

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ปัญหาทางด้านการลำเลียงขนถ่านนั้น เป็นปัญหาที่เกี่ยวกับการตัดสินใจที่สามารถแสดงในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ในทางปฏิบัติพบว่าปัญหาอยู่ไม่น้อยที่ไม่สามารถแสดงหรือเขียนออกมาในรูปแบบสมการหรือสมการได้ หรือแสดงออกมาได้แต่มีขั้นตอนที่ยากซับซ้อน เพราะตัวแปรมีทั้งแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง อีกทั้งยังมีความน่าจะเป็นเข้ามาเกี่ยวข้อง ทำให้ต้องใช้ระยะเวลานานและเสียค่าใช้จ่ายมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกการแก้ปัญหาด้วยการใช้แบบจำลองสถานการณ์ โดยใช้โปรแกรม Arena มาวิเคราะห์แก้ปัญหา เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นสูงสามารถสร้างให้ใช้ได้กับสภาพปัญหาต่าง ๆ ได้ดี โดยการทดลองบนแบบจำลองที่สร้างขึ้นแทนที่จะทดลองบนระบบจริงภายในช่วงระยะเวลาที่กำหนดไว้ โดยใช้หลักการทางสถิติและทฤษฎีความน่าจะเป็นเข้าช่วย โดยคำนึงถึงทรัพยากรต่าง ๆ ที่มี ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองสถานการณ์อาจจะไม่ใช่ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในเชิงคณิตศาสตร์ เช่น ปัญหาโปรแกรมเชิงเส้นหรือปัญหาจำนวนเต็มแต่จะเป็นค่าประมาณเพื่อเป็นแนวทางในการตัดสินใจของผู้บริหารต่อไป

ความถูกต้องและเชื่อถือได้ของเครื่องมือ

ก่อนที่จะนำแบบจำลองดังกล่าวไปใช้ในการวิเคราะห์ ปรับปรุงการทำงานจริง จำเป็นที่จะต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification) ที่เราสร้างขึ้น เราไม่มีทางที่จะพิสูจน์ได้ว่ารูปแบบปัญหาที่สร้างขึ้นเป็นรูปแบบที่แสดงถึงระบบงานที่แท้จริง ดังนั้นเราเพียงแต่ทดสอบความถูกต้องของผลลัพธ์เท่านั้น (กัลยา วานิชย์บัญชา, 2543) ซึ่งวิธีที่นิยมใช้คือ

1. การทดสอบภายใน (Interval Validity) เป็นการทดสอบโดยใช้รูปแบบที่สร้างขึ้นซ้ำ ๆ กันหลาย ๆ ครั้ง โดยใช้ข้อมูลหลาย ๆ ชุด แล้วพิจารณาความเชื่อถือได้ของรูปแบบโดยใช้ค่าความแปรปรวนของการทดลอง

2. การทดสอบโดยใช้ข้อมูลจริงในอดีต เป็นการทดสอบรูปแบบที่สร้างขึ้นโดยใช้ข้อมูลในอดีตเพื่อหาผลลัพธ์ที่ได้จากรูปแบบที่สร้างขึ้น แล้วนำมาเปรียบเทียบกับผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง

ขั้นตอนการศึกษาวิจัย

1. ศึกษากระบวนการการขนถ่ายซีเมนต์ผ่านหินในขอบเขตที่ทำการวิจัย
2. ออกแบบแบบจำลองสถานการณ์ให้ตรงกับสถานการณ์จริงที่เกิดขึ้น
3. นำค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ทางสถิติมาใส่ในแบบจำลอง
4. ทดสอบแบบจำลองโดยปรับเปลี่ยนตัวแปรต่าง ๆ ตามความเหมาะสม
5. ตรวจสอบผลที่ได้จากแบบจำลอง
6. ปรับปรุงแก้ไขแบบจำลอง
7. วิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity) ของแบบจำลอง
8. ตัดสินใจเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการแก้ปัญหา

การตั้งสมมติฐานในงานวิจัย

จากการที่ทางบริษัทมีความต้องการในการปรับปรุงระบบลำเลียงซีเมนต์ผ่านหินเพื่อให้คิวรถบรรทุกหน้าโรงงานลดลง เนื่องจากการสร้างโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นดังที่กล่าวมาแล้วนั้นมีตัวแปรหลายตัวที่สามารถปรับปรุงแก้ไขให้ระบบการลำเลียงดีขึ้นได้ แต่ในงานวิจัยนี้ได้เลือกการเพิ่มจำนวน Dock และการเพิ่มอัตราการไหลของซีเมนต์ผ่านหินมาพิจารณา เพราะเห็นว่าเป็นความสะดวกในการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งสามารถดำเนินการได้ทันทีโดยไม่กระทบต่อระบบการลำเลียงทั้งหมด อีกทั้งค่าใช้จ่ายก็ไม่สูงจนเกินไป แต่ทั้งนี้การเพิ่มจำนวน Dock และอัตราการไหลของซีเมนต์ผ่านหินต้องคำนึงถึงข้อจำกัดในด้านอื่นด้วย เช่น พื้นที่ที่ต้องใช้ในการแก้ไขปรับปรุงหรือ ความทนทานของวัสดุอุปกรณ์เช่น ท่อหรือข้อต่อในกรณีที่มีความดันเพิ่มขึ้นจากการเพิ่มอัตราการไหลโดยการเพิ่มเครื่องอัดอากาศเพิ่มขึ้น ซึ่งในงานวิจัยนี้มีแนวคิดที่จะกำหนดสถานการณ์ต่าง ๆ ขึ้นเพื่อนำผลจากการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ มาเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน โดยสถานการณ์ที่กำหนดมีดังนี้

1. สถานการณ์ที่ 0 หมายถึง สถานการณ์ปัจจุบันที่เป็นอยู่คือ มีโรงไฟฟ้า 2 โรง มีจำนวน Dock 3 แห่งและมีอัตราการไหลของซีเมนต์ที่ 75 ตัน/ ชั่วโมง โดยจำนวนรถบรรทุกที่เข้ามาในโรงงานนั้นจะกำหนดเป็น Schedule จากค่าสถิติที่ผ่านมาในอดีต ส่วนเวลาที่ใช้ของรถบรรทุกในการวิ่งเข้ามาใน Dock และ วิ่งออกจาก Dock นั้นก็อาศัยความน่าจะเป็นของค่าสถิติที่ผ่านมาแล้วหารูปแบบการกระจายตัวของข้อมูลเพื่อหาค่าตัวแปรสุ่มมาใช้ในแบบจำลอง
2. สถานการณ์ที่ 1 หมายถึง สถานการณ์ที่มีโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 3 โรง โดยจำนวน Dock และอัตราการไหลของซีเมนต์ยังคงเท่าเดิมแต่จำนวนรถบรรทุกต้องเพิ่มตามปริมาณซีเมนต์

ถ่านหินที่เพิ่มขึ้นจากการเทียบบัญชีใดอย่างใด โดยเวลาที่ใช้ของรถบรรทุกในการวิ่งเข้ามาใน Dock และ วิ่งออกจาก Dock นั้นยังคงเหมือนกับสถานการณ์ที่ 0

3. สถานการณ์ที่ 2 หมายถึง สถานการณ์ที่มีโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 3 โรง แต่ได้ทำการเพิ่มอัตราการไหลจากเดิมคือ 75 ตันต่อชั่วโมงเป็น 100 ตันต่อชั่วโมงโดยการเพิ่มเครื่องอัดอากาศอีก 1 ตัว โดยจำนวนรถบรรทุกเพิ่มขึ้นเหมือนกับสถานการณ์ที่ 1 โดยเวลาที่ใช้ของรถบรรทุกในการวิ่งเข้ามาใน Dock และ วิ่งออกจาก Dock นั้นยังคงเหมือนกับสถานการณ์ที่ 0

4. สถานการณ์ที่ 3 หมายถึงสถานการณ์ที่มีโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 3 โรงแต่เพิ่มจำนวน Dock จาก 3 แห่ง เป็น 4 แห่ง โดยอัตราการไหลยังเท่ากับสถานการณ์ที่ 0 โดยจำนวนรถบรรทุกเพิ่มขึ้นเหมือนกับสถานการณ์ที่ 1 โดยเวลาที่ใช้ของรถบรรทุกในการวิ่งเข้ามาใน Dock และ วิ่งออกจาก Dock นั้นยังคงเหมือนกับสถานการณ์ที่ 0

5. สถานการณ์ที่ 4 คือ การเปรียบเทียบผลของคิวรถบรรทุกหน้าโรงงาน จากการจำลองสถานการณ์ที่ 2 เปรียบเทียบกับสถานการณ์ที่ 3 ว่าสถานการณ์ใดทำให้จำนวนคิวลดลงมากกว่ากัน แล้วทำการเพิ่มตัวแปร (จำนวน Dock ในสถานการณ์ที่ 3 และอัตราการไหลของชีเถ้าในสถานการณ์ที่ 2) ขึ้นอีก 1 หน่วย แล้วเปรียบเทียบกับสถานการณ์ที่ 0 ว่าจำนวนคิวที่ได้จากการจำลองสถานการณ์นั้นยอมรับได้หรือไม่ ถ้าคิวที่ได้ยังไม่เป็นที่พอใจก็ทำการปรับเพิ่มตัวแปรในสถานการณ์ที่ 4 ขึ้นไปจนกว่าจะพอใจ

เมื่อปรับปรุงตัวแปรจนเหมาะสมแล้วจึงนำค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะใช้ในการปรับปรุงตามสถานการณ์นั้น ๆ มาเปรียบเทียบกับกัน แล้วเลือกวิธีการที่เหมาะสมที่สุดโดยใช้วิธีวิเคราะห์ค่าความอ่อนไหวของตัวแปร (Sensitivity) มาช่วยในการตัดสินใจ

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ได้แบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. การวิเคราะห์เชิงพรรณนา

เป็นการกล่าวถึงกระบวนการขนถ่ายชีเถ้าถ่านหินของบริษัทถ่านหินศึกษาว่ามีขั้นตอนการดำเนินงานอย่างไร

2. การวิเคราะห์เชิงปริมาณ

2.1 การหาความน่าจะเป็นของการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Arena ในการวิเคราะห์ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 เก็บข้อมูลของเวลาในการทำความสะดวกของรถบรรทุกแต่ละคันหลังจากทำการ Loading จี๊เจ้าเสร็จ ในช่วงเวลา 1 มิถุนายน ถึง 30 มิถุนายน พ.ศ. 2550 ดังแสดงในตารางภาคผนวก 1

2.1.2 เก็บข้อมูลของขนาดรถบรรทุกแต่ละคันที่เข้ามาในบริษัทในช่วงเวลา 1 มิถุนายน ถึง 30 มิถุนายน พ.ศ. 2550 ดังแสดงในตารางภาคผนวก 2

2.1.3 เก็บข้อมูลของเวลาในการเตรียมตัวของรถบรรทุกแต่ละคันก่อนทำการ Loading จี๊เจ้า ในช่วงเวลา 1 มิถุนายน ถึง 30 มิถุนายน พ.ศ. 2550 ดังแสดงในตารางภาคผนวก 5

2.1.4 เก็บข้อมูลจำนวนรถบรรทุกที่เข้ามาในบริษัทแต่ละชั่วโมง ในช่วงเวลา 1 มิถุนายน ถึง 31 กรกฎาคม พ.ศ. 2550 ดังแสดงในตารางภาคผนวก 6

2.2 หาสัดส่วนของขนาดรถบรรทุก โดยเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางภาคผนวก 3

2.3 กำหนดค่าตัวแปรที่ใช้ในแบบจำลอง ได้แก่

2.3.1 จำนวน Dock

2.3.2 อัตราการไหลของจี๊เจ้าถ่านหิน

2.4 นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 2.1 มาทำการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Arena มาทำการวิเคราะห์

