บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

เนื้อหาในบทนี้อธิบายวิธีดำเนินการวิจัย การเลือกเครื่องมือ ความถูกต้องและเชื่อถือได้ของเครื่องมือ วิธีการรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล โดยมีกรอบการดำเนินงานวิจัยประกอบไปด้วยรายละเอียด ดังนี้

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ปัจจุบันการออกแบบและพัฒนาระบบงานส่วนใหญ่ รวมถึงการออกแบบระบบขึ้นมาใหม่ จะอาศัยแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำคัญช่วยในการพิจารณา และวิเคราะห์งานหรือผลกระทบที่จะเกิดขึ้นกับระบบ เพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการดำเนินงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และนำมาประยุกต์ใช้เพื่อบริหารงานและจัดสรรทรัพยากรให้เหมาะสม ซึ่งเป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมมากขึ้น เพราะสะดวกในการหาแนวทางการปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพ โดยไม่ส่งผลต่อการทำงานของระบบจริง

ผู้วิจัยได้ใช้การจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรม Arena มาเป็นเครื่องมือสำหรับสร้างตัวแบบจำลองและดำเนินการทดลองกับตัวแบบจำลองในงานวิจัยฉบับนี้ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และนำไปวิเคราะห์ปรับปรุงระบบ ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ความถูกต้อง และเชื่อถือได้ของเครื่องมือ

ก่อนที่จะนำแบบจำลองไปใช้ในการวิเคราะห์ปรับปรุงระบบการทำงานที่ออกแบบใหม่นั้นจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยขั้นแรกเป็นการศึกษาการทำงานของระบบจริง, เก็บข้อมูลที่จำเป็น, สัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง และทำการสร้างตัวแบบทางความคิด (Conceptual Model) ขึ้น เพื่อสรุปสมมติฐานของระบบ ความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนประกอบในระบบ รวมไปถึงข้อมูลนำเข้าที่ต้องใช้ทั้งหมด โดยต้องมีการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของตัวแบบทางความคิดก่อนว่าสอดคล้องกับระบบที่ออกแบบขึ้นมาใหม่หรือไม่ และในขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสร้างแบบจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากตัวแบบทางความคิด ซึ่งจำเป็นต้องผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง (Verification) ก่อนว่าแบบจำลองทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ หลังจากนั้นจึงเป็นการปรับแบบจำลอง (Calibration) และตรวจสอบความสมเหตุสมผลกับ

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ระบบจริงเพื่อให้เป็นที่ยอมรับว่าแบบจำลองสามารถนำเสนอแทนการทำงานของระบบจริงได้ ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ต้องมีการทำงานย้อนกลับไปกลับมาเสมอเพราะหากมีการเปลี่ยนแปลงต้องมีการตรวจสอบใหม่ทั้งหมด

ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

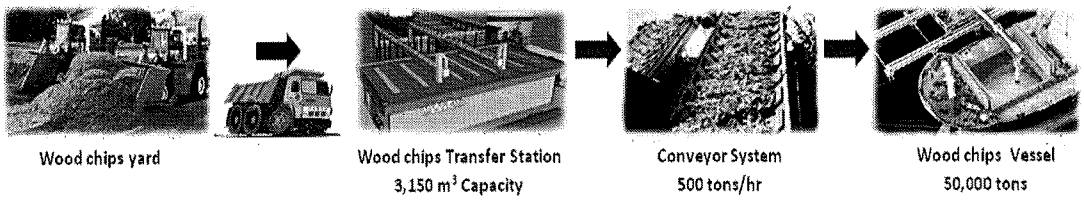
ผู้วิจัยได้กำหนดขั้นตอนการศึกษาวิจัย ดังนี้

1. ศึกษากระบวนการขนถ่ายสินค้าประเภทไม้สับ (Wood Chips)
2. ออกแบบแบบระบบการขนถ่ายและจำลองสถานการณ์
3. วิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลนำเข้าและทดสอบค่าความเชื่อมั่นของข้อมูล
4. นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติมาใส่ในแบบจำลอง
5. ทดสอบแบบจำลองโดยปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ตามความเหมาะสม
6. ตรวจสอบผลที่ได้จากแบบจำลอง
7. การปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองและเปรียบเทียบแบบจำลองกับระบบจริง
8. การเปรียบเทียบทางเลือกในแผนการดำเนินงาน

ศึกษากระบวนการขนถ่ายสินค้าประเภทไม้สับ (Wood Chips)

จากการศึกษากระบวนการการขนถ่ายสินค้าไม้สับ เริ่มตั้งแต่กระบวนการการขนถ่ายไม้สับเข้าสู่บริเวณท่าเรือ ประกอบด้วยโครงสร้างพื้นฐานเพื่อรองรับกระบวนการ โดยให้สามารถขนถ่ายไม้สับลงสู่ลำเรือด้วยอัตราการขนถ่าย 500 ตันต่อชั่วโมงตามความต้องการของลูกค้า ประกอบด้วยการออกแบบโครงสร้างพื้นฐานและอุปกรณ์ ดังนี้

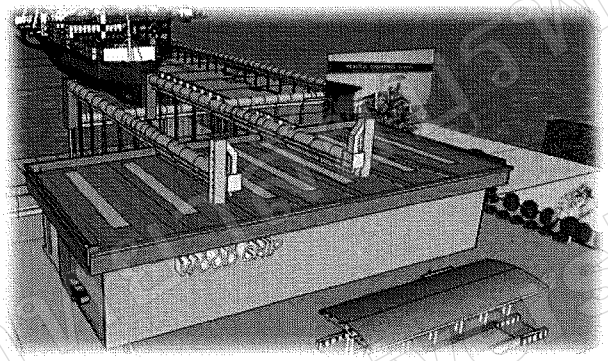
- สถานีขนถ่ายไม้สับ พร้อมระบบ Conveyor
- ระบบสายพานลำเลียงจากสถานีขนถ่ายสู่ท่าเรือ
- อุปกรณ์การลำเลียงไม้สับสู่เรือ (Ship Loader)



ภาพที่ 3-1 โครงสร้างพื้นฐานและอุปกรณ์ขนถ่ายไม้สับ

สถานีขนถ่ายและคลังสินค้าไม้สับ

ก่อสร้างอาคารสถานีขนถ่ายสินค้าไม้สับ (Wood Chips Transfer Station) มีลักษณะเป็นอาคารปิดขนาดกว้าง 32 เมตร ยาว 70 เมตร สูง 15 เมตร โดยออกแบบให้มีความยาวเท่ากับความกว้างของคลังสินค้าถ่านหิน ตั้งอยู่ระหว่างอาคารสำนักงานและคลังสินค้าถ่านหิน ตามภาพที่ 3-2 หลักการทำงานของสถานีขนถ่ายไม้สับ รถบรรทุกจะสามารถขนถ่ายสินค้ามากองในสถานีขนถ่าย ซึ่งมีการออกแบบให้เป็น Walking Floor ให้ไม้สับหล่นลงไปยังพื้นที่ด้านล่าง ที่มีสายพานลำเลียงรองรับไว้ เพื่อขนถ่ายไม้สับไปยังท่าเรือและขนถ่ายสู่ลำเรือต่อไป



ภาพที่ 3-2 อาคารสถานีขนถ่ายสินค้าไม้สับ (Source: Kairos Management Logistics Energy)

สายพานลำเลียงไม้สับจากสถานีขนถ่ายไปยังท่าเรือ

ระบบสายพานลำเลียงไม้สับจากสถานีขนถ่ายและคลังสินค้าใช้ระบบ Screw อยู่ภายใต้ Walking Floor เพื่อลำเลียงไม้สับไปสู่ระบบสายพานลำเลียงขนาดใหญ่ ระบบสายพานลำเลียงไม้สับในคลังสินค้าเริ่มจากรถบรรทุกไม้สับ โดยรถบรรทุกสามารถเทกองในสถานีขนถ่ายไม้สับ โดยเทลงบนตะแกรงรองรับ ไม้สับจะหล่นผ่านตะแกรงลงมายัง Walking Floor หรือ Double Screw Conveyor ด้านล่าง ซึ่งมีอัตราการขนถ่าย 500 ตันต่อชั่วโมง

อุปกรณ์การขนถ่ายไม้สับลงเรือ

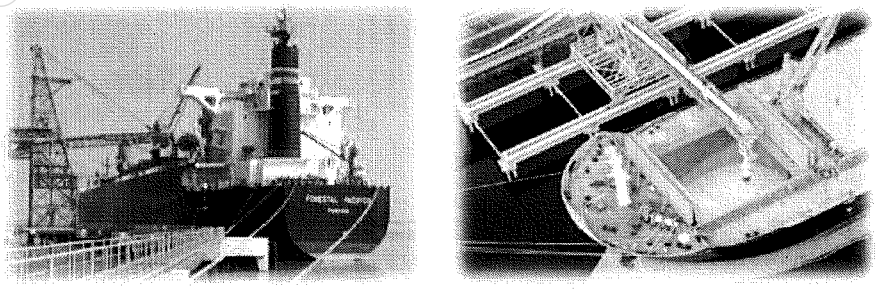
รูปแบบการขนถ่ายไม้สับลงเรือประกอบด้วยอุปกรณ์การขนถ่ายสินค้าเทกองลงสู่เรือ หรือ Ship Loader ซึ่งทั่วไปมีอยู่ 2 ประเภทด้วยกัน คือ Travelling Ship Loader และ Fixed Ship Loader

Fixed Ship Loader

เครื่องมือขนถ่ายแบบอยู่กับที่หรือ Fixed Ship Loader เป็นเครื่องมือที่ใช้ระบบสายพานลำเลียงทำงานในการขนถ่ายสินค้าสู่ลำเรือ ข้อดีของเครื่องมือขนถ่ายสินค้าประเภทนี้ คือ มีราคาไม่สูงมากนัก และใช้พื้นที่ไม่มากเท่ากับการใช้เครื่องมือขนถ่ายแบบเคลื่อนย้ายได้ (Travelling Ship Loader) แต่ในทางกลับกันต้นทุนของการปฏิบัติการสำหรับการใช้อุปกรณ์ขนถ่ายแบบอยู่กับที่นั้นค่อนข้างสูง เนื่องจากจำเป็นต้องอาศัยการควบคุมระบบสายพานลำเลียงให้ตรงจุดกับระวางเรือที่กำหนดไว้ ส่งผลให้ต้องใช้คนดูแลและปฏิบัติการจำนวนมาก รวมทั้งระยะเวลาในการเตรียมระบบให้พร้อมสำหรับการขนถ่ายสินค้ามีขั้นตอนและระยะเวลานานกว่าการใช้เครื่องมือแบบเคลื่อนย้ายได้ เนื่องจากมีการใช้ระบบอัตโนมัติและพลังงานไฟฟ้าในการดำเนินการ ทำให้ระยะเวลาการเทียบท่าของเรือใช้เวลานานมากกว่าปกติ และส่งผลต่ออัตราการใช้ประโยชน์ท่าเรือที่เพิ่มมากขึ้น

