บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงระบบการจ่ายยาของหน่วยงานเภสัชกรรมในโรงพยาบาล ทั้งมาตรฐานของบริการการจ่ายยา และระบบการจ่ายยาสำหรับผู้ป่วยนอก เพื่อให้ทราบถึงกระบวนการและแก้ปัญหาการจ่ายยาที่เกิดขึ้นในกรณีศึกษา คือโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร รวมทั้งจะกล่าวถึงเทคนิคการจำลองสถานการณ์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพ โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการหาทางเลือกเพื่อการตัดสินใจของผู้บริหารให้ระบบการจ่ายยาผู้ป่วยนอกให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สูงที่สุด

2.1 ระบบการบริการจ่ายยาในโรงพยาบาล

การจ่ายยา หมายถึง กระบวนการประเมินการสั่งใช้ยาตามหลักการวิชาชีพ ให้มีความครบถ้วนเหมาะสม โดยพิจารณาประวัติการเจ็บป่วยผลการวินิจฉัยทางคลินิกที่เกี่ยวข้อง ตลอดจนกฎหรือระเบียบของโรงพยาบาล เพื่อดำเนินการเลือก จัดเตรียมยา และอุปกรณ์จำเป็นอย่างถูกต้องเหมาะสมส่งมอบแก่ผู้ป่วยแต่ละราย พร้อมคำแนะนำที่จะทำให้การใช้ยามีประสิทธิภาพ ปลอดภัยมากที่สุด (อภิฤดี เหมะจุฑา และคณะ, พ.ศ.2543)

จำนวนโรงพยาบาลในประเทศไทยปัจจุบัน นับว่ายังมีความแตกต่างกันอยู่มาก เมื่อเทียบในเมืองใหญ่กับเมืองเล็ก มีส่วนที่จะส่งผลให้คุณภาพ หรือมาตรฐานแตกต่างกันตามไปด้วย การให้บริการในการจ่ายยาแก่ผู้ป่วยก็ถือว่าเป็นส่วนหนึ่งที่จะต้องมีมาตรฐานสูง เพื่อป้องกันการจ่ายยาที่ผิดพลาด เพราะผลที่เกิดขึ้นนั้นส่งผลโดยตรงต่อชีวิตของผู้ป่วยเอง จึงได้มีการกำหนดมาตรฐานขึ้นเพื่อป้องกันปัญหาเหล่านั้นขึ้น แต่เนื่องจากผลของการรักษาโดยใช้สิทธิ์บัตรประกันสุขภาพถ้วนหน้า โรงพยาบาลของรัฐจึงมีผู้ป่วยมาใช้บริการค่อนข้างมาก เจ้าหน้าที่ที่ให้บริการอาจเกิดความเครียด ความเหนื่อยล้า ทำให้การบริการด้อยลงไป ในการจัดตั้งมาตรฐานการบริการจึงจำเป็นที่จะต้องคำนึงถึงสภาพของสถานการณ์ตามความเป็นจริงด้วย เพื่อไม่ให้มาตรฐานนั้นสูงหรือต่ำจนเกินไป

มาตรฐานการบริการการจ่ายยาที่ดี ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

2.1.1 การจัดสถานที่ให้บริการที่ดี

สถานที่ต่าง ๆ ที่ให้บริการจ่ายยา กว้างขวางเพียงพอ เหมาะสมต่อการให้บริการแก่มวลชน สะอาด โปร่ง ไม่อับทึบ มีจุดรับยา รับคำแนะนำการใช้ยา ที่มีความเป็นส่วนตัวและมีความปลอดภัยทั้งด้านร่างกายและจิตใจ

2.1.2 **วิธีการให้บริการอย่างสะดวก**

การให้บริการจ่ายยา จะจัดเตรียมกระบวนการต่าง ๆ ไว้เป็นขั้นตอนที่ง่าย ชัดเจน สะดวก รวดเร็ว และจะประกาศให้ผู้รับบริการได้ทราบขั้นตอนในการใช้บริการ รวมทั้งระบุจุดที่ให้บริการอย่างชัดเจน

2.1.3 **ผลิตภัณฑ์ในบริการที่ดี**

ยา วัสดุการแพทย์ และผลิตภัณฑ์ในบริการที่ส่งมอบให้ผู้รับบริการมีคุณภาพ ถูกต้อง มีอายุการใช้งานตามแผนการรักษา

2.1.4 **การให้คำแนะนำการใช้ยา และการสร้างทักษะให้สามารถปฏิบัติในการดูแลสุขภาพที่ดี**

ผู้รับบริการจะได้รับยาพร้อมคำแนะนำการใช้ยา ผลข้างเคียงของยา ตลอดจนอาการที่อาจเกิดขึ้นจากการแพ้ยา (ถ้ามี) อย่างชัดเจนเป็นที่เข้าใจนำไปปฏิบัติได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

ผู้รับบริการรวมทั้งญาติ ผู้ใกล้ชิดได้รับความรู้ คำแนะนำพร้อมฝึกทักษะที่จำเป็นเพื่อนำไปปฏิบัติตามแผนการรักษา และเพื่อป้องกันการแพร่กระจายโรค และการเป็นซ้ำ

2.1.5 **พฤติกรรมบริการที่ดี**

2.1.5.1 เจ้าหน้าที่ให้บริการด้วยความเต็มใจ กระตือรือร้น มีกิริยามารยาทที่สุภาพนุ่มนวล และให้เกียรติผู้รับบริการทุกราย

2.1.5.2 ผู้รับบริการได้รับการบริการเสมอภาคมีความเป็นธรรม ตามลำดับก่อนหลัง หรือตามความจำเป็น

2.1.5.3 ในกรณีที่มีผู้รับบริการรอคิว ผู้รับบริการได้รับการบอกกล่าว คาดการณ์เวลาการเข้ารับบริการได้อย่างคร่าวๆ

2.1.5.4 ได้รับยาที่ถูกต้อง รวดเร็ว ตามลำดับก่อนหลัง

2.2 การกระจายและควบคุมยา (Medication distribution and control)

หน่วยงานเภสัชกรรมต้องรับผิดชอบ การจัดหา กระจาย และควบคุมยาทุกชนิดที่ใช้ในโรงพยาบาล รวมทั้งการจัดทำนโยบายและวิธีการดำเนินการเพื่อจัดการงานดังกล่าว โดยประสานข้อมูลกับบุคลากรร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รวมถึงคณะกรรมการต่าง ๆ โดยการกระจายและควบคุมยามีลักษณะและหน้าที่ที่สำคัญ ดังนี้

2.2.1 การสั่งจ่ายยา

จะกระทำได้เฉพาะแพทย์ที่โรงพยาบาลนั้นๆ เท่านั้นจึงจะมีสิทธิสั่งจ่ายยา และจะต้องบันทึกคำสั่งจ่ายยาในเวชระเบียนผู้ป่วยทุกราย ใบสั่งยาไม่ว่าผู้ป่วยนอกหรือผู้ป่วยในจะต้องระบุวิธีใช้ยา และควรมีข้อมูลการวินิจฉัยเท่าที่ทำได้ การสั่งจ่ายยาโดยวาจาหรือผ่านคอมพิวเตอร์ต้องมีวิธียืนยันจากผู้สั่งจ่ายยา และให้เภสัชกรรับและตรวจสอบก่อนจ่ายยาทุกครั้ง

2.2.2 การจ่ายยาทั่วไป

ต้องมีวิธีการตรวจสอบความถูกต้องของยาก่อนส่งมอบให้ผู้ป่วยทุกราย ยาที่จ่ายจะต้องมีวิธีให้ข้อมูลครบถ้วนตามข้อบังคับขององค์กรวิชาชีพ เภสัชกรต้องเป็นผู้ส่งมอบและให้ข้อมูลคำแนะนำแก่ผู้ป่วยนอกที่ได้รับยาครั้งแรกหรือปรับเปลี่ยนยาใหม่ หากเภสัชกรไม่ส่งมอบยาแก่ผู้ป่วยเอง การจ่ายยานั้นก็ต้องอยู่ภายใต้การควบคุมกำกับและเป็นความรับผิดชอบของเภสัชกรผู้มีหน้าที่หรือรับผิดชอบการปฏิบัติ ณ จุดนั้น

2.2.3 การจ่ายยาผู้ป่วยใน

ยาที่จ่ายควรจำกัดปริมาณให้เพียงพอแก่การใช้ภายใน 24 ชั่วโมง หากจ่ายยามากกว่า 1 วัน ต้องมีวิธีปฏิบัติคืนยาที่ชัดเจนและง่ายต่อการปฏิบัติและให้มีการกำกับติดตามตลอดเวลา ยาที่จ่ายจะต้องมีการระบุชื่อ ความแรง ครั้งที่ผลิต วันหมดอายุ และข้อมูลการใช้ยา รวมทั้งประสานงานกับฝ่ายการพยาบาลมิให้ถ่ายเทยาออกจากภาชนะที่จ่ายจากห้องยา

2.2.4 ยาสำรองในหอผู้ป่วยและแผนกอื่น

ที่จำเป็นต้องมียา เช่น ห้องฉุกเฉิน หออภิบาลผู้ป่วยหนัก จะต้องกำหนดรายการยาทั้งชนิดและจำนวนร่วมกัน โดยคณะกรรมการเภสัชกรรมและการบำบัดของโรงพยาบาล และเป็น**หน้าที่ของหน่วยงานเภสัชกรรมที่จะควบคุมกำกับและตรวจสอบให้อยู่ในสภาพที่เหมาะแก่การใช้อย่างสม่ำเสมอ**

2.2.5 วิธีปฏิบัติและมาตรการควบคุมการกระจายและการใช้ยาที่ต้องมีการควบคุมพิเศษ ยาพวกวัตถุออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท

ยาควบคุมพิเศษ และยาเสพติดให้โทษ ตลอดจนยาที่มีโอกาสนำไปใช้ในทางที่ผิด ฝ่ายเภสัชกรรมจะต้องมีการกำหนดวิธีการปฏิบัติในการเบิก จ่าย และการเก็บรักษาที่ชัดเจน และถือปฏิบัติโดยมีการตรวจสอบความรัดกุมอย่างสม่ำเสมอ

2.2.6 การปรุงและผสมยา

จะต้องดำเนินการโดยบุคลากรที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดี โดยมีเภสัชกรควบคุมดูแลคุณภาพเกี่ยวกับการเตรียมโดยมีการบันทึกและตรวจสอบในทุกขั้นตอน และยาที่ผลิตต้องมีการบรรจุในภาชนะที่เหมาะสมและมีฉลากที่มีข้อมูลครบถ้วนพร้อมที่จะจ่าย

2.2.7 การเตรียมยาปราศจากเชื้อ (sterile products)

จะต้องมีการเตรียมภายใต้สภาวะที่เหมาะสม โดยบุคลากรที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นอย่างดีตามมาตรฐานระเบียบที่กำหนดไว้ และมีระบบการประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์ที่ได้เตรียมไว้

2.2.8 ความคลาดเคลื่อนในการใช้ยา

เภสัชกรจะต้องประสานงานและร่วมมือกับแพทย์และบุคลากรอื่นที่เกี่ยวข้องในการกำหนดนโยบายและวิธีปฏิบัติในการป้องกันและรายงานความคลาดเคลื่อนทางยา (Medication errors) รวมทั้งมีการติดตามควบคุมกำกับอย่างต่อเนื่อง

2.2.9 การเรียกคืนยา

จะต้องมีวิธีปฏิบัติที่เป็นลายลักษณ์อักษรในการเรียกคืนยาที่ถูกเรียกคืนจากบริษัทหรือถูกถอนทะเบียน (drug product recalls) รวมถึงกระบวนการยกเลิกการใช้ยาที่เรียกคืนนั้น

2.2.10 การใช้ยาของผู้ป่วยด้วยตนเอง

เภสัชกรจะต้องตรวจสอบควบคุมยาหรือเครื่องมือที่ผู้ป่วยนำมาใช้เองในโรงพยาบาล (patient's own medications) ระหว่างที่ผู้ป่วยยังรักษาอยู่ในโรงพยาบาลและมีการบันทึกให้แพทย์ผู้รักษาทราบ การใช้ยาหรือเครื่องมือดังกล่าวในโรงพยาบาล จะต้องอยู่ในความดูแลและยินยอมของแพทย์และไม่ขัดต่อนโยบายและระเบียบปฏิบัติของโรงพยาบาล

2.2.11 การใช้ยาตัวอย่างในโรงพยาบาล

จะต้องมีระบบในการควบคุมดูแลการใช้ยาตัวอย่างในโรงพยาบาล โดยเภสัชกรจะต้องร่วมควบคุมดูแล เพื่อให้มั่นใจถึงการเก็บรักษาที่ถูกต้องเป็นสัดส่วน การรายงานการรับยาและติดตามผลการใช้ยาตัวอย่างดังกล่าว

2.2.12 การจัดการยาต้านมะเร็งและยาอันตรายอื่นๆ

จะต้องมีนโยบายและวิธีการปฏิบัติที่เป็นลายลักษณ์อักษรในการควบคุม เก็บรักษา การจัดเตรียมการเคลื่อนย้าย และการกำจัดยาต้านมะเร็งและยาที่มีอันตรายอื่นๆ (Cytotoxic and hazardous drug products)

