บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

สำหรับแนวคิดที่ใช้สำหรับการศึกษานี้ประกอบด้วยทฤษฎีการศึกษาเวลา และทฤษฎีแถวคอย ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การศึกษาเวลา (Time Study)

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, จรูญ มหิทธาฟองกุล และ ชูเวช ชาญสง่าเวช, 2545 ให้ความหมายของการศึกษาเวลาว่า คือ เทคนิคของการวัดผลงานเพื่อหาเวลาและอัตราการทำงานของงานส่วนย่อยของงานชิ้นหนึ่งๆ ภายใต้สภาวะหนึ่ง นอกจากนี้ก็เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในการหาเวลาเท่าที่ควรในการทำงานชิ้นหนึ่งในระดับการทำงานที่เหมาะสม คือ ความเร็วหรือประสิทธิภาพปกติ

ขั้นตอนของการศึกษาเวลา

1. เลือกงานที่จะศึกษา โดยพิจารณาดังนี้

    1) เป็นงานใหม่ที่ไม่เคยทำมาก่อน

    2) เป็นการเปลี่ยนวัสดุหรืออุปกรณ์หรือวิธีการทำงาน ต้องใช้เวลามาตรฐานใหม่

    3) ได้รับคำร้องเรียนหรือวิจารณ์เกี่ยวกับเวลามาตรฐานเดิม

    4) มีงานจุดคอขวด (Bottleneck) ที่จุดใดจุดหนึ่งของสายการผลิต

    5) เครื่องจักรว่างเกินไป

2. บันทึกข้อมูลทั้งหมดที่จะทำได้ของงาน ผู้ปฏิบัติงาน และสภาพแวดล้อมการทำงานนั้น ซึ่งมีผลต่อการทำงานชิ้นนั้นทั้งหมด เช่น ชนิดของวัสดุ ชนิดของเครื่องจักร ขั้นตอนการทำงาน การจัดวางเครื่องจักร

3. แบ่งงานใหญ่ทั้งหมดออกเป็นงานย่อยๆ ดังนี้

    1) แยกงานย่อยให้เด่นชัด พร้อมทั้งระบุจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดให้ชัดเจน

2) งานย่อยต้องสามารถจับเวลาได้ กล่าวคือช่วงเวลาที่ใช้ทำงานย่อยนั้นต้องไม่สั้นจนเกินไป

3) จัดกลุ่มงานย่อยที่ทำติดต่อกันตามธรรมชาติไว้ในงานเดียวกัน

4) แยกงานที่คนควบคุมออกจากงานที่เครื่องจักรควบคุมให้ชัดเจน

5) แยกงานซ้ำซาก ได้แก่ งานที่เกิดขึ้นในทุกวัฏจักรงาน ออกจากงานครั้งคราวให้ชัดเจน

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

4. พิจารณางานย่อยๆที่แตกออก เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าจะได้วิธีที่เกิดผลดีที่สุด แล้วหาขนาดของตัวอย่าง (Sample Size)

$$n = \left(\frac{40\sqrt{n'\sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2 \qquad (2.1)$$

โดยที่ n = ขนาดของตัวอย่างที่ต้องการหา

n' = จำนวนตัวอย่างที่ทดลองจับเวลา

x = เวลาที่จับได้

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 5 ก.ค. 2555
เลขทะเบียน 247290
เลขเรียกหนังสือ

5. วัดค่าโดยนาฬิกาจับเวลา แล้วบันทึกเวลาที่วัดได้ในแต่ละงานย่อย ซึ่งการจับเวลามี 2 แบบด้วยกัน คือ

1) จับเวลาสะสม (Cumulative Timing) คือ นาฬิกาจะเดินอยู่ตลอดนับตั้งแต่งานย่อยอันดับแรกของวัฏจักรแรกและไม่มีการหยุดจนกว่าจะเสร็จสิ้นการจับเวลา จึงต้องทำการจดบันทึกเวลาเมื่อเสร็จสิ้นแต่ละงานย่อยเอาไว้และนำไปหาผลต่างของนาฬิกาที่เดินหลังจากจับเวลาเสร็จเพื่อหาเวลาของแต่ละงานย่อยอีกครั้ง

2) จับแต่ละครั้ง คือ (Fly back Timing) เมื่องานย่อยแต่ละงานเสร็จสิ้นลง เข็มนาฬิกาจะกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งศูนย์ ก่อนที่จะเริ่มจับเวลาของงานย่อยงานถัดไปโดยไม่มีการหยุดเดิน ดังนั้นจึงสามารถอ่านเวลาของแต่ละงานย่อยได้ทันที

6. พิจารณาอัตราการทำงานของผู้ปฏิบัติโดยอาศัยหลักการประเมินค่า (Rating) ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบอัตราการทำงานของคนที่วัดได้โดยผู้ทำการศึกษา กับอัตราการทำงานมาตรฐาน ซึ่งก็

คือ มาตรฐานการประมาณค่าที่กำหนดให้สเกลของการประเมินเป็น 100 สามารถหาค่าการประเมินได้ดังนี้

$$\text{ค่าการประเมิน} = \frac{\text{เลขประเมิน}}{\text{มาตรฐานการประเมิน}} \quad (2.2)$$

7. เปลี่ยนเวลาที่จับได้ (Observed time) เป็นเวลาพื้นฐาน (Basic time) ดังนี้

$$\text{เวลาพื้นฐาน} = \text{เวลาที่จับได้} \times \text{ค่าการประเมิน} \quad (2.3)$$

8. พิจารณาเวลาเผื่อ (Allowance) ซึ่งเวลาเผื่อแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1) เวลาเผื่อล่าช้า (Delay Allowance) มี 2 ลักษณะ คือ แบบหลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น เครื่องจักรเสีย พนักงานไม่พร้อมปฏิบัติงาน วัตถุดิบขาดแคลน และแบบหลีกเลี่ยงได้ เช่น การปรับตั้ง การทำความสะอาดเครื่องจักร

