

**การลดความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการ
ตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก**
**Reduction Waste from the waiting in the supply chain of laboratory
diagnostic procedures in clinical chemistry**

ประภาพรณ ศรีมันตะ¹ และ ปณัฏพร เรืองเชิงชุม²

Prapaphan Srimunta and Panutporn Ruangchoengchum

Received : August 01, 2018

Revised : August 28, 2018

Accepted : May 10, 2019

บทคัดย่อ

ความสูญเปล่าจากการรอคอยส่งผลให้การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกมีความล่าช้า ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสูญเปล่าและสาเหตุของความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกภายใต้ระบบ IDEF และ MOPH 4.0 เพื่อเสนอแนวทางการลดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นโดยศึกษาจากกรณีของกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งมีผู้ให้ข้อมูลหลักที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานในงานเทคนิคการแพทย์ จำนวน 15 คน ผลการศึกษาพบว่าจากการใช้เครื่องมือ IDEF และ MOPH 4.0 มาวิเคราะห์พบความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย 2 กิจกรรม คือ รอพิมพ์ผลการตรวจและรอมารับผลการตรวจ และนำแนวคิด How-How decision วิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเปล่าพบสาเหตุทั้งหมด 7 สาเหตุ นำเอาหลักการ ECRS และ MOPH 4.0 มาช่วยเสนอแนวทางการลดความสูญเปล่าจากการรอคอย โดยการตัดกิจกรรมที่ไม่มีคุณค่าออกและนำเอาโปรแกรมซอฟต์แวร์มาช่วยทำให้ระบบการรายงานผลการตรวจง่ายและสะดวกรวดเร็วขึ้น ส่งผลให้สามารถลดขั้นตอนของกิจกรรมต่างๆ ในกระบวนการจาก 10 กิจกรรมเหลือเพียง 8 กิจกรรม เวลาที่ใช้ทั้งหมด เดิมคือ 70 นาที เหลือ 41 นาที และคาดว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 20,290 บาทต่อปี

คำสำคัญ : ความสูญเปล่าที่เกิดจากการรอคอย โซ่อุปทาน กระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก ระบบ IDEF สารานุกรม 4.0

ABSTRACT

Wastage from the waiting period resulted in delaying Clinical chemistry Laboratory. The purposes of this study were to investigate the wastage and the causes of supply-side wastage in the supply chain of clinical chemistry laboratory analyzing process under IDEF and MOPH 4.0, and to find guideline for waste reduction : a case studies of department of

¹ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิทยาลัยบัณฑิตศึกษากิจการมหาวิทยาลัยขอนแก่น E-mail : prapaphan2302@gmail.com

² ดร.อาจารย์ที่ปรึกษา หลักสูตรบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต วิทยาลัยบัณฑิตศึกษากิจการ มหาวิทยาลัยขอนแก่น Corresponding author, E-mail : rpanut@kku.ac.th

medical technology at Namphong Hospital, Khonkaen. The main informants were 15 staff from related work task. The results of the study showed the wastes caused by two waiting activities; waiting for the result printing, and waiting to get the results. By applying How-How decision tool to analyze cause of wasting, seven causes were found. In order to cut down ineffective activities ECRS and MOPH 4.0 were applied, and used software programs to make the reporting system easier and faster. As a result, the process was reduced from 10 activities to 8 activities. The total time reduced from 70 minutes to 41 minutes, and the cost was expected to be reduced to 20,290 Baht per year.

Keywords :

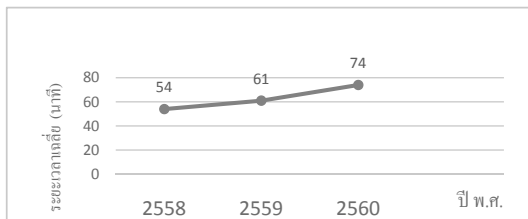
Waste, Waiting, Supply Chain, Clinical chemistry Laboratory, IDEF, MOPH 4.0

บทนำ

ในปัจจุบันกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกนับว่ามีความสำคัญต่อการช่วยวินิจฉัยโรค รวมถึงการควบคุมและติดตามการทำงานที่ผิดปกติของอวัยวะต่างๆ หรือปริมาณสารเคมีชนิดต่างๆ ที่เข้าสู่ร่างกาย ตลอดจนอัตราเสี่ยงของการเกิดโรค (สภาเทคนิคการแพทย์, 2560) กระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกจึงต้องคำนึงถึงผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องแม่นยำและรวดเร็วเพื่อสามารถตอบสนองต่อผู้มาใช้บริการของทางโรงพยาบาลได้ทันตามที่กำหนด โดยเฉพาะผู้ที่อยู่ในภาวะฉุกเฉินของโรงพยาบาลน้ำพอง จังหวัดขอนแก่นที่มีจำนวนเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังจะเห็นได้จากปี 2559 ถึงปี 2560 มีจำนวนผู้ที่อยู่ในภาวะฉุกเฉินเพิ่มขึ้นจาก 3,603 ราย เป็น 4,320 รายหรือเพิ่มขึ้นถึงร้อยละ 19.90 (กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลน้ำพอง, 2560) ดังนั้น ที่ผ่านมาผู้บริหารจึงต้องพัฒนากระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกให้ได้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีความถูกต้องแม่นยำ เชื่อถือได้และรวดเร็ว โดยผ่านการรับรองมาตรฐานคุณภาพทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

(Laboratory Accreditation, LA) เพื่อยืนยันความถูกต้องแม่นยำและเชื่อถือได้ของวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Validated method) และการเลือกใช้เครื่องมือวัดที่ผ่านการสอบเทียบ (Calibrated equipment) นอกจากนี้ ยังต้องพัฒนาการใช้เทคโนโลยีหรือนวัตกรรมในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกให้มีความรวดเร็วตามนโยบายของกระทรวงสาธารณสุขไทย 4.0 (MOPH 4.0) ที่จะผลักดันให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางสุขภาพระดับนานาชาติ (Medical Hub) ของอาเซียนได้ต่อไป (กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข, 2560)

อย่างไรก็ตาม จากรายงานของกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์โรงพยาบาลน้ำพอง (2561) ระหว่างปี 2558 ถึง ปี 2560 พบว่า ระยะเวลารอคอย (Waiting time) ในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกโดยเฉลี่ยได้ใช้ระยะเวลามากกว่า 54 นาทีต่อรายซึ่งไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ (ไม่เกิน 30 นาทีต่อราย) ส่งผลทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก (ดังภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก ที่มา : กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น, 2560

จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า ส่วนใหญ่ได้ศึกษาถึงความล่าช้าในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่ประเด็นความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยและการนำแนวคิดลีนมาประยุกต์เพื่อช่วยในการปรับปรุงระบบการปฏิบัติงาน (อุไรวรรณ วรรณศิริ, 2559) นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Richard J.Holden (2011) โดยการนำแนวคิดลีนมาปรับปรุงระบบการบริการในแผนกฉุกเฉินของโรงพยาบาล 15 แห่งในสหรัฐอเมริกา ออสเตรเลียและแคนาดา พบว่าสามารถช่วยลดระยะเวลาการรอคอยการรับบริการในแผนกฉุกเฉินได้และยังช่วยจัดระบบการให้บริการมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นและยังมีการศึกษาวิจัยของ (Benjamin A White et.al, 2015) นำแนวคิดแบบลีน มาประยุกต์ใช้เพื่อลดระยะเวลาการรอคอย (Turnaround time) ในการตรวจทางห้องปฏิบัติการ สำหรับกรณีผู้มารับบริการประเภทฉุกเฉิน โดยการตรวจวิเคราะห์ที่ลดระยะเวลาได้มากที่สุดคือ จาก 86 นาที เหลือเพียง 53 นาที อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนได้ถึง 62,400 ดอลลาร์รวมทั้งส่งผลให้การรักษาสภาพสามารถดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น แต่ส่วนน้อยยังไม่ได้ศึกษาถึงการลดความสูญเสียที่เกิดจากความล่าช้าในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกภายใต้ระบบ Integration Definition for Function Modeling (IDF) และ MOPH 4.0

ด้วยเหตุนี้ ผู้ศึกษาจึงมุ่งศึกษาถึงประเด็นดังกล่าว โดยใช้กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์โรงพยาบาลน้ำพอง จังหวัดขอนแก่นซึ่งเป็นโรงพยาบาลระดับชุมชนเป็นกรณีศึกษาบทความนี้จึงได้กำหนดองค์ประกอบของบทความตั้งแต่วัตถุประสงค์ ทบทวนวรรณกรรม วิธีดำเนินการวิจัยสรุปผลการวิจัยและการอภิปรายผล โดยตอนท้ายบทความ ผู้วิจัยจะให้ข้อเสนอแนะต่อการอภิปรายผล

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก
2. เพื่อศึกษาสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก
3. เพื่อเสนอแนวทางการลดความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก

ทบทวนวรรณกรรม

1. ความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอย

Heizer& Render (2014) ความสูญเสียแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือกิจกรรมที่เพิ่มคุณค่า (Value Add-Activitiesหรือ VA) และกิจกรรมที่ไม่เพิ่มคุณค่า (Non-Value Add Activities หรือ NVA) ความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการรอคอยในกระบวนการส่งผลให้ต้องใช้ระยะเวลาในการดำเนินการมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น ซึ่งการรอคอยนั้นเป็นกิจกรรมที่ไม่เกิดคุณค่าและไม่มีความจำเป็น โดยผู้ศึกษาได้นำเอามาวิเคราะห์ในส่วนองกิจกรรมย่อยทั้ง 10 กิจกรรมของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกเพื่อหาความสูญเสียจากการรอคอยว่ามีกิจกรรมใดบ้าง

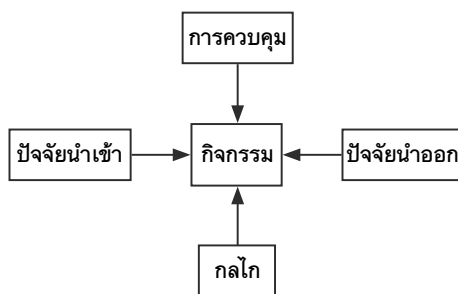
2. โซ่อุปทาน (Supply Chain)

Heizer & Render (2014) กล่าวว่าโซ่อุปทาน (Supply Chain) หรือเครือข่ายโลจิสติกส์ คือการใช้ระบบของหน่วยงาน เทคโนโลยี คน กิจกรรม ข้อมูลข่าวสารและทรัพยากร มาประยุกต์เข้าด้วยกันเพื่อการเคลื่อนย้ายสินค้าหรือบริการ จากผู้จัดหาวัตถุดิบ กิจการของโซ่อุปทาน (Supply Chain) จะดำเนินการแปรสภาพทรัพยากรธรรมชาติ วัตถุดิบ และวัสดุอื่นๆ ให้กลายเป็นสินค้าสำเร็จรูป แล้วส่งไปจนถึงลูกค้ารายสุดท้าย (ผู้บริโภค หรือ End customer) กล่าวโดยสรุปโซ่อุปทานเป็นการแสดงความสัมพันธ์ของการเคลื่อนย้ายข้อมูลหรือวัตถุดิบ โดยเริ่มจากต้นน้ำ กลางน้ำ ไปจนถึงปลายน้ำ ผู้ศึกษาได้นำโซ่อุปทานมาประยุกต์ใช้เพื่อแสดงให้เห็นภาพรวมกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกเพื่อสร้างความเข้าใจในระบบของกระบวนการตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นสุดท้ายที่ปลายน้ำคือผู้รับบริการภาวะฉุกเฉินนั่นเอง

3. แผนผังกระบวนการภายใต้ระบบ Integration Definition for function Modeling (IDEF)

ระบบ IDEF เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการแสดงกระบวนการทางธุรกิจ (Business Process Mapping) ทั้งการไหลของวัสดุ (Material Flow) และการไหลของสารสนเทศ (Information Flow) เพื่อจำลองกระบวนการในสถานการณ์การดำเนินงานจริง (Real World) เพื่อวิเคราะห์การสื่อสารและประสานงานภายในโซ่อุปทานระบบ

IDEF นั้นจะใช้สัญลักษณ์แทนกระบวนการและตัวขับเคลื่อนต่างๆ โดยใช้รูปสี่เหลี่ยมแทนกิจกรรมและลูกศรแทนตัวขับเคลื่อนและผลลัพธ์ที่ได้รับ (ดังภาพที่ 2) สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น, 2556) โดยการศึกษาภายใต้ระบบ IDEF จะช่วยให้สามารถวิเคราะห์การไหลในแต่ละกิจกรรมของกระบวนการได้อย่างละเอียดและชัดเจนมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยวิเคราะห์หาความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย



ภาพที่ 2 ส่วนประกอบของแผนผัง IDEF

4. แผนภูมิการไหลของกระบวนการ (Process Flow Chart)

