

# การวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบรับชำระค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง กรณีศึกษาที่เขตบางเขน

นายนิปริญ สิงห์สม

เลขประจำตัว 1758117 วิศวกรไฟฟ้า 5

แผนกบำรุงรักษาระบบจำหน่าย กองบริการการจำหน่าย การไฟฟ้านครหลวงเขตบางเขน

โทรศัพท์ 0-2792-5248 e-mail niprin@mea.or.th

## บทคัดย่อ

บทความนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์ระบบรับชำระค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงกรณีศึกษาที่เขตบางเขน โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของระบบคิวด้วยการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ เพื่อที่จะหาค่าประสิทธิภาพของระบบซึ่งประกอบด้วยค่าต่าง ๆ เช่น จำนวนเฉลี่ยของช่องบริการ, ค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้จะได้รับบริการทันที, ค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้จะไม่ได้รับบริการทันที, จำนวนเฉลี่ยของผู้ใช้ที่รออยู่ในระบบ, และเวลาเฉลี่ยของผู้ใช้แต่ละรายต้องใช้ออยู่ในระบบ เป็นต้น จากผลการวิเคราะห์พบว่าการไฟฟ้านครหลวงเขตบางเขนในเดือนพฤษภาคม 2549 มีอัตราการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้โดยเฉลี่ยเท่ากับ 5 รายต่อ นาที ช่วงเวลาเฉลี่ยของการให้บริการต่อรายเท่ากับ 1.57 นาที และใช้จำนวนเฉลี่ยของช่องบริการต่อวันประมาณ 8 ช่อง ส่งผลทำให้ค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้จะได้รับบริการทันทีเท่ากับ 77.26 %, ค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้จะไม่ได้รับบริการทันทีเท่ากับ 22.74 %, จำนวนเฉลี่ยของผู้ใช้ที่รออยู่ในระบบประมาณ 1-2 ราย, และเวลาเฉลี่ยของผู้ใช้แต่ละรายต้องใช้ออยู่ในระบบประมาณ 3.3546 นาที เมื่อพิจารณาข้อมูลทั้งหมดโดยรวมแล้วการไฟฟ้านครหลวงเขตบางเขนมีคุณภาพการให้บริการรับชำระค่าไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี ดูได้จากค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้จะได้รับบริการทันที มีค่าสูงกว่าค่าของความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้จะไม่ได้รับบริการทันทีมากพอที่สามารถสร้างความประทับใจและความพึงพอใจให้แก่ผู้ใช้ไฟได้

## 1. บทนำ

ชีวิตของคนเราในปัจจุบันนี้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบการเข้าคิวโดยไม่รู้ตัว นับตั้งแต่เราตื่นนอน ตอนเช้าขึ้นมาบางสิ่งมีสมาชิกมากก็จะต้องเข้าคิวการเข้าห้องน้ำ เมื่อต้องออกนอกบ้านไปทำธุระต่าง ๆ ไม่ว่าจะใช้รถยนต์ส่วนตัวหรือรถโดยสารประจำทาง เมื่อเข้าสู่สังคมบนท้องถนนแล้วก็ต้องขับรถตามกันไปหรือแม้แต่การขึ้นทางด่วนในช่วงเร่งด่วนตอนเช้าและตอนเย็น ก็ต้องเข้าแถวเพื่อรอจ่ายเงินค่าทางด่วน การซื้ออาหารในร้านค้า การซื้อตั๋วชมภาพยนตร์ การรอรับบริการในธนาคาร การรอรับชำระค่าน้ำหรือไฟฟ้า ทั้งหมดที่ได้กล่าวมาล้วนแล้วเกิดเป็นระบบคิวทั้งนั้น โดยทั่วไปเราทราบหรือไม่ว่าเราจะต้องใช้เวลาเฉลี่ยนานเท่าไรที่จะต้องอยู่ในระบบคิวจึงจะเสร็จภารกิจนั้นๆ สำหรับการนำทฤษฎีระบบคิวมาประยุกต์ใช้กับระบบงานด้านการให้บริการต่างๆ เพื่อที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของระบบงานให้ดีขึ้น

