บทที่ 10
การจำลองแบบปัญหา
(Simulation)

การจำลองแบบปัญหาหมายถึงขบวนการหรือวิธีการออกแบบจำลองระบบงาน (model) ซึ่งสามารถใช้แทนระบบงานจริง (real system) และดำเนินการทดลองใช้แบบจำลองนั้นศึกษาพฤติกรรมของระบบงานจริง และการวิเคราะห์หาข้อมูลอันเกิดจากการใช้กลยุทธ (strategies) ต่าง ๆ ในการดำเนินงานของระบบงาน

วัตถุประสงค์ของการใช้การจำลองแบบปัญหา มีดังนี้

1. ใช้อธิบายและศึกษาพฤติกรรมของระบบงานที่มีอยู่แล้วหรือช่วยวางรูปแบบระบบงานใหม่

2. เพื่อสร้างทฤษฎีหรือสมมติฐานของการเกิดพฤติกรรมต่าง ๆ ในระบบงาน

3. นำทฤษฎีที่ได้มาคาดคะเนพฤติกรรมซึ่งจะเกิดขึ้นในอนาคต

<u>ผลดีและผลเสียจากการใช้การจำลองแบบปัญหา</u> (Advantage and disadvantages of simulation)

การจำลองแบบปัญหาระบบงานเปรียบเสมือนเครื่องมือที่ช่วยในการวิเคราะห์และวิจัยการดำเนินงานของระบบงาน โดยการทดลองจำลองแบบปัญหาขึ้นเลียนแบบระบบงานจริงเพื่อศึกษาพฤติกรรมต่าง ๆ ของระบบงานจริง ซึ่งจากข้อมูลที่ได้นี้เราสามารถนำไปวิเคราะห์หาผลลัพธ์ต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้ การนำเอาการจำลองแบบปัญหาเข้ามาใช้เนื่องจากการทดลองโดยตรงกับระบบงานจริงมีอุปสรรคหลายประการดังนี้

1. การทดลองกับระบบงานจริงอาจก่อให้เกิดความขัดข้องในการดำเนินงานของหน่วยงาน

2. การทดลองเกี่ยวกับความสามารถในการทำงานของคนอาจจะได้ข้อมูลที่คลาดเคลื่อนเพราะผู้ปฏิบัติงานทราบว่ากำลังทดสอบความสามารถจึงไม่ได้ทำงานด้วยความสามารถจริงที่ตนเคยทำอยู่หรือจะทำต่อไป

3. การทดลองกับระบบงานจริงนั้นเป็นการยากที่จะควบคุมสภาวะแวดล้อมทุกอย่างของการทำงานให้คงที่ สม่ำเสมอ ซึ่งมีผลทำให้การวิเคราะห์ข้อมูลไม่ได้ประสิทธิภาพตามที่ต้องการ

4. การทดลองกับระบบงานจริงอาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมาก

5. การทดลองเพื่อเปรียบเทียบหาวิธีการดำเนินงานที่ดีที่สุดนั้น การทดลองโดยการนำเอาวิธีทุกวิธีที่เป็นไปได้มาลองใช้กับระบบงานจริงเพื่อหาข้อมูลอาจเป็นไปไม่ได้

จะเห็นว่าการทดลองกับระบบงานจริงมีอุปสรรคหลายประการ เราจึงใช้การจำลองแบบปัญหาสร้างเลียนแบบระบบจริงขึ้น ผู้ทำการทดลองจะสามารถทราบความเป็นไปและความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ภายในระบบงานเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อม และส่วนประกอบต่าง ๆ ในระบบงาน ซึ่งจะมีผลช่วยให้เข้าใจถึงปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับระบบงาน รวมทั้งผลที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการนำเอาวิธีการใหม่เข้าไปใช้ในการดำเนินงานของระบบงาน ทำให้การวางแผนในการดำเนินงานมีประสิทธิภาพดีขึ้น

การจำลองแบบปัญหาจึงมีประโยชน์หลายประการดังนี้

1. ช่วยลดค่าใช้จ่ายแทนที่จะไปทดลองกับระบบจริง
2. ประหยัดเวลา
3. สามารถทดลองได้หลาย ๆ ทางเลือก
4. ใช้ได้อย่างกว้างขวางกว่า

การจำลองแบบปัญหาเหมาะที่จะใช้ในกรณีต่อไปนี้

1. กรณีที่ปัญหาเกินขีดความสามารถของบุคลากรที่มีอยู่และถ้านำเอาการจำลองแบบปัญหามาใช้จะถูกกว่าที่จะไปจ้างผู้เชี่ยวชาญมาช่วยแก้ปัญหา

2. กรณีที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับระบบงานที่จะต้องมีการดำเนินงานเป็นระยะเวลานาน ๆ การสร้างแบบจำลองของปัญหาเราสามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบงานและเวลาได้โดยสมบูรณ์เราอาจเร่งหรือลดการเกิดสภาวะต่าง ๆ ภายในระบบงานได้ตามต้องการ

3. กรณีที่ต้องการศึกษาการดำเนินงานและประเมินค่าพารามิเตอร์บางตัวในช่วงเวลาในอดีตช่วงใดช่วงหนึ่ง

อย่างไรก็ตามการจำลองแบบปัญหาระบบงานก็มีข้อเสียอยู่หลายประการดังนี้

1. การออกแบบรูปแบบปัญหาของการจำลองแบบปัญหาที่ดีนั้นต้องใช้เวลาและเงินเป็นจำนวนมากรวมทั้งต้องอาศัยความรู้ความสามารถอย่างสูงของผู้ออกแบบรูปแบบปัญหา

2. รูปแบบปัญหาของการจำลองแบบปัญหาที่สร้างขึ้นดูเหมือนว่าจะเป็นรูปแบบปัญหาแทนระบบงานจริงแต่จริง ๆ แล้วอาจไม่ใช่รูปแบบปัญหาแทนระบบงานจริง ซึ่งจะทำให้การวิเคราะห์ผิดพลาดจากความเป็นจริงได้

3. ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากการใช้การจำลองแบบปัญหานั้นไม่มีความแม่นยำ และเราไม่สามารถวัดขนาดของความไม่แม่นยำนี้ได้

4. ผู้ออกแบบรูปแบบปัญหาอาจให้ความสำคัญของตัวเลขผลลัพธ์จากการจำลองแบบปัญหานั้นและพยายามที่จะทดสอบความมีเหตุผลสมควร (validation) ที่จะเชื่อว่าตัวเลขเหล่านั้นเป็นตัวเลขที่ได้จากระบบงานจริงแทนที่จะทดสอบความมีเหตุผลสมควรที่จะเชื่อว่ารูปแบบปัญหานั้นคือตัวแทนของระบบงานจริง

<u>การสร้างรูปแบบปัญหาของการจำลองแบบปัญหา</u> (Building of simulation models)

การออกแบบและสร้างรูปแบบปัญหาของการจำลองแบบปัญหาเป็นศิลป์ไม่ใช่วิทยาศาสตร์ กล่าวคือไม่มีสูตรหรือหลักเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัว การออกแบบและสร้างรูปแบบปัญหาต้องอาศัยความสามารถในการเรียนรู้และเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างถ่องแท้ ความเข้าใจในลักษณะการทำงาน การดำเนินงานของระบบงานและส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบงานจริง ความสามารถที่จะเลือกใช้ หรือแปลงข้อสมมติต่าง ๆ ที่จะช่วยให้รูปแบบปัญหาเป็นตัวแทนของระบบงานจริงได้ใกล้เคียงที่สุด

รูปแบบปัญหาที่ดีควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. จะต้องเป็นรูปแบบที่ผู้ใช้เข้าใจโครงสร้างและการทำงานได้ง่าย เพราะโดยปกติแล้วผู้ออกแบบกับผู้ใช้มักจะเป็นคนละคน และผู้ใช้ก็มักจะไม่ทราบว่ากระบวนการหรือวิธีการที่จะได้มาซึ่งรูปแบบปัญหานั้น ๆ ได้มาอย่างไร ถ้าหากรูปแบบปัญหายุ่งยากมากไปผู้ใช้ไม่เข้าใจก็จะไม่นำไปใช้ รูปแบบปัญหาซึ่งออกแบบและสร้างขึ้นมาใช้เวลาและเงินจำนวนมากก็จะกลายเป็นรูปแบบปัญหาที่นำไปใช้ประโยชน์ไม่ได้ ซึ่งเป็นการสูญเปล่าทั้งกำลังเงิน เวลาและความคิด

2. จุดประสงค์และเป้าหมายในการออกแบบและสร้างรูปแบบปัญหา จะต้องแน่นอนและชัดแจ้ง เพราะผู้ใช้จะได้ทราบว่าเขาจะสามารถนำเอารูปแบบปัญหาไปใช้แก้ปัญหาอะไรได้บ้าง

3. เป็นรูปแบบปัญหาที่ไม่มีจุดบอด กล่าวคือไม่ให้ผลลัพธ์ที่ผิดพลาดมาก

4. เป็นรูปแบบปัญหาที่ให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ในการควบคุมและใช้งานกล่าวคือผู้ใช้สามารถที่จะควบคุม ตัวแปร, พารามิเตอร์ หรือฟังชั่นต่าง ๆ ในรูปแบบปัญหาได้ง่าย

5. เป็นรูปแบบปัญหาที่ให้ผลลัพธ์ที่สมบูรณ์ตามวัตถุประสงค์ของการออกแบบและสร้างรูปแบบปัญหานั้น ๆ เช่น ถ้ารูปแบบปัญหานั้นถูกสร้างขึ้นเพื่อแสดงการตัดสินใจว่าควรเสนอผลิตภัณฑ์ใดออกสู่ตลาด ผลลัพธ์ที่ออกมาจากรูปแบบปัญหานั้นก็ต้องเป็นชนิดของผลิตภัณฑ์ที่ควรนำเสนอสู่ตลาด

6. เป็นรูปแบบปัญหาที่สามารถนำไปปรับปรุงเปลี่ยนใช้กับระบบงานอื่น ๆ ได้ง่าย (นอกเหนือจากระบบงานซึ่งรูปแบบปัญหานั้นถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้) หรือสามารถขยับขยายให้เข้ากับสภาวะต่าง ๆ ของระบบงานได้ง่าย

7. เป็นรูปแบบปัญหาที่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาได้ตั้งแต่ปัญหาง่าย ๆ จนถึงปัญหาที่มีความซับซ้อนยุ่งยาก ทั้งนี้เพื่อจะช่วยให้ผู้ใช้มีความเข้าใจและมั่นใจในรูปแบบปัญหาได้ดีขึ้น

โดยทั่วไปโครงสร้างรูปแบบปัญหามักจะเขียนในรูปแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$E = f(X_i, Y_i)$$

โดยที่ E = ความสามารถในการดำเนินงานของระบบงาน

X_i = ตัวแปรหรือพารามิเตอร์ซึ่งเราสามารถควบคุมได้

Y_i = ตัวแปรหรือพารามิเตอร์ซึ่งเราไม่สามารถควบคุมได้

f = ความสัมพันธ์ระหว่าง X_i กับ Y_i ซึ่งจะทำให้เกิด E

จากรูปแบบปัญหาทางคณิตศาสตร์เพียงแต่แสดงให้เราทราบว่าความสามารถในการดำเนินงานของระบบงานขึ้นอยู่กับตัวแปรหรือพารามิเตอร์ทั้งที่ควบคุมได้และควบคุมไม่ได้

<u>กระบวนการดำเนินงานเกี่ยวกับการจำลองแบบปัญหา</u> (Simulation Process)

การจำลองแบบปัญหามีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. การแจกแจงอธิบายปัญหาที่ต้องการวิเคราะห์ ; อะไรคือปัญหาของระบบงาน สาเหตุของปัญหาคืออะไร

2. ให้คำจำกัดความระบบงาน ; การจำกัดขอบเขตของระบบงานที่จะศึกษารวมทั้งขอบข่ายและการวัดประสิทธิภาพของระบบงาน

3. การออกแบบรูปแบบปัญหา (Model) ; การลดหรือแปลงจากระบบงานจริงไปเป็นรูปแบบปัญหา ในลักษณะของแผนผังการทำงานเชิงตรรกวิทยา ประกอบด้วยกำหนดส่วนประกอบต่าง ๆ ที่รวมอยู่ในตัวแปร พฤติกรรมของส่วนประกอบต่าง ๆ และความสัมพันธ์ของส่วนประกอบต่าง ๆ

4. การจัดเตรียมข้อมูล ศึกษาพิจารณาข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการวิเคราะห์ รวมทั้งการจัดเปลี่ยนรูปของข้อมูลให้อยู่ในลักษณะที่จะนำไปใช้กับรูปแบบปัญหาได้