Heizer & Render (2014) กล่าวว่าแผนภูมิกระบวนการไหล (Process Flow Chart) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับบันทึกข้อมูล ประกอบไปด้วยสัญลักษณ์ต่างๆ คำอธิบาย (ดังตารางที่ 1) เพื่อใช้ในการบอกข้อมูลรายละเอียดของกิจกรรมการผลิตเพื่อช่วยให้ผู้ศึกษามองเห็นภาพของกิจกรรมต่างๆ รวมถึงการไหลของข้อมูลได้อย่างชัดเจนสามารถนำไปพัฒนาและปรับปรุงกิจกรรมต่างๆ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สัญลักษณ์ในการเขียนแผนภูมิการไหลของกระบวนการ

ชื่อกิจกรรม	ความหมาย	สัญลักษณ์
การดำเนินงาน (Operation)	กิจกรรมที่สร้างคุณค่าแก่กระบวนการ	
การเคลื่อนย้าย (Transportations)	การย้ายตำแหน่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง	
การตรวจสอบ (Inspection)	การตรวจสอบคุณภาพ	
การรอคอย (Waiting)	การรอของกิจกรรมอื่นๆ	

5. เครื่องมือ Why-Why analysis และ How-How decision

- The limitations of root cause analysis (2012) กล่าวว่า Why-Why analysis สามารถประยุกต์นำมาใช้ในการวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้า (Root cause) เพื่อทำความเข้าใจสาเหตุโอกาส มุมมองที่หลากหลายของปัญหาได้มากขึ้น โดยการตั้งคำถามว่า “ทำไม” ไปเรื่อยๆ ผลของคำตอบแตกแขนงเป็นสาเหตุแต่ละสาเหตุ เมื่อแต่ละแขนงไม่สามารถหาคำตอบใหม่ได้อีกก็ให้เอาคำตอบนั้นเป็นสาเหตุรากเหง้าของปัญหานั้นๆ (ดังภาพที่ 3)



ภาพที่ 3 ลักษณะเครื่องมือWhy-Why analysis

ที่มา : ดัดแปลงจาก The limitations of root cause analysis, 2012

- Pranger (2009) กล่าวว่า How-How decision เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการหาวิธีแก้ปัญหา โดยกำหนดคำว่า “อย่างไร” ในประโยคคำถามแต่ละข้อ นำผลที่ได้จากคำตอบไปแตกแขนงเป็นวิธีแก้ปัญหา เมื่อไม่สามารถหาคำตอบใหม่ได้อีกก็ให้เอาคำตอบนั้นเป็นวิธีแก้ปัญหาของสาเหตุนั้นๆ

6. หลักการ ECRS

Kato & Smalley (2014) กล่าวว่าหลักการ ECRS เป็นหลักการที่ประกอบด้วย การกำจัด (Eliminate) การรวมกัน (Combine) การจัดใหม่ (Rearrange) และการทำให้ง่าย (Simplify) ซึ่งสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

E = Eliminate หมายถึง การตัดขั้นตอนการทำงานที่ไม่จำเป็นในกระบวนการออกไป

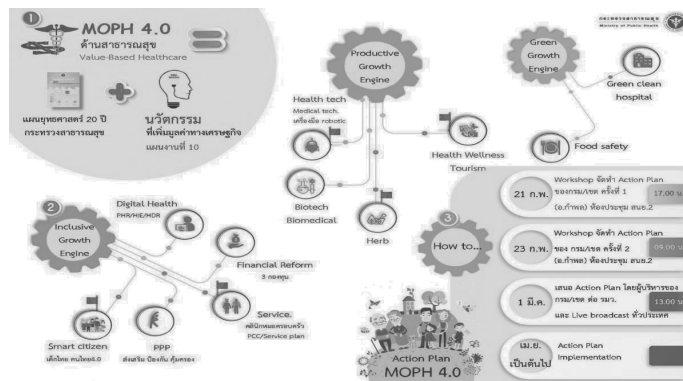
C = Combine หมายถึง การรวมขั้นตอนการทำงานเข้าด้วยกัน เพื่อประหยัดเวลาหรือแรงงานในการทำงาน

R = Rearrange หมายถึง การจัดลำดับงานใหม่ให้เหมาะสม

S = Simplify หมายถึง ปรับปรุงวิธีการทำงาน หรือสร้างอุปกรณ์ช่วยให้การทำงานได้ง่ายขึ้น

7. แนวคิด MOPH 4.0

กลุ่มสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์นั้น มี Roadmap ในการสร้างและพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานทางการแพทย์ เพื่อผลักดันให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางสุขภาพระดับนานาชาติ (Medical Hub) ของอาเซียนภายในปี พ.ศ. 2568 การกำหนดยุทธศาสตร์การพัฒนาสาธารณสุขไทย 4.0 จะต้องสอดคล้องกับโมเดลขับเคลื่อน ประเทศไทย 4.0 โดยอาศัยระบบนิเวศน์ในการขับเคลื่อน เพื่อนำไปสู่ความมั่นคง มั่งคั่ง และยั่งยืนของประเทศ (ดังภาพที่ 4) ทั้งนี้โครงการนำร่อง (Flagship Projects) ที่จะนำไปสู่การเกิดเทคโนโลยี อุตสาหกรรมสาธารณสุข สุขภาพ และเทคโนโลยีทางการแพทย์นั้น จะต้องเกิด High Impact มีผลสืบเนื่องต่อโครงการอื่น มีความพร้อมในระดับหนึ่ง และสามารถทำให้เกิดผลในระยะเวลา 1-3 ปี (กองยุทธศาสตร์และแผนงาน กระทรวงสาธารณสุข, 2560) โดยนำเอาแนวคิด MOPH 4.0 จะนำมาใช้เป็นแนวทางในการช่วยพัฒนาระบบการให้บริการให้มีรวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 4 แนวคิดสาธารณสุขไทย 4.0 (MOPH 4.0)
ที่มา : กองยุทธศาสตร์และแผนงาน กระทรวงสาธารณสุข, 2560.

