

การพัฒนาระบบติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาในระบบดิจิทัล เพื่อการเฝ้าระวังโรคทางระบาดวิทยา

สุพรรณษา สุริยะ, จารุวรรณ มะลียคำ, จิราภรณ์ พรหมมงคล, ศุภณัฐ วงศานุพัทธ์

กองระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข

✉ supansa1017@gmail.com

บทคัดย่อ

บทนำ : กองระบาดวิทยาได้ดำเนินการปรับเปลี่ยนระบบรายงานโรคจากระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค 506 (R506) ไปสู่ระบบ Digital Disease Surveillance (DDS) ซึ่งใช้กลไกการส่งข้อมูลผ่าน API (Application Programming Interface) ซึ่งจะทำให้ข้อมูลจากสถานพยาบาลถูกส่งเข้าสู่ฐานข้อมูลของกรมควบคุมโรคโดยตรง ข้อมูลที่รายงานเข้ามาจะถูกนำมาใช้อ้างอิงในการติดตามสถานการณ์และการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรค การติดตามคุณภาพของข้อมูลในระบบ DDS จึงมีความสำคัญ วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้คือเพื่อพัฒนาฐานข้อมูลและสร้างแดชบอร์ดที่สามารถติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาของการรายงานข้อมูลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการศึกษา : ใช้วิธีการศึกษา Software Development Life Cycle (SDLC) ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาระบบ เพื่อตอบสนองความต้องการขององค์กรและผู้ใช้งาน ประกอบด้วย รวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการ ออกแบบและพัฒนาระบบ ทดสอบระบบ นำไปใช้งานจริง และบำรุงรักษา โดยนำแดชบอร์ดไปทดสอบโดยผู้ใช้งานจริงจำนวน 24 ท่าน จากหน่วยงานต่าง ๆ ในระดับเขต จังหวัด อำเภอ และตำบล

ผลการศึกษา : พบว่าปัญหาหลักของระบบเฝ้าระวังโรคคือความไม่ครอบคลุมและความล่าช้าของการรายงานข้อมูล ซึ่งอาจส่งผลต่อการตัดสินใจเชิงนโยบาย การพัฒนาระบบเริ่มจากการออกแบบฐานข้อมูลโดยใช้ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) และเชื่อมโยงข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ทีมพัฒนาใช้ Apache Airflow สำหรับกระบวนการประมวลผลข้อมูลอัตโนมัติและอัปเดตข้อมูลบน Tableau Server ทุกชั่วโมง แดชบอร์ดที่พัฒนาขึ้นช่วยให้ติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาของการรายงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการทดสอบระบบกับผู้ใช้งาน 24 ท่าน พบข้อจำกัด เช่น ปัญหาการเปลี่ยนระดับข้อมูลและการแสดงผล ตัวกรองข้อมูล และขนาดตัวอักษร ซึ่งได้รับการแก้ไขเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งาน

สรุปผลการศึกษา : การพัฒนาระบบติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาในระบบ DDS ด้วยแดชบอร์ดนี้ช่วยติดตามคุณภาพข้อมูลการรายงานโรคในทุกระดับ ตั้งแต่ประเทศถึงสถานพยาบาล พร้อมระบบ no case notification เพื่อให้การรายงานแม่นยำและครบถ้วน โดยมุ่งเน้นการแสดงผลที่เข้าใจง่าย ตอบโจทย์ผู้ใช้งาน และรองรับการติดตามข้อมูลแบบเรียลไทม์ ทั้งนี้ควมมีการรับฟังความคิดเห็นจากผู้ใช้งานอย่างสม่ำเสมอเพื่อปรับปรุงระบบให้ตรงกับความต้องการ เพิ่มประสิทธิภาพในการเฝ้าระวังและพัฒนาคุณภาพข้อมูลอย่างต่อเนื่อง

คำสำคัญ : ระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค, คุณภาพข้อมูล, แดชบอร์ด

Development of a system for tracking coverage and timeliness in the Digital Disease Surveillance System

Supansa Suriya, Jaruwan Malaikham, Jiraporn Prommongkhon, Suphanat Wongsanuphat

Division of Epidemiology, Department of Disease Control, Ministry of Public Health, Thailand

✉ supansa1017@gmail.com

Abstract

Introduction: The Division of Epidemiology transitioned from the Report 506 (R506) system to the Digital Disease Surveillance (DDS) system, which used an API (Application Programming Interface) to enable direct transmission of data from healthcare facilities to the Department of Disease Control's database. This reported data was critical for monitoring disease trends and for surveillance, prevention, and control efforts. As such, monitoring the quality of data within the DDS system was essential. The aim of this study was to develop a database and create a dashboard that effectively monitored both the coverage and timeliness of disease reporting.

Methodology: This study employed the Software Development Life Cycle (SDLC) approach, which includes requirements gathering and analysis, system design and development, system testing, implementation, and maintenance. A prototype dashboard was tested by 24 users from various administrative levels, including regional, provincial, district, and sub-district health agencies.

Results: Key challenges in disease surveillance were data incompleteness and delayed reporting, which could impact policy decisions. System development began with designing a relational database and integrating data from multiple sources. Apache Airflow was used for automated data processing, updating Tableau Server dashboards hourly. The developed dashboard effectively tracks data completeness and timeliness. User testing revealed limitations such as data level adjustments, display filters, and font sizes, which were subsequently improved to enhance usability.

Conclusion: Tracking coverage and timeliness of the DSS dashboard improves disease reporting quality across all administrative levels, from national to healthcare facility levels, and includes a no-case notification system for accurate reporting. The dashboard is designed for user-friendly data visualization and real-time monitoring. Continuous user feedback is essential to refine the system, ensuring its effectiveness in disease surveillance and data quality improvement.

Keywords: disease surveillance system, data quality, dashboard

ความเป็นมา

การเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา คือ กระบวนการในการติดตาม และพิจารณาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการเกิดโรค การกระจายของโรค รวมทั้งปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ โดยดำเนินการอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง มีขั้นตอนต่าง ๆ ประกอบด้วย การรวบรวมข้อมูล การเรียบเรียงข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล การแปลผล และการกระจายข้อมูลสู่ผู้ใช้ประโยชน์ เพื่อนำไปใช้ในการวางแผน กำหนดนโยบาย การปฏิบัติงาน และการประเมินมาตรการควบคุมป้องกันโรคอย่างมีประสิทธิภาพ⁽¹⁾

ตามพระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ. 2558 มาตรา 4 ได้ให้ความหมายของโรคติดต่อที่ต้องเฝ้าระวัง หมายถึง โรคติดต่อที่ต้องมีการติดตาม ตรวจสอบ หรือจัดเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่อง และเพื่อประโยชน์ในการเฝ้าระวัง ป้องกัน และควบคุมโรคติดต่อ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ชื่อและอาการสำคัญของโรคติดต่อที่ต้องเฝ้าระวัง พ.ศ. 2562, ฉบับที่ 2 พ.ศ. 2565 และฉบับที่ 3 พ.ศ. 2565 ได้มีการกำหนดโรคติดต่อที่ต้องเฝ้าระวังรวมทั้งสิ้น 57 โรค เป็นโรคติดต่อที่ต้องเฝ้าระวังตามพระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ. 2558⁽²⁻⁵⁾ และให้มีการรายงานภายใน 7 วันนับตั้งแต่พบผู้ที่เป็นหรือมีเหตุอันควรสงสัยว่าเป็นโรคติดต่อที่ต้องเฝ้าระวัง⁽⁶⁾