2.5 นำค่าตัวแปรและค่าคงที่ต่าง ๆ มาใส่ในแบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม Arena

2.6 ทดลอง Run โปรแกรมจำนวน 10 ครั้ง เพื่อตรวจสอบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง (เพื่อให้ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือควรทำซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง)

2.7 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการ Run โปรแกรม

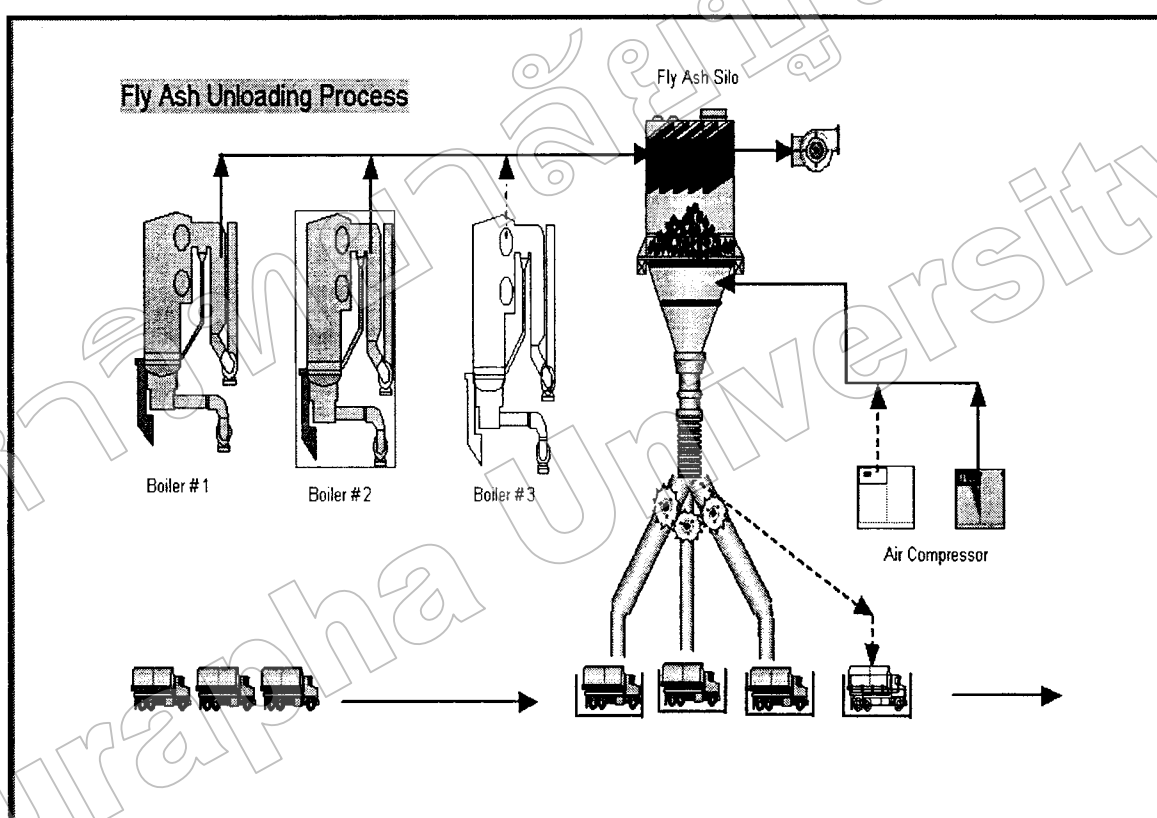
2.8 ปรับค่าตัวแปรตามความเหมาะสมตามสถานการณ์ในหัวข้อ การตั้งสมมติฐานในงานวิจัย

2.9 นำผลจากขั้นตอนที่ 2.8 มาวิเคราะห์เพื่อหาวิธีการปรับปรุงระบบการขนถ่ายที่เหมาะสม

แบบจำลองสถานการณ์ของระบบขนถ่ายขี้เถ้าถ่านหิน

ลักษณะทั่วไปของแบบจำลอง

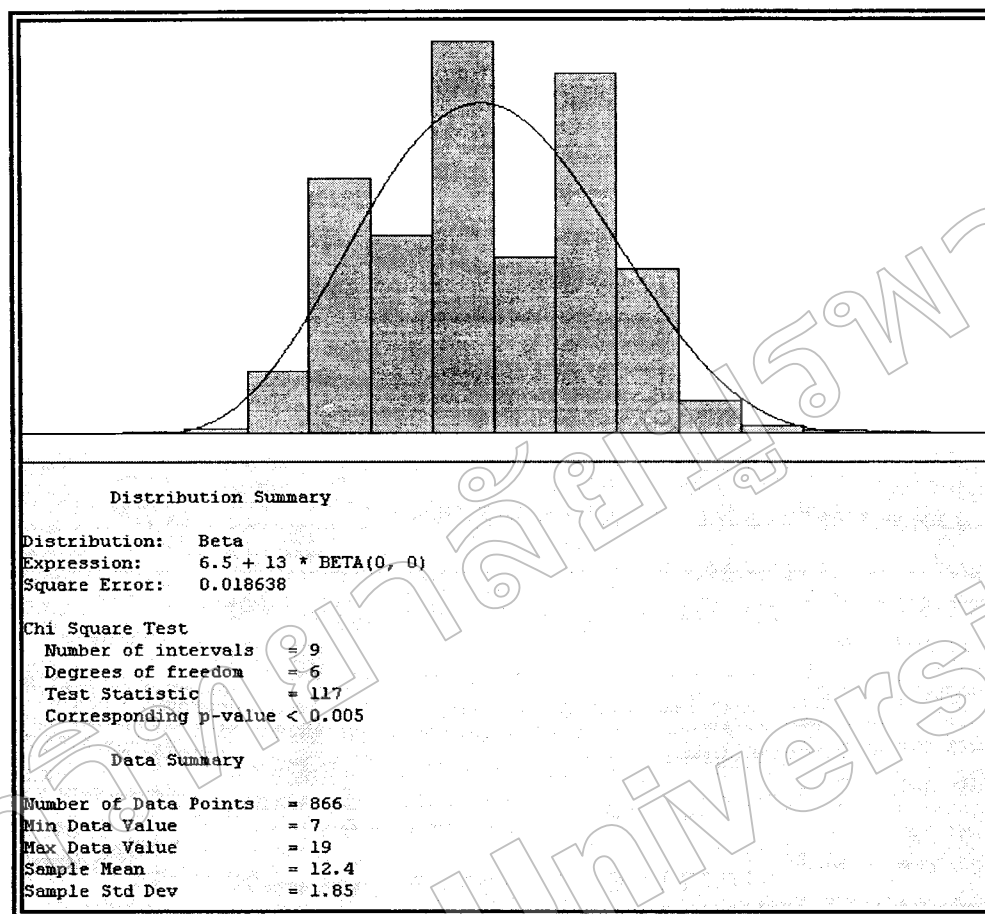
รูปแบบของแบบจำลองสถานการณ์นี้ ทางโรงไฟฟ้าได้เก็บขี้เถ้า (Fly Ash) ที่อยู่ใน Fly Ash Silo โดยใช้เครื่องอัดอากาศขนาด 75 แรงม้า อัดขี้เถ้าเพื่อขนถ่ายลงในรถบรรทุก โดยมี Dock สำหรับการ Loading ขี้เถ้าอยู่ 3 ช่อง ซึ่งอัตราการไหลของขี้เถ้าจะคงที่อยู่ที่ 75 ตัน/ ชั่วโมง และสามารถแบ่งอัตราการไหลออกเป็น 3 ช่องทางตามจำนวน Dock ที่มีอยู่ ดังแสดงในภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 แสดงกระบวนการลำเลียงขี้เถ้าถ่านหินของโรงไฟฟ้า

เมื่อรถบรรทุกวิ่งเข้ามาที่ Dock ที่เตรียมไว้สำหรับการ Loading รถบรรทุกจะต้องรอจนกว่า Dock จะว่าง และเมื่อรถบรรทุกเข้ามายัง Dock แล้วต้องใช้เวลาเตรียมความพร้อมในการ Loading โดยใช้เวลาตามการเก็บข้อมูลดังตารางภาคผนวก 5 ในภาคผนวก

ซึ่งเมื่อทำการหารูปแบบของการกระจายตัวของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Arena แล้วจะได้การกระจายตัวแบบ Beta ดังแสดงในภาพที่ 3-2

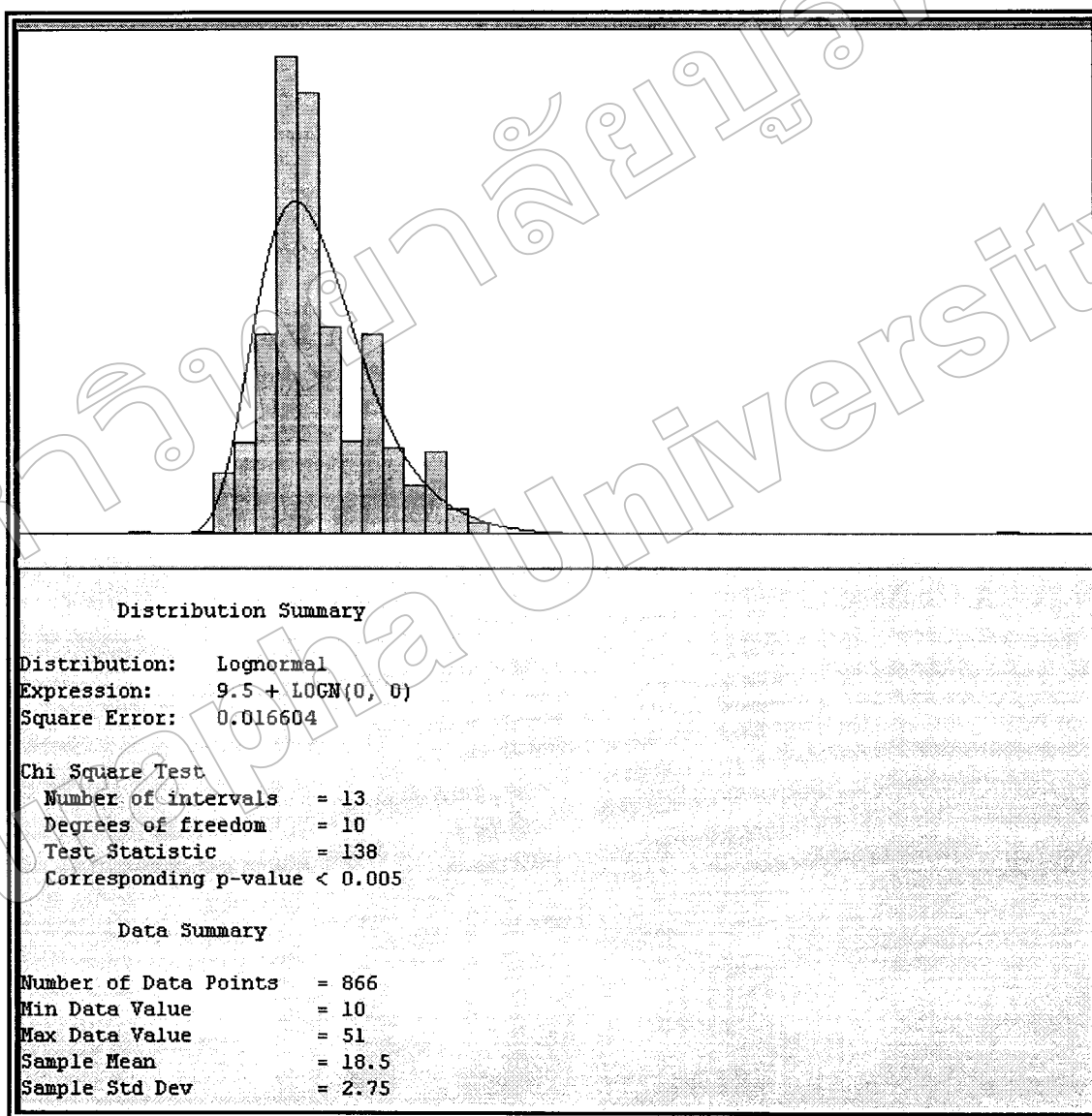


ภาพที่ 3-2 แสดงการกระจายตัวของเวลาที่ใช้เตรียมรถบรรทุกก่อนทำการ Loading

* หมายเหตุ: การกระจายตัวแบบ Beta เป็นการกระจายตัวแบบต่อเนื่องรูปแบบหนึ่ง
 เหมาะสำหรับเหตุการณ์ที่กำหนดขอบเขตค่าสูงสุดและต่ำสุดเอาไว้ จะนิยมใช้กันมากในปัญหาการ
 วางแผนและควบคุมโครงการ (PERT) โดยรูปร่างของการกระจายตัวแบบ Beta จะเปลี่ยนแปลงตาม
 ค่าพารามิเตอร์ 2 ตัว คือ แกมมา (α) และ เบต้า (β) โดยค่า α และ β ต้องมากกว่า 0 และถ้าค่า
 α และ β เท่ากับ 1 การกระจายตัวจะสมดุลและมีรูปแบบการกระจายตัวเป็นแบบ Standard
 Uniform