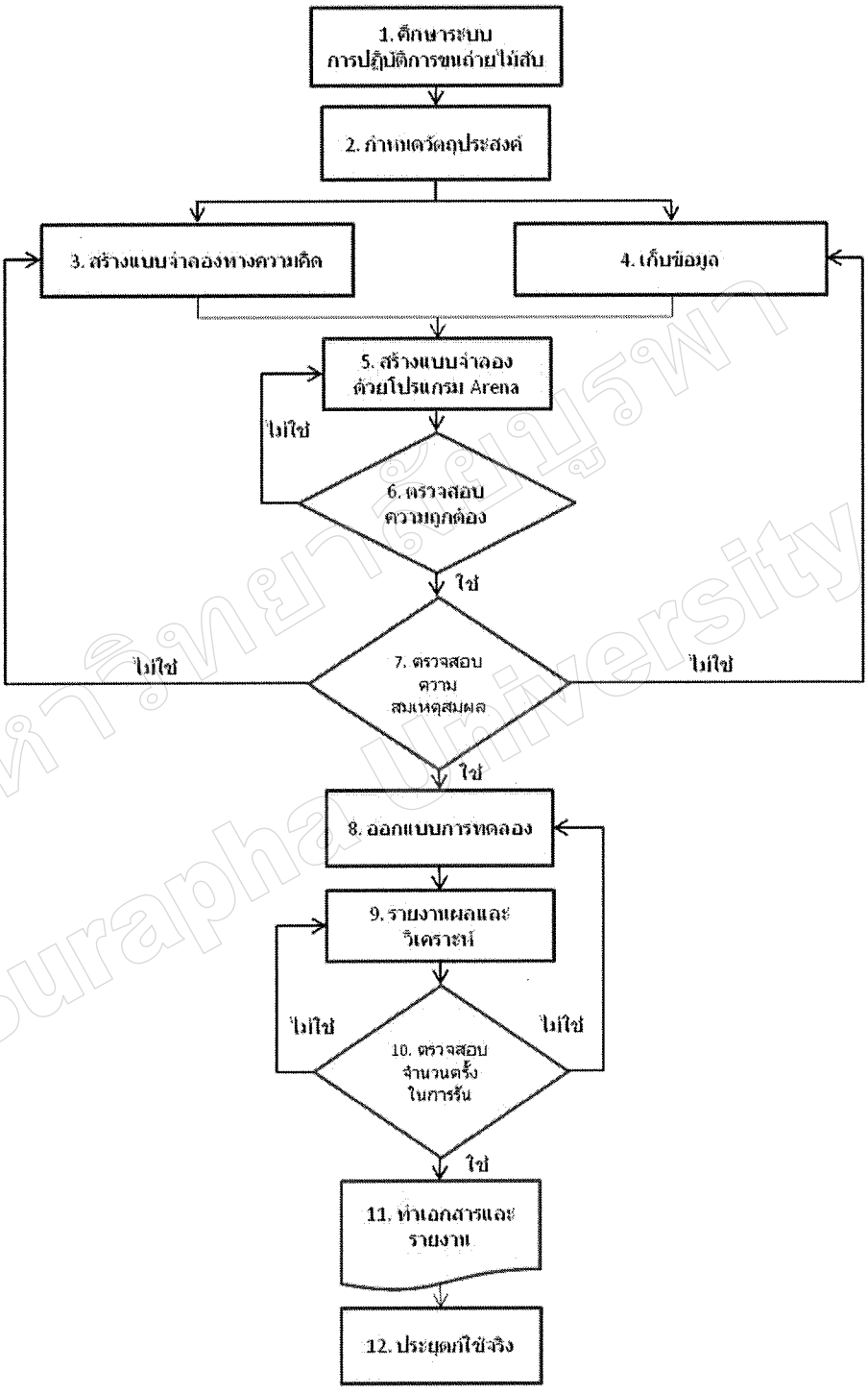
Travelling Ship Loader

เครื่องมือขนถ่ายแบบเคลื่อนที่ได้หรือ Travelling Ship Loader ได้รับการออกแบบให้วางอยู่บนเครนและใช้ Tripper Conveyor เพื่อยกสินค้าเข้าสู่เรือ ระบบสายพาน Dock Conveyor จะมีขนาดเท่ากับความกว้างของเรือเพื่อลำเลียงสินค้าลงสู่เรือในระวางต่าง ๆ และสามารถเคลื่อนที่ได้ตลอดทั้งความยาวของลำเรือ ข้อดีของเครื่องมือขนถ่ายแบบเคลื่อนที่ได้ในลักษณะนี้ คือเป็นระบบขนถ่ายสินค้าที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดสำหรับการขนถ่ายสินค้าเทกองทั่วไป ไม่ว่าจะเป็นไม้สับ เมล็ดพืช หรือสินค้าเทกองอื่น ๆ ใช้กำลังคนในการปฏิบัติการน้อย ควบคุมง่าย และใช้เวลาในการปฏิบัติการน้อยกว่าอุปกรณ์ชนิดอื่น ส่งผลให้ประสิทธิภาพและอัตราการใช้ประโยชน์สำหรับท่าเรือที่มีจำกัดเกิดประสิทธิภาพได้มากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 3-3 อุปกรณ์การขนถ่ายไม้สับลงเรือ Fixed Ship Loader และ Travelling Ship Loader

ออกแบบระบบการขนถ่ายและจำลองสถานการณ์



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนในการออกแบบระบบการปฏิบัติการขนถ่ายไม้สับและสร้างแบบจำลอง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กรณีศึกษานี้ผู้วิจัยต้องการนำเสนอแนวทาง รูปแบบการปฏิบัติงาน (Operation Model) ของระบบการปฏิบัติการขนถ่ายไม้สับ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพื่อนำมาใช้ในการวางแผนการให้บริการของท่าเรือ โดยการศึกษาการทำงานของระบบที่มีการปฏิบัติงานคล้ายกัน, เก็บข้อมูลที่จำเป็น, สัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้อง ขั้นตอนที่สองเป็นการสร้างตัวแบบทางความคิด (Conceptual Model) ขึ้นเพื่อสรุปสมมติฐานของระบบ ความเกี่ยวข้องของแต่ละส่วนประกอบในระบบ รวมไปถึงข้อมูลนำเข้าที่ต้องใช้ โดยมีขั้นตอนการสร้างแบบจำลองดังแสดงในภาพที่ 3-4

วิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงข้อมูลนำเข้าและทดสอบค่าความเชื่อมั่นของข้อมูล

การสร้างตัวแบบจำลองนั้น จำเป็นต้องมีการนำข้อมูลรับเข้าใส่ให้กับระบบจำลอง เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ระบบ แต่เนื่องจากกรณีศึกษานี้ เป็นการออกแบบระบบใหม่ จึงยังไม่มีข้อมูลจริง ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาข้อมูลของขั้นตอนต่าง ๆ จากระบบปฏิบัติการขนถ่ายสินค้าอื่น ๆ ที่มีลักษณะการปฏิบัติการที่คล้ายคลึงกัน และนำมาวิเคราะห์รูปแบบการแจกแจงของข้อมูลดังกล่าว โดยใช้เครื่องมือ Input Analyzer เพื่อทดสอบค่าการแจกแจง

และใช้รูปแบบการแจกแจงที่ได้นั้น มาใช้ในการสร้างกลุ่มข้อมูลแบบสุ่ม เพื่อให้ได้กลุ่มข้อมูลที่จะรับเข้าใส่ในระบบจำลองการปฏิบัติการขนถ่ายไม้สับ แต่การแจกแจงที่ได้นั้นจะเป็นตัวแทนที่เหมาะสมของข้อมูลหรือไม่ ต้องมีการทดสอบสมมติฐานทางสถิติ เพื่อตรวจสอบค่า P - Value ที่ได้ว่ามีค่ามากกว่าระดับนัยสำคัญ (Significance Level) หรือไม่

ผู้วิจัยจึงตั้งสมมติฐานดังนี้

H_0: ข้อมูลมีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

H_1: ข้อมูลไม่มีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ

โปรแกรม Arena มีวิธีทดสอบสมมติฐานการแจกแจงตัวของความน่าจะเป็นของข้อมูล (Goodness of Fit Test) 2 วิธีด้วยกัน คือ

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

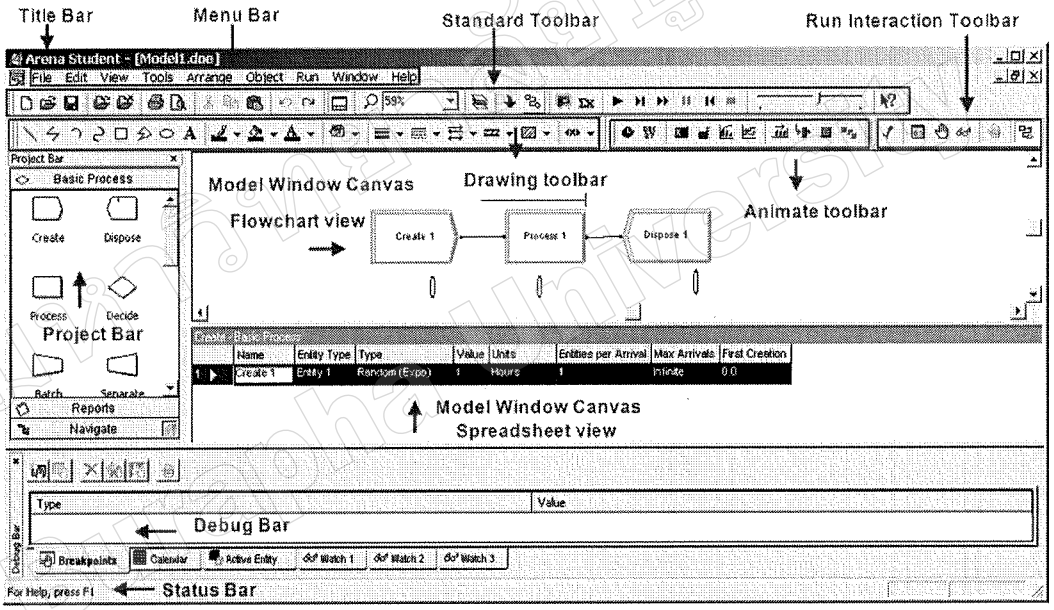
- วิธีการทดสอบไคสแควร์ (Chi - Square Test) ใช้ทดสอบกรณีข้อมูลมีอย่างน้อย 50 ข้อมูล

สำหรับกรณีศึกษานี้มีข้อมูลมากว่า 50 ข้อมูล ผู้วิจัยจึงเลือกทดสอบด้วยวิธีการทดสอบค่าไคสแควร์ ผลจากการทดสอบได้ค่า P - Value มากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ จึงไม่สามารถปฏิเสธสมมุติฐานหลัก H_0 ได้ แสดงว่าข้อมูลที่นำเข้ามีการแจกแจงตามแบบที่ต้องการทดสอบ และใช้ข้อมูลดังกล่าวเป็นตัวแทนข้อมูลนำเข้าให้กับตัวแบบจำลอง

นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติมาใส่ในแบบจำลอง

โปรแกรมอารีนา (Arena Software) ของบริษัท Rockwell Automation เป็นโปรแกรมที่สามารถสร้างแบบจำลองจากบัญชีModule (Module Template) บนพื้นฐานของภาษาการจำลอง SIMAN โดยครอบคลุมการใช้งานโปรแกรมอารีนาเบื้องต้นเท่านั้น

รุ่งรัตน์ ภิสัชเพ็ญ (2553) ส่วนประกอบพื้นฐานที่สำคัญของโปรแกรมอารีนาคือ Modules ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้จากบัญชีแสดงกรรมวิธีต่าง ๆ (Template panels) เช่น Basic Process Template, Advanced Process Template และ Advanced Transfer Template แล้วลากมาลงบน Flowchart View ของโปรแกรมเพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลอง Templates ที่ประกอบไปด้วย Block, Elements, Command และ Support



