บทที่ 2
เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้เป็นการรวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดหลัก ดังนี้

- ความรู้เกี่ยวกับซัพพลายเชนของไม้สับ
- แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
- งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความรู้เกี่ยวซัพพลายเชนของไม้สับ

ซัพพลายเชน คือ กระบวนการของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ซึ่งสนับสนุนการไหลทางกายภาพ สารสนเทศ การเงินการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และการบริการจากผู้จัดส่งวัตถุดิบ ไปยังผู้บริโภคขั้นสุดท้าย

ซัพพลายเชนจะประกอบไปด้วยขั้นตอนทุก ๆ ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องทั้งทางตรงและทางอ้อมที่มีต่อการตอบสนองความต้องการของลูกค้า ซึ่งไม่เพียงแต่อยู่ในส่วนของผู้ผลิตและผู้จัดส่งวัตถุดิบเท่านั้น แต่รวมถึงส่วนของผู้ขนส่งคลังสินค้า พ่อค้าคนกลางและลูกค้าอีกด้วย ทั้งนี้การดำเนินงานภายใต้ซัพพลายเชน จะพิจารณาถึงผลการดำเนินงานในระยะยาวของธุรกิจ ที่จะก่อให้เกิดประโยชน์ร่วมกันของทุกฝ่าย เป้าหมายของกลยุทธ์โซ่อุปทาน คือ การทำให้เกิดความสมดุลระหว่างการตอบสนองความต้องการของลูกค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ภาพที่ 2-1 ซัพพลายเชนของไม้สับ (Source: www.forestry.gov.uk)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ไม้ยูคาลิปตัสได้รับความนิยมนำมาปลูกเป็นสวนป่าเหมือนสวนป่าทั่วไป และนิยมปลูกตามคันนา โดยจากการศึกษาที่ผ่านมา ยังไม่มีการบันทึกข้อมูลที่เชื่อถือได้เกี่ยวกับการขยายตัวของการปลูกไม้ยูคาลิปตัสแต่อย่างใด ซึ่งจากการสำรวจข้อมูลของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยูคาลิปตัสรายสำคัญ (ในที่นี้คือ เอสซีจี SCG และดับเบิ้ล เอ) พบว่ามีข้อมูลสัดส่วนของการปลูกไม้ยูคาลิปตัสจำนวนน้อย ที่อยู่ใต้การควบคุมโดยตรงของอุตสาหกรรมแปรรูปไม้ยูคาลิปตัส ในขณะที่สัดส่วนของการปลูกส่วนใหญ่จะอยู่ที่เกษตรกรรายย่อย จึงทำให้บริษัทรายใหญ่ใช้แผนการส่งเสริมการปลูก โดยจะใช้หลักการบริหารจัดการรอบตัดฟันแบบการแตกหน่อ ซึ่งมีระยะตัดฟันทุก ๆ 4 ปี แล้วจึงมีการเพาะปลูกซ้ำเป็นวงจรไล่ไปเรื่อย ๆ ซึ่งหากพิจารณาซัพพลายเชนของไม้ยูคาลิปตัสโดยตรงแล้ว จะพบว่ามีการนำไม้ยูคาลิปตัสมาใช้ ทั้งภายในประเทศในอุตสาหกรรมกระดาษ และแผ่นไม้อัดเป็นหลัก นอกจากนั้นก็มีการทำเพื่อส่งออก ซึ่งก็จะใช้การขนส่งทั้งในลักษณะของไม้ท่อน และชิ้นไม้สับ ทั้งนี้ข้อมูลโดยส่วนใหญ่ในส่วนของการส่งออกจะดำเนินการในลักษณะของชิ้นไม้สับเป็นหลัก (2555, สำนักงานการบังคับใช้กฎหมายป่าไม้ ธรรมาภิบาล และการค้าประจำภูมิภาคเอเชีย FLEGT Asia)

ไม้ยูคาลิปตัส เป็นไม้เศรษฐกิจที่ได้รับทัศนคติจากสังคมทั้งด้านบวกและด้านลบ แต่ไม้ยูคาลิปตัสก็เป็นที่น่าสนใจในปัจจุบันเนื่องจากสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้หลายด้านเช่น ใช้ทำไม้สอย ทำไม้ก่อสร้าง ใช้เลี้ยงผึ้งเป็นต้น ตลาดการรับซื้อของไม้ยูคาสามารถเรียงจากรายใหญ่สู่รายย่อยได้ดังนี้ โรงงานผลิตเยื่อกระดาษ โรงงานผลิตชิ้นไม้สับ โรงงานอื่น ๆ และโรงงานรับซื้อไม้ ผู้ซื้อทั้งสี่กลุ่มเป็นคู่แข่งและคู่ค้าโดยทั้งสี่กลุ่มเป็นคู่แข่งในการซื้อไม้ยูคาลิปตัสจากเกษตรในขณะที่โรงงานชิ้นไม้สับยังเป็นผู้ขายไม้ยูคาลิปตัสให้แก่โรงงานผลิตเยื่อกระดาษและโรงงานอื่น ๆ อีกต่อหนึ่ง คนกลางรับซื้อไม้จะเป็นผู้ขายไม้ท่อนให้กับโรงงานทั้งสามกลุ่มอีกต่อหนึ่ง เกษตรกรสามารถเลือกขายไม้ยูคาลิปตัสให้กับกลุ่มใดนั้นขึ้นอยู่กับราคาและระยะทางโดยท้ายที่สุดแล้วจะพิจารณาจากผลตอบแทนสูงสุดที่ตนจะได้รับผู้ซื้อรายใหญ่ที่เป็นโรงงานผลิตกระดาษจะมีส่วนเหลื่อมกำไรสูงสุดจึงได้รับผลกระทบจากอุปทานไม้ยูคาลิปตัสที่ไม่เพียงพอค่อนข้างมาก ดังนั้นโรงงานผลิตเยื่อกระดาษต่าง ๆ จึงมีการจึงต้องมีการกำหนดยุทธศาสตร์เพื่อให้ไม่ได้อยู่ไกลจากโรงงานมาก

ประโยชน์ของไม้ยูคาลิปตัส

ยูคาลิปตัสสามารถนำมาปลูกเป็นสวนป่าเจริญเติบโตดี ให้ผลผลิตสูง เมื่อเปรียบเทียบกับไม้โตเร็วชนิดอื่น ในช่วง 1-2 ปีแรก สามารถปลูกพืช ควบในพื้นที่สวนป่าแบบไร่นาป่าผสม หรือวนเกษตรได้ เช่น ปลูกละหุ่ง เผือก ถั่วลิสง สับปะรด ข้าวโพด ข้าว หญ้ากินี ฯลฯ ในระหว่างแถวของยูคาลิปตัส ซึ่งจากการวิจัยของนักวิชาการพบว่าพืชควบที่ปลูกให้ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ดี และไม่เป็นพิษเป็นภัยต่อพืชเกษตรที่ปลูกแต่อย่างใด

ประโยชน์ทางตรง

1. ทำไม้ใช้สอย เฟอร์นิเจอร์ เครื่องเรือน ทำรั้ว ทำคอกปศุสัตว์ ทำเสา ใช้ในการก่อสร้างต่าง ๆ ไม้ยูคาลิปตัสสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบ ของอาคารบ้านเรือนได้ แต่ควรจะได้ทำการอาบน้ำยารักษาเนื้อไม้ ไว้ก่อน ก็จะยืดอายุ การใช้งานได้นาน

2. ทำฟืน เผาถ่าน ถ่านไม้ยูคาลิปตัสใช้เป็นเชื้อเพลิงติดไฟได้ดีและมี ขี้เถ้าน้อย จากการทดลองไม้ฟืนยูคาลิปตัสให้พลังงานความร้อน 4,800 แคลอรี่ต่อกรัม ส่วนถ่านไม้ยูคาลิปตัสให้พลังงานความร้อน 7,400 แคลอรี่ต่อกรัม ซึ่งให้ความร้อนใกล้เคียงกับถ่านไม้โกงกาง ซึ่งจัดว่าเป็นถ่านไม้ชั้นดีที่สุด

3. ทำชิ้นไม้สับ ไม้ยูคาลิปตัสเมื่อนำมาแปรรูปและสับทำชิ้นไม้สับ สามารถนำไปผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด แผ่นใยไม้อัด แผ่นปาร์ติเกิล และแผ่นไม้อัดซีเมนต์ นอกจากนี้ได้มีโรงงานผลิตชิ้นไม้สับเพื่อ นำส่งไปจำหน่ายให้กับโรงงานเยื่อกระดาษทั้งในประเทศ และต่างประเทศ เช่น ประเทศเกาหลี ไต้หวัน และญี่ปุ่น เป็นต้น ซึ่งมี ความต้องการสูงมาก ไม้ท่อนยูคาลิปตัส 2.2 ตัน นำมาผลิตเป็นชิ้นไม้ สับได้ 1 ตัน ราคาชิ้นไม้สับประมาณตันละ 3,000 บาทเศษ