โดยจำนวนนี้ถ้าที่จะ Loading ลงในรถบรรทุกนั้นก็ขึ้นอยู่กับขนาดรถบรรทุกที่ใช้
 โดยรถบรรทุกที่วิ่งมารับขี้เถ้ามันจะมีอยู่ 2 ขนาดคือ ขนาด 14 ตัน และ ขนาด 24 ตัน โดยสัดส่วน
 ของรถบรรทุกแต่ละขนาดนั้นได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวก 2 และ 3 ในภาคผนวก

เมื่อรถบรรทุกทำการ Loading ขึ้นแล้วเสร็จแล้วคนขับรถต้องทำความสะอาดรถบรรทุก โดยการใช้ลมเป่าทำความสะอาดและจัดเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมในการใช้งานได้ทันทีเมื่อรถบรรทุกคันต่อไปเข้ามาโดยเวลาที่รถบรรทุกแต่ละคันใช้ไปนั้นได้แสดงไว้ในตารางภาคผนวก 1 ในภาคผนวก และเมื่อใช้โปรแกรม Arena ช่วยในการหาการกระจายตัวของข้อมูลแล้วจะได้การกระจายตัวแบบ Lognormal ดังแสดงในภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 แสดงการกระจายตัวของเวลาที่ใช้ทำความสะอาดและเตรียมอุปกรณ์ของรถบรรทุก
หลังทำการ Loading

โดยในการทำแบบจำลองสถานการณ์นี้จะคิดหน่วยเวลาที่ 24 ชั่วโมงต่อหนึ่งวัน แต่ความจริงแล้ว รถบรรทุกจะเริ่มวิ่งเข้ามาในโรงงานได้หลังจากช่วงเวลา 18:00 น. ไปแล้ว เพราะทางโรงงานเกรงว่าฝุ่นที่ฟุ้งกระจายระหว่างการ Loading นั้นจะก่อกมลภาวะทางอากาศ แก่พนักงานที่ทำงานในช่วงเวลากลางวัน โดยทำการเก็บข้อมูลจำนวนการเข้ามาของรถบรรทุก แต่ละคันในแต่ละชั่วโมงทุกวันเป็นเวลา 2 เดือน ดังแสดงในตารางภาคผนวก 6 ในภาคผนวก

ซึ่งช่วงเวลาในการเก็บข้อมูลนี้ได้เลือกช่วงเวลาที่โรงไฟฟ้าเดินเครื่องอย่างต่อเนื่องและ อุปกรณ์ที่ใช้ในการขนถ่ายขี้เถ้าไม่น่ามีความเสียหายเกิดขึ้นระหว่างการเก็บข้อมูล

ในระหว่างที่รถบรรทุกทำการขนถ่ายขี้เถ้าอยู่นั้น รถบรรทุกคันอื่นจะต้องรออยู่หน้า โรงงาน ซึ่งถนนหน้าโรงงานมีพื้นที่ค่อนข้างจำกัดดังที่กล่าวไว้แล้วข้างต้น และในการรอคอยนั้น ก็มีค่าใช้จ่ายเกิดขึ้น เราจึงใช้การจำลองสถานการณ์นี้เพื่อใช้ในการช่วยตัดสินใจในการแก้ปัญหา ที่จะเกิดขึ้น

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

ในการสร้างแบบจำลองนี้สามารถแบ่งกิจกรรมและเหตุการณ์ออกได้เป็นดังนี้

1. รถบรรทุกวิ่งเข้ามาใน Dock ซึ่งเป็นเหตุการณ์แบบ Discrete
2. รถบรรทุกเตรียมตัวสำหรับการ Loading ซึ่งเป็นเหตุการณ์แบบ Discrete
3. รถบรรทุกเริ่มการ Loading ขี้เถ้า ซึ่งเป็นเหตุการณ์แบบ Discrete
4. กระบวนการ Loading ขี้เถ้า ซึ่งเป็นเหตุการณ์แบบ Continuous โดยอัตราการไหล ของขี้เถ้าจะเปลี่ยนแปลงตามจำนวน Dock ในขณะนั้น ซึ่งระยะเวลาของกระบวนการนี้จะเริ่มตั้งแต่ การเริ่ม Loading ขี้เถ้า จนถึงจุดที่ขี้เถ้าเต็มรถบรรทุกพอดี
5. จุดที่ขี้เถ้าเต็มรถบรรทุกพอดี ซึ่งเป็นเหตุการณ์แบบ Discrete
6. รถบรรทุกออกไปจาก Dock ซึ่งเป็นเหตุการณ์แบบ Discrete และเป็นการสิ้นสุดของ กระบวนการจำลองสถานการณ์

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

1. สร้างรถบรรทุกที่วิ่งเข้ามา
2. สร้างคิวให้กับรถบรรทุกในการรอ Dock ที่ว่าง
3. กำหนดขนาดของรถบรรทุกแต่ละคันที่วิ่งเข้ามา
4. กำหนดเวลาสำหรับการรอของรถบรรทุกแต่ละคันในการเตรียมพร้อมก่อนที่จะทำ การ Loading
5. กำหนดเวลาที่ใช้ในกระบวนการ Loading ของรถบรรทุกแต่ละคัน

6. กำหนดเวลาที่รถบรรทุกใช้ในการทำความสะอาดเมื่อ Loading เสร็จและจัดเตรียมอุปกรณ์ให้พร้อมสำหรับรถบรรทุกคันต่อไปที่เข้ามา

7. ให้รถบรรทุกวิ่งออกจาก Dock

8. ทำลายรถบรรทุกที่สร้างขึ้นมาจากจากระบบ

แนวคิดในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

1. สร้าง Process Module ในการรอคอยการ Loading ของรถบรรทุกโดยมีการกระจายตัวแบบ Beta ตามตารางภาคผนวก 5 ในภาคผนวก

2. เริ่มกระบวนการ Loading ขึ้นที่ ซึ่งทราบขนาดของรถบรรทุกจากข้อมูลดังตารางภาคผนวก 2 ในภาคผนวก และอัตราการไหลของขึ้นที่ซึ่งสามารถแบ่งออกได้อีกตามจำนวน Dock ที่รถบรรทุกใช้อยู่ในขณะนั้น โดยถ้า Dock มีการใช้งานอยู่ 1 Dock อัตราการไหลจะอยู่ที่ 75 คัน/ชั่วโมง ถ้า Dock มีการใช้งานอยู่ 2 Dock อัตราการไหลจะอยู่ที่ 37.5 คัน/ชั่วโมง และถ้า Dock มีการใช้งานอยู่ 3 Dock อัตราการไหลจะอยู่ที่ 25 คัน/ชั่วโมง โดยหน่วยของเวลาที่เรากำลังใช้คือ ชั่วโมง

3. สร้าง Delay Module ให้กับรถบรรทุกตามการกระจายตัวแบบ Lognormal ซึ่งเป็นเวลาที่รถบรรทุกใช้ในการทำความสะอาดเมื่อทำการ Loading เสร็จแล้ว ก่อนที่จะออกไปจาก Dock

กระบวนการในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

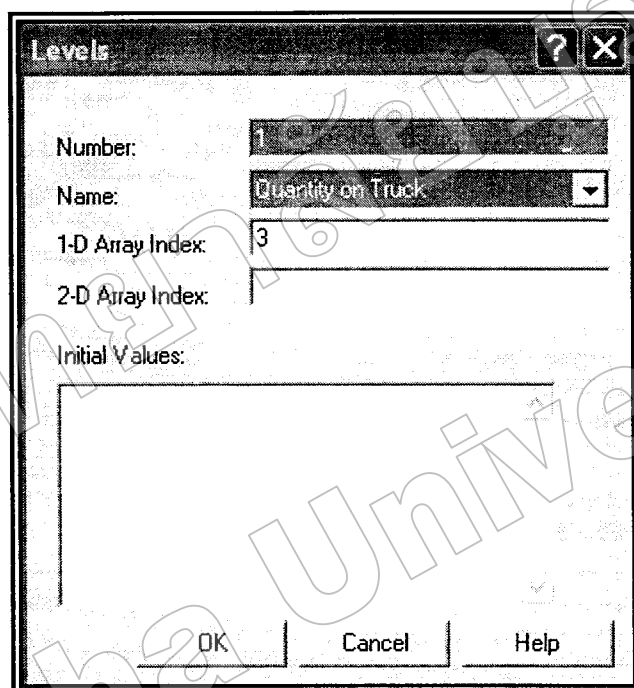
1. กระบวนการแบบ Continuous

เริ่มจากการสร้างส่วนของกระบวนการ Continuous Process โดยใช้ Level Module และ Rate Module โดย Module ทั้งสองนี้จะใช้กับ Dock ทั้งสาม Dock โดยต้องกำหนด Array ให้กับ Level Module และ Rate Module ตามค่า Dock Number ที่เรากำหนดไว้ ได้แก่ Dock 1, Dock 2 และ Dock 3

จากภาพที่ 3-4 จะแสดงการกำหนด Level Module โดยใช้ชื่อว่า Quantity on Truck และมีตัวแปรของ Quantity on Truck สามตัวคือ Quantity on Truck(1), Quantity on Truck(2) และ Quantity on Truck(3) ซึ่งหมายเลขจะตรงกับหมายเลขของ Dock ที่รถบรรทุกวิ่งเข้ามา โดย Array ที่กำหนดจะเป็น Array แบบ 1-D เพราะเป็น Array แบบมิติเดียว

Levels

Quantity on Truck



Levels

Number: 1

Name: Quantity on Truck

1-D Array Index: 3

2-D Array Index:

Initial Values:

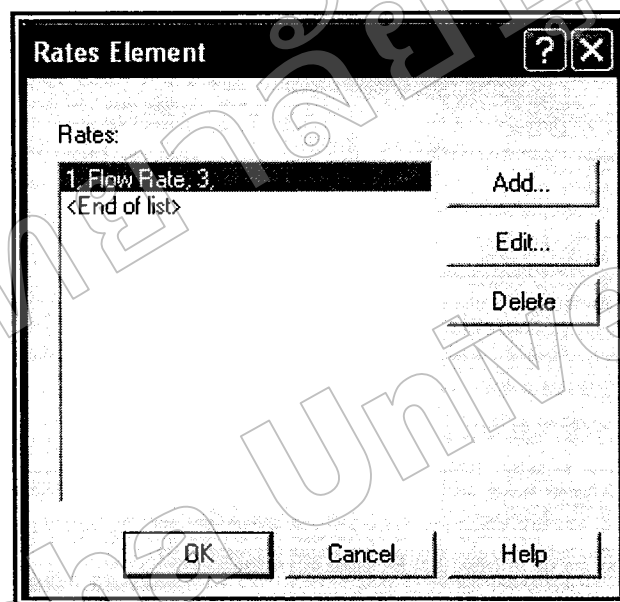
OK Cancel Help

ภาพที่ 3-4 แสดงการกำหนด Level Module โดยใช้ชื่อว่า Quantity on Truck

ส่วนการสร้าง Rate Module ก็จะคล้ายกับการสร้าง Level Module ดังแสดงในภาพที่ 3-5

Rates

Flow Rate



ภาพที่ 3-5 แสดงการสร้าง Rate Module โดยใช้ชื่อว่า Flow Rate

โดยค่าอัตราการไหลจะแบ่งเป็นสามค่าคือ Flow Rate(1), Flow Rate(2) และ Flow Rate(3) โดยอัตราการไหลจะสอดคล้องกับ Level Module ที่สร้างขึ้นมา ตามตารางที่ 3-1