ภาพที่ 3-5 หน้าต่างของโปรแกรมArena

หน้าต่างของโปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 3-5 ประกอบไปด้วย

1. Title Bar ส่วนบนของหน้าต่างซึ่งแสดงชื่อไฟล์ที่เปิดอยู่
2. Menu Bar ประกอบไปด้วยเมนูทั่ว ไปและเมนูสำหรับโปรแกรมอารี โดยเฉพาะ
3. Standard Toolbar ใช้เรียกคำสั่ง มาตรฐานเช่น เปิดไฟล์ใหม่, เปิดไฟล์, บันทึกไฟล์ สั่งพิมพ์
4. Run Interaction Toolbar ใช้ควบคุมการรันแบบจำลองผ่านการใช้เมาส์

5. Animate Toolbar ใช้ในการสร้างภาพเคลื่อนไหวของแบบจำลองสำหรับการแสดงผลและตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

6. Draw Toolbar ใช้ในการวาดและระบายสีบน Model Window Canvas Flowchart View

7. Model Window Canvas Flowchart View เป็นพื้นที่ในการสร้างแบบจำลอง

8. Model Window Canvas Spreadsheet View สรุปข้อมูลเกี่ยวกับ Module ที่ได้กดเลือกไว้และสามารถเปลี่ยนข้อมูลของแต่ละModuleได้ด้วย

9. Project Bar แสดงมอดูลที่ผู้ใช้สามารถเลือกใช้ในการสร้างแบบจำลองได้ ประกอบไปด้วยบัญชีแสดงกรรมวิธีต่าง ๆ เช่น Basic Process Template, Advanced Process Template และ Advanced Transfer Template เป็นต้น

10. Status Bar แสดงคำสั่ง และผลป้อนกลับ (Feedback) สำหรับผู้ใช้จากตัวโปรแกรม

11. Debug Bar เครื่องมือช่วยในการติดตามระหว่างการรันแบบจำลองเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

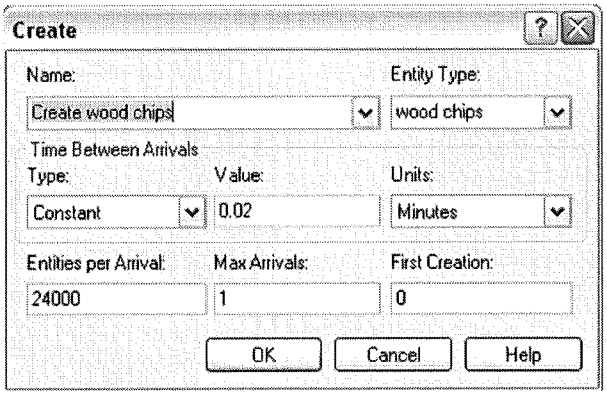
หลังจากได้ข้อมูลค่าของการกระจายตัวของเวลาในขั้นตอนต่าง ๆ จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ผู้วิจัยจึงได้สร้างแบบจำลองจากบัญชี Module (Module Template) บนพื้นฐานในโปรแกรม Arena ให้สอดคล้องกับแบบจำลองทางความคิด (Conceptual Model) และนำค่าที่ได้นั้นมาใส่ใน Module ต่าง ๆ ที่สร้างขึ้น

ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองในคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Arena

ซึ่งในกรณีศึกษานี้ ผู้วิจัยได้นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติจากตารางที่ 4-2 มาใส่ในแบบจำลองการทำงานของระบบ สามารถนำมาสร้างแบบจำลองในโปรแกรม Arena ได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1: สร้าง Wood Chips เข้ามาในแบบจำลองด้วย Create Module

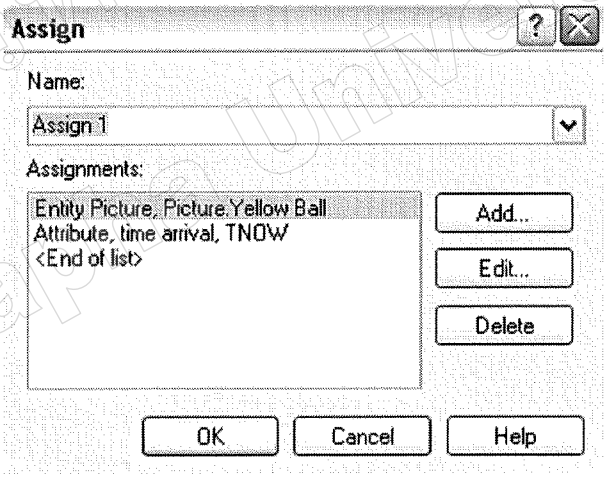
Wood Chips ถูกส่งมากองไว้ที่ลานกอง ปริมาณ 24,000 ตันโดยระยะเวลาระหว่างการเข้ามาของ Wood Chips ที่กำหนดจะไม่นำมาคิดรวมในแบบจำลอง Process Model-0 เนื่องจากข้อจำกัดในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์นี้ ไม่คำนึงถึงการจัดการรถบรรทุกที่วิ่งมากองสินค้าที่ลานกอง ตามภาพที่ 3-6



ภาพที่ 3-6 หน้าต่างของ “Crate wood chips” Create Module

ขั้นตอนที่ 2: Assign Wood Chips ในแบบจำลองด้วย Assign Module

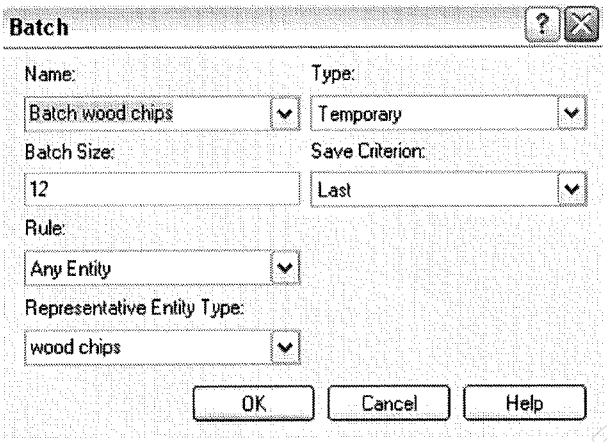
โดยกำหนดให้ Wood Chips มี Entity Picture เป็น Picture Yellow Ball และวัตถุที่เข้ามาใน Module จะมีเวลาปัจจุบันติดตัววัตถุไป ตามภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-7 หน้าต่างของ “Assign Wood Chips” Assign Module

ขั้นตอนที่ 3: Batch Wood Chips โดยการสร้างแบบจำลองด้วย Batch Module

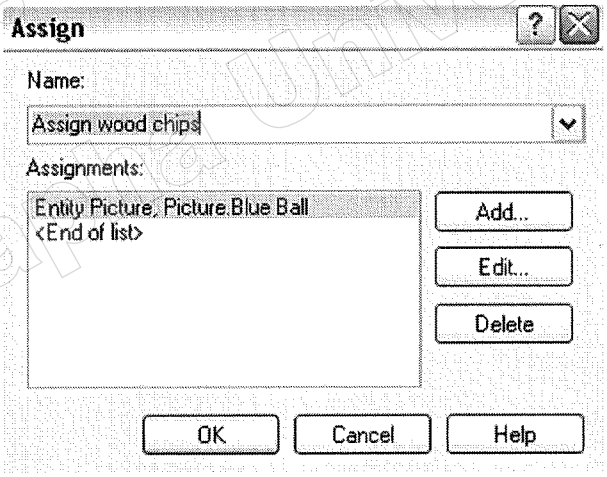
โดยกำหนดให้การเข้ามาของ Wood Chips มีลักษณะเป็น Lot Size มีปริมาณ Lot ละ 12 ตัน เพื่อเตรียมรอ Load ใส่รถบรรทุก ตามภาพที่ 3-8



ภาพที่ 3-8 หน้าต่างของ “Batch wood chips” Batch Module

ขั้นตอนที่ 4: สร้าง Assign Wood Chips After Batch ในแบบจำลองด้วย Assign Module

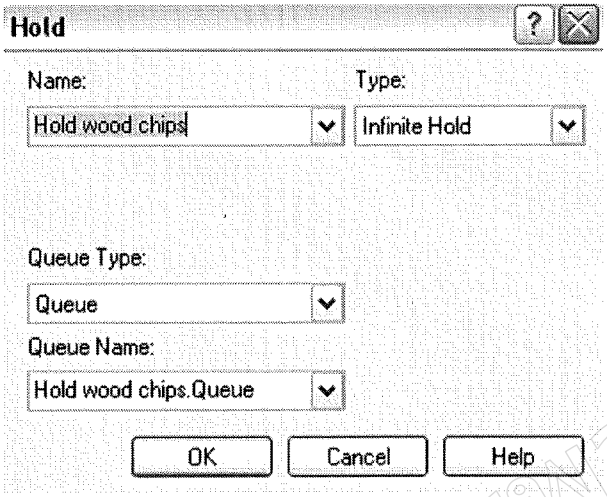
Assign Wood Chips หลังจากที่ Batch เป็น Lot Size ละ 12 ตัน ในแบบจำลองด้วย Assign Module โดยกำหนดให้ Wood Chips มี Entity Picture เป็น Picture Bule Ball ตามภาพที่ 3-9



ภาพที่ 3-9 หน้าต่างของ “Assign wood chips” Assign Module

ขั้นตอนที่ 5: สร้าง Hold Wood Chips ในแบบจำลองด้วย Hold Module

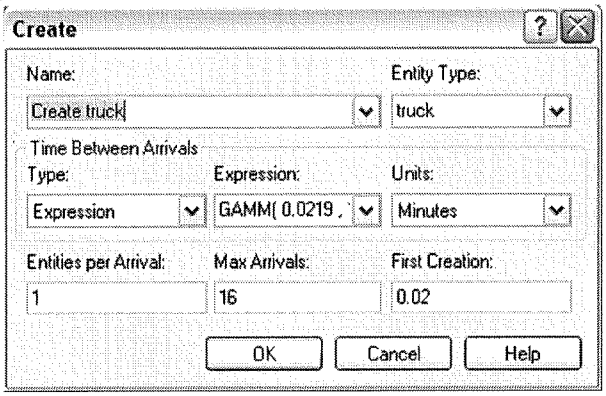
Hold Wood Chips ในแบบจำลองด้วย Hold Module โดยกำหนด Queue ให้ Wood Chips ชื่อ Hold Wood Chips. Queue เพื่อรอ Load ลงรถบรรทุก ตามภาพที่ 3-10



