



ใบรับรองวิทยานิพนธ์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหการ)

ปริญญา

วิศวกรรมอุตสาหการ

วิศวกรรมศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การพัฒนาเทมเพลตสำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์เครือข่ายระบบ  
ห่วงโซ่อุปทาน

Development of Simulation Template for Supply Chain Network Analysis

นามผู้วิจัย นายธนพันธ์ คงทอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

( อาจารย์พรเทพ อนุสรณินดีสาร, Ph.D. )

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

( อาจารย์วิสุทธิ์ สุพิทักษ์, Ph.D. )

หัวหน้าภาควิชา

( รองศาสตราจารย์อนันต์ มุ่งวัฒนา, Ph.D. )

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

( รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr. )

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การพัฒนาแม่แบบเพื่อสร้างแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์เครือข่ายระบบห่วงโซ่อุปทาน

Development of Simulation Template for Supply Chain Network Analysis

โดย

นายธนพันธ์ คงทอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมอุตสาหกรรม)

พ.ศ. 2553

ธนพันธ์ คงทอง 2553: การพัฒนาเทมเพลตสำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์  
เครือข่ายระบบห่วงโซ่อุปทาน ปรินญาวิศวะกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรม  
อุตสาหกรรม) สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม อาจารย์ที่ปรึกษา  
วิทยานิพนธ์หลัก: อาจารย์พรเทพ อนุสรณิศสาร, Ph.D. 111 หน้า

การจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้วิเคราะห์สถานการณ์ในการดำเนินงานของ  
ระบบ โดยเฉพาะระบบที่มีความซับซ้อน อาทิ ระบบการผลิต ระบบการขนส่ง อย่างไรก็ตามการ  
พัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ในระบบหนึ่งๆ จะต้องอาศัยเวลาในการจัดทำระบบ ทั้งในด้านการ  
ออกแบบ การตรวจสอบความถูกต้อง ทำให้การพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์กับระบบที่มีขนาด  
ใหญ่ซับซ้อนไม่สามารถพัฒนาได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นผู้ผลิตซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้าง  
แบบจำลองได้พัฒนาระบบช่วยเหลือที่เรียกว่าเทมเพลต ซึ่งช่วยให้ผู้พัฒนาระบบสร้างแบบจำลอง  
สถานการณ์ต้นแบบ แล้วสามารถนำกลับมาใช้เองหรือผู้อื่นสามารถนำไปใช้งานได้ ช่วยลดเวลา  
ในด้านการออกแบบและการตรวจสอบความถูกต้อง ในการพัฒนาระบบที่มีความซับซ้อน

งานวิจัยนี้ได้มุ่งความสนใจที่การวิเคราะห์ผลการดำเนินการของระบบสินค้าคงคลังของ  
ระบบห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งเป็นระบบที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน โดยได้จัดทำเทมเพลตฟังก์ชัน  
ต่างๆ ได้แก่ ซัพพลายเออร์ โรงงานผลิต ศูนย์กระจายสินค้าและผู้ค้าปลีก ในระบบห่วงโซ่อุปทาน  
ด้วยโปรแกรม Arena 12 เพื่อใช้วิเคราะห์ระบบห่วงโซ่อุปทาน จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า  
การพัฒนาเทมเพลตช่วยให้สามารถวิเคราะห์ระบบห่วงโซ่อุปทานได้อย่างถูกต้องและช่วยลดเวลา  
ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ เช่นในการสร้างแบบจำลองซึ่งประกอบด้วย 5 ซัพพลายเออร์  
1 โรงงานผลิต 1 ศูนย์กระจายสินค้าและ 5 ผู้ค้าปลีก สามารถสร้างได้โดยใช้เวลาเพียง 30 นาที ซึ่ง  
โดยทั่วไปต้องใช้เวลามากกว่า 1 วันในการสร้างแบบจำลอง

Thanapan Kongtong 2010: Development of Simulation Template for Supply Chain Network Analysis. Master of Engineering (Industrial Engineering), Major Field: Industrial Engineering, Department of Industrial Engineering. Thesis Advisor: Mr. Pornthep Anussornnitisarn, Ph.D. 111 pages.

Discrete event simulation is a popular tool for analyzing complex system, such as a factory or its supply chain networks however to develop a simulation model demand significant amount of time in requirement analysis, modeling, verification, and validation. To shorten the time of these activities, the simulation software developer such as Arena (Rockwell Software) developed a tool called template. Template development tool helps a modeler to combine command and logic into system object. The system object has a predefined logic with parameters where user can adjust to change the behavior of the system object. In this paper calls this system object as entity template such as machine template which combine queue and resource related command all together. So that the user only add a new template when new machine added into the model without creating new but similar commands.

The primary purpose of this study is to demonstrate the usefulness of the template development tool. By using supply chain management system as a case model, the entities such as suppliers, manufacturers, distributors, and retailers including their operating, logic are modeled in the form of template for a particular type of supply chain entity. These supply chain entity templates are tested with regular users who have knowledge of using simulation modeling software but do not frequently using it. The results show that the user can model the supply chain network with is considered as complex system in a short period of time. For example, the supply chain that consists of 5 suppliers, 1 manufacturer, 1 distributor, and 5 retailers can be modeled within thirty minutes in order to analyze the behavior of inventory of each entity and the entire supply chain network.

---

Student's signature

---

Thesis Advisor's signature

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาของอาจารย์ ดร. พรเทพ อนุสรณินิตสาร ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร. วิสุทธิ์ สุพิทักษ์ กรรมการที่ปรึกษาสาขาวิชาเอก ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และความช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งคล่องไปได้ด้วยดีผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ ประธานสอบวิทยานิพนธ์ ดร. สุวิภรณ์ วิชกุล และ ผู้ทรงคุณวุฒิ รศ.ดร.ยุทธชัย บรรเทงจิตร ที่กรุณาให้คำแนะนำเพิ่มเติมอันจะนำมาซึ่งความสมบูรณ์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

สุดท้ายนี้ กราบขอบพระคุณ พ่อวิโรจน์และแม่พัชรินทร์ บุพการีผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างกับผู้วิจัย และนางสาววารี ชัยเสรี ที่ให้ความดูแลเอาใจใส่ตลอดเวลา และขอบคุณทุกท่านที่มีไต่เอื้อนามที่มีส่วนในการช่วยเหลือให้งานวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จด้วยดี

ธนพันธ์ คงทอง  
เมษายน 2553

## สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำย่อ	(9)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	2
การตรวจเอกสาร	3
อุปกรณ์และวิธีการ	18
อุปกรณ์	18
วิธีการ	18
ผลและวิจารณ์	46
ผล	46
วิจารณ์	57
สรุปและข้อเสนอแนะ	58
สรุป	58
ข้อเสนอแนะ	58
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	59
ภาคผนวก	61
ภาคผนวก ก รายละเอียดของการสร้างเทมเพลต	62
ภาคผนวก ข การนำเทมเพลตมาใช้ในการวิเคราะห์	78
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	111

## สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดงข้อมูลนำเข้าของโปรแกรม ASDN	20
2	แสดงข้อมูลนำออกของโปรแกรม ASDN	21
3	ข้อมูลนำเข้ารายละเอียดของโมดูลซัพพลายเออร์	31
4	ข้อมูลนำเข้าด้านการผลิตและการขนส่งของ โมดูลซัพพลายเออร์	31
5	ข้อมูลนำเข้าด้านสินค้าคงคลังของโมดูลซัพพลายเออร์	31
6	ข้อมูลนำเข้ารายละเอียดของโมดูลโรงงานผลิต	32
7	ข้อมูลนำเข้าด้านการผลิตและการขนส่งของ โมดูลโรงงานผลิต	33
8	ข้อมูลนำเข้าด้านสินค้าคงคลังส่วนผลิตภัณฑ์ของ โมดูล โรงงานผลิต	33
9	ข้อมูลนำเข้าด้านสินค้าคงคลังส่วนวัตถุดิบของ โมดูล โรงงานผลิต	34
10	ข้อมูลนำเข้ารายละเอียดของโมดูลศูนย์กระจายสินค้า	34
11	ข้อมูลนำเข้าด้านการผลิตและการขนส่งของ โมดูล โรงงานผลิต	35
12	ข้อมูลนำเข้าด้านสินค้าคงคลังส่วนผลิตภัณฑ์ของ โมดูล โรงงานผลิต	35
13	ข้อมูลนำเข้ารายละเอียดของโมดูลผู้ค้าปลีก	36
14	ข้อมูลนำเข้าด้านสินค้าคงคลังของ โมดูลผู้ค้าปลีก	36
15	การกำหนดข้อมูลนำเข้าในการตรวจสอบความถูกต้องของเทมเพลต	43
16	แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากเทมเพลตกับการคำนวณมือ	44
17	ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองซึ่งประกอบด้วยซัพพลายเออร์ 1 หน่วยและผู้ค้าปลีก 4 หน่วย	46
18	การเปรียบเทียบจำนวน โมดูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง	48
19	การเปรียบเทียบผลการคำนวณจากแบบจำลอง	49
20	การกำหนดข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองขนาดเล็ก	50
21	แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากเทมเพลตกับการคำนวณมือของแบบจำลอง ขนาดเล็ก	51
22	แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากเทมเพลตกับโปรแกรม ASDN ของ แบบจำลองขนาดเล็ก	51

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
23	ข้อมูลอุปสงค์ของ DeskJet: ยุโรป	52
24	การคำนวณข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง DeskJet: ยุโรป	54
25	การกำหนดข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง DeskJet: ยุโรป	54
26	ผลการวิเคราะห์ด้วยเทมเพลตของแบบจำลอง DeskJet: ยุโรปก่อนปรับปรุง	55
27	ผลการวิเคราะห์ด้วยเทมเพลตของแบบจำลอง DeskJet: ยุโรปหลังปรับปรุง	55

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงระยะเวลาการรอคอยสินค้าของกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท	4
2	รูปแบบของระดับสินค้าคงคลังแบบคลาสสิก	6
3	กราฟแสดงการคำนวณปริมาณที่ใช้สั่งผลิต	9
4	กราฟแสดงนโยบายสินค้าคงคลังทั้ง 2 แบบ	12
5	แสดงการกระจายแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์	13
6	เครื่องมือที่ใช้สร้างเกมเพลทด้วยโปรแกรม Arena	16
7	หน้าต่างของโปรแกรม ASDN	19
8	ตัวอย่าง Node และ Arrow	20
9	ตัวเลือกประเภทของ Node	23
10	แสดงตัวเลือกกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ Node	23
11	แสดงตำแหน่งของกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์	24
12	แสดงการสร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานด้วยโปรแกรม ASDN	25
13	กราฟแสดงระยะเวลาของโปรแกรม ASDN	26
14	กราฟแสดงปริมาณสินค้าคงคลังของโปรแกรม ASDN	26
15	กราฟแสดงการเพิ่มมูลค่าของสินค้าของโปรแกรม ASDN	27
16	กราฟแสดงการเพิ่มมูลค่าสินค้าคงคลังเทียบกับระดับการบริการของโปรแกรม ASDN	27
17	การคำนวณปริมาณการสั่งของโปรแกรม ASDN	28
18	การออกแบบแบบจำลองสถานการณ์	29
19	การไหลของกระบวนการ Make-to-Stock	39
20	การไหลของกระบวนการ Make-to-Order และ Engineer-to-Order	40
21	การไหลของกระบวนการเพิ่มปริมาณสินค้าคงคลัง	41
22	การไหลของกระบวนการผลิตสินค้า	42
23	แสดงเครือข่ายขนาดเล็ก	45

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
24	แสดงเครื่องถ่ายโซลูปทานของ DeskJet	45
25	แสดงการสร้างแบบจำลองเครื่องถ่ายห้วงโซลูปทานด้วยเทมเพลต	47
26	แสดงการสร้างแบบจำลองเครื่องถ่ายห้วงโซลูปทานด้วยโมดูลของโปรแกรม Arena	48
27	แสดงการสร้างแบบจำลองระบบห้วงโซลูปทานด้วยเทมเพลต	50
28	แบบจำลองห้วงโซลูปทานของ DeskJet Printer	53
29	กราฟเปรียบเทียบร้อยละการส่งสินค้าย้อนหลัง	56
30	กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง	56
ภาพผนวกที่		
ก1	หน้าต่างหลักของเทมเพลต	63
ก2	Dialog Design หลักของ โมดูล Supplier	63
ก3	Dialog Design ส่วน Manufacturing ของโมดูล Supplier	64
ก4	Dialog Design ส่วน Inventory ของโมดูล Supplier	64
ก5	Dialog Design หลักของ โมดูล Manufacturing	65
ก6	Dialog Design ส่วน Manufacturing ของโมดูล Manufacturing	65
ก7	Dialog Design ส่วน Inventory ของโมดูล Manufacturing	66
ก8	Dialog Design ส่วน Raw material 1 ของโมดูล Manufacturing	66
ก9	Dialog Design ส่วน Raw material 2 ของโมดูล Manufacturing	67
ก10	Dialog Design ส่วน Raw material 3 ของโมดูล Manufacturing	67
ก11	Dialog Design ส่วน Raw material 4 ของโมดูล Manufacturing	68
ก12	Dialog Design ส่วน Raw material 5 ของโมดูล Manufacturing	68
ก13	Dialog Design หลักของ โมดูล DC	69
ก14	Dialog Design ส่วน Manufacturing ของโมดูล DC	69
ก15	Dialog Design ส่วน Inventory ของโมดูล DC	70
ก16	Dialog Design หลักของ โมดูล Retailer	70

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่	หน้า
ก17 Dialog Design ส่วน Seasonal ของโมดูล Retailer	71
ก18 Dialog Design ส่วน Inventory ของโมดูล Retailer	71
ก19 Logic ของโมดูล Supplier	72
ก20 Logic ของโมดูล Manufacturing	72
ก21 Logic ของโมดูล DC	73
ก22 Logic ของโมดูล Retailer	73
ก23 Switches ของโมดูล Supplier	74
ก24 Switches ของโมดูล Manufacturing	74
ก25 Switches ของโมดูล DC	75
ก26 Switches ของโมดูล Retailer	75
ก27 User View ของโมดูล Supplier	76
ก28 User View ของโมดูล Manufacturing	76
ก29 User View ของโมดูล DC	77
ก30 User View ของโมดูล Retailer	77
ข1 แบบจำลองของการตรวจสอบความถูกต้อง	79
ข2 การป้อนข้อมูลของโมดูลซัพพลายเออร์	79
ข3 การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูลซัพพลายเออร์	80
ข4 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของ โมดูลซัพพลายเออร์	80
ข5 การป้อนข้อมูลของโมดูลโรงงานผลิต	81
ข6 การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูลโรงงานผลิต	82
ข7 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังส่วนผลิตภัณฑ์ของ โมดูลโรงงานผลิต	83
ข8 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังส่วนวัตถุดิบของโมดูลโรงงานผลิต	83
ข9 การป้อนข้อมูลของโมดูลศูนย์กระจายสินค้า	84
ข10 การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูลศูนย์กระจายสินค้า	84
ข11 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของ โมดูลศูนย์กระจายสินค้า	85

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ข12	การป้อนข้อมูลของโมดูลผู้ค้าปลีก	85
ข13	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูลผู้ค้าปลีก	86
ข14	การป้อนข้อมูลของโมดูล Supplier 1	88
ข15	การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูล Supplier 1	89
ข16	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูล Supplier 1	89
ข17	การป้อนข้อมูลของโมดูล Retailer 1	90
ข18	การป้อนข้อมูลของโมดูล Retailer 2	90
ข19	การป้อนข้อมูลของโมดูล Retailer 3	91
ข20	การป้อนข้อมูลของโมดูล Retailer 4	91
ข21	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูล Retailer 1, Retailer 2, Retailer 3 และ Retailer 4	92
ข22	การป้อนข้อมูลของโมดูล Supplier	93
ข23	การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูล Supplier	94
ข24	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูล Supplier	94
ข25	การป้อนข้อมูลของโมดูล DC	95
ข26	การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูล DC	95
ข27	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูล DC	96
ข28	การป้อนข้อมูลของโมดูล Retailer	96
ข29	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูล Retailer	97
ข30	การป้อนข้อมูลของโมดูล FAT	98
ข31	การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูล FAT 90	99
ข32	การป้อนข้อมูลของโมดูล European DC	100
ข33	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ A ของโมดูล European DC	100
ข34	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ AA ของโมดูล European DC	101
ข35	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ AB ของโมดูล European DC	101
ข36	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ AQ ของโมดูล European DC	102

### สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ข37	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ AU ของ โมดูล European DC	102
ข38	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ AY ของ โมดูล European DC	103
ข39	การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์รวมของ โมดูล European DC	103
ข40	การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ A ของ โมดูล Customer	104
ข41	การป้อนข้อมูลตัวคุณผลิตภัณฑ์ A ของ โมดูล Customer	104
ข42	การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ AA ของ โมดูล Customer	105
ข43	การป้อนข้อมูลตัวคุณผลิตภัณฑ์ AA ของ โมดูล Customer	105
ข44	การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ AB ของ โมดูล Customer	106
ข45	การป้อนข้อมูลตัวคุณผลิตภัณฑ์ AB ของ โมดูล Customer	106
ข46	การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ AQ ของ โมดูล Customer	107
ข47	การป้อนข้อมูลตัวคุณผลิตภัณฑ์ AQ ของ โมดูล Customer	107
ข48	การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ AU ของ โมดูล Customer	108
ข49	การป้อนข้อมูลตัวคุณผลิตภัณฑ์ AU ของ โมดูล Customer	108
ข50	การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ AY ของ โมดูล Customer	109
ข51	การป้อนข้อมูลตัวคุณผลิตภัณฑ์ AY ของ โมดูล Customer	109
ข52	การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์รวมของ โมดูล Customer	110
ข53	การป้อนข้อมูลตัวคุณผลิตภัณฑ์รวมของ โมดูล Customer	110

### คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

- $R$  = ปริมาณความต้องการสินค้าต่อปี (หน่วย)  
 $P$  = มูลค่าของสินค้าต่อหน่วย (บาท)  
 $C$  = ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตสินค้า (บาท)  
 $H$  =  $PF$  = แทนค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อหน่วยต่อปี (บาท)  
 $Q$  = ปริมาณสินค้าที่จะทำการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต (หน่วย)  
 $Q^*$  = ปริมาณสั่งซื้อหรือสั่งผลิตแบบประหยัด (หน่วย)  
 $F$  = อัตราส่วนของค่าใช้จ่ายในการเก็บรักษาต่อขึ้นต่อปี  
 $B$  = ระดับสินค้าคงคลังเพื่อใช้ในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตรอบถัดไป  
 $p$  = กำลังการผลิต (หน่วยต่อหน่วยเวลา)  
 $r$  = อัตราความต้องการสินค้า (หน่วยต่อหน่วยเวลา)  
 $k$  = Safety factor  
 $\sigma_L$  = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการสินค้าในช่วงทำการจัดส่งสินค้า (หน่วย)  
 $p_u$  = ความน่าจะเป็นที่จะเกิดการขาดของในช่วงการส่งสินค้า  
 $\bar{t}$  = เวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการจัดส่งสินค้า (วัน)  
 $\bar{d}$  = ความต้องการสินค้าเฉลี่ย (หน่วยต่อวัน)  
 $\sigma_d^2$  = ความแปรปรวนของความต้องการสินค้า  
 $\sigma_t^2$  = ความแปรปรวนของเวลาในการจัดส่งสินค้า

# การพัฒนาเทมเพลตสำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์เครือข่ายระบบ ห่วงโซ่อุปทาน

## Development of Simulation Template for Supply Chain Network Analysis

### คำนำ

การจำลองสถานการณ์คือการทำการสร้างตัวจำลอง (Model) เพื่อทำการเลียนแบบกระบวนการดำเนินงานของระบบจริง (Real System) ที่เกิดขึ้น โดยอาศัยข้อมูลของการดำเนินการที่ผ่านมาที่มีผลกระทบต่อการทำงานของระบบนั้น ซึ่งข้อมูลได้มาจากการสังเกต (Observation) หรือจากการทำบันทึกข้อมูลในอดีต การจำลองสถานการณ์เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้วิเคราะห์สถานะในการดำเนินงานของระบบ เพราะสามารถวิเคราะห์ระบบที่มีความซับซ้อน เช่น ระบบการผลิต ระบบการขนส่ง และระบบมีลักษณะของข้อมูลที่มีความไม่แน่นอน ซึ่งไม่สามารถหาความสัมพันธ์เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ เช่น ระบบแถวคอย นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์แบบสร้างทางเลือก โดยที่ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อแก้ไขระบบจริงและรวดเร็ว เช่น การปรับเปลี่ยนแผนผังโรงงานหรือทรัพยากร

แม้การจำลองสถานการณ์จะสามารถวิเคราะห์ระบบได้หลากหลาย แต่ก็มีข้อจำกัดในเรื่องของผู้พัฒนาระบบแบบจำลอง เพราะต้องใช้ระยะเวลาในการฝึกฝนเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการสร้างแบบจำลองและวิเคราะห์ผลได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จากข้อจำกัดดังกล่าวผู้ผลิตซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองจึงได้พัฒนาระบบช่วยเหลือผู้พัฒนาระบบแบบจำลองที่เรียกว่าเทมเพลตเพื่อช่วยลดเวลาในการออกแบบและการตรวจสอบความถูกต้อง ในการพัฒนาระบบ

งานวิจัยนี้ได้มุ่งความสนใจที่การสร้างเทมเพลต และนำไปวิเคราะห์ผลการดำเนินการระบบสินค้าคงคลังของระบบห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งเป็นระบบที่มีขนาดใหญ่และซับซ้อน โดยได้จัดทำเทมเพลตฟังก์ชันต่างๆ ได้แก่ ผู้ขายปัจจัยการผลิต โรงงานผลิต ศูนย์กระจายสินค้าและผู้ค้าปลีก ในระบบห่วงโซ่อุปทานด้วยโปรแกรม Arena 12 เพื่อช่วยลดเวลาในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์

## วัตถุประสงค์

1. พัฒนาเครื่องมือ (Template) ที่ช่วยให้ผู้ออกแบบระบบสามารถพัฒนาแบบจำลองระบบห่วงโซ่อุปทานได้ด้วยความรวดเร็ว
2. จัดทำเทมเพลตฟังก์ชันต่างๆ ได้แก่ ซัพพลายเออร์ โรงงานผลิต ศูนย์กระจายสินค้าและผู้ค้าปลีก ในระบบห่วงโซ่อุปทาน

### ขอบเขตงานวิจัย

1. ใช้โปรแกรมอาร์โน่า 12 ในการสร้างเทมเพลต
2. วิเคราะห์ในส่วนของการบริหารจัดการสินค้าของระบบห่วงโซ่อุปทาน โดยกำหนดให้มีผลิตภัณฑ์สุดท้าย 1 ชนิดและมีการส่งสินค้าย้อนหลังในกรณีที่เกิดการขาดสินค้า

## การตรวจเอกสาร

ในการพัฒนาแผนการผลิต ได้ทำการตรวจสอบเอกสารที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งเป็น ทฤษฎีสินค้าคงคลัง การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### ทฤษฎีสินค้าคงคลัง

วิชิต (2536) กล่าวว่าสินค้าคงคลัง หมายถึง จำนวน “สินค้า” ที่อยู่ภายใต้การดูแลรักษาของหน่วยงานและถูกเก็บไว้ในสภาพที่ไม่มีผลผลิต (Nonproductive) เพื่อที่จะนำไปใช้หรือขายตามที่ปรารถนาไว้ คำว่า “สินค้า” ในที่นี้อาจหมายถึง วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิต ชิ้นส่วนในกระบวนการผลิต (Work in process) หรือสินค้าสำเร็จรูป (Finished product) แต่ไม่รวมถึงสินค้าที่ได้ส่งไปแล้วแต่ยังไม่ได้มาถึงหน่วยงาน และสินค้าคงคลังสำหรับสินค้าสำเร็จรูปในภาคการผลิต ก็ไม่รวมถึงสินค้าที่กำลังอยู่ในกระบวนการผลิต ทั้งนี้เพราะสินค้าเหล่านั้นยังมีอาจตอบสนองอุปสงค์ที่เกิดขึ้นมาได้

#### 1. กลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์

Tersine (1994) ได้สรุปว่ากลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์จะมีผลต่อการเลือกรูปแบบของการเก็บรักษาสินค้าคงคลัง การเลือกกลยุทธ์ในแต่ละผลิตภัณฑ์จะต้องคำนึงถึงความพึงพอใจของตลาดเป้าหมายเป็นหลัก กลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ ขึ้นอยู่กับ ช่วงระยะเวลาของวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ และเวลาจัดส่งที่ลูกค้าสามารถรอคอยได้ ความต้องการของสินค้าคงคลังจะขึ้นอยู่กับกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 ลักษณะ คือ 1) ผลิตล่วงหน้าก่อนมีคำสั่งซื้อ 2) ผลิตหลังจากที่ได้รับคำสั่งซื้อ 3) แบบผสมผสาน

กลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์โดยทั่วไป มีอยู่ด้วยกัน 4 ประเภท

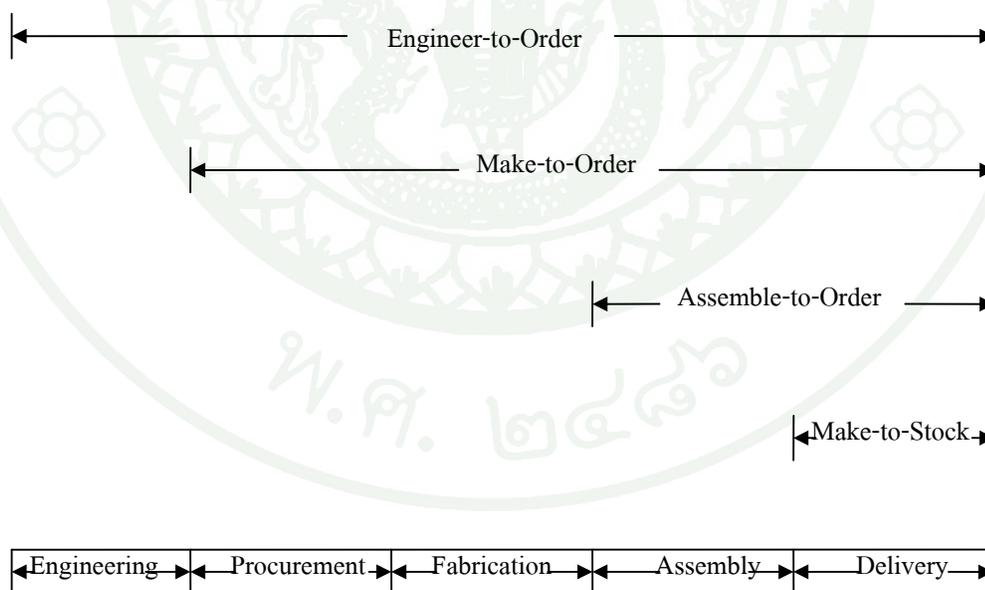
1.1 Make-to-Stock (MTS) การผลิตสินค้าเพื่อเก็บไว้เป็นสินค้าคงคลังเพื่อรอคำสั่งซื้อ เมื่อสินค้าคงคลังลดลง ก็จะมีการผลิตสินค้าใหม่เข้ามาแทนที่

1.2 Make-to-Order (MTO) การผลิตสินค้าตามสั่งซื้อของลูกค้า และลูกค้าจะต้องรอจนกว่าจะผลิตครบตามจำนวนที่สั่งซื้อ จะไม่มีการผลิตจัดเก็บไว้เป็นสินค้าคงคลัง

1.3 Assemble-to-Order (ATO) การผลิตส่วนประกอบมาตรฐานเก็บไว้ในสินค้าคงคลังและเมื่อได้รับคำสั่งซื้อก็นำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ตามรูปแบบที่ลูกค้าต้องการ ทำให้ลูกค้าไม่ต้องรอนานเท่ากับเวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตทั้งหมด เวลาในการจัดส่งก็จะสั้นลง และสามารถผลิตได้หลากหลายตามความต้องการของลูกค้า

1.4 Engineer-to-Order (ETO) การผลิตที่มีความจำเป็นต้องมีการออกแบบเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าเฉพาะราย ซึ่งจะให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่าง แต่ลูกค้าจะต้องมีความอดทนในการรอนาน

รูปแบบของกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ทั้ง 4 ประเภทดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แสดงระยะเวลาการรอคอยสินค้าของกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท

ที่มา: Tersine (1994)

## 2. การจัดการสินค้าคงคลัง

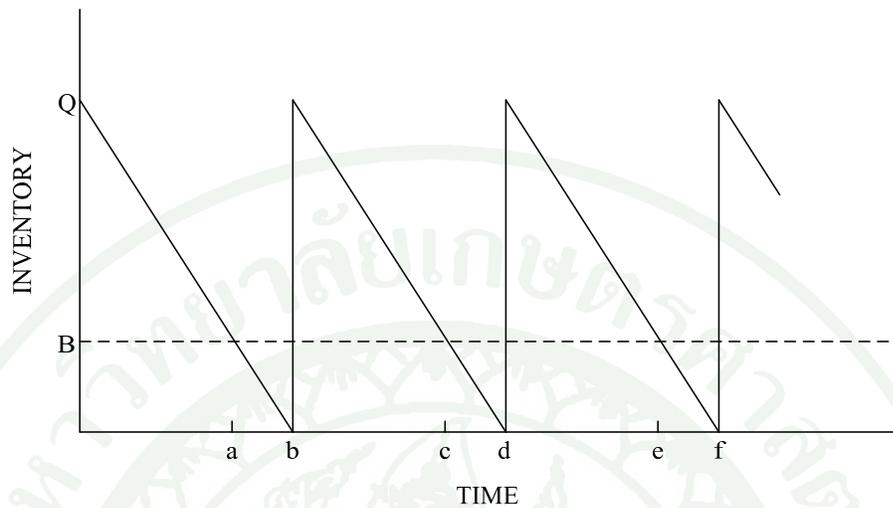
ทฤษฎีเบื้องต้นที่นำมาใช้ในการควบคุมระดับสินค้าคงคลังถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ การควบคุมระดับคงคลังของวัสดุที่ได้จากการผลิตโดยเกิดกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมนั่นเอง และการควบคุมระดับคงคลังที่สินค้าหรือวัสดุนั้นได้จากการสั่งซื้อจากผู้ขายหรือผู้จัดหาที่อุตสาหกรรมนั้น ๆ ทำธุรกิจด้วย โดยแต่ละทฤษฎีนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น นโยบายในการควบคุมการผลิต และระดับสินค้าคงคลัง ดังนี้

เหตุผลสำคัญในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง คือ เพื่อให้องค์กรสามารถซื้อหรือผลิตสินค้าในปริมาณที่เสียดำเนินการน้อยที่สุด โดยการควบคุมสินค้าคงคลังนั้นมีความจำเป็นต่อองค์กรอย่างมาก เพราะหากมีการจัดเก็บสินค้าคงคลังในปริมาณสูงเกินไปก็จะทำให้มีต้นทุนในการจัดเก็บสูงไปด้วย แต่หากการเก็บรักษาสินค้าคงคลังน้อยเกินไปก็อาจจะส่งผลให้เสียโอกาสในการขายและการทำกำไรไปได้

การตัดสินใจขั้นพื้นฐานเกี่ยวกับสินค้าคงคลังประกอบด้วย 2 ปัญหาดังต่อไปนี้

- จะสั่งซื้อครั้งละเท่าไร
- จะสั่งซื้อจำนวนนี้เมื่อใด

จะเห็นว่าปัญหาทั้ง 2 ข้อนี้มีความขัดแย้งกันอยู่กล่าวคือ ถ้าจะให้ต้นทุนในการสั่งซื้อต่ำจะต้องสั่งซื้อแต่ละครั้งเป็นจำนวนมากๆ แต่ถ้าจะให้ต้นทุนในการจัดให้มีของคงคลังต่ำ จำนวนที่สั่งซื้อแต่ละครั้งจะน้อย ถ้าเน้นไปทางด้านใดด้านหนึ่งย่อมก่อให้เกิดผลเสียต่อต้นทุนที่เกิดขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาความสมดุลระหว่างความต้องการทั้ง 2 โดยใช้การกำหนดปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุด (Economic Order Quantity: EOQ) ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 รูปแบบของระดับสินค้าคงคลังแบบคลาสสิก

ที่มา: Tersine (1994)

จากภาพที่ 2  $Q$  คือ ปริมาณการสั่งซื้อ  $Q/2$  คือ ปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ย  $B$  คือ จุดสั่งซื้อ  $ac$  และ  $ce$  คือระยะห่างในการสั่งซื้อในรอบถัดไป  $ab$ ,  $cd$  และ  $ef$  คือ ระยะเวลาในการจัดส่ง สามารถคำนวณ ต้นทุนค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังต่อปี โดย ต้นทุนรวมต่อปีเท่ากับผลรวมของต้นทุนในการซื้อสินค้า ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า และต้นทุนในการจัดเก็บดังสมการที่ 1

$$TC(Q) = PR + \frac{CR}{Q} + \frac{HQ}{2} \quad (1)$$

ในการหาค่าของ  $Q$  ที่ทำให้  $TC$  มีค่าน้อยที่สุดนั้นหาได้จาก อนุพันธ์ลำดับที่ 1 ของ  $TC$  เทียบกับ  $Q$  โดยกำหนดให้ เท่ากับศูนย์ดังสมการที่ 2

$$\frac{dTC(Q)}{dQ} = \frac{H}{2} - \frac{CR}{Q^2} = 0 \quad (2)$$

แก้สมการเพื่อหาค่า  $Q$  จะได้ สมการ EOQ ดังสมการที่ 3

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CR}{H}} = \sqrt{\frac{2CR}{PF}} = EOQ \quad (3)$$

เมื่อได้ทราบค่า EOQ แล้วก็จะสามารถหาจำนวนครั้งในการสั่งซื้อต่อปี ( $m$ ) ดังสมการที่ 4 และระยะเวลาที่ใช้ในการสั่งซื้อ ( $T$ ) ดังสมการที่ 5

$$m = \frac{R}{Q^*} = \sqrt{\frac{HR}{2C}} \quad (4)$$

$$T = \frac{1}{m} = \frac{Q^*}{R} = \sqrt{\frac{2C}{HR}} \quad (5)$$

จุดสั่งซื้อครั้งถัดไป สามารถคำนวณได้จาก ปริมาณความต้องการในช่วงเวลารอคอยสินค้า เมื่อปริมาณสินค้าคงคลัง (สินค้าที่มีอยู่ในมือบวกสินค้าที่กำลังจะนำมาส่งมอบด้วยสินค้าที่กำลังจำหน่ายออกไป) ถึงจุดสั่งซื้อก็จะถูกเติมด้วยปริมาณเท่ากับ  $Q^*$  โดยสามารถคำนวณจุดสั่งซื้อครั้งถัดไป เมื่อระยะเวลาในการรอคอยเท่ากับ  $L$  ซึ่งมีหน่วยเป็นเดือนได้ดังสมการที่ 6

$$B = \frac{RL}{12} \quad (6)$$

ถ้าระยะเวลาในการรอคอยเท่ากับ  $L$  มีหน่วยเป็นสัปดาห์ปริมาณสินค้าคงคลัง ณ จุดสั่งซื้อคำนวณดังสมการที่ 7

$$B = \frac{RL}{52} \quad (7)$$

ค่าใช้จ่ายรายปีที่น้อยที่สุดในการสั่งซื้อด้วยปริมาณ  $Q^*$  คำนวณดังสมการที่ 8

$$TC(Q^*) = PR + HQ^* \quad (8)$$

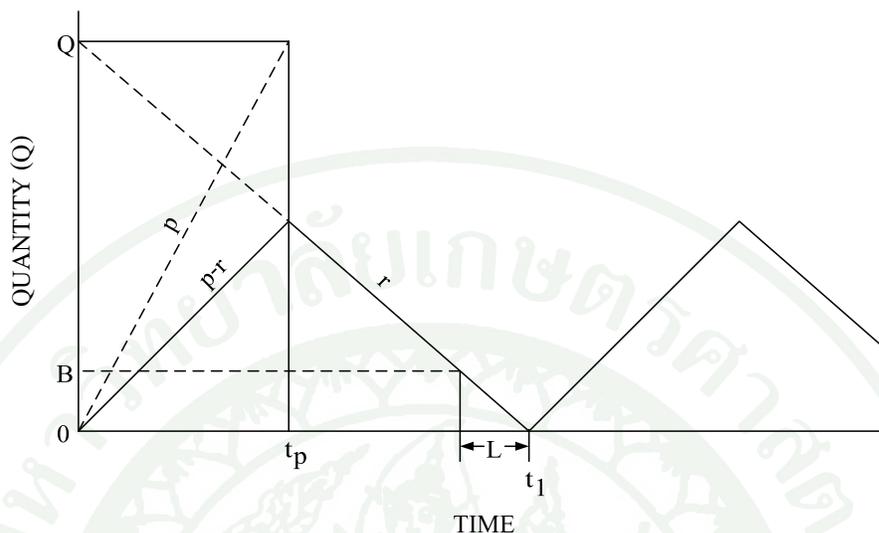
ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาตัวแบบ EOQ ภายใต้สมมติฐานที่ว่าผู้ใช้สินค้า

- มีอัตราความต้องการคงที่ และมีความต่อเนื่อง
- ระยะเวลาในการรอกอยคงที่
- สินค้าถูกส่งมาพร้อมกัน ที่เวลาเดียวกัน
- ไม่มีภาวะการขาดสินค้า
- ค่าใช้จ่ายต่างๆคงที่ ไม่ว่าจะเป็นค่าใช้จ่ายในการจัดส่ง ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บ แปรรผันตรงกับปริมาณที่จัดเก็บ และมูลค่าของสินค้ามีค่าคงที่ (ไม่มีการให้ส่วนลดเมื่อสั่งปริมาณมาก)
- ไม่มีข้อจำกัดในเรื่องของพื้นที่ในการจัดเก็บ
- มีการสั่งซื้อแค่ผลิตภัณฑ์เดียว

นอกจากผู้ซื้อแล้วในระบบห่วงโซ่อุปทานย่อมต้องมีผู้ผลิตและปัญหาของผู้ผลิตก็คล้ายกับผู้ซื้อคือ การตัดสินใจขึ้นพื้นฐานเกี่ยวกับสินค้าคงคลังประกอบด้วย 2 ปัญหาดังต่อไปนี้

- จะสั่งผลิตครั้งละเท่าไร
- จะสั่งผลิตจำนวนนี้เมื่อใด

ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการทั้ง 2 โดยใช้การกำหนดปริมาณการผลิต ที่ประหยัดที่สุด (Economic Production Quantity: EPQ) ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 กราฟแสดงการคำนวณปริมาณที่ใช้สั่งผลิต

ที่มา: Tersine (1994)