5. การสร้างรูปแบบปัญหา ; เปลี่ยนรูปแบบปัญหาในข้อ 3 ไปเป็นภาษาที่ใช้ได้กับคอมพิวเตอร์

6. การทดสอบความมีเหตุผลสมควรที่จะเชื่อว่า รูปแบบปัญหานั้นเป็นรูปแบบปัญหาที่ถูกต้อง ซึ่งปกติแล้วก็มักจะเป็นการทดสอบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากรูปแบบปัญหานั้นเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากระบบงานจริงหรือไม่ วิธีที่ใช้ทดสอบได้แก่การทดสอบภายในการทดสอบเฉพาะหน้า การทดสอบตัวแปรและพารามิเตอร์ การทดสอบเหตุการณ์ และการทดสอบสมมติฐาน

7. การวางแผนการใช้กุศโลบาย คือการออกแบบการทดลองที่จะนำเอารูปแบบปัญหาไปใช้เพื่อหาข้อมูลที่ต้องการ เป็นการวางแผนการทดลองกับรูปแบบปัญหา โดยใช้วิธีทางสถิติเข้าไปช่วยเพื่อให้ได้ข้อมูลและผลลัพธ์ที่เชื่อถือได้ในราคาประหยัด

8. การวางแผนการดำเนินกุศโลบาย ; การศึกษาพิจารณาว่า การออกแบบการทดลองในข้อ 7 นั้นจะนำไปใช้กับรูปแบบปัญหาได้อย่างไร

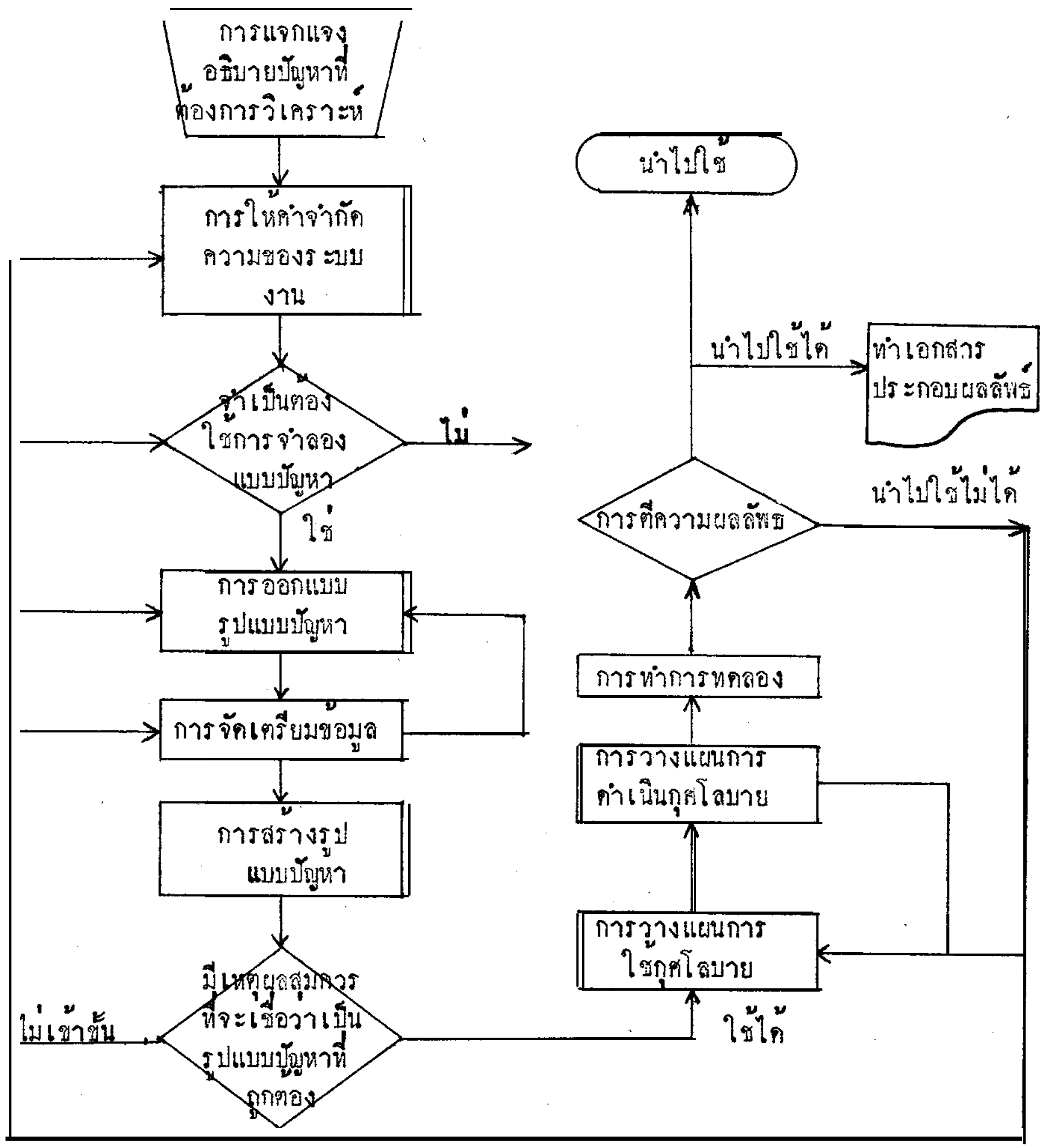
9. การทำการทดลอง ; นำเอารูปแบบปัญหามาใช้หาค่าผลลัพธ์ต่าง ๆ ตามที่ได้วางแผนไว้ในข้อ 8 รวมทั้งความไวของผลลัพธ์เหล่านั้นด้วย ในขั้นนี้เราต้องจดเวลาสังเกตสิ่งที่ต้องการ และบันทึกข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

10. การตีความผลลัพธ์ ; จากผลลัพธ์ในข้อ 9 มักจะเป็นผลลัพธ์ที่อยู่ในรูปสถิติ จึงต้องนำมาตีความว่า ผลลัพธ์เหล่านั้นบอกอะไรเราเกี่ยวกับระบบงานจริง

11. นำเอารูปแบบปัญหาหรือผลลัพธ์ในข้อ 10 ไปใช้

12. ทำเอกสารประกอบผลลัพธ์ กล่าวคือเมื่อได้ผลลัพธ์และผลที่จะเกิดกับระบบงานจริง มีการจัดทำเอกสารแจ้งผลเพื่อให้ฝ่ายบริหารทราบ หรือเก็บไว้เป็นหลักฐานสำหรับประกอบการวิเคราะห์ระบบงานต่อไป

จากขั้นตอนของการดำเนินงานเกี่ยวกับการจำลองแบบปัญหา อาจเขียนแสดงความสัมพันธ์ของขั้นตอนเป็นแผนผังได้ดังรูปที่ 10-1



รูปที่ 10-1 ขั้นตอนของการดำเนินงานเกี่ยวกับการจำลองแบบปัญหา

ตัวอย่างการจำลองแบบปัญหาระบบงาน

ตัวอย่างที่ 1 การจำลองแบบปัญหาการรอคอยในทางปฏิบัติ

ในการซื้อบัตรภาพยนตร์ซึ่งมีผู้ขายบัตรเพียงคนเดียว ถ้าเวลาระหว่างการเข้ามาในระบบงาน (interarrival time) ของลูกค้าคนต่อคนมีลักษณะการกระจายในแบบสม่ำเสมอ (uniform distribution) ภายในระยะเวลาจาก 1 ถึง 10 นาที และเวลาที่ใช้ในการให้บริการลูกค้าแต่ละคนมีลักษณะการกระจายแบบสม่ำเสมอภายในระยะเวลาจาก 1 ถึง 6 นาที ถ้าเราต้องการจะทราบว่า เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าแต่ละคนจะต้องอยู่ในระบบงานนานเท่าใด และเปอร์เซนต์ของเวลาที่เจ้าหน้าที่ขายบัตรว่างเป็นเท่าใด

การแก้ปัญหาโดยวิธีจำลองแบบปัญหานั้น เราเริ่มต้นด้วยการที่เราจะต้องสร้างข้อมูลสมมติ (artificial information) ของเวลาระหว่างการเข้ามาในระบบงานและเวลาที่ใช้ในการบริการ ซึ่งอาจทำได้โดยวิธีการง่าย ๆ เช่น เอาไพ่มา 10 ใบ เลขบนไพ่มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 10 และลูกเต๋ามา 1 ลูก สลับไพ่สุ่มหยิบขึ้นมา 1 ใบ และใช้แต้มบนไพ่ใบที่หยิบได้แทนเวลาระหว่างการเข้ามาในระบบงานของลูกค้า 1 คน แล้วใส่ไพ่ใบที่หยิบขึ้นมาแล้วกลับลงไปในกองเพื่อสุ่มหยิบสำหรับลูกค้าคนต่อ ๆ ไป สำหรับลูกเต๋าโยนดูแต้มที่ขึ้นบนหน้าเต๋าและใช้แต้มนั้นแทนเวลาที่ใช้บริการของลูกค้าคนที่เราเพิ่งใช้แต้มบนไพ่แทนเวลาระหว่างการเข้ามาในระบบงาน ด้วยการสุ่มหยิบไพ่และโยนลูกเต๋า เราจะได้ข้อมูลสมมติซึ่งเป็นข้อมูลแบบสุ่ม (random information) เพื่อใช้เป็นเสมือนข้อมูลของเวลาระหว่างการเข้ามาในระบบงานจริงของลูกค้าคนต่อคน และเวลาที่ใช้บริการลูกค้าแต่ละคนในระบบงานจริง สมมติว่าสภาวะภาพอื่น ๆ ของระบบงานนี้ไม่ถูกนำมาประกอบการแก้ปัญหาด้วย (เช่น สถานะภาพของระบบงานเมื่อเริ่มต้นดำเนินงาน, ขนาดจำกัดของความยาวของแถวคอย, ฯลฯ) ตัวอย่างของการแก้ปัญหานี้โดยการจำลองแบบปัญหาโดยการสร้างลูกค้าสมมติ 20 คน แสดงได้ดังตารางที่ 10-1

ตารางที่ 10-1 การจำลองแบบปัญหาของแถวคอยการขายบัตร

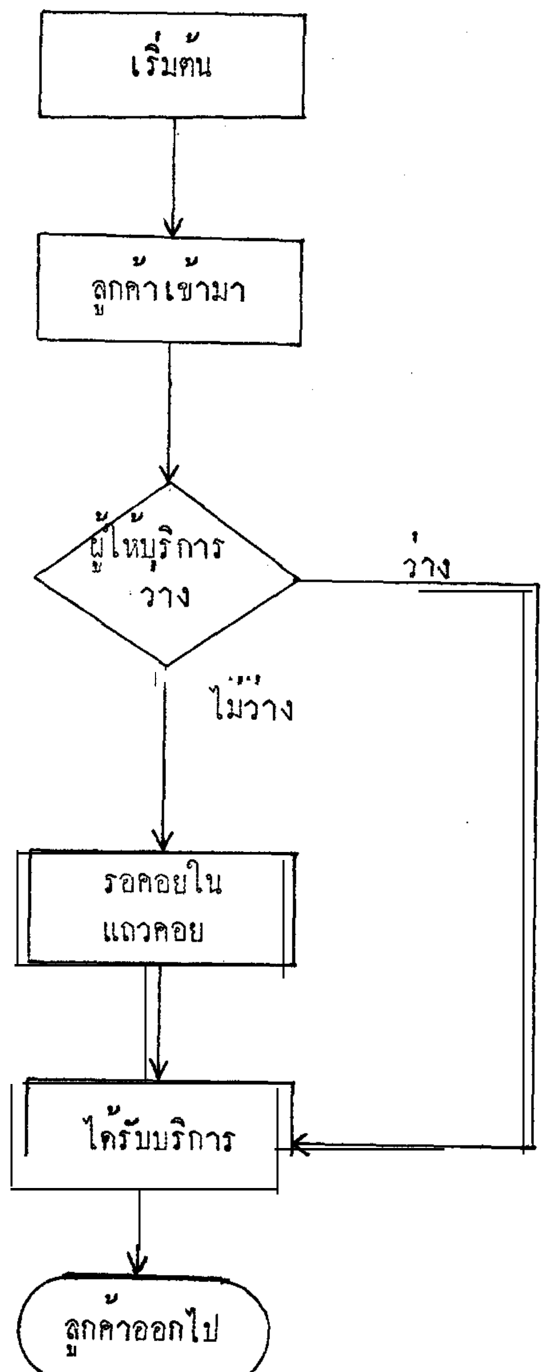
ลูกค้าคนที่	เวลาระหว่างการเข้ามาในระบบงาน (นาที)	เวลาสำหรับการบริการ (นาที)	เวลาที่แสดงบนนาฬิกาเมื่อลูกค้าเข้ามาในระบบงาน	เวลาที่แสดงบนนาฬิกาเมื่อลูกค้าเข้ารับบริการ	เวลาที่แสดงบนนาฬิกาเมื่อลูกค้าออกจากระบบงาน	เวลาที่ลูกค้าอยู่ในระบบงาน (นาที)	เวลาที่เจ้าหน้าที่ว่าง (นาที)
1		1	0.00	0.00	0.01	1	0
2	3	4	0.03	0.03	0.07	4	2
3	7	4	0.10	0. 10	0.14	4	3
4	3	2	0.13	0.14	0.16	3	0
5	9	1	0.22	0.22	0.23	1	6
6	10	5	0.32	0.32	0.37	5	9
7	6	4	0.38	0.38	0.42	4	1
8	8	6	0.46	0.46	0.52	6	4
9	8	1	0.54	0.54	0.55	1	2
10	ล	3	I.02	1.02	1.05	3	7
11	7	5	1.09	1.09	1.14	5	4
12	3	5	1.12	1.14	1.19	7	0
13	8	3	1.20	1.20	1.23	3	1
14	4	6	1.24	1.24	1.30	6	1
15	4	1	1.28	1.30	1.31	3	0
16	7	1	'1.35	1.35	1.36	1	4
17	1	6	1.36	1.36	1.42	6	0
18	6	1	1.42	1.42	1.43	1	0
19	7	2	1.49	1.49	1.51	2	6
20	6	2	1.55	1.55	1.57	2	4
	รวม	63			รวม	68	54

เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าต้องอยู่ในระบบงาน = $\frac{68}{20}$ = 3.4 นาที/คน

เวลาที่เจ้าหน้าที่ว่าง = $\frac{54}{(63+54)} \times 100\%$ = 46.15%

ข้อมูลในตารางที่ 10-1 ได้มาโดยกรรมวิธีดังนี้คือ ตอนเริ่มต้นของการใช้การจำลองแบบปัญหา เราสมมติว่า ในทันทีที่เปิดขายบัตร ลูกค้าคนที่ 1 เข้ามาในระบบงาน เขาจะใช้เวลาสำหรับใช้บริการ 1 นาที (จากการโยนลูกเต๋า) เจ้าหน้าที่ขายบัตรตั้งนาฬิกาที่ 0.00 น. (นาฬิกาสมมุติ, อาจจะเป็นเวลาจริงบนนาฬิกาที่เท่าใดก็ได้) เนื่องจากเขาเป็นลูกค้าคนแรกไม่จำเป็นคอยคิว เข้าไปใช้บริการได้เลย เนื่องจากเขาใช้เวลารับบริการ 1 นาที เขาจึงออกจากระบบงานไปเมื่อเวลา 0.01 น. ใช้เวลาในระบบงาน 1 นาที และทำให้เจ้าหน้าที่ขายบัตรไม่ว่าง ลูกค้าคนที่ 2 มาหลังลูกค้าคนที่ 1 เป็นเวลา 3 นาที (จากการสุ่มหยิบไพ่) ใช้เวลาสำหรับรับบริการ 4 นาที (จากการโยนลูกเต๋า) เวลาที่เขาเข้ามาในระบบงานที่แสดงบนนาฬิกาคือ 0.03 น. เนื่องจากขณะที่เขามาถึงลูกค้าคนแรกออกจากระบบงานไปแล้ว 2 นาที แสดงว่าไม่มีใครรับบริการอยู่ขณะที่เขามาถึง เขาจึงเข้าไปใช้บริการได้เลยและออกจากระบบงานเมื่อเวลา 0.07 น. ใช้เวลาอยู่ในระบบงาน 4 นาที และก่อนหน้าที่เขาเข้ามาเจ้าหน้าที่ขายบัตรมีเวลาว่าง 2 นาที สำหรับลูกค้าคนที่ 4 เนื่องจากเมื่อเขาเข้ามาในระบบงานเป็นเวลา 0.13 น. แต่ขณะที่เขามาถึงลูกค้าคนที่ 3 กำลังรับบริการอยู่เขาจึงต้องคอยคิว และเข้ารับบริการหลังจากที่ลูกค้าคนที่ 3 ออกจากระบบงานไปคือเวลา 0.14 น. ทำให้เขาต้องเสียเวลาอยู่ในระบบงาน 3 นาที (รับบริการ 2 นาที คอย 1 นาที) สำหรับลูกค้าคนอื่น ๆ ก็หาข้อมูลได้ในทำนองเดียวกันกับที่ได้อธิบายข้างต้น ขอให้ดูรูปที่ 10-2 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานของแถวคอยของปัญหานี้ประกอบด้วย

รูปที่ 10-2 แสดงขั้นตอนการดำเนินงานของแถวคอยของปัญหานี้



ตัวอย่างที่ 2 การจำลองแบบปัญหาการรอคอยโดยวิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Method)

วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Method) เป็นการจำลองแบบปัญหาโดยใช้เทคนิคการสุ่มตัวอย่าง แต่ไม่ได้สุ่มตัวอย่างจากประชากรจริงจะสุ่มตัวอย่างเลียนแบบระบบงานจริง โดยอาศัยการแจกแจงความน่าจะเป็นของตัวแปรที่เกิดขึ้นจริงในระบบงานภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดเป็นพื้นฐานในการสุ่มตัวอย่างจากตารางตัวเลขเชิงสุ่ม (random numbers) ข้อมูลที่ได้จากตารางตัวเลขเชิงสุ่มจะมีการแจกแจงใกล้เคียงกับประชากรในระบบงานจริง จึงสามารถนำข้อมูลจากการสุ่มตัวอย่างจากตารางตัวเลขเชิงสุ่มมาวิเคราะห์ระบบงานได้

วิธีมอนติคาร์โล (Monte Carlo Method) เป็นวิธีการจำลองแบบปัญหาขึ้นมาโดยสร้างข้อมูลใหม่จากข้อมูลในอดีตของระบบงานจริง แล้ววิเคราะห์รูปแบบปัญหาจากข้อมูลที่สร้างขึ้น

การสร้างข้อมูลใหม่โดยวิธีมอนติคาร์โลนี้ต้องอาศัยตัวเลขเชิงสุ่ม (random numbers) ซึ่งได้จากตารางที่ 10-2 หรือตารางที่ 10-3

ตารางตัวเลขเชิงสุ่มคือกลุ่มของตัวเลขกลุ่มหนึ่งที่ไม่ได้จัดเรียงตามลำดับ ตัวเลขเหล่านี้จะปะปนกันตั้งแต่เลข 0 ถึง 9 เรียงกันตามบุญตามกรรมอย่างไม่มีระเบียบโดยไม่มีตัวเลขใดมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นถัดไปมากกว่าตัวเลขอื่น ๆ

ตารางที่ 10-2 ตัวเลขเชิงสุ่ม (Random numbers)

Random Numbers

49487	52802	28667	62058	87822	14704	1861s	17889	45888	14454
29480	91539	46317	84803	88058	62812	33584	70391	77749	64906
25252	97738	23901	11106	85884	65808	22557	23214	15021	54268
69414	89353	70724	67893	23218	72452	93095	08333	13761	37260
77285	35179	92042	67581	67673	68374	71116	96166	43352	06414
52852	11444	71868	34534	69124	02760	06406	96234	87995	78550
98740	98054	30195	09891	18453	79454	01156	95522	06884	56073
85022	58736	12138	35146	62066	26170	25433	80787	96486	40579
17778	03840	21636	56269	06149	19001	67367	13136	02406	89515
81833	93449	57781	94621	90998	37561	59688	93299	27726	82167
63789	54958	33167	10909	40343	81023	61590	44474	39810	10305
61840	81740	60986	12498	71546	42249	13812	59902	27864	21803
42243	10153	20891	90883	15782	98167	86837	99166	92143	82441
45236	09129	53031	12250	01278	14404	40969	23419	14188	69667
40338	42477	78804	36272	72053	07958	67158	60979	79891	92409
54040	71253	88789	90203	54999	96584	00789	58878	47134	83941
49168	20906	44859	29089	76130	51442	34453	99580	37353	61137
80958	03808	83655	18415	98563	43582	82207	63322	30419	64435
07636	04876	61053	57571	69434	14965	20911	73162	33576	62839
37227	80760	08261	97048	60438	76053	05939	34414	16885	32103
99480	46916	45637	41353	36335	69067	67536	68418	10247	93263
60248	76845	37296	33783	42393	28185	31880	00241	31642	37626
95076	79089	87380	28982	97756	82221	35584	27444	85793	69765
20944	9786.2	28588	32796	51613	47475	48621	20067	88975	39566
30458	49207	62358	41532	30057	53017	10375	97204	98675	77634
38906	91282	79309	49022	17405	18830	09186	07629	01786	78317
96545	15638	90114	93730	13741	70177	49175	42113	21600	69625
21944	28328	00692	89164	96025	01383	50252	67044	70596	58266
36910	71928	63327	00980	32154	46006	62289	29079	03076	15619
48745	47626	28656	28382	80639	51370	70091	58261	JO135	88269
32519	91993	69374	83994	59873	51217	62806	am28	26546	15820
75757	12965	29285	11481	31744	41754	24428	81819	02354	37896
07911	97756	89661	27464	25133	60026	16436	76846	83718	08533
89887	03328	76911	93168	56236	39056	67905	94933	05458	52347
30543	99488	75363	94187	32685	23887	10872	22793	26232	87358
88442	55201	33945	42495	28384	89889	50278	91985	58185	19124
22463	56898	88524	13692	55012	25343	76391	48029	72278	58586
70701	36907	51242	62083	43126	90379	60380	98513	85596	16528
69804	96122	42342	28467	79037	13218	63510	09071	52438	25840
65806	22398	19470	63653	27656	02606	43347	85384	02613	81668
43992	53070	54319	19347	59506	76440	99826	53652	92382	67623
49146	71587	14273	62440	15770	03281	56124	69533	43722	03656
47353	38295	62126	42358	20322	82000	52830	93540	13284	96496
26244	87033	90247	79131	38773	67687	45541	54976	17508	18367
72875	39496	06385	48468	30546	74383	22814	36752	10707	48774
09065	16283	61398	08288	00706	21816	39615	03102	02834	04116
68256	51225	92545	77747	33104	81206	60112	53345	04212	58476
38744	81018	41906	70458	72459	66136	97266	26490	10877	46022
44375	19619	35760	69924	82429	90286	61064	26489	87001	84273

Source: The Rand Corporation, *A Million Random Digits with 100,000 Normal Deviates* (Glencoc, Ill.: Free Press, 1955). Used by permission.

ตารางที่ 10-3 ตัวเลขเชิงสุ่ม (Random numbers)

1581922396	2068577984	8262130892	8374656049	4637567488
0928105562	7295088579	9586111652	7055508767	6472382934
4112077556	3440672486	1882412963	0684012006	0933147914
7457477408	5435810788	8670852910	1291265730	4890031305
0099520858	3090900872	2034533181	5973470405	9776135501
7245174840	2275688645	6416549348	4676453101	2229367983
6'49420382	4832630032	5670984959	5432114610	2966095680
5503161011	7413686599	1198757695	0414294470	01401'1598
7164238934	7666127259	5263097712	5133648890	4011966963
3593969575	0272'159769	0365998136	9993089956	7544056852
4192054466	0700014629	5169439659	8408705160	1074373131
9697526117	6488888550	4031652528	8123543276	0927534537
2007950579	9564268448	34574 16968	1571027066	7016633739
4584762758	2309278610	'3659431761	3613768456	4141314518
3840145867	9120831830	7226567652	1267173664	4020651657
0190453442	4800086084	1165628559	5407921254	3768932478
6766554330	5565265145	5089052204	9780623691	2195448096
63'5116264	9172824179	5544814339	0016943686	3828538786
3908771938	4035554324	0840126299	4542059208	1475623997
5570024596	'9324732596	1186563397	4425143189	3216663251
2999997185	0135968938	7678931194	1351031403	6002561840
71164375412	6363232766	1892857070	2323673751	3180881718
7065492027	6349104233	33.82566662	4579426926	1513082455
0654683246	4765104877	81149224168	5468631609	6474393096
7830555058	5255147182	3519287786	2481675649	8907598697
7626984369	4715373390	9641916289	3049062870	7463007244
4765048-W	3646121.751	6436077766	2928794356	9956043516
4627791048	5765558107	8762592043	8185670830	6363845920
9378470693	0441608934	8749472723	2202271076	5647002653
1227991661	7936797054	5527542791	4711871173	8300978148
5582095589	5535798279	4764439855	6279247618	4446835088
4959397698	1056981450	8416606706	8234013222	6426813469
1824779358	1333750468	9434074212	5273692238	5902177065
7041092295	5726289716	3420847871	1820481234	0318831723
3555104281	0903099163	6627824699	6383872737	5901682626
3007929946	4031562749	5570757297	6273785046	1455345704
6085440624	2875556938	5496629750	4841817356	1443167141
7005051056	34163'2071	5054070090	7303867953	6255191190
9846413446	6306646692	0661664251	8975127201	6251533454
0625457703	422916~694	7321363715	7051126285	1105468072
5457593922	9751489574	1799406330	1989914'062	5595364247
4076486653	8950826528	4934502003	4071187742	1458207629

Dudley.J.Cowden and Mercedes S.Cowden, Practical Problem in Business Statistics, 2d ed., @ 1963, by permission of Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliff. N.J.