4. ทำเยื่อไม้ ไม้ยูคาลิปตัสสามารถแปรรูปทำเยื่อไม้ยูคาลิปตัส ซึ่งมูลค่า ผลผลิตเยื่อไม้ราคาตัน 17,000 บาท โดยไม้ท่อนยูคาลิปตัส 4.5 ตัน ผลิตเยื่อไม้ได้ 1 ตัน เยื่อไม้ให้สารพวกเซลลูโลส ซึ่งนำไปใช้ ทำเส้นใยเรยอนและทำผ้าแทนเส้นใยฝ้าย และปุยนุ่นได้อีกด้วย โดยมูลค่าเพิ่มขึ้นเป็นตันละ 60,000 บาท และเมื่อนำเส้นใยเรยอน มาปั่นเป็นเส้นด้าย และทอเป็นผ้าจะมีมูลค่าสูงถึงตันละ 75,000 บาท และ 300,000 บาท ตามลำดับ

5. ทำกระดาษ จากการประเมินเยื่อไม้ยูคาลิปตัส 1 ตัน ผลิตเยื่อกระดาษ ได้ประมาณ 1 ตัน เยื่อไม้ยูคาลิปตัสมีคุณสมบัติเด่น คือ มีความฟูสูง และมีความทึบแสง ประกอบกับ ไฟเบอร์มีความแข็งแรงเหมาะต่อการใช้ ทำกระดาษพิมพ์เขียวประเภทต่าง ๆ ได้

ประโยชน์ทางอ้อม

1. เห็ดที่ระบบรากของไม้ยูคาลิปตัสจะมีเชื้อราไมคอร์ไรซ่าชนิดต่าง ๆ อาศัยอยู่ เป็นตัวช่วยดูดธาตุฟอสฟอรัสให้กับต้นยูคาลิปตัสได้มากขึ้น ช่วยให้ต้นไม้เจริญเติบโตดี และปรับปรุงดินเสื่อมให้มีคุณภาพดีขึ้น เมื่อถึงฤดูฝนเชื้อไมคอร์ไรซ่าเหล่านี้ ก็จะแทงดอกเห็ดโผล่เหนือพื้นดิน เพื่อแพร่กระจายพันธุ์ออกไป คนจึงเก็บดอกเห็ดเหล่านี้ไปกินไปขายได้ ในที่สวนป่ายูคาลิปตัสบางแห่งพบว่า มีเห็ดเกิดขึ้นใต้ต้นยูคาลิปตัส มากมายซึ่งเรียกว่า เห็ดยูคา ซึ่งมีอยู่หลายชนิด เช่น เห็ดเสม็ด เห็ดไข่ เห็ดระโงกขาว เป็นต้น ซึ่งสามารถรับประทานได้ อาจารย์ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ แห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ได้ทดลองหาวิธีการเพาะเลี้ยงเชื้อเห็ดยูคาในห้องปฏิบัติการอยู่ ซึ่งเชื่อแน่ว่าหากสามารถ เพาะเชื้อเห็ดยูคาได้ และนำเชื้อเห็ดชนิดนี้ไปใส่ใน สวนป่ายูคาลิปตัส และใส่

ปุ๋ยคอกช่วยแล้ว จะทำให้เกษตรกรสามารถเก็บเห็ดยูคาบริโภค และส่งขายได้ เป็นการเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรได้อีกทางหนึ่ง

2. เลี้ยงผึ้ง ดอกยูคาลิปตัสมีน้ำหวานล่อแมลงมาผสมเกสรและดูดเอา น้ำหวานไปสร้างรวงผึ้ง และไม้ยูคาลิปตัสมีดอกปีละ 7-8 เดือน หรือเกือบตลอดปี ซึ่งผิดกับพันธุ์ไม้ชนิดอื่น ๆ ทั่วไปที่มักจะมีดอก 1-2 เดือน/ ปี จึงเป็นประโยชน์มากสำหรับการเลี้ยงผึ้ง น้ำผึ้งที่ได้จาก ดอกไม้ยูคาลิปตัสมีรสและคุณภาพดีเหมือนกับน้ำผึ้งที่ได้จาก ดอกไม้ชนิดอื่น ๆ

3. สิ่งแวดล้อม ช่วยทำให้เกิดความสมดุลตามธรรมชาติ เช่น เพิ่มความ ชุ่มชื้นให้แก่พื้นที่อันเนื่องจากปริมาณน้ำที่ต้นไม้ยูคาลิปตัสดูดขึ้นไป คายน้ำออกทางใบ เป็นปริมาณกว่า 95% มีส่วนช่วยทำให้ฝนตก ก่อให้เกิดการหมุนเวียนของธาตุอาหารในดิน

4. เศรษฐกิจ ก่อให้เกิดการปลูกสร้างสวนป่าเชิงพาณิชย์อย่างครบวงจร โดยเฉพาะเกษตรกรรายย่อยที่ปลูกยูคาลิปตัส จะมีแหล่งตลาดรองรับ ผลผลิตอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้เกิดความมั่นคงในอาชีพ และรายได้

5. สังคม สร้างงานในชนบท ทำให้คนมีงานทำกระจายโรงงาน อุตสาหกรรมไปสู่ชนบท ประหยัดเงิน ลดเงินที่จะออกไปต่างประเทศ จากการที่จะต้องสั่ง ซื้อไม้ท่อน และวัตถุดิบ เยื่อกระดาษเข้าประเทศ ช่วยฟื้นฟูพื้นที่ป่าไม้ของชาติ โดยเฉพาะพื้นที่ป่าเศรษฐกิจ ได้มากขึ้น ตามเป้าหมายของรัฐบาล

แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีเรื่องการจำลองแบบปัญหา

ในยุคปัจจุบัน ปัญหาในการปฏิบัติงานมีความซับซ้อนมากขึ้น และมีส่วนของความไม่แน่นอนเข้ามาเกี่ยวข้องเสมอ เช่น ความไม่แน่นอนของความต้องการของลูกค้า ความไม่แน่นอนของเวลาในการขนส่ง ความไม่แน่นอนของเวลาในการให้บริการ ดังนั้นการจำลองจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อบริหารงานและจัดสรรทรัพยากรให้เหมาะสม และเป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมมากขึ้น เพราะสะดวกในการหาแนวทางปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบจริง ซึ่งมีโปรแกรมการจำลองบนคอมพิวเตอร์ให้เลือกใช้มากมาย ช่วยให้สามารถสร้างแบบจำลองง่ายขึ้น การจำลองเป็นศาสตร์ที่สนใจศึกษาพฤติกรรมของระบบผ่านแบบจำลองที่สร้างขึ้นตามสมมติฐาน ซึ่งแสดงออกในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สมการคณิตศาสตร์เงื่อนไข ตรรกะการทำงานของระบบ เมื่อแบบจำลองถูกสร้างขึ้นและผ่านการตรวจสอบความถูกต้องแล้ว แบบจำลองดังกล่าวสามารถนำไปใช้วิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ของระบบที่อาจ

เกิดขึ้นได้ หรือทดสอบการเปลี่ยนแปลงเพื่อปรับปรุงการทำงานของระบบ สำหรับงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้นำแบบจำลองเข้ามาช่วยในการออกแบบระบบก่อนการสร้างระบบจริง

วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร (2555) ได้ให้คำจำกัดความของแบบจำลองว่า แบบจำลองหมายถึงตัวแทนของวัตถุ ระบบ หรือแนวคิดลักษณะใดลักษณะหนึ่งแบบจำลองอาจนำไปใช้งานในหลายลักษณะดังนี้

1. เป็นเครื่องช่วยคิด (An Aid to Thought) เช่น แบบจำลองโครงข่าย (Network Model) ช่วยทำให้ผู้สร้างแบบจำลองได้มองเห็นว่าจะมีกิจกรรมอะไรที่ต้องทำบ้างและทำกิจกรรมอะไรก่อนหรือหลัง

2. เป็นเครื่องสื่อความหมาย (An Aid to Communication) แบบจำลองจะช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงานและช่วยให้สามารถอธิบายพฤติกรรม ปัญหา และการแก้ปัญหาของระบบงาน

3. เป็นเครื่องช่วยสอนและฝึกอบรม (Purpose of Training and Instruction) เช่น แบบจำลองเครื่องควบคุมการบิน ช่วยให้นักบินเข้าใจและคุ้นเคยกับระบบการควบคุมเครื่องบินจริงก่อนขึ้นฝึกบินจริง

4. เป็นเครื่องมือสำหรับการทำนาย (A Tool for Prediction) แบบจำลองช่วยให้เข้าใจพฤติกรรมของระบบงาน ผู้สร้างแบบจำลองจึงสามารถคาดคะเนหรือทำนายได้ว่าเมื่อมีเหตุการณ์ที่มีผลกระทบต่อองค์ประกอบของระบบเกิดขึ้นจะมีผลอะไรเกิดขึ้นในระบบ