ภาพที่ 3-10 หน้าต่างของ “Hold wood chips” Module

ขั้นตอนที่ 6: สร้าง Truck เข้ามาในแบบจำลองด้วย Create Module

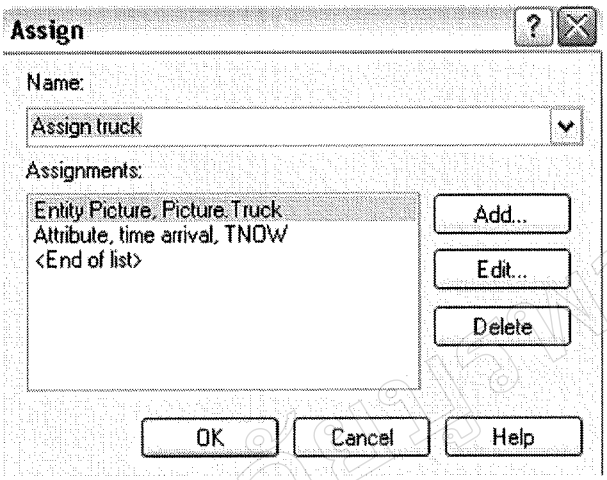
โดยระยะเวลาห่างระหว่างการเข้ามาของรถบรรทุก มีการแจงแจงของข้อมูลแบบ Beta (3.07, 6.17) และกำหนดให้มีรถบรรทุกเข้ามาในระบบจำนวน 16 คัน เนื่องจากจาก Conceptual Model เวลารวมที่รถแต่ละเที่ยวใช้ต่อหนึ่งรอบการวิ่ง ใช้เวลาประมาณ 39 นาที จากการคำนวณใน Excel เพื่อให้รถเข้ามาในกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง รถคันแรกจะวิ่งกลับมารับ Wood Chips ที่ลานกอง เมื่อรถบรรทุกเข้าระบบไปแล้ว 16 คัน ตามภาพที่ 3-11



ภาพที่ 3-11 หน้าต่างของ “Create truck” Create Module

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

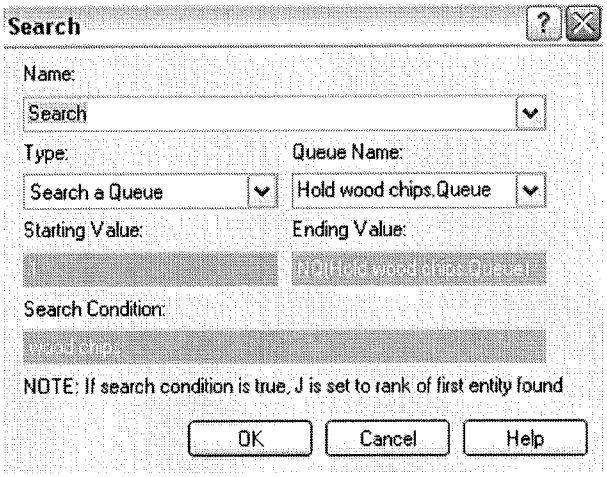
ขั้นตอนที่ 7: สร้าง Assign Truck ในแบบจำลองด้วย Assign Module โดยกำหนดให้ Truck มี Entity Picture เป็น Picture Truck ตามภาพที่ 3-12



ภาพที่ 3-12 หน้าต่างของ "Assign truck" Assign Module

ขั้นตอนที่ 8: สร้าง Search a Queue ในแบบจำลองด้วย Search Module

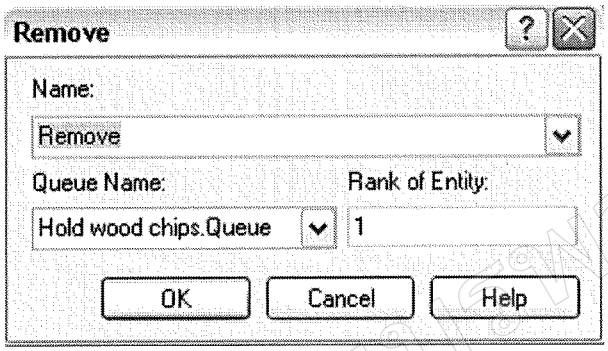
โดยกำหนดให้แบบจำลองทำการค้นหา Wood Chips ใน Hold Wood Chips. Queue กรณีพบ Wood Chips รออยู่ในคิว ก็ให้ทำการนำออกจากคิวด้วย Remove Module เพื่อ Load ลงรถบรรทุก แต่ถ้ากรณีไม่พบ ก็ให้นำรถบรรทุกออกจากระบบด้วย Dispose Truck Module ตามภาพที่ 3-13



ภาพที่ 3-13 หน้าต่างของ "Search a Queue" Search Module

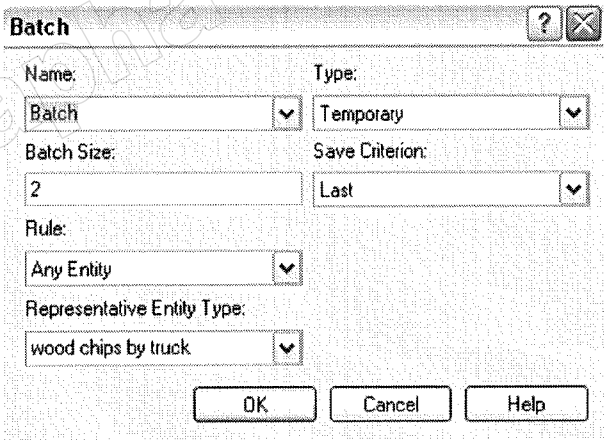
ขั้นตอนที่ 9: สร้าง Remove Module

เพื่อเคลื่อนย้าย Wood Chips ออกจาก Hold Wood Chips. Queue ออกจากลำดับคิวแรก ตามภาพที่ 3-14



ภาพที่ 3-14 หน้าต่างของ "Remove Wood Chips" Remove Module

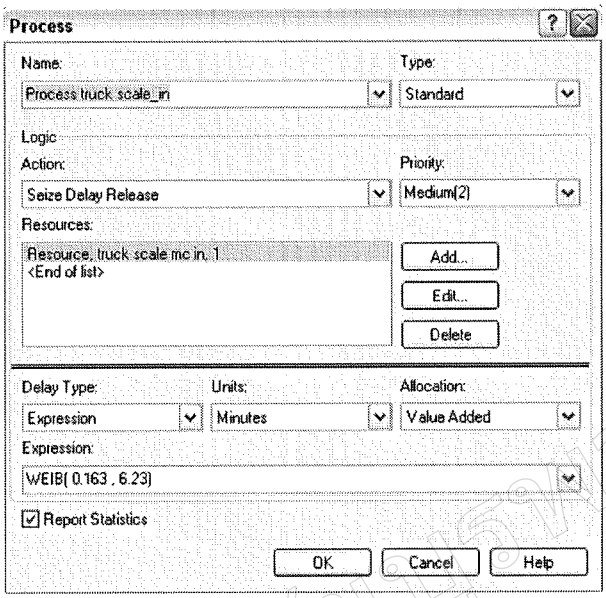
ขั้นตอนที่ 10: Batch Wood Chips กับ Truck โดยการสร้างแบบจำลองด้วย Batch Module โดยกำหนดให้รวม Wood Chips กับ Truck เข้าด้วยกันแบบชั่วคราว ก่อนเข้าไปใน Process อื่น ๆ ต่อไป ตามภาพที่ 3-15



ภาพที่ 3-15 หน้าต่างของ "Process Batch Wood Chips and Truck" Batch Module

ขั้นตอนที่ 11: สร้าง Process Truck scale_in ในแบบจำลองด้วย Process Module

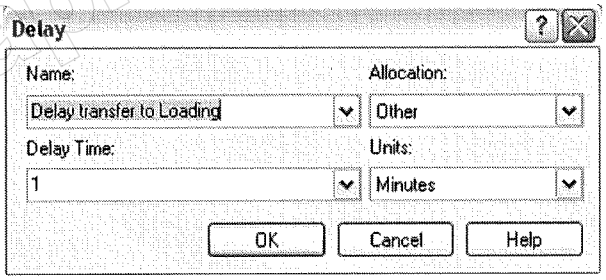
Module นี้ปฏิบัติการชั่งเบารถบรรทุกก่อนเข้า Load สินค้า โดยเรียกใช้ Truck scale_in 1 ตัว เวลาในการดำเนินกิจกรรมด้วยการแจกแจงแบบ Weibull ตามภาพที่ 3-16



ภาพที่ 3-16 หน้าต่างของ “Process truck scale_in” Process Module

ขั้นตอนที่ 12: Delay Transfer to Process Loading โดยการสร้างแบบจำลองด้วย Delay Module

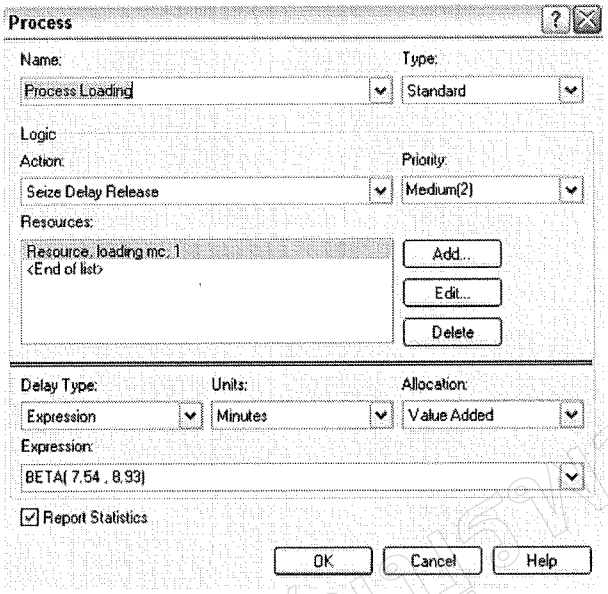
Module นี้แสดงถึงการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกจาก Truck scale_in ไปยัง Process Loading ระยะทาง 40 เมตร ด้วยความเร็วเฉลี่ย 30 กม./ ชม. ใช้เวลาประมาณ 1 นาที ตามภาพที่ 3-17



ภาพที่ 3-17 หน้าต่างของ “Delay transfer to Loading” Delay Module

ขั้นตอนที่ 13: สร้าง Process Loading ในแบบจำลองด้วย Process Module

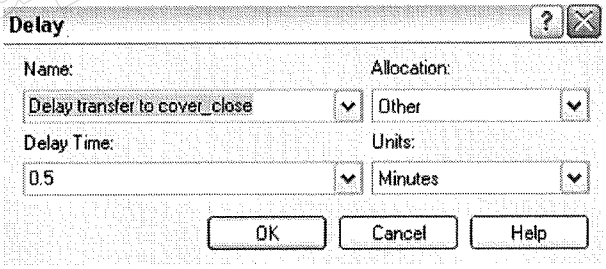
Module นี้ปฏิบัติการ Load Wood Chips ลงรถบรรทุก โดยเรียกใช้ทรัพยากร Loading mc 1 ตัว ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมด้วยการแจกแจงแบบ Beta ตามภาพที่ 3-18



ภาพที่ 3-18 หน้าต่างของ “Process Loading” Process Module

ขั้นตอนที่ 14: Delay Transfer to Cover (Close) โดยการสร้างแบบจำลองด้วย Delay Module

Module นี้แสดงถึงการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกจากTSไปยัง Cover Station ระยะทาง 20 ม. ด้วยความเร็วเฉลี่ย 30 กม./ ชม. ใช้เวลาประมาณ 30 วินาที เพื่อทำการคลุมผ้าใบ ตามภาพที่ 3-19

