บทที่ 2

การทบทวนผลงานในอดีต

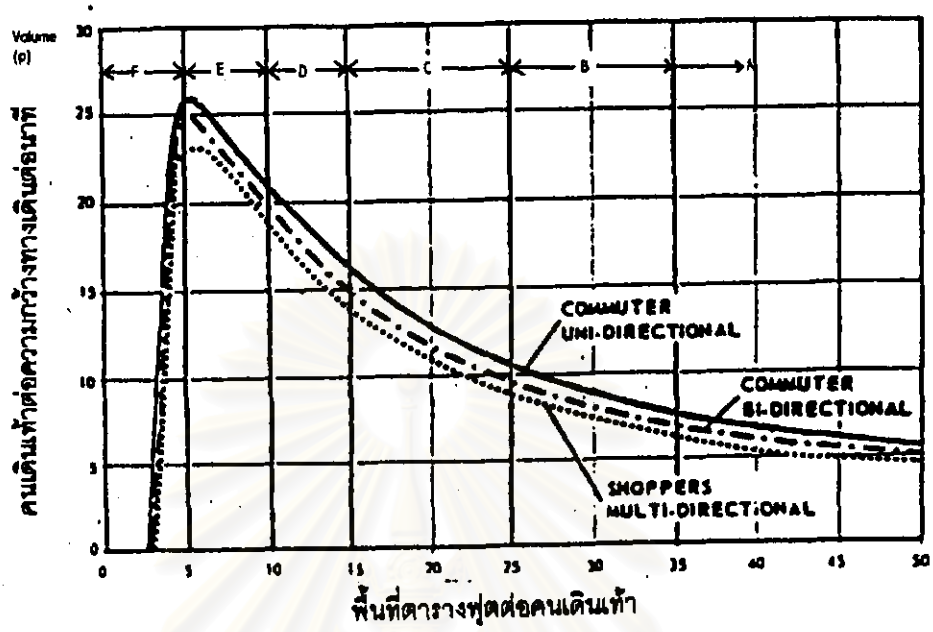
การทบบวนผลงานในอดีตสามารถกำหนดประเด็นหลักที่เกี่ยวข้องกับการประเมินประสิทธิภาพในการให้บริการภายในอาคารผู้โดยสาร 3 ประเด็น คือ (1) การแบ่งระดับของประสิทธิภาพการให้บริการ (2) การวิเคราะห์ระดับการให้บริการ และ (3) การเลือกช่วงเวลาในการวิเคราะห์ความสามารถในการให้บริการ และอัตราการให้บริการ

2.1 การแบ่งระดับของประสิทธิภาพการให้บริการ (Level of Service , LOS)

แนวคิดในการแบ่งระดับของการให้บริการได้ถูกพัฒนาเพื่อใช้ในการวางแผน ออกแบบ และวิเคราะห์ความสามารถในการให้บริการขนส่ง จากผลการวิเคราะห์ระดับในการให้บริการจะแสดงถึงระดับของความสะดวกสบายที่ผู้ใช้ได้รับจากการให้บริการนั้นๆ ซึ่งมีด้วยกันหลายระดับและความสามารถในการให้บริการ (Ashford, 1988)

Fruin (1971) ได้พิจารณากำหนดระดับการให้บริการแก่ผู้โดยสารโดยพิจารณาจากพื้นที่มาตรฐานสำหรับออกแบบทางเท้า โดยวิเคราะห์จากความแออัดที่มีผลต่อความสะดวกสบายของคนเดินเท้า มาตรฐานสำหรับการออกแบบทางเท้าจากการศึกษานี้สามารถแบ่งออกได้ทั้งหมด 6 ระดับ แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของคนเดินเท้า และพื้นที่ต่อคนเดินเท้า ดังแสดงในรูปที่ 2.1 และตารางที่ 2.1

นอกจากนี้ Fruin ยังได้ทำงานวิจัยเกี่ยวกับการเคลื่อนตัวของคนเดินเท้า และการกำหนดระดับการให้บริการสำหรับทางเดินเท้าภายในอาคารผู้โดยสารของสนามบิน Port Authority of New York โดยพิจารณาจากปริมาณของการเคลื่อนแต่ละทิศทางของผู้โดยสารและความเป็นอิสระของการเคลื่อนตัว ซึ่งมีหลักการพิจารณาไม่แตกต่างจากการวิเคราะห์ความสามารถในการให้บริการของถนนเกณฑ์ในการประเมินมีดังนี้



รูปที่ 2.1 มาตรฐานระดับการให้บริการสำหรับทางเท้า

ที่มา: Fruin (1971)

ตารางที่ 2.1 สรุปพื้นที่มาตรฐานสำหรับคนเดินเท้า (ตารางฟุต/คน)

	ระดับการให้บริการ					
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**
ทางเดิน	35 หรือ มากกว่า	25-35	15-25	10-15	5-10	5 หรือ น้อยกว่า
บันได	20 หรือ มากกว่า	15-20	10-15	7-10	4-7	4 หรือ น้อยกว่า
แถวคอย	13	10-13	7-10	3-7	2-3	2 หรือ น้อยกว่า

ที่มา: Fruin (1971)

1. ความเร็วในการเดินของแต่ละผู้โดยสาร
2. ความสามารถในการแซง
3. ความสะดวกสบายของเส้นทางในการเดิน

อย่างไรก็ตามผลงานวิจัยของ Fruin เกี่ยวกับการต่อแถวรอใช้บริการตามที่ได้นำเสนอในตารางที่ 2.1 เป็นกำหนดระดับในการให้บริการจากพื้นที่ต่อผู้ใช้บริการ ไม่สามารถนำมาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพในการให้บริการของส่วนประกอบต่างๆ ภายในอาคารผู้โดยสารของสนามบินได้ทุกส่วน เนื่องจากการประเมินการให้บริการจะต้องพิจารณาถึงระยะเวลาในการดำเนินการ และพื้นที่ในการให้บริการแก่ผู้โดยสารควบคู่กันไป ดังนั้นการกำหนดระดับการให้บริการภายในอาคารผู้โดยสารจะต้องแบ่งประเภทของการกำหนดการดำเนินการของผู้โดยสารออกเป็น 3 ประเภทคือ

<u>ประเภทแรก</u> ส่วนประกอบในการให้บริการ (Processing) ประกอบด้วยบริเวณตรวจบัตรโดยสารและสัมภาระ ตรวจคนเข้าเมือง ศุลกากร จุดตรวจรักษาความปลอดภัย และจุดคืนสัมภาระ

<u>ประเภทที่สอง</u> บริเวณรอของผู้โดยสาร (Holding) ประกอบด้วยบริเวณรอสำหรับผู้โดยสารขาออก ห้องรอสำหรับผู้โดยสารขาออก ห้องรอก่อนขึ้นเครื่อง ห้องรอสำหรับผู้โดยสารเปลี่ยนเครื่อง และบริเวณรอสำหรับผู้โดยสารขาเข้า

<u>ประเภทที่สาม</u> บริเวณไหลเวียนของผู้โดยสาร (Circulation and mode transfer) ประกอบด้วย บริเวณขึ้นลงเครื่องบิน ทางเดินภายในอาคาร และจุดเชื่อมต่อระหว่างอาคารผู้โดยสารและส่วนการดำเนินการบิน (Airside)

ในการพิจารณาระดับการให้บริการที่เกิดในส่วนประกอบในการให้บริการ (Processing) โดยปกติจะพิจารณาทั้งในส่วนของระยะเวลาในการให้บริการ และพื้นที่ในการให้บริการซึ่งมีความสัมพันธ์กัน ระดับการให้บริการบริเวณรอของผู้โดยสาร (Holding) จะพิจารณาในลักษณะของพื้นที่ต่อผู้โดยสาร แต่บางครั้งจะต้องพิจารณาร่วมกับระยะเวลาในการรอของผู้โดยสารด้วย เช่น ผู้โดยสารที่มาก่อนกำหนดการเครื่องออกจะใช้เวลาที่เหลือในการนั่งรอ ทั้งนี้ระยะเวลาที่ผู้โดยสารมาก่อนกำหนดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ดังนี้คือ ระยะเวลาในการดำเนินการภายในอาคารผู้โดยสาร และระยะเวลาในการเดินทางมายังสนามบิน ส่วนระดับบริการบริเวณไหลเวียน หรือเส้นทางเดินของผู้โดยสาร (Circulation areas) จะพิจารณาจากพื้นที่ต่อผู้โดยสาร การกำหนดพื้นที่ดังกล่าวในแต่ละสนามบินมีความแตกต่าง

กันบ้างขึ้นอยู่กับ ลักษณะและพฤติกรรมของผู้โดยสาร เช่น อายุของผู้โดยสาร อัตราส่วนของผู้โดยสารที่ใช้กระเป๋าถือและใช้รถเข็น

ถึงอย่างไรก็ตามยังไม่มีวิธีการที่เป็นมาตรฐานในการกำหนดระดับในการให้บริการที่ใช้สำหรับการออกแบบเพื่อรองรับความต้องการในการใช้บริการของผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสารของสนามบิน ซึ่งต่างจากการกำหนดระดับการให้บริการของถนนที่มีการกำหนดระดับการให้บริการไปในทิศทางเดียวกัน แม้ว่าผู้ดำเนินการของท่าอากาศยาน (Airport Operators) และนักออกแบบของแต่ละหน่วยงานหรือท่าอากาศยานฯ ต่างพยายามแสดงรายละเอียดของที่มาของแต่ละระดับการให้บริการเพื่อเป็นที่ยอมรับ แต่ก็ยังไม่มีวิธีการใดที่เป็นที่ยอมรับและเป็นที่นิยมใช้กันแพร่หลายจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเกี่ยวกับการบิน โดยปกติการกำหนดระดับในการให้บริการจะพิจารณาทั้ง 2 ส่วนคือ ส่วนของการออกแบบ (พื้นที่ต่อผู้โดยสาร) และส่วนของการดำเนินการ (ระยะเวลาในการให้บริการ) ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จำเป็นต้องพิจารณาควบคู่กันไป

Transportation Research Board (1994) ได้กำหนดระดับการให้บริการสำหรับเส้นทางไหลเวียน (Terminal Circulation) โดยใช้การกำหนดระดับการให้บริการเหมือนกับระดับการให้บริการของทางเท้า ซึ่งพิจารณาทั้งความล่าช้าที่วัดจากความเร็วในการเดินและความแออัด ดังแสดงตามตารางที่ 2.2

Transportation Research Board (1987) ได้กำหนด LOS โดยพัฒนาจากระดับการให้บริการของถนน 6 ช่องจราจร ซึ่งได้กำหนดระดับการให้บริการไว้ 3 ระดับ คือ

<u>ระดับ 1</u> ผู้โดยสารไม่เกิดความล่าช้าหรือแออัดจากผลกระทบในส่วนของการดำเนินการให้บริการภายในอาคารผู้โดยสาร

<u>ระดับ 2</u> ผู้โดยสารเกิดความล่าช้าในช่วงเวลาเร่งด่วน อาจพบจำนวนผู้โดยสารที่มารอรับบริการ ในส่วนของการบินจะต้องไม่ได้รับผลกระทบจากการดำเนินการให้บริการภายในอาคารผู้โดยสาร

<u>ระดับ 3</u> ผู้โดยสารเกิดความล่าช้าตลอดเวลาในช่วงเวลาเร่งด่วน ความล่าช้าในการบิน มีผลกระทบจากการดำเนินการให้บริการภายในอาคารผู้โดยสาร

ตารางที่ 2.2 ระดับบริการการเคลื่อนตัวภายในอาคารผู้โดยสาร

LOS	พื้นที่ (ตร.ฟุต/คน)	*ปริมาณผู้โดยสาร และความเร็วที่กำหนด*		
		ความเร็วเฉลี่ย (ฟุต/นาที)	ปริมาณผู้โดยสาร (คน/นาที/ฟุต)	ปริมาณผู้โดยสารต่อความสามารถในการให้บริการ
A	≥ 130	≥ 260	≤ 2	≤ 0.08
B	≥ 40	≥ 250	≤ 7	0.28
C	≥ 24	≥ 240	≤ 10	0.40
D	≥ 15	≥ 225	≤ 15	0.60
E	≥ 6	≥ 150	≤ 25	≤ 1.00
F	< 6	< 150	คลาดเคลื่อนได้	คลาดเคลื่อนได้

ที่มา : TRB (1994)

British Airport Authority หรือ BAA (1981) และ International Air Transport Association หรือ IATA (1981) ได้ร่วมกันเปรียบเทียบมาตรฐานในการกำหนดระดับการให้บริการในส่วนการดำเนินการสำหรับผู้โดยสารขาออก และขาเข้า ดังแสดงใน ตารางที่ 2.3 และ 2.4

ถึงกระนั้น BAA ได้เพิ่มเติมมาตรฐานพื้นที่ต่อผู้โดยสารในส่วนของบริเวณการไหลเวียนของผู้โดยสาร (Circulation Area) แต่มาตรฐานที่กำหนดจะใช้พิจารณาในช่วงเวลาที่ผู้โดยสารคับคั่งเท่านั้น แทนที่จะเป็นมาตรฐานในช่วงเวลาที่สังเกตหรือพิจารณา ทำให้ความล่าช้าหรือความแออัดที่ได้จากการประเมินมีความแออัดมากจนเกินไป ดังนั้น BAA จึงได้ปรับปรับปรุงมาตรฐานให้สัมพันธ์กับระยะเวลาในการรอของผู้โดยสารดังแสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.3 มาตรฐานสำหรับการออกแบบ และการให้บริการของหน่วยงาน BAA และ IATA (ผู้โดยสารขาออก)

ส่วนประกอบ	*มาตรฐานของBAA*		*มาตรฐานของ IATA*	
	พื้นที่มาตรฐาน	เวลาที่ใช้บริการมาตรฐาน	พื้นที่มาตรฐาน	เวลาที่ใช้บริการมาตรฐาน
บริเวณตรวจบัตรโดยสารและสัมภาระ	0.8 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารพร้อมกระเป๋าถือ 0.6 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารพร้อมสัมภาระ	95 % ของผู้โดยสาร < 3 นาที	0.8 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารพร้อมสัมภาระ 0.6 $ม^2$สำหรับผู้มาเยือน	95 % ของผู้โดยสาร < 3 นาที ; ช่วงเวลาคับคั่ง 80% < 5 นาที
บริเวณรอก่อนตรวจหนังสือเดินทาง	1.0 $ม^2$ต่อผู้โดยสารที่นั่ง 1.0 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารที่ยืน ที่นั่งมีสำหรับผู้โดยสาร 10 %	ไม่มี	ไม่มี	ไม่มี
ด่านตรวจหนังสือเดินทาง	0.6$ม^2$ต่อผู้โดยสารปราศจากกระเป๋าถือ 0.8 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารพร้อมกระเป๋าถือ	95%ของผู้โดยสาร < 1 นาที	0.6$ม^2$ต่อผู้โดยสารปราศจากกระเป๋าถือ 0.8 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารพร้อมกระเป๋าถือ	95 % ของผู้โดยสาร < 1 นาที