5. เป็นเครื่องมือสำหรับการทดลอง (An Aid to Experimentation) โดยที่แบบจำลองเป็นสิ่งซึ่งสร้างขึ้นแทนระบบงานจริง กรณีที่ต้องการทดลองเงื่อนไขต่าง ๆ แต่ทำไม่ได้ก็จะนำเงื่อนไขนั้น ๆ มาทดลองกับแบบจำลองดูว่าจะให้ผลอย่างไร เพื่อการตัดสินใจว่าควรจะนำเงื่อนไขนั้นใช้ระบบงานจริงหรือไม่

กลไกสำคัญหนึ่งในการจำลองแบบปัญหาอยู่ที่แบบจำลอง การจะสร้างแบบจำลองได้ผู้สร้างต้องมีความเข้าใจในระบบงานจริงเป็นอย่างดี

การจำลองแบบปัญหาด้วยโปรแกรม Arena

โปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายสำหรับสร้างตัวแบบจำลองและดำเนินการทดลองไปกับตัวแบบจำลอง โดยตัวแบบจำลองจะถูกทำการทดสอบทางความคิดในคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และนำไปสู่แนวทางในการวิเคราะห์ปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena นิยามความหมายที่สำคัญในโปรแกรม Arena ดังนี้

- Entity คือ วัตถุที่ผู้สร้างสนใจให้เคลื่อนที่ไปในระบบ แล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะในระบบ เช่น ลูกค้าเข้ามาในร้านอาหาร วัตถุดิบเข้ามาในโรงงาน

- Attribute คือ คุณลักษณะประจำตัวของวัตถุ มีไว้เพื่อแสดงเอกลักษณ์ให้วัตถุ เช่น สี ชื่อ ส่วนสูง เพศ ชนิดของลูกค้า โดยวัถตุทุกตัวจะมีลักษณะติดตามตัวมาด้วยค่า (Value) ที่แตกต่างกัน

- Entity. Type โปรแกรม Arena จะระบุเลขจำนวนเต็มโดยอัตโนมัติลงไปให้แต่ละชนิดของวัตถุ ซึ่งวัตถุชนิดเดียวกันจะมีเลขค่าเดียวกัน

- Variable คือ ชื่อตัวแปรที่วัตถุทุกชนิดสามารถใช้ร่วมกันได้ ตัวแปรนี้จะเปลี่ยนค่าเมื่อวัตถุผ่านเข้าในหน่วยโมดูลที่ใส่สูตรตัวแปรไว้

- Resources คือ ทรัพยากรที่จะใช้ทำกิจกรรมร่วมกับวัตถุ ซึ่งวัตถุจะเรียกใช้ทรัพยากรนั้นได้เมื่อทรัพยากรนั้นว่าง (Seize Resource) และเมื่อทำกิจกรรมเสร็จสิ้นวัตถุนั้นจะปล่อยทรัพยากร (Release Resource) ให้ทรัพยากรนั้นว่าง เพื่อให้ทรัพยากรนั้นว่าง

- Queues คือ แถวคอยที่วัตถุใช้คอย เนื่องจากทรัพยากรไม่ว่างให้บริการ

- Event คือ เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะของระบบ เช่น การเข้ามา หรือการออกไปของลูกค้า

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลอง

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสำหรับผู้ใช้โดยทั่วไป สามารถแบ่งกระบวนการทำงานออกได้เป็น 12 ขั้นตอน ดังนี้

1. การกำหนดปัญหา (Problem Formulation)
2. การกำหนดวัตถุประสงค์และแผนการดำเนินงาน (Setting of Objectives and Overall Project Plan)
3. การสร้างแบบจำลองทางความคิด (Model Conceptualization)
4. การเก็บข้อมูล (Data Collection)
5. การสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม (Computer Model Building)
6. การตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Verification)
7. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของแบบจำลอง (Validation)
8. การออกแบบการทดลอง (Experimental Design)
9. การรายงานผลและวิเคราะห์ (Production Runs and Analysis)
10. การตรวจสอบจำนวนครั้งในการรัน (Number of Replication Analysis)
11. การทำเอกสารและรายงาน (Documentation and Reporting)
12. การนำไปใช้งานจริง (Implementation)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ความเหมาะสมในการใช้การจำลอง

Naylor et al.(1996) และ Shannon (1998) ได้กล่าวไว้ว่า ปัจจุบันมีภาษาในการสร้างแบบจำลอง (Simulation Model) ให้เลือกใช้มากมาย และประสิทธิภาพในการประมวลผลของเครื่องคอมพิวเตอร์ก็สูงขึ้นด้วย ทำให้การจำลองเป็นเครื่องมือที่ได้รับความนิยมและยอมรับในการวิจัยการดำเนินงานและการวิเคราะห์ระบบ ซึ่งการวิเคราะห์ระบบด้วยการจำลองนั้นจะเหมาะสมก็ต่อเมื่อ

- การจำลองนั้นช่วยในการศึกษาและทดลองระบบที่มีความซับซ้อน หรือมีความต้องการที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงของระบบแบบต่าง ๆ และผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับระบบ

- ความรู้ที่ได้จากการสร้างแบบจำลองสามารถนำไปใช้ในการปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยอาจเปลี่ยนข้อมูลนำเข้าของการจำลองและการสังเกตผลลัพธ์ ว่าปัจจัยใดมีผลต่อประสิทธิภาพของระบบ

- การจำลองช่วยเป็นเครื่องมือในการเรียนการสอนใช้ในการทดสอบการออกแบบตามนโยบายใหม่ ๆ ก่อนการนำมาใช้จริง

- การจำลองช่วยในการยืนยันคำตอบที่ได้จากการศึกษาเชิงวิเคราะห์ และช่วยให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้เรียนรู้ระบบไปด้วยในเวลาเดียวกัน

- ภาพเคลื่อนไหวสามารถแสดงการทำงานของระบบจริง ทำให้มองเห็น กระบวนการทำงานได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

- ระบบสมัยใหม่ของโรงงาน หรือ การให้บริการขององค์กร มีความซับซ้อนมากขึ้นและการกระทำระหว่างกันภายใน (Internal Interaction) จำเป็นต้องใช้แบบจำลองมาช่วยในการวิเคราะห์

Banks and Gibson (1997) ได้กล่าวถึงกฎ 10 ข้อ ในกรณีที่แบบจำลองไม่ควรนำมาประยุกต์ใช้

1. เมื่อปัญหาสามารถแก้ได้ด้วยการตัดสินใจแบบพื้น ๆ (Common Sense)
2. เมื่อสามารถหาคำตอบได้ด้วยการตัดสินใจเชิงวิเคราะห์
3. เมื่อการทดลองจริงมีค่าใช้จ่ายน้อยกว่าการสร้างแบบจำลอง ในระบบเล็ก ๆ ที่ไม่ซับซ้อนมากนัก การทดลองจริงสามารถทำได้ง่ายและไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มเติม ทำให้ไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายในการซื้อโปรแกรม หรือว่าจ้างที่ปรึกษาเพื่อสร้างแบบจำลอง
4. เมื่อค่าใช้จ่ายสูงกว่าผลประโยชน์ทางการเงินที่พึงได้ ในการปรับปรุงระบบที่ต้องการศึกษา บางครั้งระบบทำงานได้ดีอยู่แล้ว การปรับปรุงให้ดีขึ้นไปอีกทำได้ยาก ทำให้ผลประโยชน์ที่ได้รับน้อยกว่าค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

5. เมื่อไม่มีงบประมาณที่เพียงพอ โดยเฉพาะในกรณีที่บริษัทไม่มีผู้เชี่ยวชาญด้านการสร้างแบบจำลองและผู้บริหารไม่อนุมัติงบประมาณ

6. เมื่อมีเวลาดำเนินโครงการที่สั้นเกินไป เพราะการสร้างแบบจำลองที่ถูกต้องและสามารถนำมาใช้ได้จริงนั้นจำเป็นต้องใช้เวลา หากระยะเวลาที่ต้องทำให้เสร็จสั้นเกินไป ก็ไม่ควรนำการจำลองมาประยุกต์ใช้

7. เมื่อไม่เคยมีการเก็บข้อมูลไว้เลย ทำให้ประเมินความถูกต้องของข้อมูลได้ยาก

8. เมื่อทราบว่าจะไม่ได้รับความร่วมมือจากผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ปฏิบัติการของระบบที่ทำการศึกษา เพราะทำให้การสร้างแบบจำลองที่ถูกต้องเป็นไปได้ยาก เมื่อผู้จัดการระบบคาดหวังในสิ่งที่แบบจำลองไม่สามารถทำได้

9. เมื่อพฤติกรรมของระบบมีความซับซ้อนมากและไม่สามารถนิยามได้ ซึ่งในบางครั้งพฤติกรรมของคนมีความยุ่งยากเกินกว่าจะจำลองได้ นำมาซึ่งการตั้งสมมติฐานที่ไม่เหมือนจริง