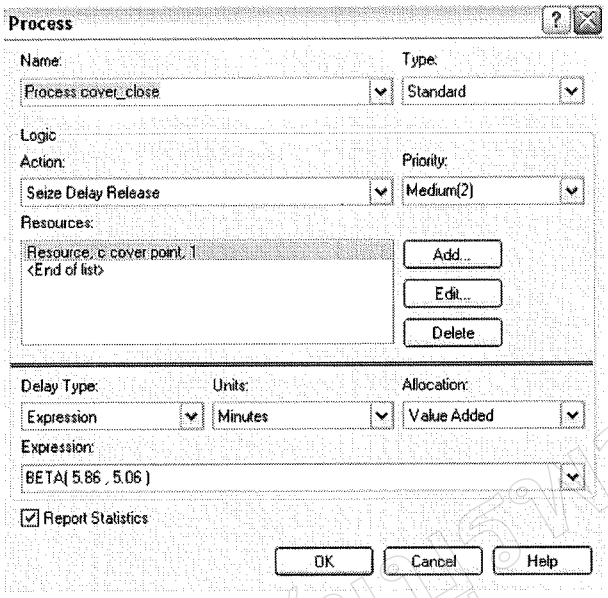


ภาพที่ 3-19 หน้าต่างของ “Process Delay transfer to cover_close” Delay Module

ขั้นตอนที่ 15: สร้าง Process Cover (Close) ในแบบจำลองด้วย Process Module

Module นี้ปฏิบัติการคลุมผ้าใบรถบรรทุก โดยเรียกใช้ทรัพยากร C_Cover Point 1 จุด ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมด้วยการแจกแจงแบบ Beta ตามภาพที่ 3-20

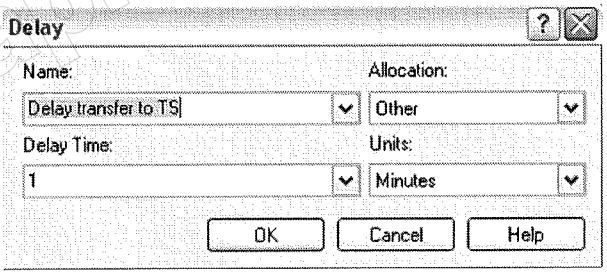
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-20 หน้าต่างของ “Process cover_close” Process Module

ขั้นตอนที่ 16: Delay Transfer to Truck Scale_Out โดยการสร้างแบบจำลองด้วย Delay Module

Module นี้แสดงถึงการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกจาก Wood Chips Yard ไปยัง Truck Scale ระยะทาง 40 เมตร ด้วยความเร็วเฉลี่ย 30 กม./ ชม. ใช้เวลาประมาณ 1 นาที ตามภาพที่ 3-21

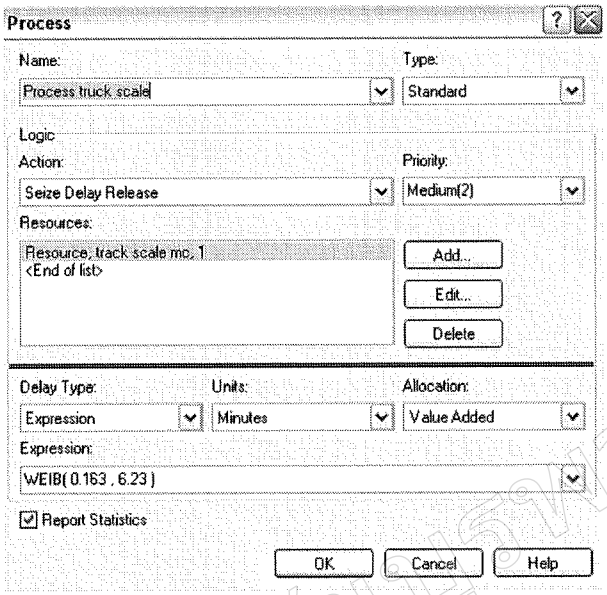


ภาพที่ 3-21 หน้าต่างของ “Delay Transfer to Truck Scale_Out” Delay Module

ขั้นตอนที่ 17: สร้าง Process Truck Scale ในแบบจำลองด้วย Process Module

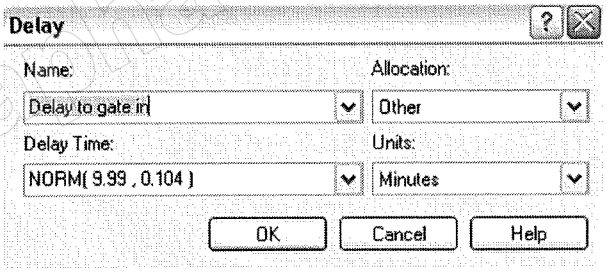
Module นี้ปฏิบัติการชั่งน้ำหนักสินค้า (Wood Chips) โดยเรียกใช้ทรัพยากร Truck Scale mc 1 ตัว ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมด้วยการแจกแจงแบบ Weibull ตามภาพที่ 3-22

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



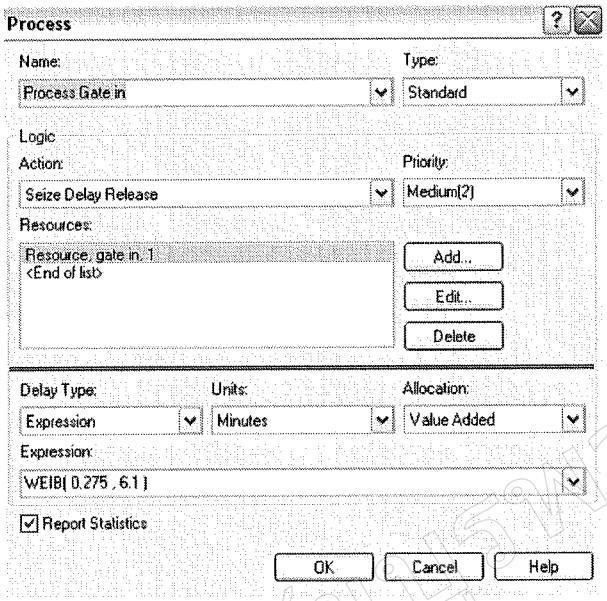
ภาพที่ 3-22 หน้าต่างของ “Process truck scale_out” Process Module

ขั้นตอนที่ 18: Delay Transfer to Gate in โดยการสร้างแบบจำลองด้วย Delay Module Moduleนี้แสดงถึงการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกจาก TS ไปยัง Cover Station ระยะทาง 5 กม. ด้วยความเร็วเฉลี่ย 30 กม./ ชม.ใช้เวลาประมาณ 10 วินาที เพื่อทำการคลุมผ้าใบ ตามภาพที่ 3-23



ภาพที่ 3-23 หน้าต่างของ “Process Delay Transfer to gate in” Delay Module

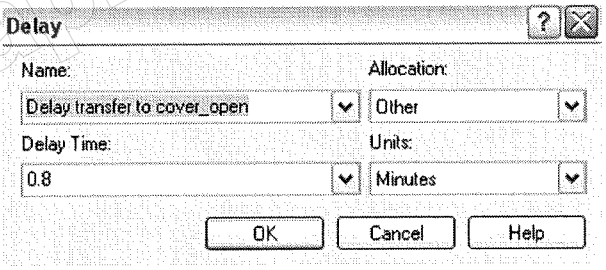
ขั้นตอนที่ 19: สร้าง Process Gate in ในแบบจำลองด้วย Process Module Module นี้ปฏิบัติการตรวจสอบเอกสาร ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมด้วยการแจกแจงแบบ Normal ตามภาพที่ 3-24



ภาพที่ 3-24 หน้าต่างของ “Process Gate in” Process Module

ขั้นตอนที่ 20: Delay Transfer to Cover_Open โดยการสร้างแบบจำลองด้วย Delay Module

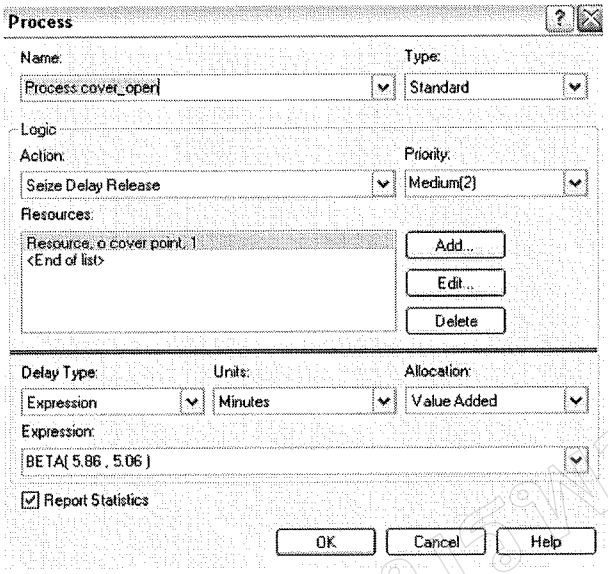
Moduleนี้แสดงถึงการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกจาก Gate in ไปยัง Cover Point ระยะทาง 40 ม. ความเร็วเฉลี่ย 30 กม./ ชม.ใช้เวลาประมาณ 48 วินาที เพื่อทำการเปิดผ้าคลุม ตามภาพที่ 3-25



ภาพที่ 3-25 หน้าต่างของ “Delay transfer to cover_open” Delay Module

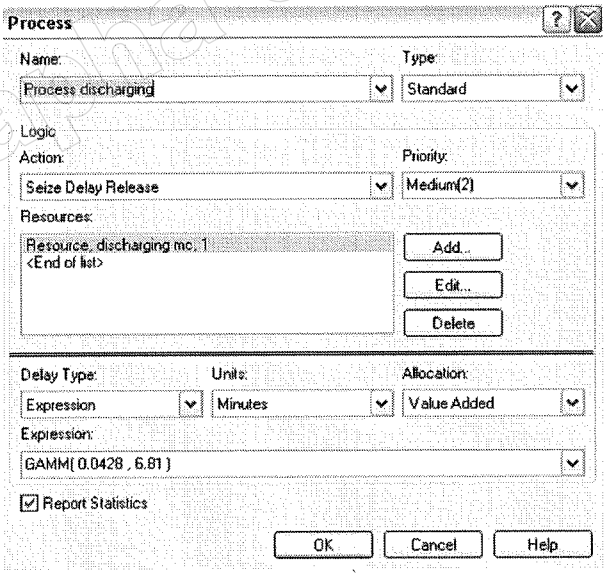
ขั้นตอนที่ 21: สร้าง Process Cover (Open) ในแบบจำลองด้วย Process Module

Module นี้ปฏิบัติการเปิดผ้าคลุมผ้าใบรถบรรทุก โดยเรียกใช้ทรัพยากร C_Cover Point 1 จุด ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมด้วยการแจกแจงแบบ Beta ตามภาพที่ 3-26



ภาพที่ 3-26 หน้าต่างของ “Process cover_open” Process Module

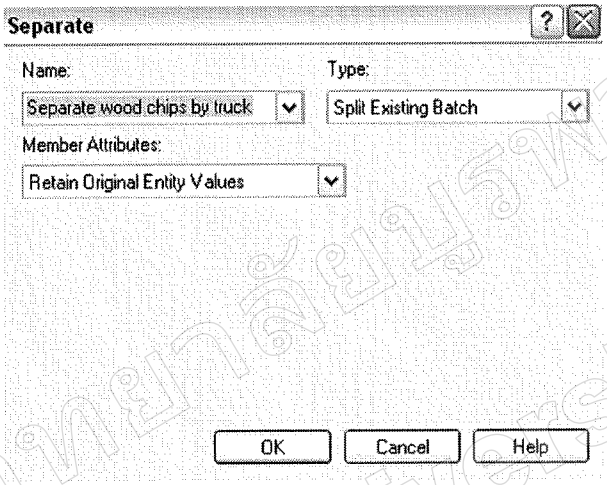
ขั้นตอนที่ 22: สร้าง Process Discharging ในแบบจำลองด้วย Process Module Module นี้ปฏิบัติการ Discharge Wood Chips ลงสู่ Conveyor โดยเรียกใช้ทรัพยากร Discharging mc 1จุด ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมด้วยการแจกแจงแบบ Gamma ตามภาพที่ 3-27