จากภาพที่ 3 แสดงวงจรการผลิต โดยเริ่มการผลิตที่เวลา 0 (ศูนย์) และสิ้นสุดการผลิตที่เวลา  $t_p$  และในช่วงเวลา  $t_p$  ถึง  $t_1$  คือช่วงที่ไม่มีการผลิต และสินค้าคงคลังจะลดลงเรื่อยๆจนเมื่อถึงเวลา  $t_1$  ก็จะเริ่มกระบวนการผลิตใหม่อีกครั้ง

ถ้าหากไม่มีความต้องการสินค้าในช่วงเวลา 0 ถึง  $t_p$  ปริมาณสินค้าคงคลังจะเพิ่มขึ้นด้วยอัตราเท่ากับ  $p$  แต่เมื่อมีความต้องการสินค้าด้วยอัตราเท่ากับ  $r$  ปริมาณสินค้าคงคลังจะเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา  $p-r$  โดยที่  $p$  มากกว่า  $r$  ปริมาณสินค้าคงคลังจะเพิ่มขึ้นถึงจุดสูงสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ  $(p-r)t_p$  และ  $t_p = Q/p$  นั่นคือระดับปริมาณสินค้าคงคลังสูงสุดเท่ากับ  $Q(p-r)/p$  และระดับปริมาณสินค้าคงคลังต่ำสุดเท่ากับศูนย์ ตัวคูณ  $(p-r)/p$  แสดงให้เห็นอัตราส่วนของปริมาณสินค้าคงคลังที่เหลืออยู่ต่อปริมาณการผลิตทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิต และตัวคูณ  $r/p$  แสดงให้เห็นอัตราส่วนของปริมาณสินค้าที่ถูกจ่ายออกไปต่อปริมาณการผลิตทั้งหมดเมื่อสิ้นสุดกระบวนการผลิต สามารถคำนวณต้นทุนค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังต่อปี โดยต้นทุนรวมต่อปีเท่ากับผลรวมของต้นทุนในการซื้อสินค้า ต้นทุนในการสั่งซื้อสินค้า และต้นทุนในการจัดเก็บดังสมการที่ 9

$$TC(Q) = PR + \frac{CR}{Q} + \frac{HQ(p-r)}{2p} \quad (9)$$

ในการหาค่าของ  $Q$  ที่ทำให้  $TC$  มีค่าน้อยที่สุดนั้นหาได้จาก อนุพันธ์ลำดับที่ 1 ของ  $TC$  เทียบกับ  $Q$  โดยกำหนดให้เท่ากับศูนย์ดังสมการ 10

$$\frac{dTC(Q)}{dQ} = -\frac{CR}{Q^2} + \frac{H(p-r)}{2p} = 0 \quad (10)$$

แก้สมการเพื่อหาค่า  $Q$  จะได้ สมการ EPQ ดังสมการที่ 11

$$Q^* = \sqrt{\frac{2CRp}{H(p-r)}} = EPQ \quad (11)$$

เมื่อได้ทราบค่า EPQ แล้วก็จะสามารถหาระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้า และปริมาณคงเหลือสินค้าคงคลังที่ใช้ในการสั่งผลิตโดยกำหนดให้  $N$  แทนจำนวนวันที่ใช้ในการผลิตสินค้าต่อปี สามารถหาระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าเท่ากับ  $Q^* / p$  และหาระดับสินค้าคงคลังที่ใช้ในการสั่งผลิตได้ดังสมการที่ 12 เมื่อ  $L$  คือระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมการก่อนการผลิตซึ่งมีหน่วยวัน และ  $r$  คืออัตราความต้องการสินค้าต่อวัน

$$B = \frac{RL}{N} = rL \quad (12)$$

ค่าใช้จ่ายรายปีที่น้อยที่สุดในการสั่งซื้อด้วยปริมาณ  $Q^*$  คำนวณได้ดังสมการที่ 13

$$TC(Q^*) = PR + \frac{HQ^*(p-r)}{p} \quad (13)$$

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาตัวแบบ EPQ ภายใต้สมมติฐานเหมือนกับ EOQ

### 3. นโยบายในการจัดการสินค้าคงคลัง

Silver *et al.* (1998) นโยบายการจัดการสินค้า เป็นเงื่อนไขซึ่งแสดงว่าการจัดหานั้นจะต้องใช้ระยะเวลาหรือ ปริมาณสินค้าคงเหลือในคลังเป็นเครื่องแสดงจุดสั่งซื้อ และจะต้องใช้ปริมาณการสั่งซื้อตายตัวหรือ ปริมาณที่ทำให้ปริมาณสินค้าคงคลังมีขนาดเท่าที่กำหนดโดยกำหนดให้

$s$  คือ ปริมาณพัสดุคงเหลือในคลังที่จุดสั่งซื้อ (Recorder Point) เรียก จุดสั่งซื้อ

$Q$  คือ ปริมาณการสั่งซื้อตายตัว (Lot Size) เรียก ปริมาณสั่งซื้อ

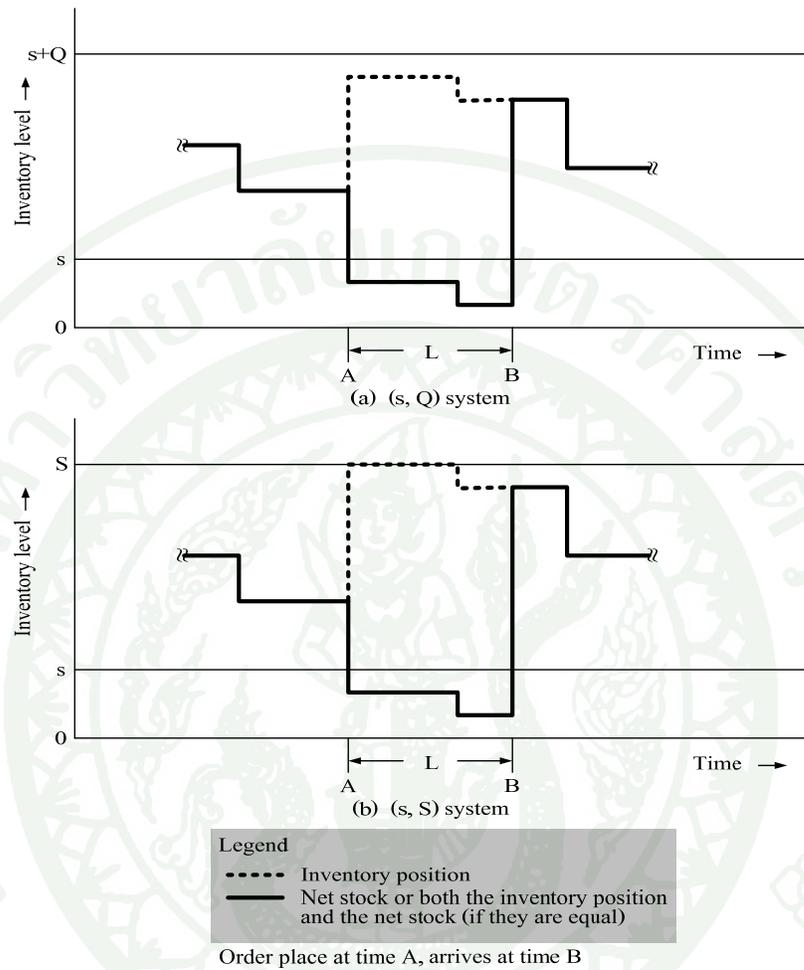
$S$  คือ ระดับพัสดุคงคลังกำหนด (Order Level) เรียก ระดับสั่งซื้อ

นโยบายสินค้าคงคลังที่รู้จักกันแพร่หลาย จะอยู่ในรูปแบบ ( $s, **$ ) โดย  $s$  หมายถึงจุดที่มีการจัดการสินค้า และ  $**$  แสดงถึงจำนวนที่เกี่ยวข้องกับสินค้าที่จัดหา ซึ่งอาจจะระบุจำนวนสินค้าโดยตรง หรือระบุระดับสินค้า ที่ต้องการให้กลับขึ้นไปอยู่ เมื่อมีการจัดการสินค้าก็ได้

นโยบายสินค้าคงคลัง ( $s, Q$ ) เป็นนโยบายที่กำหนดให้มีการจัดการสินค้าเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงมาถึงต่ำกว่า ระดับ  $s$  หน่วย หรือต่ำกว่า และปริมาณสินค้าที่จัดหาในครั้งหนึ่งๆ จะมีจำนวนเท่ากับ  $Q$  หน่วย

นโยบาย ( $s, S$ ) จะกำหนดให้มีการจัดการสินค้าเมื่อระดับสินค้าคงคลังลดลงมาถึงระดับ  $s$  หรือต่ำกว่า และจัดหาปริมาณสินค้ามาเติมเต็มในคลังสินค้าเพื่อถึงระดับสินค้าคงคลังกลับขึ้นไปอยู่ระดับ  $S$  หน่วย

โดยทั้งสองนโยบายจะใช้ปริมาณสินค้าคงเหลือในคลังเป็นตัวตัดสินใจที่จะใช้ในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตนั่นเองดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 กราฟแสดงนโยบายสินค้าคงคลังทั้ง 2 แบบ

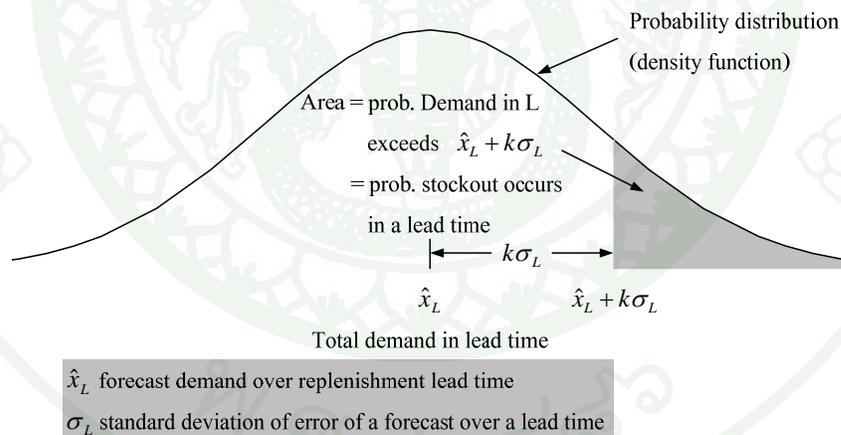
ที่มา: Silver *et al.* (1998)

#### 4. ปริมาณสินค้าคงเหลือเพื่อความปลอดภัย (Safety Stock)

เนื่องจากความเสี่ยงและความไม่แน่นอนของปัจจัยต่างๆในการวิเคราะห์ระบบสินค้าคงคลัง โดยปัจจัยที่มีผลอย่างมากคือความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการสินค้าและความไม่แน่นอนของเวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้า จึงเป็นผลให้ต้องมีการจัดเก็บ ปริมาณสินค้าคงคลังน้อยสุด เพื่อป้องกันความสูญเสียที่เกิดขึ้น 2 ประการคือ

- เมื่ออัตราความต้องการสินค้าจริงมากกว่าปริมาณความต้องการสินค้าที่พยากรณ์
- ความล่าช้าในการขนส่งสินค้า

การวิเคราะห์ปริมาณสินค้าคงคลังน้อยสุดเพื่อป้องกันความสูญเสียเนื่องจากความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการสินค้าในช่วงจัดส่งดังแสดงในภาพที่ 5



ภาพที่ 5 แสดงการกระจายแบบปกติของค่าความคลาดเคลื่อนจากการพยากรณ์

ที่มา: Silver *et al.* (1998)

โดยสมการที่ใช้ในการคำนวณแสดงดังสมการที่ 14

$$\text{Safety stock} = k\sigma_L \quad (14)$$

โดยค่า  $k$  สามารถคำนวณได้จากความระดับการให้บริการซึ่งเท่ากับ  $1 - p_u \geq (k)$  โดยใช้ฟังก์ชัน NORMSINV ของโปรแกรม Microsoft Excel ดังสมการที่ 15

$$k = \text{NORMSINV}(1 - p_u \geq (k)) \quad (15)$$

และสามารถหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการสินค้าในช่วงทำการจัดส่งสินค้าเนื่องจากความไม่แน่นอนของปริมาณความต้องการสินค้าและความไม่แน่นอนของเวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าได้โดยที่ทั้งสองปัจจัยมีการกระจายที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ดังสมการที่ 16

$$\sigma_L^2 = \bar{l}\sigma_d^2 + \bar{d}^2\sigma_l^2 \quad (16)$$

## การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

รุ่งรัตน์ (2551) กล่าวว่าปัจจุบันการออกแบบและการพัฒนาระบบงานส่วนใหญ่ อาศัยแบบจำลองเป็นเครื่องมือสำคัญช่วยในการพิจารณา และวิเคราะห์ก่อนที่จะนำไปใช้กับระบบงานจริง และเพื่อหาแนวทางในการพัฒนาการดำเนินงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาซอฟต์แวร์ทางคอมพิวเตอร์ เพื่อช่วยในการจำลองระบบงานมากขึ้น โดยการจำลองแบบปัญหาด้วยคอมพิวเตอร์เป็นการศึกษาปัญหาของระบบงานด้วยแบบจำลอง ซึ่งอยู่ในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ หลักการที่ใช้ในการจำลองแบบด้วยคอมพิวเตอร์คือ การสร้างแนวทางในการตัดสินใจให้ระบบ เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาให้ระบบ หรือปรับปรุงระบบเดิมที่มีอยู่ให้ดียิ่งขึ้น โดยปราศจากการรบกวนในระบบงานจริง

การจำลองปัญหา เป็นกระบวนการออกแบบจำลอง (Model) ของระบบจริง (Real System) แล้วดำเนินการทดลองเพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของระบบงานจริง ภายใต้ข้อกำหนดต่างๆ ที่วางไว้ เพื่อประเมินผลการดำเนินงานของระบบ และวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองก่อนนำไปใช้ แก้ไขปัญหาในสถานการณ์จริงต่อไป

### การจำลองแบบปัญหาด้วยโปรแกรม Arena

โปรแกรม Arena เป็นเครื่องมือตัวหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายสำหรับสร้างตัวแบบจำลอง และดำเนินการทดลองไปกับตัวแบบจำลอง โดยตัวแบบจำลองจะถูกทำการทดสอบทางความคิดในคอมพิวเตอร์เพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบ และนำไปสู่แนวทางในการวิเคราะห์และปรับปรุงระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

Anonymous (2005) ได้สรุปว่าการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena ประกอบด้วย 5 ส่วนดังแสดงในภาพที่ 6 คือ

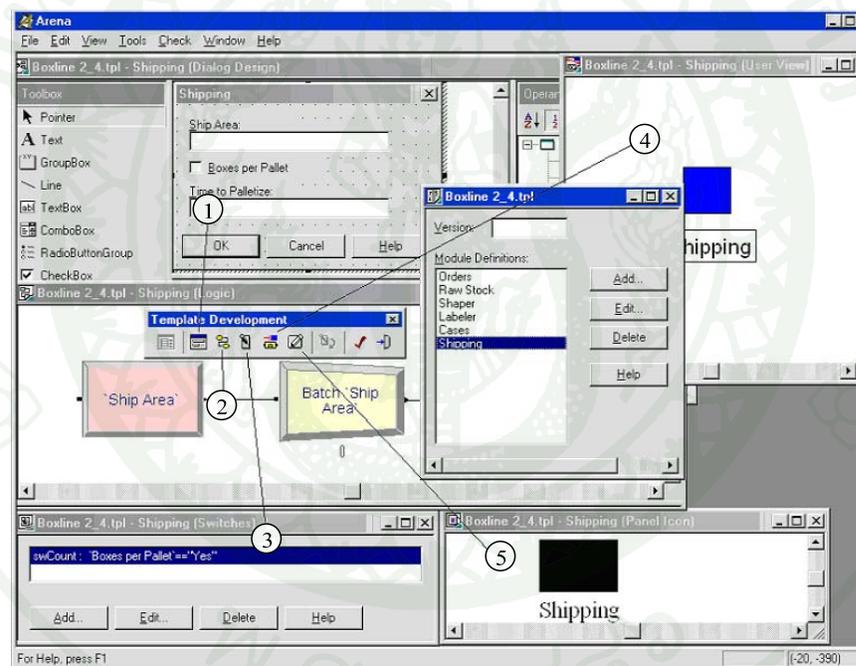
1. Dialog Design คือ ส่วนที่ใช้ในออกแบบเพื่อการป้อนค่าและการเชื่อมต่อของโมดูล
2. Logic คือ ส่วนที่ใช้ในการสร้างตรรกะของโมดูล

3. Switches คือ ส่วนที่ใช้ในการป้อนค่าที่มีการตั้งเงื่อนไข เช่น โมดูล Record ซึ่งเป็น โมดูลของ Arena โดยเมื่อเลือก Type ของโมดูลแตกต่างกัน ค่าป้อนเข้าที่แสดงก็จะแตกต่างกัน

4. User view คือ ส่วนที่เป็นรูปภาพของโมดูลซึ่งแสดงใน Flowchart view

5. Panel icon คือ ส่วนที่เป็นรูปภาพของโมดูลซึ่งแสดงใน Project bar

ส่วนประกอบของโปรแกรม Arena แสดงดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 เครื่องมือที่ใช้สร้างเทมเพลตด้วยโปรแกรม Arena

ที่มา: Rockwell Software (2005)

## งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พรรณทิพา (2548) ได้พัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับช่วยในการบริหาร และการตัดสินใจสำหรับการจัดการระบบสินค้าคงคลังของลูกค้าสำหรับสินค้าประเภทของเหลว หรือผง โดยทำการพยากรณ์อัตราการใช้สินค้า และตัดสินใจว่าจะส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าหรือไม่ รวมถึงปริมาณที่จัดส่งโดยใช้สมการ EOQ เพื่อเป็นการลดต้นทุนในการจัดส่ง และจัดเก็บสินค้า

Helo (2005) ได้ศึกษาพัฒนาโปรแกรม ASDN (Agile Supply Demand Networks) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการวิเคราะห์พัฒนาเครือข่ายโลจิสติกส์ แบบจำลองทำการคำนวณแบบ dynamics เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการสร้างเครือข่าย และเลือกนโยบายการบริหารจัดการสินค้าคงคลังให้มีปริมาณการจัดเก็บ และระยะเวลาในการขนส่ง ในระดับที่ผู้ใช้งาน โปรแกรมพอใจ

Lau *et al.* (2006) ศึกษาระบบห่วงโซ่อุปทานซึ่งมี ซัพพลายเออร์ 1 แห่งซึ่งต้องส่งสินค้าไปยัง ผู้ค้าปลีก 4 แห่ง โดยแต่ละแห่งใช้วิธีการสั่งซื้อที่แตกต่างกันคือ EOQ, POQ, SM และ PPB ด้วยการสร้างแบบจำลองเพื่อเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละวิธี

Sadd and Kadiramanathan (2006) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบนโยบายระหว่าง (s, S) และ pseudo PID จากการสร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ค่าใช้จ่าย จาก 3 ปัจจัยคือ อัตราความต้องการของลูกค้า เวลาที่ใช้ในการผลิต และระยะเวลาในการจัดส่ง

## อุปกรณ์และวิธีการ

### อุปกรณ์

อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินการวิจัยประกอบด้วย คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Computer Hardware) และคอมพิวเตอร์ซอฟต์แวร์ (Computer Software) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### 1. คอมพิวเตอร์