กองระบาดวิทยาได้มีการใช้ระบบรายงานการเฝ้าระวังโรค 506 (R506) ซึ่งได้พัฒนาขึ้นมาเมื่อปี พ.ศ. 2549 โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการป้องกันควบคุมโรค/ภัย ที่อาจเกิดการระบาดได้ โดยได้รับความร่วมมือในการรายงานข้อมูลจากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด สถานพยาบาลทั่วประเทศ (โรงพยาบาลเอกชนยังไม่ครอบคลุมทั้งหมด) ซึ่งรายงานผ่านระบบ R506 offline โดยสำนักงานสาธารณสุขจังหวัดรวบรวมส่งข้อมูลเป็นไฟล์มายังกองระบาดวิทยาเป็นรายสัปดาห์

ปัจจุบันระบบ Digital Disease Surveillance (DDS) ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจาก R506 ซึ่งสามารถใช้งานได้ดี แต่พบว่ามีข้อจำกัดในด้านของความสะดวกรวดเร็วในการรวบรวมและส่งข้อมูลไปยังหน่วยงานระดับต่าง ๆ ส่งผลให้ไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการข้อมูลที่รวดเร็วในปัจจุบันได้ เพื่อเป็นการลดภาระงาน ลดการใช้ทรัพยากรมนุษย์ จึงได้มีการเปลี่ยนจาก

ระบบ R506 เดิม ไปสู่ DDS โดยใช้กลไกในการส่งข้อมูลผ่าน API (Application Programming Interface) ซึ่งเป็นวิธีที่ระบบหนึ่งสามารถเชื่อมต่อกับอีกระบบหนึ่ง ซึ่งจะทำให้ข้อมูลจากสถานพยาบาลถูกส่งเข้าสู่ฐานข้อมูลของกรมควบคุมโรคโดยตรง^(7,8)

ความครอบคลุมของสถานพยาบาลที่รายงาน (coverage) และความทันเวลา (timeliness) ของการรายงานข้อมูลเป็นคุณลักษณะสำคัญของระบบเฝ้าระวัง เพื่อให้สามารถติดตามสถานการณ์และตรวจจับการระบาดได้ ทั้งนี้การประเมินความครอบคลุมและความทันเวลาต้องอาศัยการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ ซึ่งที่ผ่านมักเป็นการทำ ณ ช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง ทำให้ไม่ได้รับการแก้ไขประเด็นปัญหาได้ทันทั่วทั้ง หากมีระบบที่สามารถติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาในการรายงานข้อมูลสู่ระบบเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง จะช่วยในการพัฒนาคุณภาพของระบบเฝ้าระวัง การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้จึงมีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนารูปแบบข้อมูลและจัดทำ real-time dashboard ที่สามารถใช้ติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาของการรายงานข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลโรคติดต่อที่ต้องเฝ้าระวังจากสถานพยาบาลอย่างครบถ้วน สมบูรณ์ ทันเวลา

วิธีการศึกษา

นิยามศัพท์

1. ระบบดิจิทัลเพื่อการเฝ้าระวังโรคทางระบาดวิทยา หรือ “Digital Disease Surveillance” ชื่อย่อว่า “DDS” หรือชื่อเดิม D506

2. ความครอบคลุม (coverage) หมายถึง ร้อยละของจำนวนสถานพยาบาลรายงานโรคในระบบ DDS เปรียบเทียบกับจำนวนสถานพยาบาลที่ขึ้นทะเบียนรายงานโรคในระบบ DDS ทั้งหมด สามารถคำนวณได้จาก

ความครอบคลุม (coverage)

$$= \frac{\text{จำนวนสถานพยาบาลที่รายงานโรคในระบบ DDS}}{\text{จำนวนสถานพยาบาลที่ขึ้นทะเบียนรายงานโรคในระบบ DDS ทั้งหมด}} \times 100$$

3. ความทันเวลา (timeliness) หมายถึง ร้อยละของจำนวนรายงานที่โรคที่ถูกส่งเข้าระบบ DDS ภายใน 7 วันหลัง

วินิจฉัย⁽⁶⁾ เปรียบเทียบกับจำนวนรายงานโรคทั้งหมดที่ถูกส่งเข้าระบบ DDS สามารถคำนวณได้จาก

ความทันเวลา (timeliness)

$$= \frac{\text{จำนวนรายงานโรคที่ถูกส่งเข้าระบบ DDS ภายใน 7 วันหลังวินิจฉัย}}{\text{จำนวนรายงานโรคทั้งหมดที่ถูกส่งเข้าระบบ DDS}} \times 100$$

การศึกษานี้ใช้กรอบความคิด Software Development Life Cycle (SDLC) (รูปที่ 1) ซึ่งเป็นกระบวนการพัฒนาระบบ เพื่อตอบสนองความต้องการขององค์กรและผู้ใช้งาน⁽⁹⁾ โดยมีกระบวนการดังนี้

1. การรวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการ

ในขั้นตอนนี้เป็นการค้นหาปัญหาและความต้องการของผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยการนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์เพื่อออกแบบระบบที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในการพัฒนาฐานข้อมูลและสร้างแดชบอร์ด ผู้พัฒนาระบบจึงได้ทำการทบทวนข้อมูลจากการศึกษาก่อนหน้า เพื่อระบุปัญหาและความต้องการในด้านความครอบคลุมและความทันเวลาของการรายงาน

2. การออกแบบและพัฒนาระบบ

หลังจากทำการวิเคราะห์ความต้องการแล้ว ผู้พัฒนาระบบได้นำผลการวิเคราะห์ความต้องการมาออกแบบ ดังนี้

- 1) ออกแบบฐานข้อมูล โดยการกำหนดตัวแปรที่จะใช้ในการติดตามความครอบคลุมและความทันเวลา และออกแบบตารางที่จะใช้สำหรับเก็บข้อมูล โดยใช้ relational database เป็นขั้นตอนในการพัฒนา ซึ่งเป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบของตาราง และข้อมูลในแต่ละตารางจะเชื่อมโยงกันด้วยคอลัมน์ที่กำหนดไว้
- 2) การออกแบบและจัดทำกระบวนการประมวลผลข้อมูลแบบอัตโนมัติ โดยการดึงข้อมูลจากคลังข้อมูล (data warehouse) ทำการทำความสะอาดข้อมูลและจัดเตรียมข้อมูล (data manipulation) ให้อยู่ในรูปแบบที่พร้อมใช้งาน และจัดทำฐานข้อมูลเพื่อการจัดทำแดชบอร์ด (data mart) ด้วยภาษา SQL และ Python โดยการประมวลผลข้อมูลถูกทำให้เป็นขั้นตอนแบบอัตโนมัติ (data pipeline automation) ด้วยโปรแกรม Apache Airflow
- 3) การออกแบบและจัดทำแดชบอร์ด โดยการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทบทวนการศึกษาที่เกี่ยวข้องมากำหนดองค์ประกอบในแดชบอร์ด และเริ่มต้นร่าง

รูปแบบใน Microsoft PowerPoint ปรับรูปแบบการจัดวาง จากนั้นจึงพัฒนาเป็น prototype ด้วยโปรแกรม Tableau