ภาพที่ 3-27 หน้าต่างของ “Process discharging” Process Module

ขั้นตอนที่ 23: สร้าง Separate Wood Chips by Truckในแบบจำลองด้วย Separate Module

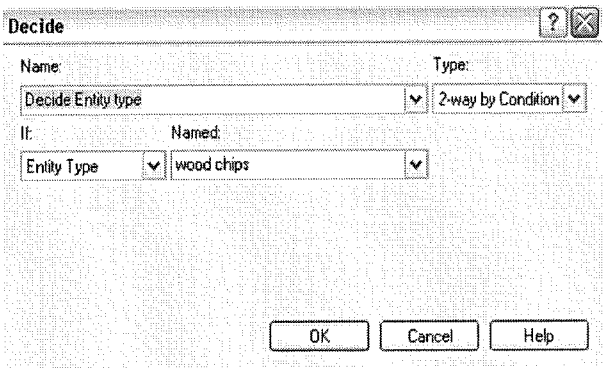
Module นี้ปฏิบัติกาแยก Wood Chips ออกจาก Truck ที่ถูกรวมมาก่อนหน้านี้ โดยกำหนด ให้ Wood Chips ลงสู่ Conveyor และกำหนดให้ Truck เดินทางไป Module ถัดไป ตามภาพที่ 3-28



ภาพที่ 3-28 หน้าต่างของ “Process discharging” Separate Module

ขั้นตอนที่ 24: สร้าง Decide Entity Type ในแบบจำลองด้วย Decide Module

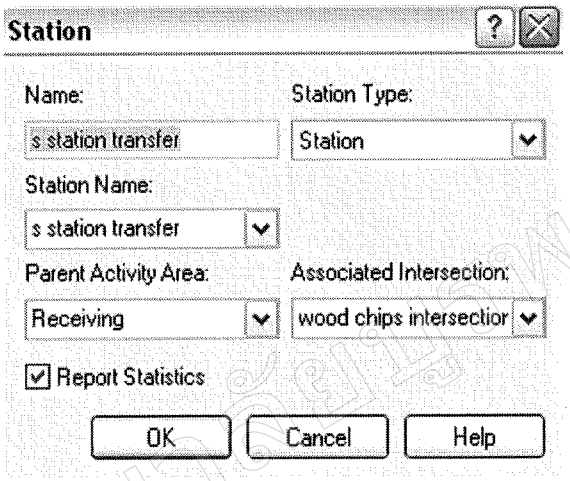
Module นี้ใช้สำหรับตัดสินใจทางเลือกให้กับวัตถุ โดยแต่ละวัตถุสามารถเลือกทางเลือกเพียง 1 เส้นทางเท่านั้น โดยกำหนดให้ Wood Chips เลือกไปยัง Conveyor ที่ Station Transfer และ Truck เลือกไปยัง Cleaning Process เพื่อวนกลับไปรับสินค้าเที่ยวต่อ ๆ ไป ตามภาพที่ 3-29



ภาพที่ 3-29 หน้าต่างของ “Decide Entity type” Decide Module

ขั้นตอนที่ 25: สร้าง s station transfer ในแบบจำลองด้วย Station Module

Module นี้ทำหน้าที่เป็นสถานีชื่อ s station transfer โดยมีจุดโครงข่ายสถานีชื่อ wood chips intersection และสถานีนี้อยู่ในพื้นที่กิจกรรมชื่อ Receiving ตามภาพที่ 3-30



ภาพที่ 3-30 หน้าต่างของ "s station transfer" Station Module

ขั้นตอนที่ 26: สร้าง Access 1 ในแบบจำลองด้วย Access Module

Module นี้ทำหน้าที่จองอุปกรณ์สายพานชื่อ Conveyor1 จำนวน 95 ช่องสายพาน คำนวณจากอัตราความเร็วของสายพานลำเลียงสายพานยาว 600 เมตร (1 ช่องสายพาน ยาวเท่ากับ 1 เมตร)

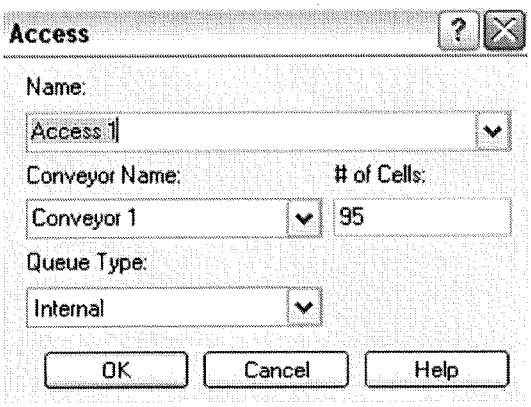
อัตราการขนถ่ายไม้สับลงเรือ 500 ตันต่อชั่วโมง หรือ 8.33 ตันต่อนาที

ปริมาตร ของไม้สับต่อสายพาน 1 เมตร = พื้นที่หน้าตัดสายพาน x ความยาว 1 เมตร

= 0.252 x 1= 0.252 ลูกบาศก์เมตร

น้ำหนักของไม้สับบนสายพานต่อเมตร = 0.252 x 0.5 = 0.126 ตัน

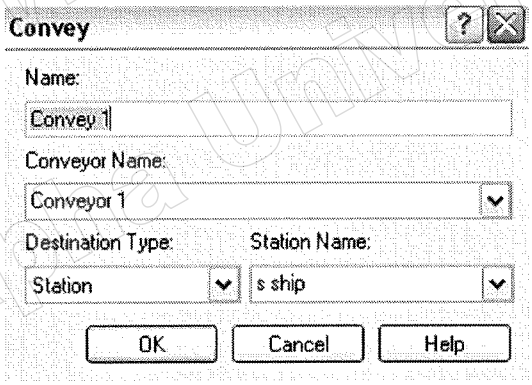
รถบรรทุกไม้สับเที่ยวละ 12 ตัน ดังนั้นจึงต้องจองสายพานจำนวน 95 ช่องสายพานตามภาพที่ 3-31



ภาพที่ 3-31 หน้าต่างของ “Access 1” Access Module

ขั้นตอนที่ 27: สร้าง Convey 1 ในแบบจำลองด้วย Convey Module

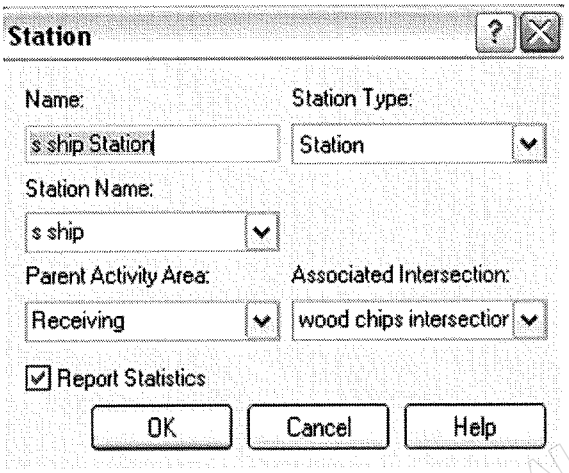
Module นี้ทำหน้าที่ขนย้ายวัตถุเข้าสู่โมดูลด้วยอุปกรณ์สายพาน Conveyor ไปยังสถานีปลายทาง ชื่อ “s ship” ตามภาพที่ 3-32



ภาพที่ 3-32 หน้าต่างของ “Convey 1” Convey Module

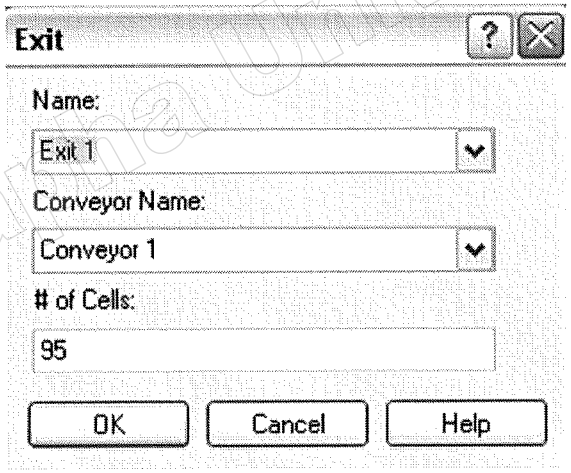
ขั้นตอนที่ 28: สร้าง s ship Station ในแบบจำลองด้วย Station Module

Module นี้ชื่อ s ship Station ทำหน้าที่เป็นสถานี มีสถานีโครงข่ายชื่อ Wood Chips Intersection ตามภาพที่ 3-33



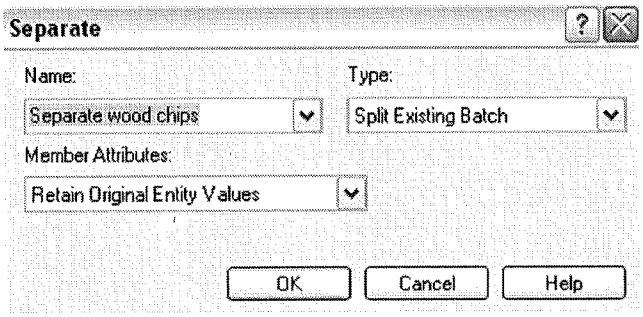
ภาพที่ 3-33 หน้าต่างของ “s ship Station” Station Module

ขั้นตอนที่ 29: สร้าง Exit 1ในแบบจำลองต่อจาก Station Module ด้วย Exit Module Module นี้ชื่อ Exit 1 ทำหน้าที่ปล่อยพื้นที่ช่องเซลล์บนอุปกรณ์สายพานชื่อ Conveyor 1 ที่ถูกจองก่อนหน้านี้ด้วย Module Access ตามภาพที่ 3-34



ภาพที่ 3-34 หน้าต่างของ “Exit 1” Exit Module

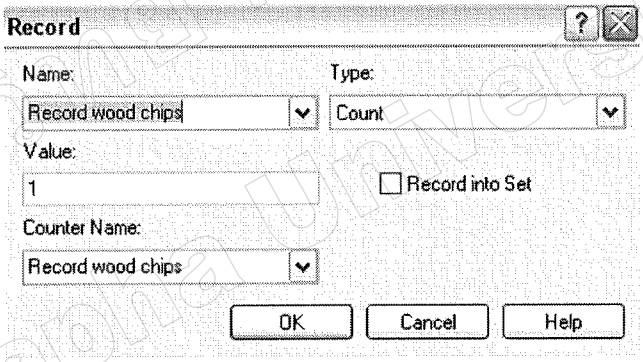
ขั้นตอนที่ 30: สร้าง Exit 1 ในแบบจำลองต่อจาก Station Module ด้วย Exit Module Module นี้ชื่อ Separate Wood Chips สำหรับแยกวัตถุประเภท Split Existing Batch คือ การแยก Wood Chips ที่ถูก Batch รวมกันด้วย Batch Module ก่อนหน้านี้ ตามภาพที่ 3-35



ภาพที่ 3-35 หน้าต่างของ “Separate wood chips” Separate Module

ขั้นตอนที่ 31: สร้าง Record Wood Chips ด้วย Record Module

Module นี้ชื่อ Record Wood Chips สำหรับเก็บข้อมูลทางสถิติประเภท Count ของ Wood Chips เมื่อ Wood Chips ผ่านโมดูลนี้จะถูกการนับวัตถุเพิ่มทีละหนึ่ง (Value) ตามภาพที่ 3-36