ข้อดีข้อเสียของการจำลอง

Pegden et al. (1995) ได้กล่าวถึงการจำลองไว้ว่า การจำลองเป็นสิ่งที่บริษัทและโรงงานต่าง ๆ ให้ความสนใจมากขึ้นเพราะเป็นเครื่องมือที่สามารถเลียนแบบการทำงานของระบบจริง หรือสิ่งที่อาจเกิดขึ้นในช่วงการออกแบบระบบ เมื่อได้แบบจำลองที่สอดคล้องกับความเป็นจริงแล้ว การทดลองเพื่อปรับค่าปัจจัยที่เกี่ยวข้องในการปรับปรุงระบบก็ทำได้ง่าย และนำไปสู่การประยุกต์ใช้จริงต่อไป อย่างไรก็ดีการจำลองมีทั้งข้อดีและข้อเสีย โดยได้สรุปข้อดีและข้อเสียไว้ ดังนี้

ข้อดี

1. สามารถทดลองการใช้นโยบายใหม่ กระบวนการใหม่ การไหลของข้อมูล ขั้นตอนในการบริหารองค์กร และอื่น ๆ ได้ง่ายโดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของระบบจริง

2. สามารถทดสอบการออกแบบเครื่องมือ แผนผังโรงงาน และระบบการขนส่ง เพื่อหาผลลัพธ์ของการออกแบบใหม่ ก่อนจัดสรรทรัพยากรหรือเครื่องมือเพิ่มเติมให้กับระบบงานที่จะมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงจากการลงทุนที่ไม่คุ้มค่าและไม่จำเป็นต้องซื้ออุปกรณ์เครื่องมือมาทดสอบกับระบบจริงก่อน

3. สามารถทดสอบสมมติฐานต่าง ๆ ได้ง่าย เพื่อตรวจสอบความเป็นไปได้ของระบบ

4. สามารถขยายขอบเขตเวลาของการจำลองได้ง่าย

5. เข้าใจถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและปัจจัยต่าง ๆ ได้อย่างลึกซึ้ง เข้าใจว่าตัวแปรต่าง ๆ ในระบบงานส่งผลกระทบต่อกันและกันอย่างไร

6. เข้าใจถึงความสำคัญของตัวแปรและปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของระบบได้

7. วิเคราะห์หาจุดคับคั่งของงาน หรือคอขวด (Bottleneck) ในสายงานผลิต ระบบ

การขนส่งสินค้า และในระบบงานอื่น ๆ โดยวิเคราะห์จากข้อมูลของชิ้นงานที่กำลังผลิตอยู่ (Work - In - Process: WIP) จำนวนในแถวคอย และเวลารอคอย

8. ช่วยให้เข้าใจว่าระบบทำงานอย่างไรมากยิ่งขึ้น มากกว่าคิดว่าระบบควรทำงานอย่างไร

9. สามารถตอบคำถามต่าง ๆ ได้ (What - If Questions) ซึ่งมีประโยชน์อย่างมากในการออกแบบระบบใหม่

ข้อเสีย

1. สามารถทดลองการใช้นโยบายใหม่ กระบวนการใหม่ การไหลของข้อมูล ขั้นตอนในการบริหารองค์กร และผู้ใช้จำเป็นต้องได้รับการฝึกฝนเป็นพิเศษในการสร้างแบบ จำลอง ซึ่งขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่เลือก การสร้างแบบจำลองเป็นศิลปะอย่างหนึ่งที่ต้องใช้เวลาศึกษาและประสบการณ์ หากให้ผู้ใช้สองคนสร้างแบบจำลองของระบบเดียวกัน เป็นไปได้สูงที่แบบจำลองทั้งสองจะมีความคล้ายกัน แต่ในขณะเดียวกันก็เป็นไปได้ยากที่แบบจำลองจะออกมาเหมือนกันทุกประการ

2. ในบางครั้ง การตีความผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองทำได้ยาก เพราะผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองเป็นตัวแปรสุ่มซึ่งขึ้นอยู่กับตัวแปรสุ่มนำเข้า ซึ่งยากที่จะบอกว่าผลลัพธ์ที่ได้เกิดจากระบบงานจริง หรือเกิดจากการสุ่มตัวเลข ทำให้มีโอกาสที่ได้ผลลัพธ์ที่ผิดพลาด

3. การสร้างและวิเคราะห์แบบจำลองที่ดีใช้เวลาและค่าใช้จ่ายจำนวนมากรวมทั้งต้องอาศัยความรู้ความชำนาญ และความเข้าใจในตัวระบบงานที่ซับซ้อนเป็นอย่างสูงของผู้สร้างแบบจำลอง หากไม่ลงทุนกับบุคลากรและให้เวลาที่เพียงพอ อาจส่งผลเสียต่อแบบจำลองที่สร้างขึ้น ทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ไม่ได้รับความน่าเชื่อถือ

4. สำหรับปัญหาที่สามารถหาคำตอบได้ด้วยเครื่องมือเชิงวิเคราะห์ หรือเครื่องมือที่สามารถหาคำตอบได้อยู่แล้ว การจำลองปัญหาดังกล่าวไม่มีความจำเป็นอีกต่อไป

5. ข้อมูลที่ได้อาจไม่มีความแม่นยำและไม่สามารถวัดขนาดของความแม่นยำได้ แม้จะมีการวัดความไวของข้อมูลเหล่านั้น ก็ไม่สามารถทำให้ข้อเสียนี้หายไปได้

การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้า (Input Analyzer)

รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ (2553) ได้ให้ความเห็นว่า การสร้างแบบจำลองนั้นจำเป็นต้องมีการนำข้อมูลรับเข้าใส่ให้กับระบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบ เช่น ถ้าต้องการศึกษาระบบแถวคอยของร้านสะดวกซื้อ ข้อมูลรับเข้า คือ ช่วงเวลาห่างของการมาถึงของลูกค้า ข้อมูลเวลาในการให้บริการ และจำนวนผู้ให้บริการ หรือถ้าต้องการศึกษาระบบสินค้าคงคลัง ข้อมูลรับเข้า คือ ปริมาณความต้องการสินค้า ช่วงเวลาการสั่งซื้อ และจุดสั่งซื้อ ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่มีค่าไม่แน่นอน และเป็นข้อมูลที่อยู่ในรูปของการแจกแจง การวิเคราะห์ข้อมูลรับเข้าจึงมีความสำคัญกับ

แบบจำลองเป็นอย่างมาก เพราะถ้าใส่รูปแบบการแจกแจงที่ไม่ถูกต้องให้กับระบบ ผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองก็จะไม่ถูกต้องตามไปด้วย

การแจกแจงความน่าจะเป็นของข้อมูลนำเข้า

วุฒิชัย วงษ์ทัศนีย์กร (2555) ได้กล่าวไว้ว่า ในการจำลองระบบจริงนั้น ข้อมูลแต่ละประเภทที่ใช้ต้องมีข้อมูลที่ไม่แน่นอน ไม่มากก็น้อย สิ่งที่ขาดไม่ได้ในการสร้างแบบจำลอง คือ ข้อมูลที่มีค่าไม่แน่นอน หรือ ข้อมูลนำเข้าแบบสุ่ม เช่น เวลาระหว่างการเข้ามารับบริการของลูกค้า ปริมาณความต้องการ หรือ เวลาการให้บริการ ซึ่งตัวที่ใช้ในการระบุว่าข้อมูลสุ่มดังกล่าวมีการแจกแจงแบบใด คือ การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบต่าง ๆ

วิธีทดสอบสมมติฐานการแจกแจงตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูล

การแจกแจงของข้อมูลนั้นจะเป็นตัวแทนที่เหมาะสมของข้อมูลหรือไม่ ต้องมีการตรวจสอบค่า P - Value ว่ามีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ (Significance Level) หรือไม่โดยโปรแกรม Arena มีวิธีทดสอบสมมติฐานการแจกแจงตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูล 2 วิธี คือ

1. วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ - สเมียร์นอฟ (Kolmogorov - Smirnov Test) ใช้ทดสอบกรณีข้อมูลมีน้อยกว่า 50 ข้อมูล

2. วิธีการทดสอบไคสแควร์ (Chi - Square Test) ใช้ทดสอบกรณีข้อมูลมีอย่างน้อย 50 ข้อมูล

จากการตั้งสมมุติฐานที่ว่า

H0: ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H1: ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

เมื่อมีการทดสอบสมมุติฐานทางสถิติ จะต้องมีการตัดสินใจว่า จะปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ตั้งเอาไว้ได้หรือไม่ ถ้าค่า P - Value ที่ได้จากการทดสอบมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (α) จะไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลัก H0 ได้ แสดงว่าข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ แต่ถ้าค่า P - Value ที่ต้องการทดสอบน้อยกว่าหรือเท่ากับค่าระดับนัยสำคัญ (α) ก็จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H0 แสดงว่าข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ ดังนั้นจะต้องมีการตั้งสมมุติฐานและตรวจสอบค่า P - Value ทุกครั้ง ก่อนนำการแจกแจงที่ได้ไปเป็นตัวแทนของข้อมูล เพื่อใช้เป็นตัวแทนข้อมูลนำเข้าให้กับตัวแบบจำลองต่อไป