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)

ส่วนประกอบ	มาตรฐานของBAA		มาตรฐานของ IATA	
	พื้นที่มาตรฐาน	เวลาที่ใช้บริการมาตรฐาน	พื้นที่มาตรฐาน	เวลาที่ใช้บริการมาตรฐาน
บริเวณรอสำหรับผู้โดยสารขาออก	1.0 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารที่นั่ง 1.0 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารที่ยืน ที่นั่งมีสำหรับผู้โดยสาร 60 %	ไม่มี	1.0-1.5 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารที่นั่ง 1.2 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารที่ยืนพร้อมรถเข็น 1.0 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารที่ยืน ที่นั่งมีสำหรับผู้โดยสาร 50 %	ไม่มี
ห้องรอผู้โดยสารก่อนขึ้นเครื่อง	1.0 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารที่นั่ง 1.0 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารที่ยืน ที่นั่งมีสำหรับผู้โดยสาร 60 %	ไม่มี	0.6 $ม^2$ สำหรับผู้โดยสารยืนรอใช้บริการโดยไม่มีกระเป๋าถือ 0.8 $ม^2$ สำหรับผู้โดยสารที่รอใช้บริการโดยปราศจากกระเป๋าถือ 1.0 $ม^2$ ต่อผู้โดยสารในห้องรอผู้โดยสารก่อนขึ้นเครื่อง	80 % ของผู้โดยสารที่รอใช้บริการตรวจบัตรโดยสาร เดินทาง < 5 นาที

ที่มา: BAA และ IATA (1981)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบและการให้บริการของหน่วยงาน BAA และ IATA (สำหรับผู้โดยสารขาเข้า)

ส่วนประกอบ	*มาตรฐานของ BAA*		*มาตรฐานของ IATA*	
	พื้นที่มาตรฐาน	เวลาบริการมาตรฐาน	พื้นที่มาตรฐาน	เวลาบริการมาตรฐาน
ตรวจคนเข้าเมือง	0.9 ม^2 ต่อผู้โดยสาร	UK/EEC* 95% < 4 นาที อื่น ๆ 95% < 12 นาที	0.9 ม^2 ต่อผู้โดยสาร	95 % ของผู้โดยสารทั้งหมด < 12 นาที 80 % ของผู้โดยสารในประเทศ < 5 นาที
จุดคืนสัมภาระ	1.25 ม^2 ต่อผู้โดยสาร 2.0ม^{2}ต่อผู้โดยสารเดินทางระยะสั้น 3.25ม^2 ต่อ ผู้โดยสารเดินทางระยะยาว	ระยะเวลามากสุดไม่เกิน 25 นาที นับตั้งแต่ผู้โดยสารคนแรกออกจากด่านตรวจคนเข้าเมือง และคนสุดท้ายรับสัมภาระ	0.8 ม^2 ต่อผู้โดยสารเดินทางภายในประเทศและเดินทางระยะสั้น 1.6ม^{2}สำหรับผู้โดยสารเดินทางระยะยาว	ระยะเวลามากที่สุดไม่เกิน 25 นาที นับตั้งแต่ผู้โดยสารคนแรกเข้าสู่จุดคืนสัมภาระและคนสุดท้ายรับสัมภาระ 90%ของผู้โดยสารรอสัมภาระ < 20 นาที
ศุลกากร	ไม่มี	ไม่มี	2.0 ม^2 ต่อผู้โดยสาร	ไม่มี
บริเวณรอสำหรับผู้โดยสารขาเข้า	1.0 ม^{2}ต่อคนยืน 0.8 ม^2 ต่อคนที่นั่ง จำนวนที่นั่งมี 20 % สำหรับผู้คน ณ ขณะนั้น	ไม่มี	0.6 ม^2 ต่อคนยืนรอ 1.0ม^2 ต่อคนที่นั่งรอ 0.8 ม^2 ต่อผู้โดยสารเดินทางระยะสั้น 1.6 ม^2 ต่อผู้โดยสารทางระยะยาว	

*หมายเหตุ UK/EEC หมายถึง ผู้โดยสารจากเครือสหราชอาณาจักร และยุโรป

ตารางที่ 2.4 (ต่อ)

มาตรฐานเพิ่มเติม

พื้นที่ว่างภายในอาคารผู้โดยสาร	: 95% ของผู้โดยสารสามารถหาที่ว่างได้
ท่าเทียบจอดเครื่องบิน	: ระยะทางในการเดิน < 250 ม. โดยปราศจากทางเลื่อน < 650 ม. พร้อมทางเลื่อน (โดยที่ 200 ม. ไม่มีทางเลื่อน)
	: ระบบขนส่งมวลชนจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในกรณี เดินทางเกิน 500 ม.
การบริการท่าเทียบจอดเครื่องบิน	: ใช้สะพานท่าเทียบจอดเครื่องบินอย่างน้อย 75 % ของผู้ โดยสาร

ที่มา: BAA และ IATA (1981)

ตารางที่ 2.5 มาตรฐานพื้นที่สัมพันธ์กับเวลาของ BAA

ส่วนประกอบ	*พื้นที่ที่เตรียมไว้สำหรับการรอใช้บริการของผู้โดยสาร*
ตรวจบัตรโดยสาร	10 นาที
ตรวจความปลอดภัย	5 นาที
ตรวจหนังสือเดินทาง	1 นาที
ตรวจคนเข้าเมือง	
- UK/EEC*	12 นาที
- อื่น ๆ	30 นาที

- หมายเหตุ UK/EEC หมายถึง ผู้โดยสารจากเครือสหราชอาณาจักร และยุโรป

ที่มา: BAA (1981)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในทำนองเดียวกัน Schiphol Airport Authority ได้กำหนดมาตรฐานในการออกแบบที่ใช้โดยแพร่หลายในการกำหนดระดับในการให้บริการในการออกแบบ ที่พิจารณาร่วมกันระหว่างพื้นที่ต่อผู้โดยสาร และระยะเวลาในการให้บริการดังแสดงในตารางที่ 2.6 และ 2.7 (Ashford,1988)

ตารางที่ 2.6 มาตรฐานในการออกแบบของสนามบิน AEROPORTS DE PARIS

	พื้นที่มาตรฐาน	*เวลาที่ใช้บริการมาตรฐาน*
ผู้โดยสารขาออก		
บริเวณตรวจบัตรโดยสาร	30 ม^2 ต่อช่องบริการตรวจบัตรโดยสาร 10 ม (อย่างน้อย)ขนาดของ บริเวณเคาเตอร์ตรวจบัตรโดยสาร	80 % ของผู้โดยสารเข้าแถวรอใช้ บริการ < 15 นาที
บริเวณรอก่อนตรวจ หนังสือเดินทาง	3.0 ม^2 ต่อผู้โดยสารพร้อมสัมภาระ 1.5 ม^2 ต่อผู้โดยสารปราศจากสัมภาระ 1.0 ม^2 ต่อผู้มาเยือน ไม่มีที่นั่งสำหรับผู้โดยสารที่รอ	
ตรวจหนังสือเดินทาง	20 ม^2 ต่อช่องบริการตรวจหนังสือ เดินทาง	80 % ของผู้โดยสารเข้าแถวรอใช้ บริการ < 15 นาที
ตรวจรักษาความ ปลอดภัย		80 % ของผู้โดยสารเข้าแถวรอใช้ บริการ < 15 นาที ระยะบริการเฉลี่ย 7 คนต่อนาที
บริเวณรอสำหรับ ผู้โดยสารขาออก	1.5 ม^2 ต่อผู้โดยสารที่นั่ง 1.0 ม^2 ต่อผู้โดยสารที่ยืน ที่นั่งสำหรับผู้โดยสารมี 50-70 % 20 % สำหรับพื้นที่เส้นทางไหลเวียน	

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

	พื้นที่มาตรฐาน	*เวลาที่ใช้บริการมาตรฐาน*
บริเวณรอหน้าห้องรอ สำหรับผู้โดยสารขึ้นเครื่อง	1.5 ม^2 ต่อผู้โดยสารที่นั่ง 1.0 ม^2 ต่อผู้โดยสารที่ยืน 50 % ของผู้โดยสารมีที่นั่ง	
ห้องรอผู้โดยสารก่อนขึ้นเครื่อง	0.6 ม^2 ต่อผู้โดยสารที่รอใช้บริการ	30 % ของผู้โดยสารเข้าแถวรอใช้บริการ < 5 นาที
ผู้โดยสารขาเข้า		
ตรวจคนเข้าเมือง	0.6 ม^2 ต่อผู้โดยสาร	95% ของผู้โดยสารเข้าแถวรอใช้บริการ < 12 นาที
จุดคืนสัมภาระ	บริเวณหน้าจุดคืนมีความกว้าง 1 ม. สำหรับผู้โดยสารทุก ๆ 5 คน	ระยะเวลามากที่สุด 25 นาที จากผู้โดยสารคนแรกมาถึงและคนสุดท้ายได้สัมภาระ
บริเวณจุดคืนสัมภาระ	พื้นที่ระหว่างจุดคืนสัมภาระมีระยะห่างอย่างน้อย 8 ม. และห่างจากผนังอย่างน้อย 4 ม.	
ด่านศุลกากร	1 ม. สำหรับระยะห่างในการตรวจค้นผู้โดยสาร	
บริเวณรอสำหรับผู้โดยสารขาเข้า	เหมือนกับบริเวณรอสำหรับผู้โดยสารขาออกก่อนตรวจหนังสือเดินทาง	

ที่มา: Ashford (1988)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.7 มาตรฐานการออกแบบของ SCHIPHOL AIRPORT

พื้นที่มาตรฐาน

บริเวณรอของผู้โดยสาร	1.0 $ม^2$ ต่อผู้โดยสาร สำหรับจำนวนผู้โดยสารขาออกในชั่วโมงคับคั่งสูงสุดที่ 20 โดยเตรียมที่นั่งรอ 30 % สำหรับผู้โดยสารดังกล่าว
ห้องรอก่อนขึ้นเครื่อง	1.0 $ม^2$ ต่อผู้โดยสาร โดยขึ้นกับความสามารถในการให้บริการของเครื่องบินที่เทียบจอดประตูนั้น โดยเตรียมที่นั่งรอ 50% สำหรับผู้โดยสารดังกล่าว

ระยะเวลาในการให้บริการมาตรฐาน

ระยะเวลาในการให้บริการทั้งหมด	< 30 นาที
ตรวจบัตรโดยสาร	< 5นาที
ตรวจหนังสือเดินทาง	< 5 นาที
ตรวจคนเข้าเมือง	< 5 นาที
จุดคืนสัมภาระ(ระยะเวลาที่รอกระเป๋า) (เครื่องบินขนาดเล็ก)	< 15 นาที
จุดคืนสัมภาระ(ระยะเวลาที่รอกระเป๋า) (เครื่องบินขนาดใหญ่)	< 20 นาที
ผู้โดยสารขาเข้า/ขาออก เดินจากหรือเข้าเครื่องบิน	<15 นาที

ที่มา: Ashford (1988)

Western European Airports Association (WEAA) ได้สรุปมาตรฐานของพื้นที่ต่อผู้โดยสารจากการสำรวจสนามบินในประเทศยุโรปตะวันตกกว่า 20 สนามบิน (Turner,1977) ดังแสดงในตารางที่ 2.8

นอกเหนือจากนี้วิธีการในการกำหนดระดับในการให้บริการได้เสนอแนะในปี คศ. 1979 ที่ประเทศแคนนาดา (Transport Canada, 1979) ซึ่งวิธีการดังกล่าว IATA โดยนำมาใช้ในการแบ่งระดับในการให้บริการ สามารถแบ่งออกเป็น 6 ระดับจาก A ถึง F (IATA,1981) ดังแสดงในตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.8 พื้นที่มาตรฐานสำหรับบริเวณรอผู้โดยสารโดย WEAA

พื้นที่ต่อผู้โดยสารที่นั่งรอ		1.0-1.5 $ม^2$
พื้นที่ต่อผู้โดยสารที่ยืนรอ		1.0 $ม^2$
ที่นั่งเฉลี่ยที่เตรียมไว้คิดเป็นสัดส่วนของจำนวนผู้โดยสารที่นั่งเทียบกับความสามารถในการให้บริการ :		
บริเวณอาคารผู้โดยสาร	- ขาออก	30-50%
	- ขาเข้า	20 % **
บริเวณดำเนินการบิน	- บริเวณรอสำหรับผู้โดยสารขาออก	40-80%
	- ห้องรอก่อนขึ้นเครื่อง	50-80%

*** ค่ามากสุดจะนำมาใช้ในกรณีที่มีจำนวนผู้โดยสารเปลี่ยนเครื่องสูง (เช่น สนามบิน Kastrup และ Frankfurt)

** สนามบินที่มีการเดินทางภายในประเทศสูง (เช่น สนามบิน Hamburg) มีระยะในการรอที่สั้น ดังนั้นจึงต้องการพื้นที่รอแค่ 5%

* รายงานได้จากการสำรวจสนามบินในยุโรปตะวันตกกว่า 20 สนามบินในช่วงปี คศ. 1976

ที่มา: Turner (1977)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.9 พื้นที่มาตรฐานสำหรับอาคารผู้โดยสารของ WEAA (ตารางเมตรต่อผู้โดยสาร)

ระดับการให้บริการ	A	B	C	D	E	F
ตรวจบัตรโดยสาร	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	
พื้นที่รอ/บริเวณหมุนเวียน	2.7	2.3	1.9	1.5	1.0	
ห้องรอก่อนขึ้นเครื่อง	1.4	1.2	1.0	0.8	0.6	
จุดคืนสัมภาระ (ปราศจากเครื่องมือ หรืออุปกรณ์)	1.6	1.4	1.2	1.0	0.8	