3. การทดสอบระบบ

ขั้นตอนนี้มีเป้าหมายเพื่อระบุและแก้ไขปัญหาก่อนนำระบบไปใช้งานจริง หลังจากการออกแบบและพัฒนาระบบ ทีมผู้พัฒนาได้นำแดชบอร์ดมาทดสอบกับผู้ใช้งานจริงจำนวน 24 ท่าน จากหน่วยงานในระดับเขตและระดับจังหวัด

ในระดับเขต มีเจ้าหน้าที่จากสำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 3 นครสวรรค์ จำนวน 6 ท่าน เข้าร่วมการทดสอบ

สำหรับระดับจังหวัด อำเภอดงเจริญและตำบล มีเจ้าหน้าที่จากจังหวัดนครสวรรค์เข้าร่วมการทดสอบ 8 ท่าน ประกอบด้วยเจ้าหน้าที่จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด 2 ท่าน สำนักงานสาธารณสุขอำเภอดงเจริญนครสวรรค์ 1 ท่าน สำนักงานสาธารณสุขอำเภอดงเจริญ 1 ท่าน โรงพยาบาลนครสวรรค์ 2 ท่าน โรงพยาบาลดงเจริญ 1 ท่าน และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านหนองตะเภา 1 ท่าน

ในจังหวัดกำแพงเพชร มีเจ้าหน้าที่เข้าร่วมการทดสอบ 10 ท่าน แบ่งเป็นเจ้าหน้าที่จากสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด 3 ท่าน สำนักงานสาธารณสุขอำเภอดงเจริญกำแพงเพชร 1 ท่าน สำนักงานสาธารณสุขอำเภอดงเจริญ 1 ท่าน โรงพยาบาลกำแพงเพชร 2 ท่าน โรงพยาบาลคลองขลุง 1 ท่าน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลบ้านไร่ 1 ท่าน และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลท่าไม้แดง 1 ท่าน

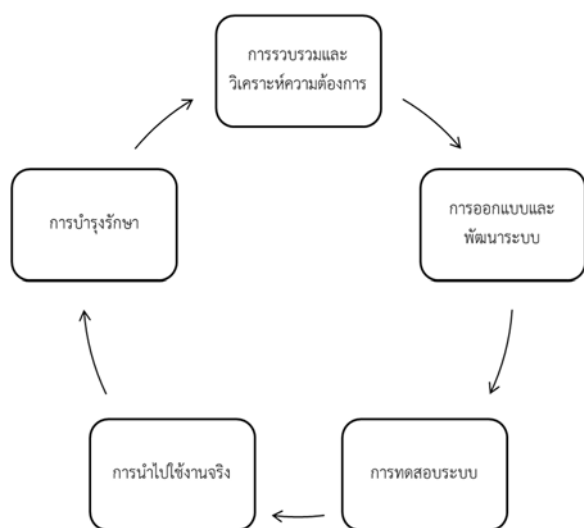
การทดสอบนี้มีเป้าหมายเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้ใช้งาน และประเมินว่าแดชบอร์ดสามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้ได้หรือไม่ ข้อเสนอแนะและผลการทดสอบที่ได้รับจะถูกนำไปใช้ปรับปรุงและพัฒนาระบบให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

4. การนำไปใช้งานจริง

หลังจากการทดสอบระบบและการแก้ไขปัญหาก็พบเรียบร้อยแล้ว แดชบอร์ดจึงถูกนำไปใช้งานในสภาพแวดล้อมจริง เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้

5. การบำรุงรักษา

ในขั้นตอนนี้ระบบได้รับการตรวจสอบ บำรุงรักษา และปรับปรุงแก้ไข รวมถึงพัฒนาตามข้อเสนอแนะของผู้ใช้งาน



รูปที่ 1 แผนภาพวงจรการพัฒนา (System Development Life Cycle: SDLC)

ผลการศึกษา

1. ผลการรวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการ

จากการศึกษาปัญหาและความต้องการจากเอกสารที่เกี่ยวข้องพบว่า การรายงานข้อมูลที่ไม่ครบถ้วน ซึ่งเกิดจากการที่ข้อมูลการรายงานโรคไม่ครอบคลุมสถานบริการบางประเภท ส่งผลให้มีการจัดลำดับพื้นที่เสี่ยงต่อการเกิดโรคไม่ถูกต้อง⁽¹⁰⁾ นอกจากนี้ยังพบว่า ความทันเวลาของการรายงานข้อมูลเป็นอีกหนึ่งข้อจำกัดที่สำคัญของระบบเฝ้าระวังโรค โดยข้อมูลการเฝ้าระวังจำเป็นต้องถูกรายงานอย่างทันเวลา เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อการระบาดของโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ^(11,12)

การทบทวนข้อมูลจากการศึกษาก่อนหน้า⁽¹³⁾ ซึ่งเป็นการศึกษาการใช้ประโยชน์ ปัญหา ความต้องการของผู้ใช้ระบบ รายงานเฝ้าระวังทางระบาดวิทยา (R506) ด้วยกระบวนการคิดเชิงออกแบบ (design thinking) โดยดำเนินการสัมภาษณ์บุคลากรที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วยกลุ่มผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ระบาดวิทยา และบุคลากรทางการแพทย์ พบการกล่าวถึงปัญหาความไม่ครอบคลุมของการรายงานข้อมูลโรค ส่งผลให้พื้นที่ที่มีความครอบคลุมในการรายงานสูงสุดเหมือนว่ามีกรวยสูงกว่าพื้นที่ที่ไม่ได้มีการรายงานข้อมูล ทำให้ผู้บริหารมีความคิดเห็นว่าการรายงานสถานการณ์โรคในปัจจุบันยังไม่สามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจเชิงนโยบายได้ นอกจากนี้ผู้บริหาร เจ้าหน้าที่ระบาดวิทยา และบุคลากรทางการแพทย์ ต้องการทราบคุณภาพของ

ข้อมูลในด้านความครอบคลุมของการรายงาน และความทันเวลา เพื่อให้สามารถตรวจสอบคุณภาพข้อมูลได้⁽¹³⁾

นอกจากนี้ตัวชี้วัดระดับความสำเร็จการใช้ประโยชน์ข้อมูลรายงานโรคจากระบบดิจิทัลเพื่อการเฝ้าระวังโรคทางระบาดวิทยา (Digital Disease Surveillance: DDS) ได้ถูกกำหนดอยู่ในตัวชี้วัดการรับรองและประเมินผลการปฏิบัติราชการประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 และหนึ่งในเกณฑ์การประเมินผล คือ จังหวัดที่สถานพยาบาลรายงานโรคในระบบดิจิทัลเพื่อการเฝ้าระวังโรคทางระบาดวิทยา (DDS) ทันเวลา⁽¹⁴⁾ ดังนั้นระบบติดตามการรายงานข้อมูลจึงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถช่วยให้ติดตามตัวชี้วัดนี้ได้

2. ผลการออกแบบและพัฒนา

2.1 ผลการออกแบบฐานข้อมูล

หลังจากที่ได้รวบรวมและวิเคราะห์ความต้องการ ทีมผู้พัฒนาจึงได้กำหนดตัวแปรที่จำเป็นต้องใช้ในการประมวลผลเพื่อติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาตามความต้องการของผู้ใช้ในการแสดงข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลจำแนกตามสถานพยาบาล ประเภทสถานพยาบาล พื้นที่ รวมถึงวันที่รายงาน วันที่วินิจฉัยโรค วันที่เริ่มรักษา และ ช่องทางการรายงาน โดยประกอบด้วยตัวแปรต่าง ๆ ได้แก่