การแจกแจงของข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ

1. การแจกแจงแบบเอกรูปต่อเนื่อง (Continuous Uniform Distribution)

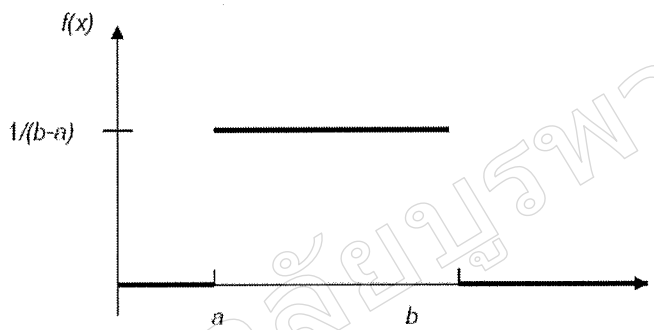
Uniform Unif (a, b) หรือ U (a, b)

การใช้งาน ใช้สำหรับโมเดลเริ่มต้นในกรณีที่มีการคาดการณ์ว่าข้อมูลจะอยู่ในช่วงระหว่างสองข้อมูลในกรณีที่ไม่ทราบข้อมูลจริงแน่นอนใช้ในการสร้างตัวแปรสุ่มแบบอื่น ๆ

พารามิเตอร์ a และ b เป็นจำนวนจริง โดยที่ a < b

a เป็นพารามิเตอร์ทางตำแหน่ง (Location Parameter)

b - a เป็นพารามิเตอร์ทางสเกล (Scale Parameter)



ภาพที่ 2-2 กราฟ p.d.f. ของ U (a, b) Distribution

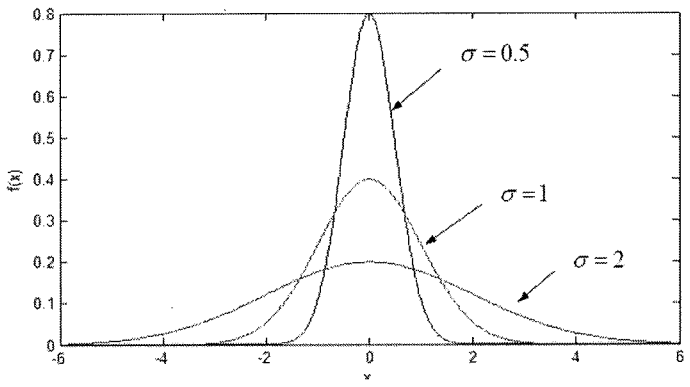
2. การแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution)

Normal N (μ, σ^2)

การใช้งาน ค่าความผิดพลาดของกระบวนการ ค่าผลรวมของของข้อมูลอื่น (ตาม Central Limit Theorem)

พารามิเตอร์ μ เป็น Location Parameter ε ($-\alpha$, α)

σ เป็น Scale Parameter



ภาพที่ 2-3 กราฟ p.d.f. ของ N (0, σ) Distribution

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

3. การแจกแจงแบบแกมมา (Gamma Distribution)

Gamma Gamma (α, β)

มีขอบเขตด้านล่าง (Lower Bound) โดยที่ 0 และไม่จำเป็นต้องเป็นจำนวนเต็ม สามารถแบ่งได้เป็น 3 กรณี

3.1 สำหรับ 1 จะมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล โดยความน่าจะเป็นจะเริ่มจากค่าคงที่สำหรับค่าต่ำสุดของ x และมีค่าลดลงเมื่อ x มีค่าเพิ่มขึ้น

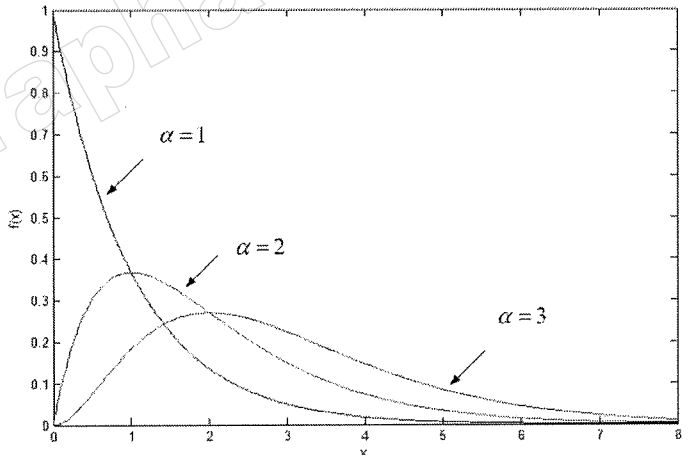
3.2 สำหรับ 1 ความน่าจะเป็นจะมีค่าเข้าใกล้ สำหรับค่าต่ำสุดของ x และมีค่าลดลงเมื่อ x มีค่าเพิ่มขึ้น

3.3 สำหรับ 1 ความน่าจะเป็นจะมีค่าเท่ากับศูนย์สำหรับค่าต่ำสุดของ x และมีค่าเพิ่มขึ้นจนถึงจุด ๆ หนึ่ง และลดลงหาศูนย์อีกครั้งหนึ่ง โดยขึ้นอยู่กับค่า α และ β

การใช้งาน มีความยืดหยุ่นสูง ใช้กับตัวแปรสุ่มที่เป็น Non - Negative สามารถเลื่อน (Shift) ออกไปจากค่า 0 โดยการบวกด้วยค่าคงที่ ใช้สำหรับเวลาในกระบวนการใด ๆ เช่น เวลาในการให้บริการ เวลาในการซ่อมเครื่องจักร ช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ (Product Lifetime) เวลานำ (Lead Time) และเวลาระหว่างการเข้า (Johnson et al. 1994, pp. 343, Shooman, 1990)

พารามิเตอร์ α เป็น Shape Parameter

β เป็น Scale Parameter



ภาพที่ 2-4 กราฟ p.d.f. Gamma (α, 1) Function

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

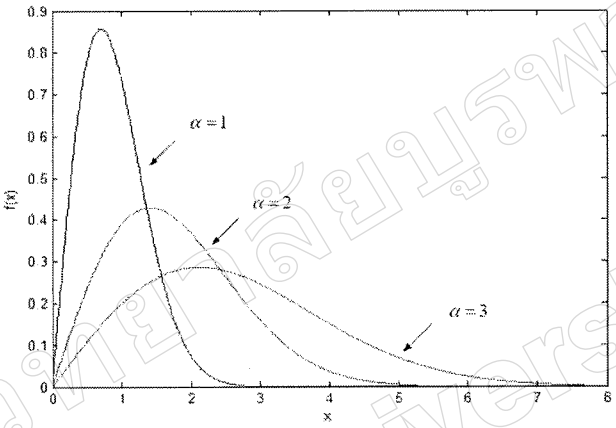
4. การแจกแจงแบบไวบุลล์ (Weibull Distribution)

Weibull Weibull (α, β) เป็นการแจกแจงที่มีขอบเขตด้านล่าง

การใช้งาน เวลาในกระบวนการใด ๆ เช่น เวลาในการให้บริการหรือเวลาในการซ่อมเครื่องจักรใช้ในการสร้างโมเดลเริ่มต้นในกรณีที่ไม่มีข้อมูลจริงมีขอบเขตด้านล่าง

พารามิเตอร์ α เป็น Shape Parameter

β เป็น Scale Parameter



ภาพที่ 2-5 กราฟ p.d.f. ของ Weibull (α, 1) Distribution

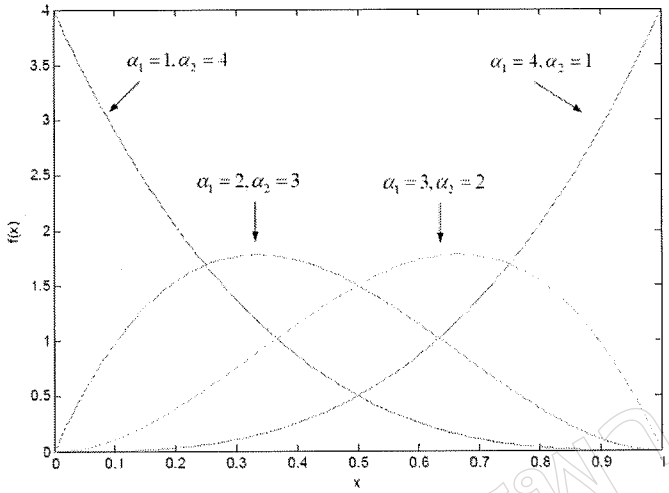
5. การแจกแจงแบบบีตา (Beta Distribution)