ที่มา: Turner (1977)

ระดับการให้บริการ	*รายละเอียด*
A	ระดับการให้บริการยอดเยี่ยม สามารถเคลื่อนไหวได้อย่างอิสระ ไม่เกิดความ ล่าช้า สามารถเดินไปยังทิศทางได้ตรง ระดับความสะดวกสบายยอดเยี่ยม
B	ระดับการให้บริการสูง เคลื่อนไหวได้อย่างสม่ำเสมอ ระดับความสะดวกสบายสูง
C	ระดับการให้บริการดี การไหลเวียนสม่ำเสมอ การให้บริการเป็นที่ยอมรับ การเชื่อมโยงระหว่างระบบมีความสมดุลย์
D	ระดับการให้บริการพอใช้ การไหลเวียนไม่สม่ำเสมอ ผู้โดยสารเกิดความล่าช้า ระดับการให้บริการยอมรับได้สำหรับช่วงระยะเวลาสั้น
E	ระดับการให้บริการไม่เป็นที่ยอมรับ การไหลเวียนไม่สม่ำเสมอ การเชื่อมโยงระหว่างระบบไม่มีความสมดุลย์ ระบบมีขีดจำกัดในการให้บริการ
F	ระบบไม่สามารถดำเนินการได้ มีความหนาแน่น และความล่าช้าสูงจนไม่สามารถยอมรับได้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TRB (1987) ได้รวบรวมขนาดพื้นที่มาตรฐานในการให้บริการภายในสนามบินที่นำเสนอโดยหน่วยงานต่าง ๆ เช่น IATA FAA และ TRB แสดงในตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 พื้นที่มาตรฐานที่ใช้ในการวางแผนและออกแบบของ TRB

ตำแหน่งการออกแบบ	*พื้นที่มาตรฐาน (ตารางฟุต/คน)*
IATA(1978) แนะนำพื้นที่การให้บริการบริเวณที่รอของผู้โดยสารก่อนตรวจบัตรโดยสารและสัมภาระ	> 10.8 สำหรับช่วงเวลาเร่งด่วนมากกว่า 15 นาที
ด่านศุลกากรและตรวจคนเข้าเมือง	> 10.8 สำหรับช่วงเวลาเร่งด่วนมากกว่า 15 นาที
FAA (1975) แนะแนวทางดังนี้	
การตรวจบัตรโดยสารและสัมภาระ	15-23
ตรวจเฉพาะสัมภาระ	12-18
ตรวจเฉพาะบัตรโดยสาร	4.3-7.6
จุดคืนสัมภาระ	6.5
TRB (1987) ความหนาแน่นมาตรฐานสำหรับเส้นทางไหวเวียน	15

หมายเหตุ IATA = International Air Transport Association
FAA = Federal Aviation Administration
TRB = Transportation Research Board

Senevirathe และ Mater (1994) ได้คิดวิธีในการกำหนด LOS โดยให้ค่า Performance index (PI) ซึ่งได้จากการวัดความต้องการของผู้โดยสารในการรับบริการ ต่อความสามารถในการให้บริการ เช่น LOS ของการได้มีที่นั่งของผู้โดยสารดังสมการต่อไปนี้

$$PI = \frac{Na}{No} \qquad (2.1)$$

โดยที่

Na = จำนวนความต้องการที่นั่งในช่วงที่พิจารณา

No = จำนวนที่นั่งมากที่สุดในการให้บริการ

และค่า PI ที่ได้สามารถนำมาใช้ในการกำหนดระดับการให้บริการได้ดังนี้

LOS	1 \ PI
A	> 1.0
B	0.9 – 0.7
C	0.6 – 0.4
D	0.3 – 0.2
E	0.2 – 0.1
F	< 0.1

จากการกำหนดระดับการให้บริการดังที่กล่าวมาทั้งหมดเป็นการพิจารณาความหนาแน่นของผู้โดยสาร และระยะเวลาในการให้บริการภายในอาคารผู้โดยสาร แต่ไม่ได้วัดจากระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการโดยตรง ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการสร้างแบบจำลองวัดระดับความพึงพอใจของผู้โดยสาร (Perception Response (P-R) model) ซึ่งมุ่งวัด LOS จากการสอบถามถึงความพึงพอใจต่อเวลาในการรับบริการว่า ดี พอใช้ หรือไม่พอใจ ภายในส่วนต่างๆ ในอาคารผู้โดยสาร เช่น ช่องตรวจบัตรโดยสารและสัมภาระ ด่านศุลกากร และตรวจคนเข้าเมือง จุดตรวจรักษาความปลอดภัย และจุดคืนสัมภาระ แล้วนำข้อมูลมาสร้างกราฟเพื่อกำหนด LOS ซึ่งวิธีการนี้เป็นวิธีการที่มีความสำคัญมากที่สุดที่นำมาใช้ในปัจจุบัน (Mumayiz และAshford,1986) ดังเสนอในรูปที่ 2.2

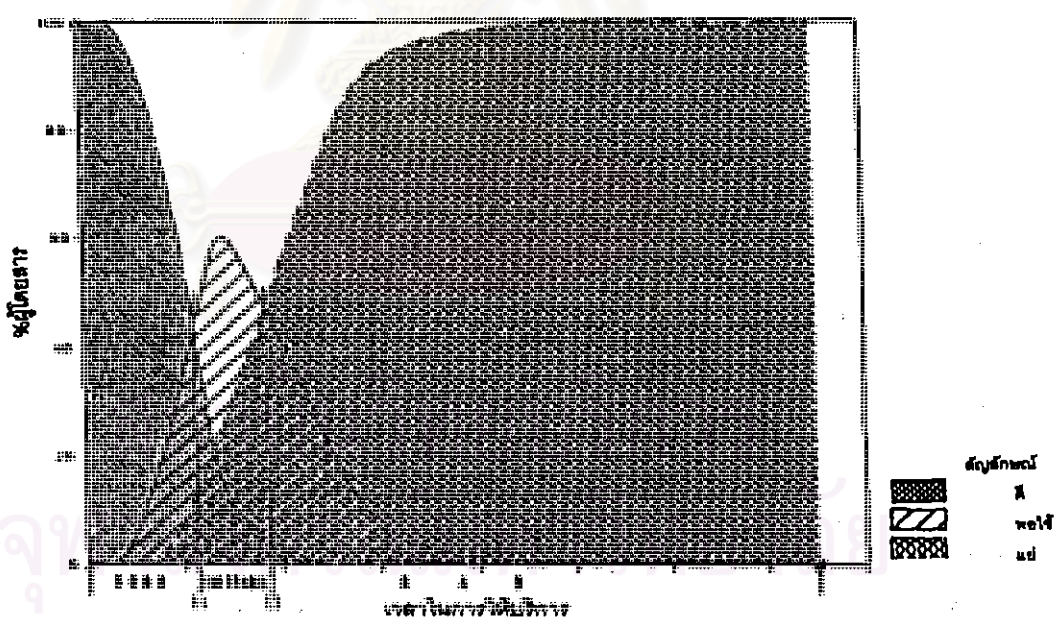
รูปที่ 2.2 ประกอบด้วยเส้นกราฟ 3 เส้นที่แสดงสัดส่วนของผู้โดยสารที่แสดงถึง ความพึงพอใจในระดับ "ดี" "พอใช้" และ "ไม่พอใจ" ณ เวลาในการใช้บริการแต่ละระดับใน การแบ่งระดับในการให้บริการจะพิจารณาจากจุดที่เกิดการตัดกันของกราฟ ซึ่งจะมีด้วยกันทั้งหมด 2 จุดตัดคือ จุดตัด T1 ระหว่างเส้นที่แทนผู้โดยสารที่แสดงถึงความพึงพอใจในการบริการที่ได้รับ "ดี" กับเส้นที่สะท้อน

ความพึงพอใจในบริการที่ได้รับ "พอใช้" และจุดตัด T2 ระหว่างเส้นความพึงพอใจในระดับ "พอใช้" กับเส้นความพึงพอใจในระดับ "ไม่พอใจ" และจากจุดตัดทั้งสองสามารถนำมากำหนดระดับการให้บริการจาก P-R Model ได้เป็น 3 ระดับคือ

ระดับ 1 : การบริการดี, ผู้โดยสารไม่เกิดความล่าช้า ไม่มีจำนวนผู้โดยสารมารอรับบริการหรือแออัด (เวลาการใช้บริการน้อยกว่า T_1)

ระดับ 2 : การบริการพอใช้, ผู้โดยสารเกิดความล่าช้าบ้างในเวลาเร่งด่วน มีจำนวนผู้โดยสารที่มารอรับบริการบ้าง และแออัดในบางช่วงเวลา (เวลาในการใช้บริการอยู่ระหว่าง T_1 และ T_2)

ระดับ 3 : การบริการที่ไม่เป็นที่พึงพอใจ, เกิดความหนาแน่นมาก ผู้โดยสารเกิดความล่าช้ามาก มีจำนวนผู้โดยสารมารอรับบริการและแออัดในตลอดช่วงเวลาเร่งด่วน (เวลาการใช้บริการมากกว่า T_2)



รูปที่2.2 แนวคิดในการสร้างแบบจำลองวัดระดับความพึงพอใจของผู้โดยสาร

ที่มา : Mumayiz และAshford (1986)

ในการนำวิธีข้างต้นไปใช้ในทางปฏิบัตินั้นจึงจำเป็นจะต้องคำนึงถึงระดับการให้บริการที่ต้องการจะแบ่ง ถ้าแบ่งระดับการให้บริการออกเป็นหลายระดับเกินไป เช่น 6 ระดับ อาจจะเกิดปัญหาขึ้นในการสำรวจความเห็นของผู้โดยสาร เพราะว่าผู้โดยสารอาจเกิดความสับสนในการตอบคำถาม ตารางที่ 2.11 แสดงตัวอย่างการกำหนดระดับการให้บริการโดยใช้ P - R model

ตารางที่ 2.11 ระดับการให้บริการของระยะเวลาในการดำเนินการของผู้โดยสาร (นาที) สำหรับ Birmingham International Airport, Great Britain

จุดบริการ	*ระดับการให้บริการ A* (ดี)	*ระดับการให้บริการ B* (พอใช้)	*ระดับการให้บริการ C* (ไม่พอใจ)
ตรวจบัตรโดยสาร (นาที)			
- เช่าเหมาลำ	< 11	11-21	>21
- เดินทางระยะยาว	< 15	15-25	>25
- เดินทางไปยังยุโรป	< 7.5	7.5-14	>14
ตรวจรักษาความปลอดภัย (นาที)	< 6.5	6.5-10.5	>10.5
ตรวจหนังสือเดินทาง (นาที)	< 6.5	6.5-10.5	>10.5
ตรวจคนเข้าเมือง (นาที)	< 6.5	6.5-14.5	>14.5
คืนสัมภาระ (นาที)	< 12.5	12.5-22.5	>22.5
ศุลกากร (นาที)	< 6.5	6.5-11.5	>11.5

ที่มา: Mumuyiz และ Ashford (1986)

ความคลาดเคลื่อนจากข้อมูลที่ได้รับเพื่อนำมาสร้างกราฟ P-R Model อาจเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. การให้ความร่วมมือต่อการตอบคำถามของผู้โดยสาร โดยที่คำตอบนั้นตรงกับความรู้สึกที่แท้จริงที่ได้จากการรับบริการหรือไม่

2. ความสามารถของผู้โดยสารในการแบ่งแยกระดับการให้บริการที่แตกต่างกันได้ เช่น ดี พอใช้ หรือไม่พอใจ

3. ประสบการณ์ที่ผ่านมาของผู้โดยสาร จากการได้รับบริการจากสนามบินอื่น ๆ

2.2 การคาดการณ์ความล่าช้าในการรอรับบริการ

ในการประเมินประสิทธิภาพการดำเนินงานของอาคารผู้โดยสาร จำเป็นต้องมีวิธีการในการประเมินที่ถูกต้อง และเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เพื่อใช้ในการคาดการณ์ความล่าช้าที่เกิดขึ้น การวางแผนและออกแบบสนามบินแบ่งการวิเคราะห์ประสิทธิภาพความสามารถในการให้บริการออกเป็น 2 ส่วนหลักคือ การให้บริการบริเวณการดำเนินการบิน (Airside) และการให้บริการภายในอาคารผู้โดยสาร (Landside) ทั้งนี้ในการประเมินประสิทธิภาพในการให้บริการบริเวณการดำเนินการบินนั้นมีขั้นตอนและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ในการประเมินค่อนข้างง่ายและไม่ซับซ้อน เนื่องจากบริเวณการดำเนินการบินมีการดำเนินงานที่เป็นระบบสูงมาก(Pararas,1977;McCullough และ Roberts ,1979 ; FAA ,1982) แต่ในทางกลับกันการประเมินประสิทธิภาพอาคารผู้โดยสารมีความซับซ้อนมากอันสืบเนื่องจากความไม่แน่นอนในการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสาร ซึ่งมีพฤติกรรมปรับเปลี่ยนอยู่ตลอดเวลา (Dynamic) รวมทั้งลักษณะที่แตกต่างกันในการให้บริการแก่ผู้โดยสาร ณ ส่วนต่างๆ ภายในอาคารผู้โดยสาร ดังนั้นการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้ในการประเมินหรือวิเคราะห์ความล่าช้าให้มีความแม่นยำ และสามารถจำลองพฤติกรรมให้ใกล้เคียงกับสภาพจริงที่เกิดขึ้น จึงมีความยุ่งยากและซับซ้อน

ในปัจจุบันการวิเคราะห์ความล่าช้าภายในอาคารผู้โดยสาร มีวิธีการประเมินตาม 2 แนวทางหลัก การประเมินแนวทางแรกคือ ไม่ใช้วิธีการที่วิเคราะห์และประเมินผลด้วยแบบจำลอง แต่จะวิเคราะห์ด้วยการตรวจสอบความหนาแน่นของผู้โดยสารในพื้นที่บริการ ส่วนการประเมินแนวทางที่ 2 จะนำมาใช้เมื่อวิธีการประเมินประสิทธิภาพในทางเลือกแรกอาจจะไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของ

การศึกษาด้วยการสร้างแบบจำลองที่มีความน่าเชื่อถือ และแม่นยำมาใช้ในการประเมิน (Mckelvey , 1988)