2.2.13 การตรวจสอบยาคงคลัง

จะต้องมีการตรวจสอบยาคงคลังทั้งหมดเป็นประจำอย่างน้อยปีละครั้ง และมีการตรวจสอบสภาพยา เพื่อให้แน่ใจว่า ไม่มียาหมดอายุหรือเสื่อมสภาพ

2.3 ขั้นตอนของการดูแลผู้ป่วยทางด้านเภสัชกรรม

ในการบริการทางเภสัชกรรมมิใช่เป็นเพียงการบริการทางด้านความรู้ที่เกี่ยวข้องกับยาซึ่งเป็นงานหลักของเภสัชกรเท่านั้น แต่การสร้างความสัมพันธ์ที่ดีแก่ผู้ป่วย จัดว่ามีความสำคัญด้วยเช่นกัน รวมทั้งการตัดสินใจที่เกิดปัญหาจากการใช้ยาของผู้ป่วยอีกด้วย ดังนั้น ขั้นตอนการดูแลผู้ป่วยทางด้านเภสัชกรรมจึงมีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 สร้างความสัมพันธ์อันดีกับผู้ป่วย

การที่เภสัชกรจะเข้าไปหาปัญหาที่เกี่ยวข้องกับยาจากผู้ป่วยได้นั้น จะต้องสร้างความไว้วางใจให้กับผู้ป่วยก่อน โดยการให้ข้อมูลเรื่องยาและบอกทางเลือกให้แก่ผู้ป่วย รวมไปถึงขอความร่วมมือจากผู้ป่วย เมื่อได้รับความไว้วางใจจากผู้ป่วยแล้วก็จะทำให้สามารถค้นหาข้อมูลต่างๆ จากผู้ป่วยได้ง่ายขึ้น

2.3.2 รวบรวมสังเคราะห์ข้อมูลและแปลความหมายของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

งานหลักของเภสัชกร คือการค้นหาปัญหาที่เกี่ยวกับยา การแก้ไขและการป้องกันปัญหาที่อาจจากยา จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปรับปรุงระบบการจัดการต่างๆ ที่ดีอย่างต่อเนื่องให้เหมาะสมกับสภาวการณ์ การขยายตัวของโรงพยาบาล เพื่อรองรับผู้ป่วยที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้ข้อมูลต่างๆ ก็เพิ่มมากขึ้นด้วย ซึ่งข้อมูลที่จำเป็นสามารถจัดเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ

2.3.2.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ป่วย เช่น เพศ อายุ ประวัติผลการตรวจต่างๆ เป็นต้น

2.3.2.2 **ข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ยา เช่น ยาที่เคยใช้ในอดีต ยาที่กำลังใช้ในปัจจุบัน การแพ้ยา เป็นต้น**

2.3.2.3 **ข้อมูลเกี่ยวกับโรคของผู้ป่วย เช่น โรคที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน เป็นต้น**

เมื่อมีข้อมูลดังกล่าวแล้ว ก็จะต้องใช้ทักษะในการรวบรวม และแปลความหมายของข้อมูลว่ามีปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจ่ายยาหรือไม่

2.3.3 เรียงลำดับความสำคัญของปัญหาเนื่องจากยา

การเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับยาและบันทึกลงไป ทำให้เภสัชกรรู้ถึงความรับผิดชอบของตัวเอง ว่าผู้ป่วยที่ตนเองจะจ่ายยาให้ไปนั้นมีปัญหาเกี่ยวกับยาตัวนั้นๆ หรือไม่ อีกทั้งยังต้องสามารถเรียงลำดับความสำคัญของปัญหาได้ว่าปัญหาไหนควรแก้ไขก่อน

2.3.4 ระบุผลของเภสัชบำบัดที่ต้องการต่อปัญหาที่เนื่องจากยาแต่ละปัญหา

เมื่อมีปัญหาจากยาเกิดขึ้น ก็จะต้องรู้ว่าจะต้องแก้ไขปัญหาอะไร เช่น การใช้ยาที่ผิดขนาด การใช้ยาไม่ถูกกับโรค เป็นต้น แล้วสามารถแก้ไขได้อย่างเหมาะสม

2.3.5 พิจารณาทางเลือกอื่น ๆของเภสัชบำบัดที่อาจมี

เภสัชบำบัดที่จะให้แก่ผู้ป่วยแต่ละรายนั้น อาจมีได้หลายทางเลือกให้กับผู้ป่วย การที่จะสามารถจะระบุถึงทางเลือกต่างๆ ได้จะต้องเป็นผู้ที่เข้าใจในเรื่องนั้นๆเป็นอย่างดี

2.3.6 เลือกทางเลือกที่ดีที่สุดแล้วปรับแผนการรักษาให้เหมาะสมกับผู้ป่วย

การมีส่วนร่วมในการตัดสินใจของผู้ป่วยว่าจะเลือกทางเลือกใดจะเป็นสิ่งจำเป็น แต่อย่างไรก็ตามเภสัชกรก็จะต้องอธิบายให้ผู้ป่วยเข้าใจถึงทางเลือกต่างๆ และอธิบายผลที่อาจจะเกิดขึ้น รวมถึงอธิบายถึงสิ่งที่ต้องปฏิบัติตัวถ้าเลือกทางเลือกนั้น แล้วให้ผู้ป่วยร่วมตัดสินใจว่าจะเลือกทางเลือกใดดี

2.3.7 พิจารณาว่าติดตามผลการรักษา

เมื่อเลือกทางเลือกที่ดีที่สุดแล้ว ก็ปฏิบัติตามทางเลือกนั้น เภสัชกรก็จะต้องคอยติดตามว่า เกิดผลการรักษาตามที่ต้องการหรือไม่ และมีอาการที่ไม่พึงประสงค์ใดเกิดขึ้นหรือไม่

2.3.8 ดำเนินการติดตามผลการรักษาและปรับแผนการใช้ยาตามความเหมาะสม

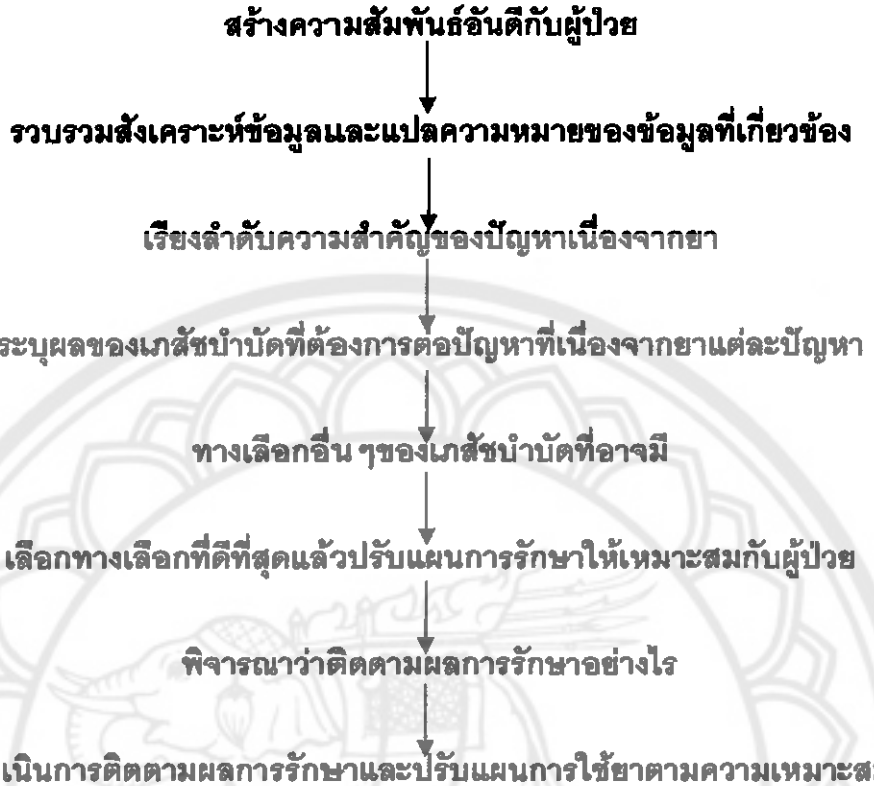
ขั้นตอนต่อมาก็คือการดำเนินการติดตามผลจริงๆ ว่าเมื่อมีการใช้ยาในผู้ป่วยแล้วผู้ป่วยตอบสนองอย่างไรบางครั้งอาจเป็นไปได้ว่าผู้ป่วยไม่ให้ความร่วมมือในการใช้ยานั้น จึงจะต้องพยายามเข้าใจถึงเหตุผลของผู้ป่วย และแก้ไขปัญหานั้น

2.3.9 ติดตามความสำเร็จในผู้ป่วยรายนั้นและปรับไปใช้กับผู้ป่วยรายอื่น ๆ ต่อไป

การติดตามความสำเร็จเป็นงานที่ยุ่งยากและมีความสำคัญมาก ซึ่งในการติดตามผลนี้จะพิจารณาในแง่

2.3.9.1 ผลการรักษาผู้ป่วยรายนั้น

2.3.9.2 คุณภาพของการให้บริการนั้นดีเพียงใด ยังต้องมีอะไรที่ต้องพัฒนาอีก



รูปที่ 2.1 แสดงขั้นตอนของการดำเนินการกระบวนการบริบาลเภสัชกรรม
(**ที่มา** : วิวรรธน์ อัครวิเชียร,เภสัชกรรมคลินิก, 2541)

2.4 ระบบการบริการจ่ายยาในโรงพยาบาล (ผู้ป่วยนอก)

การบริการเภสัชกรรมแก่ผู้ป่วยที่ใช้ยาเอง ไม่ว่าจะเป็นผู้ในก่อนกลับบ้าน ผู้ป่วยนอก หรือ ผู้ป่วยที่ใช้บริการร้านยา เป็นบริการเภสัชกรรมที่เภสัชกรมีความรับผิดชอบสูงต่อการใช้ยาของผู้ป่วย เป็นที่พึ่งและเป็นความหวังที่จะบรรเทาปัญหาเกี่ยวกับการใช้ยา เพื่อประโยชน์คือความปลอดภัย หายจากโรคหรืออาการ และลดความสิ้นเปลืองสูญเสียยาไปอย่างเปล่าประโยชน์

2.4.1 การบริการการจ่ายยาผู้ป่วยนอก

ในการให้บริการจ่ายยา (dispensing services) เภสัชกรควรมีหน้าที่ดังนี้

2.4.1.1 คัดกรองปัญหาของการสั่งใช้ยา

1) **การสั่งใช้ยาที่ระบุข้อมูลไม่ครบถ้วน เช่น การกำหนดขนาดหรือความแรงของยา ระยะเวลาการใช้ หรือชื่อยาไม่ชัดเจน**
2) **การใช้ยาซ้ำซ้อนโดยไม่ได้เป็นการเสริมฤทธิ์ เช่น การสั่งยาในกลุ่มเภสัชวิทยาเดียวกันจากแพทย์ต่างคลินิกบริการ**

3) **การสั่งใช้ยาที่อาจเกิดอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ**

4) **การสั่งใช้ยาที่ขัดกับระเบียบของโรงพยาบาล**

2.4.1.2 **ให้คำแนะนำเกี่ยวกับยาที่จ่ายแก่ผู้ป่วยทุกราย ในประเด็นต่างๆ อย่างน้อย ควรเป็นไปตามข้อบังคับของสภาเภสัชกรรมว่าด้วยการปรุงยาและจ่ายยาตามใบสั่งยา เน้นให้** ความรู้เรื่องยาเพื่อป้องกันปัญหาจากการใช้ยา

<u>เงื่อนไข</u>

1) สำหรับสถานการณ์ที่เภสัชกรมีข้อมูลเฉพาะจากใบสั่งยา

2) เน้นการให้ความรู้เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากยา

ผู้ป่วยที่ต้องได้รับข้อมูลเกี่ยวกับยาและควรได้รับการประเมินเบื้องต้นโดยเภสัชกรขณะส่งมอบยาตามลำดับความสำคัญในด้านอันตรายและประสิทธิภาพของยาต่อผู้ป่วยมีดังนี้

1) ผู้ป่วยที่ต้องรับยาเพื่อการรักษาหรือบรรเทาอาการในระยะยาวติดต่อกันเป็นครั้งแรก

2) ผู้ป่วยสูงอายุหรือผู้ป่วยเด็ก ซึ่งได้รับยาเช่นเดียวกับผู้ป่วยในข้อ 1) และไม่เคยได้รับบริการมาก่อน