2) เวลาเผื่อส่วนตัว (Personal Allowance) เช่น การหยุดพักเพื่อไปห้องน้ำ

3) เวลาเผื่อเนื่องจากความเหนื่อยล้า (Fatigue Allowance) เช่น กรณีที่ทำงานหนัก สภาพอากาศร้อน

9. หาเวลามาตรฐาน (Standard time) สำหรับงานนั้น ดังนี้

$$\text{เวลามาตรฐาน} = \text{เวลาพื้นฐาน} + \text{เวลาเผื่อ} \quad (2.4)$$

2.2 **ทฤษฎีแถวคอย** (Queuing theory)

ทฤษฎีแถวคอยถูกพัฒนาโดย เอ.เค.เออร์แลง (A.K Erlang) วิศวกรชาวเดนมาร์กผู้ริเริ่มพัฒนาเป็นคนแรกใน พ.ศ. 2453 ต่อมาได้มีผู้ทำการศึกษาระบบแถวคอยในลักษณะอื่นๆ และนำทฤษฎีแถวคอยไปใช้ในการคำนวณเพื่อการวิเคราะห์และการตัดสินใจ ทำให้ตัวแบบแถวคอยเป็นเทคนิคเชิงปริมาณที่มีรูปแบบหลากหลายขึ้นอยู่กับรูปแบบและลักษณะของระบบแถวคอยนั้น ๆ

แถวคอยเกิดขึ้นเมื่อความต้องการรับบริการมีมากกว่าความสามารถในการให้บริการ ดังนั้นการจัดให้มีจำนวนหน่วยให้บริการที่เพียงพอจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งในการจัดการ

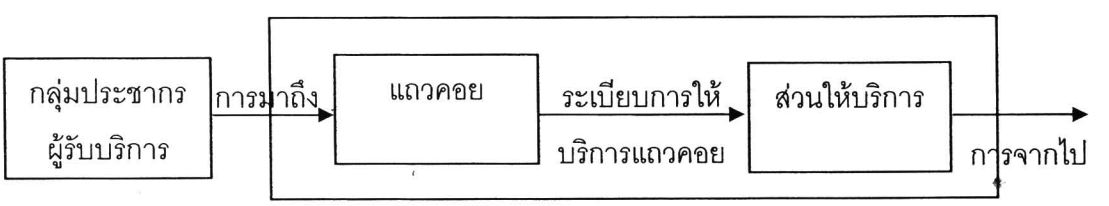
บริการให้เพียงพอกับความต้องการนั้น จำเป็นต้องทราบว่าจะมีลูกค้าเข้ามารับบริการเป็นจำนวนเท่าใดและเมื่อไร ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการให้บริการลูกค้าแต่ละราย ถ้ามีจำนวนหน่วยให้บริการน้อยเกินไปจะเกิดแถวคอย ซึ่งนับเป็นการสูญเสียค่าใช้จ่ายอย่างหนึ่ง นอกจากนั้นยังอาจทำให้เสียลูกค้าด้วย ในทางตรงข้ามถ้าจัดให้มีหน่วยให้บริการมากเกินไปก็จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายโดยใช่เหตุ การจัดหาจำนวนหน่วยให้บริการที่เหมาะสมคือ มีความสมดุลกันระหว่างค่าใช้จ่ายในการให้บริการและค่าใช้จ่ายในการรอรับบริการ ทั้งนี้สามารถนำเทคนิคเชิงปริมาณมาช่วยพิจารณาได้

องค์ประกอบของระบบแถวคอย

ระบบแถวคอยประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ลูกค้า หรือผู้รับบริการ
2. แถวคอย
3. หน่วยให้บริการ หรือ ส่วนให้บริการ

กระบวนการของการรอคอยโดยทั่วไปจะประกอบด้วยองค์ประกอบและเหตุการณ์ที่สำคัญ คือ การมาถึงของผู้รับบริการ การตั้งแถวคอย การเข้ารับบริการและการจากไป กระบวนการจะเริ่มต้นจากมีผู้รับบริการจากกลุ่มประชากรผู้รับบริการเข้ามาในระบบแถวคอยเพื่อรับบริการ ถ้าส่วนให้บริการว่างผู้รับบริการก็จะได้รับบริการทันทีจนเสร็จเรียบร้อย แล้วจึงออกไปจากระบบแถวคอย แต่ถ้าส่วนบริการกำลังให้บริการผู้รับบริการอื่นอยู่ ผู้รับบริการที่เข้ามาใหม่จะต้องเข้าแถวคอยเพื่อรอรับบริการ พวกที่อยู่ในแถวคอยจะได้รับบริการตามระเบียบการให้บริการแถวคอย เมื่อรับบริการเสร็จแล้วจึงออกจากระบบแถวคอย กระบวนการของการรอคอยดังกล่าวเป็นดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 กระบวนการของระบบแถวคอย

ในการวิเคราะห์ระบบแถวคอยจะต้องมีสมมุติฐานเกี่ยวกับคุณสมบัติขององค์ประกอบของระบบแถวคอย อันได้แก่ คุณสมบัติของผู้รับบริการ คุณสมบัติของแถวคอย และคุณสมบัติของส่วนบริการ

คุณสมบัติของผู้รับบริการ

สำหรับองค์ประกอบของผู้รับบริการจะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

1. ขนาดของกลุ่มประชากรผู้รับบริการหรือจำนวนหน่วยของประชากร ประชากร คือ กลุ่มของสิ่งของหรือคนที่มีโอกาสจะเข้ามาใช้บริการในระบบ ลักษณะของกลุ่มประชากรผู้รับบริการจำแนกตามขนาดได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

(1) กลุ่มประชากรจำนวนจำกัด ได้แก่ กลุ่มประชากรที่มีจำนวนสมาชิกคงที่จำนวนหนึ่ง

(2) กลุ่มประชากรไม่จำกัดจำนวน ได้แก่กลุ่มประชากรที่มีจำนวนสมาชิกมากหรือนับไม่ถ้วน หรือไม่ทราบจำนวนที่แน่นอน