รหัสสถานพยาบาล ใช้ในการระบุสถานพยาบาลที่ส่งข้อมูลเข้าระบบ เพื่อประเมินความครอบคลุมของสถานพยาบาลที่มีการรายงานข้อมูล

ชื่อสถานพยาบาล ใช้เพื่อแสดงรายชื่อสถานพยาบาลในแต่ละรหัสสถานพยาบาล

รหัสสถานพยาบาลที่กำลังรักษา ใช้ในกรณีที่สถานพยาบาลที่กำลังรักษาไม่สามารถรายงานข้อมูลได้ด้วยตนเอง และต้องให้สถานพยาบาลอื่นช่วยรายงานข้อมูลแทน

วันที่รายงานถูกส่งถึงระบบ DDS วันที่วินิจฉัยโรค และวันที่เข้ารับการรักษาที่สถานพยาบาล ใช้เพื่อคำนวณความทันเวลาในการรายงานข้อมูล

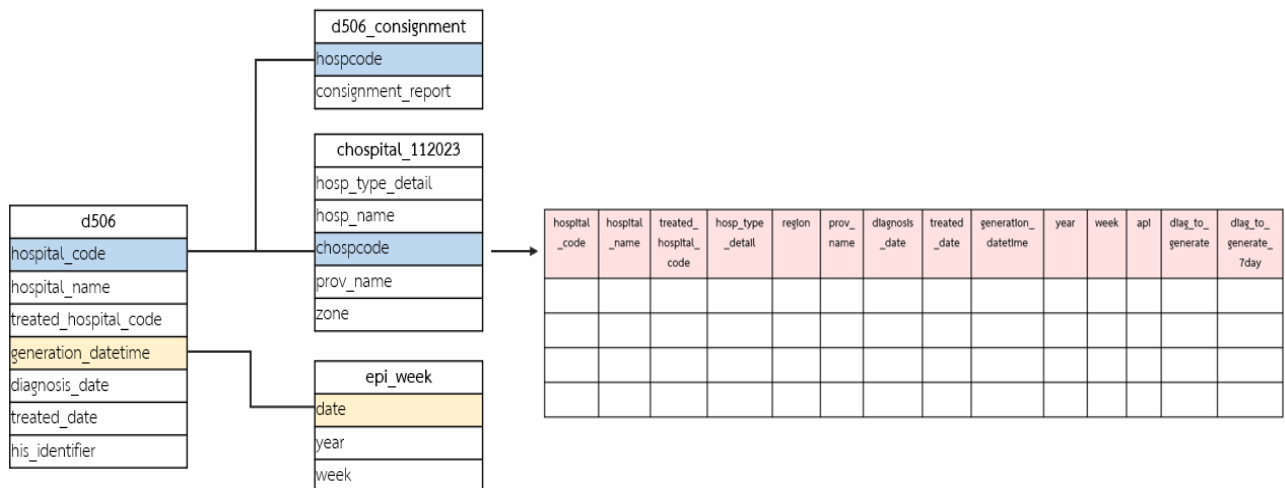
ประเภทสถานพยาบาล ใช้ในการจำแนกประเภทของสถานพยาบาล เช่น โรงพยาบาลศูนย์ โรงพยาบาลทั่วไป โรงพยาบาลเอกชน เป็นต้น

เขตสุขภาพและจังหวัด ใช้ในการระบุพื้นที่ของสถานพยาบาลที่มีการรายงานข้อมูล เพื่อการกำกับและติดตามการรายงาน

ปีและสัปดาห์ระบาด ใช้ในการติดตามการรายงานข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ

และช่องทางการรายงานข้อมูล ใช้เพื่อติดตามช่องทางในการรายงานข้อมูลที่อาจส่งผลกระทบต่อความทันเวลา

จากนั้นได้ออกแบบฐานข้อมูลให้เป็นในรูปแบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) โดยโครงสร้างของฐานข้อมูลประกอบด้วย 4 ตาราง ได้แก่ ตารางการรายงานข้อมูลจากฐาน DDS (d506) ตารางสถานพยาบาลที่มีการฝากส่งข้อมูล (d506_consignment) ตารางสถานพยาบาลทั้งหมด (chospital_112023) และตารางสัปดาห์ระบาด (epi_week) ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 แผนผังโครงสร้างฐานข้อมูลและตัวอย่างตารางที่ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูล

2.2 ผลการออกแบบและจัดทำกระบวนการประมวลผลข้อมูลแบบอัตโนมัติ

จากการดึงข้อมูลจากคลังข้อมูล (data warehouse) ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม–31 ธันวาคม 2566 พบผู้ป่วยที่ถูกรายงานในระบบ DDS จำนวน 496,099 ราย ทีมผู้พัฒนาจึงปรับโครงสร้างข้อมูลรายบุคคลให้เป็นข้อมูลรวม (aggregated data) ตามตัวแปรที่สนใจประกอบด้วย รหัสสถานพยาบาลที่ส่งข้อมูล ชื่อสถานพยาบาลที่ส่งข้อมูล รหัสสถานพยาบาลที่กำลังรักษา วันที่รายงานถูกส่งถึงระบบ DDS วันที่วินิจฉัยโรค วันที่เริ่มรักษา ประเภทสถานพยาบาล จังหวัด เขตสุขภาพ ปี สัปดาห์ระบาด และช่องทางการรายงานข้อมูล ดังรูปที่ 1 โดยได้จัดกลุ่มข้อมูลจากตัวแปร รหัสสถานพยาบาลที่ส่งข้อมูล ปี และสัปดาห์ระบาด ทีมผู้พัฒนาได้ทำความสะอาดข้อมูลดังนี้ 1) หากสถานพยาบาล A ฝากสถานพยาบาล B ส่งข้อมูล ได้ดำเนินการเขียนคำสั่งให้นำรหัสสถานพยาบาล A มาแทนที่รหัสสถานพยาบาล B 2) หาก

วันที่วินิจฉัยโรคเป็นค่าว่าง ให้ใช้วันแรกที่เข้ารับการรักษาที่สถานพยาบาล แทน 3) การเลือกประเภทและชื่อสถานพยาบาล มีการใช้ “and” และ “or” ระหว่างเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อจัดการข้อมูล 4) ปรับแก้รูปแบบของข้อความในคอลัมน์ชื่อสถานพยาบาล เพื่อให้เป็นไปตามรูปแบบที่ต้องการ โดยการประมวลผลข้อมูลถูกทำให้เป็นขั้นตอนแบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรม Apache Airflow ซึ่งจะทำการประมวลผลข้อมูลและอัปเดตข้อมูลขึ้นไปไว้บน Tableau Server ผ่านทาง Tableau Server Application Programming Interface ทุก 1 ชั่วโมง

2.3 ผลการออกแบบและจัดทำแดชบอร์ด

ดำเนินการร่างรูปแบบแดชบอร์ดในโปรแกรม Microsoft PowerPoint เมื่อได้รูปแบบที่ร่างไว้แล้วจึงนำไปจัดทำแดชบอร์ดโดยใช้โปรแกรม Tableau เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลที่ถูกตั้งค่าไว้ให้อัพเดทข้อมูลอัตโนมัติทุก 1 ชั่วโมง