วิธีการศึกษา

1. ผู้ให้ข้อมูลหลัก

เลือกผู้ให้ข้อมูลหลัก (key informants) แบบเฉพาะเจาะจงโดยกำหนดเกณฑ์ในการเลือก ตั้งแต่เป็นผู้มีประสบการณ์การในการปฏิบัติงาน ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกมากกว่า 2 ปี รวมทั้งสิ้น 15 คน ได้แก่เจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานภายในกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และเจ้าหน้าที่ที่ปฏิบัติงานภายในงานอุบัติเหตุฉุกเฉิน โรงพยาบาลน้ำพอง จังหวัดขอนแก่นซึ่งประกอบด้วย นักเทคนิคการแพทย์ จำนวน 6 คน เจ้าหน้าที่งานวิทยาศาสตร์การแพทย์ จำนวน 2 คน แพทย์ประจำงานอุบัติเหตุฉุกเฉิน จำนวน 2 คน พยาบาล จำนวน 2 คน ผู้ช่วยห้องปฏิบัติการ จำนวน 2 คน และผู้ช่วยเหลือคนไข้ จำนวน 1 คน

2. การเก็บและรวบรวมข้อมูล

การเก็บและรวบรวมข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 เก็บข้อมูลจากระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมในกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกโดยสังเกตและจับเวลาด้วยนาฬิกาจับเวลา (Stopwatch time studies) และบันทึกเวลาตามแต่ละกิจกรรมทั้งหมด 20 ครั้ง เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 2 เก็บข้อมูลจากการระดมความคิด โดยบันทึกเสียงเป็นเวลาทั้งหมด 1 ชั่วโมง ในหัวข้อที่เกี่ยวข้องกับสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก โดยก่อนระดมความคิด ผู้วิจัยได้อธิบายความหมายของความสูญเสียก่อนทำการเก็บข้อมูล

ขั้นตอนที่ 3 ผู้ศึกษาทำการระดมความคิดอีกครั้งโดยวิธีการเช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 2 เพื่อหาแนวทางในการลดความสูญเสีย

3. การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการระดมความคิด มาจัดทำเป็นแผนผังการไหลในกระบวนการ (Flow Process Chart) นอกจากนี้ยังได้นำข้อมูลระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมมาเขียนแผนภาพแสดงโซ่อุปทาน และใช้ผังกระบวนการภายใต้แผนผัง IDEF อีกทั้งใช้เครื่องมือ Why-Why analysis และ How-How decision เพื่อช่วยในวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้า (Root cause) รวมทั้งหาแนวทางในการลดความสูญเสียของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ นอกจากนี้ยังนำหลักการ ECRC และ แนวคิด MOPH 4.0 มาร่วมกำหนดแนวทางการลดความสูญเสียจากการรอคอยที่เกิดขึ้น

4. การทดสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูล

ผู้ศึกษาได้ทำการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลด้วยทฤษฎีสามเล้า ซึ่งเป็นการทดสอบความน่าเชื่อถือของข้อมูลโดยใช้การทดสอบที่ได้จากการเก็บข้อมูล 3 วิธีที่แตกต่างกัน ได้แก่ วิธีการสัมภาษณ์ การสังเกตจากการทำงาน และเอกสารที่ทำการบันทึกเก็บไว้

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลการศึกษาความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกภายใต้ระบบ IDEF และ MOPH 4.0

ผลการศึกษาความสูญเสียเปล่าที่เกิดจากการรอคอยของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก พบว่ามีกิจกรรมย่อยทั้งสิ้น 10 กิจกรรม โดยใช้เวลารวม 70 นาที แต่มีงานที่ปฏิบัติจริงเพียง 8 กิจกรรมได้แก่ ตรวจสอบความถูกต้อง ลงทะเบียนรับสิ่งส่งตรวจ ติดสติ๊กเกอร์เตรียมสิ่งส่งตรวจ ตรวจวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจ รายงานผลการตรวจ ยืนยันผลการตรวจ และโทรแจ้งรับผลการตรวจ ที่ก่อให้เกิดคุณค่า (Value) ซึ่งใช้เวลา 50 นาทีขณะที่อีก 2 กิจกรรม คือกิจกรรมรอพิมพ์ผลการตรวจและกิจกรรมรอมารับผลการตรวจ เป็นกิจกรรมที่เกิดความสูญเสียเปล่า (Waste) จากการรอคอยถึง 20 นาที (ดังตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 แผนภูมิการไหลของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ โรงพยาบาลน้ำพอง

กิจกรรม	สัญลักษณ์					เวลา (นาที)
	●	➡	■	➡	▼	
1. ตรวจสอบความถูกต้อง			●			5
2. ลงทะเบียนรับสิ่งส่งตรวจ	●					5
3. ติดสติ๊กเกอร์	●					5
4. เตรียมสิ่งส่งตรวจ	●					5
5. ตรวจวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจ	●					15
6. รายงานผลการตรวจ	●					5
7. ยืนยันผลการตรวจ			●			8
8. รอพิมพ์ผลการตรวจ				●		8
9. โทรแจ้งรับผลการตรวจ	●					2
10. รอมารับผลการตรวจ				●		12
รวมกิจกรรม	6	0	2	2	0	70

หมายเหตุ ● กิจกรรมที่สร้างคุณค่าแก่กระบวนการ

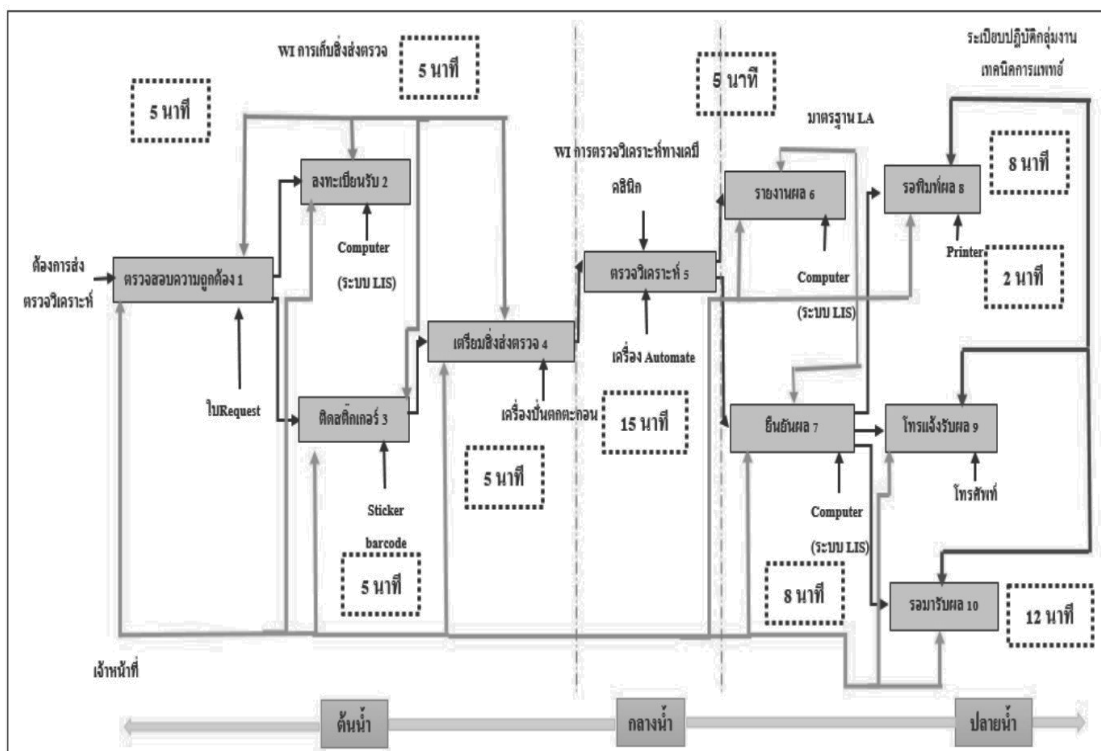
■ การตรวจสอบคุณภาพ

➡ การย้ายตำแหน่งจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

➡ การรอของกิจกรรมนั้นๆ

จากข้อมูลเมื่อนำมาวิเคราะห์ความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกภายใต้ระบบ IDEF และ MOPH 4.0 (ดังภาพที่ 5) พบว่าเมื่อวิเคราะห์โซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกมีความสัมพันธ์เกี่ยวเนื่องกัน ตั้งแต่ต้นน้ำคือขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ (Pre-analysis) ซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการตรวจสอบความถูกต้องของใบนำส่งตรวจและสิ่งส่งตรวจ ลงทะเบียนรับสิ่งส่งตรวจ พร้อมทั้งติดสติ๊กเกอร์บาร์โค้ดและกิจกรรมการเตรียมสิ่งส่งตรวจ กลางน้ำ คือขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์เกี่ยวเนื่องกับขั้นตอนการตรวจ

วิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ (Analysis) โดยใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์อัตโนมัติและปลายน้ำคือขั้นตอนหลังการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ (Post-analysis) เกี่ยวเนื่องกับการรายงานผลตรวจ ยืนยันผลการตรวจ รอฟิมพ์ผลการตรวจ โทรแจ้งรับผลการตรวจ และรอมารับผลการตรวจ โดยพบว่ามีกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า 2 กิจกรรม คือ 1.) กิจกรรมรอฟิมพ์ผลการตรวจ โดยพบว่าในขั้นตอนนี้ใช้ระยะเวลาในการรอนานถึง 8 นาที ถึงจะมีการพิมพ์ผลการตรวจออกมา 2.) กิจกรรมรอมารับผลการตรวจ ซึ่งใช้เวลาทั้งสิ้น 12 นาที เนื่องจากต้องรอให้เจ้าหน้าที่เดินมาจากแผนกฉุกเฉินเพื่อมารับผลการตรวจที่กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์



ภาพที่ 5 แผนภาพ IDEF แสดงโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ด้านเคมีคลินิกของผู้รับบริการภาวะฉุกเฉิน

2. ผลการศึกษาสาเหตุของความสูญเสีย ที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการ ตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก ภายใต้ระบบ IDEF และ MOPH 4.0

ผลจากการศึกษาสาเหตุของความสูญเสีย
ที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการ
ตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก
ภายใต้ระบบ IDEF และ MOPH 4.0 พบว่าสาเหตุ

ของความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยดังกล่าว
เกิดขึ้นจากสาเหตุทั้ง 7 สาเหตุ (ดังตารางที่ 3) ตั้งแต่
ไม่ทราบรายการตรวจใดเป็นรายการตรวจฉุกเฉิน
เครื่องตรวจวิเคราะห์ไม่พร้อมใช้งาน
ไม่ได้คุณภาพอัตราค่าจ้างไม่เพียงพอปริมาณงาน
ที่ตรวจวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้นรอพิมพ์ผลการตรวจ
รอให้เจ้าหน้าที่เดินมารับผลการตรวจ

ตารางที่ 3 สาเหตุของความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์
ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก

Why	Why	Why	Why	Why
กระบวนการตรวจวิเคราะห์ ทางห้องปฏิบัติการ ด้านเคมีคลินิกล่าช้า	ไม่มีสัญลักษณ์ แจ้งเตือน	ไม่ทราบว่ารายการตรวจใด คือรายการตรวจฉุกเฉิน		
	น้ำยาที่ใช้ตรวจหมด (ระหว่างรอบการตรวจ)	ต้องรอเปลี่ยนน้ำยา	เครื่องตรวจวิเคราะห์ ไม่พร้อมใช้งาน	
	เครื่องชำรุด	เครื่องตรวจวิเคราะห์ ไม่พร้อมใช้งาน		
	เจาะเลือดยาก	เจาะเลือดได้น้อย	สิ่งส่งตรวจมีการปนเปื้อน ของเม็ดเลือดแดง (Hemolysis)	สิ่งส่งตรวจไม่ได้คุณภาพ
	เจ้าหน้าที่ลา, ไปราชการ	อัตราค่าจ้างไม่เพียงพอ (ในช่วงนั้นๆ)		
	จำนวนผู้ป่วยเพิ่มสูงขึ้น	ส่งตรวจเพิ่มขึ้น	ปริมาณงานที่ตรวจวิเคราะห์ เพิ่มมากขึ้น	
	ขั้นตอนซับซ้อน	มีการพิมพ์ผลตรวจติดกับ ใบนำส่งตรวจ	รอพิมพ์ผลการตรวจ	
	นำผลตรวจไปใส่ในช่องรับ	รอเจ้าหน้าที่มารับผลการตรวจ		

เมื่อนำมาแบ่งหมวดหมู่สาเหตุของความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกภายใต้ระบบ IDEF และ MOPH 4.0 พบว่าสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกลุ่มของ

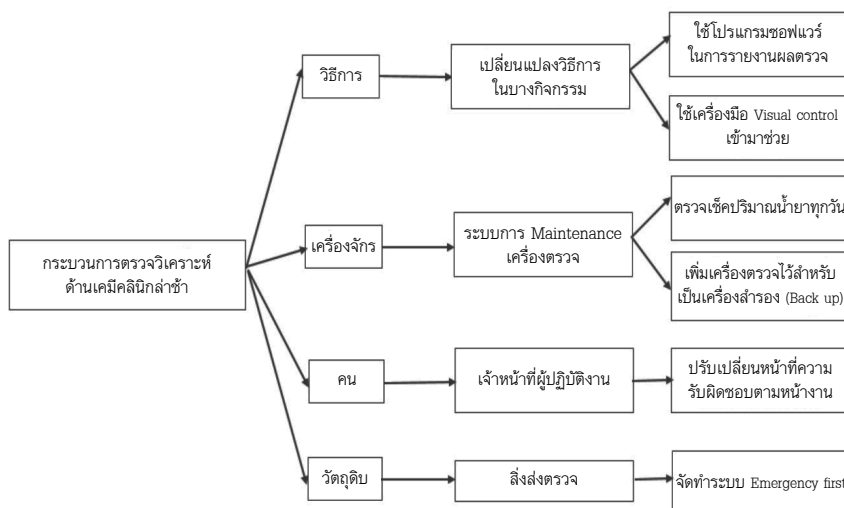
วิธีการ (Method) มีจำนวนมากที่สุด (ดังตารางที่ 4) เมื่อวิเคราะห์ร่วมกับแผนภาพระบบ IDEF ทำให้ทราบถึงสาเหตุหลัก ซึ่งมักจะเกิดอยู่ที่ต้นน้ำของโซ่อุปทานโดยจุดนี้จะมีส่งผลให้ขั้นตอนกิจกรรมที่เกิดขึ้นตามมาจากในโซ่อุปทานมีความล่าช้า

ตารางที่ 4 การแบ่งหมวดหมู่สาเหตุของความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิก

สาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการตรวจวิเคราะห์	กลุ่มสาเหตุ
- ไม่ทราบรายการตรวจใดเป็นรายการตรวจฉุกเฉิน	วิธีการ (Method)
- มีการรอพิมพ์ผลการตรวจ	
- รอให้เจ้าหน้าที่เดินมารับผลการตรวจ	
- เครื่องตรวจวิเคราะห์ไม่พร้อมใช้งาน	เครื่องจักร (Machine)
- อัตรากำลังไม่เพียงพอ	คน (Man)
- สิ่งส่งตรวจไม่ได้คุณภาพ	วัตถุดิบ (Material)
- ปริมาณงานที่ตรวจวิเคราะห์เพิ่มมากขึ้น	
-	สภาวะแวดล้อม (Environment)

3. ผลการเสนอแนวทางการลดความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกภายใต้ระบบ IDEF และ MOPH 4.0

เมื่อนำข้อมูลข้างต้นมาวิเคราะห์หาแนวทางจากการใช้เครื่องมือลดความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยด้วย How-How decision พบว่าจากการแบ่งหมวดหมู่ของสาเหตุออกเป็น 4 กลุ่ม สามารถนำไปเสนอเป็นแนวทางการลดความสูญเสียที่เกิดขึ้น (ดังภาพที่ 6)



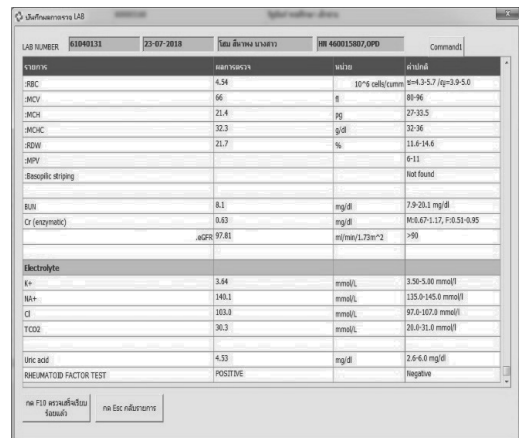
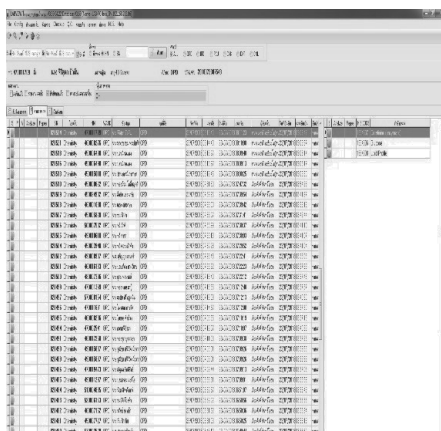
ภาพที่ 6 แนวทางการลดความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกภายใต้ระบบ IDEF และ MOPH 4.0

เมื่อนำหลักการ ECRS และแนวคิด MOPH 4.0 ที่เน้นในเรื่องของการนำเอาเทคโนโลยีมาเสนอ แนวทางการลดความสูญเปล่ามีรายละเอียดดังนี้

แนวทางที่ 1

- ปรับปรุงการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลสารสนเทศของกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ (Laboratory Information System; LIS) ซึ่งเป็นโปรแกรมซอฟต์แวร์ที่ได้ใช้สำหรับการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการให้สามารถเชื่อมต่อไปยังระบบข้อมูล

สารสนเทศของโรงพยาบาล (Hospital Information System; HIS) (ดังภาพที่ 7) โดยแพทย์ผู้ส่งตรวจวิเคราะห์จะสามารถเข้าดูผลการตรวจออนไลน์ของผู้รับบริการภาวะฉุกเฉินได้ทันทีที่ผลการตรวจเสร็จเรียบร้อยแล้ว แนวทางนี้สามารถช่วยลดระยะเวลาของการรอคอยผลการตรวจลงไปได้จากเดิมจาก 70 นาที เหลือ 41 นาที คาดว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายในการพิมพ์ผลการตรวจของผลการตรวจได้ถึง 20.290 บาท/ปี

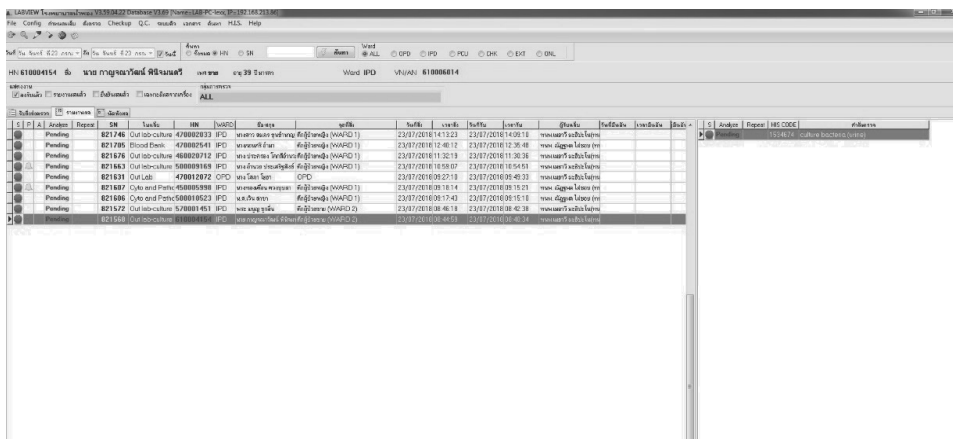


ภาพที่ 7 ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศ (Laboratory Information System; LIS) และ (Hospital Information System; HIS)

แนวทางที่ 2

- ประยุกต์ใช้เครื่องมือ Visual Control
โดยการกำหนดสัญลักษณ์ระฆังสีเหลือง (ดังภาพที่ 8)

ในกรณีที่เป็นการตรวจวิเคราะห์ที่เร่งด่วน จะต้อง
ทำการตรวจวิเคราะห์ก่อนผู้รับบริการอื่น มาเป็น
แนวทางเพื่อให้ทราบการตรวจที่ฉุกเฉิน



ภาพที่ 8 การใช้เครื่องมือ Visual Control เพื่อกำหนดสัญลักษณ์ในกรณีที่เป็นการตรวจวิเคราะห์ที่เร่งด่วน

แนวทางที่ 3

- ควรมีการเพิ่มเครื่องตรวจวิเคราะห์สารอง (Back up) เพื่อที่จะสามารถตรวจแทนในกรณีที่เครื่องตรวจวิเคราะห์หลักไม่พร้อมใช้งาน

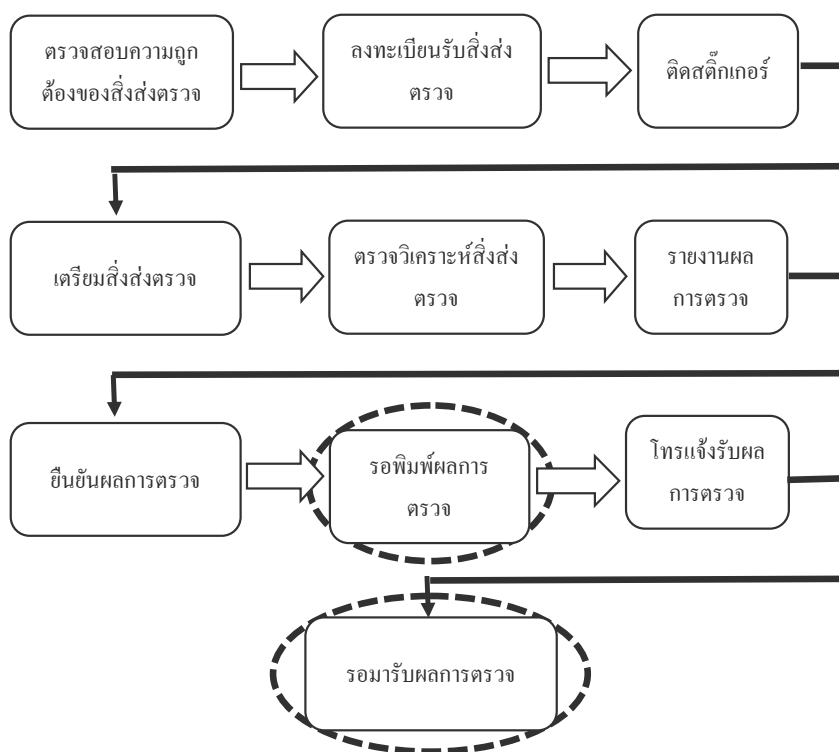
อภิปรายผล

จากที่ผู้ศึกษาได้ศึกษาในประเด็นของการลดความสูญเสียที่เกิดจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกของผู้รับบริการภาวะฉุกเฉินพบว่าเมื่อนำเอาแผนผัง IDEF มาใช้ในการวิเคราะห์หาความสูญเสียที่เกิดขึ้น นอกจากนี้เมื่อประยุกต์แนวคิด MOPH 4.0 และหลักการ ECRS มาใช้ในการเสนอแนวทางในการลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นนั้น ส่งผลให้สามารถลดกิจกรรมของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกจาก 10 กิจกรรม เหลือ 8 กิจกรรม นอกจากนี้ยังสามารถลดระยะเวลาการรอคอยผลการตรวจจากเดิมคือ 70 นาที เหลือ 41 นาที และคาดว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายได้ถึง 20,290 บาท/ปี มีความสอดคล้องกับการศึกษาของ (รัตนพร แจ่มเรือง และวัชรพลญ์ ทรัพย์แสวงบุญ, 2556) โดยใช้เครื่องมือ (IDEF) มาช่วยวิเคราะห์เกี่ยวกับการทำงานในแต่ละกระบวนการได้ชัดเจนยิ่งขึ้นและยังช่วยวิเคราะห์สภาพปัญหาของความสูญเสียได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีความสอดคล้องกับการศึกษา (Benjamin A White et.al, 2015) โดยนำแนวคิดแบบลีนมาประยุกต์ใช้เพื่อลดระยะเวลาการรอคอย (Turn-aroundtime) ในการตรวจทางห้องปฏิบัติการ สำหรับกรณีผู้มารับบริการประเภทฉุกเฉิน โดยการตรวจวิเคราะห์ที่ลดระยะเวลาได้มากที่สุดคือ จาก 86 นาที เหลือเพียง 53 นาที อีกทั้งยังสามารถลดต้นทุนได้ถึง 62,400 ดอลลาร์ รวมทั้งส่งผลให้การรักษา

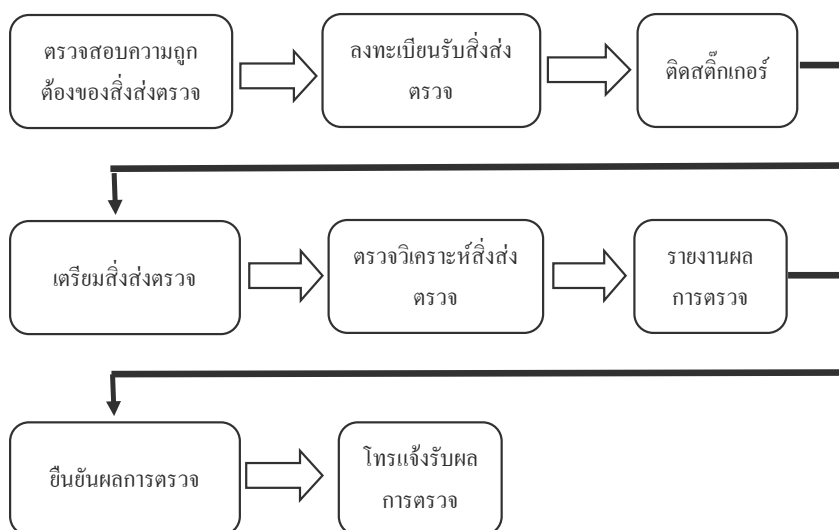
สามารถดำเนินไปได้อย่างรวดเร็วมากขึ้น และยังมี ความสอดคล้องกับของการศึกษา (พันธิภา พิญญะคุณ, 2561) โดยใช้แนวคิดแบบลีน มาช่วยในการพัฒนา รูปแบบการให้บริการของคลินิกเบาหวานโรงพยาบาลศูนย์เจ้าพระยาบรมราช จังหวัดสุพรรณบุรี พบว่าสามารถลดขั้นตอนการรับบริการจากทั้งหมด 16 ขั้นตอนเหลือเพียง 6 ขั้นตอน ใช้ระยะเวลาในการบริการที่ลดลงซึ่งจากเดิมที่สั้นที่สุดลดลงจาก 106 นาที เป็น 47 นาที อีกทั้งยังมีการเพิ่มขึ้นของ คุณค่าสายธารการให้บริการตามการรับรู้ของผู้ป่วย สูงกว่ารูปแบบเดิมเพิ่มเป็นร้อยละ 89.36 และมีคุณภาพของการบริการที่มีการลดความสูญเสียจากการใช้บริการในการใช้บริการครั้งแรกสูงกว่าการใช้รูปแบบเดิมจากร้อยละ 29.07 เพิ่มเป็นร้อยละ 85.02

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การศึกษานี้ได้นำเอาระบบ IDEF มาวิเคราะห์ความสูญเสียจากการรอคอยในโซ่อุปทานของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการด้านเคมีคลินิกเพื่อให้ทราบความสูญเสียและสาเหตุที่แท้จริงของความสูญเสียที่เกิดขึ้น อีกทั้งได้นำแนวคิด MOPH 4.0 ซึ่งจะเน้นการบริการให้มีความรวดเร็ว และส่งเสริมให้มีการพัฒนานวัตกรรมหรือนำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศมาช่วยในการเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการคาดว่าจะถ้าปฏิบัติตามแนวทางที่กำหนดไว้ สามารถลดกิจกรรมลงจาก 10 กิจกรรม (ดังภาพที่ 9) เหลือ 8 กิจกรรม (ดังภาพที่ 10) จะสามารถลดระยะเวลาการรอคอยจากเดิมคือ 70 นาที เหลือ 41 นาที และคาดว่าจะสามารถลดค่าใช้จ่ายลงได้ ถึง 20,290 บาท/ปี



ภาพที่ 9 แผนภูมิการไหล (Flow Chart) ของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ด้านเคมีคลินิกก่อนการปรับปรุง



ภาพที่ 10 แผนภูมิการไหล (Flow Chart) ของกระบวนการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ด้านเคมีคลินิกหลังการปรับปรุง

ข้อเสนอแนะ

ผู้บริหารควรนำแนวทางที่ได้ไปประยุกต์ในงานบริการทางการแพทย์ในส่วนอื่นๆ เช่น การใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์มาเป็นตัวช่วยให้แพทย์สามารถเข้าถึงระบบการดูแลตรวจแบบออนไลน์ของผู้รับบริการในคลินิกการตรวจโรคทั่วไปหรือพัฒนาระบบออกไปสู่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลที่มีการส่งต่อมารักษาที่โรงพยาบาล ทำให้แพทย์สามารถทราบถึงข้อมูลสุขภาพของผู้ป่วยได้ในทันที หรืออาจจะใช้เทคโนโลยีเป็นตัวเชื่อมในการบริการเพื่อช่วยให้สามารถลดระยะเวลาการการรอคอยได้เช่นกัน ในการวิจัยครั้งต่อไปควรปรับปรุงประสิทธิภาพเครื่องตรวจวิเคราะห์ให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้นเพื่อสามารถลดระยะเวลาการรอคอยได้ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- กองยุทธศาสตร์และแผนงาน สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข. 2560. การจัดทำแผนปฏิบัติการรองรับยุทธศาสตร์ ประเทศไทย 4.0 ด้านสาธารณสุข (MOPH4.0). (Online). http://bps.moph.go.th/new_bps/node/141, 3 มิถุนายน 2561.
- พนัธิภา พิญญะคุณ, อารี ชิวเกษมสุข และเพ็ญจันทร์ แสนประสาน. (2560). การพัฒนารูปแบบการบริการคลินิกเบาหวาน โดยประยุกต์ใช้แนวคิดแบบลิ้นโรงพยาบาลศูนย์เจ้าพระยา-ยมราช จังหวัด สุพรรณบุรี. วารสารพยาบาลทหารบก, 18, 280-290.
- รัตนพร แจ่มเรือง และวัชรพจน์ ทรัพย์แสวงบุญ. (2556). การวิเคราะห์ความสูญเสียเปล่าในโซ่อุปทานค้าปลีกด้วยผังกระบวนการทางธุรกิจภายใต้ระบบ Integration Definition for Function Modeling (IDEF). วารสารเศรษฐศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 17(2), 72-87.
- สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น). (2556). Lean Production. (Online). <http://www.tpa.or.th/shindan/detail.php?page=lean>, 18 มิถุนายน 2561.
- แสงระวี รุ่งวิถิ และปณัฏพร เรืองเชิงชุม. 2560. “แนวทางการจัดการความเสี่ยงที่ส่งผลต่อต้นทุนการจัดการสินค้าคงคลังของร้านขายยา CDE ในจังหวัดขอนแก่น”. วารสารเกษตรศาสตร์ธุรกิจประยุกต์ 11(15), 46-62.
- อุไรวรรณวรรณศิริ. (2559). การประยุกต์ใช้แนวคิดลิ้นกับภาคบริการทางการแพทย์เพื่อลดความสูญเสียของระบบ กรณีศึกษาแผนกรังสีรักษาโรงพยาบาลตติยภูมิ. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยนเรศวร, 24(3),
- Heizer, J. H. & Render, B. (2014). **Principles Management Sustainability and Supply Chain Management : Global Edition. (11thed.)**. United States : Pearson Education.
- Holden, R. J. (2011). Lean thinking in emergency departments: a critical review. **Annals of emergency medicine**, 57(3), 265-278.
- The limitations of root cause analysis. (2012). **Limitations of root cause analysis**. Retrieved July 13, 2018, from <http://www.mosaicprojects.worldpress.com/2012/10/the-limitations-of-root-cause-analysis>.
- White, B. A., Baron, J. M., Dighe, A. S., Camargo, C. A., & Brown, D. F. (2015). Applying Lean methodologies reduces ED laboratory turnaround times. **The American journal of emergency medicine**, 33(11), 1572-1576.