ในการคำนวณเราอาจเก็บตารางนี้ไว้ในคอมพิวเตอร์ แล้วเรียกเลขมาใช้งาน โดยเริ่มต้นที่ตัวเลข ณ จุดใดจุดหนึ่งในตารางก็ได้ตามใจชอบ แล้วอ่านเลขเรียงตามแนวนอนหรือแนวตั้งก็ได้เลื่อนไปเรื่อย ๆ แต่ต้องเป็นระเบียบเดียวกันหมดจนกระทั่งเพียงพอต่อความต้องการ

ในการวิเคราะห์ตัวแบบปัญหาการรอคอยโดยวิธีมอนติคาร์โล เมื่อรู้ข้อมูลในอดีตของระบบงานจริงและรู้จักตัวเลขเชิงสุ่มแล้วจะสามารถสร้างข้อมูลใหม่ได้ดังนี้

สมมติให้ร้านซ่อมรองเท้าและรับทำกุญแจขนาดเล็กแห่งหนึ่งต้องการกำหนดว่าควรมีพนักงานบริการเป็นจำนวนกี่คนดี ซึ่งตามความจริงแล้วเจ้าของร้านต้องการทราบว่ามีพนักงานบริการเพียงคนเดียวจะสามารถบริการลูกค้าได้หรือไม่ โดยที่เจ้าของร้านไม่ต้องการให้ลูกค้ามายืนรอคอยในระบบ ณ เวลาหนึ่งมากกว่า 3 คน เราสามารถดำเนินการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยอาศัยการจำลองแบบปัญหาได้ดังนี้

การจำลองแบบปัญหาแถวคอยในกรณีนี้จะสร้างแบบจำลองแถวคอยกรณีที่มีผู้ให้บริการเพียง 1 คน และสังเกตความยาวของแถวคอยว่ามีลูกค้ารอคอยในระบบมากกว่า 3 คน ณ เวลาใดเวลาหนึ่งบ่อยขนาดไหน

<u>วัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง</u>ก็คือต้องการวิเคราะห์ว่าความยาวของแถวคอยในระบบหรือจำนวนลูกค้าที่ต้องรอคอยเพื่อขอรับบริการในระบบ ณ เวลาหนึ่งมากกว่า 3 คนนั้นจะเกิดขึ้นบ่อยครั้งหรือไม่นั่นเอง

<u>ตัวแบบที่เป็นตัวแบบรอคอยประเภทมีผู้ให้บริการ</u>เพียงคนเดียวมีแถวคอยเพียงแถวเดียว เราจำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับเวลาการเข้ามารับบริการและเวลาให้บริการ จากข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในอดีตที่ได้เก็บรวบรวมมาเกี่ยวกับลูกค้า พบว่าข้อมูลการกระจายเวลาการเข้ามาและเวลาที่ให้บริการ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10-4

ตารางที่ 10-4 ข้อมูลการกระจายเวลาการเข้ามาและเวลาการให้บริการ

เวลาการเข้ามา(นาที)	โอกาสที่จะเกิด	เวลาให้บริการ(นาที)	โอกาสที่จะเกิด
2	0.05	5	0.20
4	0.10	10	0.45
6	0.20	15	0.10
8	0.15	20	0.25
10	0.50		

ขั้นตอนการดำเนินงานของแถวคอยของปัญหานี้เหมือนกับตัวอย่างที่ 1 ต่างกันตรงที่ปัญหานี้มีตัวเลขข้อมูลการกระจายเวลาการเข้ามาและเวลาการให้บริการในอดีตของระบบงานจริงมาช่วยในการวิเคราะห์

ขั้นต่อไปนำข้อมูลที่กำหนดให้มาหาความน่าจะเป็นสะสมและช่วงของตัวเลขเชิงสุ่มดังนี้

ตารางที่ 10-5 การเข้ามา

ช่วงเวลาระหว่างการเข้ามา(นาที)	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ตัวเลขเชิงสุ่ม
2	0.05	0.05	00 - 04
4	0.10	0.15	05 - 14
6	0.20	0.35	15 - 34
8	0.15	0.50	35 - 49
10	0.50	1.00	50 - 99

ตารางที่ 10-6 เวลาที่ให้บริการลูกค้า 1 คน

เวลาที่ให้บริการลูกค้า 1 คน (นาที)	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ตัวเลขเชิงสุ่ม
5	0.20	0.20	00 - 19
10	0.45	0.65	20 - 64
15	0.10	0.75	65 - 74
20	0.25	1.00	75 - 99

การแก้ปัญหาโดยวิธีมอนติคาร์โลเราจะสร้างข้อมูลใหม่โดยการสร้างลูกค้าสมมติ 20 คน ลูกค้าแต่ละคนมีช่วงเวลาการเข้ามาและเวลาที่ใช้ในการบริการเป็นอย่างไร ต้องนำตัวเลขเชิงสุ่มเข้ามาช่วยในการวิเคราะห์ โดยอ่านตัวเลขเชิงสุ่มแถวตั้งซ้ายมือสุดครั้งละ 2 ตัว ของตารางที่ 10-2 แทนการเข้ามา และตัวเลขเชิงสุ่มแถวตั้งขวามือสุดครั้งละ 2 ตัว แทนเวลาให้บริการ

ผลลัพธ์ของการจำลองแบบปัญหาเป็นดังนี้

ตารางที่ 10-7 ผลลัพธ์การจำลองแบบปัญหาการรอคอยโดยวิธีมอนติคาร์โล

ลูกค้าคนที่	การเข้ามา		การให้บริการ		เวลาที่แสดงบนนาฬิกาเมื่อลูกค้าเข้ามาในระบบงาน	เวลาที่แสดงบนนาฬิกาเมื่อลูกค้าเข้ารับบริการ	เวลาที่แสดงบนนาฬิกาเมื่อลูกค้าออกจากระบบงาน	เวลาที่ลูกค้าอยู่ในระบบงาน (นาที)	เวลาที่พนักงานว่าง (นาที)	ความยาวของแถวคอยในระบบงาน
	ตัวเลขเชิงสุ่ม	เวลาระหว่างการเข้ามา(นาที)	ตัวเลขเชิงสุ่ม	เวลาที่ให้บริการ (นาที)						
1	49	8	54	10	0.08	0.08	0.18	10	8	1
2	29	6	06	5	0.14	0.18	0.23	9	0	2
3	25	6	68	15	0.20	0.23	0.38	18	0	2
4	69	10	60	10	0.30	0.38	0.48	18	0	2
5	77	10	14	5	0.40	0.48	0.53	13	0	2
6	52	10	60	10	0.50	0.53	1.03	13	0	2
7	98	10	73	15	0.60	1.03	1.18	18	0	2
8	85	10	79	20	1.00	1.18	1.38	38	0	3
9	17	6	15	5	1.06	1.38	1.43	37	0	3
10	81	10	67	15	1.16	1.43	1.58	42	0	4
11	63	10	05	5	1.26	1.56	2.03	37	0	4
12	61	10	09	5	1.36	2.03	2.08	32	0	5
13	42	a	41	10	1.44	2.08	2.18	34	0	4
14	45	8	57	10	1.52	2.18	2.28	36	0	5
15	40	8	09	5	2.00	2.28	2.33	33	0	5
16	54	10	41	10	2.10	2.33	2.43	33	0	4
17	49	8	37	10	2.18	2.43	2.53	35	0	4
18	80	10	35	10	2.28	2.53	3.03	35	0	4
19	07	4	39	10	2.32	3.03	3.13	41	0	5
20	37	8	03	5	2.40	3.13	3.18	38	0	5
				190				570		

เวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าต้องอยู่ในระบบงานเท่ากับ $\frac{570}{20}$ = 28.5 นาที/คน

ถ้าเราพิจารณาตารางที่ 10-7 จะเห็นว่าเมื่อนาฬิกาเริ่มต้นที่ศูนย์ลูกค้าคนแรกจะเข้ามาเราเลือกได้ตัวเลขเชิงสุ่ม 49 ซึ่งตรงกับ 8 นาที ในตารางที่ 10-5 เนื่องจากเป็นลูกค้าคนแรกเวลาที่เข้ามาจึงเป็น 0.08 น. ลำดับต่อไปคือเลือกตัวเลขเชิงสุ่มที่แทนเวลาให้บริการจะเห็นว่าได้เลข 54 ถ้าศึกษาในตารางที่ 10-6 เลข 54 จะตรงกับเวลาที่ให้บริการ 10 นาที ดังนั้นการให้บริการจะเริ่มเมื่อเวลา 0.08 น. จะสิ้นสุดเมื่อเวลา 0.18 น. (0.08+0.10) สำหรับลูกค้าคนแรกแล้วเขาไม่ต้องรอคอยคิวเพราะจะได้รับบริการทันที

ขั้นต่อไปคือหยิบตัวเลขสุ่มขึ้นมาอีก ปรากฏได้ตัวเลข 29 จากตารางที่ 10-5 จะตรงกับ 6 นาที ซึ่งหมายความว่าลูกค้าคนที่สองจะเข้ามาเมื่อเวลา 0.14 น. (0.08+.06) ลูกค้าคนที่สองจำเป็นต้องรอ เพราะเรามีผู้ให้บริการคนเดียวและเขากำลังให้บริการคนแรกยังไม่เสร็จ ดังนั้นลูกค้าคนที่สองจะต้องรอ 4 นาที (0.18-0.14) จึงจะได้รับบริการ จำนวนลูกค้าที่รอคอยรับบริการในระบบจะมี 2 คน (คนที่กำลังรับบริการและคนที่รอ) ดำเนินวิธีการเช่นนี้ต่อไปจะพบว่า ลูกค้าคนสุดท้ายเข้ามาในระบบ ณ เวลา 2.40 น. จะเห็นว่าความยาวของแถวคอยในระบบมีถึง 5 คน เราต้องศึกษาที่คอลัมน์เวลาที่ให้บริการเมื่อลูกค้าเข้ารับบริการจะพบว่าในขณะที่คนที่ 20 เข้ามาจะมีลูกค้าคนที่ 16 (คนที่ 16 จะออกจากระบบเมื่อ 2.43 น.) 17,18,19 กำลังรอรับบริการอยู่รวมคนที่ 20 ด้วย จึงมีลูกค้ารอรับบริการในระบบทั้งสิ้น 5 คน