3) ผู้ป่วยได้รับยามากกว่า 5 ขนานหรือมากกว่า 12 มื้อต่อวัน

4) ผู้ป่วยได้รับยากลับบ้านผ่านหน่วยงานผู้ป่วยนอก

หากโรงพยาบาลใดมีบริการให้คำแนะนำปรึกษาด้านยาเป็นหน่วยงานแยกต่างหาก เภสัชกรผู้จ่ายยาพบผู้ป่วยรายใดที่พบมีปัญหาซับซ้อนกว่าเรื่องความรู้ในการใช้ยา และต้องใช้เวลาในการประเมินปัญหาและตกลงการแก้ไขนานกว่าควร เภสัชกรผู้ส่งมอบยาอาจส่งต่อผู้ป่วยเข้าบริการให้คำแนะนำปรึกษา โดยมีบันทึกหรือหมายเหตุสั้นๆ ในการส่งต่อ

2.4.2 **ขั้นตอนในการจ่ายยาผู้ป่วยนอก**

2.4.2.1 การรับใบสั่งยาและตรวจสอบความสมบูรณ์ของใบสั่งยา ข้อมูลส่วนประกอบของใบสั่งยา อย่างน้อยต้องประกอบด้วย

1) **ชื่อและสถานที่ตั้งของสถานพยาบาล**

2) **ชื่อ นามสกุล อายุ และเลขที่ของผู้ป่วย**

3) **วันที่ที่สั่งใช้ยา**

4) **ชื่อยาและความแรงของยา รูปแบบของยา**

5) **จำนวนหรือปริมาณยาหรือระยะเวลาที่ต้องการสั่งให้ผู้ป่วยในครั้งนั้น**

6) **วิธีใช้ยา**

7) ลายมือชื่อแพทย์ผู้สั่งใช้ยา และ/หรือ เลขที่ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพเวชกรรม

2.4.2.2 การตรวจสอบความเหมาะสมของการสั่งใช้ยา เพื่อช่วยคัดกรองโอกาสเกิดความคลาดเคลื่อนดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย

1) ผู้ป่วยมีข้อห้ามใช้ยา เช่น แพ้ยา
2) ขนาดที่อยู่ในช่วงการรักษาตามอายุน้ำหนักของผู้ป่วย
3) ยาที่อาจซ้ำซ้อนโดยไม่เสริมฤทธิ์
4) ยาที่อาจเกิดอันตรกิริยาที่มีนัยสำคัญ

2.4.2.3 การจัดทำฉลากและจัดเตรียมยาอย่างมีคุณภาพ

1) ยาที่จ่ายต้องครบถ้วน มีฉลากถูกต้อง บรรจุในภาชนะที่เหมาะสม ได้มาตรฐาน
2) ฉลากยาทุกขนานที่จ่ายควรพิมพ์ผ่านคอมพิวเตอร์หรือเครื่องพิมพ์ อย่างน้อยต้องมีข้อมูลดังต่อไปนี้
   2.1) วันที่จ่ายยา
   2.2) เลขที่จ่ายยา หรือเลขที่ใบสั่งยา
   2.3) ชื่อผู้ป่วย
   2.4) ชื่อยา ความแรง และจำนวน
   2.5) วิธีใช้ยาที่ชัดเจน เข้าใจง่าย
   2.6) ฉลากช่วย คำแนะนำหรือคำเตือนที่จำเป็น
   2.7) ชื่อที่ตั้ง หมายเลขโทรศัพท์ของสถานที่จ่ายยา
3) ตรวจสอบความถูกต้องของยาที่จัดเทียบกับคำสั่งใช้ยา

2.4.2.4 การจ่ายยาแก่ผู้ป่วย

เป็นหน้าที่ของเภสัชกรในการส่งมอบยาแก่ผู้ป่วย โดยมีเป้าหมายเพิ่มความสามารถในการใช้ยาตามสั่ง ลดความคลาดเคลื่อนในการใช้ยา และสืบหาอาการไม่พึงประสงค์ที่อาจเป็นปัญหาของผู้ป่วยแต่ละราย โดยดำเนินการ

1) สำหรับผู้ป่วยที่เคยใช้ยาอยู่แล้ว คัดกรองปัญหา หรือย้ำความเข้าใจ ใน เรื่อง
   1.1) การไม่ใช้ยาตามสั่ง ความเข้าใจในวิธีใช้ที่ถูกต้อง
   1.2) อาการข้างเคียงที่น่าจะเกิดแล้วรบกวนผู้ป่วย อาจใช้เทคนิคให้

ผู้ป่วยสาธิตและบอกเล่า (show and tell) มาประยุกต์

2) ผู้ป่วยได้รับยาครั้งแรก ต้องให้ข้อมูลจำเป็นอย่างน้อยตามข้อบังคับสภาเภสัชกรรม

3) ตรวจสอบความถูกต้อง สมบูรณ์ของยาที่จะจ่ายแล้วส่งมอบแก่ผู้ป่วย

4) ผู้ป่วยที่สมควรได้รับบริการคำแนะนำปรึกษาด้านยาหรือบริบาลทางเภสัชกรรม (ถ้ามี) ต้องได้รับการส่งต่อ ถ้าไม่มีบริการระดับอื่นดังกล่าว เภสัชกรจะต้องดำเนินการแก้ไขหรือดูแลผู้ป่วยรายนั้นตามสถานการณ์

จะเห็นได้ว่า จากขั้นตอนข้างต้นที่กล่าวมานั้นอาจถือได้ว่าเป็นมาตรฐานที่เภสัชกรพึงปฏิบัติอย่างเคร่งครัด แต่การที่ปฏิบัติอย่างเคร่งครัดมากเกินไปจนไม่สามารถยืดหยุ่นในบางขั้นตอนที่ไม่จำเป็นได้ กลับส่งผลให้การรับบริการของผู้ป่วยเป็นไปอย่างล่าช้า แทนที่ผู้ป่วยจะได้กลับมาพักผ่อนเมื่อได้รับบริการแล้วรวดเร็วขึ้น ผู้ป่วยจึงต้องรอรับบริการเป็นเวลานาน

2.5 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบระบบการบริการจ่ายยาในโรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร (ผู้ป่วยนอก)

งานบริการจ่ายยาผู้ป่วยนอก เป็นงานหนึ่งของฝ่ายเภสัชกรรม โรงพยาบาลมหาวิทยาลัยนเรศวร รองรับการให้บริการจ่ายยาในทุกคลินิกผู้ป่วยนอกของโรงพยาบาล ซึ่งในช่วงปีที่ผ่านมาโรงพยาบาลมีการเติบโตอย่างมาก จำนวนผู้ป่วยนอกทั่วไปจึงเพิ่มขึ้น และมีใบสั่งยาของผู้ป่วยนอกมากขึ้นตามลำดับ ซึ่งตามมาตรฐานวิชาชีพเภสัชกรรมโรงพยาบาลแล้ว ควรมีบุคลากรเป็น เภสัชกร 4 คน และผู้ช่วยเภสัชกร 8 คน แต่ในปัจจุบัน ทางฝ่ายเภสัชกรรมมีบุคลากรที่รับผิดชอบในงานบริการจ่ายยาผู้ป่วยนอกเป็น เภสัชกร 2 คน และผู้ช่วยเภสัชกร 10 คน ทำให้ต้องแก้ปัญหาโดยจัดเภสัชกรจากงานอื่นๆ มาช่วยเสริมในการทำงานในช่วงเวลาเร่งรีบ (ช่วง 10.00 – 12.00 น.) เพื่อให้ทันต่อการให้บริการ อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาในการรอรับยา ณ ห้องบริการจ่ายยาผู้ป่วยนอกยังไม่เป็นที่พอใจของผู้ป่วยหรือผู้มารับบริการ โดยมีระยะเวลารอรับยาโดยเฉลี่ยประมาณ 20 - 30 นาทีต่อผู้ป่วย 1 คน และในช่วงเวลาเร่งรีบผู้ป่วยอาจต้องคอยมากกว่า 1 ชั่วโมง นอกจากนั้น ปัญหาที่เกิดขึ้นตามมาจากความเร่งรีบในการทำงานเพื่อให้ทันต่อการให้บริการ คือ ความคลาดเคลื่อนในการจัด - จ่ายยา ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ป่วยได้ โดยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2550 มีความคลาดเคลื่อนในการจัดยาผู้ป่วยนอกของทั้งผู้ช่วยเภสัชกรและเภสัชกรเกิดขึ้น นอกจากนั้นการโยกย้ายบุคลากรเพื่อมาช่วยงานบริการจ่ายยาในช่วงเวลาเร่งรีบ ยังส่งผลกระทบต่องานที่ทำ

ประจำของบุคลากรดังกล่าวด้วย ทำให้ต้องแก้ปัญหาโดยการทำงานนอกเวลาราชการ เป็นการสูญเสียเวลาโดยอาจไม่จำเป็นอีกด้วย

การจำลองสถานการณ์ในการตัดสินใจอาจเป็นทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจ เพราะสามารถเปรียบเทียบผลลัพธ์ก่อนและหลังการปรับปรุงกระบวนการ หรือการเพิ่มหรือลดทรัพยากรต่างๆ ได้ โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายหรือเสียเวลาในการปรับปรุงกระบวนการ และแบบจำลองสถานการณ์ดังกล่าวยังอาจเป็นประโยชน์ต่อการปรับปรุงกระบวนการทำงานในฝ่ายเภสัชกรรมของโรงพยาบาลอื่นๆ หรือในหน่วยบริการผู้ป่วยนอกอื่นๆ ของโรงพยาบาล อีกด้วย ซึ่งพบว่ามักจะพบปัญหาที่คล้ายคลึงกันในเรื่องของระยะเวลาการรอรับบริการที่นานกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ นอกจากนี้แบบจำลองสถานการณ์ดังกล่าวยังเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับช่วยในการวางแผนด้านปริมาณงานและกำลังคนในอนาคตอีกด้วย

2.6 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

การจำลองสถานการณ์ คือการจำลองหรือสมมติเหตุการณ์ของระบบขึ้น ซึ่งเป็นการจำลองทั้งเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริง และเหตุการณ์ที่ยังไม่ได้เกิดขึ้นเพื่อศึกษาและประเมินความเป็นไปได้ เพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบ โดยการจำลองเหตุการณ์ สามารถใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาทำการเลียนแบบหรือจำลองขั้นตอนต่างๆ ของการทำงานในระบบงานจริง ก่อนนำไปใช้และแก้ไขปัญหาของเหตุการณ์จริงต่อไป ซึ่งสาเหตุของการใช้การจำลองเหตุการณ์แทนการทำงานด้วยระบบงานจริงนั้นเกิดจากสาเหตุหรือความจำเป็นหลายประการ ได้แก่

1. ระบบงานจริงไม่สามารถหยุดการทำงานได้
2. การทดลองกับระบบงานจริงจะต้องเสียค่าใช้จ่ายสูง
3. การทดลองกับระบบงานจริงเสียเวลามากเท่ากับเวลาจริงของการทำงานของระบบ
4. การทดลองกับตัวแบบจำลองสามารถได้ผลการทดลองทันตามความต้องการ
5. การใช้ตัวแบบจำลองสามารถทำได้กับหลายๆ สถานการณ์

2.6.1 สิ่งที่สามารถนำไปใช้สร้างแบบจำลองสถานการณ์

ตัวอย่างของการประยุกต์ใช้การจำลองแบบปัญหาในงานด้านต่างๆ ได้แก่

2.6.1.1 การจำลองระบบปัญหาด้านการจราจร เช่น จำลองรอบสัญญาณการปล่อยไฟจราจร จำลองระบบของทางด่วน

2.6.1.2 การจำลองระบบโครงข่ายการขนส่ง เช่น จำลองเส้นทางการลำเลียงสินค้า

2.6.1.3 การจำลองระบบงานด้านอุตสาหกรรม เช่น จำลองระบบสินค้าคงคลัง

จำลองระบบการผลิต

2.6.1.4 **การจำลองระบบงานด้านการบริการ เช่น จำลองระบบโรงพยาบาล จำลองระบบธนาคาร จำลองระบบของซุปเปอร์มาร์เกต**

การสร้างจำลองแบบปัญหานั้นจำเป็นที่ผู้ออกแบบต้องเข้าใจในระบบงานจริงอย่างชัดเจน รวมถึงส่วนประกอบต่างๆ อันได้แก่ ระบบงาน ตัวแบบจำลอง เหตุการณ์ ตัวแปรสถานะของระบบ องค์ประกอบ และลักษณะเฉพาะ เป็นต้น

2.6.2 **ระบบงานและตัวแบบจำลองระบบงาน** (System and System modeling)

ระบบงาน หมายถึง กลุ่มขององค์ประกอบ (Collection of entities or elements) **ที่มี**ความสัมพันธ์และดำเนินงานร่วมกันก่อให้เกิดผลสำเร็จของงาน ซึ่งคำจำกัดความนี้นำเสนอโดย Schmidt and Taylor (1970) ในทางปฏิบัติแล้ว ความหมายของระบบงานจะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการศึกษาเฉพาะระบบงาน แต่ละองค์ประกอบของงานประกอบด้วย ลักษณะเฉพาะ (Attributes) และกิจกรรม (Activities) ต่างๆ ในการพิจารณาระบบงานจริงเพื่อสร้างแบบจำลองนั้นจะต้องพิจารณาความสัมพันธ์ของลักษณะงานว่า มีลักษณะเฉพาะเป็นอย่างไรและมีกิจกรรมใดบ้างในระบบ กลุ่มขององค์ประกอบที่ก่อให้เกิดเป็นระบบอาจประกอบเป็นระบบงานหนึ่งระบบหรือเป็นระบบงานย่อยของระบบงานอื่นก็ได้ เช่น ถ้าเราพิจารณาระบบสินค้าคงคลัง องค์ประกอบของระบบสินค้าคงคลังจะรวมเป็นหนึ่งระบบงาน ขณะเดียวกันระบบสินค้าคงคลังสามารถเป็นส่วนหนึ่งขององค์ประกอบของระบบการผลิตสินค้า ดังนั้นองค์ประกอบของระบบสินค้าคงคลังจึงเป็นเพียงระบบงานย่อยของระบบการผลิตสินค้า ดังตารางที่ 2.1