1.1 หน่วยประมวลผลกลาง Intel(R) Core(TM)2 Quad 2.66GHz

1.2 หน่วยความจำ 3.00GB

1.3 ความจุของ Hard Disk Drive 600 GB

#### 2. โปรแกรมสำเร็จรูป Arena Version 12.0 สำหรับใช้ในการสร้างแบบจำลอง

### วิธีการ

#### 1. ศึกษาโปรแกรม ASDN (Agile Supply Demand Networks)

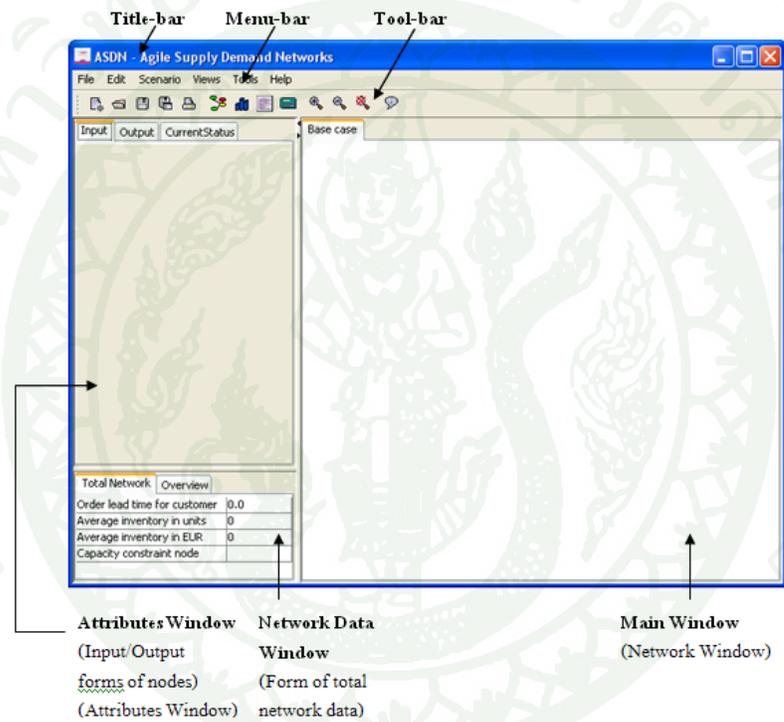
โปรแกรม ASDN เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบเครือข่ายห่วงโซ่อุปทาน เพื่อช่วยในการพัฒนาการตอบสนองต่อความต้องการได้อย่างรวดเร็ว โดยควบคุมปริมาณสินค้าคงคลังให้น้อยที่สุด เป้าหมายของผู้พัฒนาคือการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถสร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานที่มีขนาดใหญ่โดยใช้เวลาในการสร้างแบบจำลองและเวลาในการวิเคราะห์ผลที่สั้น โดยผู้วิจัยได้ทำการศึกษาส่วนประกอบและวิธีการใช้งานของโปรแกรม ASDN ดังนี้

##### 1.1 ส่วนประกอบของโปรแกรม ASDN

1.1.1 หน้าต่างของโปรแกรมดังแสดงในภาพที่ 7 ประกอบด้วย

- Title-bar ซึ่งอยู่บนสุดแสดงชื่อของโปรแกรมและไฟล์

- Menu bar คือแถบเครื่องมือต่างๆของโปรแกรม
- Tool-bar คือแถบเครื่องมือลัดของ Menu-bar
- Main Window คือส่วนที่ใช้ในการสร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทาน
- Attributes Window คือส่วนแสดงข้อมูลของหน่วยต่างๆ ที่อยู่ในห่วงโซ่อุปทาน
- Network Data Window หน้าต่างแสดงข้อมูลโดยรวมของเครือข่าย

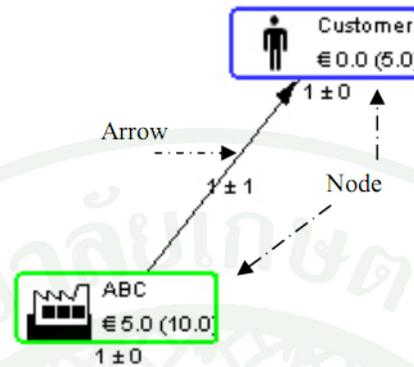


ภาพที่ 7 หน้าต่างของโปรแกรม ASDN

### 1.1.2 การสร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานประกอบด้วย 2 ส่วนดังแสดงในภาพที่ 8

- Node เป็นตัวแทนของบริษัท
- Arrow เป็นเส้นเชื่อมระหว่างผู้ผลิตและผู้ซื้อแทนการขนส่งสินค้า
- การสร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานสามารถสร้างได้โดยนำ Node หลายๆ หน่วย

มาเชื่อมต่อกันด้วย Arrow และกรองข้อมูลของแต่ละ Node



ภาพที่ 8 ตัวอย่าง Node และ Arrow

### 1.1.3 การป้อนข้อมูลและการแสดงผลการคำนวณ

- ข้อมูลนำเข้าของ Node แสดงดังแสดงในตารางที่ 1
- ผลการคำนวณของ Node แสดงดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลนำเข้าของโปรแกรม ASDN

ข้อมูลนำเข้า	ความหมาย
ID	ค่าตัวเลขประจำ Node
Label	ชื่อของ Node
Product Type	ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นส่วนที่ผลิตโดย Node
Type	ประเภทของ Node เช่น Supplier, Manufacturing หรือ End customer
Order Decoupling Point	กลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ MTS, ATO, MTO และ ETO
Price	ราคาขายต่อหน่วย ซึ่งใช้คำนวณ value added
Cost	ต้นทุนต่อหน่วย ซึ่งใช้คำนวณ value added
Demand	ความต้องการสินค้าต่อปี
Demand st. deviation	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการต่อปี
Working Time	จำนวนสัปดาห์การทำงานต่อปี
Production Throughput time (TPT)	เวลาตั้งแต่เริ่มจนถึงสิ้นสุดกระบวนการผลิต

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ข้อมูลนำเข้า	ความหมาย
St.deviation of OLT	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลารวมของกระบวนการทั้งหมดใน Node
Order backlog	เวลาตั้งแต่มีความต้องการเข้ามาจนถึงเริ่มกระบวนการผลิต
Shipping time	เวลาเตรียมการเพื่อการขนส่งสินค้า
Engineering lead-time	เวลาที่ใช้ในการออกแบบสินค้า
Capacity	กำลังการผลิตต่อวัน
Maximum order fulfillment time	ระยะเวลาสูงสุดที่ลูกค้ารอได้
OTD	ร้อยละจำนวนครั้งที่ส่งสินค้าทันเวลา
Holding cost rate	ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าต่อหน่วยต่อปี

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลนำออกของโปรแกรม ASDN

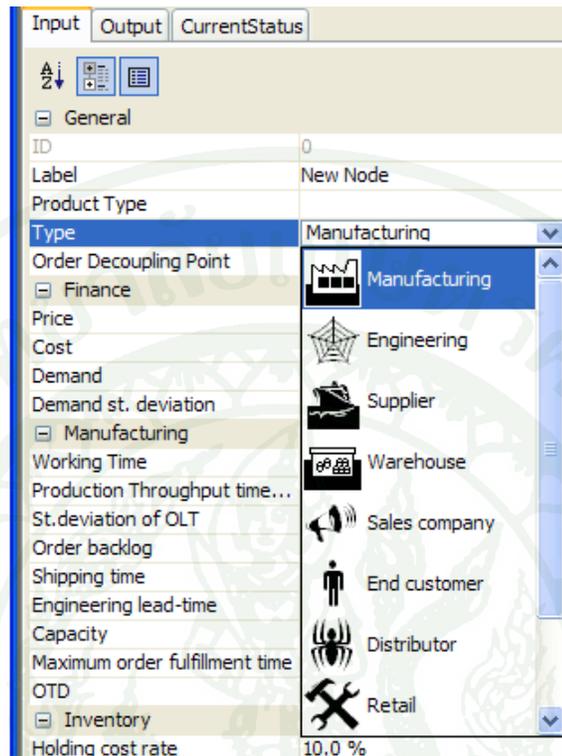
ข้อมูลนำออก	ความหมาย
Supplier lead time	ระยะเวลาในการรอคอยสินค้าจากผู้ผลิต
Internal lead-time	ระยะเวลาดำเนินการให้สินค้าพร้อมส่งให้กับลูกค้า
Lead time to customer	ระยะเวลาดำเนินการทั้งหมดใน Node
Average inventory in units	ปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยเป็นหน่วยชิ้น
Average inventory in EUR	ปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยเป็นหน่วยเงินยูโร
Inventory turn rate	ตัวชี้วัดประสิทธิภาพ โดยวัดอัตราส่วนความต้องการสินค้าต่อปีเทียบกับปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ย ได้เป็นจำนวนรอบของการถือครองสินค้าคงคลังต่อปี
CS Inbound	ปริมาณสินค้าคงคลังคงเหลือสำหรับการสั่งซื้อสินค้าในรอบถัดไป
SS Inbound	ปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยจากความไม่แน่นอนความต้องการสินค้าในช่วงขนส่งสินค้า
Inbound inventory value	มูลค่าของสินค้าคงคลังที่เกิดระหว่างกระบวนการสั่งซื้อ

## ตารางที่ 2 (ต่อ)

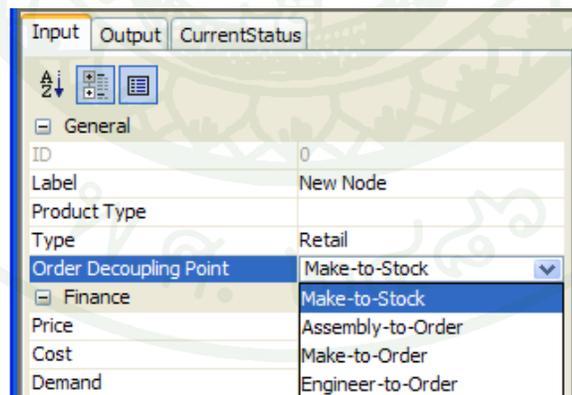
ข้อมูลนำออก	ความหมาย
CS Outbound	ปริมาณสินค้าคงคลังคงเหลือสำหรับการสั่งผลิตสินค้าในรอบถัดไป
Safety outbound stock	ปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยจากความไม่แน่นอนความต้องการสินค้าในช่วงการผลิตส่งสินค้า
Outbound inventory value	มูลค่าของสินค้าคงคลังที่เกิดระหว่างกระบวนการสั่งผลิต
Capacity utilization	ตัวชี้วัดอัตราส่วนการใช้กำลังการผลิต
Throughput Dollar Days	ตัวชี้วัดมูลค่าสินค้าที่ผลิตได้ต่อวัน
Inventory Dollar Days	ตัวชี้วัดมูลค่าสินค้าคงคลังตลอดช่วงเวลาจัดเก็บ

## 1.1.4 การกำหนดประเภทของ Node และกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์

- การกำหนดประเภทของ Node มีตัวเลือกดังนี้ Manufacturing, Engineering, Supplier, Warehouse, Sales company, End customer, Distributor, Retail, Subcontractor และ Other ดังแสดงในภาพที่ 9 ซึ่งการกำหนดประเภทของ Node นั้นไม่มีผลต่อการคำนวณแต่มีผลต่อรูปภาพของ Node ที่แสดงบน Main Window เพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นภาพจำลองของเครือข่ายห่วงโซ่อุปทาน
- การกำหนดกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ มีตัวเลือกดังนี้ Make-to-Stock (MTS), Assemble-to-Order (ATO), Make-to-Order (MTO), Engineer-to-Order (ETO) ดังแสดงในภาพที่ 10



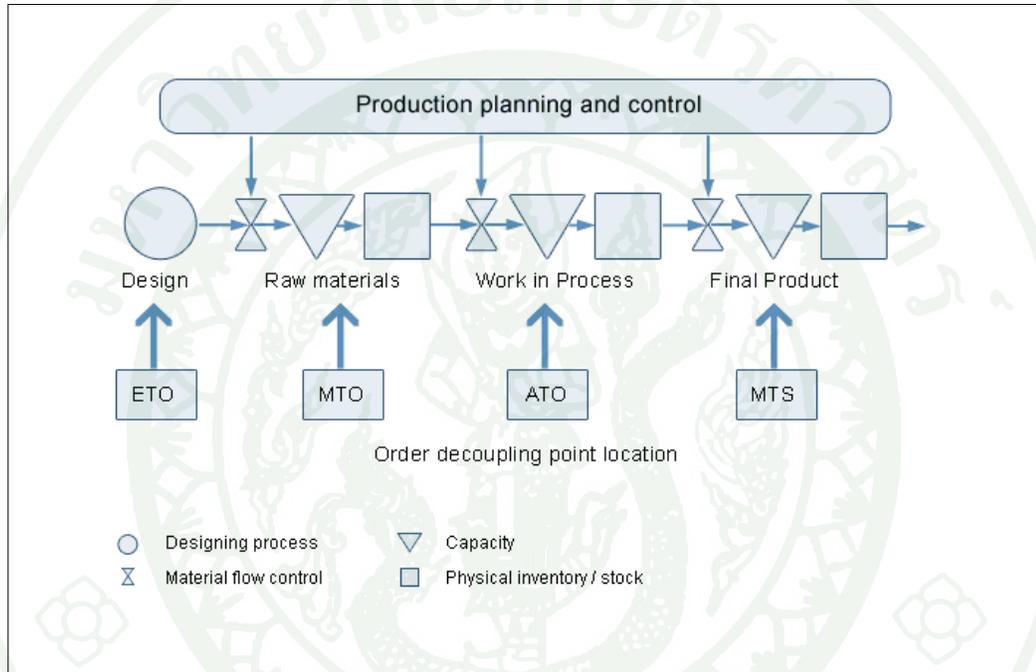
ภาพที่ 9 ตัวเลือกประเภทของ Node



ภาพที่ 10 แสดงตัวเลือกกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ Node

การกำหนดกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์นั้นจะทำให้มีผลต่อปริมาณสินค้าคงคลังและระยะเวลาในการจัดส่งสินค้าให้กับลูกค้า จากภาพจะเห็นว่า การเลือกนโยบาย Engineer-to-Order และ Make-to-Order นั้น ไม่มีการจัดเก็บสินค้าคงคลังแต่ระยะเวลาในการตอบสนองต่อลูกค้า

นานเนื่องจากต้องผ่านหลายกระบวนการ การเลือกนโยบาย Assemble-to-Order มีการจัดเก็บสินค้าคงคลังในส่วนของวัตถุดิบจึงทำให้ระยะเวลาในการตอบสนองต่อลูกค้าสั้นลง และการเลือกนโยบาย Make-to-Stock มีการจัดเก็บสินค้าคงคลังในส่วนของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์จึงทำให้มีปริมาณสินค้าคงคลังมากจึงตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าได้ทันทีดังแสดงในภาพที่ 11



ภาพที่ 11 แสดงตำแหน่งของกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์

ที่มา: Helo (2005)

## 1.2 ผู้วิจัยได้ศึกษาวิธีการใช้งาน โปรแกรม ASDN ซึ่งมีขั้นตอนการใช้งานดังนี้

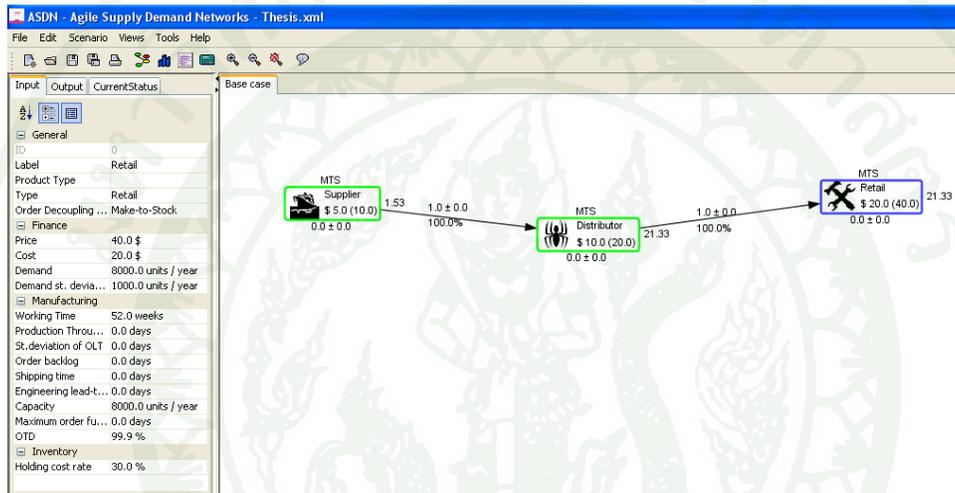
### 1.2.1 สร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานจาก Node และ Arrow

- เลือกคำสั่ง Edit > Add Node หรือคลิกเมาส์ข้างขวา และเลือก Add Node เพื่อสร้าง Node

- คลิก Node Supplier และเลือกคำสั่ง Edit > Add Arrow หรือคลิกเมาส์ข้างขวา และเลือก Add Arrow จากนั้นคลิกที่ Node Distributor เพื่อทำการเชื่อมต่อ และเชื่อมต่อ Node Distributor กับ Node Retail

- การป้อนข้อมูลโดยการคลิกแต่ละ Node และเลือกคำสั่ง Input ซึ่งอยู่ใน Attributes Window

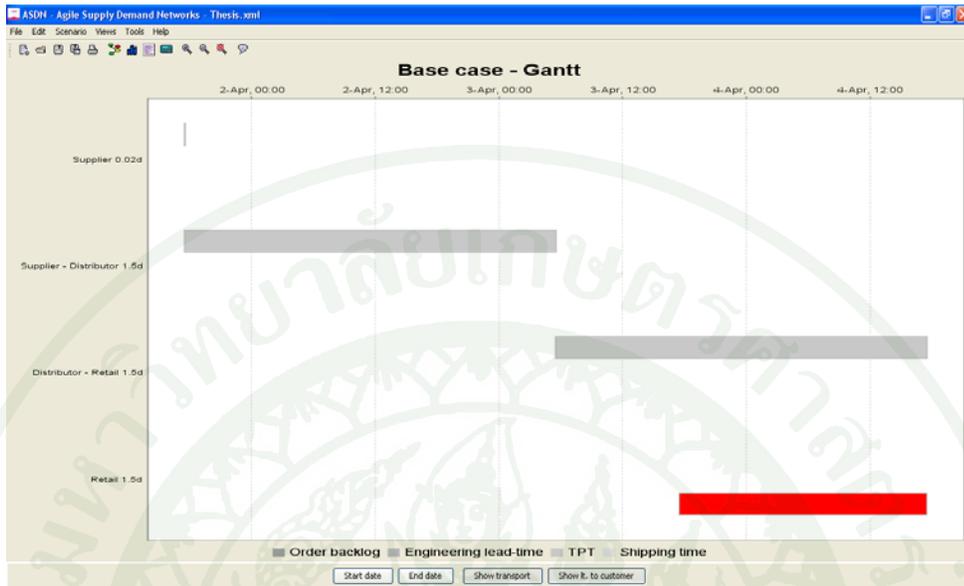
ซึ่งภาพที่ 12 ได้แสดงตัวอย่างการใช้โปรแกรม ASDN ในการสร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทาน



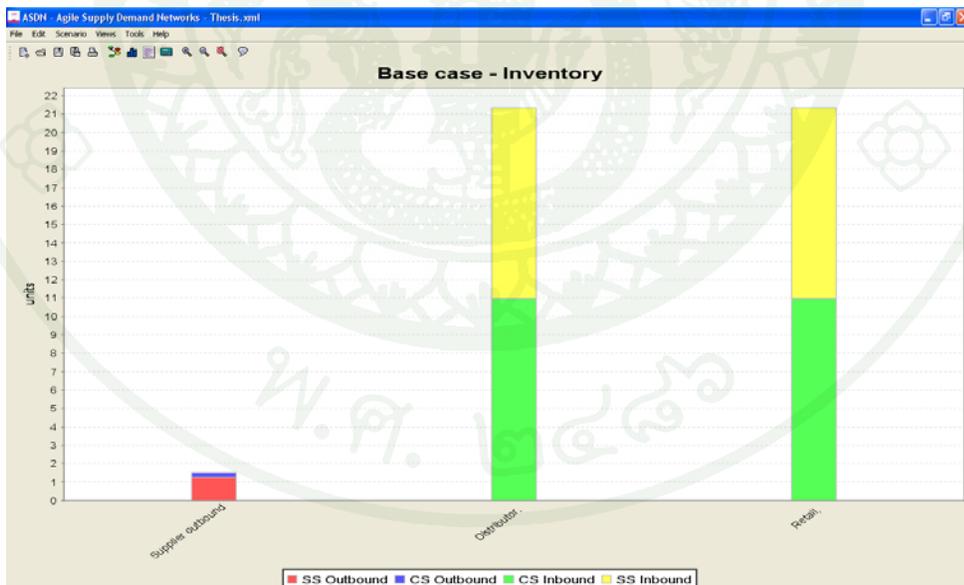
ภาพที่ 12 แสดงการสร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานด้วยโปรแกรม ASDN

### 1.2.2 การวิเคราะห์ผลด้วยกราฟ

- เลือกคำสั่ง Views > Report Views > All Graphs ซึ่งจะได่กราฟดังแสดงในภาพที่ 13, ภาพที่ 14, ภาพที่ 15 และภาพที่ 16



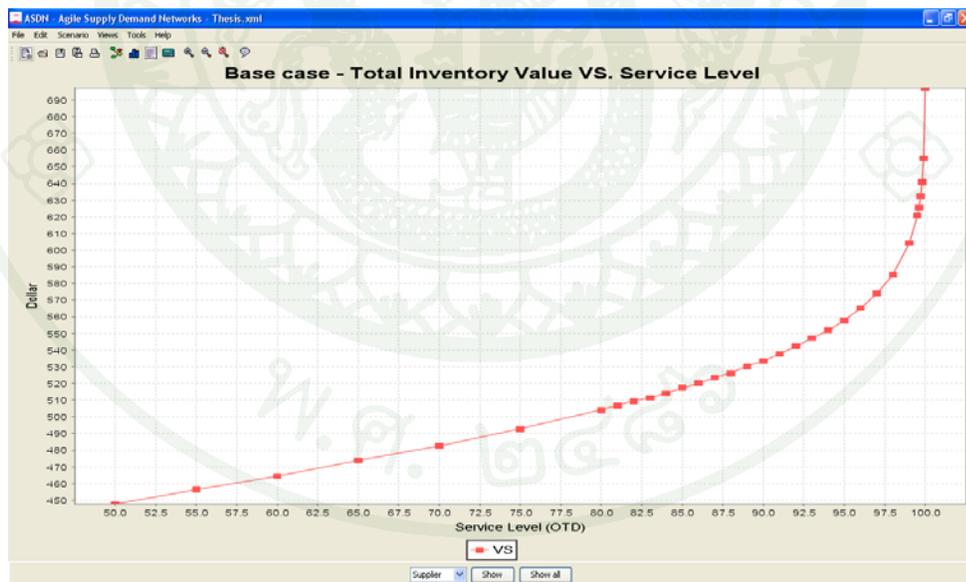
ภาพที่ 13 กราฟแสดงระยะเวลาของโปรแกรม ASDN



ภาพที่ 14 กราฟแสดงปริมาณสินค้าคงคลังของโปรแกรม ASDN



ภาพที่ 15 กราฟแสดงการเพิ่มมูลค่าของสินค้าของโปรแกรม ASDN



ภาพที่ 16 กราฟแสดงการเพิ่มมูลค่าสินค้าคงคลังเทียบกับระดับการบริการของโปรแกรม ASDN

### 1.2.3 การคำนวณปริมาณการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต

เมื่อสร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานเรียบร้อยแล้วขั้นตอนนี้ก็คือการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตที่ดีที่สุดโดยใช้ฟังก์ชันที่ชื่อว่า Lot size calculator ดังแสดงในภาพที่ 17 และมีตัวเลือกดังนี้

- The Classical Model โปรแกรมจะทำการคำนวณหาปริมาณสั่งซื้อแบบประหยัดที่ทำให้ค่าใช้จ่ายต่อปีน้อยที่สุด

- Shortages Permitted Model โปรแกรมจะทำการคำนวณหาปริมาณสั่งซื้อแบบประหยัดที่ทำให้ค่าใช้จ่ายต่อปีน้อยที่สุดและอนุญาตให้มีการขาดสินค้าและจัดส่งย้อนหลังได้

- Production and Consumption Model โปรแกรมจะทำการคำนวณหาปริมาณสั่งผลิตแบบประหยัดที่ทำให้ค่าใช้จ่ายต่อปีน้อยที่สุด

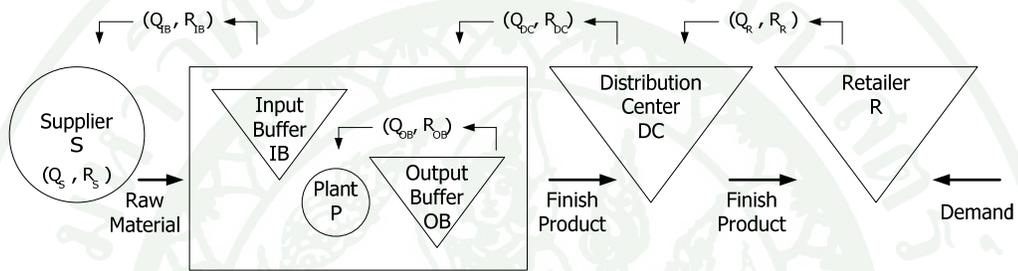
- Production and Consumption Model with Shortages Model โปรแกรมจะทำการคำนวณหาปริมาณสั่งผลิตแบบประหยัดที่ทำให้ค่าใช้จ่ายต่อปีน้อยที่สุดและอนุญาตให้มีการขาดสินค้าและจัดส่งย้อนหลังได้

Input	Value	Output	Value
Demand Rate: x	8000.0	Optimal Ordering Is: Q*	800.0
Ordering Cost: C1	300	Optimal Cycle Is T*	0.05
Holding Cost: C2	30	Number of Orders Is: n*	20.0
		Total Cost Is: TC	6000.0

ภาพที่ 17 การคำนวณปริมาณการสั่งซื้อของโปรแกรม ASDN

## 2. การออกแบบแบบจำลองสถานการณ์

ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานสำหรับผลิตภัณฑ์ 1 ชนิด ซึ่งประกอบด้วย ซัพพลายเออร์ โรงงานผลิต ศูนย์กระจายสินค้าและผู้ค้าปลีก โดยโรงงานผลิตเป็นหน่วยที่มีการจัดเก็บสินค้าสองส่วน คือส่วนที่เป็นวัตถุดิบและส่วนที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วดังแสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 การออกแบบแบบจำลองสถานการณ์

ผู้ค้าปลีกเป็นส่วนที่ตอบสนองความต้องการของลูกค้า มีนโยบายการจัดการสินค้าคงคลังที่มีการตรวจสอบคงคลังแบบต่อเนื่อง โดยกำหนดให้มีการสั่งซื้อสินค้ามาเติมเต็มในคลังสินค้าเป็นจำนวน  $Q_R$  เมื่อระดับสินค้าคงคลังถึงจุดสั่งซื้อ  $R_R$  หากปริมาณสินค้าที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อความต้องการของลูกค้า ลูกค้าก็จะรอจนกว่าจะได้สินค้าตามปริมาณที่ต้องการ

ศูนย์กระจายสินค้าจะตอบสนองต่อความต้องการของผู้ค้าปลีก โดยมีนโยบายเช่นเดียวกับผู้ค้าปลีก คือมีการสั่งซื้อสินค้ามาเติมเต็มในคลังสินค้าเป็นจำนวน  $Q_{DC}$  เมื่อระดับสินค้าคงคลังถึงจุดสั่งซื้อ  $R_{DC}$  และสามารถส่งสินค้าย้อนหลังได้

โรงงานผลิตแบ่งออกเป็นสองส่วน คือส่วนเก็บผลิตภัณฑ์และส่วนเก็บวัตถุดิบ โดยส่วนที่เก็บผลิตภัณฑ์จะตอบสนองต่อความต้องการของศูนย์กระจายสินค้า และจะมีการส่งผลิตมาเติมเต็มในคลังสินค้าเป็นจำนวน  $Q_{OB}$  เมื่อระดับสินค้าคงคลังถึงจุดสั่งผลิต  $R_{OB}$  และสามารถส่งสินค้าย้อนหลังได้ โดยระดับสินค้าคงคลังของผลิตภัณฑ์จะเพิ่มขึ้นทีละ 1 หน่วยเนื่องจากกระบวนการผลิตเป็นแบบผลิตทีละหน่วย เมื่อมีการสั่งผลิตระดับสินค้าคงคลังของส่วนเก็บวัตถุดิบจะลดลงทีละ 1 และมีการสั่งซื้อสินค้ามาเติมเต็มในคลังสินค้าเป็นจำนวน  $Q_{IB}$  เมื่อระดับสินค้าคงคลังถึงจุดสั่งซื้อ

$R_{IB}$  หากปริมาณวัตถุดิบลดลงเหลือศูนย์ขึ้นกระบวนการผลิตก็จะหยุดชั่วคราวและจะกลับมาผลิตต่อเมื่อมีวัตถุดิบมาเติมในคลังวัตถุดิบ

ซัพพลายเออร์จะตอบสนองต่อความต้องการวัตถุดิบของโรงงาน โดยมีนโยบายการสั่งผลิตสินค้ามาเติมเต็มในคลังสินค้าเป็นจำนวน  $Q_s$  เมื่อระดับสินค้าคงคลังถึงจุดสั่งซื้อ  $R_s$  และสามารถส่งสินค้าย้อนหลังได้ โดยระดับสินค้าคงคลังจะเพิ่มขึ้นทีละ 1 หน่วยเนื่องจากกระบวนการผลิตและจะไม่มีการขาดปัจจัยการผลิต

### 3. การสร้างเทมเพลตของ Supplier, Manufacturer, Distributor และ Retailer จากแบบจำลอง

ผู้วิจัยพัฒนาเทมเพลตส่วนประกอบของระบบห่วงโซ่อุปทาน ได้แก่ ซัพพลายเออร์มีหน้าที่เป็นผู้ผลิตของแบบจำลอง โรงงานผลิตมีหน้าที่ในการเปลี่ยนวัตถุดิบให้เป็นผลิตภัณฑ์ ศูนย์กระจายสินค้ามีหน้าที่ในการกระจายสินค้า และผู้ค้าปลีกมีหน้าที่ในการนำความต้องการของลูกค้าเข้าสู่แบบจำลอง ซึ่งสร้างด้วยโปรแกรม Arena 12 เพื่อใช้ในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์และวิเคราะห์ห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

#### 3.1 การออกแบบและการพัฒนาหน้าต่างป้อนข้อมูล (Dialog Window)

หน้าต่างป้อนข้อมูลเป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานป้อนข้อมูลเข้าสู่โมดูลของโปรแกรม Arena โดยผู้วิจัยได้พัฒนาการสร้างหน้าต่างป้อนข้อมูลของโมดูล ซัพพลายเออร์ โรงงานผลิต ศูนย์กระจายสินค้าและผู้ค้าปลีก ข้อมูลนำเข้าของแต่ละโมดูลมี 3 ส่วนคือ รายละเอียดของโมดูล ข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่ง ข้อมูลด้านสินค้าคงคลัง ซึ่งแสดงดังแสดงในตารางที่ 3 ถึงตารางที่ 14

ตารางที่ 3 ข้อมูลนำเข้ารายละเอียดของโมดูลซัพพลายเออร์

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
ID	รหัสของโมดูล	Integer
Name	ชื่อของโมดูล	SymbolName
Product	ชื่อผลิตภัณฑ์	SymbolName
Order Decoupling Point	กลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์	SymbolName
Number of Customers	จำนวนของลูกค้า ซึ่งใช้ในการกำหนดจุดเชื่อมต่อไปของลูกค้า	Integer
Customer ID	รหัสของลูกค้า เพื่อส่งสินค้าได้ถูกต้อง	Integer

ตารางที่ 4 ข้อมูลนำเข้าด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูลซัพพลายเออร์

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
Production time	เวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าต่อชิ้น	Expression
Order backlog	เวลารอคอยตั้งแต่มีความต้องการเข้ามาจนเริ่มทำการผลิต	Expression
Engineering lead time	เวลาที่ใช้ในการออกแบบสินค้า	Expression
Transportation time	เวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า	Expression
Capacity	กำลังการผลิตต่อปี	Real

ตารางที่ 5 ข้อมูลนำเข้าด้านสินค้าคงคลังของโมดูลซัพพลายเออร์

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
Manual Lot size	ให้ผู้ใช้งานเลือกว่าจะเป็นผู้กำหนดปริมาณตั้งและจุดสั่งเองหรือใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณ	YesOrNo
Setup Cost	ค่าใช้จ่ายในการสั่งผลิตต่อครั้ง	Real
Holding Cost	ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าต่อชิ้นต่อปี	Real
Backordering Cost	ค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าย้อนหลังต่อชิ้นต่อปี	Real

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
Service Levels	ร้อยละของจำนวนครั้งที่ส่งสินค้าได้ตามความต้องการ	Real
Estimated Lead Time	เวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าโดยประมาณเพื่อใช้ในการคำนวณจุดสั่งซื้อ	Real
Initial Inventory	ปริมาณสินค้าคงคลังเริ่มต้นของแต่ละหน่วย	Integer
Order Quantity	ปริมาณสินค้าในการสั่งซื้อต่อครั้ง	Integer
Average Lead Time	ระดับปริมาณสินค้าคงคลังที่ใช้ในการสั่งผลิต	Integer
Demand		
Safety Stock	ระดับปริมาณสินค้าคงคลังซึ่งจัดเก็บไว้เพื่อตอบสนองความไม่แน่นอนของความต้องการ	Integer

ตารางที่ 6 ข้อมูลนำเข้ารายละเอียดของโมดูลโรงงานผลิต

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
ID	รหัสของโมดูล	Integer
Name	ชื่อของโมดูล	SymbolName
Product	ชื่อผลิตภัณฑ์	SymbolName
Order Decoupling Point	กลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์	SymbolName
Number of Supplier	จำนวนซัพพลายเออร์ ซึ่งใช้ในการกำหนดจุดเชื่อมต่อจากผู้ผลิต	Integer
Supplier Name	ชื่อของซัพพลายเออร์ เพื่อการส่งความต้องการสินค้าได้ถูกต้อง	SymbolName
Number of Customers	จำนวนของลูกค้า ซึ่งใช้ในการกำหนดจุดเชื่อมต่อไปสู่ลูกค้า	Integer
Customer ID	รหัสของลูกค้า เพื่อส่งสินค้าได้ถูกต้อง	Integer

ตารางที่ 7 ข้อมูลนำเข้าด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูลโรงงานผลิต

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
Production time	เวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าต่อชิ้น	Expression
Order backlog	เวลารอคอยตั้งแต่มีความต้องการเข้ามาจนเริ่มทำการผลิต	Expression
Engineering lead time	เวลาที่ใช้ในการออกแบบสินค้า	Expression
Transportation time	เวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า	Expression
Capacity	กำลังการผลิตต่อปี	Real

ตารางที่ 8 ข้อมูลนำเข้าด้านสินค้าคงคลังส่วนผลิตภัณฑ์ของโมดูลโรงงานผลิต

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
Manual Lot size	ให้ผู้ใช้งานเลือกว่าจะเป็นผู้กำหนดปริมาณสั่งและจุดสั่งเองหรือใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณ	YesOrNo
Setup Cost	ค่าใช้จ่ายในการสั่งผลิตต่อครั้ง	Real
Holding Cost	ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าต่อชิ้นต่อปี	Real
Backordering Cost	ค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าย้อนหลังต่อชิ้นต่อปี	Real
Service Levels	ร้อยละของจำนวนครั้งที่ส่งสินค้าได้ตามความต้องการ	Real
Estimated Order backlog	เวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าโดยประมาณเพื่อใช้ในการคำนวณจุดสั่งซื้อ	Real
Initial Inventory	ปริมาณสินค้าคงคลังเริ่มต้นของแต่ละหน่วย	Integer
Order Quantity	ปริมาณสินค้าในการสั่งซื้อต่อครั้ง	Integer
Average Lead Time	ระดับปริมาณสินค้าคงคลังที่ใช้ในการสั่งผลิต	Integer
Demand		
Safety Stock	ระดับปริมาณสินค้าคงคลังซึ่งจัดเก็บไว้เพื่อตอบสนองความไม่แน่นอนของความต้องการ	Integer

ตารางที่ 9 ข้อมูลนำเข้าด้านสินค้าคงคลังส่วนวัตถุดิบของโมดูลโรงงานผลิต

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
Ordering Cost	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง	Real
Holding Cost	ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าต่อชิ้นต่อปี	Real
Backordering Cost	ค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าย้อนหลังต่อชิ้นต่อปี	Real
Estimated Lead Time	เวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าโดยประมาณเพื่อใช้ในการคำนวณจุดสั่งซื้อ	Real
Initial Inventory	ปริมาณสินค้าคงคลังเริ่มต้นของแต่ละหน่วย	Integer
Order Quantity	ปริมาณสินค้าในการสั่งซื้อต่อครั้ง	Integer
Average Lead Time	ระดับปริมาณสินค้าคงคลังที่ใช้ในการสั่งซื้อ	Integer
Demand		
Safety Stock	ระดับปริมาณสินค้าคงคลังซึ่งจัดเก็บไว้เพื่อตอบสนองความไม่แน่นอนของความต้องการ	Integer

ตารางที่ 10 ข้อมูลนำเข้ารายละเอียดของโมดูลศูนย์กระจายสินค้า

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
ID	รหัสของโมดูล	Integer
Name	ชื่อของโมดูล	SymbolName
Product	ชื่อผลิตภัณฑ์	SymbolName
Order Decoupling Point	กลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์	SymbolName
Supplier Name	ชื่อของซัพพลายเออร์ เพื่อการส่งความต้องการสินค้าได้ถูกต้อง	SymbolName
Number of Customers	จำนวนของลูกค้า ซึ่งใช้ในการกำหนดจุดเชื่อมต่อไปสู่ลูกค้า	Integer
Customer ID	รหัสของลูกค้า เพื่อส่งสินค้าได้ถูกต้อง	Integer

ตารางที่ 11 ข้อมูลนำเข้าด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูลศูนย์กระจายสินค้า

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
Order backlog	เวลารอคอยตั้งแต่มีความต้องการเข้ามาจนเริ่มทำการผลิต	Expression
Transportation time	เวลาที่ใช้ในการขนส่งสินค้า	Expression

ตารางที่ 12 ข้อมูลนำเข้าด้านสินค้าคงคลังส่วนผลิตภัณฑ์ของโมดูลศูนย์กระจายสินค้า

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
Manual Lot size	ให้ผู้ใช้งานเลือกว่าจะเป็นผู้กำหนดปริมาณสั่งและจุดสั่งเองหรือใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณ	YesOrNo
Ordering Cost	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง	Real
Holding Cost	ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าต่อชิ้นต่อปี	Real
Backordering Cost	ค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าย้อนหลังต่อชิ้นต่อปี	Real
Service Levels	ร้อยละของจำนวนครั้งที่ส่งสินค้าได้ตามความต้องการ	Real
Estimated Lead Time	เวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าโดยประมาณเพื่อใช้ในการคำนวณจุดสั่งซื้อ	Real
Initial Inventory	ปริมาณสินค้าคงคลังเริ่มต้นของแต่ละหน่วย	Integer
Order Quantity	ปริมาณสินค้าในการสั่งซื้อต่อครั้ง	Integer
Average Lead Time	ระดับปริมาณสินค้าคงคลังที่ใช้ในการสั่งซื้อ	Integer
Demand		
Safety Stock	ระดับปริมาณสินค้าคงคลังซึ่งจัดเก็บไว้เพื่อตอบสนองความไม่แน่นอนของความต้องการ	Integer