หรือแม้แต่ระบบงานอื่น ๆ ก็สามารถนำระบบคิวมาจำลองระบบได้ เช่น ระบบการสื่อสาร ระบบการผลิต เป็นต้น ดังนั้นการไฟฟ้านครหลวงจึงได้นำระบบคิวอัตโนมัติ (Automatic Queuing System) มาใช้ในงานระบบรับชำระค่าไฟฟ้า โดยได้เริ่มทดลองระบบและใช้งานมาตั้งแต่ปี 2545 เป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน ความสามารถของระบบคิวอัตโนมัตินี้ สามารถอำนวยความสะดวกให้กับลูกค้าที่มาใช้บริการรับชำระค่าไฟฟ้าได้ส่งผลทำให้ประสิทธิภาพในด้านการให้บริการดีขึ้นเกิดความพึงพอใจแก่ผู้ใช้ไฟได้

บทความนี้ได้นำทฤษฎีของระบบคิวมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพระบบรับชำระค่าไฟฟ้า ด้วยวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีที่เข้าใจง่ายสามารถมองเห็นภาพในการวัดประสิทธิภาพได้ชัดเจน อย่างเช่น ค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้ไฟเข้ามาแล้วได้รับบริการทันทีเป็นเท่าไร จำนวนผู้ใช้ไฟที่รอรับบริการมีจำนวนเท่าไร เวลาเฉลี่ยที่ผู้ใช้ไฟแต่ละรายต้องอยู่ในระบบเป็นเท่าไร จำนวนช่องที่ให้บริการควรเป็นเท่าไร ซึ่งค่าต่างๆ เหล่านี้ ทางกรไฟฟ้านครหลวง สามารถนำไปเป็นข้อมูลประกอบในการวางแผนด้านการให้บริการหรือวางแผนการจัดการทรัพยากรขององค์กรทั้งปัจจุบันและในอนาคตได้ ซึ่งเนื้อหาของบทความนี้ประกอบด้วย ส่วนที่ 1 เป็นบทนำ ส่วนที่ 2 เป็นการกล่าวถึงรูปแบบทั่วไปของระบบคิวและแบบจำลองระบบ ส่วนที่ 3 เป็นการวิเคราะห์ระบบรับชำระค่าไฟฟ้า ส่วนที่ 4 เป็นผลของการวิเคราะห์ระบบ และสุดท้ายส่วนที่ 5 เป็นบทสรุปของบทความ

## 2. รูปแบบทั่วไปของระบบคิวและแบบจำลองระบบ

การวิเคราะห์ระบบใด ๆ ก็ตามส่วนมากแล้วจะใช้ทฤษฎีระบบคิวช่วยในการจำลองระบบ เพื่อให้เกิดความเข้าใจและง่ายต่อการวิเคราะห์ โดยได้มีการนำเอาระบบคิวมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่น การจำลองระบบสถิติในระบบการสื่อสารข้อมูล การจำลองระบบการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น การนำเอาระบบคิวมาใช้เราจำเป็นจะต้องมีความเข้าใจในระบบคิวนี้ให้ดีเสียก่อน ว่าแต่ละระบบจะใช้แบบจำลองระบบคิวแบบใด และมีตัวแปรอะไรบ้างซึ่งอธิบายได้ดังนี้

ระบบคิวพื้นฐานมีรูปแบบทั่วไปคือ  $a/b/c/d$  ซึ่งแต่ละตัวแปรมีความหมายดังนี้ [1],[2]

อักขระตัวแรกคือ  $a$  แสดงถึงรูปแบบของขบวนการเข้ามาสู่ระบบของผู้ใช้บริการ

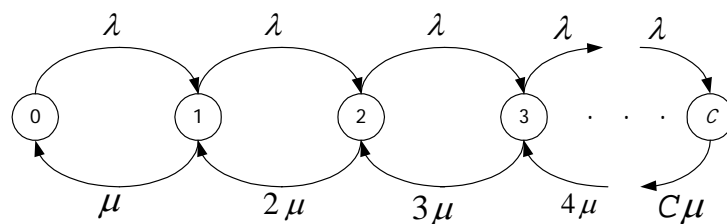
อักขระตัวที่สองคือ  $b$  แสดงถึงรูปแบบของขบวนการให้บริการ