ในเบื้องต้น เราสามารถวิเคราะห์ระบบงานอย่างง่ายๆ เพื่อกำหนดขอบเขตของระบบงานสำหรับจะสร้างตัวแบบจำลอง ได้ดังนี้

2.6.2.1 กำหนดองค์ประกอบของระบบงาน

2.6.2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ

2.6.2.3 กำหนดองค์ประกอบอื่นๆ ที่อยู่นอกระบบ (System environment) ซึ่งมี**ผลกระทบต่อการทำงานของระบบงาน**

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของระบบงานที่ประกอบด้วยองค์ประกอบและกิจกรรมต่างๆ

ระบบงาน (System)	องค์ประกอบ (Entities)	ลักษณะเฉพาะ (Attributes)	กิจกรรม (Activities)
โรงงานผลิตสินค้า	คนงาน	ชื่อ ความชำนาญ	ประกอบชิ้นส่วน
		เงินเดือน	ผสมวัตถุดิบ
	วัตถุดิบ	ชนิด ราคา คุณภาพ	ถูกแปรรูป
	เครื่องจักร	ประเภท	ประกอบชิ้นงานใหญ่
		ความสามารถ สภาพ	
สินค้าคงคลัง	โกดังสินค้า	ปริมาณความจุ	เบิก-รับสินค้า
		ค่าเก็บรักษา	ถูกนำเข้าเก็บ
	สินค้าที่รับเข้า	ประเภท จำนวน	ถูกนำออก
	สินค้าที่ส่งออก	ประเภท จำนวน	
ธนาคาร	ลูกค้า	ประเภทของบัญชี	ขอรับบริการ เช่น
		จำนวนเงิน	ฝาก ถอน
	เจ้าหน้าที่ธนาคาร	ชื่อ ตำแหน่ง	บริการแก่ลูกค้า
		ความสามารถ	

(**ที่มา** : http://www2.cs.science.cmu.ac.th/person/samerkae/simulation/simu_1.pdf)

2.6.3 **ประเภทของระบบงาน** (Types of system)

สามารถพิจารณาตามการเปลี่ยนสถานภาพของระบบ (State of system) ได้ดังนี้

2.6.3.1 **ระบบแบบต่อเนื่องกับระบบแบบไม่ต่อเนื่อง** (Continuous system vs. discrete system) **ระบบแบบต่อเนื่อง** หมายถึงระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาโดย ปกติจะพบว่าสถานภาพของการเปลี่ยนแปลงของระบบแบบนี้ **สามารถอธิบายได้ด้วยสมการอนุพันธ์ (Differential equations) เช่น ระดับของน้ำในระบบระบายน้ำของเขื่อนเมื่อมีการเปิดเขื่อน ระบบงานแบบไม่ต่อเนื่องหรือแบบเป็นช่วง หมายถึงระบบงานที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบแบบเป็นช่วงระยะเวลาใดระยะเวลาหนึ่ง เช่น ปริมาณสินค้าในโกดังสินค้าของระบบสินค้าคงคลัง**

2.6.3.2 **ระบบที่แน่นอนตายตัวกับระบบที่ไม่แน่นอน** (Deterministic system vs.

stochastic system) ระบบที่แน่นอนตายตัว หมายถึงระบบที่การเปลี่ยนแปลงสถานภาพที่ระดับใหม่สามารถระบุได้ชัดเจนแน่นอนว่าจะเป็นอย่างไร จากสถานภาพและกิจกรรมของระบบที่ระดับก่อนหน้า เช่น ระบบธนาคารที่มีการตรวจสอบจำนวนลูกค้าที่เข้ามาทุกๆ 15 นาที ระบบที่ไม่แน่นอน หมายถึงระบบที่การเปลี่ยนสถานภาพที่ระดับใหม่ไม่สามารถระบุได้หรือเป็นแบบสุ่ม (random) หรือบางครั้งสามารถคำนวณเป็นค่าความน่าจะเป็นของการเปลี่ยนสภานภาพที่ระดับใหม่

2.6.3.3 ระบบสถิตย์กับระบบพลวัต (Static system vs. Dynamic system) ระบบสถิตย์ หมายถึงระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบไม่เกี่ยวข้องกับเวลา เช่น แบบจำลองมอนติ คาร์โล ระบบพลวัตหมายถึงระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงสถานภาพของระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับเวลา

2.6.4 **ตัวแบบจำลอง** (Model)

หมายถึง หุ่น ตัวแทนวัตถุ ระบบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ หรือเครื่องมือที่แทนองค์ประกอบต่างๆ ของระบบ ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาระบบการทำงานของระบบงานจริง โดยตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นนั้นสามารถนำไปใช้งานได้หลายลักษณะ เช่น เป็นเครื่องมือช่วยสอนและฝึกอบรม เป็นเครื่องมือสำหรับการทำนาย เพื่อคาดคะเนผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบ หรือเป็นเครื่องมือสำหรับการทดลอง และทดสอบงานสำหรับประเภทของตัวแบบจำลองนั้นจะแบ่งได้ตามประเภทของระบบงาน

2.6.5 **ประเภทของแบบจำลอง**

สามารถจำแนกประเภทตามคุณลักษณะเฉพาะได้ดังนี้

2.6.5.1 แบบจำลองทางกายภาพ (Physical or Iconic Models) เป็นการจำลองรูปแบบของระบบงานที่ต้องการ โดยอาจมีขนาดเท่าของจริงหรือเล็กกว่า เช่น แบบจำลองของคอนโดมิเนียม หรือแบบจำลองต้นแบบอาคาร การฝึกซ้อมการขึ้นบินของนักอวกาศโดยใช้ห้องที่ออกแบบจำลองสถานการณ์การขึ้นบินจริงด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2.6.5.2 แบบจำลองอนาลอก (Analog Models) เป็นแบบจำลองที่แสดงการทำงานของระบบงานจริง โดยแสดงเป็นผังอธิบาย หรือใช้ไฟฟ้าเป็นแบบชี้แสดง เช่น แผงวงจรแสดงเส้นทางจราจรและความหนาแน่นของรถบนถนนในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง หรือการใช้ผังอธิบายแผนดำเนินการผลิต หรือการแทนแผนภูมิการจัดองค์กรโดยการใช้ตัวแบบจำลองแทนข้อมูล

2.6.5.3 แบบจำลองเพื่อการบริหาร (Management Models) เป็นแบบจำลองเพื่อการ

ตัดสินใจในกิจการต่างๆ บางครั้งเรียกว่า Decision Models ใช้สำหรับค้นหาข้อมูลเพื่อนำไปใช้สนับสนุนการตัดสินใจ

2.6.5.4 แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) บางครั้งเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Symbolic Models เป็นแบบจำลองที่ใช้สัญลักษณ์และฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์แทนระบบงานจริง โดยจะทำหน้าที่ในการประมาณค่าหรือทดสอบสมมติฐานทั้งทางโครงสร้างและปริมาณเกี่ยวกับการทำงานของระบบ การทดลองทางเลือกต่างๆ เป็นไปได้ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อยเนื่องจากเป็นการทดลองแบบจำลองบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เพียงเปลี่ยนรูปแบบและขนาดตัวแปรของระบบ

2.6.5.5 แบบจำลองทางคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Models) เป็นแบบจำลองที่อยู่ในรูปของการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อเลียนแบบการทำงานและลักษณะเฉพาะของระบบเมื่อเวลาเปลี่ยนไป แล้วประเมินผลประสิทธิภาพของระบบ ซึ่งก่อนที่จะเขียนเป็นโปรแกรมนั้นอาจอยู่ในรูปแบบของแบบจำลองใดๆ ในข้างต้นนี้

2.6.6 **วิธีการศึกษาการจำลองสถานการณ์**

เมื่อเรากำหนดได้ว่าต้องการจำลองอะไรแล้ว ต่อไปเราจะต้องออกแบบเพื่อที่จะทำการทดลอง ในส่วนนี้จะกล่าวถึงวิธีการและหลักการที่เราสามารถนำมาใช้ทำการจำลองรวมถึงการใช้โปรแกรมจำลองสถานการณ์

2.6.6.1 การจำลองด้วยมือ

เริ่มต้น ผู้ทำการจำลองจะทำการศึกษาโดยระบบการปฏิบัติงานจริงและแสดงให้ผู้อื่นดูจริงๆ ตัวอย่างการจำลองสถานการณ์ด้วยมือการจำลองสถานการณ์ของเคาน์เตอร์การให้บริการของธนาคารแห่งหนึ่งโดยการประเมินระบบเมื่อเวลาผ่านไปและเก็บข้อมูลเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 บันทึกการจำลองสถานการณ์ด้วยมือ

Customer	Time between arrival	Arrival time	Service time	Service begin	Time service end	Time in system	Idle time	Time In queues
1	8	8	3	8	11	3	8	0
2	10	18	3	18	21	3	7	0
3	8	26	5	26	31	5	5	0
4	4	30	4	31	35	5	0	1
5	5	35	6	35	41	6	0	0
6	5	40	3	41	44	4	0	1
7	1	41	2	44	46	5	0	3
8	7	48	4	48	52	4	2	0
9	4	52	5	52	57	5	0	0
10	9	61	1	61	62	1	4	0

ใน 8 นาทีแรกนับจากเวลาเปิดให้บริการในนาทีที่ 0 ลูกค้าคนแรก เข้ามาผ่านประตูและได้รับบริการในนาทีที่ 8 เวลาที่ได้รับบริการคือ 3 นาที เมื่อเสร็จแล้วจึงออกจากจุดให้บริการในนาทีที่11 เวลาที่เคาน์เตอร์การให้บริการว่างนับตั้งแต่เปิดบริการคือ 8 นาที เนื่องจากเป็นคนแรกที่เข้ามาจึงไม่ต้องรอต่อแถว เวลาในการต่อแถวเป็น 0 นาทีเวลาเวลาที่ใช้ในระบบ 3 นาที 10 นาทีต่อมา ลูกค้าคนที่ 2 เข้ามาถึงธนาคาร เข้าผ่านประตูนาทีที่ 18 เวลาที่ใช้ในการรับบริการ 3 นาที และออกจากจุดให้บริการในนาทีที่ 21 เคาน์เตอร์การให้บริการว่าง 7 นาที เวลาที่คนแรกใช้บริการเสร็จก่อนที่ลูกค้าคนที่ 2 มาถึง ทำให้เวลาในการเข้าแถวเป็น 0 นาทีเวลาที่เกิดขึ้นในระบบ 3 นาที 8 นาทีต่อมา ลูกค้าคนที่ 3 เข้ามาถึงธนาคาร เข้าผ่านประตูนาทีที่ 26 เวลาที่ใช้ในการรับบริการ 5 นาที และออกจากจุดให้บริการในนาทีที่ 31 เคาน์เตอร์การให้บริการว่าง 5 นาที เวลาที่คนที่ 2 ใช้บริการเสร็จก่อนที่ลูกค้าคนที่ 3 จะมาถึง ทำให้เวลาในการเข้าแถวเป็น 0 เวลาที่ใช้ในระบบ 5 นาที 4 นาทีต่อมา ลูกค้าคนที่ 4 เข้ามาถึงธนาคาร เข้าผ่านประตูนาทีที่ 30 เวลาใช้เวลารับบริการ 4 นาที ได้รับบริการในนาทีที่ 31 และออกจากจุดให้บริการในนาทีที่ 35 เคาน์เตอร์การให้บริการไม่มีเวลาว่าง เวลาที่คนที่ 3 ใช้บริการเสร็จช้า เมื่อลูกค้าคนที่ 4 มาถึง ทำให้ต้องเข้าแถวรอ 1 นาที เวลาที่ใช้ในระบบคือ 5 นาที 5 นาทีต่อมา ลูกค้าคนที่ 5 เข้ามาถึงธนาคาร เข้าผ่านประตูนาทีที่ 35 เวลาที่ใช้รับบริการ 6 นาที และออกจากจุดให้บริการในนาทีที่ 41 เคาน์เตอร์การให้บริการไม่มีเวลาว่าง เวลาที่คนที่ 4 ใช้บริการเสร็จก่อนที่ลูกค้าคนที่ 5 มาถึง ทำให้เวลาในการเข้าแถวรอเป็น 0