2. ลักษณะการมาถึง การมาถึงเป็นเหตุการณ์ที่แสดงว่าลูกค้ามีความต้องการการบริการ โดยมากเราจะเรียกสิ่งที่มา (คนหรือสิ่งของ) ว่าลูกค้าหรือผู้รับบริการ ลักษณะของการมาถึง จะมี 2 ลักษณะ ดังนี้

(1) แบบคงที่ ลูกค้าเข้ามารับบริการเป็นจำนวนเท่า ๆ กันในแต่ละช่วงเวลา

(2) แบบสุ่ม ลูกค้าเข้ามาในลักษณะที่ไม่แน่นอน ไม่สามารถทราบล่วงหน้า และการเข้ามาของลูกค้าแต่ละรายเป็นอิสระต่อกัน

3. พฤติกรรมของผู้มารับบริการ พิจารณาจากความอดทนในการรอรับบริการจำแนกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) ลูกค้าที่เมื่อเข้ามาถึงระบบแล้วจะรอคอยจนกระทั่งได้รับบริการเสร็จ

(2) ลูกค้าที่เมื่อเข้ามาถึงระบบแล้วไม่เข้ารับบริการเมื่อพบว่าต้องมารอหรือออกจากแถวคอยก่อนที่จะได้รับบริการ

คุณสมบัติของแถวคอย

ลักษณะของสภาพแถวคอยจะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

1. สถานที่ที่รอคอย ระบบแถวคอยบางระบบลูกค้ารออยู่ในสถานที่เดียวกัน

2. ขนาดแถวคอยที่เป็นไปได้ ในระบบแถวคอยบางระบบจำนวนลูกค้าที่รอคอยมีได้จำกัด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีพื้นที่จำกัด

คุณสมบัติของส่วนให้บริการ

องค์ประกอบของส่วนให้บริการจะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

1. ผู้ให้บริการ เป็นองค์กระกอบหนึ่งของส่วนให้บริการ

2. ระเบียบการให้บริการแถวคอย หมายถึง กฎเกณฑ์ หรือวิธีการจัดลำดับลูกค้าในแถวคอยเพื่อเข้ารับบริการก่อนหลัง ซึ่งมีหลายวิธี ดังนี้

(1) ลูกค้าที่มาก่อนจะได้รับบริการก่อน (First Come, First Serve: FCFS)

(2) ลูกค้าที่มาทีหลังจะได้รับบริการก่อน (Last Come, First Serve: LCFS)

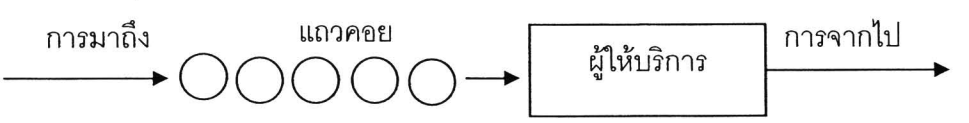
(3) ลูกค้าที่มีความจำเป็นมากกว่าจะได้รับบริการก่อน

การจัดอันดับมีได้หลายวิธีจึงควรคำนึงถึงความเหมาะสมในสถานการณ์ของระบบแถวคอยนั้น ๆ เป็นสำคัญ

3. การจัดวางผังระบบแถวคอย

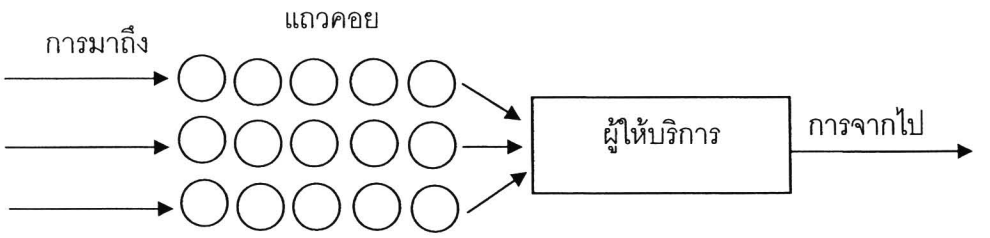
(1) ระบบแถวคอยที่มีหนึ่งขั้นตอน

รูปแบบที่มีผู้ให้บริการเพียงช่องเดียว และมีแถวคอยเพียงแถวเดียว เป็นรูปแบบระบบแถวคอยที่ง่ายและพบเห็นทั่วไป ดังภาพที่ 2.2



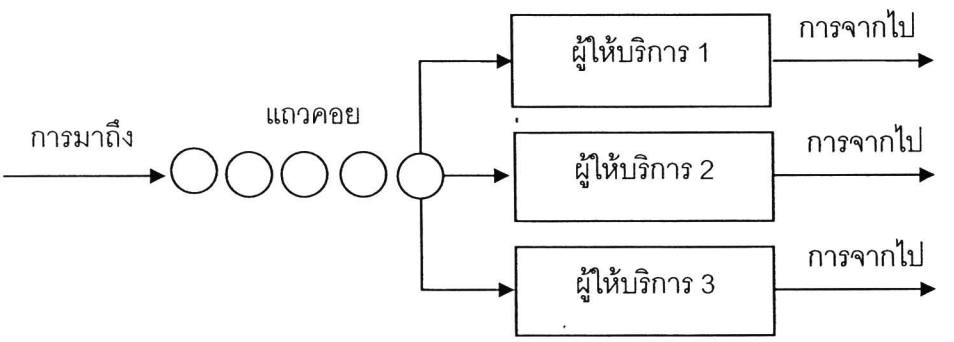
ภาพที่ 2.2 ระบบหนึ่งช่องให้บริการหนึ่งแถวคอย