ตารางที่ 3-1 แสดง Array ของตัวแปร Dock, Flow Rate และ Quantity on Truck

Dock(1)	Flow Rate(1)	Quantity on Truck(1)
Dock(2)	Flow Rate(2)	Quantity on Truck(2)
Dock(3)	Flow Rate(3)	Quantity on Truck(3)

ต่อไปทำการสร้าง Continuous Module เพื่อใช้ในการคำนวณ และใช้ในการ Run แบบจำลองนี้เป็นแบบ Continuous ดังแสดงในภาพที่ 3-6 โดยใช้วิธี Euler Integration (เป็นวิธีการอินทิเกรตโดยแบ่งช่วงของการอินทิเกรตเป็นสี่เหลี่ยมคางหมูย่อย ๆ ก่อน โดยใช้การกระจายฟังก์ชันออกเป็นช่วง ๆ ด้วยอนุกรมเทย์เลอร์ โดยเมื่อนำแต่ละช่วงมารวมกันแล้วค่าความผิดพลาดจากการประมาณจะถูกหักล้างกันออกไป) กำหนด Minimum Step Size ที่ 0 และ Maximum Step Size ที่ 100

Continuous

Continuous Element

Number of Dif. Equations:

Number of State Equations:

Minimum Step Size:

Maximum Step Size:

Save Point Interval:

Method:

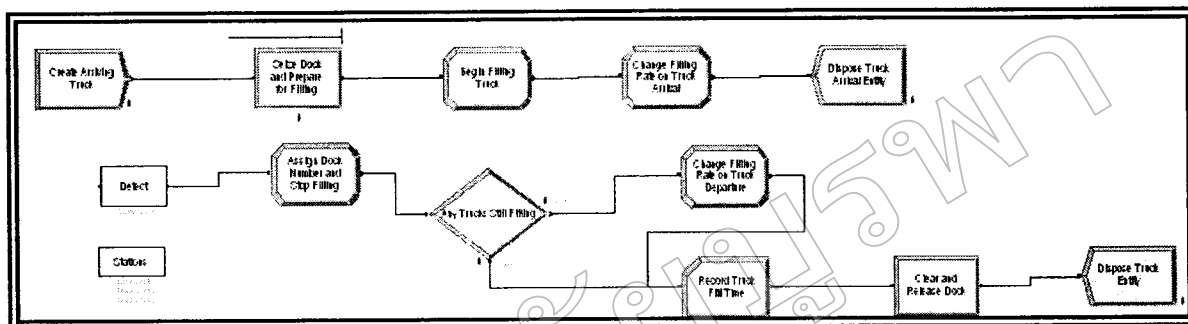
Cross Severity:

OK Cancel Help

ภาพที่ 3-6 แสดงการสร้าง Continuous Module

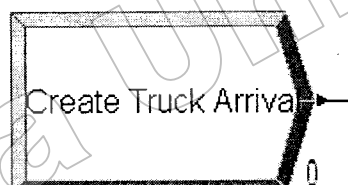
2. กระบวนการแบบ Discrete

โดย Model ที่เราสร้างขึ้นแสดงดังภาพที่ 3-7



ภาพที่ 3-7 แสดงการสร้างแบบจำลองในส่วนของการกระบวนการ Discrete

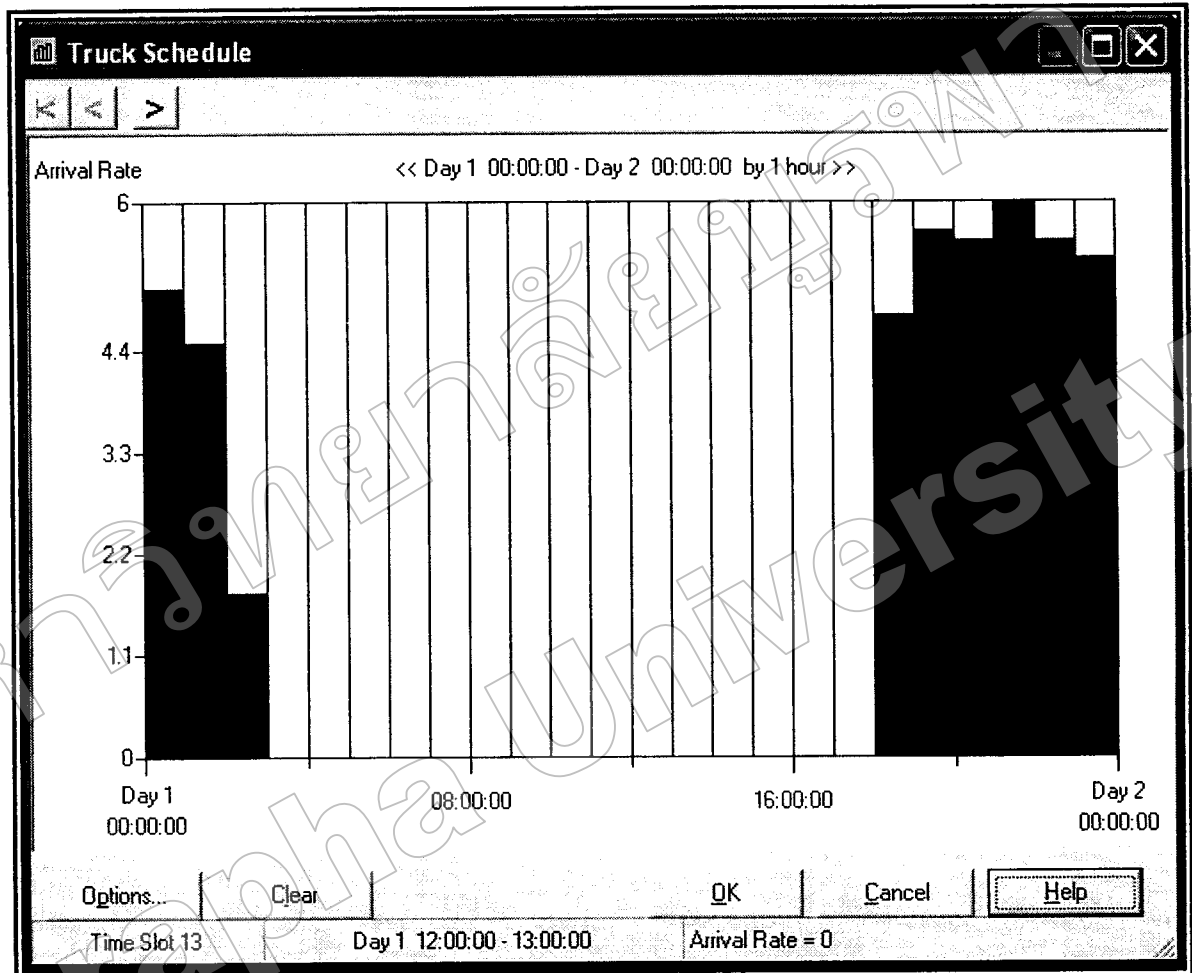
ขั้นแรกทำการสร้าง Create Module เพื่อใช้สร้างรถบรรทุก (Entity) ตาม Schedule ที่เรากำหนดไว้ ดังตารางภาคผนวก 6 ในภาคผนวก และเมื่อกำหนดค่าลงในโปรแกรม Arena แล้วจะแสดงดังภาพที่ 3-8



Create	
Name:	Entity Type:
Create Truck Arrival	Empty Truck
Time Between Arrivals	
Type:	Schedule Name:
Schedule	Truck Schedule
Entities per Arrival:	Max Arrivals:
1	Infinite
OK Cancel Help	

ภาพที่ 3-8 แสดงการสร้าง Create Module โดยรถบรรทุกเข้ามาแบบ Schedule

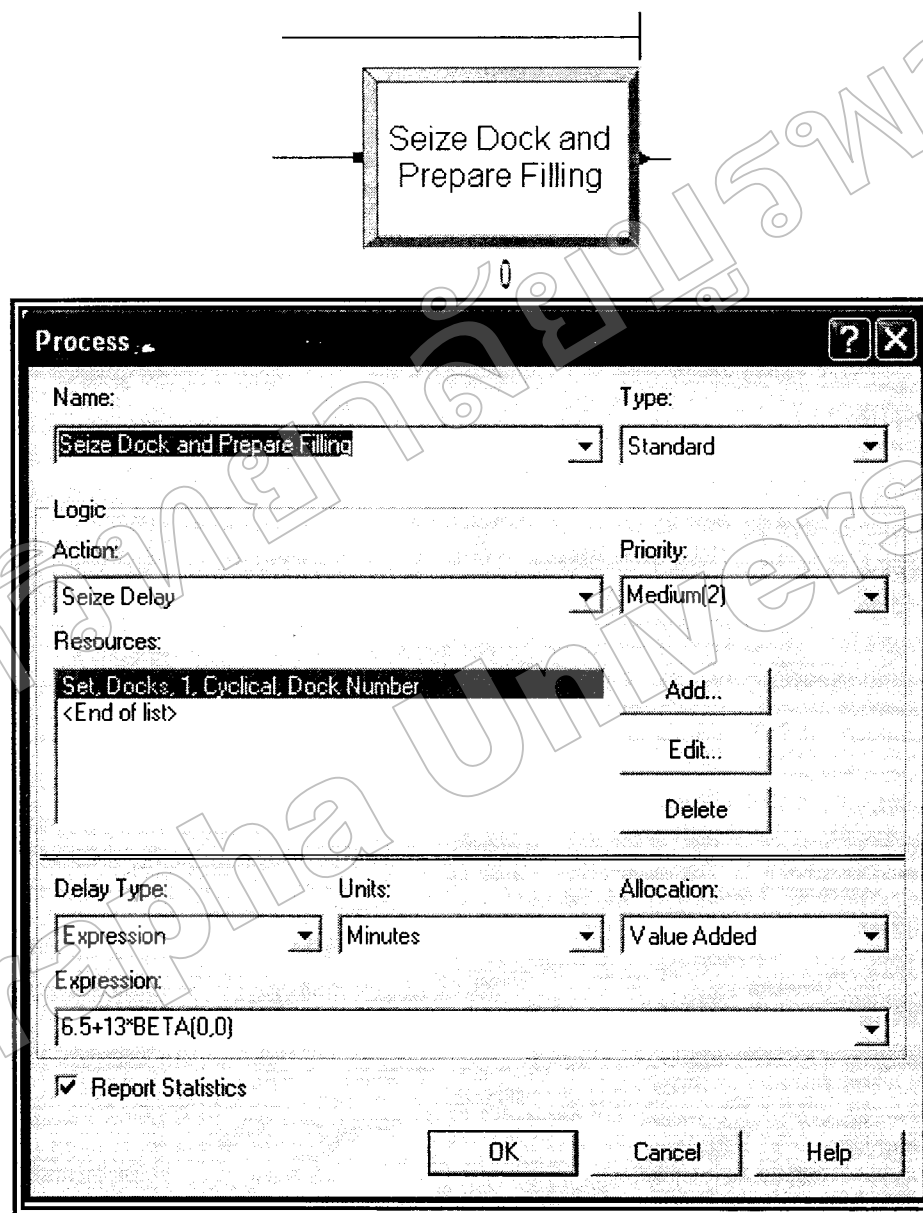
Schedule - Basic Process						
	Name	Format Type	Type	Time Units	Scale Factor	Durations
1	Truck Schedule	Duration	Arrival	Hours	1.0	10 rows