เวลาที่เกิดขึ้นในระบบคือ 6 นาที 5นาทีต่อมา ลูกค้าคนที่ 6 เข้ามาถึงธนาคาร เข้าผ่านประตูนาทีที่ 40 เวลาที่ใช้รับบริการ 3 นาทีได้รับบริการในนาทีที่ 41 และออกจากจุดให้บริการในนาทีที่ 44 เคาน์เตอร์การให้บริการว่าง 0 นาที เวลาที่คนที่ 5 ใช้บริการเสร็จช้า กว่าลูกค้าคนที่ 6 มาถึง ทำให้คนถัดมาต้องเข้าแถวรอ 1 นาที เวลาที่เกิดขึ้นในระบบคือ 6 นาที 1 นาทีต่อมา ลูกค้าคนที่ 7 เข้ามาถึงธนาคาร เข้าผ่านประตูนาทีที่ 41 เวลาที่ใช้ในการรับบริการ 2 นาที เข้ารับบริการในนาทีที่ 44 และออกจากจุดให้บริการในนาทีที่ 46 เวลา เคาน์เตอร์การให้บริการว่าง 0 นาที เวลาที่คนที่ 6 ใช้บริการเสร็จช้า กว่าลูกค้าคนที่ 7 มาถึง ทำให้คนถัดมาต้องเข้าแถวรอ 3 นาทีที่เกิดขึ้นในระบบคือ 5 นาที 7 นาทีต่อมา ลูกค้าคนที่ 8 เข้ามาถึงธนาคาร เข้าผ่านประตูนาทีที่ 48 เวลาที่ในการรับบริการ 4 นาที เข้ารับบริการในนาทีที่ 48 และออกจากจุดให้บริการในนาทีที่ 52 เคาน์เตอร์การให้บริการว่าง 2 นาที เวลาที่คนที่ 7 ใช้บริการเสร็จก่อนที่ลูกค้าคนที่ 8 มาถึง ทำให้เวลาในการเข้าแถวรอเป็น 0 เวลาที่เกิดขึ้นในระบบคือ 4 นาที 4 นาทีต่อมา ลูกค้าคนที่ 9 เข้ามาถึงธนาคาร เข้าผ่านประตูนาทีที่ 52 เวลาที่ใช้ในการรับบริการ 5 นาที เข้ารับบริการในนาทีที่ 52 และออกจากจุดให้บริการในนาทีที่ 57 เวลาที่เกิดขึ้นในระบบคือ 5 นาที เคาน์เตอร์การให้บริการว่าง 0 นาที เวลาที่คนที่ 8 ใช้บริการเสร็จก่อนที่ลูกค้าคนที่ 9 มาถึง ทำให้เวลาในการเข้าแถวรอเป็น 0 นาที 9 นาทีต่อมาลูกค้าคนที่10 เข้ามาถึงธนาคาร เข้าผ่านประตูนาทีที่ 61 เวลาที่ได้รับบริการ 1 นาที เข้ารับบริการในนาทีที่ 61 และออกจากจุดให้บริการในนาทีที่ 62 เวลาที่เกิดขึ้นในระบบคือ 1 นาที เคาน์เตอร์การให้บริการว่าง 4 นาที เวลาที่คนที่ 9 ใช้บริการเสร็จก่อนที่ลูกค้าคนที่ 10 มาถึง ทำให้เวลาในการเข้าแถวรอเป็น 0

การประเมินการทำงานของเคาน์เตอร์การให้บริการ

1. **เวลาเฉลี่ยที่อยู่ในระบบของลูกค้า** (Average time in system)

(3+3+5+5+6+4+5+4+5+1) / 10 = 4.1 **นาที**

2. **จำนวนร้อยละที่เคาน์เตอร์การให้บริการว่าง** (Percent idle time)

(26 / 62)*100 = 42 %

3. เวลาเฉลี่ยในการรอคอยของลูกค้า (Average waiting time)

5 / 10 = 0.5 **นาที**

4. **จำนวนร้อยละของลูกค้า** (Fraction of customer has to mate)

(3 / 10)*100 = 30 %

5. **เวลาเฉลี่ยในการรอคอยของลูกค้า** (Average waiting)

(1+1+3) / 3 = 1.667 **นาที**

ในช่วงที่ ค.ศ. 1920 -1930 นักสถิติเริ่มใช้เครื่องจักรที่สร้างเลขสุ่ม และตารางการทดลองตัวเลขเพื่อช่วยพัฒนา และให้เข้าใจทฤษฎีทางสถิติ ตัวอย่างเช่น Walter A. Shewhart (ผู้บุกเบิกการควบคุมคุณภาพ) ได้ทำการทดสอบตัวเลขโดยจับลูกบอลที่มีตัวเลขในโถมาศึกษาแผนควบคุมคุณภาพเป็นครั้งแรก หรืออีกกรณีหนึ่งโรงกลั่นเบียร์ Guinness W.S Gossett ทำการทดลองสุ่มตัวอย่าง เพื่อช่วยเขาเข้าใจคณิตศาสตร์เชิงสถิติมากขึ้น (เพื่อปกป้องตำแหน่งงานของเขาเองที่โรงเบียร์ เขาตีพิมพ์ผลงานวิจัย โดยใช้นามปากกาว่า "นักศึกษา" ซึ่งเป็นที่มาของการแจกแจงแบบ Statistical) วิศวกรรม นักฟิสิกส์ และนักคณิตศาสตร์ได้ประยุกต์ความคิดหลายอย่างมาใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยมือ เป็นเวลาหลายปีก่อนที่จะมีการพัฒนาการจำลองบนคอมพิวเตอร์

2.6.6.2 การจำลองสถานการณ์โดยการใช้ภาษาพื้นฐาน

ในขณะที่คอมพิวเตอร์เกิดขึ้นมาในช่วงปี ค.ศ. 1950 - 1960 คนเริ่มเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากกระบวนการใช้ภาษาพื้นฐาน เช่น FORTRAN นำมาใช้จำลองสถานการณ์ระบบที่ซับซ้อน ชุดโปรแกรมเสริม ก็ถูกเขียนเพื่อช่วยในการทำงานที่ซ้ำซ้อนกัน

วิธีการสร้างแบบจำลองด้วยภาษาคอมพิวเตอร์โดยทั่วไปนี้มีความยืดหยุ่นสูงและสามารถปรับแต่งได้แต่ใช้เวลาในการสร้างแบบจำลองนานและเกิดความผิดพลาดได้ง่าย ในระยะหลังที่ผ่านมาจึงได้มีความพยายามที่จะใช้โปรแกรมประเภท Spreadsheets เข้ามาใช้ในการจำลองสถานการณ์ แต่โปรแกรมประเภทนี้จะเหมาะสมกับแบบจำลองแบบ Static มากกว่า

2.6.6.3 ภาษาที่ใช้ในการจำลองสถานการณ์

ภาษาที่สำคัญสำหรับใช้กับการจำลองสถานการณ์ เช่น GPSS, SIMSCRIPT, และ SIMAN เกิดขึ้นในระยะเวลาที่ผ่านมาและใช้กับการจำลองสถานการณ์ได้ดีกว่าภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วไปที่ใช้กัน ภาษาจำลองสถานการณ์จึงเริ่มเป็นที่นิยมอย่างกว้างขวาง

อย่างไรก็ตาม ผู้สนใจการสร้างแบบจำลองยังต้องใช้เวลานานในการศึกษารูปแบบของภาษาเหล่านั้นและวิธีการใช้อย่างมีประสิทธิภาพ และนอกจากนั้นยังขึ้นอยู่กับระบบการติดต่อกับผู้ใช้งานเป็นหลัก ซึ่งอาจจะยุ่งยากและซับซ้อนมาก

2.6.6.4 โปรแกรมการสร้างแบบจำลองระดับสูง

โปรแกรมการสร้างแบบจำลองระดับสูงที่ถูกผลิตขึ้นในระยะหลังนั้นใช้งานได้ง่ายมาก โดยทั่วไปแล้วระบบการติดต่อกับที่ใช้งานแบบกราฟิก มีเมนูและ Dialogs box โดยผู้ใช้เลือกฟังค์ชั่นแบบจำลองที่มีอยู่แล้วนำมาต่อกับโครงสร้างแบบจำลอง และทำการประเมินแบบจำลองนั้นได้อย่างไม่ยากเย็นนัก นอกจากนี้แล้วโปรแกรมการสร้างแบบจำลองระดับสูงส่วนใหญ่จะมีการสร้างการเคลื่อนไหวของชิ้นส่วนต่างๆ ในระบบ ทำให้เข้าใจการทำงานของระบบได้ง่ายขึ้น

อย่างไรก็ตามการใช้งานของโปรแกรมเหล่านี้ยิ่งมีข้อจำกัดเช่น การผลิตหรือการจำลองเหตุการณ์ เพราะบางโปรแกรมถูกออกแบบให้ใช้ในเฉพาะด้าน ทำให้สูญเสียความยืดหยุ่นไป ผู้ใช้ที่นิยมการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาทั่วไปบางกลุ่มรู้สึกว่าโปรแกรมเหล่านี้ถูกออก แบบมาเฉพาะด้านและสูญเสียความง่ายและความยืดหยุ่นของการใช้งานไป

2.6.7 **สิ่งที่มีผลต่อความสำเร็จของการจำลองสถานการณ์**

ในปัจจุบันการใช้การจำลองสถานการณ์การที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมักใช้กับการออกแบบระบบใหม่และการปรับปรุงระบบเดิมให้ดีขึ้น เนื่องจากระบบในปัจจุบันมีความซับซ้อนมาก และการจำลองก็เป็นวิธีหนึ่งที่จะสร้างความถูกต้องให้กับระบบได้ ยังมีการพัฒนาคอมพิวเตอร์อย่างต่อเนื่องมีความสามารถมากขึ้นรวมถึงการแสดงผลเป็นภาพเคลื่อนไหว ซึ่งคนส่วนมากมักคิดว่าการจำลองสถานการณ์ส่วนใหญ่เป็นการสร้างจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์จึงทำให้การศึกษาการจำลองสถานการณ์บางครั้งเสียเวลาไปกับการใช้งานในโปรแกรมจำลองและการเสียเวลาไปกับการเลือกโปรแกรมมาใช้งาน ทั้งๆ ที่ขั้นตอนอื่นๆ ของการจำลองสถานการณ์ก็ยังสำคัญเช่นกัน

โดยทั่วไป การจำลองสถานการณ์ในระหว่าง 14 ปีที่ผ่านมา พบว่าการสร้างแบบจำลองที่มีความซับซ้อนจะใช้เวลาในการสร้างแบบจำลองลงในคอมพิวเตอร์เพียง 30 - 40% ของเวลาการสร้างแบบจำลองทั้งหมด แม้แต่การจำลองที่มีความซับซ้อนไม่มากนักทำให้เห็นว่าโปร - แกรมจำลองสถานการณ์ถึงแม้จะออกแบบเพื่อให้การจำลองง่ายขึ้นแต่ก็ยังมีองค์ประกอบอื่นๆ ของแบบจำลองที่จะต้องศึกษาไม่ได้ถูกทำให้ลดลง จึงไม่ได้ช่วยเหลือใช้การจำลองสถานการณ์เร็วมากนัก และสิ่งที่สำคัญที่ส่งผลต่อความสำเร็จของการจำลองสถานการณ์ได้แก่

1) มีความรู้เกี่ยวกับวิธีการจำลองสถานการณ์ การวิจัย การดำเนินการ การแจกแจงข้อมูลของแบบจำลอง ทฤษฎีความน่าจะเป็น