รูปแบบที่มีผู้ให้บริการเพียงช่องเดียว แต่มีแถวคอยหลายแถว ดังภาพที่ 2.3



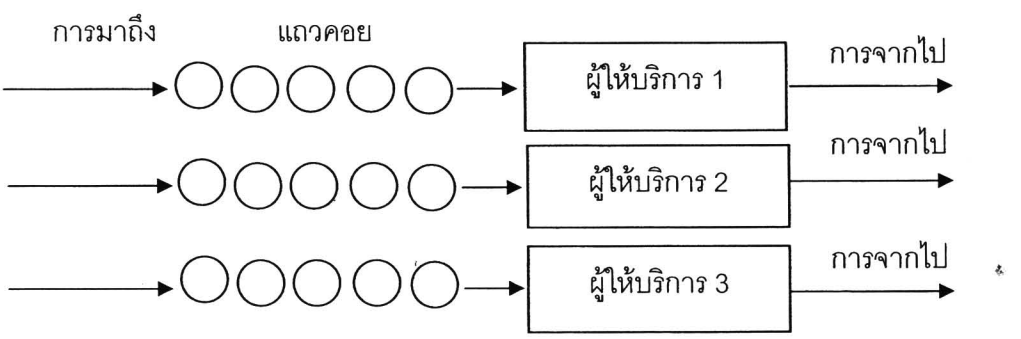
ภาพที่ 2.3 ระบบหนึ่งช่องให้บริการหลายแถวคอย

รูปแบบที่มีผู้ให้บริการหลายช่อง แต่มีแถวคอยเพียงแถวเดียวดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 ระบบหลายช่องให้บริการหนึ่งแถวคอย

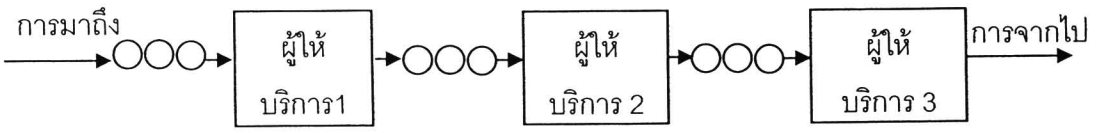
รูปแบบที่มีผู้ให้บริการหลายช่อง และมีแถวคอยหลายแถว ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 ระบบหลายช่องให้บริการหลายแถวคอย

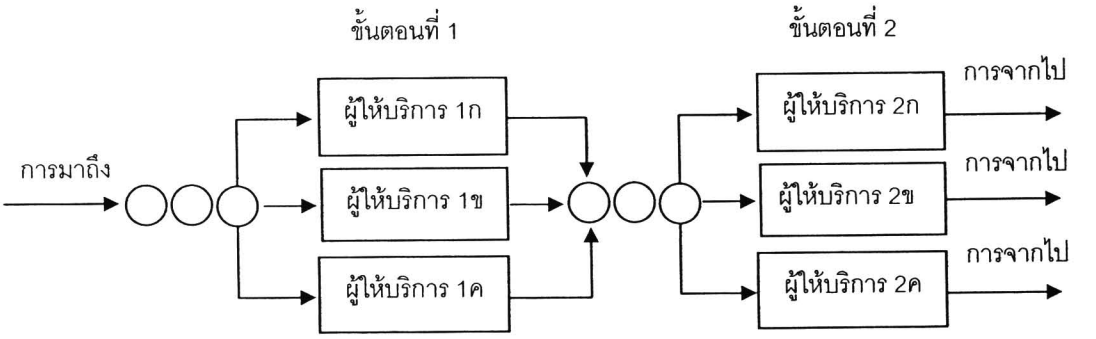
(2) ระบบแถวคอยที่มีหลายขั้นตอน

รูปแบบอนุกรมซึ่งมีหลายขั้นตอนโดยแต่ละขั้นตอนมีช่องให้บริการเพียงช่องเดียว ระบบงานนี้ลูกค้าเมื่อรับบริการจากจุดหนึ่งแล้วต้องไปรับบริการจุดอื่นต่อไปจนกว่าจะเสร็จงาน ดังภาพที่ 2.6



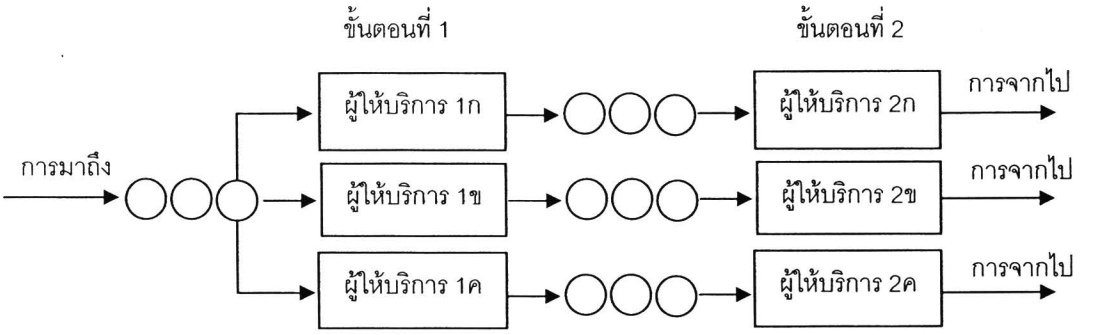
ภาพที่ 2.6 ระบบแบบอนุกรม และมี 1 แถวคอยทุกขั้นตอน

รูปแบบหลายช่องบริการ หลายขั้นตอน โดยมี 1 แถวคอยทั้งในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 2 ดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ระบบหลายช่องให้บริการ หลายขั้นตอน โดยมี 1 แถวคอยทุกขั้นตอน

รูปแบบหลายช่องบริการ หลายขั้นตอน โดยมี 1 แถวคอยทั้งในขั้นตอนที่ 1 และหลายแถวคอยในขั้นตอนที่ 2 ดังภาพที่ 2.8



ภาพที่ 2.8 ระบบหลายช่องให้บริการ หลายขั้นตอน โดยมี 1 แถวคอย และหลายแถวคอย

4. ลักษณะการให้บริการ (Service Characteristic) อาจเป็นแบบใดแบบหนึ่ง ดังนี้

(1) แบบคงที่ คือ การให้บริการลูกค้าได้จำนวนเท่า ๆ กันในแต่ละช่วงเวลา

(2) แบบสุ่ม คือ การให้บริการลูกค้าแต่ละรายไม่เหมือนกันจึงใช้เวลาในการให้บริการไม่เท่ากัน ซึ่งมากน้อยตามความต้องการของลูกค้า