Beta Beta (α_1, α_2) มีขอบเขตทั้งด้านบนและด้านล่าง (Lower Bound and Upper Bound) หาก α_1, α_2 = 1 จะมีคุณสมบัติเหมือน Uniform Distribution

การใช้งาน มีความยืดหยุ่นสูง ใช้กับตัวแปรสุ่มที่มีขอบเขตบนหรือล่าง สามารถเลื่อน (Shift) ออกไปจากค่า 0 โดยการบวกด้วยค่าคงที่ หรือสามารถมีช่วงข้อมูล (Range) ที่ใหญ่กว่า [0, 1] โดยการคูณด้วยค่าคงที่นอกไปจากนี้สามารถใช้แทนในกรณีที่ไม่มีข้อมูลจริงได้

พารามิเตอร์ α_1, α_2 เป็น Shape Parameter โดยที่ α_1, $\alpha_2 > 0$

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2-6 กราฟ p.d.f. ของ Beta (α_1, α_2) Distribution

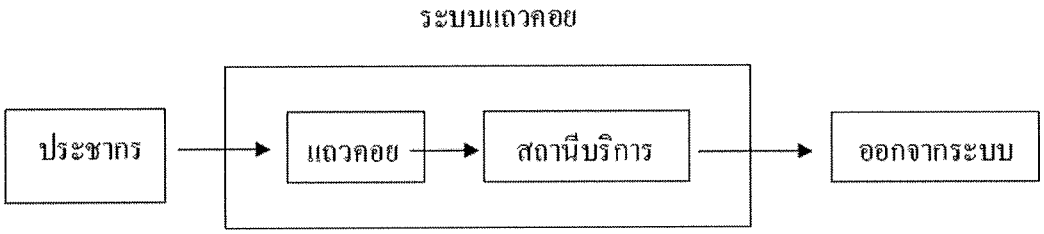
ทฤษฎีแถวคอย (Queuing theory)

สมเจต ศุภรังสรรค์ (2555) ได้ถึงทฤษฎีแถวคอยหรือทฤษฎีคิวอิ้ง (Queueing Theory) มีชื่อที่มาจากการวิเคราะห์การรอคอยของผู้ใช้บริการหรือลูกค้า (Customer) ที่มาใช้บริการจากผู้ให้บริการ (Server) โดยมีการตั้งเป็นโมเดลทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้วิเคราะห์ระบบของการให้บริการ ทำให้ทราบข้อมูลเพื่อนาไปปรับปรุงการให้บริการต่อไปได้ เช่น สามารถคำนวณได้ว่าจะมีลูกค้าโดยเฉลี่ยกี่คนที่เข้าคิวรอรับการบริการอยู่ มีลูกค้าโดยเฉลี่ยอยู่กี่คนในระบบ หรือเวลาโดยเฉลี่ยที่ลูกค้าต้องรอคอยเพื่อให้ได้รับบริการจากผู้ให้บริการ เป็นต้น ทั้งนี้โมเดลทางคณิตศาสตร์นี้ถูกเรียกว่าคิวอิ้งโมเดล (Queueing Model) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์พฤติกรรมของระบบที่มีแถวคอย คิวอิ้งโมเดลมีอยู่ด้วยกันหลายโมเดลตั้งแต่โมเดลอย่างง่ายไปจนถึงแบบซับซ้อนอันเนื่องมาจากปัจจัยหรือองค์ประกอบของระบบที่ใช้วิเคราะห์ที่เพิ่มขึ้นมา

องค์ประกอบพื้นฐานในระบบแถวคอย

ในระบบแถวคอยโดยทั่วไปนั้น มีลักษณะหรือโครงสร้างของระบบที่สำคัญเหมือน ๆ กันเช่นลูกค้าที่มารับบริการ รูปแบบของแถวคอย และสถานีบริการ ดังแสดงในภาพที่ 2-7

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 2-7 โครงสร้างระบบแถวคอย

ในการพิจารณาถึงองค์ประกอบพื้นฐานของระบบแถวคอยนั้น นอกเหนือจากโครงสร้างโดยทั่วไปแล้ว อาจจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นที่มีผลกระทบต่อระบบการรอคอย ดังนี้

1. การมาของลูกค้า

โดยปกติแล้วการมาของลูกค้าเป็นสิ่งที่ไม่แน่นอน และเป็นการยากที่จะบอกว่าลูกค้าจะมาถึงเวลาใด และมีจำนวนเท่าใด ดังนั้นการกล่าวถึงการมาของลูกค้าจะเป็นแบบของการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนลูกค้าที่เข้ามารับบริการในช่วงเวลาหนึ่ง หรือการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาระหว่างการมาของลูกค้า

2. ระยะเวลาการให้บริการ

ระยะเวลาในการให้บริการกับลูกค้าก็เป็นสิ่งที่ไม่แน่นอนอีกเช่นกัน เพราะโดยทั่วไปนั้นลูกค้าแต่ละรายจะใช้เวลาในการรับบริการไม่เท่ากัน อย่างไรก็ตามอาจกล่าวได้ในรูปแบบของการแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาในการให้บริการ หรือการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนลูกค้าที่เสร็จจากการรับบริการในช่วงเวลาหนึ่ง

3. สถานีบริการ

คำว่า "สถานีบริการ" โดยทั่วไปนั้นประกอบไปด้วยรูปแบบของแถวคอย และจำนวนผู้ให้บริการ ดังนั้นการจัดการทางด้านสถานีบริการจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมาก เพราะจะมีผลกระทบต่อการรอคอยของลูกค้าโดยตรง การจัดรูปแบบของแถวคอยให้เหมาะสม อาจขึ้นอยู่กับ สถานที่ให้บริการประเภทของลูกค้า หรือสภาพแวดล้อมอื่น ๆ ส่วนการกำหนดจำนวนผู้ให้บริการให้เหมาะสมอาจขึ้นอยู่กับ อัตราการมาของลูกค้า ระยะเวลาในการให้บริการลูกค้า หรือแม้กระทั่งรูปแบบของแถวคอย

4. เกณฑ์การให้บริการ

ในระบบของแถวคอย จำเป็นต้องมีเกณฑ์ในการให้บริการกับลูกค้า ยกตัวอย่างเช่น "มาก่อนได้รับบริการก่อน" (First Come First Served) หรือ "มาทีหลังได้รับบริการก่อน" (Last Come First Served) หรือการให้บริการอย่างสุ่ม (Service in Random Order) หรือการให้บริการเป็นกรณี

พิเศษกับลูกค้าที่มีสิทธิพิเศษ (Priority) เป็นต้น แต่ทั้งนี้การให้บริการด้วยเกณฑ์ใดนั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และองค์ประกอบอีกหลาย ๆ อย่างของระบบ

5. จำนวนลูกค้าที่มีได้ในระบบแถวคอย

ในบางระบบของแถวคอย จำนวนลูกค้าที่มีได้ในระบบ (ในที่นี้หมายถึงจำนวนลูกค้าที่อยู่ในแถวคอย กับจำนวนลูกค้าที่กำลังรับบริการ) อาจมีจำนวนจำกัด หรือไม่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อจำกัดของสถานที่ หรือข้อจำกัดทางด้านอื่น ๆ

6. ประชากรหรือแหล่งลูกค้า

ประชากรหรือแหล่งลูกค้า นับเป็นองค์ประกอบเบื้องต้นของระบบแถวคอย ซึ่งมีทั้งที่เป็นแบบมีจำนวนจำกัด และไม่จำกัด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับแต่ละระบบแถวคอยว่าเป็นแบบใด

7. ลักษณะของลูกค้า

ในข้อนี้หมายถึงลักษณะนิสัยของลูกค้าในการมารับบริการ เช่นลูกค้าที่ชอบมาเป็นกลุ่ม หรือลูกค้าที่เมื่อมาถึงระบบแถวคอย และเห็นว่าแถวคอยยาวเกินไปจึงไม่เข้าแถวคอย (Balking) หรือลูกค้าอาจเข้าแถวคอยเป็นระยะเวลาหนึ่ง แล้วไม่อยากรอต่อไปจึงออกจากแถวคอย (Reneging) หรือลูกค้าเข้าแถวคอยแถวหนึ่ง แล้วเห็นว่าแถวคอยอีกแถวหนึ่งสั้นกว่า จึงเปลี่ยนแถวคอย (Jockeying) เป็นต้น ลักษณะดังกล่าวทำให้การวิเคราะห์ตัวแบบระบบแถวคอยมีความยุ่งยาก และซับซ้อน ซึ่งในที่นี้จะไม่นำมาพิจารณาหรือวิเคราะห์ในตัวระบบแถวคอย