ส่วนแรกของแดชบอร์ด (3a) ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อตอบโจทย์ความต้องการในด้านความครอบคลุมของสถานพยาบาลที่มีการรายงานข้อมูล โดยมีการแสดงตัวเลขจำนวนสถานพยาบาลที่รายงานข้อมูล และจำนวนสถานพยาบาลทั้งหมดที่ขึ้นทะเบียนในระบบ DDS รวมถึงแสดงร้อยละความครอบคลุมของการรายงาน นอกจากนี้ยังมีการแสดงจำนวนรายงานทั้งหมดที่ถูกรายงานเข้ามาในระบบ DDS และจำนวนรายงานที่ทันเวลา

นอกจากนี้ตัวชี้วัดการรับรองและการประเมินผลการปฏิบัติราชการ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 ได้มีการกำหนดเป้าหมายให้จังหวัดที่สถานพยาบาลรายงานโรคในระบบดิจิทัลเพื่อการเฝ้าระวังโรคทางระบาดวิทยา (DDS) ทันเวลา⁽¹¹⁾ จึงได้มีการออกแบบแดชบอร์ดในส่วนที่ 2 (3b) เพื่อใช้ประโยชน์ในการติดตามค่าร้อยละของสถานพยาบาลที่รายงานข้อมูลได้ทันเวลาในแต่ละจังหวัด โดยสัปดาห์ที่แสดงเป็น สีเขียว หมายถึง ในสัปดาห์นั้นจังหวัดมีค่าร้อยละของสถานพยาบาลที่รายงานข้อมูลได้ทันเวลามากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 70 สีเหลือง หมายถึง ค่าร้อยละของสถานพยาบาลอยู่ระหว่าง 50-69 และสีแดง หมายถึง ค่าร้อยละของสถานพยาบาลน้อยกว่าร้อยละ 50

ส่วนที่ 3 ของแดชบอร์ด (3c) ถูกออกแบบขึ้นมาเพื่อแสดงการส่งข้อมูลรายสถานพยาบาลในแต่ละสัปดาห์ สามารถใช้ติดตามความทันเวลาและความสม่ำเสมอของการส่งรายงานได้ โดยสัปดาห์ที่เป็นสัญลักษณ์ สีเขียว สีเหลือง สีแดง มีความหมายดังนี้

สีเขียว หมายถึง สถานพยาบาลแห่งนั้นมีการส่งข้อมูลได้ทันเวลาภายใน 7 วัน มากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ 80 จากรายงานที่สถานพยาบาลแห่งนั้นส่งมาทั้งหมดในสัปดาห์นั้น

สีเหลือง หมายถึง สถานพยาบาลแห่งนั้นมีการส่งข้อมูลได้ทันเวลาภายใน 7 วัน น้อยกว่าร้อยละ 80 จากรายงานที่สถานพยาบาลแห่งนั้นส่งมาทั้งหมดในสัปดาห์นั้น

สีแดง หมายถึง สถานพยาบาลไม่มีการรายงานข้อมูลเข้าสู่ระบบในสัปดาห์นั้น

3. ผลการทดสอบระบบ

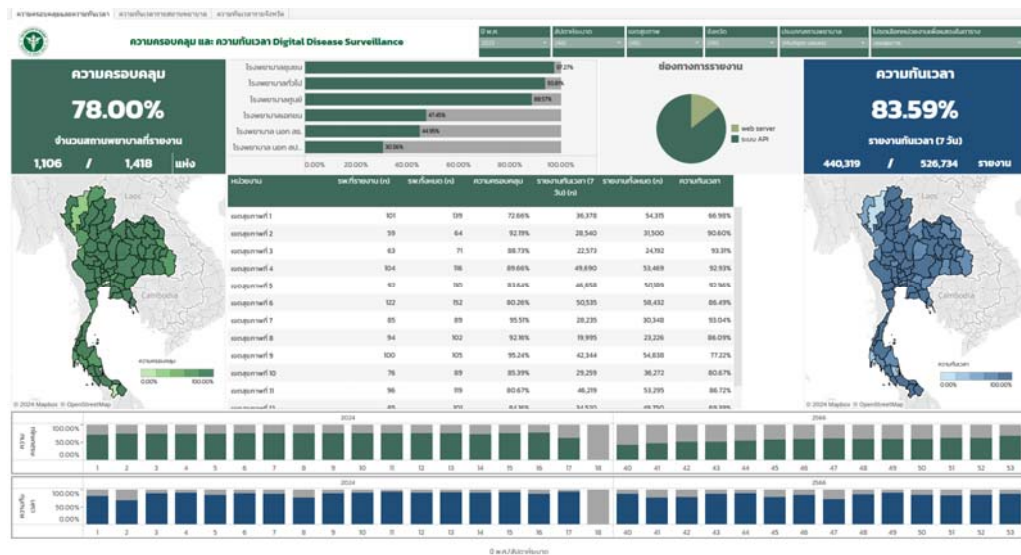
การทดสอบระบบเป็นขั้นตอนสำคัญในกระบวนการพัฒนาระบบ ซึ่งจะช่วยให้การตรวจสอบและแก้ไขข้อผิดพลาดหรือปัญหาต่าง ๆ ก่อนที่จะมีผลกระทบต่อผู้ใช้งานเมื่อระบบถูกเปิดให้ใช้งานจริง การทดสอบช่วยให้ทีมพัฒนาสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบทุกด้าน เพื่อให้สามารถตอบโจทย์ความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ผลการทดสอบการใช้แดชบอร์ด จากผู้ใช้งานจริงจำนวน 24 ท่าน สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

4. การนำไปใช้จริง

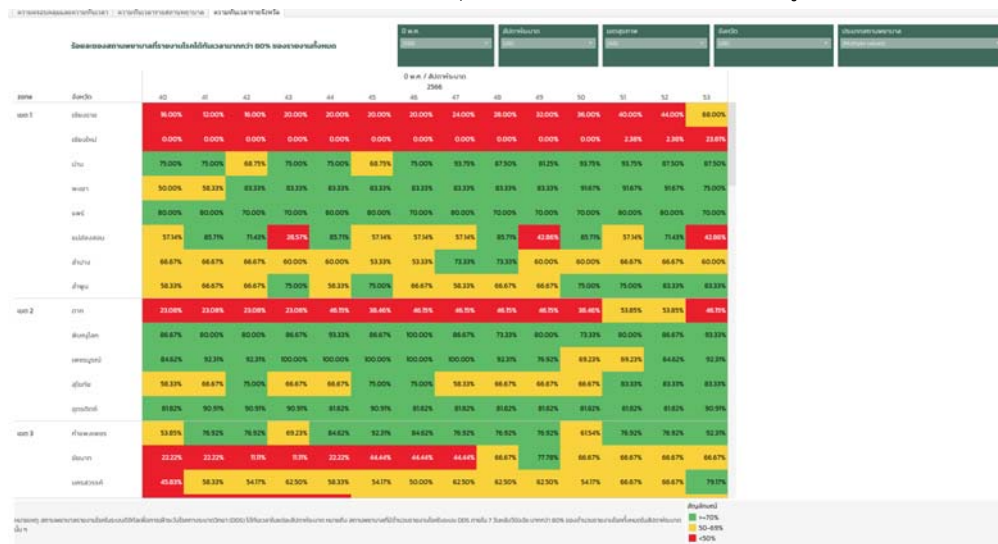
แดชบอร์ดสำหรับติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาของการรายงานในระบบ DDS ได้ถูกนำไปใช้งานจริง และสามารถเข้าถึงได้ที่ <https://shorturl-ddc.moph.go.th/oBLJV>