วิธีการวิเคราะห์ความล่าช้าในการรอรับบริการด้วยแบบจำลอง สามารถแยกออกเป็น 2 วิธี วิธีแรกใช้ Analytical model ซึ่งเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่พัฒนาจาก Queueing Theory และเป็นวิธีที่สามารถวิเคราะห์ความล่าช้าของส่วนประกอบในการให้บริการแยกเป็นส่วนๆ (Individual) แต่ไม่สามารถวิเคราะห์กลุ่มของบริการให้เชื่อมโยงหรือเป็นโครงข่ายได้ ส่วนวิธีที่สองคือการนำเอา Simulation มาใช้ในการวิเคราะห์ โดยวิธีดังกล่าวจะสามารถวิเคราะห์ความล่าช้าส่วนประกอบภายในอาคารผู้โดยสารแยกเป็นแต่ละส่วนประกอบ(Individual)หรือพิจารณาภาพรวมทั้งโครงข่าย (Network) ก็ได้

2.2.1 การวิเคราะห์โดยใช้ Analytical model

Ashford O'Leary และ McGinity (1976) ได้เสนอแนะแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ตามทฤษฎี Queuing Theory มาใช้ในการประเมินประสิทธิภาพภายในอาคารผู้โดยสาร โดยแบบจำลองที่นำมาใช้มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.12 และ 2.13

ตารางที่ 2.12 แบบจำลองสำหรับผู้โดยสารขาเข้า

บริการ	แบบจำลองที่ใช้
ตรวจคนเข้าเมือง	M/M/C
จุดคืนสัมภาระ	M/M/α
ศุลกากร	M/M/C
ออกจากอาคารผู้โดยสาร	Dummy Mode

ตารางที่ 2.13 แบบจำลองสำหรับผู้โดยสารขาออก

บริการ	แบบจำลองที่ใช้
การเข้ามาภายในอาคารผู้โดยสาร	Dummy Mode
ตรวจบัตรโดยสารและสัมภาระ	M/M/C
ตรวจหนังสือเดินทาง	M/M/α

รายละเอียดของแบบจำลองข้างต้นที่นำเสนออยู่ในรูปแบบ a/b/c โดย a อธิบายลักษณะการกระจายตัวสำหรับผู้เข้ามาใช้บริการ ซึ่งสัญลักษณ์ M หมายถึง การเข้ามาใช้บริการมีการกระจายตัวแบบ Poisson b อธิบายลักษณะการกระจายตัวของความสามารถในการให้บริการ สัญลักษณ์ M หมายถึง รูปแบบการให้บริการมีการกระจายตัวแบบ Negative Exponential และ C แสดงถึงจำนวนช่องที่เปิดให้บริการ และ α แสดงถึงจำนวนช่องการให้บริการมีจำนวนไม่จำกัด

การวิเคราะห์ความล่าช้าโดยใช้ Queuing Theory จะประสบปัญหาในการประเมินอยู่ 2 ประการหลัก คือ

1. การเชื่อมประสานโครงข่ายไม่สามารถกระทำได้
2. ปัญหาของการดำเนินการเข้ามาของผู้โดยสารเป็นแบบขนาน (Parallel processing flow) เมื่อผู้โดยสารเข้ามาใช้บริการในแต่ละส่วนประกอบนั้น เนื่องจากแนวคิดในการพัฒนาแบบจำลองพิจารณาจากรูปแบบของการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสารเป็นแบบระบบแถวเดี่ยว

การวิเคราะห์พฤติกรรมของผู้โดยสารที่เข้ามาใช้บริการและลักษณะของการให้บริการจะพิจารณาแยกเป็นเที่ยวบิน (Flight-based) ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองคือ จำนวนเฉลี่ยของผู้โดยสารที่เข้ามาใช้บริการ และระยะเวลาในการรอใช้บริการ ทั้งนี้ข้อมูลที่ได้จะใช้เป็นแนวทางในการประเมินหรือออกแบบเบื้องต้นเท่านั้น ไม่สามารถให้ผลได้ใกล้เคียงกับความล่าช้าที่เกิดขึ้นจริง (Ashford O' Leary และMcGinity, 1976)

พื้นฐานทฤษฎีของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดยใช้ Queuing Theory ได้ถูกรวบรวมโดยงานวิจัยของ Pararas (1977) ต่อมาทำการพัฒนาและนำมาประยุกต์โดยหน่วยงาน FAA (1980) ทั้งนี้แบบจำลองสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยข้อมูล (1) ความต้องการในการใช้บริการแต่ละส่วนประกอบ (2) ความสามารถในการให้บริการ และ(3) ความต้องการในการเดินทางจากส่วนประกอบหนึ่งไปยังอีกส่วนประกอบหนึ่ง หลักการดังกล่าวสามารถนำแบบจำลองมาใช้ในการประเมินการดำเนินการภายในอาคารผู้โดยสารได้ง่ายดายและมีประสิทธิภาพ (McKelvey ,1988) เนื่องจากได้ทำการพัฒนา และทดสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลองให้นำมาใช้วิเคราะห์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และง่ายแก่การเก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการวางแผน แต่กระนั้นวิธีการดังกล่าวยังมีข้อจำกัดคือ สามารถวิเคราะห์แยกเป็นแต่ละส่วนประกอบ (Individual) เท่านั้น แต่ไม่สามารถจำลองการเชื่อมโยงระหว่างส่วนประกอบซึ่งเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงภายในอาคารผู้โดยสาร ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์จึงไม่ถูกต้องเท่าที่ควร

แบบจำลองในการประเมินความล่าช้าภายในอาคารผู้โดยสารโดยใช้ Queueing models จำลองลักษณะบริการเป็น Multiple Channel Queueing และ First-in First-out (FIFO) ทั้งนี้สามารถพัฒนาสมการได้ 2 รูปแบบ (FAA , 1980) โดยมีสมมุติฐานว่าความต้องการในการใช้บริการเป็น Random และมีคุณสมบัติเป็น Poisson arrival distribution แต่แบบจำลองรูปแบบแรกได้ตั้งสมมุติฐานว่าการดำเนินการให้บริการเป็น Random และมีคุณสมบัติเป็น Exponential distribution ซึ่งแบบจำลองนี้เหมาะสมที่จะใช้ในการคาดการณ์ความล่าช้าในสถานการณ์ที่ระยะเวลาในการให้บริการของผู้โดยสารมีระยะเวลาการให้บริการแตกต่างกัน และระยะเวลาให้บริการค่อนข้างสั้น เช่น บริเวณตรวจรักษาความปลอดภัยก่อนขึ้นเครื่องเป็นต้น ความล่าช้าในกรณีนี้สามารถวิเคราะห์ได้จากสมการที่ 2.2 ส่วนแบบจำลองรูปแบบที่ 2 ได้ตั้งสมมุติฐานของอัตราการให้บริการเป็น General random variable โดยแบบจำลองมีความเหมาะสมในสถานการณ์ที่ระยะเวลาในการให้บริการแก่ผู้โดยสารแต่ละคนคล้ายกัน เช่น บริเวณตรวจบัตรโดยสาร เป็นต้น และการวิเคราะห์ค่าความล่าช้าเฉลี่ยสามารถหาได้จากสมการที่ 2.3

$$W_{MMK} = D^K S^{K+1} / \left[(K-1)!(K-DS)^2 \sum_{n=0}^{K-1} \frac{(DS)^n}{n!} + \frac{(DS)^K}{(K-1)!(K-DS)} \right] \qquad (2.2)$$

$$W_{MMG} = \frac{(\upsilon + S^2)}{2} W_{MMK} \qquad (2.3)$$

โดยที่

W_{MMK} = ความล่าช้าเฉลี่ยในกรณีที่สมมติว่าระยะในการให้บริการมีการกระจายตัวแบบ Exponential Distribution

W_{MMG} = ความล่าช้าเฉลี่ยในกรณีที่สมมติว่าระยะในการให้บริการมีการกระจายตัวแบบ General random variable

D = ค่าเฉลี่ยอัตราการเข้ามาใช้บริการ

S = ค่าเฉลี่ยอัตราการให้บริการ

V = ค่า Variance ของค่าเฉลี่ยอัตราการให้บริการ

K = จำนวนช่องบริการ

สมการที่ 2.2 และ 2.3 จะใช้ได้ในกรณีที่ค่าเฉลี่ยของอัตราการเข้ามาใช้บริการน้อยกว่าค่าเฉลี่ยของอัตราการให้บริการ แต่ในกรณีที่ค่าเฉลี่ยอัตราการเข้ามาใช้บริการ เข้าใกล้อัตราค่าเฉลี่ยการให้บริการ จะมีผลทำให้ความล่าช้ามีค่าเข้าใกล้ค่าอนันต์ (Infinity) และสถานะของการให้บริการจะอยู่ในสภาวะอิ่มตัว (Saturated) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการพิจารณาความล่าช้าที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาภาวะอิ่มตัว (Period of Saturation) FAA (1978) ได้นำเสนอวิธีการวิเคราะห์ค่าความล่าช้าที่เพิ่มขึ้นนี้โดยใช้แบบจำลอง Deterministic ซึ่งมีสมมุติฐานว่าความต้องการ และอัตราการให้บริการมีค่าคงที่ตลอดช่วงสภาวะอิ่มตัว และความล่าช้าที่เพิ่มขึ้นจะเป็นพื้นที่ระหว่างกราฟแสดงจำนวนสะสมของผู้เข้ามาใช้บริการ และกราฟแสดงความสามารถในการให้บริการ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 และ 2.4 แสดงวิธีการวิเคราะห์ความล่าช้าที่เพิ่มขึ้นในช่วงเวลาอิ่มตัว (W_S) แสดงดังสมการที่ 2.4

$$W_s = \frac{T(D - K/S)}{2K/S} \qquad (2.4)$$

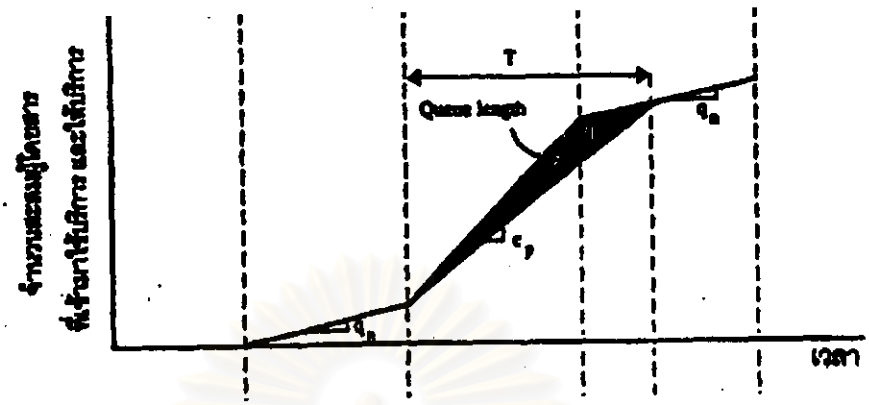
โดยที่ T คือ ช่วงเวลาที่ระบบอยู่ในสภาวะอิ่มตัว

จากรูป 2.3 แสดงการเข้ามาใช้บริการ และให้บริการในช่วงเวลาเร่งด่วน โดยที่ความล่าช้าของการให้บริการจะเกิดขึ้น ณ ช่วงเวลาเร่งด่วน (T) ซึ่งมีอัตราเฉลี่ยการเข้ามาใช้บริการของผู้ใช้บริการในช่วงเวลาเร่งด่วนมีอัตรามากกว่าความสามารถในการให้บริการในช่วงเวลาเร่งด่วน (C_p) ทั้งนี้พื้นที่แรเงาในรูปแสดงถึงปริมาณความล่าช้าที่เกิดขึ้นของผู้โดยสารในช่วงเวลาดังกล่าว (โดยที่ q_p และ q_n หมายถึง อัตราเฉลี่ยการเข้ามาของผู้โดยสารในช่วงเวลาเร่งด่วน และปกติ) ในขณะที่รูปที่ 2.4 แสดงถึงแนวคิดของแบบจำลองที่ใช้ในการคาดการณ์ความล่าช้าที่เกิดขึ้น ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ (1) Steady-State Queueing Model (2) Deterministic Oversaturation Model และ (3) Time-Dependent Queueing Model โดยที่ Steady-State Queueing Model จะเป็นแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ที่เหมาะสมในการคาดการณ์ความล่าช้าของผู้ใช้บริการในกรณีที่ระบบที่ทำการวิเคราะห์อยู่ในสภาพอยู่ตัว (Steady-State) และอัตราส่วนระหว่างปริมาณผู้ใช้บริการและความสามารถในการให้บริการมีค่าน้อยกว่า 1 (Undersaturation) ส่วน Deterministic Oversaturation Model จะเป็นแบบจำลองที่คาดการณ์ความล่าช้าเมื่อเกิดในช่วงเวลาอิ่มตัว (T) ดังแสดงในรูปที่ 2.3 และสมการที่ 2.4

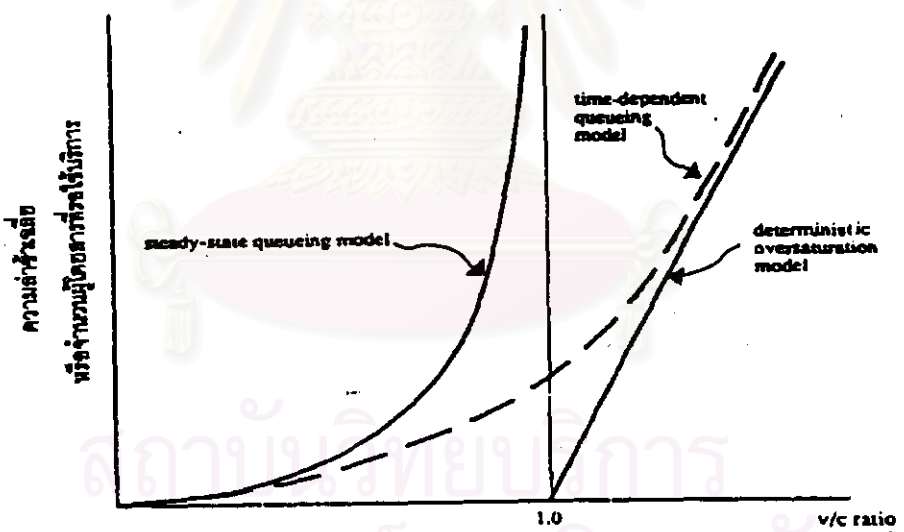
จากแนวคิดของการพัฒนาแบบจำลองข้างต้น ได้มีความพยายามที่จะพัฒนาแบบจำลองที่เหมาะสมที่ใช้คาดการณ์ความล่าช้าของผู้ใช้บริการทั้งในกรณีที่อัตราส่วนระหว่างปริมาณผู้ใช้บริการและความสามารถในการให้บริการมีค่าน้อยกว่า 1 และมากกว่า 1 ซึ่งเรียกแนวคิดของการพัฒนาแบบจำลองประเภทนี้ว่า Time-Dependent Queueing Model