อักขระตัวที่สามคือ  $c$  แสดงถึงจำนวนตัวให้บริการ

อักขระตัวที่สี่คือ  $d$  แสดงถึงจำนวนผู้ใช้บริการสูงสุดที่ระบบสามารถรับได้

รูปแบบที่จะจำลองใช้กับบทความนี้ถือว่าเป็นแบบจำลองพื้นฐานของระบบคิวอีกแบบหนึ่งนั่นก็คือ  $M/M/C/C$  สามารถอธิบายได้ว่า เป็นระบบคิวที่มีขบวนการเข้ามาสู่ระบบของผู้ใช้บริการมีคุณลักษณะของขบวนการ ปัวส์ซง (Poisson Process) ที่มีอัตราการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้โดยเฉลี่ยเท่ากับ  $\lambda$  เพราะฉะนั้น ช่วงเวลาระหว่างการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้บริการสองคนที่อยู่ติดกัน (Inter arrival Time) ในแต่ละช่วงจะเป็นตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือน ๆ กันและเป็นอิสระต่อกัน (Independent

(Identically Distributed Exponential Random Variable) มีค่าเฉลี่ยเท่ากันเท่ากับ  $1/\lambda$  และช่วงเวลาที่ใช้แต่ละคนรับบริการอยู่ในระบบ (Service Time) เป็นตัวแปรสุ่มที่มีการกระจายแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลเหมือนกันและมีความเป็นอิสระต่อกัน โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $1/\mu$  และ  $\mu$  แทนอัตราเฉลี่ยของการให้บริการ เนื่องจากคุณลักษณะของตัวสุ่มแบบเอ็กซ์โพเนนเชียลนี้มีคุณสมบัติเฉพาะตัวคือ ไม่มีความจำในอดีต (Memoryless) ซึ่งก็คืออักษร M ในแบบจำลองของระบบคิวนั่นเอง นอกจากนี้ตัวแปรสุ่มทั้งสองได้แก่ ช่วงเวลาระหว่างการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้ที่มีลำดับติดกัน กับช่วงเวลาที่ใช้แต่ละคนรับบริการ สมมุติให้มีความเป็นอิสระต่อกันด้วย ระบบคิวแบบนี้มีตัวให้บริการเท่ากับ C ตัว และสามารถให้บริการได้ทั้ง C ตัวในเวลาเดียวกัน ในกรณีที่ผู้ใช้เข้ามาสู่ระบบมาก ๆ ทำให้ระบบไม่สามารถให้บริการได้ทันที ก็จะต้องมีที่สำหรับให้ผู้ใช้ที่มาใช้บริการรอคอยอยู่ในระบบด้วย เมื่อเราทราบความหมายแล้วก็สามารถสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ได้ โดยการใช้มาคอฟเชนแบบเวลาต่อเนื่อง (Continuous Time Markov Chain) [1],[2] ดังแสดงในรูปที่ 1 เป็นแผนภาพการเปลี่ยนสถานะของระบบคิว M/M/C/C ในกรณีที่ผู้ใช้บริการไม่ว่างหรือกำลังให้บริการอยู่เมื่อมีผู้ใช้เข้าสู่ระบบ ผู้ใช้คนนั้นก็จะถูกบล็อกและต้องรอรับบริการ สังเกตว่าเมื่อใดที่ระบบอยู่ในสถานะ C คือ  $K(t) = C$  แล้ว อัตราไหลอดของระบบ ( $\rho$ ) มีค่าเป็นศูนย์ซึ่งสอดคล้องกับการเกิดการบล็อกของผู้ใช้รายใหม่นั้นเอง



รูปที่ 1 แผนภาพการเปลี่ยนสถานะของระบบคิว M/M/C/C

เมื่อนำแผนภาพการเปลี่ยนสถานะ มาใช้ในการหาสมการสมดุลโดยรวม (Global Balance Equations) สำหรับหาค่าความน่าจะเป็นของแต่ละสถานะได้เป็น

สถานะ	การออกจากสถานะ	=	การเข้าสู่สถานะ
0	$\lambda p_0$	=	$\mu p_1$
1	$(\lambda + \mu) p_1$	=	$\lambda p_0 + 2\mu p_2$
2	$(\lambda + 2\mu) p_2$	=	$\lambda p_1 + 3\mu p_3$
.	.	=	.
.	.	=	.

