแห่งหนึ่งในประเทศไทย. วารสารเภสัชศาสตร์อีสาน [อินเทอร์เน็ต]. 2556 [สืบค้นเมื่อ 20 มิ.ย. 2567];9(3):44-52. สืบค้นจาก: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/IJPS/article/view/8185>
3. ปัญญฉัตร ซอสุโขทัย. ระบบรายงานความคลาดเคลื่อนทางยาจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นในโรงพยาบาลขนาดใหญ่แห่งหนึ่ง. วารสารเภสัชกรรมไทย [อินเทอร์เน็ต]. 2555 [สืบค้นเมื่อ 20 มิ.ย. 2567];4(1):3-16. สืบค้นจาก: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/TJPP/article/view/169294>
4. ปันณ อัดโสภณ, พริยศ ภมรศิลปธรรม. การพัฒนาและออกแบบเว็บแอปพลิเคชันเพื่อจัดการข้อมูลเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนทางยาในโรงพยาบาล: แนวคิดและการแก้ไขปัญหาด้วยสารสนเทศศาสตร์ทางสุขภาพ. วารสารเภสัชกรรมไทย [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [สืบค้นเมื่อ 20 ม.ค. 2567];14(3):557-68. สืบค้นจาก: <https://he01.tci-thaijo.org/index.php/TJPP/article/view/250701>
5. สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (องค์การมหาชน). คู่มือการใช้งานระบบสารสนเทศการบริหารจัดการ ความเสี่ยงของสถานพยาบาล (HRMS on Cloud) ปีงบประมาณ 2567 [อินเทอร์เน็ต]. นนทบุรี: สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (องค์การมหาชน); 2567 [สืบค้นเมื่อ 13 ก.ค. 2569]. สืบค้นจาก: https://thai-nrls.org/UploadFiles/NoticeDocs/0000000079-คู่มือการใช้งานระบบ_HRMS_on_Cloud_ปีงบประมาณ_2567.pdf
6. อุดมโชค อาษาวิมลกิจ. แอปพลิเคชันภาครัฐ: คุณภาพและ

- บริการสาธารณะในยุคดิจิทัล. วารสารสังคมสงเคราะห์ศาสตร์ [อินเทอร์เน็ต]. 2565 [สืบค้นเมื่อ 20 ม.ค. 2567];30(2):206-31. สืบค้นจาก: <https://so04.tci-thaijo.org/index.php/swjournal/article/view/260015>
7. Valacich JS, George JF. Modern systems analysis and design. 8th ed. Boston: Pearson; 2016.
 8. Nielsen J, Landauer TK. A mathematical model of the finding of usability problems. In: Ashlund S, editor. Proceedings of the INTERCHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems; 1993 Apr 24-29; Amsterdam. Amsterdam: ACM Press; 1993. p. 206-13.
 9. Bangor A, Kortum PT, Miller JT. An empirical evaluation of the system usability scale. Int J Hum-Comput Interact. 2008;24(6):574-94. doi: 10.1080/10447310802205776.
 10. Brooke J. SUS: a quick and dirty usability scale [Internet]. n.p.: ResearchGate; 1995 [cited 2026 Jul 13]. Available from: https://www.researchgate.net/publication/228593520_SUS_A_quick_and_dirty_usability_scale
 11. ถิรวุฒิ โมราสุข, นันทวรรณ กิตติกรณาภรณ์. การพัฒนาบัญชีทางการของไลน์สำหรับติดตามอาการไม่พึงประสงค์จากยาเคมีบำบัดหลังจำหน่ายผู้ป่วยออกจากโรงพยาบาล. วารสารเภสัชกรรมโรงพยาบาล [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [สืบค้นเมื่อ 15 ก.ค. 2569];33(3):269-85. สืบค้นจาก: <https://he02.tci-thaijo.org/index.php/TJHP/article/view/263194>
 12. Stavropoulou C, Doherty C, Tosey P. How effective are incident-reporting systems for improving patient safety? A systematic literature review. Milbank Q. 2015;93(4):826-66. doi: 10.1111/1468-0009.12166.
 13. Gong Y, Kang H, Wu X, Hua L. Enhancing patient safety event reporting. A systematic review of system design features. Appl Clin Inform. 2017;8(3):893-909. doi: 10.4338/ACI-2016-02-R-0023.
 14. Lewis JR, Sauro J. Quantifying the user experience: practical statistics for user research [Internet]. Denver (CO): Create Space Publishing; 2016 [cited 2025 Jan 11]. Available from: https://measuringu.com/wp-content/uploads/2017/05/PracticalStatsCompanion_2ndED.pdf
 15. ณัฐนิชา กลัมพสุต. การพัฒนาการเรียนรู้ในการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้เป็นเครื่องมือในการบริหารงานของหน่วยงานภาครัฐ. วารสารวิจัยวิชาการ [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [สืบค้นเมื่อ 20 ม.ค. 2567];6(6):317-36. สืบค้นจาก: <https://so06.tci-thaijo.org/index.php/jra/article/view/263093>
 16. เพียงเพ็ญ ชนาเทพาพร. การพัฒนาโปรแกรมเพื่อรายงานผลความคลาดเคลื่อนการสั่งจ่ายยาของโรงพยาบาลศรีนครินทร์. ศรีนครินทร์เวชสาร [อินเทอร์เน็ต]. 2562 [สืบค้นเมื่อ 20 มิ.ย. 2567];34(3):261-70. สืบค้นจาก: <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/SRIMEDJ/article/view/187778>
 17. สมศิริ พันธุ์ศักดิ์ศิริ, เสาวนีย์ สมันต์ตรีพร. ภาพวิฤติของระบบสารสนเทศโรงพยาบาลสระบุรี. วารสารนวัตกรรมการจัดการศึกษาและการวิจัย [อินเทอร์เน็ต]. 2566 [สืบค้นเมื่อ 14 ม.ค. 2567];5(1):127-36. สืบค้นจาก: <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/jemri/article/view/258609>