ตารางที่ 1 สรุปข้อจำกัดและแนวทางการแก้ไข

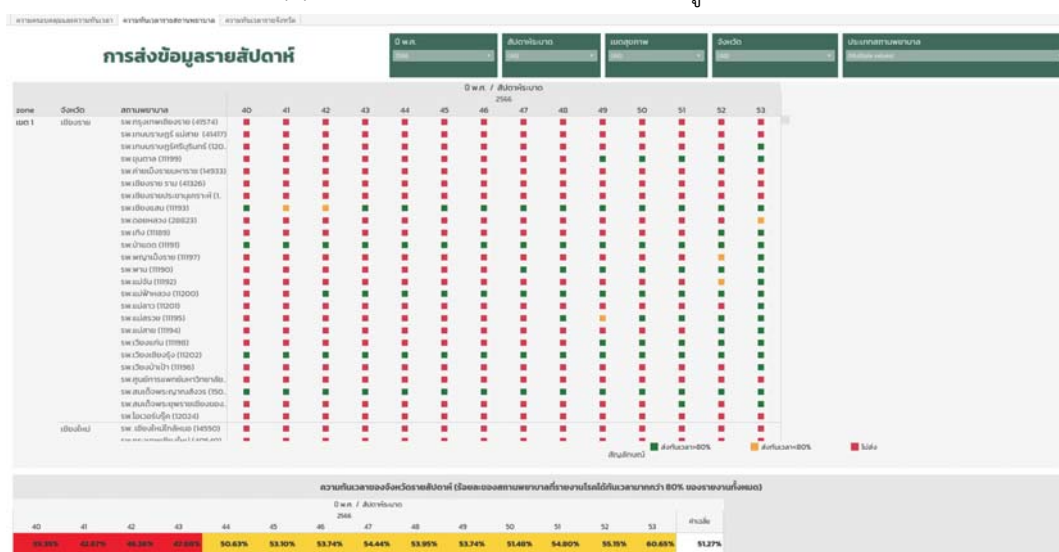
ข้อจำกัด	การแก้ไข
1. วิธีการเปลี่ยนข้อมูลในตาราง จากระดับเขตสุขภาพไปเป็น ระดับจังหวัด/สถานพยาบาลไม่พบ	ตำแหน่งการวางตัวเลือกที่ใช้สำหรับเลือกหน่วยงานเพื่อแสดงในตาราง จากเดิมที่อยู่ด้านบน ห่างไกลจากตาราง เปลี่ยนเป็นรูปแบบการเลือกหน่วยงานที่แสดงในตารางโดยการทำเป็นลำดับชั้น (hierarchy) พร้อมคำอธิบายวิธีการเลือกในบริเวณที่ใกล้กับตาราง
2. ไม่สามารถเปลี่ยนให้ทั้งหน้าแดชบอร์ดให้แสดงข้อมูลเป็นรายสถานพยาบาล	เพิ่มตัวกรองรายชื่อสถานพยาบาลให้สามารถเลือกดูเฉพาะสถานพยาบาลที่ต้องการได้
3. ขนาดตัวอักษรและสีของเมนูสำหรับเลือกหน้ามองเห็นไม่ชัดเจน	ปรับขนาดตัวอักษรให้ใหญ่ขึ้น (จากเดิม 9 ปรับเป็น 12) และเปลี่ยนสี ให้สามารถมองเห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น
4. สีของตัวกรองไม่ชัดเจน	เปลี่ยนสีตัวอักษรของตัวกรองให้มีความแตกต่างกับสีของพื้นหลังมากขึ้น



(a) ภาพรวมความครอบคลุมและความทันเวลาของการส่งข้อมูล



(b) ร้อยละของสถานพยาบาลที่รายงานข้อมูลทันเวลา



(c) การรายงานข้อมูลรายสถานพยาบาล

รูปที่ 3 แดชบอร์ดสำหรับใช้ติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาของการรายงาน

5. การบำรุงรักษา

หลังจากแดชบอร์ดได้ถูกนำไปใช้จริง ผู้ใช้งานพบว่า มีข้อจำกัดสำคัญในการติดตามข้อมูล เนื่องจากไม่สามารถตรวจสอบได้ว่าไม่มีข้อมูลที่ต้องรายงานหรือไม่มีการรายงานข้อมูล ทางทีมผู้พัฒนาระบบจึงได้ดำเนินการเพิ่มตารางสถานพยาบาลที่มีการรายงานข้อมูลว่าไม่มีรายงานที่ต้องส่งในสัปดาห์นั้น (no case notification) ซึ่งจะช่วยให้สามารถทราบได้ว่าสถานพยาบาลที่กดส่ง no case notification ไม่มีข้อมูลผู้ป่วยที่ต้องรายงานในสัปดาห์นั้น เข้าไปในฐานข้อมูล และเชื่อมต่อตารางนี้เข้ากับตารางข้อมูลอื่น ๆ ที่มีอยู่เดิม เพื่อใช้ในการแสดงผลในหน้าแดชบอร์ดต่อไป นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงระบบในด้านการอัปเดตข้อมูลจากเดิมอัปเดตทุก 1 ชั่วโมง เป็นการอัปเดตทุก 6 ชั่วโมง เพื่อให้ระบบการประมวลผลสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อภิปรายผลการศึกษา

การมีข้อมูลที่มีความครอบคลุมและทันเวลาถือเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้ระบบ DDS เป็นเครื่องมือเฝ้าระวังโรคที่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากข้อมูลที่มีความครอบคลุมของการรายงานจะแสดงถึงภาพรวมของสถานการณ์โรคและช่วยให้สามารถวิเคราะห์สถานการณ์นำไปสู่การตัดสินใจที่ถูกต้อง ขณะที่ข้อมูลที่มีความทันเวลาจะแสดงถึงการที่ข้อมูลถูกส่งไปยังฐานข้อมูลหลักในเวลาที่เหมาะสมและทันทั่วทั้งที่ ช่วยให้ผู้บริหารสามารถใช้ข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการควบคุมโรคได้อย่างทันทั่วทั้งที่

ข้อมูลที่ได้จากการศึกษาพบว่าข้อจำกัดด้านความครอบคลุมของการรายงานข้อมูลอาจส่งผลให้ระบุความเสี่ยงผิดพลาดได้และไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการตัดสินใจเชิงนโยบายได้อย่างมีประสิทธิภาพ⁽¹⁰⁾ นอกจากนี้ยังพบข้อจำกัดด้านความทันเวลาในการรายงานข้อมูล ซึ่งอาจส่งผลต่อการวิเคราะห์สถานการณ์และการตอบสนองต่อเหตุการณ์ระบาด ทั้งนี้หากข้อมูลจากระบบเฝ้าระวังมีประสิทธิภาพจะมีประโยชน์ในการกำหนดด้านทรัพยากรและประเมินโครงการต่าง ๆ⁽¹⁵⁾ การตรวจสอบคุณภาพข้อมูลทั้งด้านความครอบคลุมและความทันเวลาจึงเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้สามารถใช้ข้อมูลได้อย่างถูกต้อง