$$\begin{aligned} C-1 & \quad (\lambda + (C-1)\mu) p_{C-1} = \lambda p_{C-2} + C\mu p_C \\ C & \quad (C\mu) p_C = \lambda p_{C-1} \end{aligned}$$

ในสมการแต่ละสมการข้างบนนี้ถ้าหากนำสมการที่อยู่ก่อนหน้ามาบวกเข้าทั้งสองข้างจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\begin{aligned} \lambda p_0 & = \mu p_1 \\ \lambda p_1 & = 2\mu p_2 \\ \lambda p_2 & = 3\mu p_3 \\ & \dots \\ & \dots \\ \lambda p_{C-1} & = C\mu p_C \end{aligned}$$

จากชุดสมการเหล่านี้สามารถเขียนเป็นสมการ  $P_k$  ในรูปของ  $P_0$  ได้ดังนี้

$$P_k = \frac{\rho^k}{k!} P_0 \quad k=0,1,2,\dots,C \quad (1)$$

โดยที่  $\rho = \lambda/\mu$  ,  $\rho$  แทน โหลดของระบบ ,  $k$  แทน จำนวนของผู้ใช้บริการ และ  $C$  แทน จำนวนช่องที่ให้บริการ , แต่ว่าเราสามารถหาค่า  $P_0$  (ความน่าจะเป็นที่ระบบว่าง) ได้จากสมการนี้

$$\sum_{k=0}^C P_k = 1 = \left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \frac{\rho^3}{3!} + \dots + \frac{\rho^C}{C!}\right) P_0 \quad (2)$$

ดังนั้น เมื่อนำ  $P_0$  แทนลงใน (1) จะได้

$$P_k = \frac{\rho^k/k!}{\left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \frac{\rho^3}{3!} + \dots + \frac{\rho^C}{C!}\right)} \quad (3)$$

ในกรณีที่ตัวให้บริการทั้งหมดถูกใช้งานเมื่อพิจารณาตามแผนภาพการเปลี่ยนสถานะพบว่าระบบอยู่ในสถานะ  $C$  ดังนั้น ค่าความน่าจะเป็นที่ระบบไม่สามารถให้บริการผู้ใช้ได้ทันทีหาได้จาก

$$P[k = C] = \frac{\frac{\rho^C}{C!}}{\left(1 + \rho + \frac{\rho^2}{2!} + \frac{\rho^3}{3!} + \dots + \frac{\rho^C}{C!}\right)} = \frac{\frac{\rho^C}{C!}}{\sum_{k=0}^C \frac{\rho^k}{k!}} \quad (4)$$

ขณะที่จำนวนเฉลี่ยของผู้ใช้ที่รออยู่ในระบบสามารถหาได้ดังนี้

$$E[K] = \rho P[k = C] \quad (5)$$

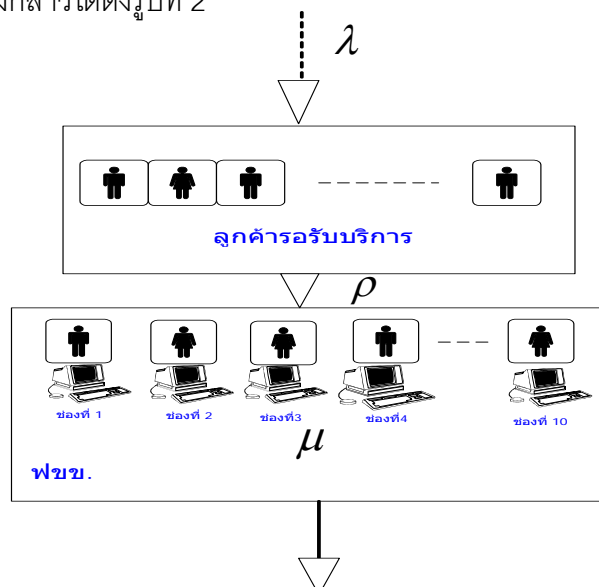
และเวลาเฉลี่ยของผู้ใช้แต่ละรายต้องใช้อุปกรณ์ในระบบสามารถหาได้จากผลบวกของค่าเวลาเฉลี่ยของผู้ใช้ที่รออยู่ในระบบกับเวลาเฉลี่ยที่ผู้ใช้รับบริการเขียนเป็นสมการได้ว่า

$$E[T] = \frac{E[K] + 1}{\mu} \quad (6)$$

จากสมการทั้งหมดที่ได้กล่าวมาสามารถนำไปวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบชำระค่าไฟฟ้าได้ในหัวข้อต่อไป