ตารางที่ 13 ข้อมูลนำเข้ารายละเอียดของโมดูลผู้ค้าปลีก

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
ID	รหัสของโมดูล	Integer
Name	ชื่อของโมดูล	SymbolName
Product	ชื่อผลิตภัณฑ์	SymbolName
Order Decoupling Point	กลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์	SymbolName
Time Between Arrivals	อัตราการเข้ามาของความถี่ (ลูกค้า) ซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบการกระจายได้	Expression
Demand Distribution	ปริมาณสินค้าของความถี่ในแต่ละครั้ง ซึ่งสามารถกำหนดรูปแบบการกระจายได้	Expression
Seasonal	ตัวคูณของปริมาณสินค้าซึ่งเปลี่ยนแปลงไปตามเดือน	Real
Supplier Name	ชื่อของซัพพลายเออร์ เพื่อการส่งความต้องการสินค้าได้ถูกต้อง	SymbolName

ตารางที่ 14 ข้อมูลนำเข้าด้านสินค้าคงคลังของโมดูลผู้ค้าปลีก

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
Manual Lot size	ให้ผู้ใช้งานเลือกที่จะเป็นผู้กำหนดปริมาณตั้งและจุดตั้งเองหรือใช้ค่าที่ได้จากการคำนวณ	YesOrNo
Annual demand	ปริมาณความต้องการต่อปีโดยประมาณ	Integer
Demand std.	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของปริมาณความต้องการต่อปี	Real
Ordering Cost	ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อต่อครั้ง	Real
Holding Cost	ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าต่อชิ้นต่อปี	Real
Backordering Cost	ค่าใช้จ่ายในการจัดส่งสินค้าย้อนหลังต่อชิ้นต่อปี	Real
Service Levels	ร้อยละของจำนวนครั้งที่ส่งสินค้าได้ตามความต้องการ	Real

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ข้อมูลนำเข้า	รายละเอียด	ประเภทข้อมูล
Estimated Lead Time	เวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้าโดยประมาณเพื่อใช้ในการคำนวณจุดสั่งซื้อ	Real
Initial Inventory	ปริมาณสินค้าคงคลังเริ่มต้นของแต่ละหน่วย	Integer
Order Quantity	ปริมาณสินค้าในการสั่งซื้อต่อครั้ง	Integer
Average Lead Time	ระดับปริมาณสินค้าคงคลังที่ใช้ในการสั่งซื้อ	Integer
Demand		
Safety Stock	ระดับปริมาณสินค้าคงคลังซึ่งจัดเก็บไว้เพื่อตอบสนองความไม่แน่นอนของความต้องการ	Integer

การสร้างปริมาณความต้องการของลูกค้า เป็นการทำงานร่วมกันระหว่างข้อมูลนำเข้า Time Between Arrivals, Demand Distribution และ Seasonal ข้อมูลนำเข้า Time Between Arrivals มีหน้าที่สร้างการเข้ามาของลูกค้าแต่ละรายว่ามีช่วงระยะเวลาห่างกันเท่าไร เมื่อมีลูกค้าเข้ามาในระบบ ข้อมูลนำเข้า Demand Distribution ก็จะทำการสร้างปริมาณความต้องการของลูกค้ารายนั้นว่ามีความต้องการกี่ชิ้นและนำไปคูณกับข้อมูลนำเข้า Seasonal เพื่อให้ปริมาณความต้องการมีการผันผวนตามฤดูกาล โดยค่า Seasonal ของแต่ละเดือนคำนวณจากความต้องการในเดือนนั้นๆ หากด้วยปริมาณความต้องการเฉลี่ยของทั้ง 12 เดือนหรือในกรณีที่แบ่งฤดูกาลออกเป็นไตรมาส ค่า Seasonal ของเดือนที่อยู่ในไตรมาสเดียวกันจะมีค่าเท่ากันทั้ง 3 เดือน

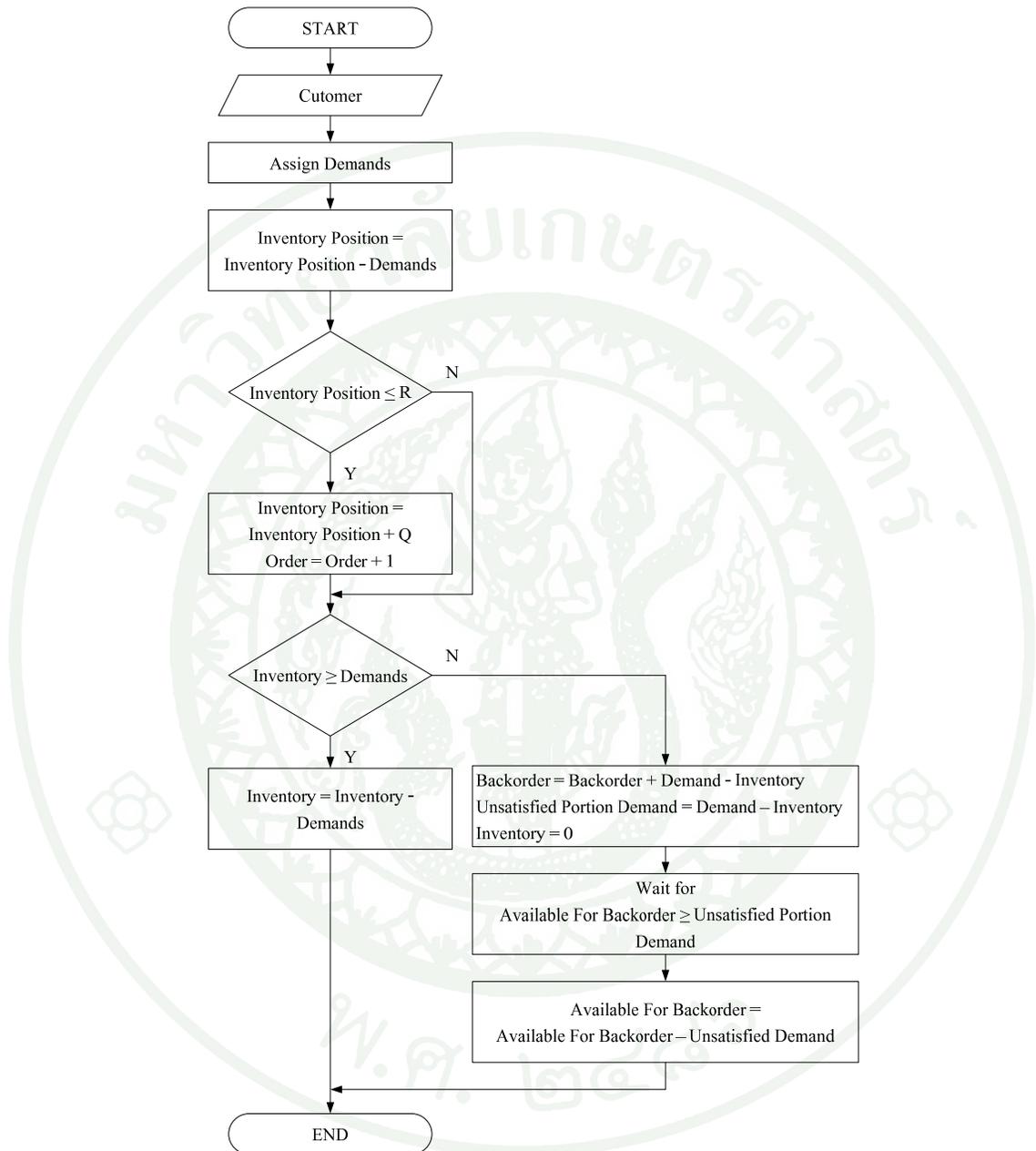
### 3.2 การออกแบบและการพัฒนาตรรกะ (Logic)

ตรรกะของโมดูลในการควบคุมสินค้าคงคลังขึ้นอยู่กับกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ซึ่งได้แก่ Make-to-Stock, Assemble-to-Order, Make-to-Order และ Engineer-to-Order

ตรรกะในการกำหนดกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์แบบ Make-to-Stock คือ เมื่อมีลูกค้าเข้ามาในระบบ ระบบจะบันทึกปริมาณความต้องการของลูกค้า จากนั้นลดระดับสินค้าคงคลังลงด้วยปริมาณความต้องการของลูกค้า และตรวจสอบระดับสินค้าคงคลังว่าถึงจุดสั่งซื้อหรือไม่ หากระดับสินค้าคงคลังถึงจุดสั่งซื้อ ระบบจะเพิ่มระดับสินค้าคงคลังเท่ากับปริมาณที่สั่งซื้อและเพิ่มจำนวนครั้ง

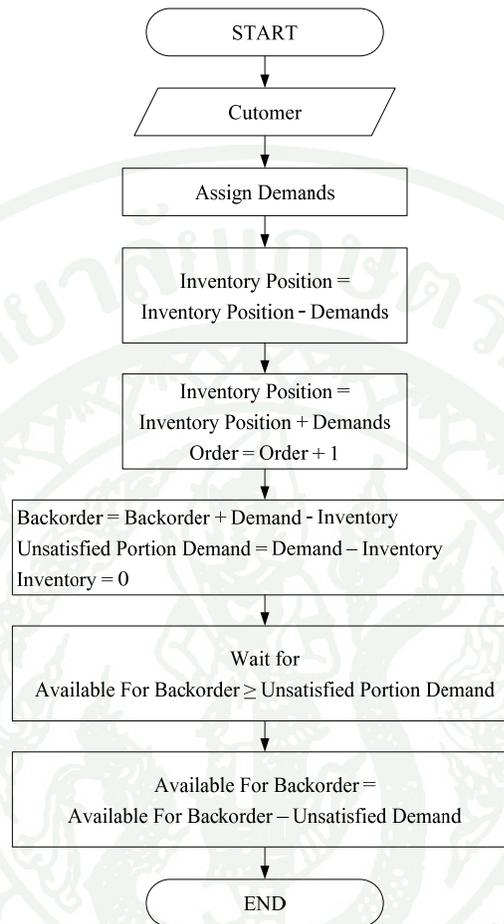
ของการสั่ง 1 ครั้ง เมื่อตรวจสอบระดับสินค้าคงคลังแล้ว จะเข้าสู่การตรวจสอบปริมาณสินค้าคงคลัง ที่มีอยู่จริงว่ามีค่ามากกว่าความต้องการของลูกค้าหรือไม่ หากปริมาณสินค้าคงคลังมีมากกว่าเท่ากับ ความต้องการของลูกค้า ปริมาณสินค้าคงคลังก็จะลดลงเท่ากับความต้องการของลูกค้าและส่งสินค้า ให้กับลูกค้า ในกรณีที่ปริมาณสินค้าคงคลังมีน้อยกว่าความต้องการของลูกค้า ระบบจะทำการเพิ่ม ปริมาณสินค้าที่ต้องส่งย้อนหลังและลูกค้ารอคอยสินค้าอยู่ในระบบจนกว่าจะปริมาณสินค้าคงคลัง สำหรับส่งย้อนหลังมากกว่าความต้องการที่ยังไม่ได้รับการตอบสนอง และออกจากระบบดังแสดง ในภาพที่ 19





ภาพที่ 19 การไหลของกระบวนการ Make-to-Stock

ตรรกะของการกำหนดกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์แบบ Make-to-Order และ Engineer-to-Order นั้นนำตรรกะของ Make-to-Stock มาปรับเปลี่ยนในส่วนของการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต คือเมื่อมีลูกค้าเข้ามาในระบบ ระบบก็จะทำการสั่งตามปริมาณความต้องการของลูกค้าทันที เนื่องจากจะไม่มีกำหนดจุดสั่งซื้อดังแสดงในภาพที่ 20

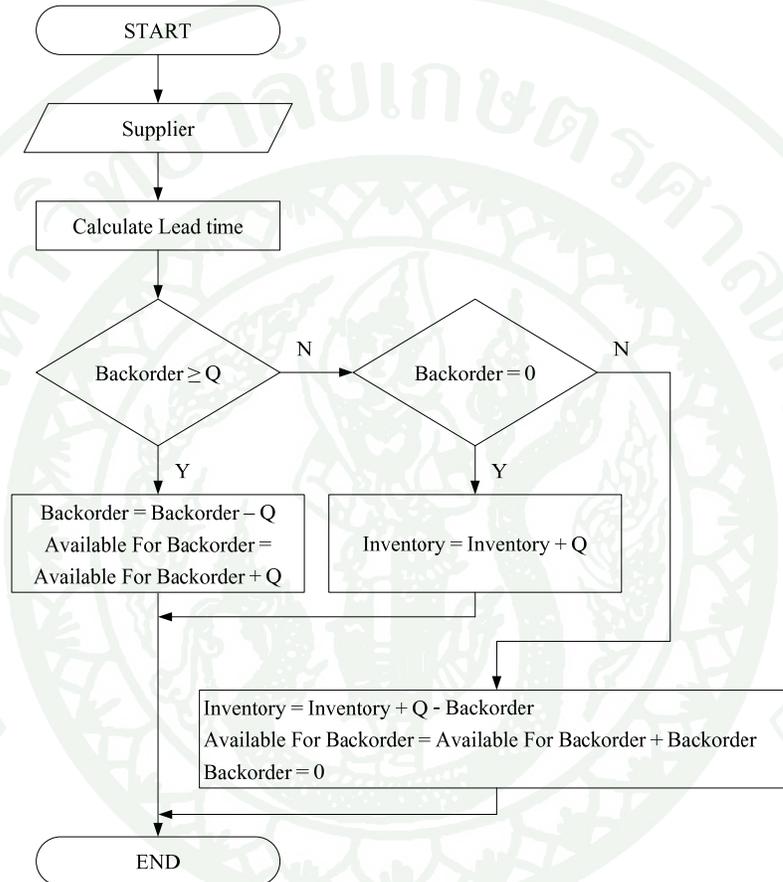


ภาพที่ 20 การไหลของกระบวนการ Make-to-Order และ Engineer-to-Order

ตรรกะของการกำหนดกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์แบบ Assemble-to-Order คือการนำตรรกะของ Make-to-Stock มาใช้ในการควบคุมสินค้าคงคลังของวัตถุดิบและใช้ตรรกะของ Make-to-Order มาใช้ในการควบคุมสินค้าคงคลังของผลิตภัณฑ์ จึงมีเพียงโมดูลโรงงานผลิตที่สามารถกลยุทธ์ Assemble-to-Order ได้ เนื่องจากมีการควบคุมสินค้าคงคลัง 2 ส่วนคือส่วนของวัตถุดิบและส่วนของผลิตภัณฑ์

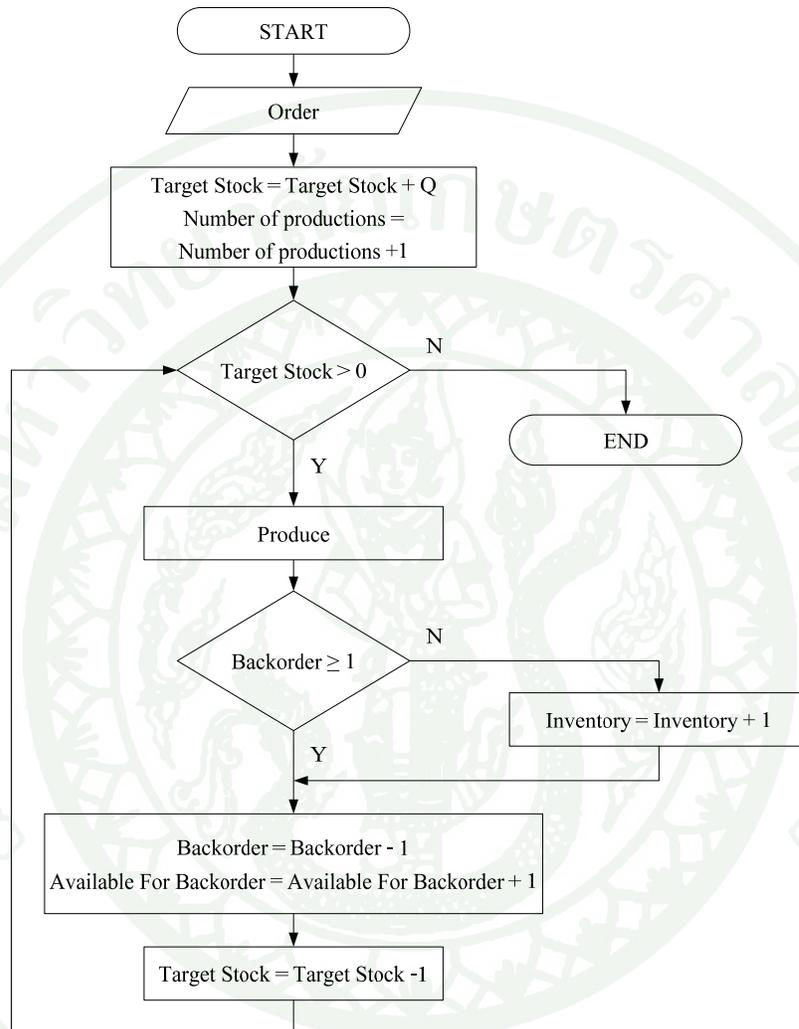
ตรรกะของการเพิ่มปริมาณสินค้าคงคลังคือ เมื่อซัพพลายเออร์ส่งสินค้าเข้ามาตามปริมาณสั่ง ระบบจะทำการคำนวณระยะเวลาที่รอคอยสินค้า จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบปริมาณสินค้าที่ต้องส่งย้อนหลัง หากปริมาณสินค้าที่ต้องส่งย้อนหลังมากกว่า 0 ระบบจะทำการลดปริมาณสินค้าที่ต้องส่งย้อนหลัง โดยปริมาณที่ลดลงจะถูกนำไปเพิ่มปริมาณสินค้าคงคลังสำหรับส่ง

ย้อนหลัง และหากปริมาณสั่งมากกว่าปริมาณสินค้าที่ต้องส่งย้อนหลังก็จะนำส่วนต่างนี้ไปเพิ่มปริมาณสินค้าคงคลังของระบบ ซึ่งดังแสดงในภาพที่ 21



ภาพที่ 21 การไหลของกระบวนการเพิ่มปริมาณสินค้าคงคลัง

ตรรกะของการผลิตสินค้าคือ เมื่อมีการสั่งผลิตสินค้าระบบจะทำการเพิ่มปริมาณสินค้าคงคลังเป้าหมายและนับจำนวนครั้งที่สั่งผลิต จากนั้นระบบจะตรวจสอบปริมาณสินค้าคงคลังเป้าหมายมีค่ามากกว่า 0 หรือไม่ หากมีค่ามากกว่า 0 ระบบจะทำการผลิตสินค้า 1 ชิ้น และหากปริมาณสินค้าที่ต้องส่งย้อนหลังมีค่ามากกว่า 0 ระบบจะทำการลดปริมาณสินค้าที่ต้องส่งย้อนหลัง 1 ชิ้น และเพิ่มปริมาณสินค้าคงคลังสำหรับส่งย้อนหลัง 1 ชิ้น ในกรณีที่ปริมาณสินค้าที่ต้องส่งย้อนหลังมีค่าเท่ากับ 0 ระบบจะเพิ่มปริมาณสินค้าคงคลังขึ้น 1 ชิ้น จากนั้นระบบจะลดปริมาณสินค้าคงคลังเป้าหมายลง 1 ชิ้น และตรวจสอบปริมาณสินค้าคงคลังเป้าหมายจนกว่าจะมีค่าเท่ากับ 0 จึงหยุดการผลิตสินค้าดังแสดงในภาพที่ 22