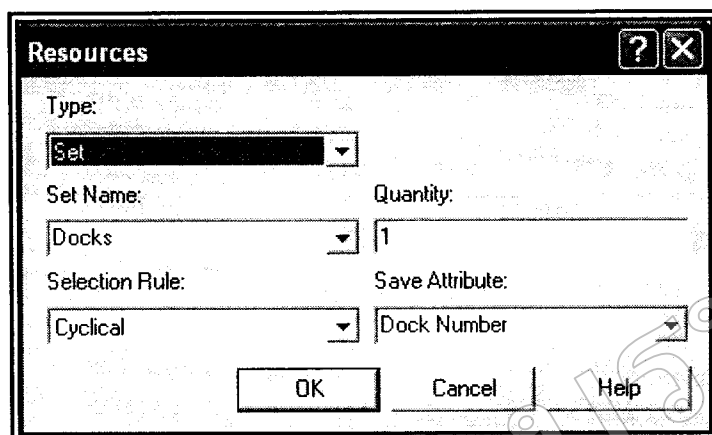
ภาพที่ 3-9 แสดงการสร้าง Schedule การเข้าของรถบรรทุก ใช้ชื่อว่า Truck Schedule

ต่อไปทำการสร้าง Process Module โดยเมื่อทำการสร้างรถบรรทุกเสร็จแล้ว จึงเข้าสู่กระบวนการที่รถบรรทุกจะต้องวิ่งไปที่ Dock โดยเรากำหนดให้ Dock คือ ทรัพยากร (Resource) ซึ่งจะเป็นอิสระต่อกัน ในที่นี้คือตัวแปร Dock(1), Dock(2) และ Dock(3) โดยกำหนดให้รวมกันอยู่ใน Set และตั้งชื่อ Set นี้ว่า “Docks” ดังแสดงในภาพที่ 3-11 เมื่อเราทำการยึดจับ (Seize) และหน่วงเวลา (Delay) ให้กับรถบรรทุกเอาไว้จนกว่าจะทำการ Loading เสร็จและทำความสะอาดก่อนที่จะวิ่งออกไปจาก Dock โดยเราต้องสร้าง Index ของ Dock ให้กับรถบรรทุกเพื่อให้รถบรรทุกรู้ว่าจะต้องวิ่งไปจอดที่ Dock ไค โดยใช้ตัวแปรชื่อ Dock Number เป็นตัวบอก หลังจากยึดจับ

(Seize) Dock แล้ว รถบรรทุกต้องใช้เวลาในการเตรียมการ Loading (Delay) โดยใช้เวลาซึ่งมีรูปแบบการกระจายตัวเป็นแบบ Beta โดย Process Module จะแสดงดังภาพที่ 3-10

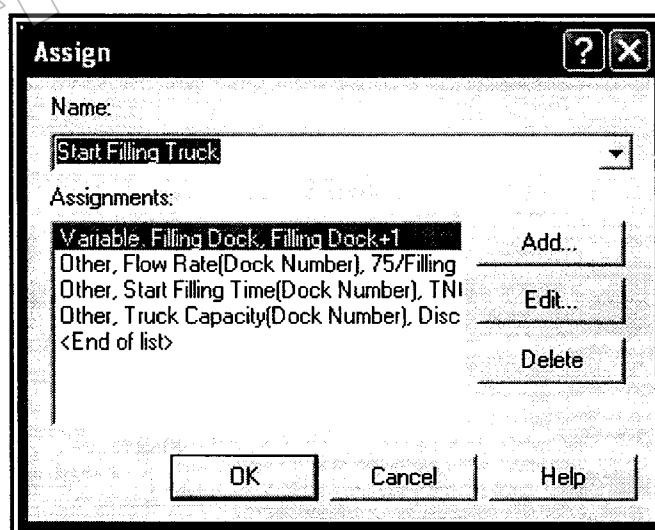
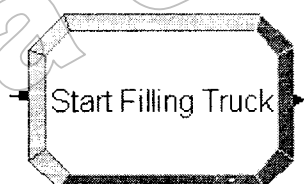


ภาพที่ 3-10 แสดงการสร้าง Process Module โดยใช้ชื่อว่า Seize Dock and Prepare Filling



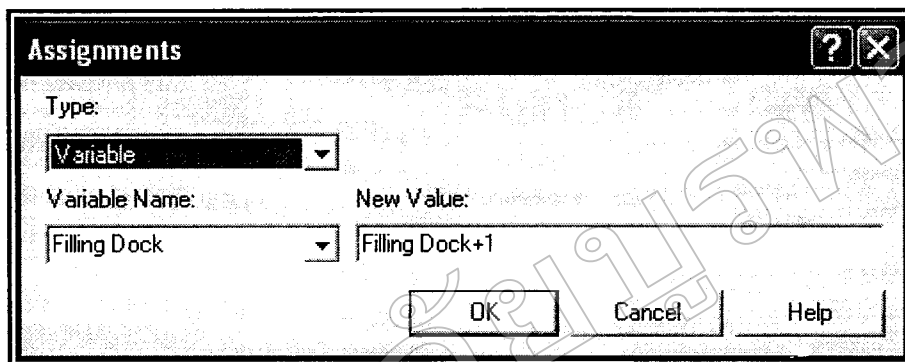
ภาพที่ 3-11 แสดงการกำหนดให้ Set ของ Docks คือทรัพยากรของแบบจำลอง

หลังจากรถบรรทุกได้เข้าจอดใน Dock และใช้เวลาในการเตรียมการเสร็จแล้วต่อไปรถบรรทุกจะเข้าสู่ Assign Module เพื่อเริ่มทำการ Loading ซึ่งต้องกำหนดอัตราการไหลของขี้เถ้าลงสู่รถบรรทุก โดยอัตราการไหลจะขึ้นอยู่กับจำนวนรถบรรทุกที่จอดอยู่ใน Dock ขณะนั้นและกำลังทำการ Loading ขี้เถ้าอยู่ โดยกำหนดตัวแปร Filling Dock เพื่อบอกว่าขณะนี้มีความ Dock ที่ถูกใช้งานเป็นจำนวนเท่าไร ซึ่งการคำนวณอัตราการไหลของขี้เถ้าคือ $(75 \text{ ton/hr}) / (\text{Filling Dock})$ โดย Assign Module ที่สร้างขึ้นแสดงได้ดังภาพที่ 3-12



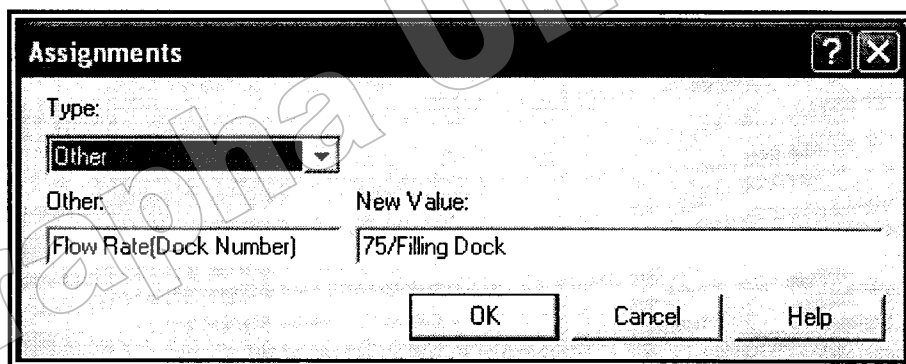
ภาพที่ 3-12 แสดงการสร้าง Assign Module โดยใช้ชื่อว่า Start Filling Truck

ซึ่งสิ่งที่เรากำหนดใน Assign Module คือ ส่วนของ Filling Dock จะเพิ่มตาม Entity ที่เข้ามา โดยเพิ่มขึ้นทีละ 1 หน่วย ดังแสดงในภาพที่ 3-13



ภาพที่ 3-13 แสดงการกำหนดตัวแปร Filling Dock ใน Assign Module

ทำการกำหนดอัตราการไหลของแต่ละ Dock โดยใช้ตัวแปร Flow Rate (Dock Number) มีค่า (75 -ton/hr)/ (Filling Dock) ดังแสดงในภาพที่ 3-14



ภาพที่ 3-14 แสดงการกำหนดตัวแปร Flow Rate (Dock Number) ใน Assign Module

ทำการหาค่าเวลาที่ใช้ในการ Loading ขึ้นในรถบรรทุกแต่ละคันโดยใช้ตัวแปรแบบ Global คือ Start Filling Time (Dock Number) โดยใช้เวลาในปัจจุบันคือ TNOW (ค่าของเวลาปัจจุบันในโปรแกรม Simulation) ดังแสดงในภาพที่ 3-15

The screenshot shows a dialog box titled "Assignments" with a question mark icon and a close button. It contains a "Type:" dropdown menu set to "Other". Below it, the "Other:" field is labeled "Start Filling Time(Dock Number)" and the "New Value:" field is set to "TNOW". At the bottom are "OK", "Cancel", and "Help" buttons.

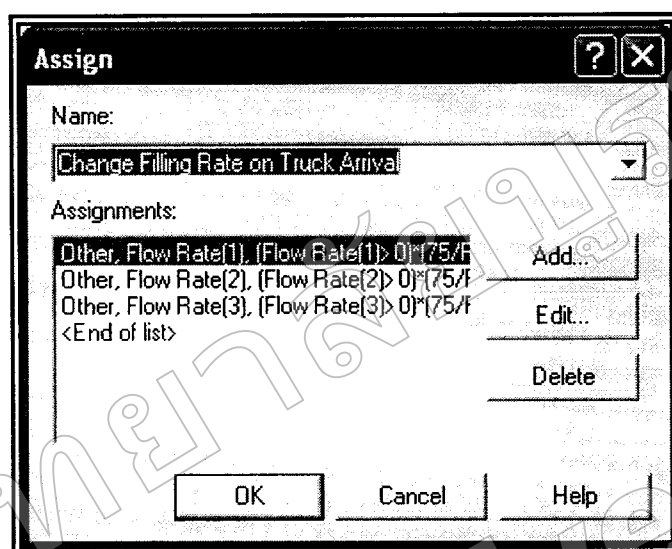
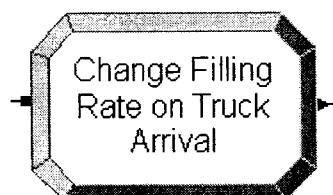
ภาพที่ 3-15 แสดงการกำหนดตัวแปร Start Filling Time (Dock Number) ใน Assign Module

โดยเวลานี้จะขึ้นอยู่กับขนาดของรถบรรทุกด้วย โดยขนาดของรถบรรทุกแต่ละคันนั้นจะกำหนดในรูปของตัวแปร Truck Capacity (Dock Number) ซึ่งจะจับเวลาตั้งแต่เริ่มทำการ Loading จนกระทั่งขี้อี้เต็มรถบรรทุกดังแสดงในภาพที่ 3-16

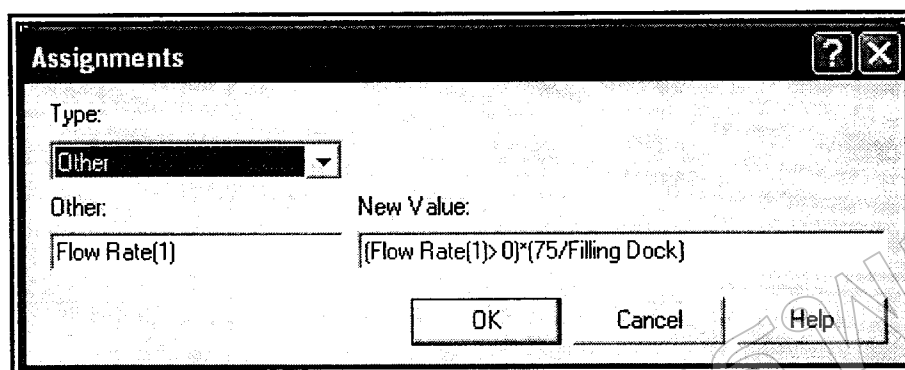
The screenshot shows a dialog box titled "Assignments" with a question mark icon and a close button. It contains a "Type:" dropdown menu set to "Other". Below it, the "Other:" field is labeled "Truck Capacity(Dock Number)" and the "New Value:" field is set to "Disc(0.84,24,1,14)". At the bottom are "OK", "Cancel", and "Help" buttons.