McCullough และ Roberts (1979) ได้พัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความล่าช้าในการให้บริการ (W_{ERL}) ในกรณีที่การดำเนินการเป็นแบบ Single server system และการกระจายตัวของการเข้ามาใช้บริการเป็นแบบ Poisson Distribution และการกระจายตัวของการให้บริการเป็นแบบ Erlang Distribution ดังแสดงในสมการที่ 2.5

$$W_{ERL} = \frac{1+\chi}{2\chi} * \frac{DS^2}{(1-DS)} \qquad (2.5)$$



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงจำนวนสะสมผู้เข้ามาใช้บริการ และความสามารถสะสมในการให้บริการ ในช่วงเวลาเร่งด่วน



รูปที่ 2.4 Steady-State และ Time Depentdent Queueing Model

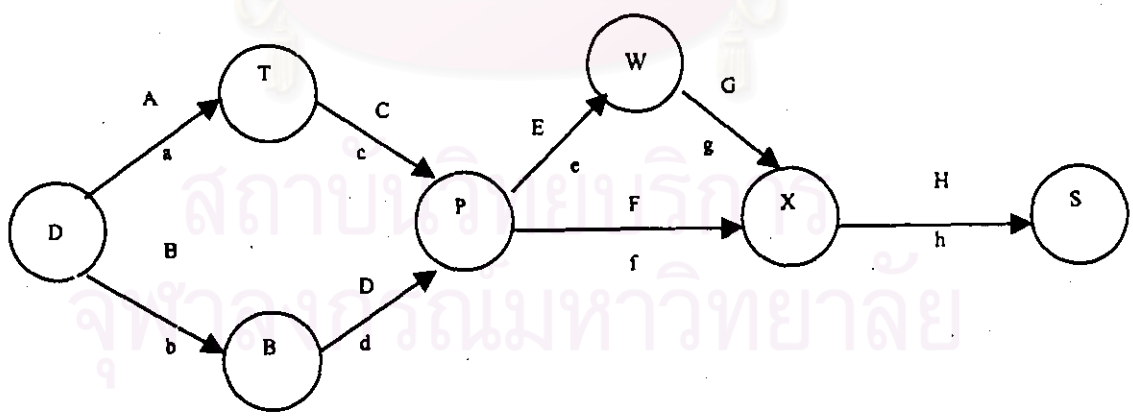
โดยที่

χ = จำนวนเต็มซึ่งมีความสัมพันธ์กับ Erlang Parameter ซึ่งหมายถึง Dispersion ของการกระจายตัว โดยหาจากสมการที่ 2.6

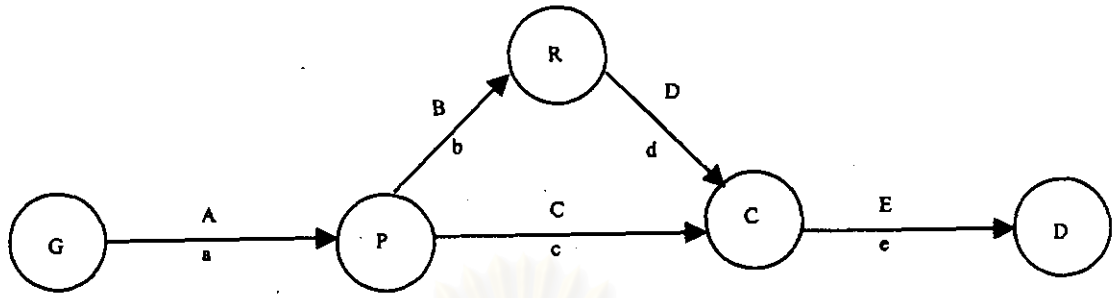
$$\upsilon = \frac{S^2}{\chi} \tag{2.6}$$

โดยที่ υ = Variance ของระยะเวลาในการให้บริการ

รูปที่ 2.5 และ 2.6 แสดงตัวอย่างในการนำแบบจำลองข้างต้น ซึ่งพัฒนาบนพื้นฐาน Queueing Theory มาใช้ในการวิเคราะห์การเชื่อมโยงของการดำเนินงานภายในอาคารผู้โดยสารทั้งผู้โดยสารขาเข้า และผู้โดยสารขาออก โดยที่รูปที่ 2.5 แสดงขั้นตอนการดำเนินการสำหรับผู้โดยสารขาออกเริ่มตั้งแต่ผู้โดยสารเข้ามาในอาคารผู้โดยสาร (D) ตรวจบัตรโดยสาร (T) ตรวจบัตรโดยสารและสัมภาระ (B) ตรวจหนังสือเดินทาง (P) บริเวณรอพัก (W) ตรวจรักษาความปลอดภัย (X) และห้องรอก่อนขึ้นเครื่อง (S) ส่วนรูปที่ 2.6 แสดงขั้นตอนการดำเนินการผู้โดยสารขาเข้า เริ่มตั้งแต่ผู้โดยสารออกจากเครื่องบิน (G) ตรวจคนเข้าเมือง (P) จุดคืนสัมภาระ (R) ด่านศุลกากร (C) และออกจากอาคารผู้โดยสาร (D)



รูปที่ 2.5 การดำเนินการสำหรับผู้โดยสารขาออก



รูปที่ 2.6 การดำเนินการสำหรับผู้โดยสารขาเข้า

รูปที่ 2.5 และ 2.6 เป็นโครงข่ายแสดงเส้นทางการดำเนินการใช้บริการของของผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสาร โดยสัญลักษณ์ A→E แสดงถึงอัตราส่วนการกระจายตัวของผู้โดยสารในแต่ละส่วนให้บริการ และระยะทางระหว่างแต่ละส่วนประกอบแสดงด้วยสัญลักษณ์ a→e ทั้งนี้ในการวิเคราะห์ระยะเวลาในการดำเนินการทั้งหมดซึ่งประกอบด้วย ระยะเวลาในการรอ ระยะเวลาในการให้บริการ และระยะเวลาในการเดินทางจากส่วนประกอบหนึ่งไปยังอีกส่วนประกอบหนึ่ง สามารถหาได้โดยใช้ Transition matrix ดังแสดงในตารางที่ 2.14 และ 2.15 ซึ่งเป็นแบบฟอร์มในการป้อนข้อมูลลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ป้อนประกอบด้วยข้อมูลดังนี้คือ การกระจายของผู้โดยสาร และระยะทางในการเดินทางแต่ละส่วนประกอบ และจำนวนเฉลี่ยของผู้โดยสารที่รอใช้บริการสำหรับผู้โดยสารขาออก จากนั้นโปรแกรมจะทำการประมวลผลต่อไปเพื่อคำนวณหาผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น ความล่าช้าเฉลี่ยของผู้โดยสารที่รอใช้บริการเป็นต้น

ในการประเมินประสิทธิภาพจากตารางที่ 2.14 และ 2.15 สามารถพิจารณาได้ทั้งเชื่อมแต่ละส่วนให้บริการ หรือพิจารณาแยกแต่ละส่วนประกอบ นอกจากนี้แบบจำลองข้างต้นยังสามารถใช้ได้ดีในการวิเคราะห์ประสิทธิภาพในการให้บริการเพื่อใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงมาตรฐานในการให้บริการให้ดีขึ้นโดยปราศจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของโครงข่ายการดำเนินการเดิม เพื่อรักษาระดับมาตรฐานการบริการที่ตั้งไว้ แต่อย่างไรก็ตามดังที่กล่าวข้างต้น การวิเคราะห์โดยวิธี Analytical model ซึ่งใช้ Queueing Theory สามารถวิเคราะห์แยกแต่ละส่วนประกอบเท่านั้น ไม่สามารถพิจารณาถึงปฏิสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างส่วนประกอบได้ โดยต่างจากสภาพจริงที่เกิดขึ้นภายในอาคารผู้โดยสาร ทำ

ให้ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์มีความแม่นยำน้อยกว่าพิจารณาเป็นโครงข่าย ซึ่งจำลองสภาพที่เกิดขึ้นได้สอดคล้องกับรูปแบบการให้บริการที่เกิดขึ้นจริงภายในอาคารผู้โดยสาร

ตารางที่ 2.14 Transition Matrix อัตราส่วนในการกระจายตัวของผู้โดยสารในแต่ละส่วนให้บริการสำหรับผู้โดยสารขาออก

	T_o	D	T	B	P	W	X	S
From	D		A	B				
	To				C			
	B				D			
	P					E	F	
	W						G	
	X							H
	S							

ตารางที่ 2.15 Transition Matrix ระยะทางเฉลี่ยในการเดินทางแต่ละส่วนประกอบ สำหรับผู้โดยสารขาออก

	T_o	D	T	B	P	W	X	S
From	D		a	b				
	T				c			
	B				d			
	P					e	f	
	W						g	
	X							h
	S							

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

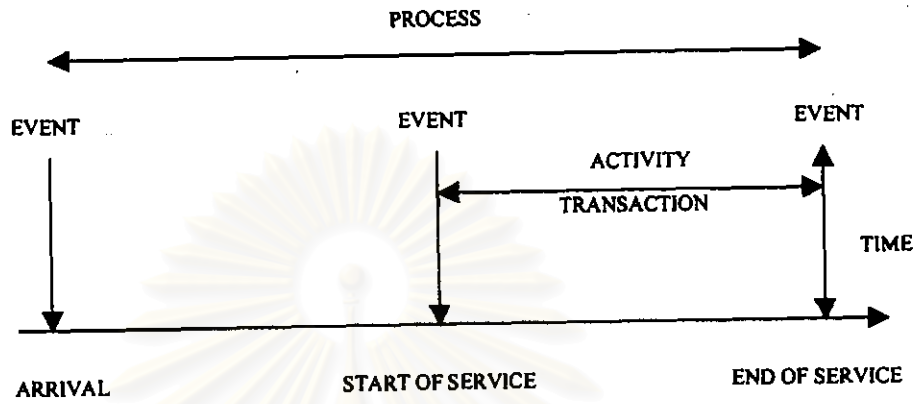
2.2.2 การวิเคราะห์ความล่าช้าโดยใช้ Simulation model

ในการวิเคราะห์ความล่าช้าโดยใช้ Simulation และ Analytical Model มีวิธีการพิจารณาที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ Analytical Model จะพยายามจำลองสิ่งที่เกิดขึ้นจริงด้วยความสัมพันธ์กันระหว่างตัวแปรในรูปแบบให้ง่ายต่อการวิเคราะห์ ดังนั้นแบบจำลองที่สร้างขึ้นมาจะไม่สามารถแสดงพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงในระบบ (Real-World system) ซึ่งมีความซับซ้อนและยุ่งยาก ในขณะที่การวิเคราะห์ด้วยวิธี Simulation สามารถจำลองพฤติกรรมที่เกิดขึ้นจริงภายในระบบโดยใช้ตัวแปร (Parameters) หรือลักษณะรายละเอียดของการดำเนินการภายในระบบ โดยใช้ Mathematical-Logical ซึ่งเป็นการจำลองสภาพจริงโดยสร้างความสัมพันธ์ของตัวแปรและนำประโยชน์จากสมการทางคณิตศาสตร์มาจำลองสิ่งที่เกิดขึ้นให้มีความสมเหตุสมผลตามจริง (Mumayiz , 1990)

โดยปกติ แบบจำลอง Simulation มีอยู่ 2 ลักษณะคือ แบบจำลองประเภท Discrete-Event และแบบจำลองประเภท Continuous-Event ในแบบจำลอง Discrete-Event ระบบจะเปลี่ยนแปลงตามเหตุการณ์หรือกรณี (Events) โดยช่วงเวลาระหว่างเหตุการณ์หรือกรณี สถานะของระบบจะไม่เปลี่ยนแปลง ส่วนในแบบจำลอง Continuous-Event Simulation พฤติกรรมของระบบจะเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา (Dynamic) ซึ่งอธิบายด้วยชุดของสมการ (Set of Equations) โดยปกติการประเมินประสิทธิภาพภายในอาคารผู้โดยสารปกติมักใช้แบบจำลองประเภท Discrete-Event Simulation เนื่องจากปัญหาในการพัฒนาชุดของสมการ (Set of Equations) ที่จะสามารถจำลองลักษณะ และรายละเอียดในการดำเนินงานภายในอาคารผู้โดยสารได้

ส่วนประกอบต่างๆ ภายในระบบซึ่งพิจารณาโดย Simulation Model ประกอบด้วย Entity ซึ่งหมายถึง ส่วนประกอบที่มีส่วนเกี่ยวข้องในระบบ Attribute หมายถึง คุณสมบัติของ Entity และ Activity หมายถึง ช่วงเวลาที่พิจารณาของระยะเวลาที่กำหนด เช่น ในการดำเนินการของผู้โดยสาร ณ บริเวณเคาน์เตอร์ตรวจบัตรโดยสารและสัมภาระ ผู้โดยสารที่มาใช้บริการเป็นส่วนหนึ่งของ Entities ลักษณะการเข้ามาใช้บริการประเภทผู้โดยสาร และการให้บริการหมายถึง Attribute และการตรวจบัตรโดยสารและสัมภาระ หมายถึง Activity โดยสถานะ (State) ของระบบประกอบด้วยตัวแปรต่าง ๆ ซึ่งมีความจำเป็นในการแสดงรายละเอียดของระบบในช่วงเวลาต่างๆ เช่น จำนวนเคาน์เตอร์ที่กำลังให้บริการแก่ผู้โดยสาร จำนวนของผู้โดยสารที่กำลังรอใช้บริการและรับบริการ และเวลาที่ผู้โดยสารคน

ถัดไปมาใช้บริการ ซึ่งจะแปรเปลี่ยนไปตามเหตุการณ์ (Event) ที่เปลี่ยนแปลงไป (Banks Carson และ Nelson,1996) แสดงดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 หลักการแนวคิดของการให้บริการ