ภาพที่ 22 การไหลของกระบวนการผลิตสินค้า

### 3.3 การวิเคราะห์ผล

- Average inventory ปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยต่อปี
- Average backorder ปริมาณสินค้าที่ต้องจัดส่งย้อนหลังเฉลี่ยต่อปี
- Number order per year จำนวนครั้งที่สั่งซื้อหรือสั่งผลิตต่อปี
- Inventory cost ค่าใช้จ่ายซึ่งเป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิต

ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง และค่าใช้จ่ายจากการส่งสินค้าย้อนหลัง

- Probability backorder อัตราส่วนของจำนวนครั้งของการจัดส่งสินค้าย้อนหลังเปรียบเทียบกับจำนวนครั้งที่ลูกค้าสั่งซื้อ
- Internal lead time เวลาลูกค้าเข้ามาจนถึงเวลาที่ลูกค้าได้รับสินค้า
- Supplier lead time เวลาที่ส่งสินค้าจนถึงเวลาที่สินค้าส่งมาถึง
- โดยระยะเวลาในการประมวลผลต้องไม่ต่ำกว่า 1 ปี และกำหนดให้ 1 มี 365 วัน

### 3.4 การตรวจสอบความถูกต้อง

ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความถูกต้องของเทมเพลตโดยการเปรียบเทียบผลที่ได้จากเทมเพลตและผลที่ได้จากการคำนวณมือ

การตรวจสอบความถูกต้องของเทมเพลตโดยกำหนดค่า ความต้องการสินค้าต่อปี ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหรือส่งผลิตต่อครั้ง ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังต่อชิ้นต่อปี และอัตราการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การกำหนดข้อมูลนำเข้าในการตรวจสอบความถูกต้องของเทมเพลต

Module	ความต้องการ สินค้าต่อปี	ค่าใช้จ่ายในการ สั่งซื้อหรือส่งผลิต	ค่าใช้จ่ายในการ จัดเก็บสินค้า	อัตราการผลิต
Supplier	8,000	10	0.50	16,000
Plant input	8,000	30	0.75	-
Plant output	8,000	10	0.50	16,000
Distributor	8,000	30	3.00	-
Retailer	8,000	15	6.00	-

การวิเคราะห์แต่ละเทมเพลตได้กำหนดให้ระยะห่างของลูกค้าที่เข้ามาคงที่คือ 0.045625 วัน และมีความต้องการสินค้าเพียง 1 ชิ้นต่อลูกค้า 1 ราย เปรียบเทียบกับการคำนวณโดยใช้สมการ EOQ และ EPQ โดยค่าที่นำมาเปรียบเทียบคือ ปริมาณสั่งซื้อหรือส่งผลิต ปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ย จำนวนการสั่งซื้อหรือส่งผลิตต่อปี และค่าใช้จ่ายรวมของการจัดเก็บและการส่งสินค้า โดยผลที่ได้ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากเทมเพลตกับการคำนวณมือ

Module	เทมเพลต				คำนวณ			
	ปริมาณ สั่ง	สินค้าคง คลังเฉลี่ย	จำนวน การสั่ง ต่อปี	ค่าใช้จ่าย เฉลี่ยต่อปี	ปริมาณ สั่ง	สินค้าคง คลังเฉลี่ย	จำนวน การสั่ง ต่อปี	ค่าใช้จ่าย เฉลี่ยต่อปี
Supplier	800	200.25	10	200.13	800	200	10	200
Plant input	800	400.50	10	600.38	800	400	10	600
Plant output	800	200.25	10	200.13	800	200	10	200
Distributor	400	200.50	20	1201.50	400	200	20	1200
Retailer	200	100.50	40	1203.00	200	100	40	1200

จากตารางที่ 16 จะเห็นว่าปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยมีความแตกต่างกัน มีผลให้ค่าใช้จ่ายเฉลี่ยแตกต่างกัน เนื่องจากวิธีในการหาค่าปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยของเทมเพลตนั้นมาจากการนำค่าของปริมาณสินค้าในแต่ละช่วงเวลามาหาค่าเฉลี่ย แต่วิธีการใช้สมการ EOQ และ EPQ หาค่าปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยจากการหาพื้นที่ใต้กราฟซึ่งมีค่าลดลงอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา แต่ในความเป็นจริงปริมาณสินค้าจะลดลงในลักษณะขั้นบันได ดังนั้นวิธีในการหาค่าปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยของเทมเพลตจึงมีค่าถูกต้องมากกว่า

#### 4. นำเทมเพลตมาสร้างแบบจำลองจากกรณีศึกษา

ผู้วิจัยได้นำเทมเพลตไปสร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทาน ดังนี้

4.1 เปรียบเทียบความเร็วในการสร้างแบบจำลองโดยการใช้เทมเพลตที่พัฒนาขึ้นกับการใช้โมดูลของโปรแกรม Arena ในการสร้างแบบจำลองห่วงโซ่อุปทานซึ่งมี Supplier 1 หน่วย และ Retailer 4 หน่วย

4.2 แสดงผลการนำเทมเพลตที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เครือข่ายห่วงโซ่อุปทาน

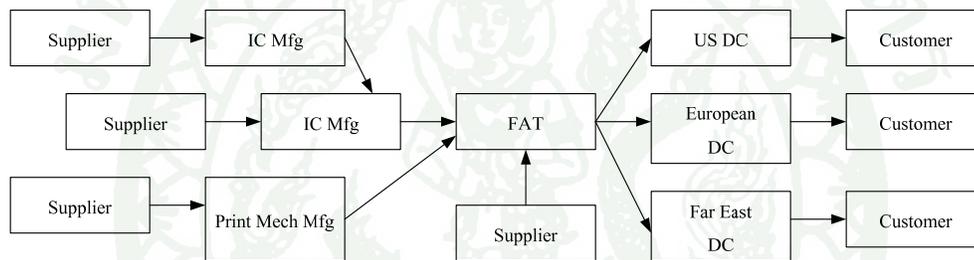
- สร้างเครือข่ายขนาดเล็กซึ่งประกอบด้วย Supplier, Distributor และ Retailer ดังแสดงในภาพที่ 23 เปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างการนำเทมเพลตกับการคำนวณมือและโปรแกรม ASDN



ภาพที่ 23 แสดงเครือข่ายขนาดเล็ก

- เครือข่ายขนาดใหญ่ซึ่งใช้กรณีศึกษา Hewlett-Packard: DeskJet Printer Supply Chain

ดังแสดงในภาพที่ 24



ภาพที่ 24 แสดงเครือข่ายโซ่อุปทานของ DeskJet

ที่มา: Simchi-Levi *et al.* (2003)

## ผลและวิจารณ์

### ผล

การวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาเทมเพลตแทนการใช้โมดูลพื้นฐานของโปรแกรม Arena ในการวิเคราะห์เครือข่ายห่วงโซ่อุปทานเพื่อแสดงให้เห็นประโยชน์ในด้านของการลดเวลาการพัฒนาแบบจำลองโดยที่แบบจำลองนั้นต้องมีความถูกต้อง ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความถูกต้องของเทมเพลตที่พัฒนา และนำเทมเพลตที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้ในกรณีศึกษา

### 1. เปรียบเทียบความรวดเร็วในการสร้างแบบจำลองโดยการใช้เทมเพลตที่พัฒนาขึ้นกับการใช้โมดูลของโปรแกรม Arena

ผู้วิจัยได้เปรียบเทียบการสร้างแบบจำลองเพื่อวิเคราะห์ปัญหาในระบบห่วงโซ่อุปทานซึ่งกำหนดให้มีซัพพลายเออร์ 1 หน่วยและผู้ค้าปลีก 4 หน่วย ด้วยการสร้างแบบจำลองสถานการณ์จากเทมเพลต และแบบจำลองสถานการณ์จากโมดูลพื้นฐานของโปรแกรม Arena จากหนังสือ Simulation Modeling and Arena โดยมีข้อมูลนำเข้าดังแสดงในตารางที่ 17

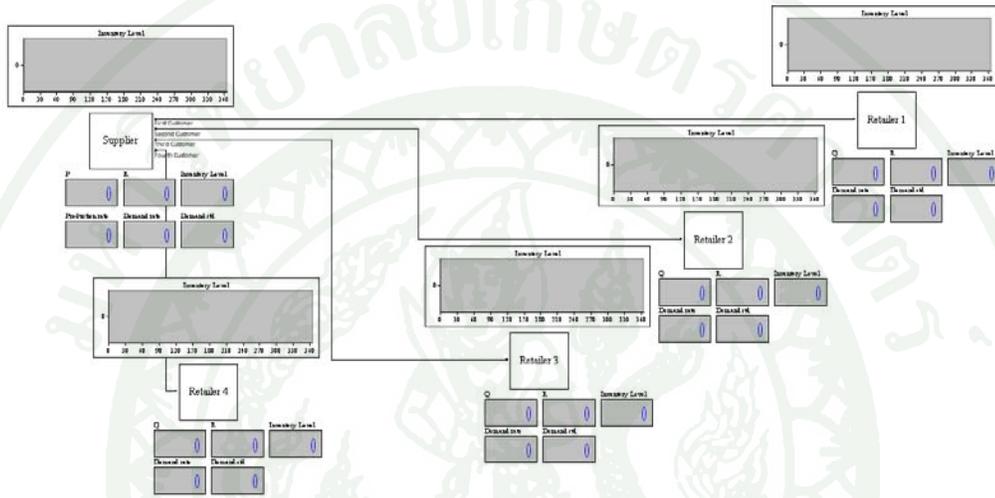
ตารางที่ 17 ข้อมูลนำเข้าแบบจำลองซึ่งประกอบด้วยซัพพลายเออร์ 1 หน่วยและผู้ค้าปลีก 4 หน่วย

หน่วย	ปริมาณการสั่ง	จุดสั่ง	ปริมาณสินค้าคงคลังเริ่มต้น
ซัพพลายเออร์	40	4	40
ผู้ค้าปลีก	10	1	10

โดยกำหนดให้

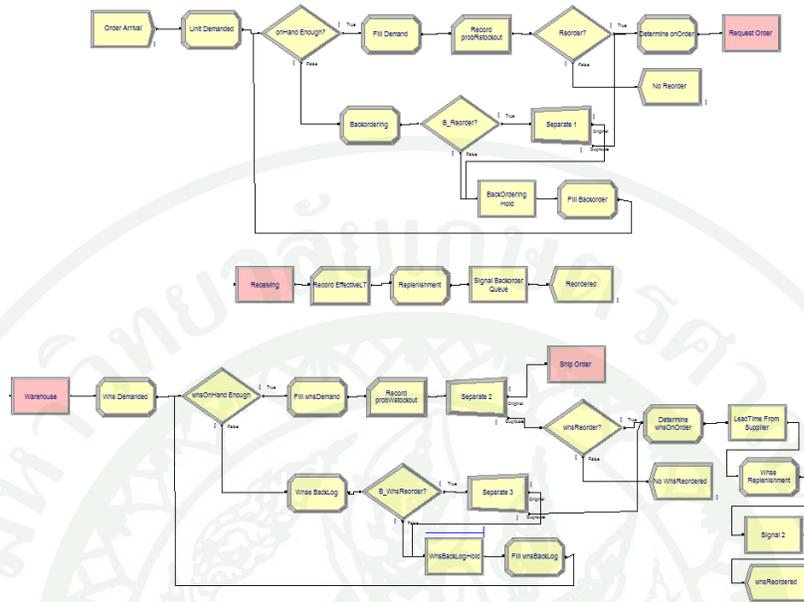
1. อัตราการเข้ามาของลูกค้ามีการกระจายแบบฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลมีค่าเฉลี่ย 1 วัน
2. ลูกค้าแต่ละรายมีความต้องการ 1 ชิ้น
3. ระยะเวลาในการจัดส่งคือ 1 วัน

ผู้วิจัยได้สร้างเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานจากโมดูลของเทมเพลต ซึ่งจะเห็นได้ว่าสามารถนำโมดูลในเทมเพลตมาเชื่อมต่อได้ทันที โดยผู้ใช้งานทำหน้าที่เพียงป้อนข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์หลังในโมดูล ทำให้ใช้ระยะเวลาสั้นในการสร้างแบบจำลองดังแสดงในภาพที่ 25



ภาพที่ 25 แสดงการสร้างแบบจำลองเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานด้วยเทมเพลต

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์จากโมดูลพื้นฐานของโปรแกรม Arena จะเห็นได้ว่าผู้สร้างจะต้องมีความรู้และความเข้าใจการทำงานของแต่โมดูลเพื่อเลือกโมดูลที่เหมาะสมต่อการสร้างแบบจำลอง ทำให้ผู้สร้างต้องใช้เวลาในการสร้างแบบจำลองดังแสดงในภาพที่ 26



ภาพที่ 26 แสดงการสร้างแบบจำลองเครือข่ายห่วงโซ่อุปทานด้วย โมดูลของโปรแกรม Arena

ที่มา: Rossetti (2008)

เมื่อเปรียบเทียบจำนวน โมดูลและจำนวนเส้นเชื่อมที่ใช้สร้างแบบจำลองสถานการณ์ดังแสดงในตารางที่ 18 จะเห็นได้ว่ามีความแตกต่างกันมากอย่างชัดเจน ซึ่งแบบจำลองในภาพที่ 26 มีความซับซ้อนกว่าแบบจำลองในภาพที่ 25 มาก เนื่องจากจำนวน โมดูลที่มากกว่าและในแต่ละ โมดูล จะต้องมีการกำหนดค่าของตัวแปร การคำนวณ และตรรกะอื่นๆ ซึ่งต้องใช้เวลาในการศึกษา และทำความเข้าใจ ทำให้ต้องใช้เวลาในการพัฒนานาน แต่การใช้เทมเพลตนั้นผู้ใช้งานสามารถนำ โมดูลมาสร้างแบบจำลองได้ง่าย และสามารถป้อนข้อมูลลงในหน้าต่างได้ทันที โดยที่ผลการคำนวณไม่มีความแตกต่างกันซึ่งแสดงในตารางที่ 19 ทำให้สามารถวิเคราะห์ผลได้อย่างรวดเร็ว

ตารางที่ 18 การเปรียบเทียบจำนวน โมดูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลอง

เครื่องมือ	จำนวน โมดูล	จำนวนเส้นเชื่อม
Arena Template	5	4
Arena	38	41

**ตารางที่ 19** การเปรียบเทียบผลการคำนวณจากแบบจำลอง

หน่วย	Arena Template		Arena	
	สินค้าคงคลัง	สินค้าที่ต้องจัดส่ง	สินค้าคงคลัง	สินค้าที่ต้องจัดส่ง
	เฉลี่ย	ย้อนหลังเฉลี่ย	เฉลี่ย	ย้อนหลังเฉลี่ย
Supplier	24.92 + 0.24	0	24.95 + 0.27	0
Retailer 1	5.54 + 0.04	0.0126	5.55 + 0.05	0.0129
Retailer 2	5.48 + 0.05	0.0131	5.48 + 0.04	0.0133
Retailer 3	5.49 + 0.03	0.0134	5.53 + 0.04	0.0130
Retailer 4	5.52 + 0.04	0.0131	5.51 + 0.04	0.0126

**2. แสดงผลการนำเทมเพลตที่พัฒนาไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์เครือข่ายห่วงโซ่อุปทาน**

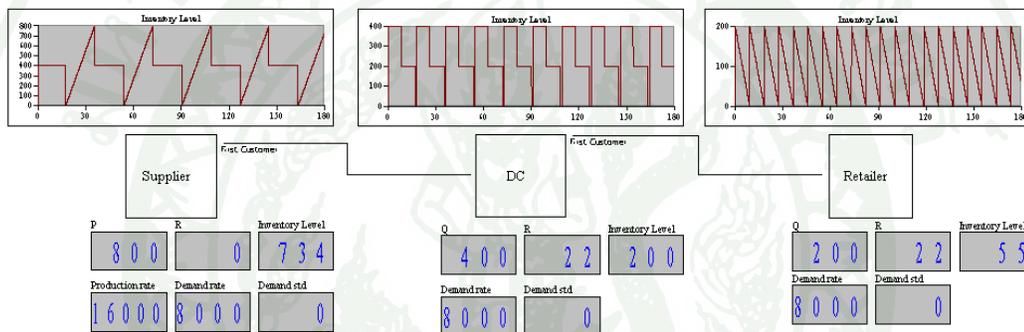
ผู้วิจัยได้นำเทมเพลตมาใช้ในการวิเคราะห์เครือข่ายห่วงโซ่อุปทาน โดยได้ทำการสร้างแบบจำลองสถานการณ์เครือข่ายห่วงโซ่อุปทาน 2 แบบจำลอง ดังนี้

2.1 สร้างเครือข่ายขนาดเล็กซึ่งประกอบด้วย Supplier, Distributor และ Retailer เปรียบเทียบผลที่ได้ระหว่างการนำเทมเพลตกับการคำนวณมือและโปรแกรม ASDN

ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองจากเทมเพลตที่พัฒนาดังแสดงในภาพที่ 27 และกำหนดค่าความต้องการสินค้าต่อปี ค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตต่อครั้ง ค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลังต่อชิ้นต่อปี และอัตราการผลิตดังแสดงในตารางที่ 20 โดยกำหนดให้เวลาในการจัดส่งสินค้าจาก Supplier ถึง Distributor คือ 1 วัน และจาก Distributor ถึง Retailer คือ 1 วัน

ตารางที่ 20 การกำหนดข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองขนาดเล็ก

Module	ความต้องการ สินค้าต่อปี	ค่าใช้จ่ายในการ สั่งซื้อหรือสั่งผลิต	ค่าใช้จ่ายในการ จัดเก็บสินค้า	อัตราการผลิต
Supplier	8,000	10	0.50	16,000
Distributor	8,000	30	3.00	-
Retailer	8,000	15	6.00	-



ภาพที่ 27 แสดงการสร้างแบบจำลองระบบห่วงโซ่อุปทานด้วยเทมเพลต

การวิเคราะห์โดยกำหนดให้ระยะห่างของลูกค้าที่เข้ามายังหน่วยผู้ค้าปลีกคงที่คือ 0.045625 วัน และมีความต้องการสินค้าเพียง 1 ชิ้นต่อลูกค้า 1 ราย เมื่อสินค้าคงคลังของผู้ค้าปลีกลดลงถึงจุดสั่งซื้อ ผู้ค้าปลีกก็จะสั่งซื้อสินค้าจากศูนย์กระจายสินค้าด้วยปริมาณสั่งซื้อที่กำหนด และเมื่อสินค้าคงคลังของศูนย์กระจายสินค้าลดลงถึงจุดสั่งซื้อศูนย์กระจายสินค้าก็จะสั่งซื้อสินค้าจากซัพพลายเออร์ และเมื่อสินค้าคงคลังของซัพพลายเออร์ลดลงถึงจุดสั่งผลิตก็จะดำเนินการผลิตเพิ่มด้วยปริมาณที่กำหนด โดยกำหนดระยะเวลาในการจัดส่งสินค้าเท่ากับ 1 วัน เปรียบเทียบกับการคำนวณโดยใช้สมการ EOQ และ EPQ โดยค่าที่นำมาเปรียบเทียบคือ ปริมาณสั่งซื้อหรือสั่งผลิต ปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ย จำนวนการสั่งซื้อหรือสั่งผลิตต่อปี และค่าใช้จ่ายรวมของการจัดเก็บและการสั่งซื้อสินค้า ดังแสดงในตารางที่ 21 และเปรียบเทียบกับผลจาก โปรแกรม ASDN ดังแสดงในตารางที่ 22