2) การจับประเด็นของปัญหาที่ถูกต้อง

3) ได้ข้อมูลที่ดีในการจัดการระบบการผลิตและการควบคุมเพื่อใช้ในการศึกษา

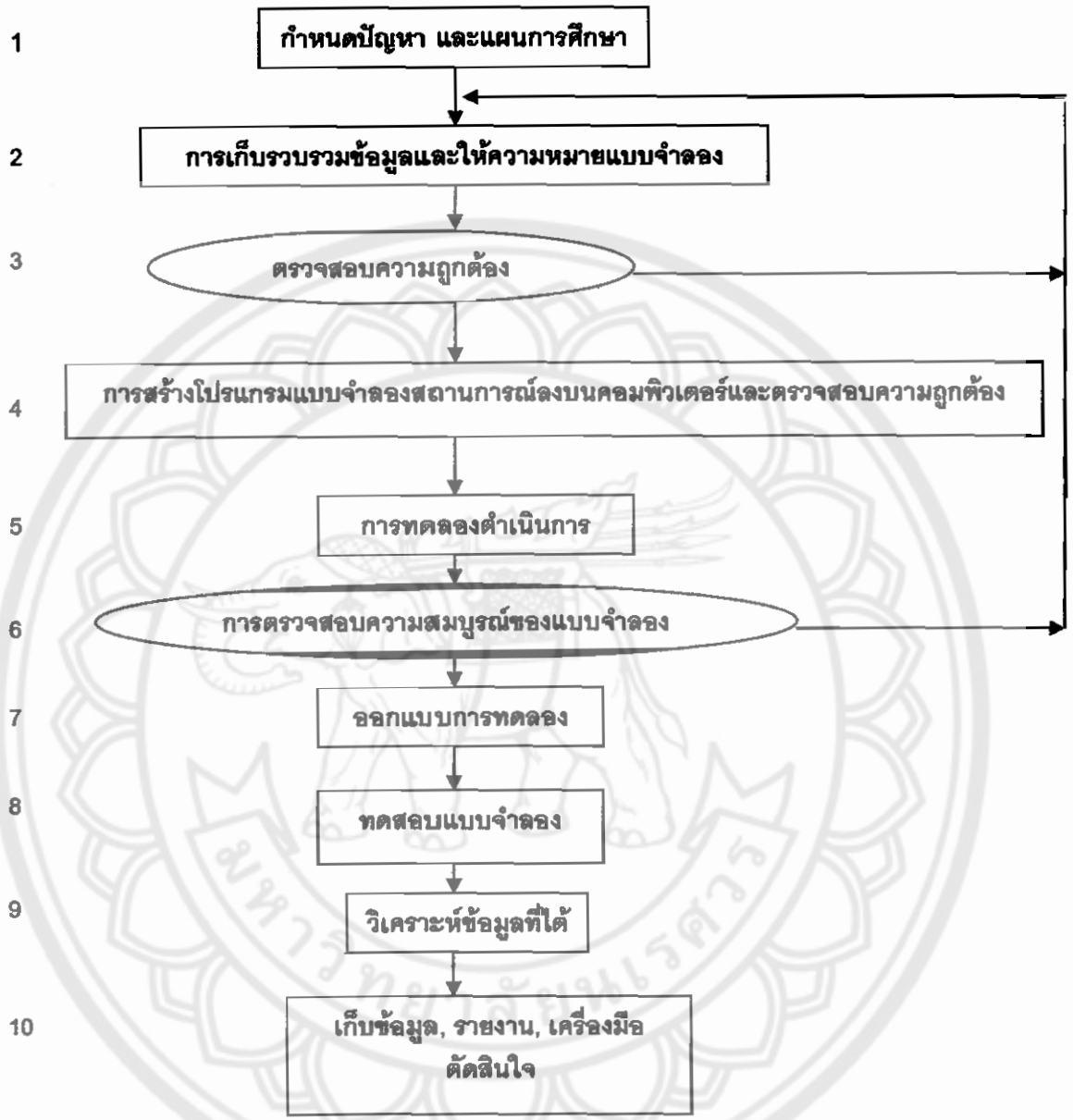
4) สามารถจำลองระบบการสุ่มได้อย่างมีเหตุผลหรือความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

5) เลือกโปรแกรมที่ใช้จำลองสถานการณ์และใช้งานได้อย่างถูกต้อง

6) สร้างแบบจำลองได้เหมาะสมและน่าเชื่อถือ

7) ใช้กระบวนการทางสถิติแปลผลได้อย่างเหมาะสม เพื่ออภิปรายผลจากการจำลองสถานการณ์

8) มีเทคนิคที่ดีในการจัดการโครงงานเพื่อให้โครงงานสำเร็จลุล่วงไปได้



รูปที่ 2.2 แสดงขั้นตอนการศึกษาการจำลองสถานการณ์

2.6.8 ขั้นตอนการศึกษาการจำลองสถานการณ์

จากรูปที่ 2.2 ได้แสดงขั้นตอน ที่กำหนดขึ้นมาในแต่ละขั้นตอนการศึกษา เวลาที่ต้องใช้ในแต่ละขั้นตอนจะขึ้นอยู่กับ แบบจำลองที่ทำออกแบบ ตัวอย่างเช่น ศึกษาระบบที่มีอยู่แล้วจะต้องเสียเวลารวบรวมข้อมูลเป็นจำนวนมาก ขั้นตอนเหล่านี้อาจจะไม่ต่อเนื่องตามลำดับอาจจะต้องย้อนกลับมาหัวข้อเดิม เช่น ขั้นตอนที่ 3 และขั้นตอนที่ 6 เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 1 จัดระบบปัญหา และแผนการศึกษา

สิ่งสำคัญที่คนส่วนมากมองข้าม คือ การกำหนดจุดประสงค์โครงงานอย่างรอบคอบและต้องเข้าใจในส่วนของการจำลองสถานการณ์

ก่อนการศึกษาการจำลองสถานการณ์ในองค์กรควรจะมีผู้ให้ความรู้ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งประกอบด้วย ผู้บริหาร วิศวกร และผู้จัดการ มาประชุมร่วมกัน เพื่อกำหนดจุดประสงค์การศึกษาการจำลองสถานการณ์ และไม่ควรเป็นที่จะคาดหวังกับแบบจำลองเพียงหนึ่งแบบ ว่าจะสามารถอธิบายหรือให้คำตอบต่อคำถามที่แตกต่างกันต่างๆกันได้ นอกจากนี้เวลาที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองก็มีความสำคัญเช่นกัน การสร้างแบบจำลองที่ละเอียดมากๆแต่เวลาน้อยอาจจะทำไม่ทัน หากศึกษาการทำงานของระบบโดยละเอียด จะทำให้ความละเอียดของระบบต่างกันออกไป

สิ่งที่ต้องทำให้สำเร็จ หลังการประชุมในครั้งแรก

1) ระบุปัญหาที่มีอยู่จริงของระบบว่าจะทำอะไร
2) กำหนดจุดประสงค์ที่แน่นอนของการศึกษาและหาหัวข้อที่สำคัญ 5 – 10 ประเด็นที่จะมาอธิบายแบบจำลอง
3) แบบจำลองที่ถูกสร้างขึ้นมาจะถูกใช้งานอย่างไร จะถูกนำมาใช้ในการตัดสินใจครั้งเดียว หรือใช้ช่วยตัดสินใจการทำงานในแต่ละวัน
4) ตัดสินใจว่าใครควรจะเป็นผู้ใช้แบบจำลองนี้ (เป็นบุคลที่ที่มีความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์เป็นอย่างดี)
5) ระบุค่าวัดประสิทธิภาพที่จะใช้ในการประเมินระบบ

ขั้นตอนที่ 2 การเก็บรวบรวมข้อมูลและให้ความหมายแบบจำลองสถานการณ์

ผู้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ส่วนใหญ่ควรดำเนินการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับกรรมวิธีการทำงานของระบบและตรรกะของระบบซึ่งไม่ใช่เรื่องง่ายเนื่องจากในการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้นเราไม่สามารถหาข้อมูลทั้งหมดได้จากแหล่งข้อมูลเดียว ต้องอาศัยการเก็บข้อมูลจากหลายแหล่งข้อมูลเพื่อให้ได้ข้อมูลที่เพียงพอและมีคุณภาพมากที่สุดเท่าที่จะมากได้ของระบบ เช่นอาจไปสอบถามข้อมูลที่ต้องการทราบจากตัวพนักงาน ผู้จัดการ วิศวกรฝ่ายผลิต เพื่อให้ได้ข้อมูลในสายการผลิตมา

ฝ
RA
๗๖๕
๐๒๕
พ๑๔๕ก
๒๕๕๑.

1453531

- 3 ก.ย. 2552

สำนักหอสมุด

ทำแบบจำลองสถานการณ์ และข้อมูลที่ได้มานั้นอาจไม่ถูกต้องหรือไม่ตรงกับความเป็นจริงควรทำการตรวจสอบเสียก่อน และเลือกเอาเฉพาะข้อมูลที่ต้องการเท่านั้น

ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมหรือทำการศึกษาควรเป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรที่เราต้องการทราบหรือตัวแปรที่เราต้องการหาจากการทำแบบจำลองสถานการณ์ นอกจากนี้เวลาที่ได้มีการสุ่มขึ้นมาในระบบใดก็ตามที่ไม่แน่นอน ควรแทนที่ด้วย การแจกแจงความน่าจะเป็น ไม่ควรแทนที่ด้วยค่าเฉลี่ยอย่างเดียว เพราะจะทำให้ผลที่ได้หลังจากการดำเนินการในแบบจำลองสถานการณ์นั้นไม่ตรงกับความเป็นจริง นอกจากนั้น ความถูกต้องในการแจกแจงความน่าจะเป็นที่เราเลือกใช้ควรมีการตรวจสอบโดยใช้การทดลองทางสถิติเพื่อให้เกิดความแน่ใจว่าเลือกมาใช้ได้อย่างถูกต้อง

เมื่อได้ข้อมูลทั้งหมดที่ต้องการและทำการตรวจสอบแล้วควรนำเอาข้อมูลที่ได้มาทำเป็นสรุปและตรวจสอบอีกครั้งอย่างละเอียด และเขียนเป็นเอกสารสมมติฐาน (Assumption document) ซึ่งโดยมากเอกสารสมมติฐานนี้จะบอกให้ทราบถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ ค่าการแจกแจงที่เลือกใช้ ข้อมูลเบื้องต้นที่ควรทราบ เป็นต้น ซึ่งเอกสารสมมติฐานตัวนี้จะเป็นแนวความคิดในการทำแบบจำลองสถานการณ์ของระบบ ถ้าหากว่าระบบที่จะทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เป็นระบบเก่าที่ต้องการพัฒนาควรมีการเก็บข้อมูลทางด้านประสิทธิภาพของระบบมาด้วยเพื่อนำมาช่วยในการยืนยันความถูกต้องของแบบจำลอง

ระดับของความละเอียดในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ขึ้นอยู่กับ

1) วัตถุประสงค์ของโครงงานที่จะสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของระบบ
2) ข้อมูลที่ได้มาว่าเพียงพอและถูกต้องหรือไม่ ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของระบบ
3) ความน่าเชื่อถือของตัวแบบจำลองสถานการณ์
4) ความสามารถของตัวโปรแกรมที่ใช้หรือศักยภาพของคอมพิวเตอร์ที่สร้างแบบจำลองสถานการณ์
5) ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญของระบบนั้นๆ

ตัวอย่างเช่น แบบจำลองที่ได้จากการออกแบบระบบใหม่ ที่ไม่เคยมีมาก่อนจะมีความละเอียดน้อยกว่าแบบจำลองที่มาจากการพัฒนาระบบเก่าเนื่องจากระบบเก่านั้นเรามีข้อมูลอยู่แล้ว และแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นไม่จำเป็นต้องเหมือนจริงทุกประการเพียงสามารถวิเคราะห์ค่าที่ต้องการออกมาแล้วใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดก็ถือว่าแบบจำลองสถานการณ์นั้นสมบูรณ์แล้ว

ขั้นตอนที่ 3 การตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบจำลองสถานการณ์

ในการตรวจสอบความสมบูรณ์ของตัวแบบจำลองสถานการณ์เพื่อให้ได้ความน่าเชื่อถือนั้นสามารถทำได้โดย ใช้วิธีการนำข้อมูลของการทำชิ้นงานไปผ่านกระบวนการในโรงงานจริง แล้วนำมาตรวจสอบผลที่ได้ว่าตรงกับในตัวแบบจำลองหรือไม่แล้วนำเสนอต่อผู้บริหาร วิธีนี้เป็นอีกวิธีที่ใช้ตรวจสอบตัวแบบจำลองที่สร้างขึ้นทำให้ผู้มีส่วนร่วมมีความเห็นตรงกันว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่ถูกสร้างขึ้นนั้นถูกต้องแล้ว และระหว่างที่นำตัวอย่างชิ้นงานไปผ่านกระบวนการต่าง ๆ ในระบบนั้นหากเกิดข้อผิดพลาด จะสามารถแก้ไขตัวแบบจำลองสถานการณ์ได้ทันที และอาจเกิดสมมติฐานใหม่ที่เกิดประโยชน์ในการแก้ปัญหา เมื่อทำเอกสารสมมติฐานเสร็จควรนำข้อมูลมาทำการรวบรวมใหม่แล้วส่งมอบให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคน และต้องทำให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทุกคนมีส่วนร่วมเพื่อทำให้เกิดความคล้อยตามในตัวแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้น ซึ่งการนำตัวอย่างชิ้นงานไปผ่านกระบวนการ เพื่อศึกษาคล้ายคล้ายคลึงของตัวแบบจำลองสถานการณ์ และระบบจริงนั้นควรทำก่อนที่จะมีการสร้างแบบจำลองเพื่อป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นหลังจากสร้างแบบจำลองไปแล้ว

ขั้นตอนที่ 4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ลงบนคอมพิวเตอร์และตรวจสอบถูกต้องของโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์

ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นั้นการเลือกใช้โปรแกรมมีผลอย่างมากต่อความสำเร็จของตัวโครงงาน ซึ่งจะมีผลดังนี้

1) ระดับของความละเอียดที่สามารถใช้งานได้
2) ความน่าเชื่อถือของตัวแบบจำลองสถานการณ์
3) ระยะเวลาในการดำเนินการของตัวแบบจำลองสถานการณ์ รวมไปถึงระยะเวลาที่ใช้ด้วย

ซึ่งการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นั้นจะมีโปรแกรม 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. โปรแกรมแบบภาษาที่ใช้เขียนทั่วไป