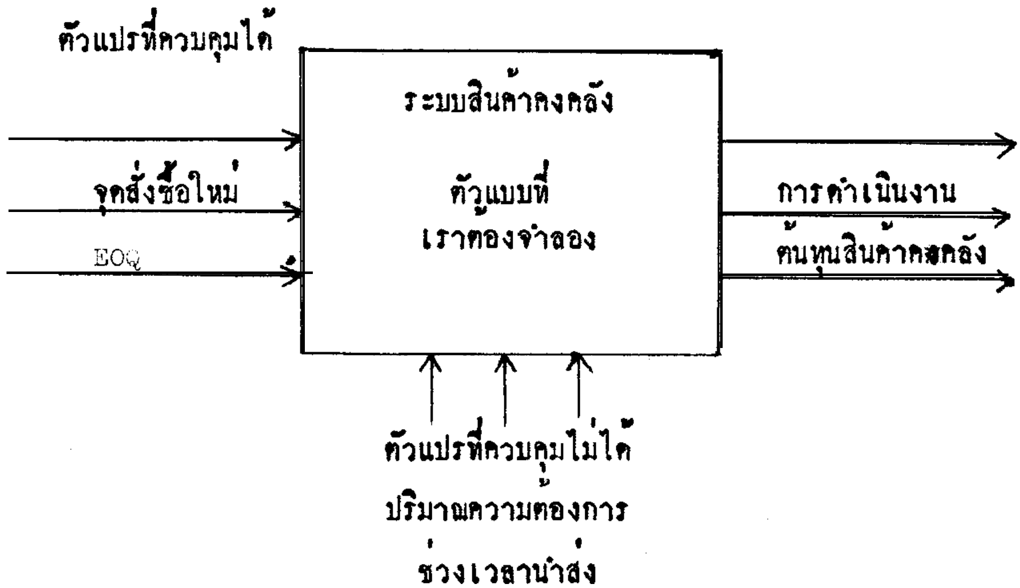
ผลลัพธ์จากการจำลองแบบปัญหาทำให้ทราบว่าความยาวของแถวคอยของลูกค้าในระบบมากกว่า 3 คนมีโอกาสเกิดขึ้นถึง 11/20 ประมาณ 55% และเวลาเฉลี่ยที่ลูกค้าต้องอยู่ในระบบงานประมาณ 28.5 นาที/คน นับว่านานมาก จึงเห็นสมควรที่เจ้าของร้านควรจะเพิ่มพนักงานบริการอีกหนึ่งคน นอกจากพิจารณาการจำลองแบบปัญหาการรอคอยดังกล่าวข้างต้นแล้ว เจ้าของร้านจะต้องพิจารณาค่าใช้จ่ายจากการจ้างพนักงานบริการเพิ่มขึ้น 1 คน กำไรส่วนเพิ่มที่คาดว่าจะได้รับและทัศนคติของลูกค้าที่มารับบริการ บางคนเห็นแถวคอยยาวอาจจะไปรับบริการที่อื่น หรือเมื่อเข้ามารับบริการแล้วเสียเวลานานอาจเกิดความไม่พอใจและไม่มารับบริการซ้ำอีก ทำให้เสียลูกค้าไป เป็นต้น

<u>ตัวอย่างที่ 3</u> การจำลองแบบปัญหาการควบคุมสินค้าคงคลัง

นายอารักษ์เจ้าของและผู้จัดการร้านขายรถจักรยานต้องการวางนโยบายเกี่ยวกับการควบคุมสินค้าคลัง โดยเฉพาะเขาต้องการหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด (EOQ) และจุดสั่งซื้อใหม่ควรเป็นเท่าไรโดยวิธีสร้างแบบจำลอง ถึงแม้ว่าจะไม่ทราบข้อมูลต้นทุนอันเกิดจากสินค้าขาดมือ แต่เขาทราบว่าเขาจะเสียยอดขายไปเท่าไรเมื่อสินค้าขาดสต๊อก เขาต้องการวางนโยบายเกี่ยวกับสินค้าคงคลังเพื่อให้เสียต้นทุนต่ำสุดโดยมีความเสี่ยงอันเกิดจากสินค้าขาดมือน้อยที่สุด

<u>วัตถุประสงค์</u>ของการจำลองแบบปัญหาคือประมาณต้นทุนทั้งหมดและปริมาณสินค้าขาดมือ ณ ระดับการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดและจุดสั่งซื้อใหม่ที่กำหนดไว้ นายอารักษ์พยายามจะทดลองหาส่วนประสมที่ดีที่สุดของ EOQ และจุดสั่งซื้อใหม่ที่จะทำให้เสียต้นทุนต่ำสุดและมีของขาดมือน้อยที่สุด

<u>การออกแบบรูปแบบปัญหา</u> ปัญหานี้เป็นเรื่องตัวแบบสินค้าคงคลังข้อมูลที่ต้องการคือ ต้นทุนของคงคลัง ปริมาณความต้องการและช่วงเวลานำส่ง ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดและจุดสั่งซื้อใหม่



สมมติว่านายอารักษ์มีข้อมูลในตารางที่ 10-8 และเขาจะจำลองแบบปัญหาของคงคลัง ณ ระดับ EOQ ตั้งแต่ 3-10 หน่วย และที่จุดสั่งซื้อใหม่ ณ ระดับ 3-7 หน่วย

ตารางที่ 10-8 ข้อมูลเกี่ยวกับของคงคลัง

ก. ต้นทุน

ต้นทุนในการเก็บรักษา	1 บาท/หน่วย/สัปดาห์
ต้นทุนในการสั่งซื้อ	20 บาท/ครั้ง

ข. ปริมาณความต้องการ

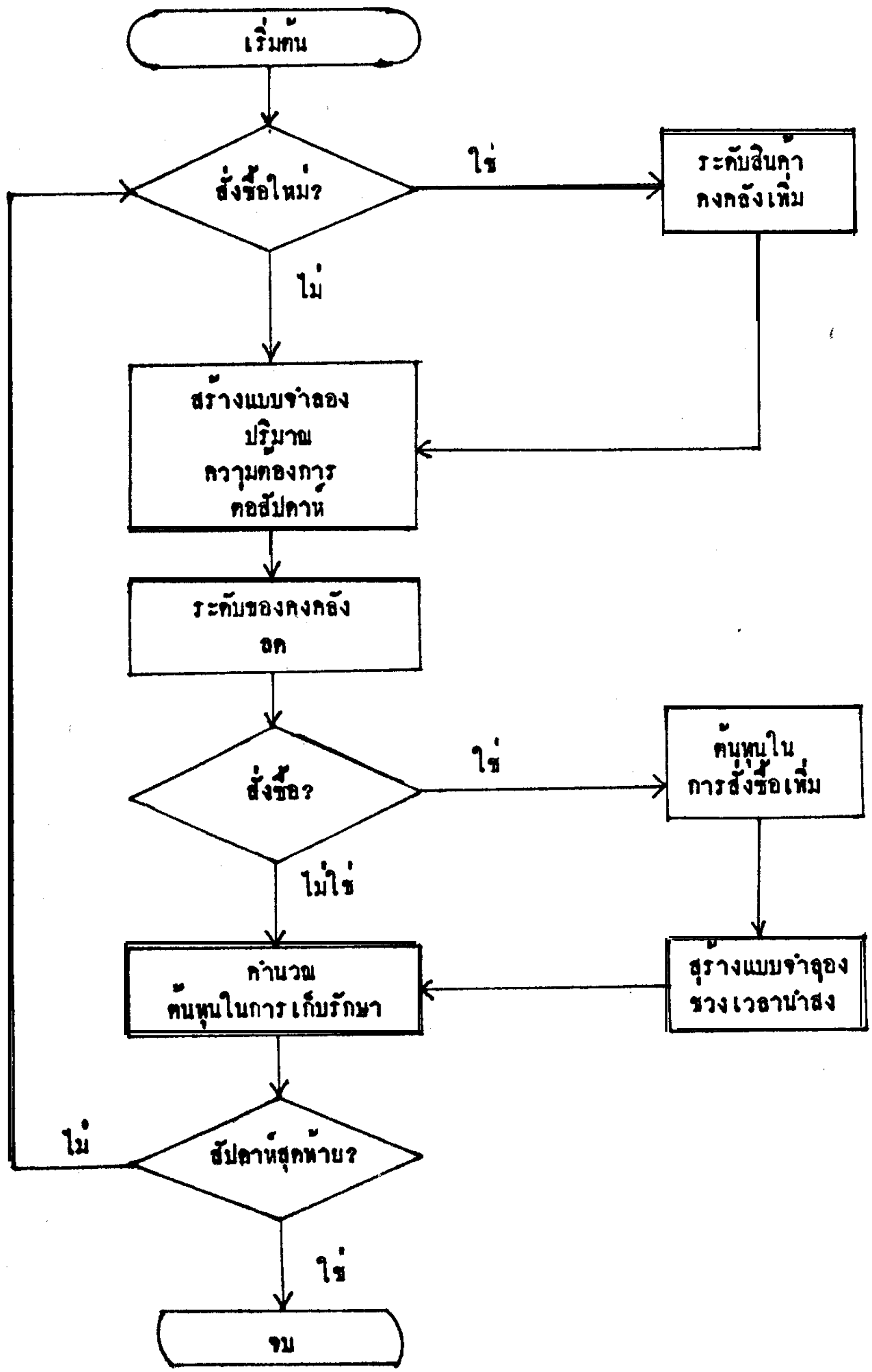
หน่วย	ความน่าจะเป็น
0	0.20
1	0.50
2	0.10
3	0.10
4	0.05
5	0.05

ค. ช่วงเวลานำส่ง

สัปดาห์	ความน่าจะเป็น
1	0.10
2	0.25
3	0.60
4	0.05

การออกแบบรูปแบบปัญหาแสดงไว้ดังรูปที่ 10-3 แสดงถึงขั้นตอนการดำเนินงานเกี่ยวกับระบบของคงคลังภายใต้นโยบายที่กำหนด เริ่มต้นการสร้างตัวเลขเชิงสุ่มจำลองปริมาณความต้องการและปรับสินค้าคงคลังให้สอดคล้องกับความต้องการที่เกิดขึ้น ตัวเลขสินค้าคงคลังติดลบแสดงว่าขาดแคลน การตัดสินใจว่าจะสั่งซื้อก็ต่อเมื่อระดับสินค้าคงคลังมาถึงหรือต่ำกว่าจุดสั่งซื้อใหม่ ต้นทุนในการสั่งซื้อและต้นทุนในการเก็บรักษาจะคำนวณในรอบถัดไป เมื่อมีการสั่งซื้อเกิดขึ้นต้องสร้างตัวเลขเชิงสุ่มจำลองช่วงเวลานำส่ง สมมติให้การสั่งซื้อจะกระทำ ณ วันสิ้นสุดของสัปดาห์และได้รับสินค้าเมื่อวันเริ่มต้นของสัปดาห์ต้นทุนในการเก็บรักษาขึ้นอยู่กับจำนวนสินค้าคงคลังปลายงวด

รูปที่ 10-3 ตัวแบบจำลองปัญหาสินค้าคงคลัง



<u>การวางแผนการใช้กุศโลบาย</u> คือการออกแบบการทดลองจะต้องทำการทดลองหลายครั้งประมาณ 30 ถึง 100 ครั้งเพื่อให้เกิดความเชื่อมั่นได้ เราจะทดลอง ณ ระดับ EOQ 3-10 เท่ากับ 8 จำนวน จุดสั่งซื้อใหม่ ณ ระดับ 3-7 เท่ากับ 5 จำนวน ดังนั้นชุดของการทดลองจะมีทั้งหมด 8x5= 40 ชุดแต่ละชุดจะทำการทดลอง 30 ครั้ง ดังนั้นจะมีการทดลอง 1200 ครั้งใน 52 สัปดาห์ ขอให้สังเกตว่าการดำเนินการทดลองจะใช้เวลามากปัญหานี้จะง่ายขึ้นถ้าใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการดำเนินงาน ในที่นี้จะแสดงการคำนวณเพียง 1 ชุดเท่านั้น

<u>การทำการทดลอง</u> การกำหนดปริมาณความต้องการและช่วงเวลานำส่งด้วยตัวเลขเชิงสุ่มต้องนำวิธีมอนติคาร์โลมาใช้ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 10-9 ดังนี้

ตารางที่ 10-9 มอนติคาร์โล : สินค้าคงคลัง

ก. ปริมาณความต้องการ/สัปดาห์

หน่วย	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ตัวเลขเชิงสุ่ม
0	0.20	0.20	1 - 20
1	0.50	0.70	21 - 70
2	0.10	0.80	71 - 80
3	0.15	0.90	81 - 90
4	0.05	0.95	91 - 95
5	0.05	1.00	96 - 99,00

ข. ช่วงเวลานำส่ง

สัปดาห์	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ตัวเลขเชิงสุ่ม
1	0.10	0.10	1 -10
2	0.25	0.35	11 - 35
3	0.60	0.95	36 - 95
4	0.05	1.00	96 - 99,00

จำนวนสินค้าคงคลังต้นงวดถูกสมมติว่าเท่ากับ 7 หน่วย ตารางที่ 10-10 แสดงผลของการทดลอง 10 สัปดาห์ โดยใช้ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด 7 หน่วย และจุดสั่งซื้อใหม่คือ 4 หน่วย ดังนี้