การพัฒนาระบบในการศึกษานี้ใช้แนวทาง Software Development Life Cycle (SDLC) โดยรวบรวมข้อจำกัดและความต้องการด้านคุณภาพข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และการศึกษาก่อนหน้าจากผู้ใช้งานจริง การให้ผู้ใช้งานมีส่วนร่วมในการออกแบบและพัฒนาระบบช่วยให้มั่นใจว่าระบบจะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ⁽¹⁶⁾ นอกจากนี้การรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานหลังการใช้งานจริง จะช่วยให้สามารถปรับปรุงและพัฒนาระบบต่อไปได้

การออกแบบฐานข้อมูลใช้ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (relational database) ซึ่งช่วยจัดการข้อมูลอย่างเป็นระบบ ลดความซ้ำซ้อนและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียกใช้ข้อมูล⁽¹⁷⁾ ตัวอย่างเช่น ตารางการรายงานข้อมูลจากระบบ DDS สามารถเชื่อมโยงกับตารางสถานพยาบาลทำให้ลดการเก็บข้อมูลที่ซ้ำซ้อน เช่น การเก็บรายละเอียดของสถานพยาบาลในทุกครั้งที่มีการรายงานโรค ทำให้ลดพื้นที่การจัดเก็บข้อมูลได้ นอกจากนี้ หากมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล เช่น การเปลี่ยนประเภทสถานพยาบาล สามารถปรับปรุงข้อมูลได้โดยง่าย โดยการแก้ไขเพียงครั้งเดียวในตารางสถานพยาบาล แทนการแก้ไขข้อมูลในหลายตาราง

การพัฒนาแดชบอร์ดและการทำงานร่วมกันของระบบการจัดการข้อมูล เช่นการใช้ภาษา SQL และ Python ในการทำความสะอาดและจัดเตรียมข้อมูล (data manipulation) และการสร้างประมวลผลข้อมูลเป็นขั้นตอนแบบอัตโนมัติ (data pipeline automation) ช่วยลดข้อผิดพลาดและเพิ่มประสิทธิภาพของข้อมูล โดยลดความซ้ำซ้อนในการอัปเดตข้อมูล ความครอบคลุมและความทันเวลาในแต่ละช่วงเวลา พร้อมทั้งทำให้ข้อมูลมีความใกล้เคียงกับเวลาปัจจุบัน (near real-time) โดยข้อมูลจะได้รับการอัปเดตตามช่วงเวลาที่กำหนด นอกจากนี้ยังช่วยลดภาระงานของบุคลากรและทำให้สามารถใช้ข้อมูลได้อย่างรวดเร็ว^(18,19) แดชบอร์ดที่พัฒนาขึ้นมานี้ ทุกคนสามารถติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาของทุกหน่วยงานได้ตลอดเวลาและข้อมูลใกล้เคียงกับปัจจุบันซึ่งแตกต่างจากระบบดั้งเดิมที่จะเห็นเฉพาะหน่วยงานตนเอง หรือเห็นข้อมูลของความครอบคลุมความทันเวลาของหน่วยงานอื่นจากการสรุปรายงานการเฝ้าระวังประจำปีเท่านั้น

แดชบอร์ดเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถเข้าถึงข้อมูลและตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาของข้อมูลในหลายระดับ ตั้งแต่ระดับประเทศ เขตสุขภาพ จังหวัด อำเภอ ไปจนถึงสถานพยาบาล ซึ่งช่วยให้หน่วยงานที่ไม่มีระบบแดชบอร์ดของตนเองสามารถใช้ข้อมูลนี้เพื่อตรวจสอบคุณภาพข้อมูลได้⁽²⁰⁾

การบำรุงรักษาระบบและการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้⁽⁹⁾ หลังจากนำแดชบอร์ดติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาไปใช้งานจริง พบว่ามีข้อจำกัดเกี่ยวกับการแยกระหว่างการไม่มีผู้ป่วยที่ต้องรายงานกับการไม่รายงานผู้ป่วยหนึ่งในแนวทางการปรับปรุงที่สำคัญ คือ การเพิ่มการแสดงผลรายงาน no case notification เพื่อให้สามารถระบุได้ว่าไม่มีรายงานผู้ป่วยเนื่องจากไม่มีผู้ป่วยจริงหรือเกิดจากการขาดการรายงาน ซึ่งช่วยให้ข้อมูลมีความถูกต้องและชัดเจนมากขึ้นว่าภายในช่วงเวลานั้นไม่มีการเกิดโรคขึ้น⁽²¹⁾

การแก้ไขปัญหาคอนคุณภาพข้อมูล เช่น ความครอบคลุมและความทันเวลา เป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากข้อมูลที่ขาดคุณภาพอาจส่งผลต่อการตัดสินใจและการดำเนินมาตรการเฝ้าระวัง การนำเทคโนโลยีมาใช้ในระบบเฝ้าระวังช่วยให้สามารถตรวจสอบคุณภาพข้อมูลได้ง่ายขึ้นและปรับปรุงความถูกต้องของข้อมูล ซึ่งช่วยให้การวิเคราะห์ข้อมูลและการวางแผนรับมือกับการระบาดเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ⁽²²⁾

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเครื่องมือที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยติดตามความครอบคลุมของสถานพยาบาลที่รายงานข้อมูลและความทันเวลาของการรายงานข้อมูล ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาระบบเฝ้าระวัง อย่างไรก็ตาม การประเมินความไว (sensitivity) ของการรายงานผู้ป่วยเพื่อหาสัดส่วนของการรายงานเข้าสู่ระบบเป็นส่วนสำคัญที่ควรเพิ่มเติมเพื่อให้การประเมินคุณภาพข้อมูลมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะทางสาธารณสุข

ในการนำข้อมูลไปใช้ในการวิเคราะห์สถานการณ์โรค คุณภาพของข้อมูลเป็นปัจจัยที่จำเป็นต้องพิจารณาก่อนที่จะทำการวิเคราะห์สถานการณ์ เพื่อเตรียมการตอบโต้หรือกำหนด

นโยบายต่าง ๆ หากข้อมูลไม่มีความครอบคลุมหรือมีความล่าช้า อาจส่งผลให้การวิเคราะห์สถานการณ์ไม่ถูกต้องและทำให้เกิดการวางแผนที่ไม่มีประสิทธิภาพได้ เพื่อพัฒนาระบบติดตามคุณภาพข้อมูล ทีมผู้พัฒนาควรศึกษาและทำความเข้าใจความต้องการของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย เพื่อให้สามารถออกแบบและพัฒนาระบบที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ หลังจากที่ระบบถูกนำไปใช้ ควรมีการรับฟังความคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากผู้ใช้งานอย่างสม่ำเสมอ เพื่อทำการปรับปรุงและพัฒนาระบบให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งจะช่วยทำให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปผลการศึกษา

คุณภาพข้อมูลเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการวิเคราะห์สถานการณ์และการตัดสินใจเชิงนโยบาย ระบบติดตามคุณภาพข้อมูลในระบบ DDS จะช่วยให้ทราบคุณภาพข้อมูลที่จะถูกนำไปใช้วิเคราะห์สถานการณ์

การนำเสนอข้อมูลผ่านแดชบอร์ดช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามคุณภาพข้อมูลได้ในหลายระดับทั้งระดับประเทศ เขตสุขภาพ จังหวัด อำเภอ และสถานพยาบาล นอกจากนี้ระบบการแสดงผลข้อมูล no case notification ยังเพิ่มความชัดเจนในการรายงานข้อมูลในกรณีที่ไม่มีผู้ป่วย