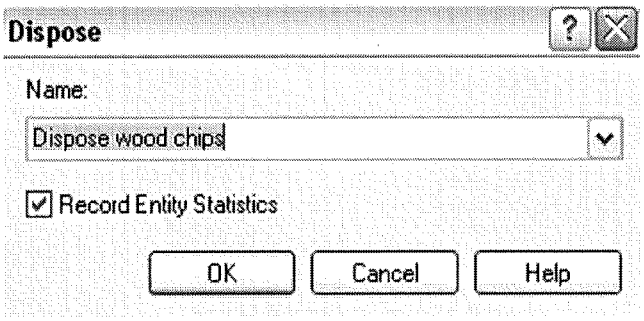


ภาพที่ 3-36 หน้าต่างของ “Record wood chips” Record Module

ขั้นตอนที่ 32: สร้าง Dispose Wood Chips ด้วย Dispose Module

Module นี้ชื่อ Dispose Wood Chips ใช้จบการทำงาน Wood Chips โดยวัตถุจะออกจากแบบจำลอง ณ จุดนี้ ตามภาพที่ 3-37

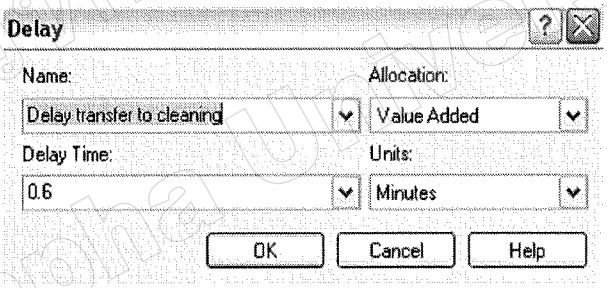
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-37 หน้าต่างของ “Dispose wood chips” Dispose Module

ขั้นตอนที่ 33: สร้าง Delay Transfer to Cleaning ด้วย Delay Module

Moduleนี้แสดงถึงการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกจาก Process Discharging ไปยัง Process Cleaning ระยะทาง 30 ม. ความเร็วเฉลี่ย 30 กม./ ชม.ใช้เวลาประมาณ 36 วินาที เพื่อเป่าลมทำความสะอาดรถบรรทุก ตามภาพที่ 3-38

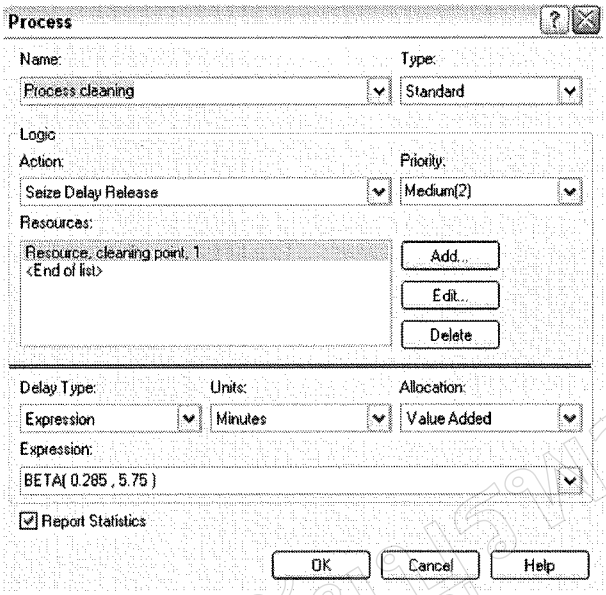


ภาพที่ 3-38 หน้าต่างของ “Delay transfer to cleaning” Delay Module

ขั้นตอนที่ 34: สร้าง Process Cleaning ด้วย Process Module

Module นี้ทำกิจกรรมเป่าลมทำความสะอาดรถบรรทุก หลังจากเท Wood Chips ลง Conveyorโดยเรียกใช้ทรัพยากร Cleaning Point 1 จุด ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมด้วยการแจกแจงแบบ Beta ตามภาพที่ 3-39

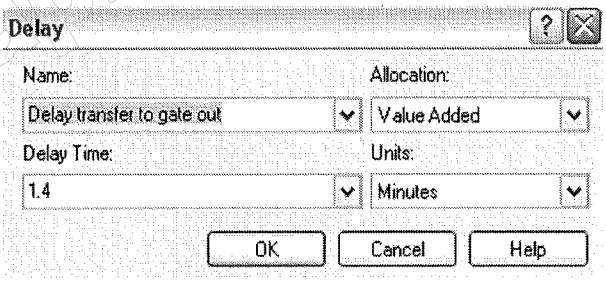
มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University



ภาพที่ 3-39 หน้าต่างของ “Process cleaning” Process Module

ขั้นตอนที่ 35: สร้าง Delay transfer to Gate Out ด้วย Delay Module

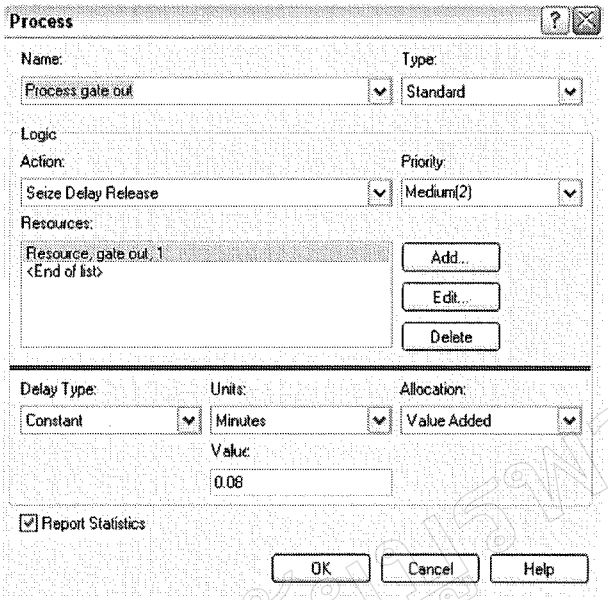
Moduleนี้แสดงถึงการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกจาก Process Cleaning ไปยัง Gate Out ระยะทาง 70 ม. ความเร็วเฉลี่ย 30 กม./ ชม.ใช้เวลาประมาณ 1 นาที 24 วินาที ตามภาพที่ 3-40



ภาพที่ 3-40 หน้าต่างของ “Delay transfer to gate out” Delay Module

ขั้นตอนที่ 36: สร้าง Process Gate Out ด้วย Process Module

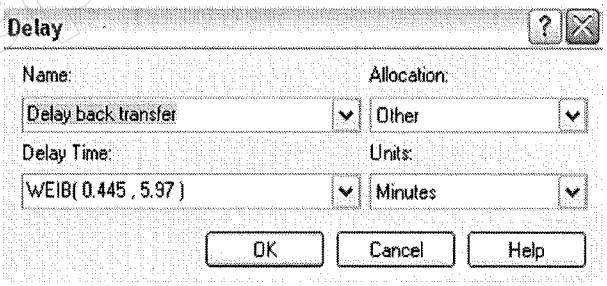
Module นี้ทำกิจกรรมโดยเป็นจุดประตูเพื่อให้รถบรรทุกผ่านออก เพื่อกลับไป Load สินค้าต่อที่ Wood Chips Yard ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมด้วยการแจกแจงแบบ Constant ตามภาพที่ 3-41



ภาพที่ 3-41 หน้าต่างของ “Process gate out” Process Module

ขั้นตอนที่ 37: สร้าง Delay Back Transfer ด้วย Delay Module

Module นี้แสดงถึงการเคลื่อนที่ของรถบรรทุกจาก Process Gate Out เพื่อกลับไป ที่ Wood Chips Yard ระยะทาง 5 กม. ความเร็วเฉลี่ย 30 กม./ ชม.ใช้เวลาประมาณ 10 นาที ในการดำเนินกิจกรรมด้วยการแจกแจงแบบ WEIB ตามภาพที่ 3-42

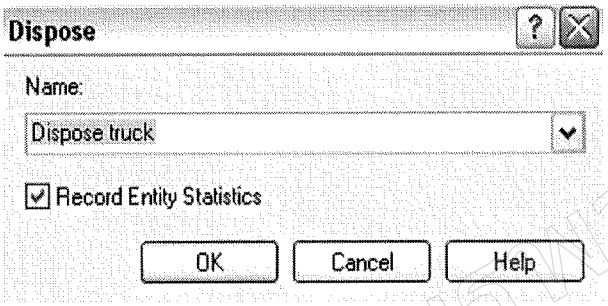


ภาพที่ 3-42 หน้าต่างของ “Delay back transfer” Delay Module

จากแบบจำลอง Model-0 เมื่อรถบรรทุกวิ่งกลับมายัง Wood Chips Yard เพื่อ Load Wood Chips ในเที่ยวต่อไป จนกว่าสินค้าจะหมด โดยแบบจำลองจะใช้ Search Module ในการหา Wood Chips ที่ลานกอง ถ้ากรณีไม่พบ คือสินค้าหมด โปรแกรมก็จะสั่งให้รถบรรทุกออกจากระบบ ด้วย Dispose Module

ขั้นตอนที่ 38: สร้าง Dispose Truck ด้วย Dispose Module

Module นี้ชื่อ Dispose Truck ใช้จบการทำงานของรถบรรทุก โดยรถบรรทุกจะออกจากแบบจำลอง ณ จุดนี้ ตามภาพที่ 3-43