เป็นซอฟแวร์ภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมทั่วไปซึ่งมักนิยมใช้ในการสร้างโปรแกรมทั่วไป เช่น C++, Fortran เป็นต้นซึ่งโปรแกรมเหล่านี้สามารถใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ทั่วไปและมีราคาถูกกว่าโปรแกรมสร้างแบบจำลองสถานการณ์สำเร็จรูป

2. โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์สำเร็จรูป

เป็นตัวโปรแกรมสำเร็จรูปสามารถลดเวลาในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เนื่องจากการออกแบบไว้เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยเฉพาะ และยังมี

คุณลักษณะพิเศษเฉพาะ ทำให้การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในขั้นตอนการเขียนตัวโปรแกรมมีความถูกต้อง มากขึ้นและรวดเร็วลดค่าใช้จ่ายในการสร้างแบบจำลองลงด้วยองค์กรที่สร้างหรือใช้งาน แบบจำลองสถานการณ์ ควรจะมีซอฟแวร์สำเร็จรูปโดยเฉพาะไว้ด้วย ซอฟแวร์สำหรับแบบจำลองถูกแบ่งออกเป็นสองประเภท

1) โปรแกรมที่เป็นภาษา มีลักษณะคล้ายกับภาษาคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไปต่างตรงที่ออกแบบมา เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์โดยเฉพาะซึ่งมีความยืดหยุ่นสูงในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ตัวอย่างชุดโปรแกรมเช่น Automod , Siman เป็นต้น

2) โปรแกรมสำเร็จรูป ถูกออกแบบมาเพื่อสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในระบบที่ต่างกัน เช่น ระบบการผลิต การติดต่อสื่อสาร การบิน ประโยชน์ของตัวโปรแกรมคือสามารถสร้างแบบจำลองได้เลยโดยไม่ต้องเขียนโปรแกรมเอง แต่จะมีความยืดหยุ่นน้อยลงข้อดีคือ ลดเวลาในการทำแบบจำลองสถานการณ์ได้มากและศึกษาวิธีการใช้ได้ง่ายเนื่องจากมองเห็นภาพของตัวแบบ จำลอง ข้อเสียคือ มีข้อจำกัดในการใช้งานซึ่งชุดโปรแกรมนี้จะใช้งานได้เฉพาะกับระบบที่ได้ถูกออกแบบมาให้ใช้เท่านั้น เช่น Arena ซึ่งถูกออกแบบมาใช้กับกระบวนการผลิตโดยเฉพาะ แต่ผู้ใช้สามารถ ปรับปรุงใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์สมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยการเขียนโปรแกรมเสริมเข้าไป

แบบจำลองสถานการณ์ของระบบที่ซับซ้อนจะมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นเมื่อผู้ใช้เขียนโปรแกรมเสริมลงไปด้วย ชุดโปรแกรมสำเร็จรูปส่วนใหญ่มักจะมีภาพเคลื่อนไหวประกอบด้วยซึ่งสามารถสื่อให้เห็นลักษณะสำคัญของตัวแบบจำลองสถานการณ์ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องเข้าใจง่าย รวมไปถึงสร้างความน่าเชื่อถือมากขึ้นด้วย

ขั้นตอนที่ 5 การทดลองดำเนินการโปรแกรมจำลองสถานการณ์เบื้องต้น

ต้องทดลองใช้โปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์ที่สร้างขึ้นก่อนที่จะทำในขั้นตอนที่ 6

ขั้นตอนที่ 6 การตรวจสอบความสมบูรณ์ของตัวแบบจำลองสถานการณ์

ผลที่ได้จากการดำเนินการขั้นต้นควรนำไปตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญของระบบที่ถูกนำมาจำลองเสียก่อน ถ้ามีข้อผิดพลาดให้รีบแก้ไขภาพเคลื่อนไหวในแบบจำลองยิ่งเหมือนจริงเท่าไหร่ยิ่งน่าเชื่อถือมากขึ้น ตัวอย่างเช่น มีกรณีศึกษาที่ผู้จัดการโรงงานแห่งหนึ่งซึ่งไม่มีความรู้เรื่องการจำลองสถานการณ์เลยเมื่อได้เห็นแบบจำลองสถานการณ์ในส่วนที่เป็นภาพเคลื่อนไหวที่สร้างขึ้นก็มีความสนใจและมีส่วนร่วมในการศึกษาแบบจะลองนั้นเรื่อยมา

การทดสอบความเหมาะสมที่สำคัญอีกวิธีหนึ่ง คือ การเอาผลวัดประสิทธิภาพที่ได้จากแบบจำลอง Simulation มาเทียบกับ การเก็บข้อมูลที่ได้จากของจริง ถ้าระบบที่เสนอขึ้นใหม่มี

ความใกล้เคียงระบบที่มีอยู่แล้วสามารถทำ Simulation ระบบที่มีอยู่แล้ว ดำเนินงานของระบบแล้วเทียบผล กับผลที่เกิดขึ้นจริงดูว่ามีความใกล้เคียงกันแค่ไหน ถ้าระบบที่ได้ใกล้เคียง ก็คือระบบนั้นเป็นตัวแทนของระบบจริงก็ได้ ทำให้ผลที่ได้จากแบบจำลองที่นำมาใช้มีความน่าเชื่อถือต่อผลที่มีกำลังเกิดขึ้นในอนาคต แต่อย่างไรก็ตาม ก็ยังไม่มีวิธีไหนที่แน่นอน เพื่อแสดงว่าแบบจำลองที่เราเสนอขึ้นมาเป็นตัวแทนระบบจริงได้ มีเพียงวิธีนี้ที่ใกล้เคียงที่สุด

ขั้นตอนที่ 7 การออกแบบการทดลอง

การพัฒนาแบบจำลอง ต้องมีการกำหนดก่อนว่า ต้องการทดลองอะไร ตัวเลือกที่ต้องทดลองมีอยู่มาก บางครั้งทางเลือกอาจไม่ชัดเจน หากต้องตัดสินใจ เราจะต้องลองสร้าง Simulation ขึ้นมาก่อน แล้วดำเนินงานระบบแบบจำลอง แล้วดูว่าหากเราเปลี่ยนระบบ มันจะดีขึ้นหรือไม่ แล้วทดลองเปลี่ยนดู ในขั้นตอนที่ 9 อาจช่วยให้เราค้นพบทางเลือกใหม่ๆ เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองที่ให้ผลที่ดีกว่าเดิมได้

ในขณะที่ทำ Simulation ข้อมูลที่เข้ามาในระบบจะได้มาจากการสุ่ม ฉะนั้นผลลัพธ์ที่ได้ก็ต้องเป็นผลลัพธ์จากการสุ่ม ดังนั้นแบบจำลอง Simulationจะให้ตัววัดผลระบบเป็นค่าประมาณทางสถิติ ซึ่งผลที่ได้มาเชิงสถิติควรจะถูกต้องตามหลังสถิติมากที่สุด มีความแปรปรวนน้อย ไม่ความลำเอียงใดๆทั้งสิ้น เพื่อที่จะได้ค่าทางสถิติที่ดี ผู้ทำการทดลองแบบจำลองต้องระบุค่าให้กับค่าวัดผลในการดำเนินงานของระบบดังต่อไปนี้

1) ระบุว่าเราจะดำเนินงานจำลองระบบยาวนานแค่ไหน
2) ระบุว่าจะดำเนินการจำลองระบบระบบกี่ครั้งจึงจะได้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือ
3) ระบุว่า ตอนเริ่มต้นของ Simulation มีสภาวะอย่างไร (ยังไม่มีงานเข้าและเครื่องจักรยังว่าง อยู่หรือไม่)
4) เราจะ warm up period ยาวนานแค่ไหน

เราควรจะดำเนินงานการจำลองระบบประมาณ 3 – 5 ครั้ง ในแต่ละทางเลือก แล้วใช้ค่าเฉลี่ยของค่าประมาณประสิทธิภาพของระบบจากการดำเนินงานแบบจำลอง มาเป็นตัวแทนของค่าประมาณทั้งหมด นั่นคือ นำข้อมูลที่ได้แต่ละครั้งมารวมกันหาค่าเฉลี่ย

ขั้นตอนทำ Simulation ของระบบบางระบบ เช่น ระบบการผลิต ระบบคอมพิวเตอร์หรือระบบการสื่อสาร ส่วนมากเราจะสนใจประสิทธิภาพในระยะยาวของแบบจำลอง คือ ระบบทำงานปกติอย่างไรในระยะยาว ซึ่งในความเป็นจริงในกระบวนผลิตจะมีงานมากองหน้าสถานีอยู่แล้ว แต่เมื่อเราเริ่มต้นที่ ศูนย์หรือว่างเปล่าระบบยังไม่เข้าที่เข้าทางเหมือนจริง ต้องรอให้มีงานเข้ามาถึงจะเหมือนจริง ช่วงเวลาที่ระบบยังไม่ทำงานเหมือนสภาพการทำงานจริงเราเรียกว่า "warm

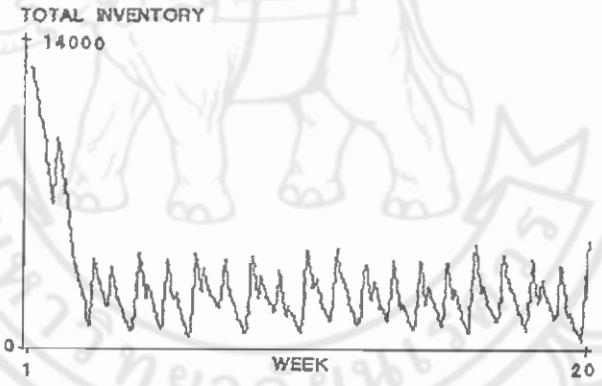
up period" เมื่อทำการวิเคราะห์ผลการทดลองโดยนำเอา warm up period มารวมด้วย ผลการทดลองจะเกิดความลำเอียงไม่เหมือนจริง เพราะจะไปคำนึงถึงช่วงต้นที่ยังไม่มีงานเข้ามาอยู่ด้วย ดังนั้นส่วนมากจึงต้องมีการกำหนดช่วงว่า warm up period อยู่จุดใด แล้วทำการตัด warm up period มาแสดงผล

ขั้นตอนที่ 8 การดำเนินงานการทดลองจริง

นำผลการทดสอบ หรือ Simulation ที่ผ่านขั้นตอนที่ 7 นำมาแสดงจริงบนคอมพิวเตอร์

ขั้นตอนที่ 9 การวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลอง

ผลลัพธ์ที่ได้จะถูกใช้นำมาประมาณค่าเชิงตัวเลขของตัววัดผลประสิทธิภาพของระบบที่เราสนใจ (เราสามารถใช้ Confidence intervals เพื่อตรวจดูว่าค่าประมาณที่ได้มามีความแม่นยำเชิงสถิติเพียงใด) ค่าประมาณที่ได้จากแบบจำลอง จะนำมาใช้ประเมิน ว่าระบบที่ออกแบบไว้ อย่างไหนที่มีประสิทธิภาพกว่ากัน และเพื่อเลือกว่าการออกแบบระบบไหนที่ให้ผลที่เราต้องการมากที่สุด ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงช่วงเวลาของ warm up period

นอกจากแสดงผลเป็นตัวเลข หากแสดงผลในรูปภาพได้จะมีประโยชน์อย่างมาก เช่น แสดงผลเป็นกราฟ Histogram, pie bar charts และ time plots ทำให้เราเข้าใจพฤติกรรมระบบที่เราทำการศึกษามากขึ้น ตัวอย่างเช่น จากรูปที่ 2.2 ในโรงงานหนึ่งทำกราฟระหว่างสินค้าคงคลังทั้งหมดเทียบกับเวลาของโรงงานที่ทำการทดลอง ทำให้เรารู้การเคลื่อนที่ของระบบเทียบกับเวลาเมื่อเวลาเปลี่ยนไปเกิดอะไรขึ้นบ้าง โดย 3 อาทิตย์แรกของตัวอย่างในรูป warm up period จากนั้นจะเริ่มเข้าสู่ระดับปกติ ถ้าเราวางผังโรงงานแบบนี้ในระยะยาว เราก็จะทราบค่ามากน้อยของวัตถุดิบในคงคลังของเราแล้วทำการประเมินผลหรือหาค่าเฉลี่ยได้

<u>ขั้นตอนที่ 10</u> การจัดทำเอกสาร การนำเสนอ และการนำผลที่ได้รับนำมาใช้งานจริง

การทำเอกสารที่ดีมีความสำคัญมาก เพราะว่า บางแบบจำลองที่ทำการทดลอง ไม่ได้ถูกใช้เพียงครั้งเดียว อาจจะมีคนมาใช้ศึกษาต่อ จึงควรมีเอกสารที่ดีพอเพื่อคนที่มาใช้ศึกษาต่อมีข้อมูลที่เพียงพอ ซึ่งเราควรกำหนดเอกสารเกี่ยวกับสมมติฐานของแบบจำลอง และเอกสารที่เกี่ยวกับตัวโปรแกรมที่เขียนขึ้น มีรายงานสรุปผลเกี่ยวกับการดำเนินงานการทดลองในโปรแกรม สรุปผลการศึกษาทั้งหมดด้วยความถูกต้อง และแม่นยำของเอกสารสมมติฐานดังที่กล่าวไว้ในขั้นตอนที่ 2 จะมีส่วนช่วยอย่างมากต่อแบบจำลองผลลัพธ์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