การสร้างแดชบอร์ดที่สามารถติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาในการรายงานข้อมูลนี้จะช่วยส่งเสริมระบบเฝ้าระวังให้มีประสิทธิภาพ เนื่องจากช่วยให้เห็นคุณภาพข้อมูลเพื่อนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงคุณภาพข้อมูลในระบบ DDS ได้อย่างต่อเนื่อง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่จากกลุ่มสารสนเทศทางระบาดวิทยาที่ให้ความช่วยเหลือในการพัฒนาระบบ เจ้าหน้าที่จากสำนักงานป้องกันควบคุมโรค สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขอำเภอ โรงพยาบาล และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ที่ได้ร่วมทดสอบระบบและให้ข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบติดตามความครอบคลุมและความทันเวลาของการรายงานข้อมูล

Reference

1. Ministry of Public Health, Thailand. Epidemiological operations manual [Internet]. 1999 [cited 2023 SEP 27]. Available from: https://1drv.ms/b/s!AmMqef08AJFc_TT06CCc4J7E3scs?e=QwLHqR (in Thai)
2. Communicable Disease Act, B.E. 2558 (A.D. 2015). Published in the Government Gazette Vol. 132, Part 86a, Page 26-44, dated 8th September B.E. 2558 (2015). Available from: <https://ddc.moph.go.th/uploads/ckeditor2/files/พระราชบัญญัติโรคติดต่อ พ.ศ. 2558.pdf> (in Thai)
3. Notification of the Ministry of Public Health [TH] RE: Designation and main symptoms of communicable diseases under surveillance B.E. 2562 (2019). Published in the Government Gazette Vol. 137, Part 20d, Page 2-10, dated 27 January B.E. 2563 (2020). Available from: <https://ddc.moph.go.th/uploads/files/9320200128083444.PDF> (in Thai)
4. Notification of the Ministry of Public Health [TH]. RE: Designation and main symptoms of communicable diseases under surveillance (Issue 2) B.E. 2565 (2022). Published in the Government Gazette Vol. 139, Part 163d, Page 4, dated 8 July B.E. 2565 (2022). Available from: <https://ddc.moph.go.th/uploads/files/15020220718031723.PDF> (in Thai)
5. Notification of the Ministry of Public Health [TH]. RE: Designation and main symptoms of communicable diseases under surveillance (Issue 3) B.E. 2565 (2022). Published in the Government Gazette Vol. 139, Part 223d, Page 2, dated 20 September B.E. 2565 (2022). Available from: <https://ddc.moph.go.th/uploads/files/15720220926033413.PDF> (in Thai)
6. Notification of the Ministry of Public Health [TH]. RE: Criteria and methods for reporting dangerous communicable diseases, communicable diseases under surveillance, or epidemic diseases, B.E. 2560 (2017). Published in the Government Gazette Vol. 134, Part 316d, Page 3-6, dated 21 December B.E. 2560 (2017). Available from: https://ddc.moph.go.th/uploads/ckeditor/c74d97b01eae257e44aa9d5bade97baf/files/003_7gcd.PDF (in Thai)
7. Department of Disease Control [TH], Division of Epidemiology. Disease surveillance reporting system 506 [Internet]. [cited 2023 Sep 27]. Available from: <http://doe.moph.go.th/surdata/index.php> (in Thai)
8. Department of Disease Control (TH), Division of Epidemiology. Digital Disease Surveillance reporting manual for communicable diseases under the Communicable Disease Act B.E. 2558 [Internet]. [cited 2023 Sep 27]. Available from: https://drive.google.com/file/d/1qBUFjml2MB1EdCdsbdpt_S4WmwpAnA5m/view (in Thai)
9. GeeksforGeeks. System development life cycle [Internet]. 2024 [cited 2024 Sep 8]. Available from: <https://www.geeksforgeeks.org/system-development-life-cycle/>
10. Mubayi A, Castillo-Chavez C, Chowell G, Kribs-Zaleta C, Ali Siddiqui N, Kumar N, et al. Transmission dynamics and underreporting of Kala-azar in the Indian state of Bihar. J Theor Biol. 2010;262(1):177-85. DOI: 10.1016/j.jtbi.2009.09.012
11. Adokiya MN, Awoonor-Williams JK, Beiersmann C, Müller O. Evaluation of the reporting completeness and timeliness of the integrated disease surveillance and response system in northern Ghana. Ghana Med J. 2016;50(1):3-8. doi:10.4314/gmj.v50i1.1
12. Ibrahim NK. Epidemiologic surveillance for controlling Covid-19 pandemic: types, challenges and implications. J Infect Public Health. 2020; 13(11):1630-38.

13. Malaikham J, Suriya S, Prommongkhon J, Wongsuwanphon S, Wongsanuphat S. Development of innovations for analyzing surveillance situations of communicable diseases in Thailand using the design thinking process. WESR [Internet]. 2025 [cited 2025 Mar 31];56(3):e3571. Available from: <https://he05.tci-thaijo.org/index.php/WESR/article/view/3571> (in Thai)
14. Ministry of Public Health [TH], Office of the Permanent Secretary. Performance Agreement (PA) manual for ministry of public health executives, fiscal year 2024 [Internet]. [cited 2024 Jul 5]. Available from: <https://drive.google.com/file/d/1Hbed2L9VogW62m4SPj5Zvsl708mEhjyc/view?usp=sharing> (in Thai)
15. Nsubuga P, White ME, Thacker SB, Anderson MA, Blount SB, Broome CV, et al. Chapter 53 Public health surveillance: A tool for targeting and monitoring interventions. In: Jamison DT, Breman JG, Measham AR, Alleyne G, Claeson M, Evans DB, et al, editors. Disease Control Priorities in Developing Countries. 2nd edition. Washington (DC): The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank; 2006. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK11770/>
16. Singletary V, Baker EL. Building Informatics-Savvy Health Departments: the systems development life cycle. J Public Health Manag Pract. 2019;25(6):610-1.
17. Monster Connect. Relational database [Internet]. [cited 2024 Sep 8]. Available from: <https://monsterconnect.co.th/relational-database/>
18. Munappy AR, Bosch J, Olsson HH. Data pipeline management in practice: challenges and opportunities. In: Morisio M, Torchiano M, Jedlitschka A, editors. Product-Focused Software Process Improvement. PROFES 2020. pp 168–84. DOI: 10.1007/978-3-030-64148-1_11
19. Stadler, J. G., Donlon, K., Siewert, J. D., Franken, T., & Lewis, N. E. Improving the efficiency and ease of healthcare analysis through use of data visualization dashboards. Big data. 2016;4(2):129–35. DOI: 10.1089/big.2015.0059
20. Vahedi A, Moghaddasi H, Asadi F, Hosseini AS, Nazemi E. Applications, features and key indicators for the development of Covid-19 dashboards: A systematic review study. Informatics in Medicine Unlocked. 2022; 30: 100910. DOI: 10.1016/j.imu.2022.100910
21. Chow A, Leo YS. Surveillance of Disease: Overview. International Encyclopedia of Public Health. 2017:124–38. DOI: 10.1016/B978-0-12-803678-5.00439-2. Epub 2016 Oct 24. PMCID: PMC7149774.
22. Simba, Daudi & Mwangi, Mughwira. Application of ICT in strengthening health information systems in developing countries in the wake of globalisation. African health sciences. 2005; 4: 194-8.