ตารางที่ 10-10 การจำลองแบบปัญหาสินค้าคงคลัง

สัปดาห์ที่	ปริมาณความต้องการ		สินค้าคงคลังปลายงวด	ต้นทุนในการเก็บรักษา (บาท)	ต้นทุนในการสั่งซื้อ (บาท)	ช่วงเวลานำส่ง	
	ตัวเลขเชิงสุ่ม	หน่วย				ตัวเลขเชิงสุ่ม	สัปดาห์
			7				
1	21	1	6	6		-	-
2	72	2	4	4	20*	35	2
3	56	1	3	3		-	-
4	69	1	2	2		-	-
5	87	3	6 **	6		-	-
6	89	3	3	3	20	89	3
7	02	0	3	3			
8	92	4	-1	-			
9	13	0	0	-		-	-
10	02	0	7	-		-	-

* นโยบาย : สั่งซื้อ 7 หน่วย เมื่อจำนวนสินค้าคงคลังปลายงวดลดลงมาเหลือ 4 หน่วย หรือน้อยกว่า

** สินค้าคงคลังปลายงวด = 2 + 7 (สั่งซื้อ) - 3 (ปริมาณความต้องการ) = 6

ประเมินผลการทดลอง การจำลองแบบปัญหาสินค้าคงคลังที่สมบูรณ์ไม่ได้แสดงไว้ ณ ที่นี้ทั้งหมด แต่จะขอนำผลลัพธ์จากการทดลองทั้งหมดมาแสดงไว้ในตารางที่ 10-11 เป็นผลลัพธ์โดยเฉลี่ยที่ได้จากการทดลองชุดละ 30 ครั้งตลอด 52 สัปดาห์ ตัวอย่างเช่นนโยบายให้ EOQ เท่ากับ 3 หน่วย (Q= 3) และจุดสั่งซื้อใหม่เท่ากับ 3 (R= 3) ต้นทุนการเก็บรักษาและการสั่งซื้อต่อปีเฉลี่ยเท่ากับ 436 บาท และจำนวนสินค้าขาดมือโดยเฉลี่ย 21.8 หน่วย สำหรับการทดลอง 30 ครั้ง

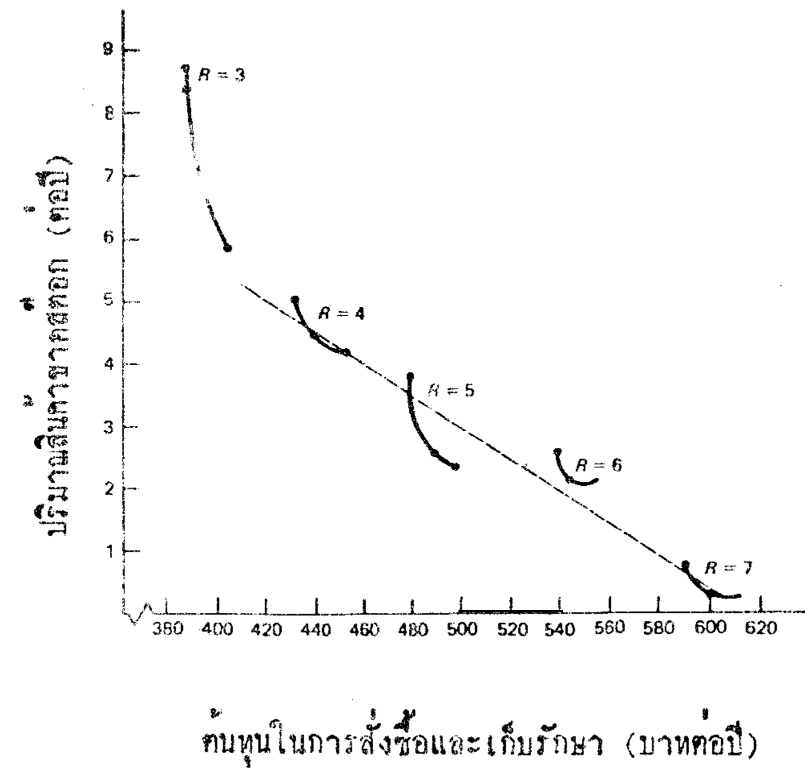
ตารางที่ 10-11 ผลลัพธ์ของการจำลอง แบบปัญหาสินค้าคงคลัง

นโยบาย Q	R	ต้นทุนในการเก็บรักษาและต้นทุนในการสั่งซื้อเฉลี่ย/ปี	ปริมาณสินค้าขาดมือโดยเฉลี่ย/ปี
3	3	436 บาท	21.8
	4	463	22.5
	5	492	18.4
	6	506	17.9
	7	533	14.0
4	3	420	15.1
	4	471	9.5
	5	505	9.8
	6	552	5.1
	7	563	7.5
5	3	389	13.2
	4	447	7.6
	5	499	5.2
	6	532	5.6
	7	590	2.6
6	3	386	9.1
	4	437	6.6
	5	492	4.2
	6	548	2.1
	7	584	1.7
7	3	383	8.8
	4	433	5.2
	5	477	3.8
	6	541	2.2
	7	591	1.0

ตารางที่ 10-11 (ต่อ)

นโยบาย Q	นโยบาย R	ต้นทุนในการเก็บรักษาและต้นทุนในการสั่งซื้อเฉลี่ย/ปี	ปริมาณสินค้าขาดมือโดยเฉลี่ย/ปี
8	3	384	8.4
	4	430	5.1
	5	488	3.3
	6	540	1.6
	7	588	0.8
9	3	401	7.1
	4	440	4.4
	5	496	2.4
	6	543	1.1
	7	600	0.3
10	3	404	5.8
	4	450	4.3
	5	500	2.5
	6	551	1.5
	7	610	0.6

นโยบายบางชุดสามารถเห็นได้ชัดว่าดีกว่านโยบายอื่น ๆ ในแง่ต้นทุน ที่ต่ำกว่าและปริมาณของขาดมือน้อยกว่า (4,3 ดีกว่า 3,3 ทั้งสองอย่าง) แต่ผลที่ออกมานั้นจะต้องพิจารณาความสมดุลย์ระหว่างต้นทุนต่ำสุดและปริมาณสินค้าขาดมือน้อยที่สุดจะเห็นได้จากรูปที่ 10-4 นำเอาตัวเลขจากตารางที่ 10-11 มาเขียนกราฟ ได้ดังนี้



รูปที่ 10-4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนทั้งหมดและปริมาณสินค้าขาดสต๊อก

กราฟ 5 เส้นแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างต้นทุนทั้งหมดและปริมาณสินค้าขาดสต๊อก ณ ระดับจุดสั่งซื้อใหม่แต่ละจำนวน เส้นไข่ปลาแสดงให้เห็นว่าความสัมพันธ์มีลักษณะเส้นตรงมีความชันลาดจากซ้ายไปขวาในลักษณะจำนวนสินค้าขาดมือต่อต้นทุนทั้งหมดเท่ากับ 1 ต่อ 40

ผลลัพธ์จากการจำลองแบบปัญหาทำให้ผู้จัดการร้านตัดสินใจได้ว่าเขาควรจะลดปริมาณสินค้าขาดมือลงมาเท่ากับ 8.8 หน่วย จะทำให้เขาเสียต้นทุนต่ำสุด 383 บาท ณ ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด (EOQ) เท่ากับ 7 หน่วย และจุดสั่งซื้อใหม่เมื่อสินค้าคงคลังลดลงมาเหลือ 3 หน่วย

__ตัวอย่างที่ 4__ การจำลองแบบปัญหาการจัดซื้อ

พ่อค้าขายปลีกผู้หนึ่งพบว่าในอดีตที่ผ่านมา ความต้องการสินค้าชนิดหนึ่งในแต่ละวันจะเท่ากับ 2, 3, 4, 5 หรือ 6 หน่วยมีโอกาสเกิดขึ้นได้เท่า ๆ กัน เขาจัดซื้อสินค้าจากพ่อค้าขายส่งซึ่งนำสินค้าใส่รถบรรทุกมาส่งอย่างไม่มีวันที่กำหนดแน่นอน ถ้ามาส่งสินค้าก็จะมาถึงในตอนเย็นทุกครั้งเมื่อรับของแล้วก็ปิดร้านเลย จากการวิเคราะห์การนำสินค้ามาส่งใน 100 ครั้งหลังพบข้อมูลดังแสดงในตารางที่ 10-12 ดังนี้

ตารางที่ 10-12

จำนวนวันที่ของจะมาส่งครั้งต่อไปหลังจากการมาส่งครั้งสุดท้าย	จำนวนครั้งที่เกิดขึ้น
1	5
2	17
3	40
4	20
5	13
6	5
	100

ปัญหามีอยู่ว่าพ่อค้าขายปลีกจะต้องตัดสินใจว่าจะรับสินค้าจากพ่อค้าขายส่งไว้ครั้งละกี่หน่วยเมื่อรถส่งของมาถึงแต่ละครั้ง

พ่อค้าอาจใช้ข้อมูลดังต่อไปนี้ เพื่อการตัดสินใจ

ปริมาณความต้องการสินค้าเฉลี่ยแต่ละวัน $= \frac{2+3+4+5+6}{5} = 4$ หน่วย

และตามสถิติพบว่ารถส่งของจะมาส่งของในวันที่ 3 หลังจากมาส่งครั้งสุดท้ายบ่อยครั้งที่สุด (40 ครั้งใน 100 ครั้ง) พ่อค้าปลีกจึงคาดคะเนปริมาณความต้องการเฉลี่ยในช่วงที่พ่อค้าไม่มาส่งของเท่ากับ $3 \times 4 = 12$ หน่วย ดังนั้นปริมาณความต้องการเฉลี่ยในช่วงที่พ่อค้าส่งไม่มาส่งของเท่ากับ 12 หน่วย และเนื่องจากเกรงว่าสินค้าจะขาดมือพ่อค้าปลีกจึงสั่งซื้อเพิ่มเป็นสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยเพิ่มขึ้นอีก 3 หน่วย

ทุกครั้งที่จะสั่งซื้อพ่อค้าปลีกจะสำรวจสต๊อกก่อนทุกครั้งและจะสั่งซื้อสินค้าเพิ่มขึ้นในจำนวนที่จะทำให้จำนวนสินค้าคงคลังในสต๊อกมีเหลือเพียงพอกับปริมาณความต้องการเฉลี่ยในช่วงพ่อค้าส่งไม่มาส่งของบวกจำนวนสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย ทั้งนี้เพื่อต้องการประหยัดค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาและเนื้อที่วางของในคลังสินค้ามีเนื้อที่จำกัดวางได้ไม่เกิน 15 หน่วย

ปัญหาจึงมีอยู่ว่า

1) พ่อค้าปลีกจะมีสินค้าไม่พอความต้องการบ่อยครั้งแค่ไหน

2) พ่อค้าปลีกจะมีสินค้าเหลือค้างสต๊อกตั้งแต่ 8 หน่วยขึ้นไปบ่อยครั้งแค่ไหน เพราะไม่ต้องการสูญเสียกำไรเนื่องจากของเหลือ

พ่อค้าปลีกตัดสินใจใช้การจำลองแบบปัญหาโดยวิธีมอนติคาร์โล โดยการสุ่มตัวอย่างการส่งของ 50 ครั้ง เพื่อสังเกตวันที่ส่งของครั้งต่อไปหลังจากการมาส่งครั้งสุดท้าย ปริมาณความต้องการสินค้าในแต่ละวันในระหว่างการส่งของ 50 ครั้ง เพื่อคำนวณหาจำนวนวันที่สินค้าขาดมือและจำนวนวันที่มีสินค้าคงคลังค้างสต๊อก ดังนี้

1. การจำลองแบบวันส่งของ

ตารางที่ 10-13

จำนวนวันที่ของจะมาส่งครั้งต่อไปหลังจากการมาส่งครั้งสุดท้าย	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ตัวเลขเชิงสุ่มแทนเหตุการณ์
1	0.05	0.05	01 - 05
2	0.17	0.22	06 - 22
3	0.40	0.62	23 - 62
4	0.20	0.82	63 - 82
5	0.13	0.95	83 - 95
6	0.05	1.0	96 - 99,00

จากตารางตัวเลขเชิงสุ่มตารางที่ 10-2 ใช้กลุ่มเลขในแถวตั้งที่ 11-12 อ่านทีละ 2 หลักมา 50 ค่า ก็จะได้การจำลองแบบวันส่งของครั้งต่อไปหลังจากการมาส่งครั้งสุดท้ายแต่ละครั้งในจำนวนการส่ง 50 ครั้ง ดังนี้

ตารางที่ 10-14 แสดงจำนวนวันที่ของจะมาส่งครั้งต่อไปหลังจากมาส่งครั้งสุดท้ายจำนวน 50 ครั้ง