ตัวแบบของระบบแถวคอย เป็นตัวแบบที่ขึ้นอยู่กับจำนวนลูกค้าที่อยู่ในระบบ

ให้ n = จำนวนลูกค้าในระบบ

λ_n = อัตราการมาของลูกค้า เมื่อมีลูกค้า n คนในระบบ

μ_n = อัตราการเสร็จจากการบริการของลูกค้า เมื่อมีลูกค้า n คนในระบบ

P_n = ความน่าจะเป็นที่มีลูกค้า n คนในระบบ เมื่ออยู่ภายใต้เงื่อนไขสภาวะคงตัว

ในการคำนวณหาตัววัดการดำเนินงานของระบบแถวคอย เช่น ความยาวเฉลี่ยของแถวคอย (Average Queue Length) เวลารอคอยโดยเฉลี่ย (Average Waiting Time) และค่าเฉลี่ยของการใช้สอย (Average Utilization Facility) สามารถคำนวณได้จากความน่าจะเป็น P_n ดังกล่าว ซึ่งเป็นฟังก์ชันของ λ_n และ μ_n

การกล่าวถึงรายละเอียดต่าง ๆ ในตัวแบบระบบแถวคอยที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป ไม่ว่าจะเป็นลักษณะการแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนลูกค้าที่มารับบริการ การแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาในการรับบริการ จำนวนผู้ให้บริการ เกณฑ์การให้บริการ จำนวนลูกค้าที่มีได้ ในระบบ หรือแม้กระทั่งแหล่งลูกค้า นิยมใช้สัญลักษณ์ที่ประกอบด้วยรูปแบบ ดังนี้

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

โดยที่ a หมายถึง การแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนลูกค้าที่มารับบริการ

b หมายถึง การแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาในการให้บริการ

c หมายถึง จำนวนผู้ให้บริการ (c = 1, 2, 3, ...)

d หมายถึง เกณฑ์การให้บริการ

e หมายถึง จำนวนลูกค้าที่มากที่สุดในระบบแถวคอย

f หมายถึง แหล่งลูกค้า

สัญลักษณ์ดังกล่าว ผู้ที่คิดเป็นคนแรก คือ D.G. Kendall คิดขึ้นในปี ค.ศ.1953 ในรูปแบบ (a/ b/ c) และต่อมาในปี ค.ศ.1966 A.M. Lee ได้เพิ่มเติมสัญลักษณ์เข้าไปจากเดิมอีกสองตำแหน่ง คือ ในตำแหน่ง d และ e และหลังจากนั้น H.A. Taha ได้เพิ่มสัญลักษณ์ในตำแหน่ง f เข้าไปดังรูปแบบข้างต้น

สำหรับสัญลักษณ์ที่ใช้ ในตำแหน่งของ a และ b อาจเป็น ดังนี้

M หมายถึง การแจกแจงความน่าจะเป็นของจำนวนลูกค้าที่มารับบริการ หรือเสร็จจากการรับบริการเป็นแบบปัวซอง หรือ การแจกแจงความน่าจะเป็นของระยะเวลาระหว่างการมารับบริการของลูกค้า หรือระยะเวลาการรับบริการเป็นแบบเอ็กซ์โป เนนเชียล

D หมายถึง ระยะเวลาระหว่างการมาของลูกค้า หรือระยะเวลาการรับบริการมีค่าคงที่หรือทราบค่าได้ (Constant or Deterministic)

Ek หมายถึง ระยะเวลาระหว่างการมาของลูกค้า หรือระยะเวลาการรับบริการมีการแจกแจงแบบแอร์แลง (Erlangian Distribution)

GI หมายถึง ระยะเวลาระหว่างการมาของลูกค้ามีการแจกแจงแบบทั่วไป (General Distribution of Inter - Arrival Time)

G หมายถึง ระยะเวลาการรับบริการของลูกค้ามีการแจกแจงเป็นแบบทั่วไป (General Distribution of Service Time)

สำหรับในตำแหน่งของ d อาจเป็น

FCFS หมายถึง เกณฑ์การให้บริการเป็นแบบ มาก่อนได้รับบริการก่อน

LCFS หมายถึง เกณฑ์การให้บริการเป็นแบบ มาทีหลังได้รับบริการก่อน

SIRO หมายถึง เกณฑ์การให้บริการเป็นแบบสุ่ม

GD หมายถึง เกณฑ์การให้บริการเป็นแบบทั่วไป (General Discipline)

ในการกล่าวถึงตัวแบบของระบบแถวคอยว่ามีการดำเนินงานเป็นอย่างไรนั้น จำเป็นที่ต้องมีตัววัด ซึ่งตัววัดที่นิยมใช้คือ

Ls = จำนวนลูกค้าในระบบแถวคอยโดยเฉลี่ย

Lq = จำนวนลูกค้าในแถวคอยโดยเฉลี่ย

Ws = ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในระบบแถวคอยโดยเฉลี่ย

Wq = ระยะเวลาที่ลูกค้าอยู่ในแถวคอยโดยเฉลี่ย

โดยที่ Ls และ Lq คำนวณได้จากสูตร

$$L_s = \sum_{n=1}^{\infty} n P_n \text{ และ } L_q = \sum_{n=c+1}^{\infty} (n-c) P_n$$

และถ้า n ซึ่งเป็นอัตราการมาของลูกค้าเมื่อมีลูกค้าในระบบ n คนนั้นมีค่าคงที่ทุกค่า n กล่าวคือ $\lambda n = \lambda$ สำหรับ n = 0, 1, 2, … จะได้ว่า $Ws = Ls/\lambda$ ซึ่งเรียกว่าสูตรของลิทเทิล (Little's Formula) ทั้งนี้ John D.C. Little ได้ทำการพิสูจน์ความสัมพันธ์ดังกล่าว และจากการพิสูจน์นั้นยังสามารถทำให้พิสูจน์ได้ว่า $Wq = Lq/\lambda$

นอกจากนี้ กรณีที่ n มีค่าไม่คงที่ถ้าให้ m เป็นค่าเฉลี่ยของอัตราการมาของลูกค้า จะได้

$$\lambda_m = \sum_{n=0}^{\infty} \lambda_n P_n \text{ และจะได้ } W_s = L_s/\lambda_m \text{ และ } W_q = L_q/\lambda_m$$

และถ้า n ซึ่งเป็นอัตราการให้บริการกับลูกค้าเมื่อมีลูกค้าในระบบ n คนนั้นมีค่าคงที่ทุกค่า n กล่าวคือ $\mu n = \mu$ สำหรับ n = 1, 2, 3, … จะได้ว่า $Ws = Wq + 1/\mu$ และ $Ls = Lq + \lambda/\mu$

ตัวอย่างตัวแบบแถวคอย

ตัวแบบแถวคอยที่มีผู้ให้บริการคนเดียว (Single - Server Models)

ตัวแบบแถวคอย (M/ M/ 1): (GD/ α/ α)

ในตัวแบบนี้ จำนวนลูกค้าที่มีได้ในระบบไม่จำกัด และลูกค้ามาถึงระบบด้วยอัตรา $\lambda n=\lambda$ สำหรับn=0, 1, 2, .. และอัตราการให้บริการเท่ากับ $\mu n = \mu$ สำหรับ n=1, 2, 3, …

ถ้าให้ $p = \lambda/\mu$ จะได้ว่า $Pn = p^n P_0$, n = 0, 1, 2, …

เนื่องจาก $P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + \ldots = 1$

$P_0 + p P_0 + p^2 P_0 + p^3 P_0 + \ldots = 1$

นั่นคือ $P_0 [1/ (1- p)] = 1$

หรือ $P_0 = 1 - p, p < 1$

และจะได้ว่า $Pn = (1 - p) p^n, n = 1, 2, 3, \ldots$

ส่วนตัววัดการดำเนินงานของแถวคอยคำนวณได้ดังนี้

$$L_s = \sum_{n=1}^{\infty} n P_n = \rho/(1 - \rho)$$

$$L_q = \sum_{n=c+1}^{\infty} (n-c) P_n = \rho^2/(1 - \rho)$$

$$W_s = L_s/\lambda = 1/\mu (1 - \rho) = 1/(\mu - \lambda)$$

$$W_q = L_q/\lambda = \rho/\mu (1 - \rho)$$

ตัวแบบแถวคอยที่มีผู้ให้บริการหลายคน (Multiple - Server Models)

ตัวแบบแถวคอย (M/ M/ c): (GD/ α/ α)

ในตัวแบบนี้มีผู้ให้บริการ c คน โดยที่ $c > 1$ ผู้ให้บริการทั้ง c คนนี้ให้บริการเป็นอิสระต่อกันและเวลาที่ใช้ในการแจกแจงการให้บริการเป็นแบบเดียวกัน

และในที่นี้ λn $= \lambda$ สำหรับ $n = 0, 1, 2, \ldots$

ส่วน μn $= n\mu$, $n = 1, 2, 3, \ldots, c - 1$

$= c\mu$, $n = c, c + 1, c + 2, \ldots$

ถ้าให้ $p = \lambda/ \mu$ จะได้ว่า

$$P_n = \frac{\rho^n P_0}{n!}, \quad n = 0, 1, 2, \ldots, c - 1$$

$$= \frac{\rho^n c^{n-c} P_0}{c!}, \quad n = c, c + 1, c + 2, \ldots$$

เนื่องจาก $P_0 + P_1 + P_2 + P_3 + \ldots = 1$

$$\sum_{n=1}^{c-1} \frac{\rho^n P_0}{n!} + \sum_{n=c}^{\infty} \frac{\rho^n C^{n-c} P_0}{c!} = 1$$