สุดท้ายสิ่งสำคัญที่สุด คือการรายงานผลที่ได้ให้กับผู้บริหารโรงงานหรือบุคคลที่เกี่ยวข้องดู ซึ่งส่วนใหญ่เป็นผู้บริหารระดับสูง ซึ่งจะมีโอกาสน้อยมากที่มีส่วนร่วมกับการทดลองของเราตั้งแต่ต้น ดังนั้นความน่าเชื่อถือจะเกิดขึ้นได้ ก็ขึ้นอยู่กับการเสนอภาพเคลื่อนไหวซึ่งมีส่วนอย่างมาก เพราะจะทำให้ผู้บริหารมีความเข้าใจง่ายขึ้นเมื่อได้มาเห็นภาพเคลื่อนไหวของระบบ และควรบอกที่มาของข้อมูลแบบจำลองว่าได้มาอย่างไร ถ่ายเก็บข้อมูลจากไหน บอกขั้นตอนการตรวจสอบเปรียบเทียบกับระบบจริง และขั้นตอนที่ถูกต้องที่เราทำมา ซึ่งความน่าเชื่อถือมีความสำคัญมากที่จะให้ผู้บริหารใช้แบบจำลองนี้ในงานจริง เราจึงควรกระทำเรื่องใดควรให้ฝ่ายบริหารเกี่ยวข้องโดยอาจพาให้ผู้บริหารได้ดู Walk-trough (สร้างตัวอย่างการไหลของงานในระบบที่จะออกแบบ) และใช้การแสดงภาพเคลื่อนไหว

จากเทคนิคและขั้นตอนที่กล่าวมาแล้วนั้น แบบจำลอง Simulation เป็นการทำวิเคราะห์ระบบที่ซับซ้อน แล้วต้องการความรู้ทางเทคนิคค่อนข้างสูง รวมทั้งความรู้ที่ต้องจัดการโครงงานด้วยเพื่อที่จะได้แบบจำลองออกมาแล้วถูกต้องตามจริง และเป็นแบบจำลองที่ผลลัพธ์ที่ได้นำไปไปใช้ในกระบวนการตัดสินใจในท้ายที่สุด

ถ้าองค์กรใดคิดจะนำ Simulation ไปใช้ในโครงงาน ควรจะต้องได้รับคำปรึกษาจากผู้ให้คำปรึกษาที่มีความรู้เกี่ยวกับ Simulation เพราะว่าการทำ Simulation จะมีต้องมีความรู้ระดับสูงเนื่องจาก Simulation เองก็มีข้อเสียที่ควรระวังอยู่เช่นกัน และตัวผู้ให้คำปรึกษาไม่ควรช่วยแค่รายละเอียดของโครงงานอย่างเดียว ควรจะสอนความรู้ทาง Simulation เพื่อให้ผู้ทำการทดลองสามารถเข้าใจและทำ Simulation ได้เอง

2.6.9 ข้อดีของการจำลองสถานการณ์

การใช้การจำลองสถานการณ์นั้นเป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้ในการตรวจสอบการดำเนินงานหรือทดลองการดำเนินงานของระบบที่ต้องการการวิเคราะห์หรือตัดสินใจ โดยที่การทดลองหรือตรวจสอบระบบงานนั้นๆ ไม่เอื้ออำนวยต่อการทดสอบกับระบบงานจริงโดยตรง อย่างไรก็ตามตัว

แบบจำลองก็ยังคงเป็นเพียงตัวแทนหรือเครื่องมือที่ทำหน้าที่เลียนแบบระบบงานจริง บางครั้งเราอาจพบว่าตัวแบบจำลองนั้นสามารถให้ผลที่ต้องการตรวจสอบได้เพียงระดับหนึ่ง

ข้อดีของการใช้การจำลองแบบปัญหา ได้แก่

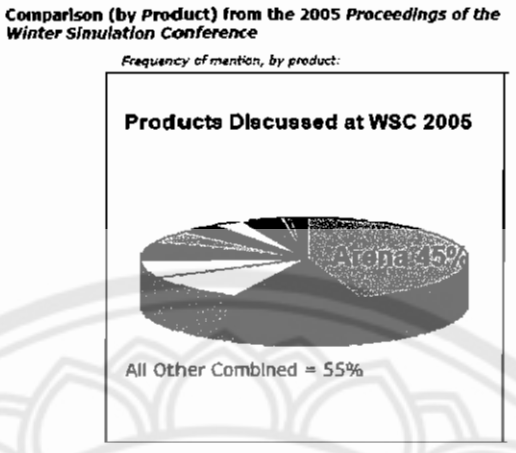
1) สามารถทดลองซ้ำๆ กัน หลายครั้งในแต่ละกรณี
2) ค่าใช้จ่ายต่ำกว่า
3) เป็นวิธีการวิเคราะห์ที่ประยุกต์ใช้ได้ง่ายเพราะคำตอบที่ได้สามารถนำมาใช้งานได้ทันทีเมื่อเปรียบเทียบกับระบบงานจริง
4) สามารถควบคุมเงื่อนไขต่างๆ ได้ง่าย
5) สามารถวิเคราะห์ระบบงานจริงได้ แม้ว่าข้อมูลที่ใช้จะมีจำนวนน้อย
6) ใช้ทดลองในสถานการณ์อันตราย

2.6.10 **ข้อเสียของการจำลองสถานการณ์** ได้แก่

1) ตัวแบบจำลองที่เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์อาจต้องใช้เวลาและค่าใช้จ่ายในการสร้างตัวแบบจำลองมาก
2) ผลที่ได้จากตัวแบบจำลองจะเป็นค่าประมาณ จึงขาดความแม่นยำและไม่สามารถวัดขนาดของความแม่นยำได้
3) เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการทดลองนั้นจะเป็นตัวเลข ซึ่งนำไปสู่ปัญหาว่าผู้สร้างแบบจำลองอาจให้ความสำคัญกับตัวเลขเหล่านั้นมากเกินไปโดยพยายามทดสอบความถูกต้องของตัวเลขแทนที่จะทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง ทำให้ตัวแบบจำลองที่ได้นั้นอาจจะไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งาน
4) แม้ว่าตัวแบบจำลองจะสามารถแทนระบบงานจริงได้ แต่การจะระบุว่าตัวแบบจำลองนั้นใช้งานได้จริงไม่ใช่เรื่องง่าย

2.7 Arena Simulation Software

มีบริษัทต่างๆ กว่า 20,000 แห่งทั่วโลกที่นำ Arena ไปใช้ และประสบผลสำเร็จ รวมถึงประเทศไทยด้วย Arena สามารถสร้างแบบจำลองที่สมบูรณ์และซับซ้อนได้แทบทุกระบบ เช่น กระบวนการผลิต ระบบการขนส่ง ธุรกิจที่ให้บริการลูกค้าและ การจัดการโซ่อุปทาน ดังรูปที่ 2.4 ซึ่งแสดงค่าความนิยมในการใช้งาน Arena



รูปที่ 2.4 แสดงค่าความนิยมในการใช้งาน Arena

(**ที่มา** : http://www.m-focus.co.th/enews/News/Arena_eMarketing.htm)

ซอฟต์แวร์จำลองสถานการณ์ Arena จะช่วยในการตัดสินใจ เลือกกลยุทธ์ที่ให้ผลประโยชน์สูงสุด จากผลกระทบที่จะเกิดขึ้นล่วงหน้า กฎเกณฑ์ และกลยุทธ์ใหม่ๆ ก่อนที่จะปฏิบัติจริงกับลูกค้า เพื่อความมั่นใจที่จะปฏิบัติจริง (Go Live) เลี่ยงค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น หาจุดการลงทุนที่ดีที่สุด ทำให้องค์กรทั่วโลก สามารถหลีกเลี่ยงการลงทุนที่ผิดพลาด ที่เกิดจากการตัดสินใจทำจริงจากความรู้สึก ออกแบบกระบวนการที่ต้านทานการแข่งขันและความไม่แน่นอนของสิ่งต่างๆในระบบ เผยมูลค่าที่ซ่อนอยู่และกำจัดคอขวด (Bottleneck) ที่มีอยู่ในการทำจริงและกระบวนการภายในที่ทำอยู่ทำให้เกิดความสัมพันธ์กับลูกค้าสูงสุดของการบริการและการส่งมอบ

2.7.1 การศึกษา Arena Simulation Software

ARENA Simulation Software เปรียบเหมือนห้องปฏิบัติการที่จะใช้ฝึกฝนเกี่ยวกับการออกแบบสายการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม โดยนักศึกษาจะสามารถสร้างและออกแบบสายการผลิตด้วยตนเองโดยใช้วิธีการจำลองแบบปัญหาด้วยโปรแกรม Arena แบบจำลองของสายการผลิตจะถูกสร้างขึ้นโดยมีรายละเอียดเสมือนอุตสาหกรรมจริง อาทิเช่น การวางแผนการผลิต การจัดวางผังโรงงานหรือกำลังการผลิต เพื่อทำการศึกษาพฤติกรรมของระบบ ประสิทธิภาพในการผลิต ในปฏิบัติการนี้สามารถทำการศึกษาปัญหาในลักษณะต่างๆ อาทิเช่น ระบบการผลิต(Manufacturing system) ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักร วัสดุ ผู้ผลิต อุปกรณ์ขนถ่ายและลำเลียง พื้นที่ในการจัดเก็บ ระบบการกระจายสินค้า (Distribution network) ระบบคลังพัสดุ ระบบการขนส่ง (Transportation

system) ระบบการจราจร ระบบของสายการบิน ระบบการให้บริการ (Service system) การออกแบบระบบการศึกษา การธนาคาร

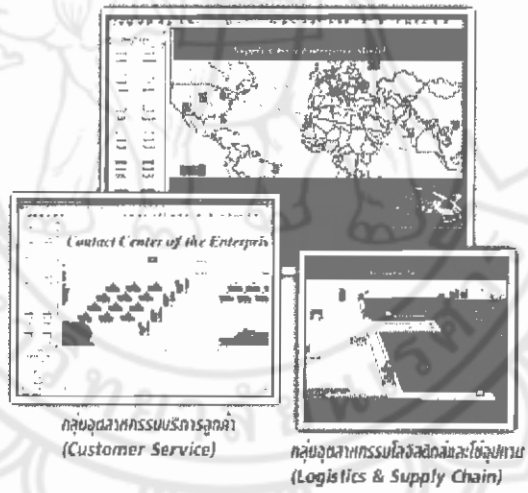
2.7.2 ความสามารถของ Arena

2.7.2.1 หลีกเลี่ยงการลงทุนที่ผิดพลาด ที่เกิดจากการตัดสินใจทำจริงจากความรู้สึกหรือสัญชาตญาณ

2.7.2.2 ออกแบบกระบวนการที่ต้านทานการแข่งขันและความไม่แน่นอนของสิ่งต่างๆ ในระบบ

2.7.2.3 เผยมูลค่าที่ซ่อนอยู่และกำจัดคอขวด (Bottleneck) ที่มีอยู่ในการทำจริงและกระบวนการภายในที่ทำอยู่

2.7.2.4 ทำให้เกิดความสัมพันธ์กับลูกค้าสูงสุดของการบริการและการส่งมอบ



รูปที่ 2.5 ภาพตัวอย่างโปรแกรม Arena

(**ที่มา** : http://www.m-focus.co.th/enews/News/Arena_eMarketing.htm)

ข้อดี

1. **เพื่อที่จะรู้และวิเคราะห์เปรียบเทียบ** (as-is) **ระบบ**
2. **นำมาใช้กับการสมมติ** (what-if) **และใช้ประเมินความเป็นไปได้ของการทำงาน** (to-be)
3. **ชี้ให้เห็นถึงคอขวด ปริมาณค่าใช้จ่ายของระบบในแต่ละรอบการทำงาน**
4. ช่วยจัดตารางการทำงานและแจกแจงทรัพยากรให้เหมาะสมที่สุด
5. วิเคราะห์ภาพรวมการดำเนินการของธุรกิจ
6. สรุปการกิจกรรมการทำงาน ฟื้นฟู ควบคุมกิจการ ค่าใช้จ่าย และออกแบบจำลองความต้องการที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพในอนาคต

ข้อเสีย

1. ผู้ใช้งานต้องมีความรู้ในการออกแบบการจำลองสถานการณ์มาก่อนจึงจะใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. บางสถานการณ์มีความซับซ้อนมาก มีข้อจำกัดด้านการออกแบบ
3. การแสดงผลด้วยภาพเคลื่อนไหลมีข้อจำกัด จึงจำเป็นที่จะต้องใช้โปรแกรมอื่นช่วย
4. ผลลัพธ์ที่ได้เป็นข้อมูลในรูปแบบทางสถิติ ซึ่งต้องใช้รู้มีความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ผล