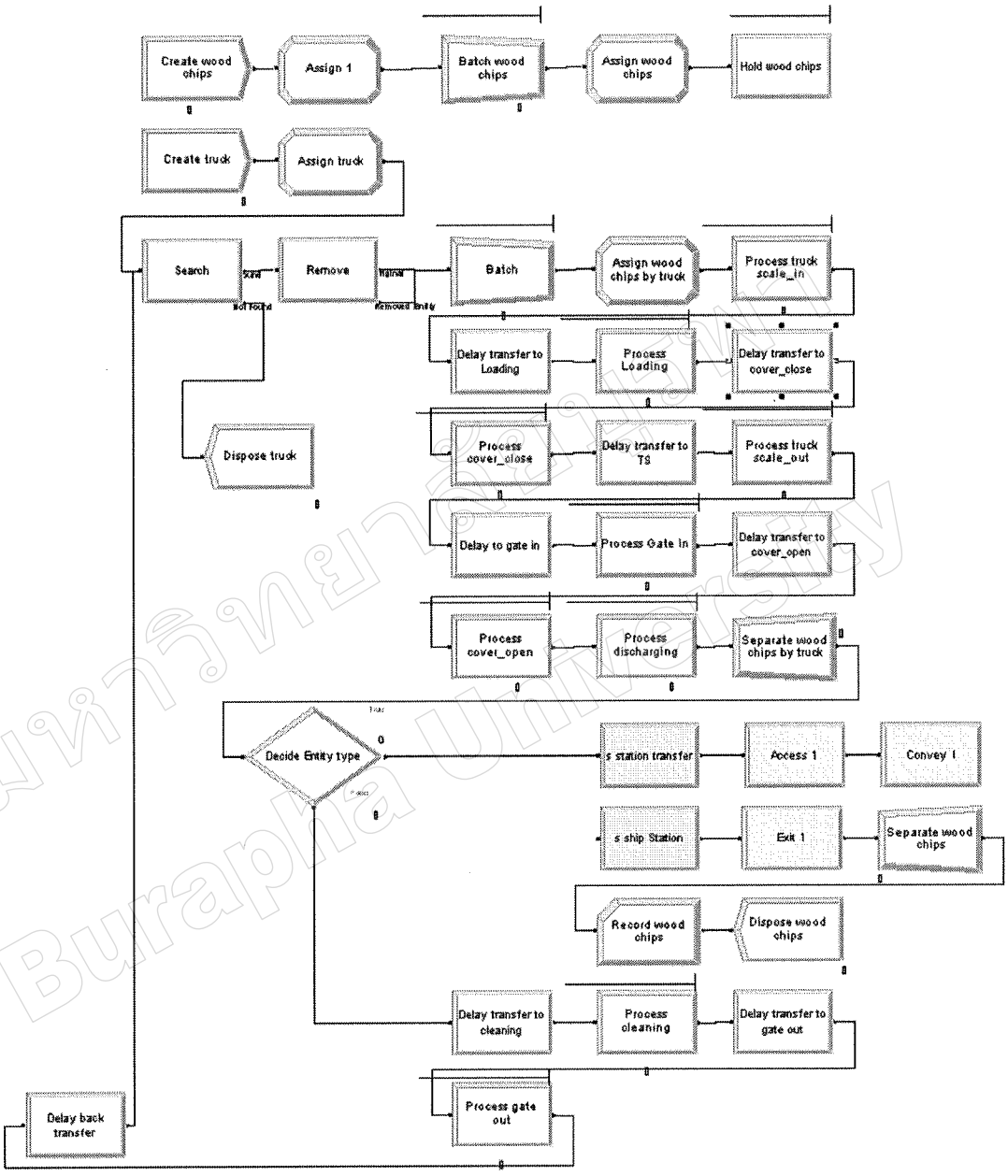


ภาพที่ 3-43 หน้าต่างของ “Dispose truck” Module

เมื่อสร้างแบบจำลองตามขั้นตอนต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ก็จะได้รูปแบบทั้งหมดของแบบจำลองการปฏิบัติการขนถ่าย Wood Chips ของ Model-0 ดังภาพที่ 3-44

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

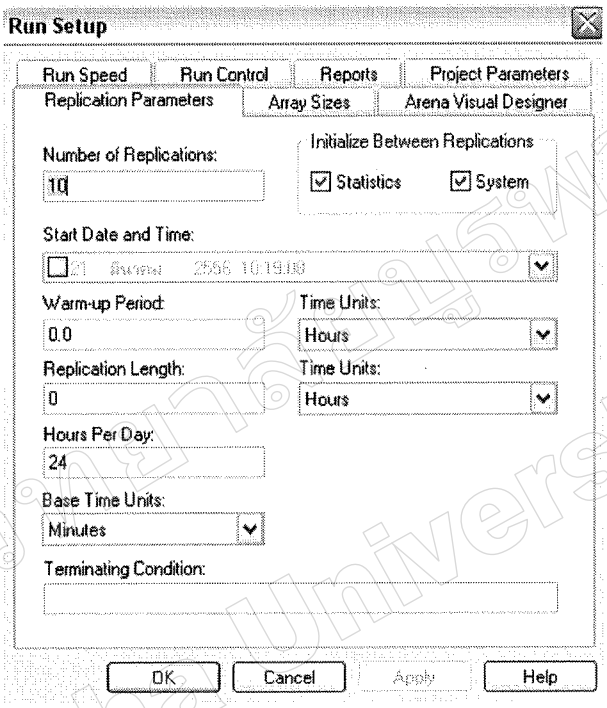
แบบจำลองการปฏิบัติการขนถ่าย Wood Chips Arena Model 0



ภาพที่ 3-44 ตัวแบบจำลองในส่วน Flowchart View ของ Wood Chips Operation Arena Model-0

การรันโปรแกรม Arena และวิธีตรวจสอบผลที่ได้จากแบบจำลอง

หลังจากสร้างแบบจำลองโดยใช้โปรแกรม Arena เสร็จแล้ว ให้บันทึกแบบจำลอง "ชื่อแฟ้มงาน.doe" การรันโปรแกรมสามารถทำได้โดยเลือกไปที่แถบเครื่องมือ Run > Setup > เลือกแถบ Replication Parameters โดยผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการรันผลดังภาพที่ 3-45



ภาพที่ 3-45 หน้าต่างของ "Run Setup_Model-0" Run Setup Module

การทดสอบแบบจำลองโดยปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ตามความเหมาะสม

ควรตรวจสอบความสมเหตุสมผลของตัวแบบทางความคิดก่อนว่าสอดคล้องกับระบบจริงหรือไม่ ผ่านการยอมรับจากผู้เกี่ยวข้องหรือไม่ และสร้างแบบจำลองในโปรแกรมคอมพิวเตอร์จากตัวแบบทางความคิดเป็นขั้นตอนสุดท้าย ซึ่งจำเป็นต้องผ่านการตรวจสอบความถูกต้อง (Verification) ก่อนว่าแบบจำลองทำงานได้ถูกต้องหรือไม่

หลังจากนั้นจึงเป็นการปรับแบบจำลอง (Calibration) และตรวจสอบความสมเหตุสมผลกับระบบจริงเพื่อให้เป็นที่ยอมรับว่าแบบจำลองสามารถนำเสนอแทนการทำงานของระบบจริงได้ ซึ่งขั้นตอนเหล่านี้ต้องมีการทำงานย้อนกลับไปกลับมาเสมอเพราะหากมีการเปลี่ยนแปลงต้องมีการตรวจสอบใหม่ทั้งหมด

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

การตรวจสอบผลที่ได้จากแบบจำลอง

การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Model Verification) เป็นขั้นตอนที่เน้นความถูกต้องของแบบจำลอง (Right model) โดยเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองคอมพิวเตอร์ (Computer Simulation Model) กับแบบจำลองทางความคิด (Conceptual Model) และตั้งคำถามว่าแบบจำลองคอมพิวเตอร์ถูกสร้างอย่างถูกต้องหรือไม่ ข้อมูลนำเข้าถูกป้อนในแบบจำลองอย่างถูกต้องหรือไม่ และตรรกะของแบบจำลองถูกสร้างขึ้นตรงตามเงื่อนไขที่ควรจะเป็นหรือไม่ สอดคล้องกับข้อมูลนำเข้าที่ใช้หรือไม่ โดยดูจากรายงานผลลัพธ์ในมิติต่าง ๆ และวิเคราะห์ด้วยว่าโปรแกรมสามารถสร้างข้อมูลนำเข้าได้ออกมาใกล้เคียงกับข้อมูลจริง สำหรับค่าสถิติของผลลัพธ์โปรแกรมอารีนามีผลลัพธ์ที่เป็นมาตรฐานอยู่แล้ว ยกตัวอย่างเช่น

- จำนวนเอนทิตี้ (Entity) ณ เวลาหนึ่ง และเมื่อการจำลองสิ้นสุดลง ค่าดังกล่าวสำคัญมากในการวิเคราะห์ว่าแบบจำลองไม่มีทางตัน หรือ เอนทิตี้ที่เข้ามาในระบบไม่สามารถออกไปจากระบบได้ เนื่องจากติดอยู่ในแบบจำลองที่สร้างอย่างมีข้อบกพร่อง หากมีการตรวจสอบด้วยค่าสถิติเพื่อตรวจสอบดูว่าจำนวนเอนทิตี้ที่เข้ามาในระบบ ที่ออกจากระบบ ที่อยู่ในระหว่างการทำงาน (Work In Process: WIP) สอดคล้องกันหรือไม่ ก็สามารถตรวจพบข้อบกพร่องดังกล่าวได้

- ถ้าอัตราการเข้ามาในระบบเป็นที่ทราบอยู่แล้ว ผู้ใช้ก็อาจตรวจสอบว่าค่าที่สังเกตได้จากระบบนั้นมีค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยหรือไม่ ถ้าค่าสังเกตที่ได้มีความผิดปกติ ควรทำการตรวจหาข้อบกพร่องเพิ่มเติมต่อไป หรือเปลี่ยนข้อมูลนำเข้าหลาย ๆ แบบ เพื่อวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ในแบบจำลองแถวคอยหากอัตราการเข้ามาของเอนทิตีเพิ่มขึ้น เวลาในการรอคอย (Waiting Time) และค่าอรรถประโยชน์ของทรัพยากร (Resource Utilization) ควรเพิ่มขึ้นตามลำดับ

การปรับปรุงแก้ไขแบบจำลองและเปรียบเทียบแบบจำลองกับระบบจริง

การปรับแบบจำลองและการตรวจสอบความสมเหตุสมผล (Calibration and Validation of Models) เป็นขั้น ตอนที่ผู้สร้างแบบจำลองทุกคนต้องปฏิบัติ สำหรับ Validation นั้นเป็นการมองภาพรวมของกระบวนการในการเปรียบเทียบแบบจำลองกับพฤติกรรมของระบบจริง ส่วน Calibration นั้นเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำเพื่อเปรียบเทียบแบบจำลองกับระบบจริง ทำการแก้ไข แล้วกลับไปตรวจสอบอีกครั้ง หากยังพบสิ่งที่ต้องแก้ไข ก็ต้องแก้ไขและทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าความน่าเชื่อถือของแบบจำลองจะเป็นที่ยอมรับ

ในการเปรียบเทียบแบบจำลองกับระบบจริงนั้นสามารถทำได้โดย

1. Subjective Test: โดให้ผู้เชี่ยวชาญของระบบและผู้เกี่ยวข้องเป็นคนตรวจสอบและตัดสินว่าแบบจำลองสมเหตุสมผลหรือไม่

2. Objective Test: โดยการใช้ข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากการรันแบบจำลองและเทคนิคทางสถิติการเปรียบเทียบผลการรันแบบจำลองกับข้อมูลจากระบบจริง

สำหรับแบบจำลองของระบบที่ไม่มีอยู่จริง ขั้นตอนนี้ไม่สามารถทำได้เพราะไม่มีข้อมูลให้ทำการเปรียบเทียบ ซึ่งประโยชน์ข้อหนึ่งของการจำลอง คือ การรันแบบจำลองด้วยทางเลือกต่าง ๆ เพื่อศึกษาหาแนวทางในการปรับปรุงโดยไม่จำเป็นต้องประยุกต์ใช้กับระบบจริง

การเปรียบเทียบทางเลือกในแผนการดำเนินงาน

สามารถเปรียบเทียบทางเลือกในแผนการดำเนินงาน โดยใช้ Process Analyzer ในโปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือ ใช้ช่วยประเมินค่าของตัวเลือกที่นำมาเสนอในการจำลอง Scenario ที่ต่างกัน โดยการนำ Output ที่ได้จาก Input ที่แตกต่างกันมาเปรียบเทียบกัน

- Controls คือ ค่า Input ที่พิจารณาแล้วว่ามีผลกระทบกับกระบวนการ
- Responses คือ ค่า Output ที่ออกมา เป็นตัวแทนการเปรียบเทียบโดยประมาณ
- Scenario คือ ตัวที่รวบรวมค่า Controls และ Responses มาประยุกต์ใช้กับการจำลอง

การตรวจสอบความถูกต้องและความสมเหตุสมผลของแบบจำลองเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากและขาดไม่ได้ เพราะการตัดสินใจของนักวิเคราะห์ขึ้นอยู่กับผลลัพธ์ที่ได้จากการรันแบบจำลอง หากผลลัพธ์ไม่น่าเชื่อถือจะส่งผลต่อการตัดสินใจ ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของสถิติและสามารถนำไปประยุกต์ใช้จริงได้

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University