หรือ $P_0 = 1 - p, p < 1$

และจะได้ว่า $Pn = (1 - p)\, p^n$, $n = 1, 2, 3, \ldots$

ส่วนตัววัดการดำเนินงานของแถวคอยคำนวณได้ ดังนี้

$$L_q = \sum_{n=c+1}^{\infty} (n - c) P_n$$

$$= P_0 \rho^{c+1} / (c - 1)!(c - \rho)^2$$

เมื่อสามารถหาค่าของ Lq ได้ ค่าของ Ls จะหาได้จาก $Ls = Lq + \lambda / \mu$ ส่วนค่าของ Ws และ Wq จะคำนวณจากสูตรของลิทเทิล

ระบบแถวคอย เป็นระบบที่มีความสำคัญมาก ๆ ระบบหนึ่งที่ได้มีการสร้างตัวแบบเพื่อนำไปประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะระบบแถวคอยนี้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการให้บริการต่าง ๆ ขององค์กร การจัดการระบบแถวคอย ตั้งแต่รูปแบบของแถวคอย จำนวนผู้ให้บริการ และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งนำผลไปสู่ความสะดวกรวดเร็ว จะเป็นการสร้างความพึงพอใจให้กับลูกค้าที่มารับบริการ และเป็นการเสริมสร้างคุณภาพชีวิตซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อลูกค้า สำหรับองค์กรผลตอบแทนที่ได้รับคือ จำนวนลูกค้าที่มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น

อย่างไรก็ตามตัวแบบระบบแถวคอยที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนั้น เป็นแค่เพียงส่วนหนึ่งของตัวแบบแถวคอยที่ได้พัฒนาขึ้นมาอย่างที่ยังไม่ได้มีความซับซ้อนมากเท่าใดนัก ซึ่งทำให้เทคนิควิธีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกนำไปใช้ในการหาคำตอบของตัวแบบได้ ในตัวแบบที่มีความซับซ้อนมากขึ้นอาจต้องใช้เทคนิควิธีทางด้านคอมพิวเตอร์ และเทคนิคทางด้านการจำลอง (Simulation) ไปช่วยตั้งแต่การสร้างตัวแบบ การวิเคราะห์ตัวแบบ ตลอดจนการหาคำตอบของตัวแบบ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พงศ์เทพ ปฐมนุพงศ์ (2537) ได้สร้างรูปแบบการให้บริการของท่าเทียบเรือ และสร้างฐานข้อมูล พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อวิเคราะห์การจัดลำดับการเข้าเทียบท่า โดยการใช้โปรแกรม Foxbase สร้างฐานข้อมูลและประมวลผล ใช้ทฤษฎีการจับคู่ ด้วยการสร้างแบบ จำลองการขอจองเข้าเทียบท่าของเรือ พบว่าการจัดให้เรือเข้าเทียบท่าโดยใช้ทฤษฎีนี้สามารถลดเวลารอคอยลง จึงเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพของการให้บริการของท่าเรือ

ดนุสรณ์ มงคลรัตน์ (2552) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างแบบจำลองสถานการณ์สำหรับการจัดคิวรถบรรทุก กรณีศึกษาโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าใช้โปรแกรม Area มาช่วยในการ

สร้างแบบจำลองสถานการณ์และทำการทดลอง พร้อมกับเปรียบเทียบผลที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ถ้ามีการสร้างโรงงานผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งโรงเพื่อให้สามารถปรับปรุงระบบการลำเลียงขี้เถ้าถ่านหินให้มีประสิทธิภาพและสามารถรองรับความต้องการในการลำเลียงขี้เถ้าถ่านหินในช่วงเวลาปกติและช่วงเวลาที่มีประมาณมากได้ ผลการวิจัยพบว่า การเปรียบเทียบระหว่างการเพิ่มจำนวน Dock และการเพิ่มอัตราการไหลของขี้เถ้านั้น การเพิ่มอัตราการไหลสามารถลดจำนวนรถบรรทุกที่จอดรถอยู่หน้าโรงงานโดยเฉลี่ยได้มากกว่าการเพิ่มจำนวน Dock อย่างเห็นได้ชัดเจน

วิมลวรรณ ปัทมรัตน์ (2545) ได้เปรียบเทียบระบบการให้บริการลูกค้าระหว่างระบบเดิมกับระบบใหม่ และวิเคราะห์ระบบแถวคอยในการให้บริการลูกค้าของที่ทำการไปรษณีย์โทรเลข โดยการสร้างโปรแกรมจำลองแบบ เพื่อหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบการทำงานโดยพิจารณาอัตราการเข้ารับบริการเฉลี่ย

กรัณย์ กันพ้นภัย (2547) นำเสนอวิธีการจัดรูปแบบการขนส่งหินปูน ในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์ โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นและระบบแถวคอย ผลการวิจัยพบว่า ต้นทุนในการปฏิบัติงานของรูปแบบที่ได้จากโปรแกรมมีต้นทุนในการปฏิบัติงานต่ำกว่ารูปแบบเดิม ในงานวิจัยเรื่อง การจัดรูปแบบการขนส่งหินปูนในกระบวนการผลิตปูนซีเมนต์โดยใช้การโปรแกรมเชิงเส้นตรงและระบบแถวคอย งานวิจัยนี้

ศักดิ์ชาย รักการ (2543) ทำการศึกษาเกี่ยวกับปัญหาแถวคอย และนำเสนอวิธีการแก้ปัญหาแถวคอย M/ M/ C ในกระบวนการผลิต โดยให้มีต้นทุนการให้บริการต่ำสุด ในงานวิจัยเรื่องการออกแบบพารามิเตอร์ที่เหมาะสมของระบบแถวคอย M/ M/ c ผลที่ได้จากการวิจัยคือสามารถลดต้นทุนในการให้บริการ

ณรงค์ ชวนชิต (2549) ได้ทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของวิธีการจัดการแถวคอยในเครือข่าย MPLS และเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการจัดการแถวคอย ในเครือข่าย MPLS โดยการปรับเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เพื่อให้เห็นถึงประสิทธิภาพและข้อแตกต่างของการจัดการแถวคอยแต่ละแบบ ผลที่ได้จากการศึกษาสามารถนำไปปรับปรุงการทำงานของการจัดการแถวคอย รวมทั้งนำมาใช้เป็นประเด็นในการตัดสินใจเลือกใช้การจัดการแถวคอยในเครือข่าย MPLS ที่สร้าง LSP ด้วยโพรโทคอล LDP

สุวภัทร รักเสรี (2552) ได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงระยะเวลาการดำเนินการของผู้ส่งมอบ โรงงาน ลูกค้า และการปรับปรุงประสิทธิภาพการดำเนินการด้านห่วงโซ่อุปทานของโรงงานอาหารสัตว์ ด้วยการปรับปรุงโครงสร้างการทำงานของผู้ประกอบการ ด้วยการใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยโปรแกรม ARENA 11 มาเป็นเครื่องมือในการปรับปรุง

ผลการวิจัยพบว่า ถ้าผู้ประกอบการปรับโครงสร้างการทำงานใหม่ตามแนวทางการปฏิบัติที่เป็นเลิศ จะทำให้ระยะเวลาในการทำงานของผู้ส่งมอบมันเส้นใช้เวลาลดลง

รภัส มัชฌิมานนท์ (2551) ได้วิจัยเรื่องการวิเคราะห์การจัดการโซ่อุปทานของผู้ประกอบการลำไยสดด้วยการวิเคราะห์สายธารคุณค่าในจังหวัดเชียงใหม่ และลำพูน และได้นำเสนอแนวทางการปรับปรุงระยะเวลาการดำเนินการของพ่อค้ารวบรวม ปรับปรุงโครงสร้างการทำงานของผู้ประกอบการจากแนวทางการปฏิบัติที่เป็นเลิศ โดยใช้เทคนิคการจำลองสถานการณ์โปรแกรม ARENA 10.0 มาเป็นเครื่องมือในการปรับปรุง ผลที่ได้จากการวิจัยพบว่า ถ้าปรับโครงสร้างการทำงานใหม่ตามแนวทางการปฏิบัติที่เป็นเลิศจะทำให้ระยะเวลาในการทำงานของพ่อค้ารวบรวมใช้เวลาลดลง

จากการศึกษาเกี่ยวกับซัพพลายเชนของไม้สับ แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้วิจัยทราบถึงเนื้อหาข้อมูลที่เป็นทฤษฎี แนวคิด และความรู้ที่เกี่ยวกับเรื่องที่ผู้วิจัยทำการศึกษา ซึ่งเป็นข้อมูลที่สนับสนุนงานวิจัยนี้ได้เป็นอย่างดี

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University