ครั้งที่	ตัวเลขเชิงสุ่ม	จำนวนวันที่ของจะมาส่งครั้งต่อไปหลังจากมาส่งครั้งสุดท้าย	ครั้งที่	ตัวเลขเชิงสุ่ม	จำนวนวันที่ของจะมาส่งครั้งต่อไปหลังจากมาส่งครั้งสุดท้าย
1	28	3	26	79	4
2	46	3	27	90	5
3	23	3	28	OQ	6
4	70	4	29	63	4
5	92	5	30	28	3
6	71	4	31	59	3
7	30	3	32	29	3
8	12	2	33	89	5
9	21	2	34	76	4
10	57	3	35	75	4
11	33	3	36	33	3
12	Go	3	37	88	5
13	20	2	38	51	3
14	53	3	39	42	3
15	78	4	40	19	2
16	88	5	41	54	3
77	44	3	42	14	2
18	83	5	43	62	3
19	61	3	44	90	5
25	08	2	45	06	2
21	45	3	46	61	3
22	37	3	47	92	5
23	87	5	48	41	3
24	26	3	49	35	3
25	62	3	50	66	4

2. การจำลองแบบปริมาณความต้องการในแต่ละวัน

เนื่องจากปริมาณความต้องการในแต่ละวันเท่ากับ 2, 3, 4, 5 หรือ 6 หน่วย มีโอกาสเกิดขึ้นเท่า ๆ กัน

ตารางที่ 1o-15

ปริมาณความต้องการ	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นละสม	ตัวเลขเชิงสุ่มแทนเหตุการณ์
2	.2	.2	1 - 2
3	.2	.4	3 - 4
4	.2	.6	5 - 6
5	.2	.8	7 - 8
6	.2	1.0	9 - o

จากตารางตัวเลขเชิงสุ่มตารางที่ 10-2 ใช้แถวนอนที่ 10 อ่านเลขทีละตัวแทนปริมาณความต้องการในแต่ละวันและใช้จำนวนวันที่ของจะมาส่งครั้งต่อไปหลังจากการมาส่งครั้งสุดท้ายในตารางที่ 10-14 เรียงตามลำดับ ก็จะได้การจำลองแบบปริมาณความต้องการในแต่ละวันดังตารางที่ 10-16 ดังนี้

ตารางที่ 10-16 ปริมาณความต้องการสินค้าในแต่ละวันในระหว่างการส่งของ 50 ครั้ง

ครั้งที่	วันที่หลังการสั่งครั้งสุดท้าย	ตัวเลขเชิงสุ่ม	ปริมาณความต้องการในวันนั้น
1	1	8	5
	2	1	2
	3	8	5
2	1	3	3
	2	3	3
	3	9	6
3	1	3	3
	2	4	3
	3	4	3
4	1	9	6
	2	5	4
	3	7	5
	4	7	5
5	1	8	5
	2	1	2
	3	9	6
	4	4	3
	5	6	4
6	1	2	2
	2	1	2
	3	9	6
	4	0	6
7	1	9	6
	2	9	6
	3	8	5
8	1	3	3
	2	7	5
9	1	5	4
	2	6	4
10	1	1	2
	2	5	4
	3	9	6
11	1	6	4
	2	8	5
	3	8	5
12	1	9	6
	2	3	3
	3	2	2
13	1	9	6
	2	9	6
14	1	2	2
	2	7	5
	3	7	5

ตารางที่ 10-16 (ต่อ)

ครั้งที่	วันที่หลังการสั่งครั้งสุดท้าย	ตัวเลขเชิงสุ่ม	ปริมาณความต้องการในวันนั้น
15	1	2	2
	2	6	4
	3	8	5
	4	2	2
16	1	1	2
	2	6	4
	3	7	5
	4	6	4
	5	3	3
17	1	7	5
	2	8	5
	3	9	6
18	1	5	4
	2	4	3
	3	9	6
	4	5	4
	5	8	5
19	1	3	3
	2	3	3
	3	1	2
20	1	6	4
	2	7	5
21	1	1	2
	2	0	6
	3	9	6
22	1	0	6
	2	9	6
	3	4	3
23	1	0	6
	2	3	3
	3	4	3
	4	3	3
	5	8	5
24	1	1	2
	2	0	6
	3	2	2
25	1	3	3
	2	6	4
	3	1	2
26	1	5	4
	2	9	6
	3	0	6
	4	4	3
27	1	4	3
	2	4	3
	3	7	5
	4	4	3
	5	3	3

ตารางที่ 10-16 (ต่อ)

ครั้งที่	วันที่หลังการสั่งครั้งสุดท้าย	ตัวเลขเชิงสุ่ม	ปริมาณความต้องการในวันนั้น
28	1	9	6
	2	8	5
	3	1	2
	4	0	6
	5	1	2
	6	0	6
29	1	3	3
	2	0	6
	3	5	4
	4	6	4
30	1	1	2
	2	8	5
	3	4	3
31	1	0	6
	2	8	5
	3	1	2
32	1	7	5
	2	4	3
	3	0	6
33	1	6	4
	2	0	6
	3	9	6
	4	8	5
	5	6	4

ครั้งที่	วันที่หลังการสั่งครั้งสุดท้าย	ตัวเลขเชิงสุ่ม	ปริมาณความต้องการในวันนั้น
34	1	1	2
	2	2	2
	3	4	3
	4	9	6
35	1	8	5
	2	7	5
	3	1	2
	4	5	4
36	1	4	3
	2	6	4
	3	4	3
37	1	2	2
	2	2	2
	3	4	3
	4	9	6
	5	1	2
38	1	3	3
	2	8	5
	3	1	2
39	1	2	2
	2	5	4
	3	9	6
40	1	9	6
	2	0	6

ตารางที่ 10-16 (ต่อ)

ครั้งที่	วันที่หลังการสั่งครั้งสุดท้าย	ตัวเลขเชิงสุ่ม	ปริมาณวามตองการในวันนั้น
41	1	2	2
	2	2	2
	3	7	5
42	1	8	5
	2	6	4
43	1	4	3
	2	2	2
	3	1	2
44	1	8	5
	2	0	6
	3	9	6
	4	4	3
	5	2	2
45	1	2	2
	2	4	3
46	1	3	3
	2	1	2
	3	0	6

ครั้งที่	วันที่หลังการสั่งครั้งสุดท้าย	ตัวเลขเชิงสุ่ม	ปริมาณความตองการในวันนั้น
47	1	1	2
	2	5	4
	3	3	3
	4	2	2
	5	0	6
48	1	8	5
	2	9	6
	3	1	2
49	1	9	6
	2	0	6
	3	8	5
50	1	8	5
	2	3	3
	3	1	2
	4	5	4

3. การคำนวณจำนวนวันที่สินค้าขาดมือและจำนวนวันที่มีสินค้าค้างสต็อก

จากผลที่ได้ในตารางที่ 10-16 เราสามารถคำนวณจำนวนสินค้าขาดมือและจำนวนสินค้าค้างสต็อกในแต่ละวัน เพื่อหาว่ามีจำนวนวันที่สินค้าขาดมือและจำนวนวันที่มีสินค้าค้างสต็อกตั้งแต่ 8 หน่วยขึ้นไปมีกี่วันดังตารางที่ 10-17 เมื่อจำนวนสินค้าที่สั่งแต่ละครั้งจะต้องทำให้จำนวนสินค้าคงคลังในสต็อกในวันที่ของมาส่งมีเท่ากับ 15 หน่วยเท่านั้น

กำหนดให้ D = ปริมาณความต้องการในวันนั้นจากตารางที่ 10-16

S = จำนวนสินค้าที่เหลือค้างคืนในวันนั้น

* = วันที่ ความต้องการมีมากกว่าสินค้าที่มีอยู่

A = วันที่มีการส่งของ

ตารางที่ 10-17 แสดงจำนวนสินค้าขาดมือ, จำนวนสินค้าค้างสต็อกในแต่ละวัน, จำนวนวันที่มีสินค้าขาดมือและจำนวนวันที่มีสินค้าค้างสต็อกเกินกว่า 8 หน่วยขึ้นไป

การส่งของครั้งที่	วันที่หลังการส่งครั้งสุดท้าย S	1 D	1 S	2 D	2 S	3 D	3 S	4 D	4 S	5 D	5 S	6 D	6 S	จำนวนวันที่สินค้าขาดมือ	จำนวนวันที่มีสินค้าเหลือตั้งแต่ 8 หน่วยขึ้นไป
1	15(+0)	5	10	2	8	5	3A							0	3
2	12(+3)	3	12	3	9	6	3A							0	3
3	12(+3)	3	12	3	9	3	6A							0	3
4	9(+6)	6	9	4	5	5	0	5	*A					1	2
5	15(+0)	5	10	2	8	6	2	3	*	4	*A			2	3
6	15(+0)	2	13	2	11	6	5	6	*A					1	3
7	15(+0)	6	9	6	3	5	*A							1	2
8	15(+0)	3	12	5	7A									0	2
9	8(+7)	4	11	4	7A									0	2
10	8(+7)	2	13	4	9	6	3A							0	3

ตารางที่ 10-17 (ต่อ)

การส่งของครั้งที่	วันที่หลังการส่งครั้งสุดท้าย S	1 D	1 S	2 D	2 S	3 D	3 S	4 D	4 S	5 D	5 S	6 D	6 S	จำนวนวันที่สินค้าขาดมือ	จำนวนวันที่มีสินค้าเหลือตั้งแต่ 8 หน่วยขึ้นไป
11	12(+3)	4	11	5	6	5	1A							0	2
12	14(+1)	6	9	3	6	2	4A							0	2
13	11(+4)	6	9	6	3A									0	2
14	12(+3)	2	13	5	8	5	3A							0	3
15	12(+3)	2	13	4	9	5	4	2	2A					0	3
16	13(+2)	2	13	4	9	5	4	4	0	3	'A			1	3
17	15(+0)	5	10	5	5	6	'A							0	2
18	15(+0)	4	11	3	8	6	2	4	*	5	*A			2	3
19	15(+0)	3	12	3	9	2	7A							0	3
20	8(+7)	4	11	5	6A									0	2
21	9(+6)	2	13	6	7	6	1A							0	2
22	14(+1)	6	v	6	3	3	A							0	2
23	15(+0)	6	v	3	6	3	3	3	0	5	*A			1	2
24	15(+0)	2	13	6	7	2	5A							0	2
25	10(+5)	3	12	4	a	2	6A							0	3
26	9(+6)	4	11	6	5	6	*	3	*A					2	2
27	15(+0)	3	12	3	9	5	4	3	1	5	*A			1	3
28	15(+0)	6	9	5	4	2	2	6	*	2	*	6	*A	3	2
29	15(+0)	3	12	6	6	4	2	4	*A					1	2
30	15(+0)	2	13	5	8	3	5A							0	3

ตารางที่ 10-17 **(ต่อ)**

การส่งของครั้งที่	วันที่หลังการส่งครั้งสุดท้าย S	1 D	1 S	2 D	2 S	3 D	3 S	4 D	4 S	5 D	5 S	6 D	6 S	จำนวนวันที่สินค้าขาดมือ	จำนวนวันที่สินค้าเหลือตั้งแต่ 8 หน่วยขึ้นไป
31	10(+5)	6	9	5	4	2	2A							0	2
32	13(+2)	5	10	3	7	6	IA							0	2
33	14(+1)	4	11	6	5	6	*	5	•	[illegible]	*A			3	2
34	15(+0)	2	13	2	II	3	8	5	2A					0	4
35	13(+2)	5	10	5	5	2	3	[illegible]	*A					1	2
36	15(+0)	3	12	4	8	3	5A							0	3
37	10(+5)	2	13	2	II	3	8	5	2	2	A			0	4
38	15(+0)	3	12	5	7	2	5.4							0	2
39	10(+5)	2	13	4	9	6	3A							0	3
40	12(+3)	6	9	6	3A									0	2
41	12(+3)	2	13	2	11	5	6A							0	3
42	9(+6)	5	10	4	6A									0	2
43	9(+6)	3	12	2	10	2	8A							0	4
44	7(+8)	5	10	6	4	6	*	3	*	2	*A			3	2
45	15(+0)	2	13	3	10A									0	3
46	10(+5)	3	12	2	10	6	4A							0	3
47	11(+4)	2	13	4	9	3	6	[illegible]	4	5	*A			1	3
48	15(+0)	5	10	6	4	2	2A							0	2
49	13(+2)	6	9	6	3	5	*A							1	2
50	15(+0)	5	10	3	7	2	5	[illegible]	IA					0	2
รวม		50		50		43		18		10		1		25	126

โดยการสร้างแบบจำลองการส่งของ 50 ครั้งพบว่าจำนวนวันที่มีสินค้าน้อยกว่าความต้องการในวันนั้นทั้งหมด 25 วัน