การเก็บข้อมูลการเข้ารับบริการ

1. อัตราการเข้ารับบริการ (Arrival Rate;λ) คือ จำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในหนึ่งหน่วยเวลา ทั้งนี้ ต้องกำหนดหน่วยเวลาที่จะเก็บข้อมูล เช่น วัน ชั่วโมง หรือ นาที และทำการบันทึกจำนวนลูกค้าที่มาถึงระบบบริการในแต่ละหน่วยเวลา โดยต้องเก็บข้อมูลให้มากพอที่จะใช้หาค่าเฉลี่ย ซึ่งเป็นตัวแทนที่ดีของจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการ

2. เวลาเฉลี่ยระหว่างการเข้ารับบริการ (Average Inter-arrival Time) คือเวลาที่ลูกค้าแต่ละคนมาห่างกัน

การเก็บข้อมูลการให้บริการ

1. อัตราการให้บริการ (Service Rate; μ) คือ จำนวนลูกค้าที่ให้บริการในหนึ่งหน่วยเวลา เช่น วัน ชั่วโมง หรือ นาที และทำการบันทึกจำนวนลูกค้าที่ให้บริการในแต่ละหน่วยเวลาบริการ

2. เวลาในการให้บริการ (Service Time) คือเวลาที่ใช้ในการบริการลูกค้าแต่ละราย

สัญลักษณ์ที่ใช้ในทฤษฎีแถวคอย

สัญญลักษณ์ที่ใช้ในทฤษฎีของแถวคอย มีดังนี้

n จำนวนลูกค้าในระบบ

ρ สัดส่วนของเวลาในการทำงานของผู้ให้บริการ

Pn (t) ความน่าจะเป็นที่มีลูกค้า n หน่วยรออยู่ในระบบที่เวลา t ใดๆ

Pn ความน่าจะเป็นที่มีลูกค้า n หน่วยรออยู่ในระบบ

λ_n อัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าเมื่อระบบมีลูกค้า n หน่วย

λ อัตราการเข้ารับบริการของลูกค้าโดยเฉลี่ย (จำนวนหน่วยเข้ารับบริการต่อหนึ่งหน่วยเวลา)

μ_n อัตราการการให้บริการเมื่อระบบมีลูกค้า n หน่วย

μ อัตราการการให้บริการโดยเฉลี่ย (จำนวนหน่วยได้รับบริการต่อหนึ่งหน่วยเวลา)

C จำนวนช่องหรือหน่วยบริการ

Ws เวลารอคอยเฉลี่ยของลูกค้าในระบบ

Wq เวลารอคอยเฉลี่ยของลูกค้าในแถวคอย

Ls จำนวนลูกค้าเฉลี่ยในระบบ

Lq จำนวนลูกค้าเฉลี่ยในแถวคอย

รูปแบบแถวคอยทั่วไป จะได้ความสัมพันธ์ ดังนี้

$$Ls = \lambda Ws \qquad (2.5)$$

$$Lq = \lambda Wq \qquad (2.6)$$

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

สัญลักษณ์ที่ใช้บอกลักษณะของปัญหาแถวคอยเป็นดังนี้

(a / b / c) : (d / e / f)

a การแจกแจงของการเข้ารับบริการหรือช่วงเวลาห่างระหว่างผู้มารับบริการแต่ละราย

b การแจกแจงของการให้บริการ

c จำนวนช่องทางบริการหรือสถานีบริการ

d วิธีเข้ารับบริการ

e จำนวนผู้เข้ารับบริการสูงสุดที่สามารถอยู่ในระบบ

f จำนวนผู้มีสิทธิเข้ารับบริการ

สัญลักษณ์ที่ใช้ในตำแหน่งของ a และ b อาจเป็นได้ ดังนี้

M การแจกแจงความน่าจะเป็นของลูกค้าที่เข้ามาสู่ระบบหรือลูกค้าที่ออกจากระบบเป็นแบบพัวซอง หรือการแจกแจงความน่าจะเป็นของช่วงเวลาระหว่างการเข้าสู่ระบบหรือช่วงเวลารับบริการเป็นแบบเอ็กซ์โปเนนเชียล

D ช่วงเวลาระหว่างการเข้าสู่ระบบหรือเวลาสำหรับการให้บริการเป็นแบบคงที่ (constant or deterministic)

Ek ช่วงเวลาระหว่างการเข้าสู่ระบบหรือเวลาสำหรับการให้บริการมีการแจกแจงแบบเออร์แลง (erangian distribution)

GI การแจกแจงการเข้าสู่ระบบหรือช่วงเวลาการเข้ามาของลูกค้าเป็นแบบอิสระทั่ว ๆ ไป (general independent distribution)

GD การแจกแจงของการเสร็จจากการรับบริการหรือช่วงเวลารับบริการเป็นแบบทั่ว ๆ ไป (general distribution)

สัญลักษณ์ที่ใช้ในตำแหน่งของ d อาจเป็น ดังนี้

FCFS หลักเกณฑ์การให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน

LCFS หลักเกณฑ์การให้บริการแบบมาทีหลังแต่ได้รับบริการก่อน

SIRO หลักเกณฑ์การให้บริการแบบสุ่ม

GD หลักเกณฑ์การให้บริการแบบทั่วๆ ไป

การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบพัวซอง

ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

$$f(x) = \frac{e^{-\lambda}\lambda^{x}}{x!} \qquad ,x = 0, 1, 2,\ldots, \lambda > 0 \qquad (2.7)$$

ค่าเฉลี่ย λ (2.8)

ความแปรปรวน λ (2.9)

การแจกแจงความน่าจะเป็นเอ็กซ์โปเนนเชียล

ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x} \qquad , x >0, \lambda > 0 \qquad (2.10)$$

ค่าเฉลี่ย $\frac{1}{\lambda}$ (2.11)

ความแปรปรวน $\frac{1}{\lambda^2}$ (2.12)

การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบยูนิฟอร์ม

ฟังก์ชันความหนาแน่นของความน่าจะเป็น

$$f(x) = \frac{1}{(b - a)} \quad , a \leq x \leq b,\ a < b \qquad (2.13)$$

ค่าเฉลี่ย $$\frac{a + b}{2} \qquad (2.14)$$

ความแปรปรวน $$\frac{(b - a)^2}{12} \qquad (2.15)$$

การทดสอบลักษณะการแจกแจงของข้อมูล

ทดสอบด้วย Chi-square Goodness-of-Fit test ซึ่งมีสมมติฐานของการทดสอบดังนี้

Ho: ข้อมูลมีการแจกแจงแบบที่ต้องการทดสอบ

H1: ข้อมูลไม่ใช่การแจกแจงแบบที่ต้องการทดสอบ

ค่าสถิติทดสอบ $$\chi^2 - \text{test} = \sum_{i=0}^{k} \frac{(Oi - Ei)^2}{Ei} \qquad (2.16)$$

โดยที่ Oi = ข้อมูล (Oberved value)

Ei = ค่าคาดหวัง (Expected value)

ค่าวิกฤติ คือ $\chi^2(\alpha,\nu)$ โดย α คือระดับนัยสำคัญ และ ν คือองศาความเป็นอิสระ

ถ้า χ^2-test > $\chi^2(\alpha,\nu)$ แสดงว่าปฏิเสธสมมติฐานหลัก

2.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

ดุษณี สีมาขจร (2551) ทำการศึกษาเพื่อเพิ่มอัตราการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตเสริมเหล็กสำเร็จรูป โดยศึกษารอบเวลาการผลิตของแต่ละสถานีงานและของกระบวนการผลิตด้วยการศึกษาเวลามาตรฐานเปรียบเทียบกับรอบเวลาการผลิตจากเวลาที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งพบว่ารอบการผลิตจากเวลามาตรฐานประเมินมีค่าเท่ากับ 13.3 นาทีต่อโต๊ะงาน และรอบเวลาการผลิตจากเวลาที่ใช้ในปัจจุบันมีค่าเท่ากับ 17 นาทีต่อโต๊ะงาน แสดงว่ามีความสูญเปล่าเกิดขึ้นในกระบวนการผลิต จากนั้นคำนวณอัตราการผลิตจากรอบเวลาการผลิตทั้งสองแบบ พบว่าอัตราการผลิตที่อิงจากเวลาที่ใช้ในปัจจุบันเท่ากับ 168 หลังต่อเดือนหรือคิดเป็น 56% ของกำลังการผลิต ส่วนอัตราการผลิตที่อิงจากเวลาม่าตรฐานประเมินมีค่าเท่ากับ 215 หลังต่อเดือน หรือคิดเป็น 72% ของกำลังการผลิต ทั้งนี้พบว่าสาเหตุของความสูญเปล่าเกิดขึ้นจากการรองานระหว่างสถานีงาน การรอวัสดุ การรอการแข็งตัวของคอนกรีต การปะปนของงาน วิธีการทำงานที่ไม่เหมาะสม และไม่มีการอบรมพนักงานข้ามสายงาน สำหรับแนวทางแก้ไขปัญหานั้นได้ทำการปรับปรุงวิธีการทำงานเพื่อลดรอบเวลาการผลิตที่ใช้ในปัจจุบันให้เท่ากับรอบเวลาการผลิตอิงจากเวลามาตรฐานประเมิน ด้วยการปรับปรุงสถานีงานที่เป็นคอขวด ซึ่งภายหลังการปรับปรุงพบว่าอัตราการผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 207 หลังต่อเดือน หรือคิดเป็น 69% ของกำลังการผลิต

อัจฉรา วัฒนานนท์ (2549) ศึกษากระบวนการผลิตฝาสูบเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานที่เหมาะสม เนื่องจากโรงงานกรณีศึกษามีปัญหาแผนการผลิตมีความคลาดเคลื่อนสูง สามารถผลิตได้เพียงแค่ 70% ของแผนการผลิตที่วางไว้เท่านั้น ทั้งนี้สาเหตุเกิดจากการหยุดสายการผลิตเพราะความเสียหายของเครื่องจักร นอกจากนี้รอบเวลาการผลิตที่กำหนดไว้ที่ 2.5 นาทีต่อชิ้นก็ไม่มีความเหมาะสม เนื่องจากไม่ได้มีการเก็บข้อมูลที่ถูกต้องตามหลักการศึกษาเวลา (Time Study) ซึ่งส่งผลให้แผนการผลิตเกิดความคลาดเคลื่อน เกิดปัญหาในการคิดต้นทุนการผลิต และทำให้มีการทำงานล่วงเวลามากเกินความจำเป็น ภายหลังจากทำการศึกษาเพื่อกำหนดเวลามาตรฐานของกระบวนการผลิตฝาสูบแล้วพบว่ารอบการผลิตมีค่าเท่ากับ 2.3 นาทีต่อชิ้นเท่านั้น ส่งผลให้ประสิทธิภาพของพนักงานเพิ่มขึ้น 46.27% เนื่องจากเวลารอคอยลดลง และสามารถลดจำนวนคนในการผลิตจาก 6 คนเหลือ 5 คน

เมธัส หีบเงิน (2549) ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตตู้ทำน้ำเย็นด้วยการศึกษาเวลามาตรฐานและจัดสมดุลสายการผลิต โดยทำการลดขั้นตอนของกระบวนการผลิตจาก 63 ขั้นตอนเหลือ 57 ขั้นตอน และปรับปรุงวิธีการทำงานของขั้นตอนที่ใช้เวลานานให้เร็วขึ้น

ด้วยการเปลี่ยนแปลงเครื่องมือที่ใช้ ส่งผลให้เวลาในการผลิตตู้ทำน้ำเย็นลดลงไป 5.29 นาทีต่อหนึ่งตู้ และเปลี่ยนการวางแผนผังโรงงานเพื่อให้เกิดความต่อเนื่องในสายการผลิตโดยเปลี่ยนวิธีการทำงานจากเดิมซึ่งงานอยู่กับที่เป็นคนงานอยู่กับที่และเคลื่อนย้ายตู้น้ำเย็นแทน ภายหลังการจัดสมดุลสายการผลิตแล้วพบว่าประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตตู้ทำน้ำเย็นเพิ่มขึ้นจาก 72.90% เป็น 83.09% หรือเพิ่มขึ้นจากเดิม 10.19%