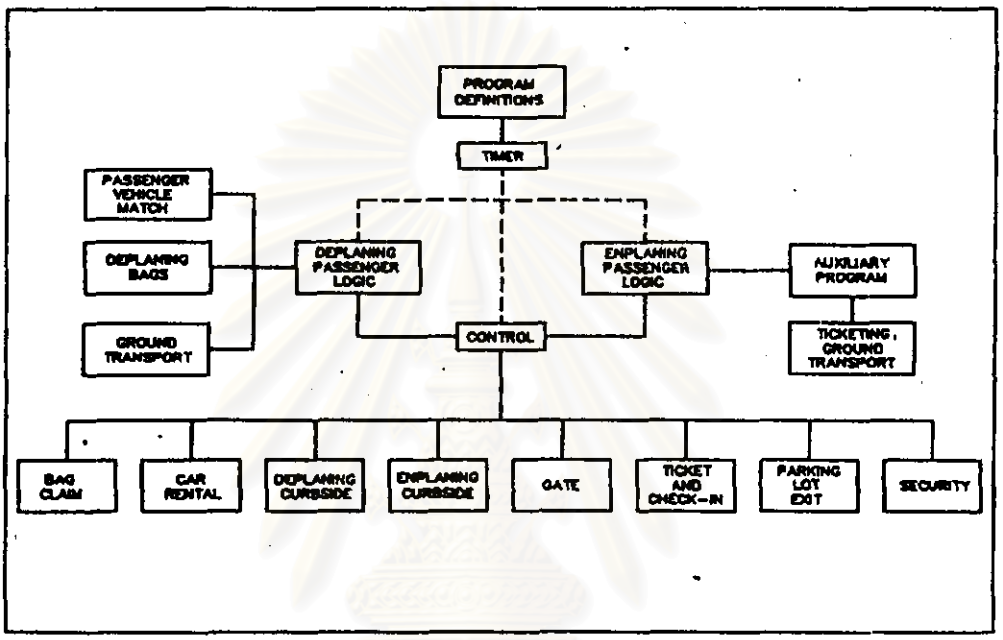
ที่มา: Mumayiz และ Jain (1991)

การประเมินอาคารผู้โดยสารโดยใช้ Simulation จะสามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 ระดับคือ การวิเคราะห์ระดับมหภาค (Macroscopic) จะพิจารณาทั้งระบบตั้งแต่ภาคพื้นดิน (Groundside) และส่วนดำเนินการบิน (Airside) และการวิเคราะห์ระดับจุลภาค (Microscopic) จะพิจารณาแต่ละส่วนประกอบแยกจากกัน (Individual Facilities) (Mumayiz ,1985) เป็นผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวิเคราะห์การเชื่อมโยงกันในแต่ละส่วนประกอบ อย่างไรก็ตามการนำเอาการวิเคราะห์แบบ Macroscopic มาใช้สามารถให้ความถูกต้องและจำลองสถานภาพจริงที่เกิดขึ้นได้ดี แต่ก็ทำให้ต้องใช้ค่าใช้จ่ายและเวลาในการวิเคราะห์มาก เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลจำนวนมาก ทั้งนี้ในการพิจารณาเลือกระดับในการประเมินขึ้นอยู่ว่า ผู้ออกแบบต้องการความถูกต้อง และค่าใช้จ่ายมากน้อยเท่าใด

2.2.2.1 การวิเคราะห์ความล่าช้าโดยใช้ Simulation ระดับ Macroscopic

FAA ได้ทำการพัฒนา Airport Landside Simulation Model (ALSIM) (McCabe และ Gorstein ,1982) ซึ่งเป็นแบบจำลองประเภท Discrete-Event ที่พิจารณาระดับ Macroscopic โดยโครงสร้างของแบบจำลองจะประกอบด้วยโปรแกรมหลักและโปรแกรมเสริม ซึ่งเขียนในภาษา GPSS-V (General

Purpose System Simulation) แบบจำลองนี้จะสร้างการเชื่อมโยงกันระหว่างการดำเนินการของผู้โดยสารเข้าไปในแบบจำลองที่สร้างขึ้น (Model blocks) โดยข้อมูลที่ทำการป้อนลงในแบบจำลองประกอบด้วย ตารางการบิน จำนวนผู้โดยสารในแต่ละเที่ยวการบิน และข้อมูลสภาพทางกายภาพภายในท่าอากาศยาน ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 โครงสร้างแบบจำลอง Airport Landside Simulation Model

ที่มา: McCabe และCarberry (1975)

ข้อมูลที่ป้อนใส่ในแบบจำลองสามารถ ALSIM แยกออกเป็น 4 ประเภทดังนี้ คือ ตารางและลักษณะของเที่ยวบิน ลักษณะของผู้โดยสาร รูปแบบทางเรขาคณิตของท่าอากาศยาน และข้อมูลรายละเอียดต่างๆ ของการให้บริการ ดังสรุปในตารางที่ 2.16 โดยข้อมูล 2 ประเภทแรกเป็นข้อมูลที่อธิบายถึงความต้องการในการเดินทาง (Demand) ส่วนข้อมูล 2 ประเภทหลัง แสดงถึงลักษณะของการให้บริการ (Service Characteristics) ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลอง ALSIM ประกอบด้วย จำนวนผู้โดยสารที่ได้รับบริการทั้งหมด จำนวนสูงสุดและจำนวนเฉลี่ยของผู้โดยสารที่ให้บริการในช่วงเร่งด่วน จำนวนของผู้โดยสารที่รอรับบริการ และอัตราการเข้ามาของผู้โดยสารในระบบ

ตารางที่ 2.16 ข้อมูลที่ป้อนใน ALSIM

1.	**FLIGHT SCHEDULE CHARACTERISTICS**
	Flight Number
	Airline
	Arrival / Departure Time
	Aircraft Type
	Domestic / International / Commuter
	Total Passengers
	Transferring Passengers
	Bag Claim Facility Identification Number
2.	**PASSENGER CHARACTERISTICS**
	Percent Preticketed
	Percent Using Express Check-in
	Passenger Routing on Landside
	Ground Transportation Modal Choice
	Passenger Group Size
	Well-Wishers Per Group
	Originating Passenger Times of Arrival Distribution Prior to Flight
	Arrival Distribution Greeters
	Arrival Distribution of Vehicles Meeting Passengers
	Distribution of Number of Bags per Passenger
	Car Rental Agency Selection Distribution
	Percent of Well-Wishers of Greeters Proceeding to Gate
	Percent of Greeters Proceeding Inside Terminal
3.	**AIRPORT GEOMETRY CHARACTERISTICS**
	Point Number
	X-Y Coordinates
	Facility Type at Point
	Facility Number Within Type
4.	**FACILITY INFORMATION**
	Service Time Distributions
	Car/Taxi Loading and Unloading Times
	Number of Server or Size of Facility
	Baggage Transport Times to Claim Area

ที่มา: McCabe และ Gorstein (1982)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ทั้งนี้สมมุติฐานของ ALSIM มีดังต่อไปนี้คือ

- พฤติกรรมการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสารในแต่ละสนามบินมีความแตกต่างกัน จึงจำเป็นทราบพฤติกรรมดังกล่าวก่อนการป้อนข้อมูล
- สมการที่ทำการสุ่มเลือกใช้ (Random functions) ขึ้นกับระยะเวลาในการเปลี่ยนเครื่องและเวลาการเข้ามาของสัมภาระที่จุดคืนสัมภาระ
- การเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสารเป็นแบบระบบแถวเดี่ยว (Single queue lines) นำมาใช้กับช่องให้บริการแบบหลายช่อง (Multiserver queues) ในแต่ละส่วนให้บริการ
- ผู้โดยสารดำเนินการจากส่วนประกอบหนึ่งไปยังส่วนประกอบหนึ่ง
- การเพิ่มเที่ยวการบินที่อยู่นอกตารางการบินเดิม สามารถเพิ่มขึ้นตามความต้องการที่เปลี่ยนไป

โดยที่แบบจำลอง ALSIM สามารถใช้วิเคราะห์ระบบที่มีประตูขึ้นเครื่องได้ถึง 100 ประตู ตลอดช่วงเวลา 5 ชั่วโมง รองรับผู้โดยสารที่มาใช้บริการ 20,000 คนจาก 165 เที่ยวบิน โดยการวิเคราะห์ใช้ระยะเวลาในการคำนวณประมาณ 7 นาที ด้วยเครื่องสมองกล IBM/370

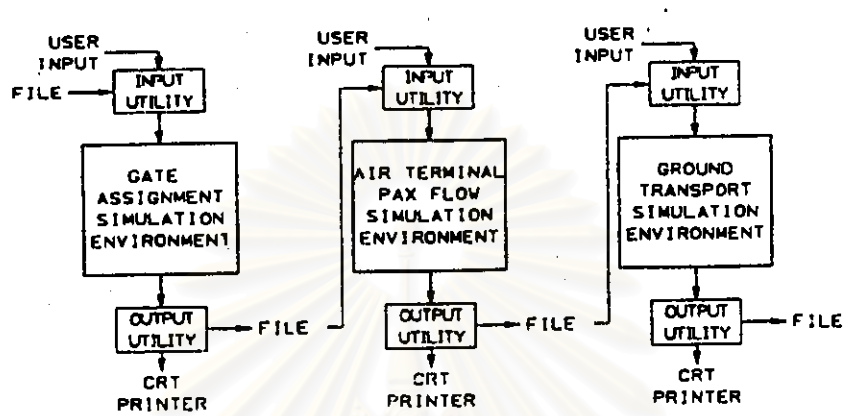
2.2.2.2 การวิเคราะห์ความล่าช้าโดยใช้ Simulation ระดับ Microscopic

Simulation models ที่ใช้ในการประเมินท่าอากาศยานระดับ Microscopic มีอยู่ด้วยดังนี้ คือ Canadian Airport Planning Models และ SLAM

Canadian Airport Planning Models

หน่วยงาน Transport Canada (1988) ได้พัฒนา Simulation models ที่ใช้ประเมินความต้องการในการใช้บริการของผู้โดยสาร ความสามารถในการให้บริการ ระดับการให้บริการของอาคารผู้โดยสาร และเส้นทางไหลเวียนภาคพื้นดิน (Ground Access) ภายใน Canadian Airport Planning Models แบบจำลองจะ Module-Based simulation ที่เป็นอิสระต่อกัน ซึ่งตรงข้ามกับการประเมินโดยใช้ ALSIM ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ทั้งนี้การวิเคราะห์แบบจำลองดังกล่าวในช่วงเริ่มต้น และช่วงสุดท้ายจะวิเคราะห์ใน BASIC/PASCAL ส่วนช่วงกลางของแบบจำลอง และ Simulator model จะเขียนใน

ภาษา FORTRAN IV ซึ่งแบบจำลองทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวจะประกอบด้วย (1) Gate Assignment Model (2) Air terminal passenger flow simulation model และ (3) Ground transportation simulation model



รูปที่ 2.9 แนวคิดในการสร้างแบบจำลอง Canadian Airport Planning Models

ที่มา : Transport Canada (1988)

Gate Assignment Model

การวิเคราะห์ใช้วิธี Deterministic Multichannel Queueing Model โดยมีขีดความสามารถรองรับข้อมูลตารางการบินได้มากกว่า 300 เที่ยวบิน ซึ่งแยกตามประเภทของเครื่องบิน และจำนวนที่นั่งบนเครื่องบิน ผลลัพธ์ที่ได้ประกอบด้วย ปริมาณของผู้โดยสารที่เข้ามาใช้บริการ อัตราการใช้ประโยชน์ประตูขึ้นเครื่อง และความล่าช้าของผู้โดยสารในการออกจากเครื่องบิน

Air Terminal Passenger Flow Model

แบบจำลองจะเริ่มพิจารณาตั้งแต่ที่จอดรถหน้าอาคารผู้โดยสารจนถึงทางขึ้นเครื่องบินสำหรับผู้โดยสารขาออก และตั้งแต่ทางออกจากเครื่องบินจนถึงออกสู่อาคารผู้โดยสารสำหรับผู้โดยสารขาเข้า โดยมีข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ดังนี้

1. ลักษณะของสายการบิน ขนาด ชนิดของเครื่องบิน ประเภทของผู้โดยสาร และจุดคืนสัมภาระ
2. รายละเอียดลักษณะทางกายภาพของอาคารผู้โดยสาร ประตูเข้าออกเครื่องบินและอาคารผู้โดยสาร การเชื่อมโยงแต่ละส่วนประกอบ ขั้นตอนในการดำเนินงานแต่ละส่วนประกอบ จุดแยกและจุดรวมตัวกันของผู้โดยสาร การแจกจ่ายสัมภาระ บริเวณรอ และห้องรอก่อนขึ้นเครื่อง
3. ตารางการกระจายตัวการเข้ามาของผู้โดยสาร
4. เส้นทางในการดำเนินการของผู้โดยสารในอาคารผู้โดยสาร
5. สัดส่วนของผู้มาเยือนกับผู้โดยสารในแต่ละชั่วโมง
6. ตารางการบิน ซึ่งแยกความแตกต่างของแต่ละเที่ยวการบินออกเป็น 17 ประเภท

ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมประกอบด้วย

1. จำนวนสะสมของผู้โดยสารที่เข้าและออก จำนวนช่องในการให้บริการ จำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการสูงสุดและระยะเวลามากสุดในการดำเนินการให้บริการในแต่ละส่วนประกอบ
2. สถิติของการใช้อุปกรณ์สายพานคืนสัมภาระ
3. สถิติในการรอใช้บริการของแต่ละส่วนประกอบ ซึ่งประกอบด้วย ระยะเวลาทั้งหมดและระยะเวลาสูงสุดในการรอของผู้โดยสาร จำนวนของผู้โดยสารที่มารอใช้บริการ ความถี่ในการรอ และจำนวนเที่ยวบินในช่วงเวลาเร่งด่วน
4. ความล่าช้าที่เกิดขึ้นกับผู้โดยสารในแต่ละเที่ยวบิน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Ground Transportation Model

Ground Transportation Model เป็นการวิเคราะห์ยวดยานที่จราจรภายในท่าอากาศยาน เช่น ถนน บริเวณจอดรถ และจุดรับ-ส่ง หน้าอาคารผู้โดยสาร ซึ่งอาศัยข้อมูลต่อไปนี้