จำนวนวันที่มีความต้องการสินค้าในระหว่างการส่งของ 50 ครั้งมีดังนี้

$50 + 50 + 43 + 18 + 10 + 1 = 172$ วัน

ดังนั้นจากการทดลองนี้จำนวนวันที่สินค้าขาดมือเท่ากับ $\frac{25}{172} \times 100 = 14.53\%$

จำนวนวันที่มีสินค้าคงคลังตั้งแต่ 8 หน่วยขึ้นไป $= 126$ วัน

$$= \frac{126}{172} \times 100 = 73.26\%$$

ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์แบบจำลองปัญหาทำให้ทราบว่าการสั่งซื้อในปริมาณที่ทำให้สินค้าคงคลังในสต๊อก ณ วันที่ของมาส่งมีเท่ากับ 15 หน่วย ทำให้สินค้าขาดมือมีโอกาสเกิดขึ้นเพียง 14.53% และจำนวนวันที่มีสินค้าคงคลังในสต๊อกตั้งแต่ 8 หน่วยขึ้นไปมีถึง 73.26% ดังนั้นนโยบายการจัดซื้อสินค้าดังกล่าวข้างต้นนับว่าใช้ได้

ในกรณีนี้ถ้าพ่อค้าขายปลีกทราบต้นทุนสินค้าขาดมือ ต้นทุนในการเก็บรักษาและต้นทุนในการสั่งซื้อ จะต้องนำมาพิจารณาด้วยว่าปริมาณการสั่งซื้อที่เป็นอยู่ขณะนี้ก่อให้เกิดต้นทุนของคงคลังเท่าไร และสร้างแบบจำลองปัญหากรณีที่ทำการจัดซื้อในปริมาณที่ทำให้จำนวนสินค้าในสต๊อกในวันที่สินค้ามาส่งเท่ากับ 12,13 และ 14 หน่วย เพื่อเปรียบเทียบดูว่าปริมาณการสั่งซื้อจำนวนใดที่ก่อให้เกิดต้นทุนของคงคลังต่ำสุด พ่อค้าปลีกก็ควรจะเลือกสั่งซื้อในจำนวนนั้น

แบบฝึกหัดบทที่ 10

ข้อ 1. นายโจเป็นผู้จัดการบริษัทรถเช่าแห่งหนึ่งต้องการตัดสินใจว่าเขาควรจะมีรถในสต๊อกไว้ให้เช่าจำนวนสี่คันจะเพียงพอกับความต้องการหรือไม่ จากข้อมูลในอดีตพบว่า

จำนวนรถยนต์ที่ลูกค้ามาขอเช่า (คัน/วัน)	ความน่าจะเป็น
0	0.4
1	0.3
2	0.2
3	0.1
	1.0

จำนวนวันที่รถยนต์ถูกเช่าไป (คัน/วัน)	ความน่าจะเป็น
1	0.3
2	0.2
3	0.1
4	0.1
5	0.1
6	0.1
7	0.1
	1.0

นายโจต้องการให้ท่านสร้างแบบจำลองปัญหาโดยใช้วิธีมอนติคาร์โล เพื่อค้นหาอัตราการใช้งานของรถหนึ่งคันในเวลา 15 วัน เพื่อจะได้ตัดสินใจว่าควรจะเพิ่มรถยนต์ในสต๊อกอีกหรือไม่ โดยเขามีหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจว่าเขาจะเพิ่มรถยนต์ในสต๊อกถ้าอัตราการใช้งานของรถหนึ่งคันเกิน 75% ขึ้นไป

ข้อ 2. ชาวไร่ข้าวโพดคนหนึ่งในจังหวัดสระบุรี คาดว่าในปีนี้ปริมาณผลผลิตต่อไร่จะมีการแจกแจงดังนี้

ปริมาณผลผลิต ก.ก./ไร่	ความน่าจะเป็น
120	.18
140	.26
160	.44
180	.12

ปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 150 ก.ก./ไร่ ชาวไร่คนนี้ต้องการจำลองแบบปริมาณผลผลิตในอีก 10 ปีข้างหน้า ว่าจะมีการแจกแจงเหมือนกับในปัจจุบันนี้หรือไม่

ชาวไร่คนนี้ต้องการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของราคาเพื่อคาดคะเนรายได้ของเขา เขาทราบว่าราคาข้าวโพดมีการแจกแจงเป็นดังนี้

ราคา/ก.ก. บาท	ความน่าจะเป็น
2.00	.05
2.10	.15
2.20	.30
2.30	.25
2.40	.15
2.50	.10

จงใช้ตารางตัวเลขเชิงสุ่มจำลองปริมาณผลผลิตและราคาเพื่อหาผลตอบแทนต่อไร่ในอีก 10 ปีข้างหน้า และถ้าเขามีเนื้อที่ปลูกข้าวโพดทั้งหมด 100 ไร่ เขาจะมีผลตอบแทนเฉลี่ยปีละเท่าไร

ข้อ 3. นางเรวดี หัทยา เป็นผู้จัดการธนาคารเจ้าโลกสาขารามคำแหงต้องการสร้างที่จอดรถรอคิวเพื่อเข้ารับบริการฝาก-ถอนกับเครื่องฝากถอนที่ไม่ต้องลงจากรถ (ขับรถเข้ามารับบริการถึงที่ฝาก-ถอนได้เลย) ในอดีตพบว่ามีลูกค้าเข้ามารับบริการโดยมีการแจกแจงช่วงเวลาของการเข้ามาของลูกค้าเป็นดังนี้

ช่วงเวลาของการเข้ามา (นาที)	ความน่าจะเป็น
1	.17
2	.25
3	.25
4	.20
5	.13

ช่วงเวลาที่ลูกค้ารับบริการแต่ละคนมีการแจกแจงดังนี้

ช่วงเวลาที่ลูกค้ารับบริการ (นาที)	ความน่าจะเป็น
1	.1
2	.3
3	.4
4 (สูงสุด)	.2

นางเรวดีต้องการทราบว่าเธอควรจะสร้างเนื้อที่สำหรับจอดรถยนต์ให้ลูกค้าที่อยู่ในระบบแถวคอยเป็นจำนวนกี่คัน นางเรวดีจึงใช้การจำลองแบบปัญหาการเข้ามาใช้บริการของลูกค้าที่มีรถยนต์มา 20 คัน เพื่อศึกษาว่าจะมีรถยนต์เข้ามาอยู่ในระบบแถวคอยเป็นจำนวนกี่คันจะได้เตรียมเนื้อที่ไว้ให้เพียงพอ และนางเรวดีอยากทราบว่าเวลาเฉลี่ยที่รถยนต์แต่ละคันจะต้องคอยในแถวคอยเป็นเท่าไร

สมมติว่าถ้ามีเนื้อที่จำกัดให้ลูกค้าอยู่ในระบบแถวคอยได้เพียง 3 คันเท่านั้นจะมีลูกค้ากี่คนที่ขับรถเลยไปโดยไม่ได้รับบริการเนื่องจากไม่มีสถานที่จอดรถรอคิว

ข้อ 4. เอื้องสโตร์จำหน่ายช้างไม้เป็นของที่ระลึกแก่นักท่องเที่ยวที่ไปเที่ยวเชียงใหม่ โดยเอื้องสโตร์จะซื้อช้างไม้จากโรงงานในราคาตัวละ 30 บาท นำไปขายปลีกในราคาตัวละ 55 บาท ยอดขายช้างไม้จะอยู่ประมาณสัปดาห์ละ 0 ถึง 4 หน่วย

ในขณะนี้คุณเอื้องจะสั่งซื้อช้างไม้ครั้งละ 2 หน่วย และจุดสั่งซื้อใหม่จะสั่งซื้อเมื่อสินค้าคงคลังในสต๊อกเหลือประมาณ 3 หน่วย

ต้นทุนในการสั่งซื้อครั้งละ 15 บาท
ต้นทุนในการเก็บรักษาหน่วยละ 1.50 บาทต่อสัปดาห์
ต้นทุนขาดสต๊อกหน่วยละ 25 บาท
สินค้าคงคลังต้นงวดเท่ากับ 4 หน่วย

ปริมาณความต้องการและช่วงเวลานำส่งมีการแจกแจงดังนี้

ปริมาณความต้องการต่อสัปดาห์ (หน่วย)	ความน่าจะเป็น
0	0.3
1	0.4
2	0.2
3	0.2
4	0.05
	0.05

ช่วงเวลานำส่ง (สัปดาห์)	ความน่าจะเป็น
1	0.2
2	0.5
3	0.2
4	0.1

คุณเอื้องให้ท่านใช้วิธีจำลองแบบปัญหาด้วยวิธีมอนติคาร์โล 20 สัปดาห์ เพื่อตรวจสอบดูว่านโยบายการจัดซื้อในปัจจุบันก่อให้เกิดต้นทุนของคงคลังในแต่ละสัปดาห์เป็นจำนวนเท่าไร และต้นทุนของคงคลังเฉลี่ยเป็นเท่าไร

ข้อ 5. นายแพทย์วันชัยเริ่มต้นทำงานตั้งแต่ 8.30 น. คุณหมอจะนัดให้คนไข้มาพบโดยช่วงเวลานัดจะห่างกัน 15 นาที จนถึง 11.00 น. ในตอนบ่ายจะเริ่มนัดเวลา 13.00 น. คนสุดท้ายนัดเวลา 16.00 น. ต่อจากนั้น 16.30 น. จึงเปิดโอกาสให้คนไข้ที่ไม่ได้นัดเข้ามารักษาได้ โดยปกติแล้วคนไข้จะตรงต่อเวลา

ช่วงเวลารักษาคนไข้จะไม่แน่นอนมีการแจกแจงดังนี้

ช่วงเวลารักษาคนไข้ (นาที)	ความน่าจะเป็น
5	0.1
10	0.2
15	0.3
20	0.2
25	0.1
30	0.1

ในช่วงเวลารับคนไข้ที่ไม่ได้นัดหมายจะมีคนไข้เข้ามารับการรักษามีการแจกแจงดังนี้

จำนวนคนไข้ (คน)	ความน่าจะเป็น
0	0.4
1	0.5
2	0.1

ให้จำลองแบบปัญหาเวลาทำงานและเวลาว่างของนายแพทย์วันชัย และนายแพทย์วันชัยจะได้กลับบ้านในเวลา 17.30 น.หรือไม่?

ข้อ 6. นายสันติสุข มีทางเลือกที่จะเดินทางไปทำงาน 2 ทางเลือกคือ

ทางเลือกที่ 1 นั่งรถประจำทางไปทำงาน

ทางเลือกที่ 2 ขับรถส่วนตัวไปจอดไว้ที่รับฝากรถและต้องเดินไปยังสำนักงาน

นายสันติสุขได้ใช้ตารางการแจกแจงเวลาเดินทางที่เกิดขึ้นในอดีตมาสร้างแบบแผนการจำลองเวลาเดินทางของเขา 10 ครั้ง เพื่อจะตัดสินใจว่าเขาควรเลือกเดินทางไปทำงานแบบใด

ทางเลือกที่ 1 นั่งรถประจำทาง	
เวลา	ความน่าจะเป็น
25	0.50
30	0.25
35	0.15
40	0.10

ทางเลือกที่ 2			
ขับรถ		เดิน	
เวลา	ความน่าจะเป็น	เวลา	ความน่าจะเป็น
20	0.40	2	0.15
25	0.40	4	0.75
30	0.10	6	0.10
35	0.10		

ข้อ 7. บริษัทนาถยาและบริษัทจินตนา เป็นบริษัทคู่แข่งขันกัน ในอดีตที่ผ่านมาผลกำไรของบริษัททั้งสองขึ้นอยู่กับกลยุทธการตั้งราคา ทั้งสองบริษัทจะใช้กลยุทธการตั้งราคา 1 บาทหรือ 2 บาท อย่างใดอย่างหนึ่ง ผลกำไรที่ได้รับมีการแจกแจงดังนี้

ราคา (บาท)		กำไร (บาท)	
บริษัทนาถยา	บริษัทจินตนา	บริษัทนาถยา	บริษัทจินตนา
1	1	10,000	10,000
1	2	20,000	0
2	1	0	20,000
2	2	5,000	5,000

การแจกแจงของราคาเป็นดังนี้

บริษัท	ราคา (บาท)	ความน่าจะเป็น
จินตนา	[illegible]	00.3
	2	0.5

ให้ท่านจำลองแบบปัญหาการตั้งราคาของแต่ละบริษัท 10 ครั้ง เพื่อตรวจสอบดูว่ากำไรสะสมของแต่ละบริษัทจะเป็นเท่าไร