รักศักดิ์ หิรัญญะสิริ (2550) ทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตของแผนกเย็บในโรงงานอุตสาหกรรมเครื่องนุ่งห่ม โดยทำการศึกษาข้อมูลที่เป็นสภาพปัจจุบันของโรงงานกรณีศึกษา ได้แก่ ผลผลิตต่อชั่วโมง ผลิตภาพแรงงาน คุณภาพงานดี จำนวนพนักงาน จำนวนเครื่องจักร จำนวนขั้นตอนการผลิต รอบเวลามาตรฐานการผลิต ประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิต และระยะทางการขนย้ายชิ้นงานในสายการผลิต จากนั้นทำการวิเคราะห์และปรับปรุงวิธีการในขั้นตอนการผลิตเพื่อลดรอบการทำงานให้น้อยลงโดยอาศัยเทคนิคการศึกษาการทำงาน และลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้ เกิดมูลค่าออกไปจากขั้นตอนการผลิตโดยอาศัยแนวคิดลีน ทำการจัดสมดุลของสายการ ผลิตทั้งกลุ่มของชิ้นส่วนและกลุ่มของการประกอบที่ทำให้เกิดคอขวดและงานกองในสายการผลิต โดยการจัดสรรกำลังคนในทุกขั้นตอนเพื่อปรับเรียบให้สายการผลิตมีความสมดุลมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งจัดวางแผนผังเครื่องจักร และกำหนดการไหลของงานเพื่อทำให้ผลิตงานได้เร็วขึ้น ผลจากการปรับปรุงพบ ว่าสามารถเพิ่มผลิตภาพแรงงานจากเดิม 0.67 ตัวต่อคนต่อชั่วโมงเป็น 0.92 ตัวต่อคนต่อชั่วโมง ซึ่งเพิ่มขึ้นจากเดิม 37.31% และประสิทธิภาพการจัดสมดุลสายการผลิตเพิ่มจาก 52.77% เป็น 84.11% หรือเพิ่มขึ้น 31.34%

ฐิติพร สังข์สัมฤทธิ์ (2544) ทำการค้นหาความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการพิมพ์หนังสือของโรงพิมพ์คุรุสภาซึ่งประกอบด้วยความสูญเสียทั้งสิ้น 12 ประเภท จากนั้นใช้แผนภูมิพาเรโตในการจัดลำดับความสำคัญเพื่อเลือกความสูญเสีย 3 ลำดับแรกมาทำการแก้ไข ได้แก่ ความสูญเสียจากการปรู๊ฟ ความสูญเสียจากการสกัม และความสูญเสียระหว่างพิมพ์ ซึ่งความสูญเสียทั้งสามประเภทมีเปอร์เซ็นต์สะสมของการเกิดประมาณ 88% จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาด้วยแผนภาพแสดงเหตุและผล และจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุของความสูญเสียประเภทต่างๆโดยใช้แผนภูมิพาเรโต ทำการเลือกสาเหตุที่สำคัญมามาแนวทางแก้ไข ซึ่งพบว่าสาเหตุหลักของความสูญเสียในกระบวนการพิมพ์หนังสือเกิดจากวิธีการทำงาน ความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงาน และการใช้ทรัพยากรไม่เต็มประสิทธิภาพ จากนั้นทำการศึกษาและกำหนดแนวทางในการแก้ไขปัญหาและนำไปทดลองปฏิบัติ ซึ่งพบว่าความสูญเสียจากการปรู๊ฟภายหลังจากการปรับปรุงลดลง 79.12% ความสูญเสียจากการสกัมลดลง 68.87% และความสูญเสียระหว่างพิมพ์ลดลง 54.50%

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

นพดล เฟื่องเด่นขจร (2547) ทำการศึกษาเพื่อหาแนวทางลดเวลาที่ผู้ป่วยต้องใช้ในการรับบริการที่คลีนิกบริการทันตกรรมพิเศษ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พร้อมทั้งเพิ่มความพร้อมในการให้บริการข้อมูล โดยใช้ขั้นตอนของลีน ซิกซ์ ซิกมาในการทำวิจัย ซึ่งปัญหาที่สำคัญของหน่วยงานที่ทำการศึกษาคือเวลารอคอยเพื่อทำการรักษายาวนาน ซึ่งมีสาเหตุมาจากการจัดสรรจำนวนทันตแพทย์ในแต่ละประเภทไม่สอดคล้องกับจำนวนผู้ป่วยที่มารักษาทำให้เกิดแถว คอยสะสม จึงทำการปรับเพิ่มและจัดสรรจำนวนชั่วโมงทำงานของทันตแพทย์ให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ป่วยซึ่งสามารถกำจัดแถวคอยสะสมได้ในเวลา 3.7 เดือน สำหรับปัญหาความล่าช้าในขั้นตอนการคัดกรองได้ทำการจำลองรูปแบบการให้บริการเพื่อค้นหารูปแบบที่ทำให้ระยะเวลาบริการลดลง นอกจากนั้นปัญหาความล่าช้าในขั้นตอนอื่นๆ เช่น ขั้นตอนการชำระเงิน ขั้นตอนการนัดหมาย สามารถแก้ไขได้โดยการปรับปรุงวิธีการทำงานของเจ้าหน้าที่ตามแนวคิดลีน