ภาพที่ 3-16 แสดงการกำหนดตัวแปร Truck Capacity (Dock Number) ใน Assign Module

ทำการปรับอัตราการไหลของขี้อี้ตามจำนวน Dock ที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน(Filling Dock)โดยใช้ตรรกะของตัวแปร Flow Rate (Dock Number) มาช่วย เช่น ถ้าค่า Flow Rate(1) มากกว่า 0 แสดงว่า Dock นั้นมีการใช้งานจริง โดยค่าของตรรกะที่ใช้คือ ถ้าเงื่อนไขเป็นจริงตัวแปรจะมีค่าเป็น 1 ถ้าเงื่อนไขเป็นเท็จ ตัวแปรจะมีค่าเป็น 0 โดยนำค่านี้มาใช้ในการคิดอัตราการไหล ดังแสดงในภาพที่ 3-17



ภาพที่ 3-17 แสดงการสร้าง Assign Module โดยใช้ชื่อว่า Change Filling Rate on Truck Arrival

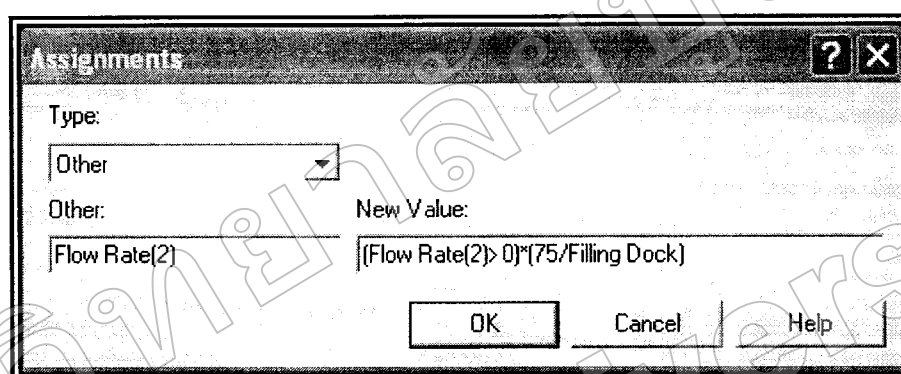


Assignments ? X

Type:
Other

Other: Flow Rate(1) New Value: (Flow Rate(1)> 0)*(75/Filling Dock)

OK Cancel Help

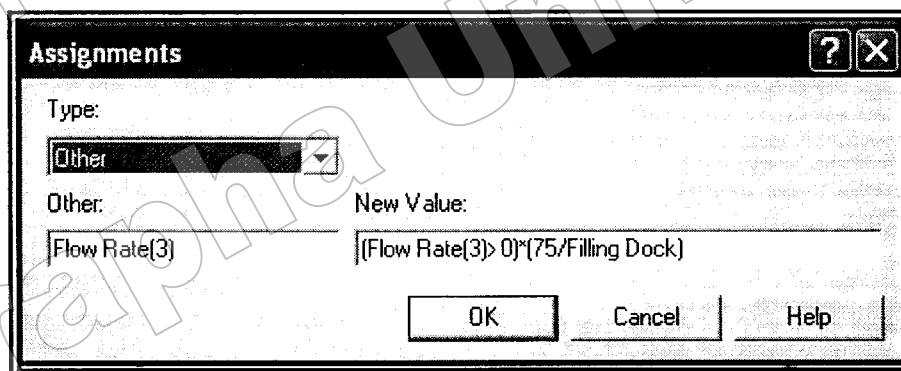


Assignments ? X

Type:
Other

Other: Flow Rate(2) New Value: (Flow Rate(2)> 0)*(75/Filling Dock)

OK Cancel Help



Assignments ? X

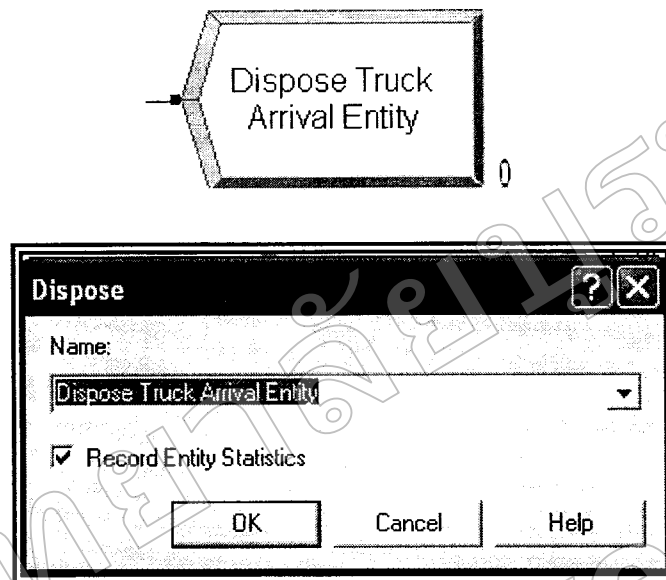
Type:
Other

Other: Flow Rate(3) New Value: (Flow Rate(3)> 0)*(75/Filling Dock)

OK Cancel Help

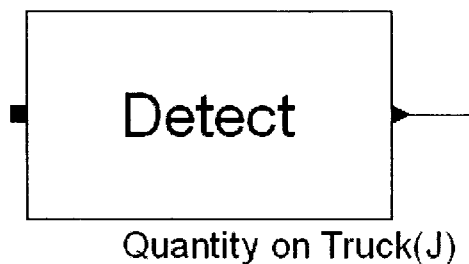
ภาพที่ 3-18 แสดงการกำหนดตัวแปร Flow Rate (Dock Number) ใน Assign Module

หลังจากเสร็จสิ้นการ Assignment แล้ว จึงทำการทำลาย Entity ออกจากระบบ
 ดังภาพที่ 3-19



ภาพที่ 3-19 แสดงการสร้าง Dispose Module โดยใช้ชื่อว่า Dispose Truck Arrival Entity

ต่อไปต้องบอกให้โปรแกรมรู้ว่าเมื่อไหร่รถบรรทุกถึงจะ Loading เต็ม โดยใช้ Detect Module ในการจับค่า Continuous ของ Quantity on Truck จนถึงปริมาณที่ขีดเต็มพอดีซึ่งก็คือค่า Truck Capacity ซึ่งเมื่อค่า Quantity on Truck เพิ่มขึ้นถึงค่านี้แล้วโปรแกรมจะทำการปล่อย Entity ออกมาใหม่นั้นคือ รถบรรทุกที่บรรจุขีดเต็มคัน ดังแสดงในภาพที่ 3-20



Detect Block

Label: _____

Mark Attribute: _____

Next Label: _____

Beginning Station Range: 1

Ending Station Range: 3

Crossing Variable: Quantity on Truck(J)

Crossing Direction: Positive

Threshold Value: Truck Capacity(J)

Crossing Tolerance: 0.0

Comments: _____

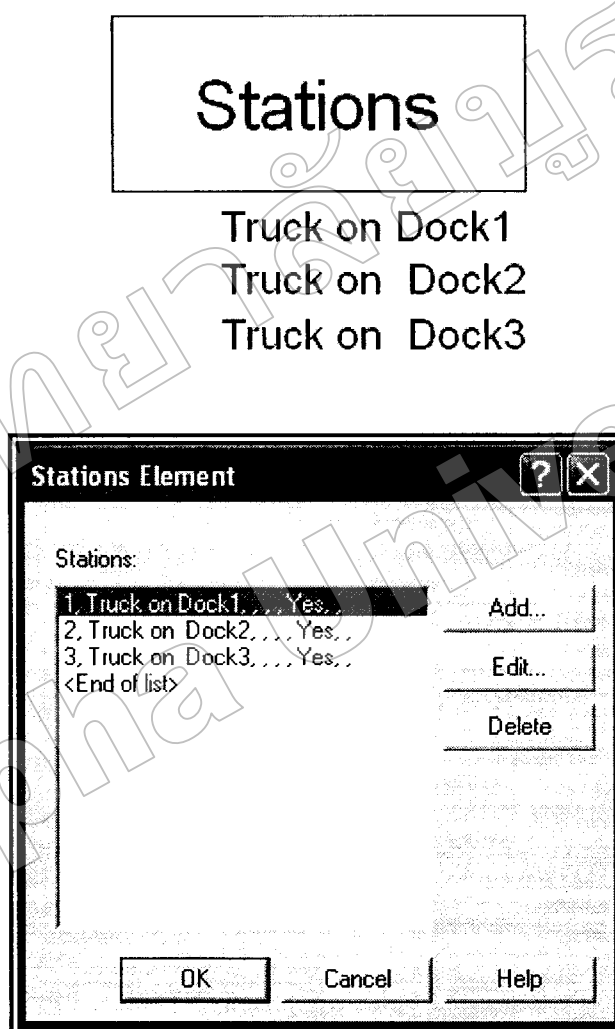
OK Cancel Help

ภาพที่ 3-20 แสดงการสร้าง Detect Module

จากภาพที่ 3-20 จะแสดงให้เห็น Detect Module โดยมีค่าของตัวแปรแบบ Continuous 3 ตัว คือ Continuous-Level แสดงค่าโดย Station Range 1-3 ในที่นี้คือ Quantity on Truck(1), Quantity on Truck(2) และ Quantity on Truck(3) โดยจะใช้ Arena Index ที่โปรแกรมกำหนดให้ คือ J ในการติดตามค่าตัวแปรนี้ โดยทำการติดตามค่าของตัวแปร Quantity on Truck(1), Quantity on Truck(2) และ Quantity on Truck(3) ให้สอดคล้องกับค่าตัวแปร Truck Capacity(1), Truck Capacity(2) และ Truck Capacity(3) ซึ่งเมื่อ Level เพิ่มขึ้นถึงระดับ Capacity ที่กำหนดก็จะเกิด Entity

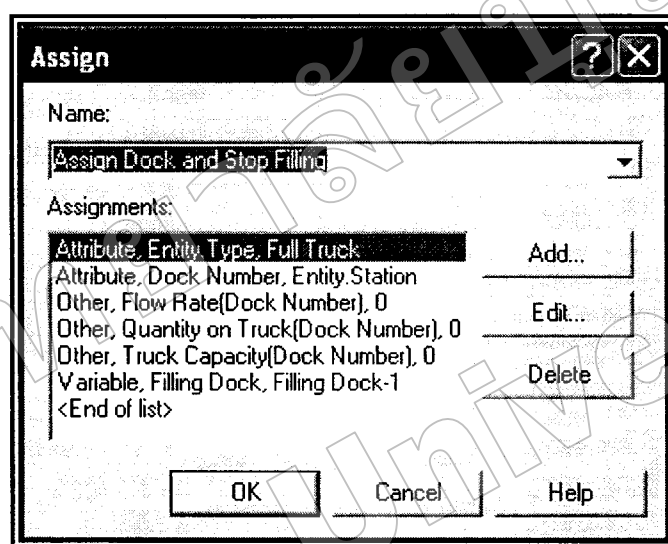
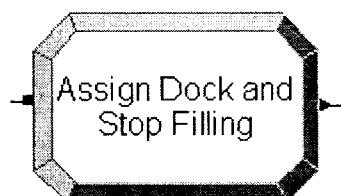
ขึ้นมาจาก Detect Module โดยโปรแกรม Arena จะกำหนด Index ให้กับ Entity นั้นอย่างอัตโนมัติ เช่น ค่า 2 คือ ระดับ Level(2) ที่เพิ่มขึ้นถึง Capacity(2) เป็นต้น

ในที่นี้จะสร้าง Entity Station ขึ้นเพื่อให้ง่ายในการค้นหาและทำให้ตัวแปร Level เป็นอิสระต่อกัน โดยการสร้าง Station Module จาก Element Panel ในโปรแกรม Arena ดังแสดงในภาพที่ 3-21



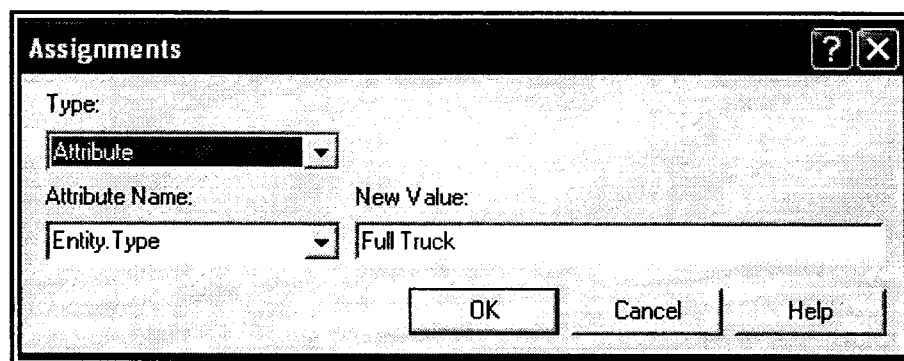
ภาพที่ 3-21 แสดงการสร้าง Station Module

หลังจากที่ Entity ออกจาก Detect Module แล้วก็จะเข้าสู่ Assign Module ดังแสดงใน
ภาพที่ 3-22

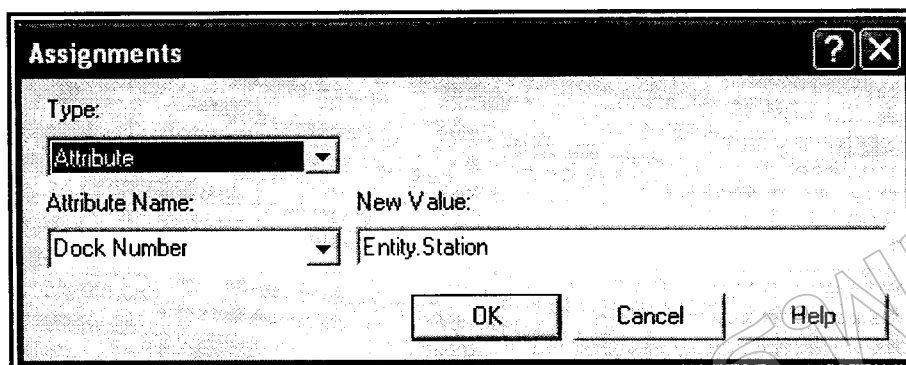


ภาพที่ 3-22 แสดงการสร้าง Assign Module โดยใช้ชื่อว่า Assign Dock and Stop Filling

โดยกำหนดให้ Entity ที่ออกจาก Detect Module นี้คือรถบรรทุกเต็ม (Full Truck)



ภาพที่ 3-23 แสดงการกำหนด Entity Type เป็น Full Truck



Assignments [?] [X]

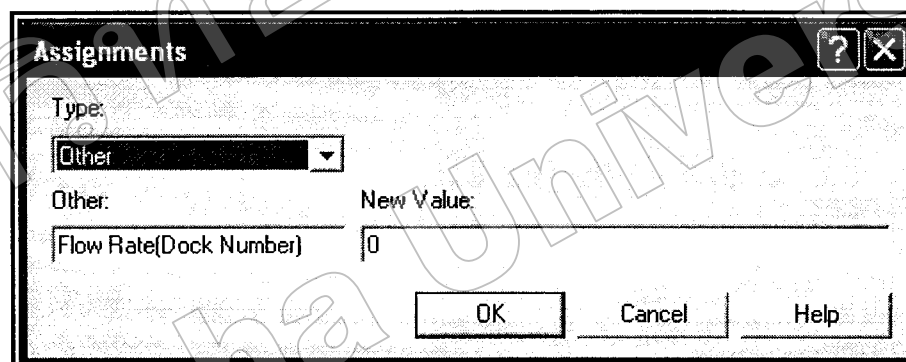
Type: Attribute

Attribute Name: Dock Number New Value: Entity.Station

[OK] [Cancel] [Help]

ภาพที่ 3-24 แสดงการกำหนด Dock Number เป็น Entity Station

หลังจากนั้นทำการ Reset ค่า โดยให้ Flow Rate (Dock Number) เท่ากับ 0 ดังแสดงในภาพที่ 3-25



Assignments [?] [X]

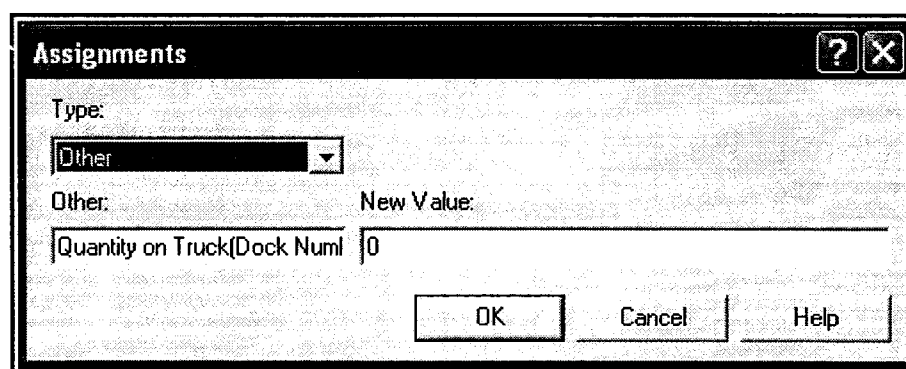
Type: Other

Other: Flow Rate(Dock Number) New Value: 0

[OK] [Cancel] [Help]

ภาพที่ 3-25 แสดงการกำหนดค่า Flow Rate (Dock Number) ใหม่

และ Quantity on Truck(Dock Number) เท่ากับ 0 ดังแสดงในภาพที่ 3-26



Assignments [?] [X]

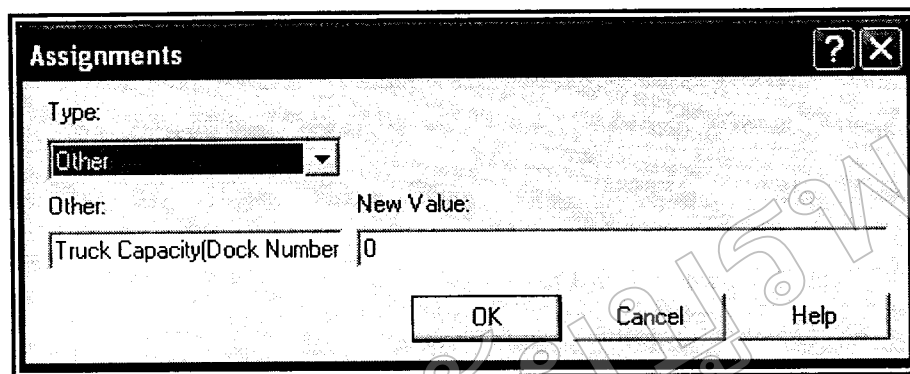
Type: Other

Other: Quantity on Truck(Dock Numl New Value: 0

[OK] [Cancel] [Help]

ภาพที่ 3- 26 แสดงการกำหนด Quantity on Truck (Dock Number) ใหม่

และ Truck Capacity (Dock Number) เท่ากับ 0 ดังแสดงในภาพที่ 3-27



Assignments [?] [X]

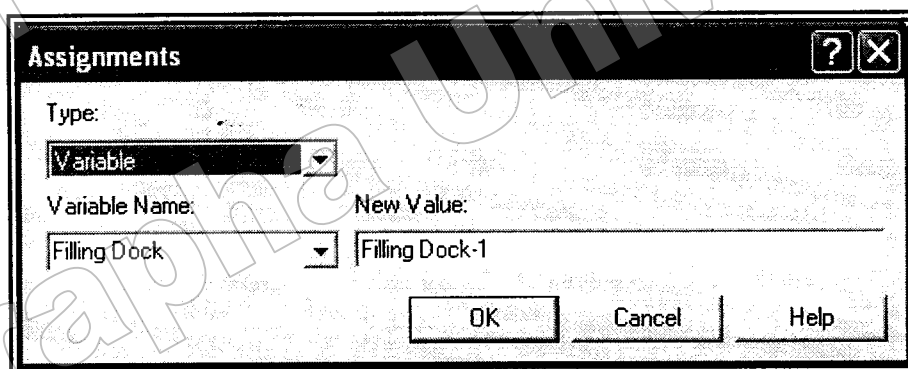
Type:
 [Other ▼]

Other: Truck Capacity(Dock Number) New Value: 0

[OK] [Cancel] [Help]

ภาพที่ 3-27 แสดงการกำหนดค่า Truck Capacity (Dock Number) ใหม่

หลังจากนั้นทำการลดตัวแปร Filling Dock ลง 1 ค่า เพื่อแสดงว่ารถบรรทุกได้วิ่งออกไปจาก Dock แล้ว ดังแสดงในภาพที่ 3-28



Assignments [?] [X]

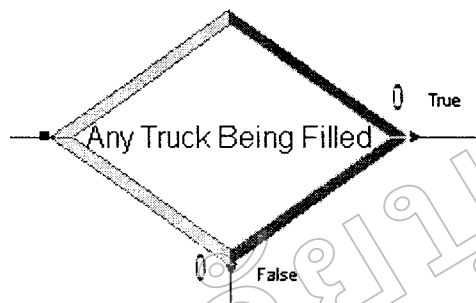
Type:
 [Variable ▼]

Variable Name: Filling Dock New Value: Filling Dock-1

[OK] [Cancel] [Help]

ภาพที่ 3-28 แสดงการกำหนด Filling Dock ใหม่

และเมื่อรถบรรทุกวิ่งออกไปจาก Dock จะต้องทำการปรับอัตราการไหลใหม่ โดยจะใช้ Decide module ช่วยในการตัดสินใจว่าในขณะนี้กำลังมี Dock ที่ถูกใช้งานอยู่หรือไม่ ดังแสดงในภาพที่ 3-29



Decide

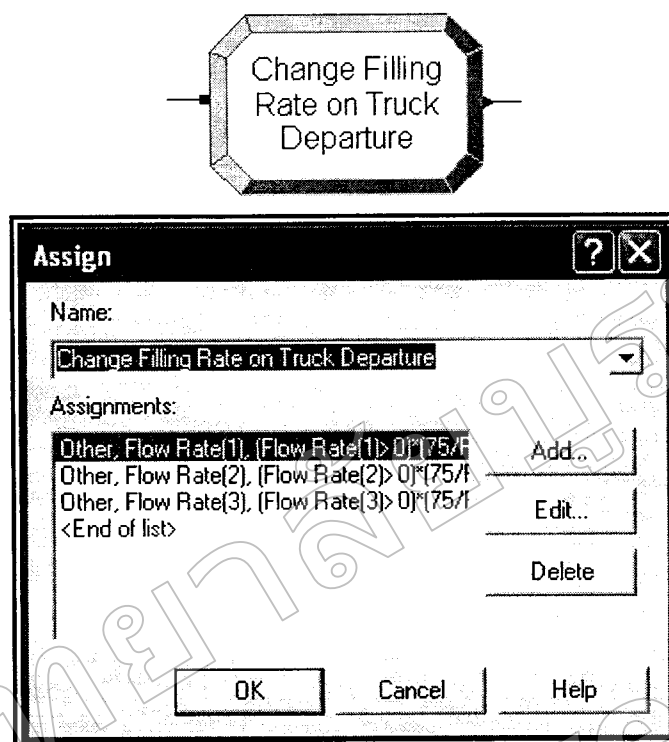
Name: Type:

If: Named: Is:

Value:

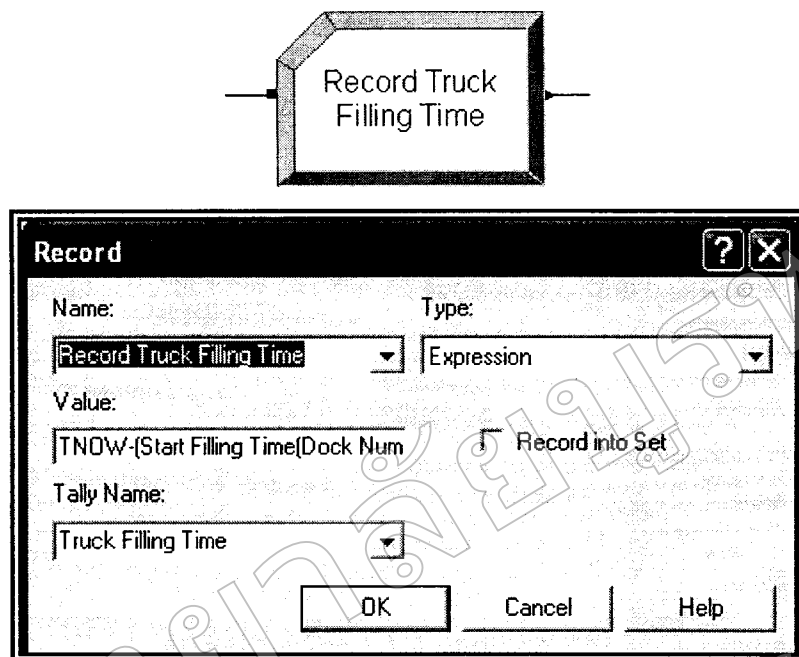
ภาพที่ 3-29 แสดงการสร้าง Decide Module โดยใช้ชื่อว่า Any Truck Being Filled

เพื่อที่จะปรับอัตราการไหลของซีเมนต์ ถ้าในขณะนั้นมี Dock ที่ถูกใช้งาน โดยอัตราการไหลที่เปลี่ยนไปคือ Change Filling Rate ที่กำหนดขึ้นแล้วจากรถบรรทุกที่เข้ามา (Truck Arrival) ทางด้าน True Exit แต่ถ้าในขณะนั้นไม่มี Dock ที่ถูกใช้งานเลย ก็ไม่จำเป็นต้องปรับอัตราการไหลทางด้าน False Exit ดังแสดงในภาพที่ 3-30



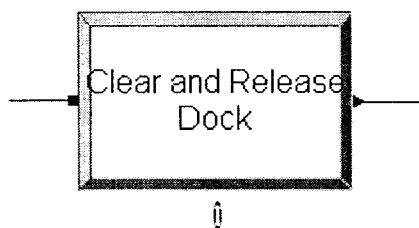
ภาพที่ 3-30 แสดงการสร้าง Assign Module โดยใช้ชื่อว่า Change Filling Rate on Truck Departure

ก่อนที่รถบรรทุกเต็มจะวิ่งออกไปจากระบบจะต้องบันทึกค่าของเวลาที่ใช้ไปในการ Loading ของรถในแต่ละคัน เวลาที่รถบรรทุกเตรียมพร้อมในการทำการ Loading และเวลาที่รถบรรทุกทำความสะอาด Dock ก่อนที่จะวิ่งออกไปโดยใช้ Module สาม Module ในการ Remove รถบรรทุกออกไปจากระบบ ได้แก่ Record Module ตั้งชื่อว่า "Record Truck Filling Time" โดยเวลานี้จะสอดคล้องกับค่า Index ของ Dock Number โดยเมื่อรถบรรทุกเริ่มทำการ Loading จะเริ่มจับเวลาโดยใช้ค่า TNOW มาช่วย โดยนำค่า เวลาที่ทำการ Loading เสร็จลบด้วยเวลาที่เริ่มทำการ Loading ซึ่งกำหนดชื่อของเวลาที่ใช้ไปคือ Truck Filling Time โดย Record Module จะแสดง ดังภาพที่ 3-31



ภาพที่ 3-31 แสดงการสร้าง Record Module โดยใช้ชื่อว่า Record Truck Filling Time
(สามารถดูค่าสถิติของ Record Module นี้ได้จาก User-Specified จาก Arena Report)

หลังจากนั้นรถบรรทุกเต็มจะวิ่งเข้าสู่ Process Module เพื่อใช้เวลาในการทำความสะอาด โดยใช้ชื่อว่า "Clear and Release Dock Delay Release" โดยแสดงไว้ดังภาพที่ 3- 32



Process [?] [X]

Name: Type:

Logic

Action:

Resources:

Set, Docks, 1, Specific Member, Dock Number	Add...
<End of list>	Edit...
	Delete

Delay Type: Units: Allocation:

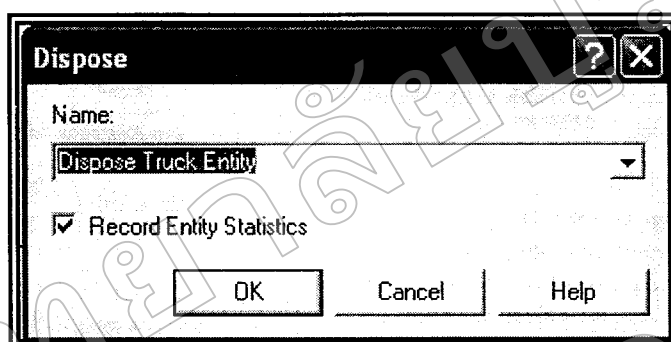
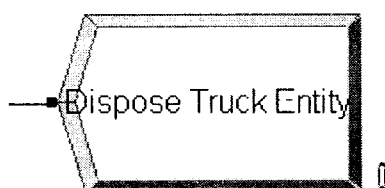
Expression:

☒ Report Statistics

OK Cancel Help

ภาพที่ 3-32 แสดงการสร้าง Process Module โดยใช้ชื่อว่า Clear and Release Dock

หลังจากรถบรรทุกเต็มวิ่งออกจาก Dock แล้วจึงวิ่งเข้าสู่ Dispose Module ชื่อว่า “Dispose Truck Entity” เพื่อทำลายรถบรรทุกออกจากระบบ โดยแสดงดังภาพที่ 3-33



ภาพที่ 3-33 แสดงการสร้าง Dispose Module โดยใช้ชื่อว่า Dispose Truck Entity

การ Run แบบจำลองสถานการณ์

เพื่อให้สอดคล้องกับสถานการณ์จริง จึงต้องกำหนดค่าพารามิเตอร์ ให้ตรงกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และกำหนดช่วงเวลาในการ Run แบบจำลองสถานการณ์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่น่าเชื่อถือมากที่สุด โดยในการ Run โปรแกรมนี้จะกำหนดให้ 1 วันมี 24 ชั่วโมง และใน 1 สัปดาห์มี 7 วัน และกำหนด Warm Up Period เป็น 7 วัน เพื่อให้ระบบเข้าสู่ Steady State โดยกำหนดให้ช่วงเวลาในการ Run แบบจำลอง คือ 365 วัน และกำหนดจำนวนครั้งในการ Run แบบจำลองสถานการณ์ เป็น 10 ครั้งเพื่อนำมาเปรียบเทียบความน่าเชื่อถือของแบบจำลอง ซึ่งหน่วยของเวลาที่ใช้คือชั่วโมง เพื่อให้สอดคล้องกับอัตราการไหลคือ คัน/ชั่วโมง โดยแสดงดังภาพที่ 3-34

The image shows a 'Run Setup' dialog box with two tabs: 'Project Parameters' and 'Replication Parameters'. The 'Project Parameters' tab is active, showing fields for 'Number of Replications' (10), 'Start Date and Time' (Thursday, October 11, 2007 4:12:34 PM), 'Warm-up Period' (7), 'Replication Length' (365), 'Hours Per Day' (24), and 'Terminating Condition'. The 'Replication Parameters' tab is also visible, showing 'Initialize Between Replications' with checkboxes for 'Statistics' and 'System'. The dialog box has 'OK', 'Cancel', 'Apply', and 'Help' buttons at the bottom.

Run Speed	Run Control	Reports
Project Parameters	Replication Parameters	

Number of Replications: 10

Start Date and Time: Thursday, October 11, 2007 4:12:34 PM

Warm-up Period: 7

Replication Length: 365

Hours Per Day: 24

Terminating Condition:

Initialize Between Replications

☒ Statistics ☒ System

Time Units: Days

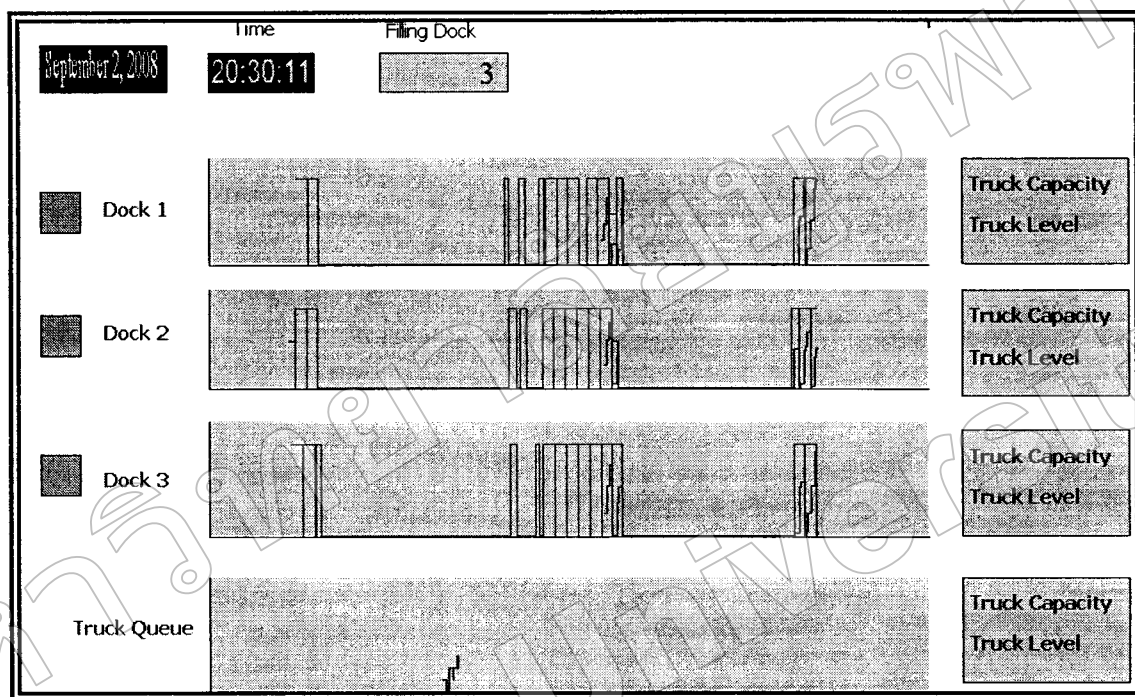
Time Units: Days

Base Time Units: Hours

OK Cancel Apply Help

ภาพที่ 3-34 แสดงการ Run แบบจำลองสถานการณ์

ส่วน Animation ที่ใช้แสดงผลได้ทำการ Plot ค่าตัวแปร Truck Capacity และ Quantity on Truck ในแกนเดียวกัน และทำการ Plot กิวของรถบรรทุกที่รออยู่หน้าโรงงาน ดังแสดงในภาพที่ 3-35



ภาพที่ 3-35 แสดงการสร้าง Animation ของแบบจำลองสถานการณ์