### 3. การวิเคราะห์ระบบชำระค่าไฟฟ้า

ระบบชำระค่าไฟฟ้าอัตโนมัติของการไฟฟ้านครหลวงที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน มีขั้นตอนดำเนินการดังนี้ เริ่มต้นเมื่อมีผู้ใช้เข้ามาสู่ระบบ โดยถือใบแจ้งหนี้ค่าไฟฟ้ามาที่เครื่องสแกนอ่านบาร์โค้ด เมื่ออ่านเสร็จแล้วเครื่องจะพิมพ์หมายเลขลำดับการให้บริการออกมาให้กับผู้ใช้ไฟเพื่อรอชำระเงิน และในเวลาเดียวกันเครื่องจะส่งข้อมูลของผู้ใช้ไฟไปยังจุดรับบริการชำระค่าไฟฟ้าตามช่องทางต่างๆ ซึ่งระบบอัตโนมัติจะจัดเรียงลำดับคิวโดยแสดงลำดับหมายเลขขึ้นตามช่อง ณ จุดรับบริการ ซึ่งแต่ละจุดรับบริการจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์คอยประมวลผลข้อมูลของผู้ใช้ไฟพร้อมกับพิมพ์ใบเสร็จรับเงินออกมาทันที เมื่อเครื่องอ่านหมายเลขตรงกับหมายเลขของผู้ใช้ไฟคนใดผู้ใช้ไฟคนนั้นก็นำเงินไปชำระตามช่องรับบริการดังกล่าว เมื่อพนักงานรับเงินแล้วก็เขียนลายมือชื่อลงในใบเสร็จรับเงินแล้วส่งให้ผู้ใช้ไฟเป็นอันว่าจบกระบวนการชำระค่าไฟฟ้า เพราะฉะนั้นเราสามารถจำลองระบบดังกล่าวได้ดังรูปที่ 2



## รูปที่ 2 แบบจำลองระบบรับชำระค่าไฟฟ้า

กรณีศึกษาที่การไฟฟ้านครหลวงเขตบางเขน จากข้อมูลของสำนักงานวิเคราะห์และตรวจสอบส่วนเขต [3] ประจำเดือนพฤษภาคม 2549 มีจำนวนผู้มาใช้บริการจำนวน 41,838 ราย ช่วงเวลาเฉลี่ยของการให้บริการต่อรายเท่ากับ 1.57 นาที และในเดือนดังกล่าวมีจำนวนวันที่เปิดทำการเท่ากับ 19 วัน จำนวนช่องรวมทั้งหมดที่ให้บริการเท่ากับ 161 ช่องต่อเดือน โดยเฉลี่ยหนึ่งวันให้บริการประมาณ 8 ชั่วโมง ดังนั้นเราสมมติให้ทราฟฟิกของการเข้าสู่ระบบกระจายแบบสม่ำเสมอ และเราสามารถหาค่าอัตราการเข้าสู่ระบบของผู้ใช้โดยเฉลี่ย ได้เท่ากับ 5 รายต่อนาที , อัตราเฉลี่ยของการให้บริการเท่ากับ 0.637 รายต่อนาที , อัตราไหลของระบบเท่ากับ 7.849 และจำนวนเฉลี่ยของช่องที่ใช้ต่อหนึ่งวันประมาณ 8 ช่อง จากข้อมูลข้างต้นนี้เมื่อนำไปแทนลงในสมการที่ (4) , (5) , (6) แล้วทำการแก้สมการด้วยการเขียนโปรแกรมลงบนโปรแกรม MATLAB

### 4. ผลการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบ

ตารางที่ 1 เป็นค่าที่ได้จากการรันโปรแกรม MATLAB

จำนวนช่อง (C)	P[Block] (%)	P[service] (%)	E[K] (ราย)	E[T] (นาที)
1	100.00	0.00	7-8	9.4199
2	79.70	20.30	6	7.8260
3	67.59	32.41	5	6.8756
4	57.02	42.98	4	6.0456
5	47.23	52.77	3-4	5.2777
6	38.19	61.81	2-3	4.5681