1. การเชื่อมโยงของถนน และระยะเวลาในการเปลี่ยนประเภทของการเดินทาง (Transit Times)
2. การไหลของยานพาหนะและผู้โดยสารในระบบ

3. การกระจายตัวของยานพาหนะตามตารางการบิน
4. สัดส่วนของผู้มาเยือนและผู้โดยสาร วัตถุประสงค์การเดินทาง ระยะเวลาในการจอดของยานพาหนะ การกระจายตัวของการรับ-ส่งผู้โดยสารหน้าอาคารผู้โดยสาร ตารางระบบขนส่ง และความต้องการในการเดินทางของผู้โดยสาร

โปรแกรม Simulation ภาษา SLAM

SLAM สามารถนำมาใช้ในการจำลองการดำเนินการส่วนประกอบภายในอาคารผู้โดยสาร แยกพิจารณาแต่ละส่วนประกอบ (Individual Processing Facilities) โดยการวิเคราะห์ในแต่ละส่วนประกอบใช้ข้อมูลที่ต้องการประกอบด้วย จำนวนของช่องให้บริการ อัตราการให้บริการ กฎเกณฑ์ในการให้บริการ และการกระจายตัวเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสาร (Russel ,1963) ตัวอย่างการวิเคราะห์ด้วยภาษา SLAM สำหรับผู้โดยสารขาออกบริเวณตรวจรักษาความปลอดภัย และตรวจหนังสือเดินทาง แสดงได้ดังนี้

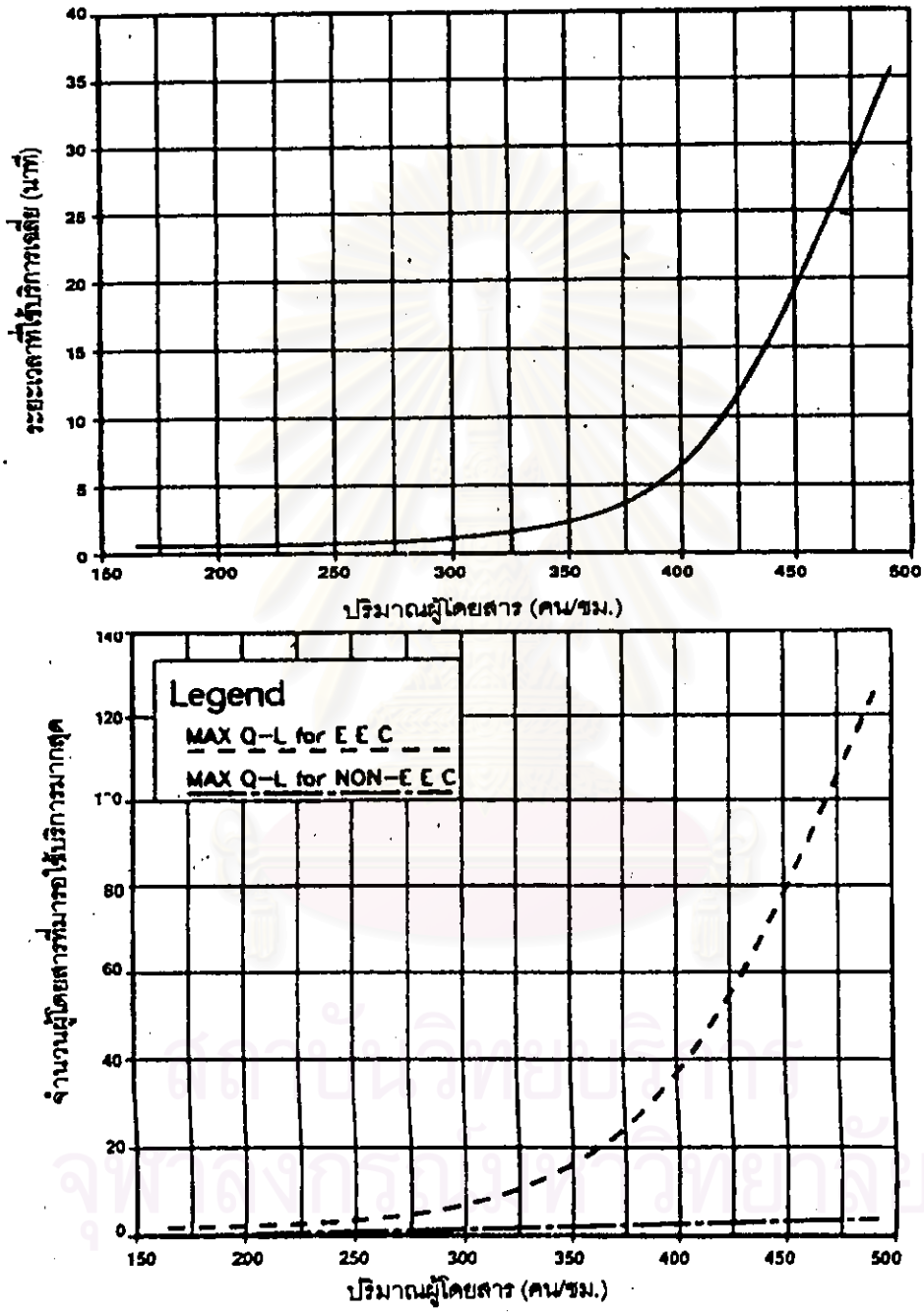
```
NETWORK;
  CREATE,USERF(1);
   ASSIGN,ATRIB(1)=TNOW;
   ASSIGN,XX(2)=XX(2)+1;
   COLCT,XX(2),PAX ARRIVING;
SECK QUEUE(1);
   ACT/2,EXPON(0.15,2),,PASP;
PASP COLCT,INT(1),TIME IN SECURITY,20/0/0.75;
   ASSIGN,ATRIB(2)=TNOW;
   QUEUE(2);
   ACT/3,EXPON(0.12,3),,EXIT;
EXIT COLCT,INT(2),TIME IN PASSPORT,20/0/0.5;
   TERM;
   ENDNETWORK;
INIT,0,250;
MONTR.SUMRY,0,20;
FIN;
```

SLAM มีลักษณะเป็น Discrete-Event ซึ่งเป็นโปรแกรมที่นำมาใช้งานได้ดี แต่ทั้งนี้สามารถใช้โปรแกรม FORTRAN มาใช้งานแทน SLAM ได้เช่นกัน หลังจากที่ได้วิเคราะห์การดำเนินการโดยใช้ SLAM เรียบร้อยแล้ว ผลลัพธ์ที่ได้ประกอบด้วย

1. ระยะเวลาเฉลี่ย (ความล่าช้า หรือระยะเวลาที่ใช้บริการทั้งหมด) ต่อผู้โดยสารแต่ละส่วนประกอบ ในระดับความต้องการใช้บริการที่แตกต่างกัน
2. จำนวนผู้โดยสารที่มารอมากสุดที่ส่วนประกอบต่างๆ ในระดับความต้องการใช้บริการที่แตกต่างกัน
3. นอกเหนือจากนี้โปรแกรมยังสามารถบอกถึงอัตราส่วนเฉลี่ยของการใช้บริการส่วนประกอบนั้นๆ ในระดับความต้องการใช้บริการที่แตกต่างกัน

ผลลัพธ์ของการวิเคราะห์ ณ ระดับการมาใช้บริการต่างๆ สามารถนำมาใช้ในการสร้าง Performance Model ของจุดของตรวจคนเข้าเมืองที่ British Regional Airports (TRR, 1985) ดังแสดงในรูปที่ 2.10 โดยที่แกนนอนแสดงถึงระดับความต้องการในการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสาร และแกนตั้งแสดงถึงระยะเวลาในการใช้บริการเฉลี่ย (รูปบน) และจำนวนผู้โดยสารที่มารอใช้บริการมากสุด (รูปล่าง)

โดยสรุปการพิจารณาประสิทธิภาพในการให้บริการภายในอาคารผู้โดยสาร สามารถพิจารณาได้ 2 แนวทางคือ พื้นที่มาตรฐานที่ใช้ในการให้บริการแต่ละส่วนประกอบ และเวลาที่ใช้ในการให้บริการทั้งหมดในแต่ละส่วนประกอบ การพัฒนาแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความล่าช้าจึงเป็นวิธีการที่นำมาใช้ในการประเมินความล่าช้าในการให้บริการ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ Analytical Models และ Simulation Models โดยที่แบบจำลอง Analytical Models ใช้ทฤษฎีของ Queuing Models ในการวิเคราะห์ระยะเวลาในการดำเนินการของผู้โดยสาร โดยพิจารณาแยกการวิเคราะห์แต่ละส่วนประกอบ (Individual) แล้วจึงเชื่อมแต่ละส่วนประกอบโดยใช้ระยะเวลาในการเดินทางจากส่วนประกอบหนึ่งไปยังอีกส่วนประกอบหนึ่ง วิธีการดังกล่าวสามารถนำมาใช้ในการวิเคราะห์ความล่าช้าได้ง่ายดาย และผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองมีความน่าเชื่อถือในระดับหนึ่ง แต่อย่างไรก็ตามแบบจำลองก็ให้ค่าที่ไม่แม่นยำเพราะขาดการพิจารณาความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันระหว่างส่วนประกอบ



รูปที่ 2.10 กราฟแสดงผลลัพธ์การหาค่าความล่าช้าเฉลี่ย และจำนวนผู้มารอใช้บริการ โดยใช้ Performance Model.

ส่วนแบบจำลอง Simulation Model ในการประเมินประสิทธิภาพในการให้บริการแก่ผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสาร ซึ่งพิจารณาระบบในลักษณะ Discrete-Event สามารถแบ่งออกเป็น 2 ระดับคือ Macroscopic และ Microscopic โดยที่ Macroscopic จะประเมินการดำเนินการภายในอาคารผู้โดยสารในแต่ละส่วนประกอบและบริเวณรอยต่อในแต่ละส่วนประกอบเป็นองค์ประกอบเดียวกัน ทำให้การวิเคราะห์สอดคล้องกับสภาพจริงที่เกิดขึ้น (Real-World system) ค่าที่ได้จากแบบจำลองจึงมีค่าความถูกต้องสูงมาก แต่ในทางกลับกันแบบจำลองต้องการข้อมูลมีความละเอียดสูงและใช้เวลาและค่าใช้จ่ายมากในการเก็บข้อมูล ส่วนระดับ Microscopic นั้นจะแยกพิจารณาการดำเนินการของแต่ละส่วนประกอบ (Individual) แล้วจึงพิจารณารอยต่อในแต่ละส่วนประกอบ

ตาราง 2.17 แสดงการเปรียบเทียบระดับความน่าเชื่อถือ ค่าใช้จ่าย ระยะเวลาในการเก็บข้อมูลของแต่ละแบบจำลอง การเลือกใช้แบบจำลองในการประเมินหาค่าความล่าช้าที่เกิดขึ้นในขบวนการดำเนินการภายในอาคารผู้โดยสารจึงขึ้นอยู่กับระดับความถูกต้องและแม่นยำของผลลัพธ์ที่ผู้ออกแบบกำหนด ทั้งนี้เมื่อพิจารณาถึงระดับความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ที่ต้องอยู่ในระดับน่าเชื่อถือได้ ค่าใช้จ่าย ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล และพัฒนาแบบจำลองที่ไม่สูงเกินไป การศึกษาจึงทำการเลือกแบบจำลอง Simulation ประเภท Microscopic โดยแยกพิจารณาแต่ละส่วนประกอบมาใช้ในการการประเมินประสิทธภาพในการให้บริการแก่ผู้โดยสารภายในอาคารผู้โดยสาร

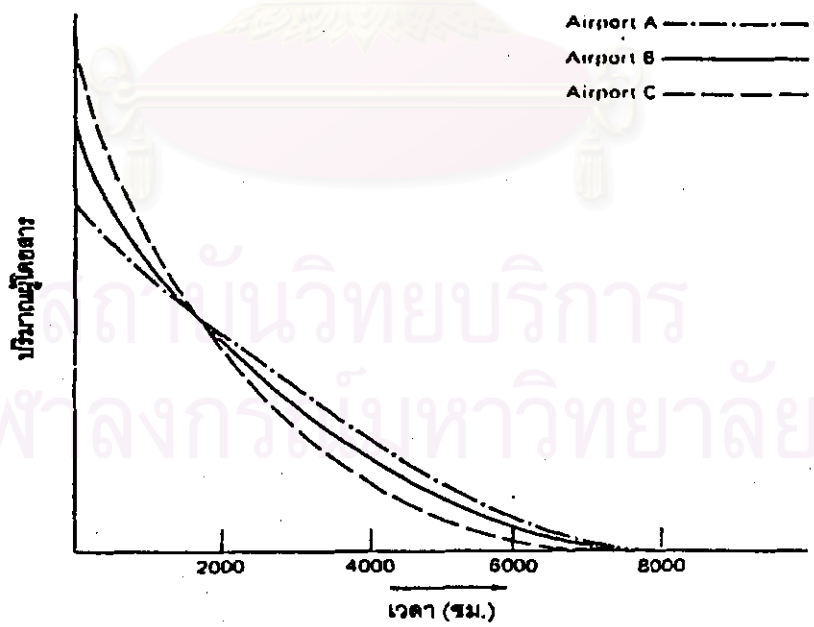
ตารางที่ 2.17 การเปรียบเทียบระดับความน่าเชื่อถือ ค่าใช้จ่าย ระยะเวลาในการเก็บข้อมูล ระหว่างประเภทของแบบจำลอง

แบบจำลอง	*ประเภทของแบบจำลอง*		*ลักษณะในการประเมิน*		*ความถูกต้องและแม่นยำของแบบจำลอง*	*ระยะเวลาและค่าใช้จ่ายในการเก็บข้อมูล*
	Analytical Model	Simulation	โครงข่าย	แยกพิจารณาแต่ละส่วนประกอบ		
Queuing models	√			√	* *	* *
Macroscopic Simulation		√	√		* * * *	* * * *
Microscopic Simulation		√		√	* * *	* * *