จาฏุพัจน์ เจียมกัลชาญ (2547) ศึกษาเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบแถวคอยในการให้บริการของธนาคารออมสิน สาขาท่าศาลา โดยทำการเก็บข้อมูลเพื่อศึกษาลักษณะการเข้ารับบริการของลูกค้า ลักษณะการให้บริการ การวิเคราะห์ลักษณะของแถวคอย และการหาทางเลือกของรูปแบบการให้บริการ ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าช่วงเวลาในการเข้าสู่ระบบของลูกค้ามีการแจกแจงแบบปัวซอง และเวลาให้บริการมีการแจกแจงแบบเอกซ์โปเน็นเชียล โดยนำเสนอทางเลือกของรูปแบบการบริการไว้ 3 ลักษณะ คือ ทางเลือกที่ 1 ไม่กำหนดลำดับความสำคัญของลูกค้า มีจำนวนหน่วยบริการ 3 หน่วย 1 แถวคอย ทางเลือกที่ 2 ให้ความสำคัญแก่กลุ่มลูกค้าทั่วไปก่อนกลุ่มลูกค้ากองทุนหมู่บ้าน มีจำนวนหน่วยบริการ 2 หน่วย 1 แถวคอย และทางเลือกที่ 3 แบ่งหน่วยบริการตามกลุ่มลูกค้า ได้แก่ กลุ่มลูกค้าทั่วไป มีหน่วยบริการ 2 หน่วย 1 แถวคอย และกลุ่มลูกค้ากองทุนหมู่บ้าน มีหน่วยบริการ 1 หน่วย 1 แถวคอย ผลจากการศึกษาพบว่าหากลูกค้าทั่วไปและลูกค้ากองทุนหมู่บ้านมีพฤติกรรมการเข้ารับบริการแตกต่างกันทางเลือกที่ 2 เป็นทางเลือกที่มีประสิทธิภาพดีที่สุด แต่ถ้าพฤติกรรมในการเข้ารับบริการของลูกค้าไม่มีความแตกต่าง ทางเลือกที่ 1 จะเป็นทางเลือกที่ดีกว่า

สายสุรางค์ โชติพานิช (2547) ทำการศึกษาระบบแถวคอยในการเข้ารับบริการเจาะเลือดของศูนย์รับ-ส่งพยาธิกรรม กองพยาธิกรรม โรงพยาบาลภูมิพลอดุลยเดช เพื่อปรับปรุงระบบแถวคอยให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น โดยมีเวลาที่ผู้ป่วยอยู่ในระบบเป็นเกณฑ์ ผลการศึกษาพบว่ารูปแบบการแจกแจงอัตราการเข้ารับบริการเจาะเลือดของผู้ป่วยเป็นแบบพัวซอง การแจกแจงของช่วงเวลาระหว่างการเข้ามาเจาะเลือดของผู้ป่วยแต่ละรายเป็นแบบเอกซ์โปเนนเชียล การแจกแจงเวลาในการให้บริการเป็นแบบเอกซ์โปเนนเชียล จากนั้นทำการจำลองรูปแบบการเข้ารับบริการ

เจาะเลือดของผู้ป่วยออกเป็น 6 ระบบ คือ ระบบที่ 1 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 2 ช่อง และช่องเจาะเลือด 2 ช่อง ระบบที่ 2 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 2 ช่อง และช่องเจาะเลือด 3 ช่อง ระบบที่ 3 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 2 ช่อง และช่องเจาะเลือด 4 ช่อง ระบบที่ 4 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 3 ช่อง และช่องเจาะเลือด 2 ช่อง ระบบที่ 5 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 3 ช่อง และช่องเจาะเลือด 3 ช่อง ระบบที่ 6 มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือด 3 ช่อง และช่องเจาะเลือด 4 ช่อง จากผลการศึกษาพบว่าเวลาเฉลี่ยที่ผู้ป่วยคอยในแบบจำลองที่มีช่องตรวจสอบ/จ่ายหลอดเลือดเหมือนกันจะใช้เวลาไม่แตกต่างกัน โดยแบบจำลองระบบที่ 6 เป็นระบบที่ดีที่สุด กล่าวคือผู้ป่วยใช้เวลารอคอยในแถวคอยเฉลี่ยน้อยที่สุด

Jafar Razmi and Majid Shakhs-Niyaee (2008) ทำการศึกษารอบเวลาการผลิตของสายการประกอบด้วยมือของโรงงานผลิตรถยนต์ ด้วยการเปรียบเทียบวิธีการที่ใช้ในการศึกษารอบเวลา 3 วิธีการ ได้แก่ วิธีการประมาณค่าซึ่งให้ผลที่มีความถูกต้องไม่มากนัก วิธีสังเกตุการณ์หรือการจับเวลาซึ่งต้องใช้เวลาในการศึกษาและไม่เหมาะกับระบบที่ไม่คงที่ และวิธีศึกษาเวลาเคลื่อนไหวซึ่งให้ผลที่มีความถูกต้องดีกว่าวิธีอื่น โดยได้พัฒนาเป็นตารางจัดการ (Spreadsheet) สำหรับใช้ในการศึกษารอบเวลา เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานและมีความคลาดเคลื่อนลดลง

You Zhou, Jiahua Li and Fukuy Ishino (2008) ทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงระบบการนัดหมายผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาลในประเทศญี่ปุ่น เนื่องจากมีการร้องเรียนจากผู้ป่วยเรื่องเวลารอคอยที่ยาวนานอยู่เสมอ การศึกษาได้กระทำโดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติของระบบในปัจจุบันเพื่อนำไปสู่การสร้างอัลกอริทึมใหม่ที่สามารถลดเวลารอคอยของผู้ป่วยลง ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลของเวลารอคอยเฉลี่ย เวลาล่าช้าในการพบแพทย์ และเวลาที่ใช้ในการให้บริการของแต่ละหน่วยงานของโรงพยาบาล การศึกษารูปแบบการเข้ารับบริการของผู้ป่วย การวิเคราะห์เวลาของการพบแพทย์สำหรับแพทย์แต่ละท่าน และการวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้ป่วยว่ามาถึงโรงพยาบาลตรงตามเวลา มาถึงก่อนเวลา หรือมาช้ากว่าเวลาที่นัดหมาย ซึ่งผลจากการศึกษาพบว่าเวลารอคอยของผู้ป่วยแปรผันตรงกับเวลาที่ใช้ในการพบแพทย์ และแปรผันตรงกับเวลาเฉลี่ยของผู้ป่วยที่มาถึงก่อนเวลานัดหมาย แนวทางการลดเวลารอคอยของผู้ป่วยทำได้ด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของแพทย์และปรับปรุงวิธีการนัดหมายให้ผู้ป่วยที่มาถึงก่อนเวลานัดหมายใช้เวลารอคอยในระบบลดลง