7	29.99	70.01	2	3.9239
8	22.74	77.26	1-2	3.3546
9	16.55	83.45	1	2.8689
10	11.50	88.50	0-1	2.4724

จากผลการวิเคราะห์ในตารางข้างบนนี้ พบว่าจำนวนช่องรับบริการ(C)มีผลต่อค่าประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ พิจารณาได้จากการเพิ่มจำนวนช่องรับบริการทำให้ค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้จะได้รับบริการทันทีเพิ่มสูงขึ้นและค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้จะไม่ได้รับบริการทันทีลดต่ำลง รวมถึงจำนวนเฉลี่ยของผู้ใช้ที่รออยู่ในระบบลดลงด้วยและเวลาเฉลี่ยของผู้ใช้แต่ละรายรอคอยอยู่ในระบบก็ลดลงด้วย จากข้อมูลในเดือน พฤษภาคม 2549 การไฟฟ้านครหลวงเขตบางเขนใช้จำนวนเฉลี่ยของช่องรับบริการต่อวันประมาณ 8 ช่อง ดังนั้น ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของระบบจะมีค่าดังนี้ ค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้จะได้รับบริการทันทีเท่ากับ 77.26 % , ค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้จะไม่ได้รับบริการทันทีเท่ากับ 22.74 % ,จำนวนเฉลี่ยของผู้ใช้ที่รออยู่ในระบบประมาณ 1 - 2 ราย ,และเวลาเฉลี่ยของผู้ใช้แต่ละรายรอคอยอยู่ในระบบประมาณ 3.3546 นาที แต่ ถ้าใช้จำนวนเฉลี่ยของช่องรับบริการต่อวันประมาณ 7 ช่อง ค่าประสิทธิภาพโดยรวมของระบบยังคงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (>70%) ขณะที่ช่วงเวลาเฉลี่ยของการให้บริการต่อรายยังคงเท่าเดิม

## 5. บทสรุป

บทความนี้ได้นำเสนอการวิเคราะห์ระบบรับชำระค่าไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงกรณีศึกษาที่เขตบางเขน โดยการประยุกต์ใช้ทฤษฎีของระบบคิวเพื่อทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ จากผลการวิเคราะห์พบว่าประสิทธิภาพโดยรวมของระบบรับชำระค่าไฟฟ้าการไฟฟ้านครหลวงเขตบางเขน มีคุณภาพการให้บริการรับชำระค่าไฟฟ้าอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างดี ดูได้จากค่าความน่าจะเป็นที่ผู้ใช้จะได้รับบริการทันทีมีค่าสูงกว่า 70 % เมื่อใช้ช่องรับบริการแค่ 7 ช่อง แต่ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8 ช่อง (ทั้งหมดมี 9 ช่อง) เพราะฉะนั้น ข้อมูลจากบทความนี้ทำให้การไฟฟ้านครหลวงเขตบางเขน สามารถนำไปวางแผนการจัดการด้านบริหารบุคคลภายในหน่วยงานได้ และสิ่งที่ได้ตามมาก็คือ สามารถนำแบบจำลองดังกล่าวนี้ไปวิเคราะห์กับระบบรับชำระค่าไฟฟ้าของหน่วยงานอื่นที่สนใจได้

## 6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ รศ. ดร. ปราโมทย์ วาดเขียน คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีระบบคิวและตัวแปรสุ่ม และขอขอบคุณ คุณ ชิงชัย เตียมสิทธิพันธุ์ นักประมวลผลข้อมูล 9 ฝ่ายวางแผนเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับระบบคิว

อัตโนมัติของการไฟฟ้านครหลวง และขอขอบคุณผู้บริหารของการไฟฟ้านครหลวงเขตบางเขนทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและสนับสนุนในการเขียนบทความนี้

## 7. เอกสารอ้างอิง

- [1] ด้ญญกร วุฒิสัททิกุลกิจ.วิศวกรรมโทรคมนาคม.กรุงเทพฯ:สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544
- [2] R.D. Yates, and D.J. Goodman. Probability and Stochastic Processes. New York : John Wiley&Sons, INC, 1998
- [3] Homepage [http://intranet/dao/Dis\\_KPI\\_49/P8\\_SB4.xls](http://intranet/dao/Dis_KPI_49/P8_SB4.xls)