หมายเหตุ จำนวนของ * แสดงถึงระดับในการพิจารณาซึ่งมีค่าที่สูงขึ้นตามจำนวนที่ระบุ

2.3 การกำหนดช่วงเวลาในการออกแบบความสามารถในการบริการ

การกำหนดช่วงเวลาที่เป็นฐานในการออกแบบความสามารถในการให้บริการภายในอาคารผู้โดยสาร มีความสำคัญมากต่อการพัฒนาขีดความสามารถรองรับปริมาณความต้องการในการเดินทางในช่วงเวลาผู้โดยสารคับคั่ง ถ้าออกแบบความสามารถในการให้บริการต่ำเกินไปจะเป็นผลทำให้มีบริการไม่เพียงพอกับความต้องการ เกิดความล่าช้าในการรอรับบริการและความแออัด แต่ถ้าออกแบบให้มีขีดความสามารถรองรับความต้องการสูงเกินไปจะมีผลทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเกินความจำเป็น การกำหนดช่วงเวลาในการออกแบบของอาคารผู้โดยสารของแต่ละสนามบินต้องคำนึงถึงลักษณะการกระจายตัวของการเดินทางของผู้โดยสารในช่วงเวลาคับคั่ง ซึ่งลักษณะการกระจายตัวดังกล่าวของแต่ละอาคารผู้โดยสารของสนามบินมีความแตกต่างกันสูงมาก และต่างจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นภายในอาคารผู้โดยสารของสถานีรถไฟหรือรถไฟฟ้า ซึ่งมีชั่วโมงเร่งด่วนเกิดขึ้นในช่วงเวลาใกล้เคียงกันของทุกๆวัน สนามบินบางแห่งที่มีผู้โดยสารส่วนใหญ่เดินทางเฉพาะภายในประเทศจะมีลักษณะของการกระจายตัวของปริมาณของผู้โดยสารต่างจากสนามบินที่ผู้โดยสารส่วนใหญ่เดินทางระหว่างประเทศ (Ashford และ Stanton,1984) โดยตัวอย่างความแตกต่างของลักษณะการกระจายตัวของปริมาณผู้โดยสาร แสดงดังรูปที่ 2.11

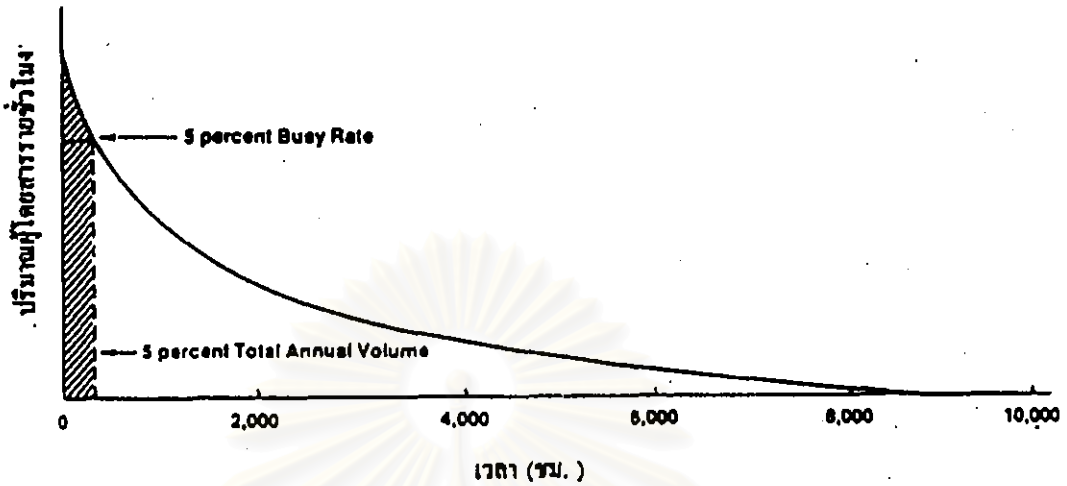


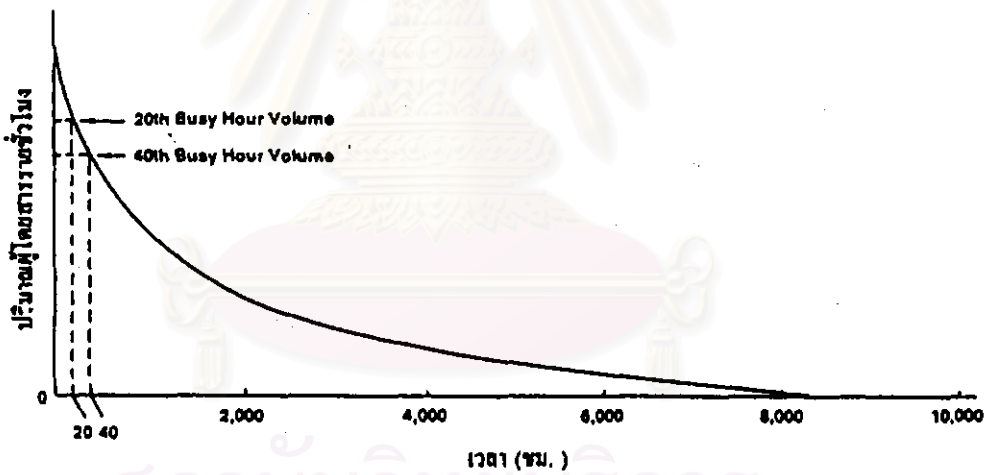
รูปที่ 2.11 กราฟแสดงปริมาณการกระจายตัวของผู้โดยสารของสนามบินแต่ละประเภท
ที่มา: Ashford และ Stanton (1984)

รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะรูปร่างโดยทั่วไปของลักษณะการกระจายตัวของปริมาณผู้โดยสารภายในสนามบินที่มีลักษณะเฉพาะแตกต่างกันไป 3 ประเภทคือ สนามบิน A เป็นสนามบินที่มีปริมาณผู้โดยสารสูง ผู้โดยสารส่วนมากเดินทางระยะสั้นหรือภายในประเทศ สนามบิน B เป็นสนามบินที่มีปริมาณผู้โดยสารปานกลาง โดยมีผู้โดยสารที่เดินทางระยะสั้น หรือภายในประเทศ และผู้โดยสารที่เดินทางระยะไกลหรือระหว่างประเทศมีปริมาณใกล้เคียงกัน และสนามบิน C เป็นสนามบินที่มีปริมาณผู้โดยสารปานกลางเดินทางระหว่างประเทศ ซึ่งเป็นการเดินทางมากเฉพาะช่วงเทศกาล จะสังเกตเห็นว่าสนามบิน C จะมีปริมาณผู้โดยสารคับคั่งสูงในด้านซ้ายของรูป เนื่องจากผู้โดยสารส่วนมากเดินทางระหว่างประเทศ เดินทางมากในช่วงเวลาประมาณ 2 เดือนของปีในเฉพาะช่วงเทศกาล และช่วงหลังจากเทศกาลสนามบิน C จะมีผู้โดยสารเดินทางน้อยกว่าสนามบิน B และสนามบิน A ส่วนเส้นกราฟแสดงลักษณะการกระจายตัวของผู้โดยสาร ณ สนามบิน A จะมีความชันน้อยกว่าสนามบินอื่น เนื่องจากผู้โดยสารที่เดินทางในสนามบิน A โดยส่วนมากเดินทางภายในประเทศเพื่อติดต่อธุรกิจตลอดปี จึงมีลักษณะการกระจายตัวที่มีความแปรปรวน (Variations) ต่ำกว่าสนามบิน B และ C

จากลักษณะการกระจายตัวของปริมาณผู้โดยสารที่แตกต่างกันดังที่กล่าวมาข้างต้นจึงเป็นการยากที่จะหาข้อมูลของปริมาณผู้โดยสารในช่วงเวลาคับคั่งได้ ดังนั้นเพื่อความง่ายในการพิจารณาโดยไม่คำนึงถึงลักษณะที่แตกต่างกันของแต่ละสนามบิน จึงเลือกช่วงเวลาที่ผู้โดยสารใช้สนามบินมากที่สุดที่ชั่วโมงที่ 30 (Thirtieth highest hour) ซึ่งเป็นมาตรฐานเดียวกับที่นิยมใช้ในการออกแบบช่วงเวลาที่ใช้การออกแบบความสามารถในการให้บริการของสนามบินเรียกว่า Standard Busy Rate (SBR) อย่างไรก็ดีการออกแบบสนามบินในสหรัฐอเมริกาส่วนมากไม่นิยมใช้วิธีการดังกล่าว แต่จะใช้ค่าเฉลี่ยในการออกแบบ เช่นชั่วโมงผู้โดยสารคับคั่งที่สุดในวันที่ปกติของเดือนที่มีผู้โดยสารคับคั่งสูงสุด (Peak hour of the average day of the peak month) (Ashford , 1988)

บางประเทศในภูมิภาคยุโรปใช้ Standard Busy Rate (SBR) ในการวิเคราะห์ปริมาณความต้องการในการเข้ามาใช้บริการของผู้โดยสาร เช่นในการวิเคราะห์ Amsterdam's Schipol Airport ได้นำระดับความต้องการในการใช้บริการสูงสุดที่ 20 ชั่วโมง มาใช้ในการออกแบบความสามารถในการให้บริการ การศึกษา Aeroports de Paris นำชั่วโมงสูงสุดที่ 40 มาใช้ออกแบบ และ BAA (1981) นำจำนวนของผู้โดยสารที่มาใช้บริการต่อปีสูงสุดที่ 5 เปอร์เซ็นต์มาใช้ในการออกแบบ (ดูรูปที่ 2.12) โดยที่ IATA (1978) ได้เสนอแนะว่าไม่ควรนำจำนวนผู้โดยสารที่เกิดขึ้นในช่วงเทศกาลวันหยุดมาร่วมพิจารณาในการออกแบบความสามารถในการให้บริการ



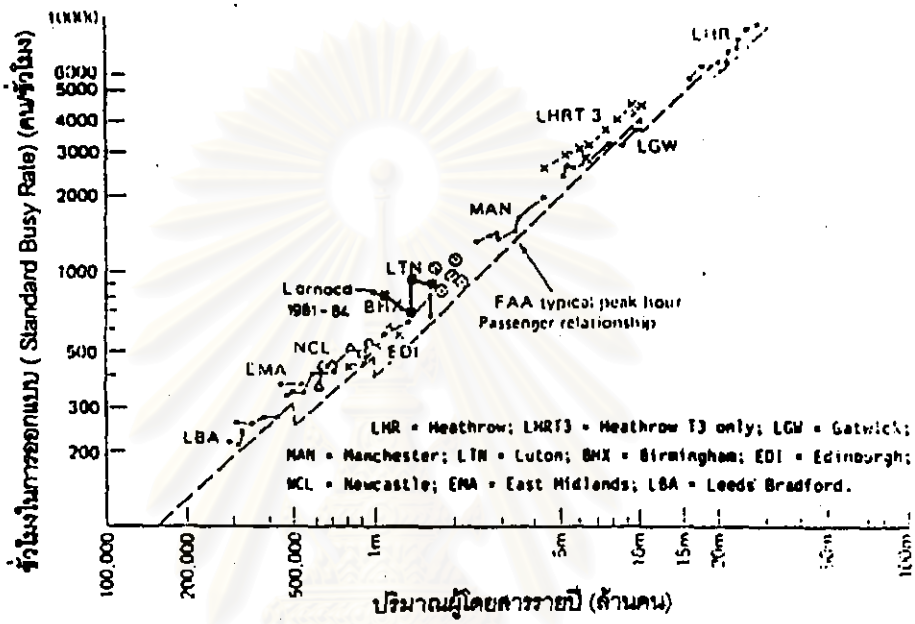


รูปที่ 2.12 วิธีการในการหาค่า Standard Busy Rate

ที่มา: TRB (1987)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 2.13 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณผู้โดยสารรายปีกับ Standard Busy Rate ที่กำหนดใช้กับสนามบินต่างๆ เปรียบเทียบกับข้อเสนอแนะการเลือกช่วงเวลาในการออกแบบตามเกณฑ์ของ FAA จะเห็นว่า Standard Busy Rate ของสนามบินทั่วไปจะมีค่าสูงกว่าค่าที่เสนอแนะโดย FAA



รูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์ระหว่างมาตรฐานชั่วโมงในการออกแบบระหว่างสนามบิน
ที่มา: ข้อมูลจาก Civil Aviation Authority และ Federal Aviation Administration

การกำหนดช่วงเวลาในการออกแบบความสามารถในการให้บริการ ภายในอาคารผู้โดยสารจะขึ้นอยู่กับลักษณะการกระจายตัวของปริมาณผู้โดยสารที่เข้ามาใช้บริการตลอดทั้งปี ดังนั้นก่อนทำการพิจารณากำหนดช่วงเวลาในการออกแบบ จึงต้องนำข้อมูลผู้โดยสารที่เข้ามาใช้บริการในแต่ละชั่วโมงมาสร้างกราฟความสัมพันธ์กับเวลา โดยเรียงตามลำดับปริมาณผู้โดยสารจากมากมาหาน้อย แล้วจึงพิจารณารูปแบบการกระจายตัวของผู้โดยสารดังกล่าว ว่ามีลักษณะแนวโน้มเป็นอย่างไร จากนั้นจึงตัดสินใจเลือกช่วงเวลาในการออกแบบ หรืออาจทำการเปรียบเทียบกับปริมาณผู้โดยสารที่ใช้ในการออกแบบของสนามบินต่างๆ เพื่อใช้เป็นเหตุผลประกอบในการตัดสินใจ ถึงอย่างไรก็ตาม เพื่อเป็นการง่ายในการพิจารณา อาจเลือกช่วงเวลาที่ใช้ในการออกแบบที่ปริมาณผู้โดยสารมาใช้สนามบินมากสุดที่ชั่วโมงที่ 30 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่นิยมใช้ในการออกแบบการให้บริการของสนามบินส่วนมาก ทั้งนี้

สำหรับการออกแบบสนามบินในประเทศสหรัฐอเมริกาไม่นิยมใช้วิธีดังกล่าว แต่จะใช้ชั่วโมงการออกแบบที่ผู้โดยสารคับคั่งที่สุดในวันที่ปกติของเดือนที่มีผู้โดยสารคับคั่งที่สุด ดังนั้นจากรายละเอียดที่กล่าวข้างต้น การกำหนดช่วงเวลาในการออกแบบจะเกี่ยวข้องกับเหตุผลในการตัดสินใจหลายประเด็นขึ้นอยู่กับว่าผู้ทำการวิเคราะห์จะให้เหตุผลสนับสนุนแนวคิดในการตัดสินใจอย่างไร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย