บทที่ 4

การสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์

ในบทที่ผ่านมาได้กล่าวถึง ระบบที่ศึกษาและการดำเนินการภายในโรงงานตัวอย่างทั้ง 10 โรงงาน ในบทนี้จะเป็นการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ของโรงงานตัวอย่างเพื่อนำแบบจำลองที่ได้เป็นตัวแทนในการปรับปรุงการดำเนินงานของระบบที่ต้องการศึกษา ซึ่งเริ่มตั้งแต่เมื่อรถบรรทุกเดินทางมาถึงโรงงานจนกระทั่งรถบรรทุกออกจากโรงงานในที่สุด โดยมุ่งเน้นการเสนอแนะแนวทางในการลดเวลาที่ใช้ในระบบของรถบรรทุกให้ลดลงโดยที่จะต้องไม่กระทบต่อปริมาณอ้อยที่เข้าสู่กระบวนการผลิตที่ลดต่ำลง การสร้างและพัฒนาแบบจำลองมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

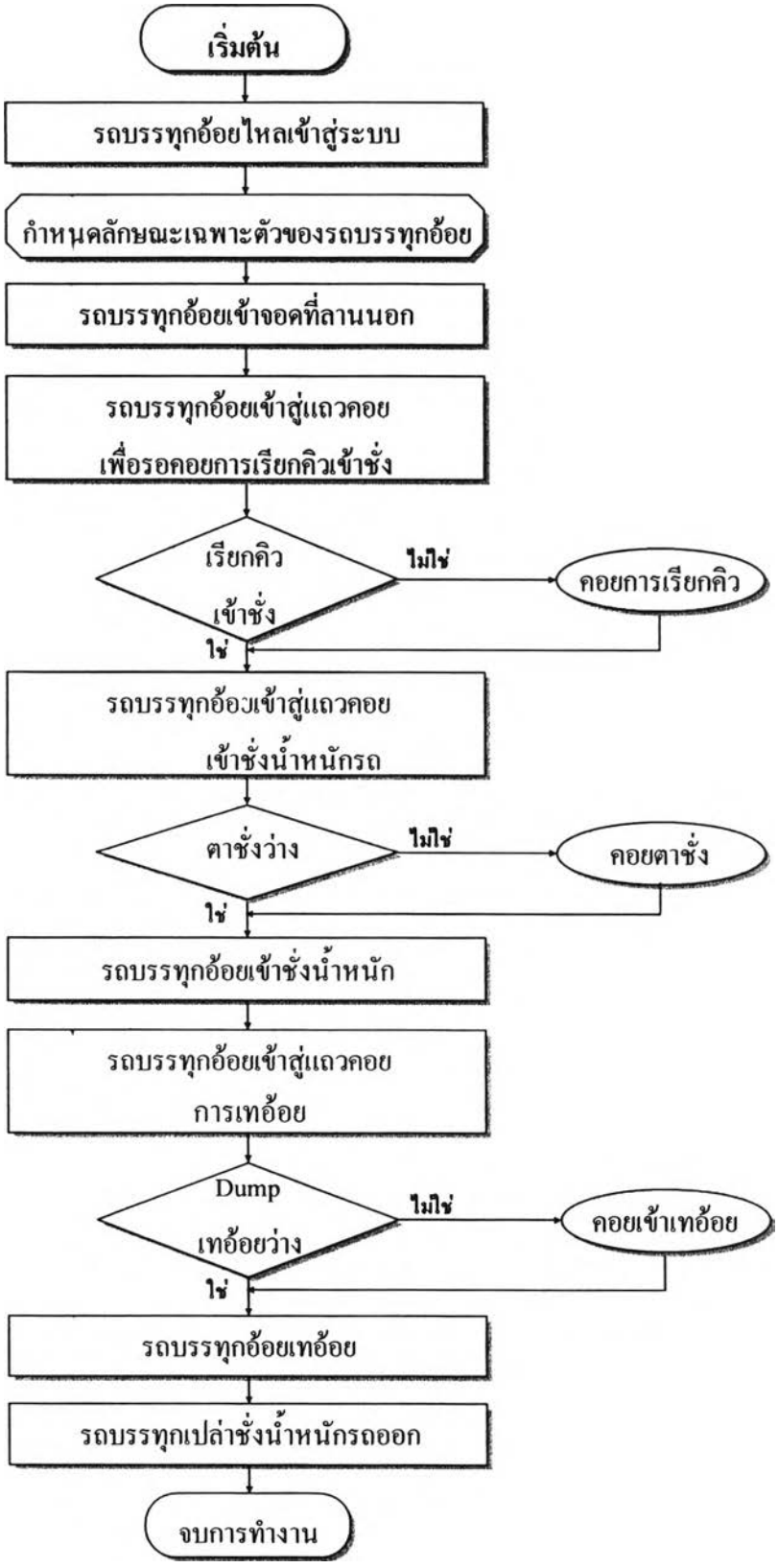
4.1 แบบจำลองของระบบจัดส่งอ้อยที่โรงงานน้ำตาล

จากการศึกษารายละเอียด และขั้นตอนการดำเนินงานของระบบจัดส่งอ้อยที่โรงงานตัวอย่างทั้ง 10 แห่งนั้น ขั้นตอนนี้จะเป็นการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยที่ในการสร้างแบบจำลองเพื่อเป็นตัวแทนของระบบที่ดี จะต้องเข้าใจถึงระบบงานที่เกิดขึ้นให้ชัดเจน ซึ่งระบบงานจะเป็นตัวบอกความสัมพันธ์ของกลุ่มองค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง และจะต้องกำหนดองค์ประกอบและคุณลักษณะของขอบเขตงานให้ชัดเจน ครอบคลุมถึงสิ่งแวดล้อมต่างๆที่จะมีผลทำให้กิจกรรมต่างๆ ที่ศึกษาในระบบงานเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นสามารถสรุปองค์ประกอบ ลักษณะเฉพาะตัวและกิจกรรมของระบบที่ทำการศึกษาได้ ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 องค์ประกอบ ลักษณะเฉพาะตัว และกิจกรรมของระบบที่ทำการศึกษา

องค์ประกอบ	ลักษณะเฉพาะตัว	กิจกรรม
รถบรรทุกอ้อย	ประเภทอ้อยที่บรรทุก,ประเภทรถ,น้ำหนักบรรทุก	ขนส่งอ้อย, คอยคิว
ลานจอดรถ	ความจุลานจอดรถ,ตำแหน่ง	มีรถจอด,ว่าง
แถวคอย	ความจุแถวคอย,จำนวนรถในแถวคอย	มีที่ว่าง, เต็ม
เครื่องชั่ง	จำนวน,ประเภทรถเข้าชั่ง,เวลาที่ใช้ในการชั่งหนัก	ชั่งน้ำหนักรถ,ว่าง
แท่นเทอ้อย	จำนวน,ประเภทรถเข้าเท,เวลาที่ใช้ในการเทอ้อย	เทลงอ้อย , ว่าง

จากรายละเอียดการดำเนินงาน และระบบงานดังกล่าว สามารถสรุปเป็นรายละเอียดขั้นตอนของระบบจัดส่งอ้อยที่โรงงานน้ำตาลเพื่อนำไปสร้างแบบจำลองสถานการณ์ ได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการจัดส่งอ้อยที่โรงงานของรถบรรทุกอ้อยในแบบจำลอง

จากขั้นตอนการจัดส่งอ้อยที่โรงงาน จะต้องใช้ข้อมูลในส่วนต่างๆ เพื่อนำมาสร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยข้อมูลต่างๆ ที่ต้องใช้ในแต่ละขั้นตอน ประกอบไปด้วย

(1) **รถบรรทุกไหลเข้าสู่ระบบ** ในกระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่รถบรรทุกอ้อยเข้าสู่โรงงาน ข้อมูลสำคัญที่นำมาใช้ในแบบจำลอง คือ รูปแบบและปริมาณของรถบรรทุกที่เข้าสู่โรงงานในแต่ละช่วงวันของโรงงานตัวอย่างแต่ละแห่ง

(2) **กำหนดลักษณะเฉพาะตัวของรถบรรทุกอ้อย** ในกระบวนการนี้จะเป็นการกำหนดลักษณะเฉพาะตัวให้กับรถบรรทุกอ้อย ได้แก่ ประเภทรถ, ประเภทอ้อย, น้ำหนักบรรทุก และประเภทคิว โดยที่ประเภทรถที่พบ มี 5 ประเภท คือ รถ 10 ล้อ, รถ 6 ล้อ, รถไถลากพ่วง, รถพ่วง, รถสี่ล้อ(อีแต๋น,อีแต๊ก) สัดส่วนและน้ำหนักของรถแต่ละประเภทจะขึ้นอยู่กับโรงงานแต่ละแห่ง ประเภทอ้อยได้แก่ อ้อยสดและอ้อยไฟไหม้ โดยที่โรงงานบางแห่งจะมีการแยกประเภทอ้อยสดออกจากอ้อยไฟไหม้ และเรียกสัดส่วนการเข้าชั่งและเทอ้อยของรถบรรทุกอ้อยสดและอ้อยไฟไหม้แตกต่างกัน ซึ่งโดยทั่วไปจะให้ความสำคัญกับรถบรรทุกอ้อยสดก่อนอ้อยไฟไหม้ เพื่อกระตุ้นให้ชาวไร่ตัดอ้อยสดส่งเข้าโรงงานมากขึ้น ส่วนประเภทคิวเป็นกระบวนการดำเนินการเพื่อให้ความสำคัญกับรถบางประเภท เพื่อจัดลำดับความสำคัญในการเข้าโรงงานตามประเภทคิว เช่น โรงงานตัวอย่างบางแห่งมีการจัดคิวพิเศษสำหรับรถบรรทุกที่ส่งอ้อยสดครบ 4 ครั้ง จะได้คิวพิเศษอ้อยสดที่เมื่อมาถึงโรงงานสามารถเข้าเทได้ทันทีโดยที่ไม่ต้องต่อแถวรถบรรทุกที่มาก่อน

(3) **รถบรรทุกเข้าจอดที่ลานจอดด้านนอกเพื่อเข้าสู่แถวคอยการเรียกเข้าชั่ง** กระบวนการเรียกเข้าชั่งน้ำหนัก โรงงานจะดูจากปริมาณรถสะสมของลานใน เมื่อลดลงถึงระดับหนึ่งจึงเรียกรถบรรทุกจากลานนอกเข้าชั่ง

(4) **รถบรรทุกเข้าสู่แถวคอยการเข้าชั่งน้ำหนักรถบรรทุก** เมื่อรถบรรทุกถูกเรียกเข้าชั่ง รถบรรทุกจะเข้าสู่แถวคอยการชั่งน้ำหนัก โดยข้อมูลที่ใช้ในส่วนนี้เกี่ยวข้องกับประเภท, จำนวนตาชั่งที่ใช้อยู่ และเวลาที่ใช้ในการชั่งน้ำหนักรถซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการจับเวลาที่โรงงานตัวอย่าง

(5) **รถบรรทุกเข้าสู่แถวคอยการเทอ้อย** หลังจากการชั่งรถบรรทุกเข้าแล้ว รถจะเข้าจอดที่ลานในเพื่อรอเทอ้อย โดยรถบรรทุกจะถูกเรียกเมื่อมีรถบรรทุกเทอ้อยเสร็จเรียบร้อยและออกจากแท่นเท รถบรรทุกที่จอดรออยู่หน้าแท่นเทจะถอยเข้าแท่นเทแทนที่รถที่ออกไป หลังจากเมื่อถูกเรียกเข้าเทรถบรรทุกจะเข้าจอดรอหน้าแท่นเทเพื่อกลับรถและเตรียมพร้อมถอยเข้าสู่แท่นเทต่อไป

(6) **รถบรรทุกเทอ้อย** รถบรรทุกเมื่อเข้าสู่แท่นเทจะต้องรอกระบวนการเทอ้อยบนแท่นเท โดยทั่วไปการเทอ้อยจะเททีละแท่น โดยจะเป็นไปตามลำดับแท่นเทเวียนสลับกันไป

ลักษณะการเทอ้อยทีละแท่นเทของโรงงานตัวอย่างที่พบมี 2 ลักษณะ ดังตัวอย่างรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างการวางแท่นเทแบบที่ 1 และ แบบที่ 2 และลำดับการเทอ้อยของแต่ละแท่นเท

ลำดับการเทอ้อย จะเริ่มต้นเมื่อรางรับอ้อยหน้าแท่นเทว่างลง และเริ่มลำดับการเทอ้อยโดย แบบที่ 1 เริ่มที่

- รอบที่ 1 แท่น 3-5 แท่น 3 ซึ่งอยู่ใกล้ชุดลูกหีบจะเริ่มเทก่อน และตามด้วยแท่นที่ 5
- รอบที่ 2 แท่น 4-2 หลังจากนั้นจะรอให้อ้อยในรางไหลจนกระทั่งรางหน้าแท่นเทว่างอีกครั้ง จึงเริ่มเทโดยแท่นที่ 4 และ 2 ได้เวียนสลับกันไป ตามลำดับ
- ส่วนแบบที่ 2 เริ่มเทที่แท่น 8-7-6-5 หลังจากนั้นจะรอให้อ้อยในรางไหลจนกระทั่งรางหน้าแท่นเทว่างอีกครั้ง จึงเริ่มเทโดยแท่นที่ 8 อีกครั้ง

ข้อมูลที่ต้องใช้ในขั้นตอนนี้ได้แก่ เวลาการเทอ้อยของแต่ละแท่นเทจนกระทั่งแท่นถัดไปเริ่มการยกเทอ้อย, เวลาหลังจากเทอ้อยหมดจนเริ่มยกแท่นเทลงถึงพื้น และเวลาที่รถบรรทุกใช้ในการถอยออกจากแท่นเทซึ่งข้อมูลเวลาในส่วนนี้จะได้จากการจับเวลาที่โรงงานตัวอย่าง ทั้งนี้ลำดับการเทอ้อยของแต่ละโรงงานอาจจะแตกต่างกันตามลักษณะการวางแท่นเท และความสะดวกในการใช้ตะกาวช่วยกวาดอ้อยลงสู่รางรับอ้อย

(7) รถบรรทุกเปล่าชั่งน้ำหนักรถออก ข้อมูลที่ใช้ได้แก่ เวลาในการชั่งรถเปล่าเพื่อออกจากโรงงาน ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการจับเวลาที่โรงงานตัวอย่าง

4.2 การสร้างแบบจำลอง

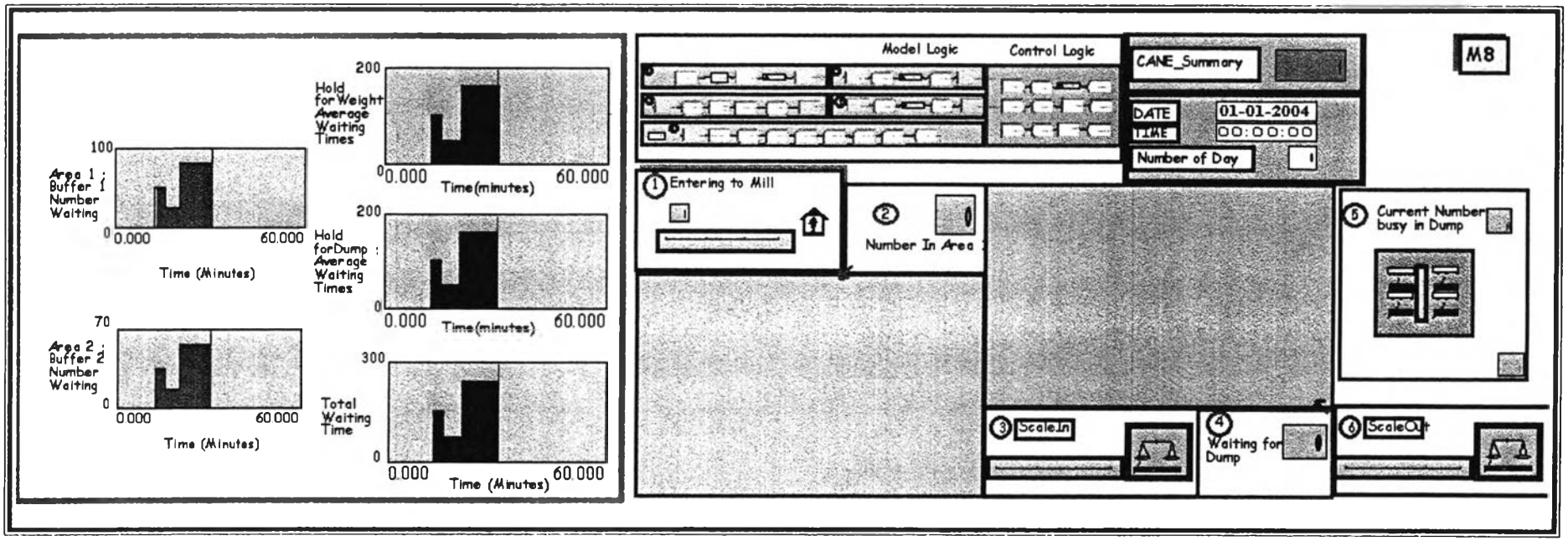
การสร้างแบบจำลองในงานวิจัยนี้ จะใช้โปรแกรมการจำลองสถานการณ์ที่มีชื่อว่า ARENA Version 5.00 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย ลักษณะเด่นของโปรแกรม ARENA ที่พบ ได้แก่

1) มี Module หลากหลายสำหรับเลือกใช้สร้างการจำลองสถานการณ์ต่างๆ ตามความเหมาะสม
2) การเขียนส่วน Model และส่วน Experiment ซึ่งจะอยู่ในรูป Spread Sheet สามารถเขียนรวมกัน ทำให้มีความสะดวกรวดเร็วในการใช้งาน
3) มีโปรแกรมเสริมที่ช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าระบบได้แก่ โปรแกรม Input Analyzer และวิเคราะห์ผลจากระบบโดย Output Analyzer
4) การสร้าง Animation สามารถทำได้โดยง่าย เพื่อนำส่วน Animation ที่สร้างขึ้นนำมาตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองได้อีกทางหนึ่ง

ในการสร้างแบบจำลองในงานวิจัยนี้จะขอยกตัวอย่างของแบบจำลองที่สร้างจากโรงงานตัวอย่าง 2 ระบบ ได้แก่ แบบจำลองของโรงงานตัวอย่างที่มีการจัดระบบคิวแบบเสรีที่ไม่มีการเรียกรถเข้าสู่โรงงาน และแบบจำลองของโรงงานตัวอย่างที่มีการจัดระบบคิวแบบคิวล็อคที่มีการเรียกรถเข้าสู่โรงงาน ซึ่งโครงสร้างหลักของแบบจำลองประกอบไปด้วย

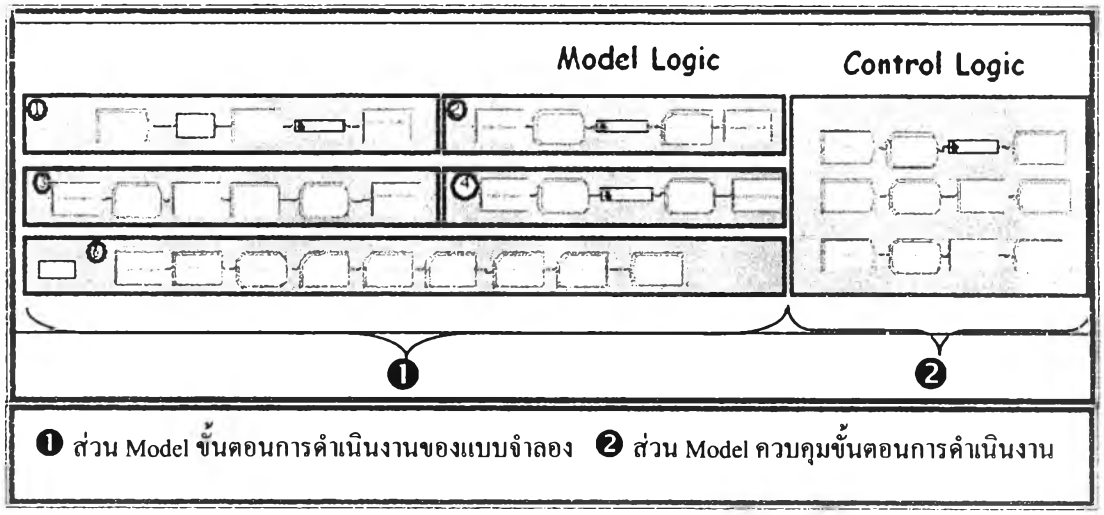
1) ส่วนของ Model การทำงานของระบบซึ่ง สามารถแบ่งได้เป็น Model การทำงานของการจำลองสถานการณ์ และ Model การควบคุมสภาวการณ์ต่างๆ ที่เปลี่ยนแปลง ณ ขณะใด ขณะหนึ่งให้ส่งสภาวการณ์เหล่านั้นไปควบคุม Model การทำงานอีกขั้นตอนหนึ่ง
2) ส่วนของ Animation เป็นการแสดงภาพการดำเนินการที่เกิดขึ้นจากการทำงานของ Model ให้เห็นชัดเจนขึ้น ซึ่งจะประกอบไปด้วย Animation ของโรงงาน Graph Animation ของเวลาที่รถบรรทุกใช้ในระบบและจำนวนแถวคอยในแต่ละขั้นตอนที่เกิดขึ้นในขณะนั้น และแสดงผลของปริมาณอ้อยที่เข้าสู่กระบวนการผลิต

4.2.1 แบบจำลองของโรงงานตัวอย่างระบบคิวแบบเสรี สำหรับแบบจำลองของโรงงานตัวอย่างที่จะกล่าวถึงนี้จะขอยกตัวอย่างของโรงงานน้ำตาล M8 ดังนี้



รูป 4.3 แบบจำลองสถานการณ์ของโรงงานตัวอย่าง (M8) ซึ่งจัดระบบคิวแบบเสรี

ส่วนของ Model มีรายละเอียด ดังนี้



รูปที่ 4.4 แสดงส่วนของ Model ของแบบจำลอง

4.2.1.1 รายละเอียดของแบบจำลองส่วน Model ขั้นตอนการดำเนินงานที่สร้างขึ้น

แบบจำลองสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม ARENA 5.0 โดยแบ่งงานออกเป็น 5 ส่วน

ส่วนที่ 1 รถบรรทุกเข้าสู่โรงงานและแจ้งคิว

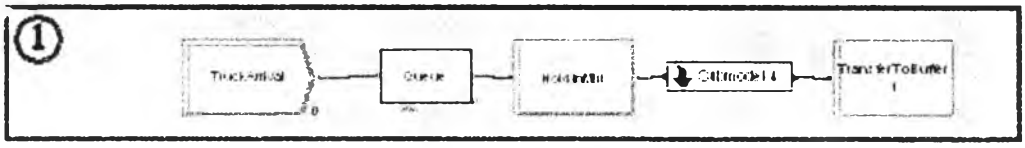
ส่วนที่ 2 รถบรรทุกที่แจ้งคิวแล้วเข้าสู่แถวคอยการเรียกเข้าชั่ง

ส่วนที่ 3 รถบรรทุกเข้าชั่งน้ำหนัก

ส่วนที่ 4 รถบรรทุกที่ชั่งน้ำหนักแล้วเข้าสู่แถวคอยการเรียกเข้าเทและเทอ้อย

ส่วนที่ 5 รถบรรทุกชั่งรถออกและบันทึกค่าในระบบ

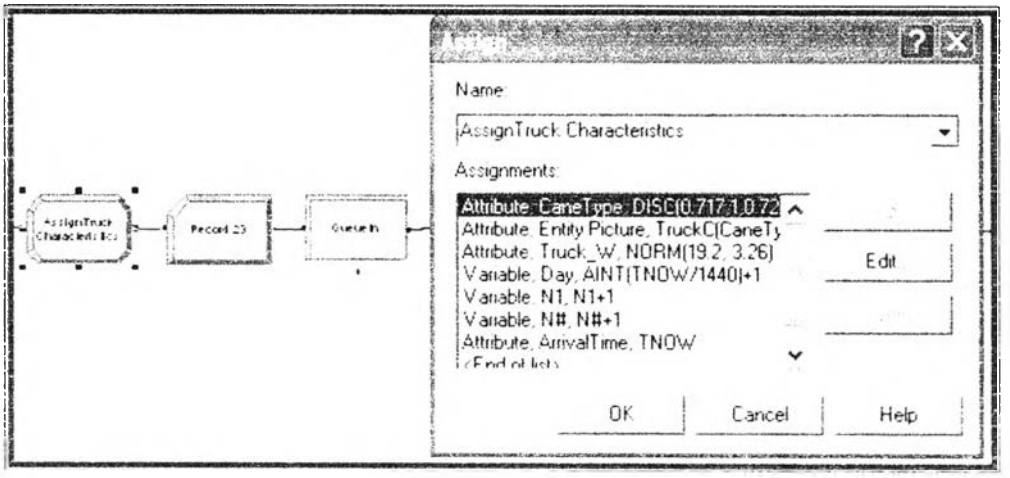
ส่วนที่ 1 รถบรรทุกเข้าสู่โรงงานและแจ้งคิว ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละ Module ที่สำคัญๆ ดังนี้



รูปที่ 4.5 แสดงส่วน 1 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8

- *CreateBlock (TruckArrival)* สร้าง Entity ซึ่งได้แก่รถบรรทุกเข้ามาในแบบจำลอง ซึ่งรูปแบบการเข้าสู่โรงงานเป็นแบบ Schedule ตามข้อมูลนำเข้าซึ่งจะได้กล่าวถึงในบทที่ 5

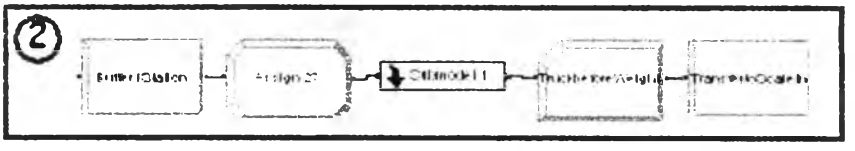
- *QueueBlock (In)*และ*HoldBlock (Hold Into Mill)* หมายถึง แถวคอยของรถเข้าสู่โรงงานของรถบรรทุกหน้าโรงงาน
- *ภายในSubmodel 4 ประกอบด้วย*



รูปที่ 4.6 แสดงส่วน 1 ภายใน Submodel 4 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8

- *AssignBlock(Assign CaneType ArrivalTime)* กำหนดลักษณะเฉพาะของรถบรรทุกอ้อยได้แก่ ประเภทอ้อย 7 ประเภท ตามสัดส่วน DISC(0.717,1,0.725,2,0.76,3,0.851,4,0.868,5,0.957,6 ,1,7) ประเภทอ้อยเกี่ยวข้องกับการการจ่ายค่าอ้อยไม่เกี่ยวกับการจัดคิวซึ่งใช้ระบบ FIFO, กำหนด Entity. picture ของรถอ้อยสด ( ) และรถอ้อยไฟไหม้ ( ), น้ำหนักอ้อยที่บรรทุก NORM(19.2, 3.26) ตัน และกำหนดเวลาที่รถบรรทุกเข้าสู่ระบบด้วยตัวแปร TNOW
- *ProcessBlock(QueueIn)* รถบรรทุกเข้าสู่กระบวนการแจ้งคิวโดยมี Action คือ seize delay release ซึ่งใช้ resourceคือ QueuePoint เข้าแจ้งคิวได้ทีละ 1 คัน เวลาที่ใช้กำหนดให้เป็น 1 นาที มีคิวชื่อ QueueIn.Queue รถเข้าคิวตามลำดับใครมาถึงก่อนเข้าก่อน

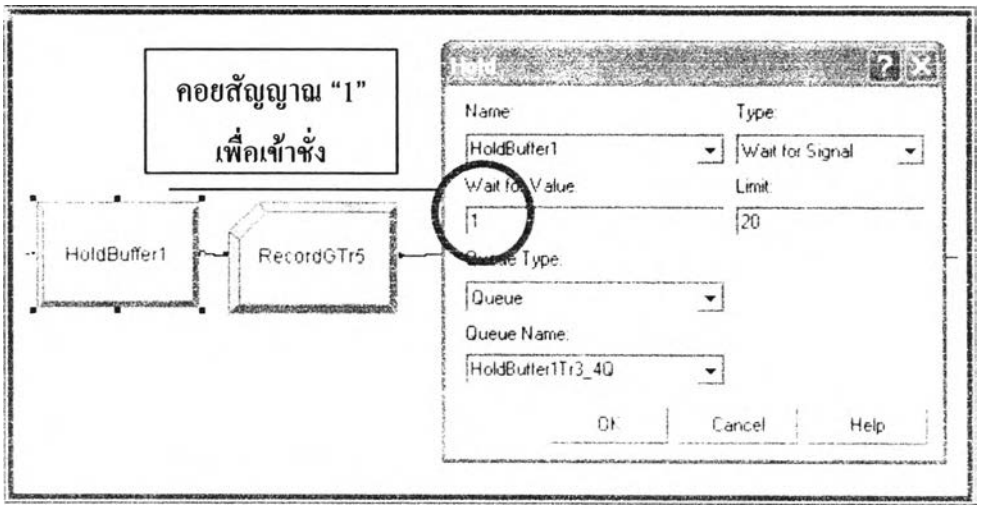
ส่วนที่ 2 รถบรรทุกที่แจ้งคิวแล้วเข้าสู่แถวคอยการเรียกเข้าชั่ง ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละ Module ที่สำคัญๆ ดังนี้



รูปที่ 4.7 แสดงส่วน 2 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8

- *StationBlock (Buffer1)* บริเวณลานจอดรถก่อนเข้าชั่ง
- *Assign 27* เวลาที่รถเข้าสู่ลานนอกก่อนเข้าชั่ง

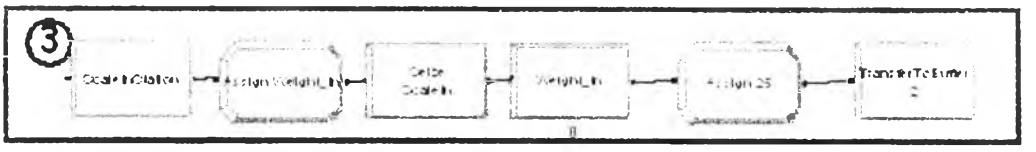
- *Submodel 1* เป็น Module รับสัญญาณจากส่วน Control Logic เพื่อให้รถบรรทุกรอที่ลานนอกจนกว่าจะถึงเวลาเรียกเข้าชั่งโดยจะได้รับสัญญาณ 1 เมื่อรถบรรทุกลานในเหลือน้อยกว่า 50 คัน และปล่อยให้รถที่อยู่ในแถวคอยเข้าชั่งครั้งละ 20 คัน



รูปที่ 4.8 แสดงส่วน 2 ภายใน Submodel 1 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8

- *RecordBlock (TimeIntervalbefore_Weight)* บันทึกช่วงเวลาที่รถบรรทุกรอในแถวคอยเรียกเข้าชั่ง
- *RouteBlock (TransfertoScaleIn)* รถบรรทุกเดินทางไปยังบริเวณที่ชั่งน้ำหนัก Scale_Station

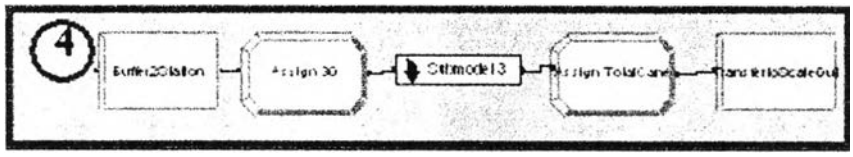
ส่วนที่ 3 รถบรรทุกเข้าชั่งน้ำหนัก ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละ Module ที่สำคัญๆ ดังนี้



รูปที่ 4.9 แสดงส่วน 3 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8

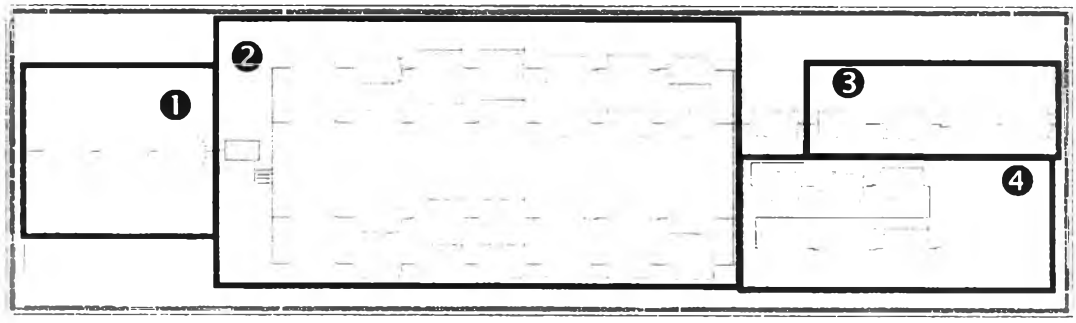
- *StationBlock (ScaleIn)* บริเวณที่ชั่งน้ำหนักรถบรรทุก
- *Assign(Weight_In)* กำหนดเวลาเข้าชั่งของรถบรรทุก
- *SeizeBlock(SeizeScale)* รถบรรทุกเข้าชั่งที่ตาชั่งจำนวน 1 ตาชั่ง มีคิวเข้าชั่ง คือ SeizeScaleIn.Queue
- *ProcessBlock(Weight_In)* ชั่งน้ำหนักรถทีละ 1 คัน ด้วยเวลา 0.45 + LOGN(0.542, 0.255) นาที ซึ่งได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลนำเข้าดังจะกล่าวในบทต่อไป
- *RouteBlock(TransferToBuffer2)* รถบรรทุกที่ชั่งเสร็จแล้วจะเดินทางไปที่ลานจอดรถรอเข้าเท

ส่วนที่ 4 รถบรรทุกที่ชั่งน้ำหนักแล้วเข้าสู่แถวคอยการเรียกเข้าเทและเทอ้อย ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละ Module ที่สำคัญๆ ดังนี้



รูปที่ 4.10 แสดงส่วน 4 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8

- *StationBlock(Buffer2) เข้าสู่บริเวณลานจอดรถรอเรียกเข้าเท*
- *AssignBlock* กำหนดเวลาที่รถบรรทุกเข้าสู่ลานรอเข้าเทอ้อย
- *SubModel 3*ภายใน SubModel 3 ประกอบด้วย



รูปที่ 4.11 แสดงส่วน4 ภายใน Submodel 1 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8

❶ รถบรรทุกจะรอที่ลานในจนกระทั่งคิวหน้าแท่นเทว่าง

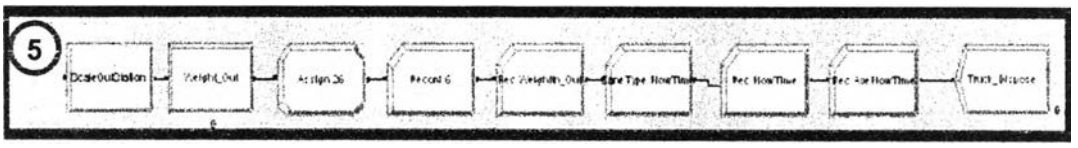
❷ รถบรรทุกที่มาจากลานในจะเข้าคิวหน้าแท่นเทอ้อยซึ่งโรงงาน M8 มีแท่นเท 4 แท่นเท เมื่อแท่นเทว่างรถบรรทุกจากคิวหน้าแท่นเทจะถอยเข้าแท่นเท หลังจากนั้นจะรอจนรางรับอ้อยว่างและเทอ้อยทีละแท่นโดยใช้เวลาเทอ้อย NORM (0.735, 0.38) นาที, เวลาการยกแท่นเทลงถึงพื้น NORM (0.818, 0.378) นาที

❸ รถบรรทุกเมื่อยกแท่นเทถึงพื้นแล้วจะถอยออดจากแท่นเทโดยใช้เวลา 1 + LOGN(1.1, 1.11) นาที บันทึกผลรวมอ้อยที่เข้าสู่โรงงาน

❹ เป็นส่วนที่อ้อยที่เทลงรางรับอ้อยจะไหลเข้าสู่สะพานหีบอ้อยด้วยอัตราเดียวกับกำลังการผลิตของโรงงาน

- *ออกจาก SubModel 3 เข้าสู่การชั่งรถออก*

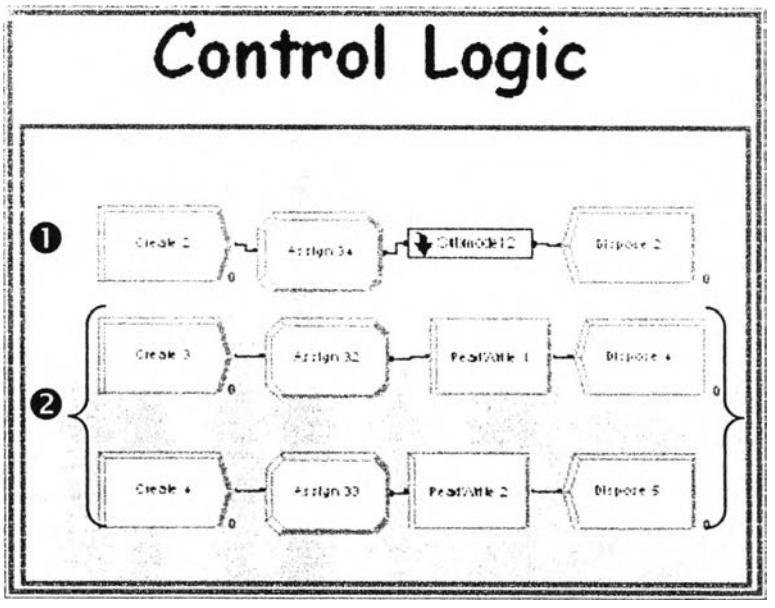
ส่วนที่ 5 รถบรรทุกชั่งรถออกและบันทึกค่าในระบบ ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละ Module ที่สำคัญๆ ดังนี้



รูปที่ 4.12 แสดงส่วน5 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M8

- *StationBlock (ScaleOut)* บริเวณที่ชั่งน้ำหนักรถบรรทุกออก
- *ProcessBlock (Weight_Out)*รถบรรทุกเข้าชั่งที่ตาชั่งจำนวน 1 ตาชั่ง มีคิวชั่งออก คือ Weight_Out.Queue ชั่งน้ำหนักรถทีละ 1 คัน ด้วยเวลา NORM(1.37, 0.278) นาที
- *RecordBlock อื่นๆ* บันทึกช่วงเวลารถบรรทุกที่อยู่ในระบบ
- *DisposeBlock(TruckDispose)* รถบรรทุกออกจากระบบ

4.2.1.2 รายละเอียดของแบบจำลองส่วน Model ควบคุมขั้นตอนการดำเนินงาน ได้แก่



รูปที่ 4.13 แสดงส่วนของ Model ควบคุมขั้นตอนการทำงาน

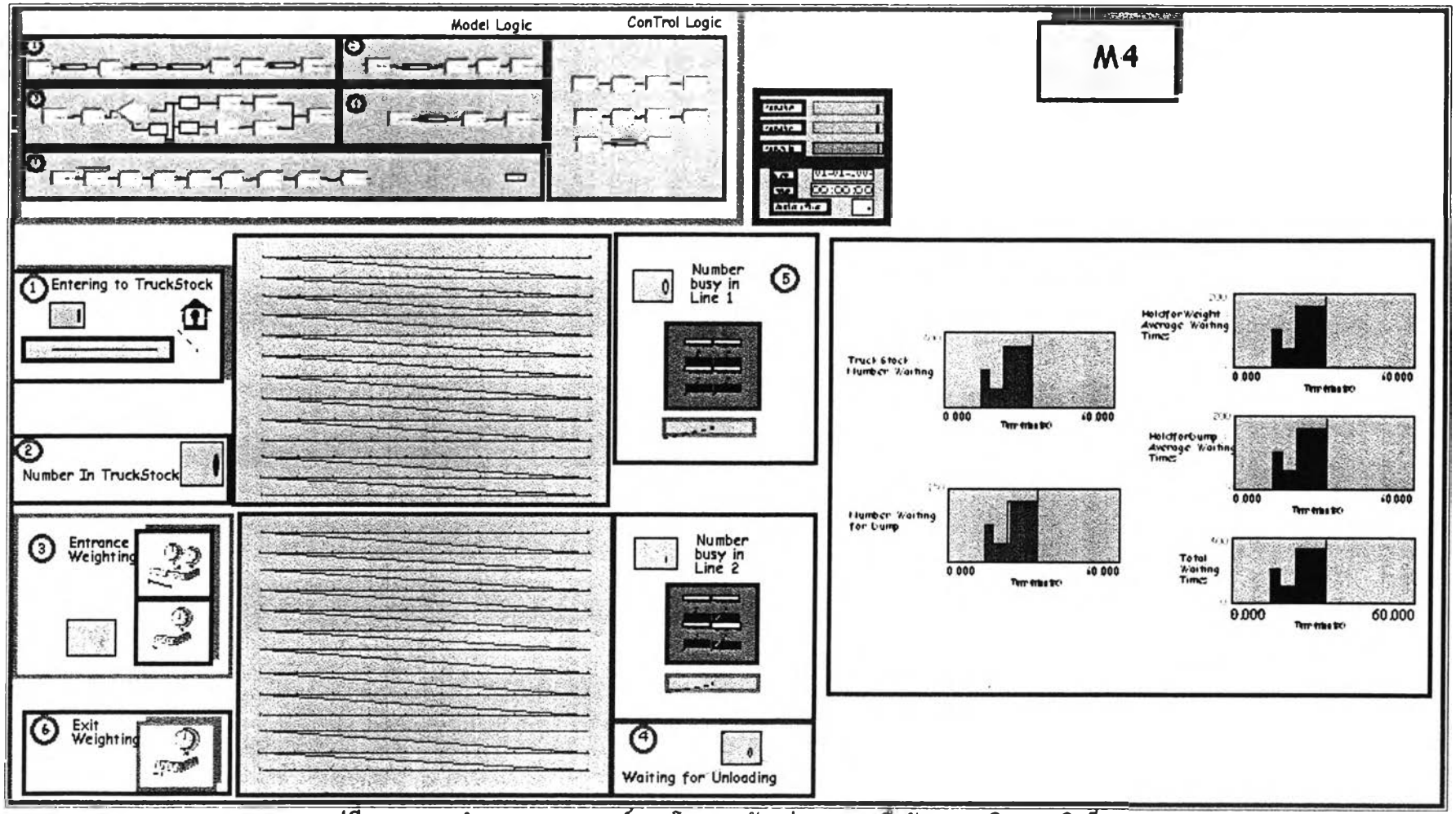
❶ ส่วนของ Model ควบคุมการเรียกรถบรรทุกเข้าชั่งโดยภายใน SubModel 2 มี Module Signal ซึ่งจะส่งสัญญาณค่าเท่ากับ 1 เมื่อปริมาณรถลานในเหลือน้อยกว่า 50 คัน ไปที่ HoldBlockใน SubModel 1 ของส่วนที่ 2 เพื่อเรียกรถเข้าชั่งครั้งละ 20 คัน ซึ่งจะมีการ CreateEntity เพื่อตรวจสอบและส่งสัญญาณทุกๆ 0.5 นาที

❷ ส่วนของ Model เพื่อสรุปผลที่ต้องการศึกษาลงสู่ไฟล์ข้อมูลการทำงานจะเริ่มต้นโดยการ Create Entity เข้ามาทุกๆ ช่วงเวลาที่ต้องการบันทึกผลต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากการจำลองสถานการณ์ที่ในแต่ละช่วงเวลาที่บันทึก และบันทึกผลเมื่อ Entity ผ่าน ReadWrite Module เช่น Create Entity เข้ามาทุกๆสิ้น Replication เพื่อบันทึกข้อมูลเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในระบบ, ปริมาณอ้อย และค่าอื่นๆที่ต้องการในแต่ละ Replication สู่ไฟล์ Excel โดยตั้งชื่อไฟล์ Excel ที่ต้องการลงที่ Advance Process Panel-File Spread Sheet

	Name	Operating System File Name	Structure	End of File Action	Comment Character
1	File 1	PerHourFix60_Max300_40.xls	Free Format	Dispose	No
2	File 2	Fix60_Max300_40.xls	WKS File	Rewind	No

รูปที่ 4.14 การระบุชื่อไฟล์ผลลัพธ์ของการจำลองสถานการณ์ลงที่ ส่วน File - Spread Sheet

4.2.2 แบบจำลองของโรงงานตัวอย่างระบบคิวแบบคิวล็อค สำหรับโรงงานตัวอย่างที่จัดระบบคิวแบบคิวล็อคจะขอยกตัวอย่างโรงงาน M4 และจะกล่าวถึงเฉพาะส่วนของ การสร้างแบบจำลองที่แตกต่างจากระบบคิวแบบเสรี



รูปที่ 4.15 แบบจำลองสถานการณ์ของโรงงานตัวอย่าง (M4) ซึ่งจัดระบบคิวแบบคิวล็อค

4.2.2.1 รายละเอียดของแบบจำลองส่วน Model ขั้นตอนการดำเนินงานที่สร้างขึ้น

แบบจำลองสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม ARENA 5.0 โดยแบ่งงานออกเป็น 5 ส่วน

ส่วนที่ 1 รถบรรทุกเข้าสู่โรงงานและแจ้งคิว

ส่วนที่ 2 รถบรรทุกที่แจ้งคิวแล้วเข้าสู่แถวคอยการเรียกเข้าชั่ง

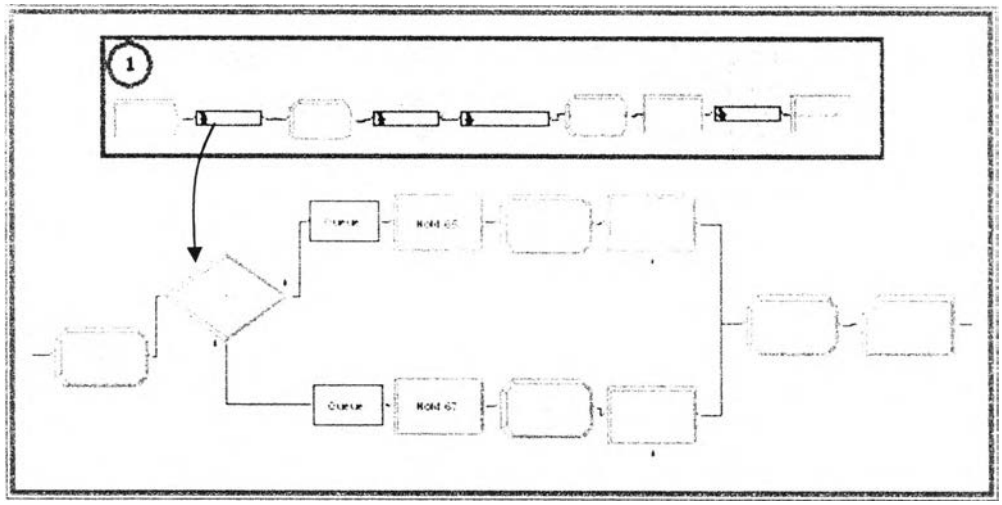
ส่วนที่ 3 รถบรรทุกเข้าชั่งน้ำหนัก

ส่วนที่ 4 รถบรรทุกที่ชั่งน้ำหนักแล้วเข้าสู่แถวคอยการเรียกเข้าเทและเทอ้อย

ส่วนที่ 5 รถบรรทุกชั่งรถออกและบันทึกค่าในระบบ

สำหรับการยกตัวอย่างแบบจำลองของระบบคิวล็อคที่จะกล่าวถึงเฉพาะรายละเอียดของหลักการสร้างแบบจำลองที่ต่างกันระหว่างคิวล็อคและคิวเสรี สำหรับในรายละเอียดการสร้างแบบจำลองที่ต่างกันในด้านการดำเนินงานของโรงงานตัวอย่างทั้ง 10 แห่ง สรุปในภาคผนวก ก

ส่วนที่ 1 รถบรรทุกเข้าสู่โรงงานและแจ้งคิว ในส่วนนี้เป็นส่วนที่ทำให้แบบจำลองของระบบการจัดคิวแบบคิวล็อคมีส่วนแตกต่างแบบจำลองที่มีการจัดคิวแบบเสรี เนื่องจากการเข้าสู่โรงงานของรถบรรทุกเพื่อชั่งและเทอ้อยได้ก็ต่อเมื่อมีการเรียกคิวเข้าสู่โรงงานนั่นเอง



รูปที่ 4.16 แสดงส่วน 1 ของ Model ขั้นตอนการดำเนินงานของโรงงาน M4

ระบบจะสร้าง Entity เข้ามาจำนวนมาก และเข้าสู่ SubModel 13 โดยที่ Entity จะรอให้ส่วนควบคุมขั้นตอนการดำเนินงานส่งสัญญาณการเรียกรถบรรทุกเข้าสู่โรงงาน โดยมีจำนวนรถที่ถูกเรียกคิวครั้งละ 60 คัน ต่อ 1 ครั้ง และรถที่จะเข้าโรงงานจะเข้าโรงงานโดยที่จะกระจายเข้าสู่ช่วงเวลาต่างๆตามความเหมาะสม การบันทึกเวลาของรถในระบบจึงเริ่มต้นเมื่อรถที่ถูกเรียกและเข้าสู่โรงงาน จนกระทั่งรถออกจากโรงงาน

4.3 การเตรียมข้อมูล

กระบวนการนี้เป็นการเก็บรวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูล จากโรงงานตัวอย่างเพื่อนำเข้าสู่แบบจำลอง ที่สร้างขึ้น ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในบทที่ 5

4.4 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

4.4.1 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Verification)

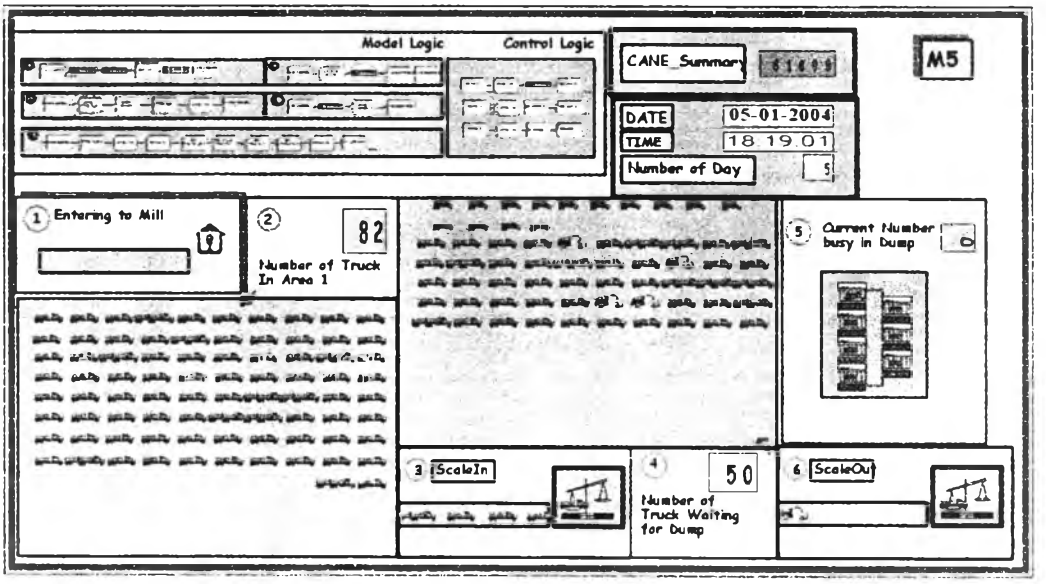
การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นกระบวนการตรวจสอบว่าแบบจำลองที่สร้างขึ้นมานั้นถูกต้องตามกระบวนการที่ต้องการหรือไม่ เพื่อให้ผู้สร้างและผู้ใช้แบบจำลองมั่นใจว่าสามารถใช้แบบจำลองที่สร้างขึ้นทดสอบผลได้ตามความต้องการ วิธีการที่นำมาใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองได้แก่

1) การใช้คำสั่งต่างๆ ในโปรแกรม ARENA เพื่อช่วยในกระบวนการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง (Kelton, Sadowsky and Sadowsky ,2002) ดังนี้

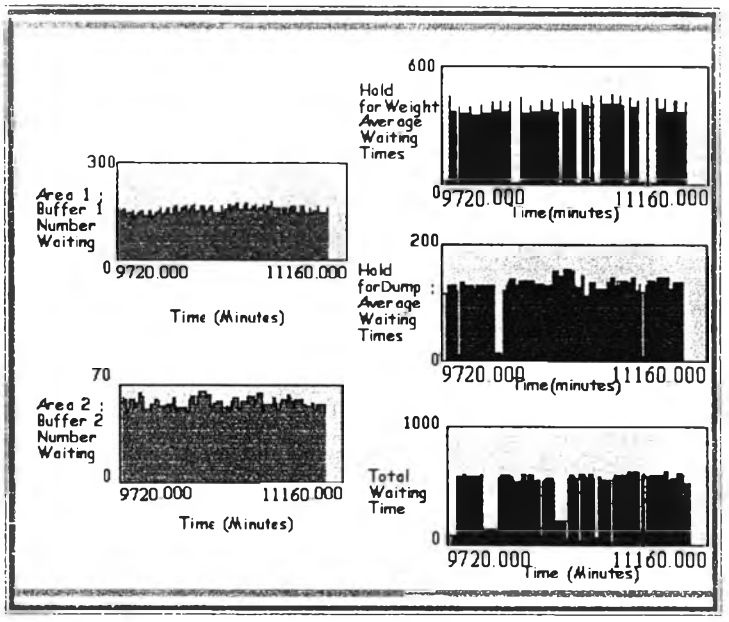
- Step Command – แสดงกิจกรรมที่ Entity เคลื่อนที่ผ่าน 1 Block ซึ่งโปรแกรมจะแสดงเวลาที่ไหลผ่าน Block นั้น และแสดงรายละเอียดของ Block ที่ Entity ไหลผ่าน
- Go Command – เป็นการตรวจสอบบางช่วงของเวลาโดยใช้คำสั่ง Go until แล้วตามด้วยเวลาที่ต้องการ ให้โปรแกรมรันผ่านเวลาที่ไม่ต้องการแล้วหยุดที่เวลานั้น หรือใช้คำสั่ง Go เพื่อทำการทดลองไปเรื่อยๆ
- Set และ Cancel Command – คำสั่ง Set เป็นคำสั่งที่กำหนดให้โปรแกรมทำตามเงื่อนไขที่เราต้องการ ส่วนคำสั่ง Cancel เป็นคำสั่งที่ใช้ยกเลิกคำสั่ง Set การใช้คำสั่ง Set มีดังนี้
  - Set Break ใช้สำหรับกำหนดจุดหยุดชั่วคราว ที่ Block ที่กำหนด เพื่อตรวจสอบสถานะหรือการทำงานของ Entity ที่ Block นั้นๆ และใช้คำสั่ง Cancel Break เมื่อต้องการยกเลิกคำสั่ง
  - Set Watch ใช้สำหรับตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของตัวแปร หรือเงื่อนไขต่างๆ โปรแกรมจะหยุดเมื่อเงื่อนไขที่กำหนดมีค่าเปลี่ยนไป และใช้คำสั่ง Cancel Watch เมื่อต้องการยกเลิกคำสั่ง
  - Set Trace แสดง Block ทั้งหมดที่ Entity หนึ่งๆไหลผ่าน หรือแสดง Block ต่างๆ ที่ Entity ไหลผ่านในช่วงเวลาที่กำหนด

- Show Command และ View Command โดยที่ Show Command แสดงค่าตัวแปรหรือเงื่อนไขต่างๆ ณ เวลานั้น ส่วน View Command แสดงรายละเอียดของข้อมูลเกี่ยวกับสถานะของระบบ

2) การตรวจสอบด้วยภาพ Animation ลักษณะของภาพ Animation ที่เกิดจากการรันแบบจำลองแสดงดังรูปที่ 4.17 และ 4.18



รูปที่ 4.17 แสดงภาพ Animation ของการจัดส่งอ้อยที่โรงงาน



รูปที่ 4.18 แสดงภาพ Graph-Animation ของการจัดส่งอ้อยที่โรงงานขณะรันแบบจำลอง

4.4.2 การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง (Validation)

การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลองเป็นกระบวนการเพิ่มระดับความมั่นใจให้กับผู้สร้างและผู้ใช้งานแบบจำลองว่าแบบจำลองสามารถทำงานได้ถูกต้องสอดคล้องกับกระบวนการจริง

ในการศึกษาระบบการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงาน ข้อมูลที่เก็บรวบรวมได้เป็นข้อมูลในอดีตคือในฤดูการผลิต 2546/2547 และ ข้อมูลของฤดูการผลิต 2547/2548 จากโรงงานตัวอย่าง ดังนั้นในการตรวจสอบความสมเหตุสมผลของแบบจำลอง จึงนำข้อมูลจริงที่ได้จากในอดีตมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง และทดสอบระดับความเชื่อมั่นที่มีต่อผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับข้อมูลจริงในอดีตโดยใช้เทคนิคทางสถิติในการวิเคราะห์ผล ผลจากการวิเคราะห์พบว่าแบบจำลองมีความสมเหตุสมผล รายละเอียดดังภาคผนวก ข

4.4.3 การวางแผนการใช้งานแบบจำลอง

โดยทั่วไปแบบจำลองแบ่งได้เป็น 2 ระบบ คือ แบบ Terminating System ซึ่งเป็นระบบที่สามารถกำหนดจุดเริ่มต้นและสิ้นสุดการทำงานได้ และแบบ Non-Terminating System ซึ่งเป็นระบบที่ผลของการทำงานในช่วงเวลาก่อนหน้ามีผลต่อเนื่องกับช่วงเวลาต่อมา

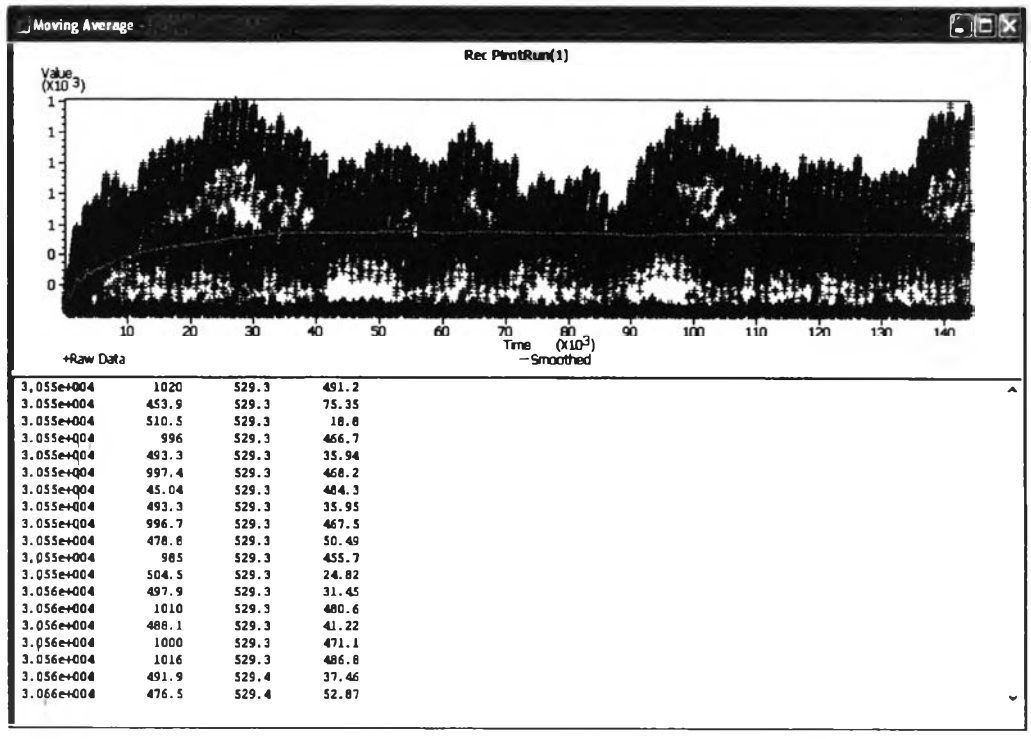
ระบบการขนส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานเป็นแบบ Non – Terminating System เนื่องจากในฤดูการผลิตโรงงานจะเปิดรับอ้อยเข้าสู่กระบวนการผลิตตลอด 24 ชั่วโมง ซึ่งไม่สามารถกำหนดจุดสิ้นสุดได้ จึงต้องดำเนินการทดลองเบื้องต้นเพื่อหาเวลาที่เข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบ (Steady State) และช่วงความยาวของการรันทดสอบแบบจำลองข้อมูลที่เหมาะสมต่อการรัน 1ครั้ง โดยแนวทางดังนี้

- <u>การหาเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว</u> (Pegden, Shannon and Sadowsky,1995) ในช่วงแรกข้อมูลที่ได้จะมีการแกว่งทำให้ไม่สามารถนำข้อมูลส่วนนั้นมาวิเคราะห์ระบบได้ ซึ่งเรียกช่วงนี้ว่า Warm – up Period การทดลองเบื้องต้นให้รันโปรแกรมด้วยเวลาที่มากพอสมควร และนำข้อมูลเวลาของงานที่อยู่ในระบบ (Flow Time of truck) ที่ได้ ไปสร้างกราฟ Moving Average แบบ Cumulative ระหว่างเวลาการรันกับ Flow Time โดยใช้โปรแกรม Output Analyzer ซึ่งอยู่ในโปรแกรม Arena ซึ่งจะทำให้ทราบว่าจุดที่ระบบเริ่มเข้าสู่สภาวะคงตัวอยู่ในช่วงเวลาใด

  ตัวอย่างของการหา Warm-up Period ของแสดงได้ดังนี้

  ดำเนินการทดลองเบื้องต้นเป็นเวลา 144,000 นาทีหรือ 100 วัน แล้วนำค่า Flow time ของระบบมาใช้ในการวิเคราะห์โดยการสร้างกราฟ Moving Average แบบ Cumulative โดยใช้โปรแกรม Output Analyzer มาช่วยในการวิเคราะห์ ผลจากการทดลองเบื้องต้นแสดง ดังรูปที่ 4.18 พบว่ามีจำนวนข้อมูลทั้งหมด 144,519 ข้อมูล

จุดที่ระบบเริ่มเข้าสู่ระยะเวลาคงตัวได้แก่ นาทีที่ 30,000 นาที ดังนั้นช่วง Warm-up Period หรือช่วงเวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัวใช้เวลาประมาณ 30,000 นาที แกน x แทนเวลาปัจจุบันของการจำลองสถานการณ์ และ แกน y แทนเวลาเฉลี่ยในระบบ



3.055e+004	1020	529.3	491.2
3.055e+004	453.9	529.3	75.35
3.055e+004	510.5	529.3	18.8
3.055e+004	996	529.3	466.7
3.055e+004	493.3	529.3	35.94
3.055e+004	997.4	529.3	468.2
3.055e+004	45.04	529.3	484.3
3.055e+004	493.3	529.3	35.95
3.055e+004	996.7	529.3	467.5
3.055e+004	478.8	529.3	50.49
3.055e+004	985	529.3	455.7
3.055e+004	504.5	529.3	24.82
3.056e+004	497.9	529.3	31.45
3.056e+004	1010	529.3	480.6
3.056e+004	488.1	529.3	41.22
3.056e+004	1000	529.3	471.1
3.056e+004	1016	529.3	486.8
3.056e+004	491.9	529.4	37.46
3.066e+004	476.5	529.4	52.87

รูปที่ 4.19 กราฟ Moving average แบบ Cumulative ของการทดลองเบื้องต้น

- <u>การกำหนดความยาวของการทดสอบในแต่ละรอบการทดสอบ</u> การทดสอบสภาวะการจัดส่งอ้อยเข้าสู่โรงงานนั้น เนื่องจากขอบเขตการศึกษาอยู่ในช่วงที่ระบบมีความหนาแน่นของรถบรรทุกอยู่ที่โรงงานมากที่สุด ช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลที่ต่อเนื่องจึงไม่จำเป็นต้องมีความยาวเท่ากับ 1 ฤดูการหีบอ้อย หากแต่ต้องการศึกษาเพื่อลดระยะเวลาที่ใช้ในโรงงานให้ลดลง จึงกำหนดระยะเวลาในการเก็บข้อมูลเพื่อทดสอบเป็นระยะเวลาที่มีความต่อเนื่องกันจำนวน 10 วัน และมีจำนวน 10 Replication ของการทดสอบแต่ละครั้ง
- จากช่วงเวลาการเข้าสู่สภาวะคงตัว 30,000 นาที กำหนดให้ระบบรันจนผ่านช่วงของการ Warm-up เป็นเวลา 30 วันหรือ 43,200 นาที และเริ่มบันทึกข้อมูลหลังจากผ่านช่วงการ Warm-Up ไปแล้วเป็นเวลาอีก 10 วัน หรือ 14,400 นาที ดังนั้นใน 1 Replication มีความยาวทั้งหมด 40 วัน หรือ 57,600 นาที และทำการทดสอบ 10 Replications รวมเป็นระยะเวลาการทดสอบทั้งหมด 400 วัน หรือ 576,000 นาที

จากขั้นตอนการหาช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะคงตัวของระบบสามารถสรุปเป็นรายละเอียดของโรงงานตัวอย่างได้ดังตารางที่ 4.2 และกำหนดให้ทุกโรงงานทำการทดสอบที่ 10 Replications

ตารางที่ 4.2 สรุปช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะคงตัวและระยะเวลาการทดสอบในแต่ละReplication

โรงงานตัวอย่าง	ช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะคงตัว(วัน)	ระยะเวลาการทดสอบ(วัน)
M1	20	30
M2	20	30
M3	20	30
M4	20	30
M5	20	30
M6	20	30
M7	20	30
M8	20	30
M9	30	40
M10	30	40

4.5 สรุปท้ายบท

ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงการสร้างและพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ ซึ่งได้แบ่งแบบจำลองสำหรับระบบคิว 2 ประเภทได้แก่แบบจำลองสำหรับคิวเสรีและแบบจำลองสำหรับคิวล็อค ซึ่งพบว่าแบบจำลองสามารถใช้งานแทนระบบจริงได้ จึงสามารถนำเอาแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นไปวิเคราะห์การดำเนินงานในขั้นต่อไปได้