ตารางที่ 21 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากเทมเพลตกับการคำนวณมือของแบบจำลองขนาดเล็ก

Module	เทมเพลต				คำนวณ			
	ปริมาณ สั่ง	สินค้าคง คลังเฉลี่ย	จำนวน การสั่ง ต่อปี	ค่าใช้จ่าย เฉลี่ยต่อปี	ปริมาณ สั่ง	สินค้าคง คลังเฉลี่ย	จำนวน การสั่ง ต่อปี	ค่าใช้จ่าย เฉลี่ยต่อปี
Supplier	800	399.75	10	299.88	800	200	10	200
Distributor	400	300.00	20	1500.00	400	200	20	1200
Retailer	200	100.50	40	1203.00	200	100	40	1200

ตารางที่ 22 แสดงการเปรียบเทียบผลที่ได้จากเทมเพลตกับโปรแกรม ASDN ของแบบจำลองขนาดเล็ก

Module	เทมเพลต				ASDN			
	ปริมาณ สั่ง	สินค้าคง คลังเฉลี่ย	จำนวน การสั่ง ต่อปี	ค่าใช้จ่าย เฉลี่ยต่อปี	ปริมาณ สั่ง	สินค้าคง คลังเฉลี่ย	จำนวน การสั่ง ต่อปี	ค่าใช้จ่าย เฉลี่ยต่อปี
Supplier	800	399.75	10	299.88	800	200	10	200
Distributor	400	300.00	20	1500.00	400	200	20	1200
Retailer	200	100.50	40	1203.00	200	100	40	1200

จากตารางจะเห็นว่าปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยและค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อปีมีความแตกต่างกันเล็กน้อยในส่วนของผู้ค้าปลีก เนื่องจากวิธีในการหาค่าปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยซึ่งได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อการตรวจสอบความถูกต้องของเทมเพลต แต่ปริมาณสินค้าคงคลังเฉลี่ยและค่าใช้จ่ายเฉลี่ยต่อปีในส่วนศูนย์กระจายสินค้าและซัพพลายเออร์มีความแตกต่างกันมาก เนื่องจากอัตราการเข้ามาในช่วงระยะเวลาานทำให้ต้องเก็บสินค้าคงคลังปริมาณมากเป็นเวลานาน และความต้องการในแต่ละครั้งมีจำนวนมากกว่า 1 ทำให้ปริมาณสินค้าลดลงแบบขั้นบันไดอย่างชัดเจนซึ่งแตกต่างจากการใช้สมการ EOQ และ EPQ เนื่องจากใช้วิเคราะห์ระดับสินค้าคงคลังซึ่งลดลงทีละ 1 ชิ้นและลดลงอย่างต่อเนื่อง จะเห็นได้ว่าการใช้เทมเพลตวิเคราะห์นั้นใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากกว่า

## 2.2 เครื่องข่ายขนาดใหญ่ซึ่งใช้กรณีศึกษา Hewlett-Packard: DeskJet Printer Supply Chain

### กรณีศึกษา Hewlett-Packard: DeskJet Printer Supply Chain

ห่วงโซ่อุปทาน DeskJet: จากภาพที่ 24 เครื่องข่ายห่วงโซ่อุปทานของ DeskJet ซึ่งมีการจำหน่ายในยุโรปจำเป็นต้องสอดคล้องกับภาษาและกำลังไฟฟ้า (ซึ่งมีทั้ง 110 และ 220) ของแต่ละประเทศดังนั้นการผลิตในขั้นตอนสุดท้ายจึงต้องสอดคล้องกับแรงดันไฟฟ้าของแต่ละประเทศที่ใช้รวมทั้งปลั๊กและคู่มือการใช้งานที่เขียนด้วยภาษาที่ใช้ในแต่ละประเทศ ซึ่งจะเรียกกระบวนการนี้ว่า “Localization” และกระบวนการนี้จะทำในโรงงาน ซึ่งจะพิจารณาสินค้า 6 ตัวอย่างคือ A, AA, AB, AQ, AU และ AY โดยความต้องการของแต่ละตัวอย่างแสดงดังตารางที่ 23

ปัญหา: ศูนย์กระจายสินค้าในทวีปยุโรปพบการขาดแคลนสินค้าจากหลายประเทศ ในขณะที่สินค้าบางรายการมีจำนวนสินค้าคงคลังที่สูงมาก ซึ่งในอดีตระดับสินค้าคงคลังที่ศูนย์กระจายสินค้าจะขึ้นกับปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย ซึ่งคำนวณแยกตามตัวอย่าง

การแก้ไข: ย้ายกระบวนการ Localization ไปที่ศูนย์กระจายสินค้าเพื่อลดปริมาณสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย โดยการคำนวณปริมาณสินค้าคงคลังแบบมองโดยรวม

ตารางที่ 23 ข้อมูลอุปสงค์ของ DeskJet: ยุโรป

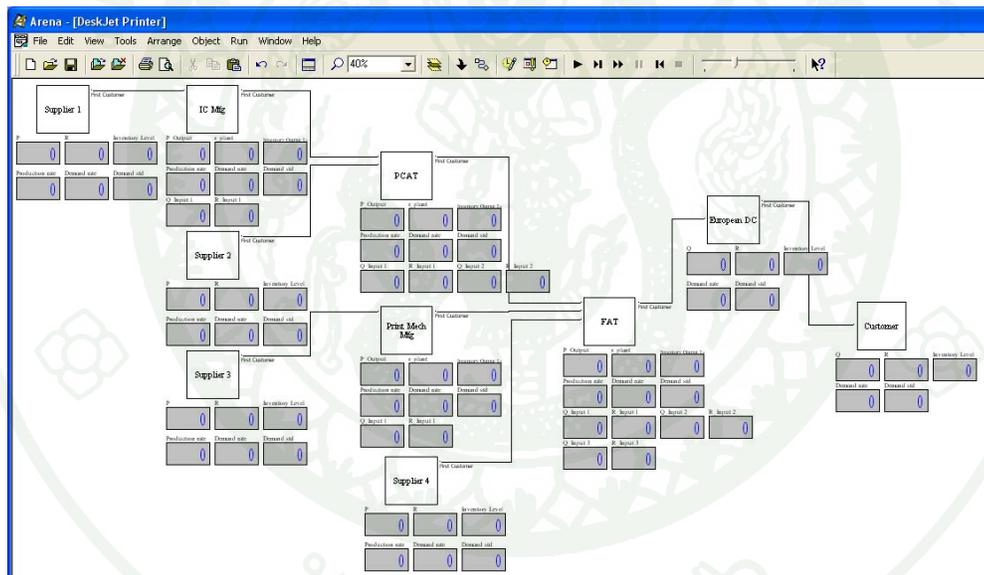
ผลิต ภัณฑ์	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
A	80	0	60	90	21	48	0	9	20	54	84	42
AA	400	255	408	645	210	87	432	816	430	630	456	273
AB	20,572	20,895	19,252	11,052	19,864	20,316	13,336	10,578	6,096	14,496	23,712	9,792
AQ	4,008	2,196	4,761	1,953	1,008	2,358	1,676	540	2,310	2,046	1,797	2,961
AU	4,564	3,207	7,485	4,908	5,295	90	0	5,004	4,385	5,103	4,302	6,153
AY	248	450	378	306	219	204	248	484	164	363	384	234
รวม	29,872	27,003	32,344	18,954	26,617	23,103	15,692	17,431	13,405	22,692	30,735	19,455

ที่มา: Simchi-Levi (2003)

โดยกำหนดให้

1. ระยะเวลาในการจัดส่งจาก FAT ถึง European DC เท่ากับ 5 สัปดาห์
2. Service level ของ European DC เท่ากับ 98%
3. Holding cost ของ European DC เท่ากับ 120

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างแบบจำลองโดยใช้เทมเพลตซึ่งแสดงดังภาพที่ 28 และได้คำนวณข้อมูลนำเข้าของแบบจำลองซึ่งแสดงดังตารางที่ 24 และข้อมูลนำเข้าที่ใช้ในแบบจำลองเพื่อทำการวิเคราะห์แสดงดังตารางที่ 25



ภาพที่ 28 แบบจำลองห่วงโซ่อุปทานของ DeskJet Printer

ตารางที่ 24 การคำนวณข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง DeskJet: ยุโรป

ผลิตภัณฑ์	ความต้องการ เฉลี่ยต่อสัปดาห์	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของความต้องการต่อ สัปดาห์	ปริมาณสินค้าคงคลัง เพื่อความปลอดภัย (หน่วย)	ปริมาณสินค้าคงคลัง เพื่อความปลอดภัย (สัปดาห์)
A	9.8	15.6	71.38	7.3
AA	97.0	98.0	449.06	4.6
AB	3,653.1	2,702.0	12,385.62	3.4
AQ	531.0	561.3	2,573.08	4.8
AU	971.1	1,059.0	4,854.61	5.0
AY	70.8	49.5	227.08	3.2
ผลรวม	5,332.8		20,560.83	3.9
แบบ โดยรวม	5,332.8	2,999.5	13,749.53	2.6

ตารางที่ 25 การกำหนดข้อมูลนำเข้าของแบบจำลอง DeskJet: ยุโรป

ผลิตภัณฑ์	ปริมาณการสั่ง	ระดับสินค้าคงคลังที่ จุดสั่งซื้อ	ปริมาณสินค้าคงคลัง เพื่อความปลอดภัย	ปริมาณสินค้าคงคลัง เริ่มต้น
A	49	49	72	121
AA	485	485	450	935
AB	18,226	18,226	12,386	30,652
AQ	2,656	2,656	2,574	5,230
AU	4,856	4,856	4,855	9,711
AY	355	355	228	583
แบบ โดยรวม	26,664	26,664	13,750	40,414

โดยผู้วิจัยได้ทำการประมวลผลโดยกำหนดความยาวของแต่ละรอบเท่ากับ 4 ปี และจำนวนรอบทำซ้ำเท่ากับ 30 รอบ เพื่อให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการทดลองสุ่มตัวอย่าง คร่าวๆ (Half Width) เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของทั้ง 2 กรณีได้ ซึ่งได้ผลแสดงดังตารางที่ 26 และแสดงดังตารางที่ 27 และได้นำข้อมูลร้อยละการส่งสินค้าย้อนหลังและค่าใช้จ่ายใน

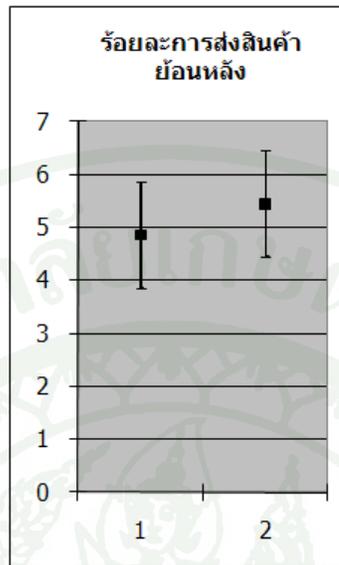
การจัดเก็บสินค้าคงคลังจากตารางไปเปรียบเทียบโดยการใช้กราฟซึ่งแสดงดังภาพที่ 29 และ ภาพที่ 30 ตามลำดับ

ตารางที่ 26 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทมเพลตของแบบจำลอง DeskJet: ยุโรปก่อนปรับปรุง

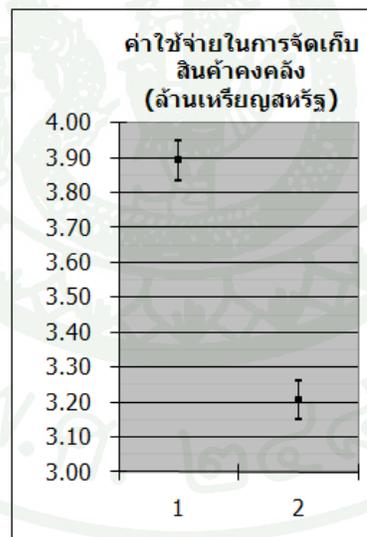
ผลิตภัณฑ์	ร้อยละการส่ง สินค้าย้อนหลัง	ปริมาณสินค้าคงคลัง เฉลี่ย	ปริมาณการส่ง สินค้าย้อนหลัง	ค่าใช้จ่ายในการ จัดเก็บสินค้าคงคลัง
A	5.05 + 1	84.56 + 1.56	0.39 + 0.19	10,147 + 187
AA	4.70 + 1	650.39 + 12.23	2.41 + 1.10	78,047 + 1,468
AB	4.88 + 1	20,872.35 + 297.91	55.59 + 28.85	2,504,682 + 35,749
AQ	4.78 + 1	3,656.09 + 61.55	11.69 + 6.12	438,731 + 7,386
AU	4.89 + 1	6,781.94 + 115.66	23.84 + 11.34	813,832 + 13,879
AY	4.90 + 1	398.15 + 5.68	1.12 + 0.46	47,778 + 681
ผลรวม	4.86 + 1	32,443.48 + 494.59	95.04 + 48.06	3,893,217 + 58,668

ตารางที่ 27 ผลการวิเคราะห์ด้วยเทมเพลตของแบบจำลอง DeskJet: ยุโรปหลังปรับปรุง

ผลิตภัณฑ์	ร้อยละการส่ง สินค้าย้อนหลัง	ปริมาณสินค้าคงคลัง เฉลี่ย	ปริมาณการส่ง สินค้าย้อนหลัง	ค่าใช้จ่ายในการ จัดเก็บสินค้าคงคลัง
แบบ โดยรวม	5.45 + 1	26,726.00 + 444.24	73.34 + 36.52	3,307,183 + 53,309



ภาพที่ 29 กราฟเปรียบเทียบร้อยละการส่งสินค้าย้อนหลัง



ภาพที่ 30 กราฟเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการจัดเก็บสินค้าคงคลัง

เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายโดยแบบที่ 1 คือการจัดเก็บสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัยแยกผลิตภัณฑ์ และแบบที่ 2 คือการจัดเก็บสินค้าคงคลังเพื่อความปลอดภัย จะเห็นได้ว่าเมื่อย้ายกระบวนการ Localization ไปที่ศูนย์กระจายสินค้า ทำให้ค่าใช้จ่ายของสินค้าคงคลังลดลงอย่างมาก ในขณะที่ โอกาสที่จะต้องส่งสินค้าย้อนหลังไม่มีความแตกต่างกัน

## วิจารณ์

เมื่อพิจารณาระยะเวลาในการสร้างแบบจำลองและความซับซ้อนของแบบจำลองโดยการเปรียบเทียบจำนวน โมดูลที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองแล้วจะเห็นได้ว่าการใช้เทมเพลตนั้นช่วยลดเวลาในการสร้างแบบจำลองได้ เนื่องจากช่วยลดเวลาในการศึกษาและทำความเข้าใจการใช้งานฟังก์ชันพื้นฐานของโปรแกรม การกำหนดค่าของตัวแปร การคำนวณ และตรรกะอื่นๆ แต่การใช้เทมเพลตนั้นผู้ใช้งานสามารถนำโมดูลมาสร้างแบบจำลองของระบบห่วงโซ่อุปทานได้ง่าย เนื่องจากแต่ละ โมดูลในเทมเพลตนั้นแทนหน่วยที่มีอยู่ในห่วงโซ่อุปทาน จึงสามารถเลือกใช้และป้อนข้อมูลลงในหน้าต่างได้ทันที ทำให้สามารถวิเคราะห์ผลได้อย่างรวดเร็ว

เมื่อเปรียบเทียบการวิเคราะห์ผลจะเห็นได้ว่าการใช้เทมเพลต สามารถวิเคราะห์ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากกว่าการใช้การคำนวณหรือการใช้โปรแกรม ASDN ซึ่งทำการคำนวณแบบ dynamics เนื่องจากหลักการสำคัญของการสร้างแบบจำลองคือเลียนแบบการทำงานกระบวนการทำงานในรูปแบบต่างๆที่มีอยู่จริง ทำให้สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดจากความไม่แน่นอน ไม่ว่าจะเป็น อัตราการเข้ามาของลูกค้าที่ไม่แน่นอน ความต้องการของลูกค้าแต่ละรายซึ่งไม่คงที่ และระยะเวลาในกระบวนการต่างๆ ซึ่งไม่คงที่ ซึ่งเกิดขึ้นในระบบห่วงโซ่อุปทาน

## สรุปและข้อเสนอแนะ

### สรุป

จากผลการศึกษาค้นคว้าพัฒนาเทมเพลตสำหรับสร้างแบบจำลองเพื่อการวิเคราะห์เครือข่ายระบบห่วงโซ่อุปทานนี้แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาเทมเพลตช่วยลดเวลาในการสร้างแบบจำลองสถานการณ์ได้เป็นอย่างมาก เนื่องจากการใช้เทมเพลตช่วยลดความซับซ้อนในการสร้างแบบจำลอง ไม่ว่าจะเป็นในด้านการเลือกโมดูลที่จะนำมาใช้งาน การเชื่อมต่อระหว่างโมดูลเพื่อให้ได้ตรรกะที่ถูกต้อง การกำหนดตัวแปรและการคำนวณต่างๆ ทำให้ไม่ต้องใช้เวลาในการศึกษาและทำความเข้าใจโปรแกรม Arena ช่วยให้ผู้ใช้งานซึ่งไม่มีความรู้ความเข้าใจโปรแกรม Arena ก็สามารถนำเทมเพลตนี้ไปใช้ในการวิเคราะห์เครือข่ายระบบห่วงโซ่อุปทานได้

### ข้อเสนอแนะ

ในการทำวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาเทมเพลตของโปรแกรม Arena เพื่อใช้ในการวิเคราะห์เครือข่ายห่วงโซ่อุปทาน ซึ่งนอกจาก 4 หน่วยที่ได้พัฒนาขึ้นคือ ซัพพลายเออร์ โรงงานผลิต ศูนย์กระจายสินค้าและผู้ค้าปลีกแล้วยังมีหน่วยอื่นๆ ซึ่งอยู่ในระบบซึ่งสามารถพัฒนาเพิ่มได้ต่อไป

ในการพัฒนาเทมเพลตของศูนย์กระจายสินค้า ผู้วิจัยกำหนดให้สามารถวิเคราะห์สินค้าได้เพียงสินค้าเดียวซึ่งในความเป็นจริงนั้นศูนย์กระจายสินค้ามีจัดเก็บสินค้าได้มากกว่า 1 ชนิด จึงควรมีการพัฒนาเทมเพลตของศูนย์กระจายสินค้าให้สามารถวิเคราะห์สินค้าได้มากกว่า 1 สินค้า เพื่อให้สามารถสร้างแบบจำลองที่ใกล้เคียงกับระบบห่วงโซ่อุปทานที่แท้จริงมากขึ้น

## เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- พรรณทิพา เนียมสอน. 2548. การพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อช่วยในการบริหารและการตัดสินใจ สำหรับบริหารสินค้าคงคลังของลูกค้าที่มีสินค้าประเภทของเหลวหรือผง. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- รุ่งรัตน์ ภิรัชเพ็ญ. 2551. คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม ARENA. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.
- วิจิต หล่อจิระชุนห์กุล. 2536. ทฤษฎีสินค้าคงคลัง. โครงการส่งเสริมเอกสารวิชาการสถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศุจินดา เจียรระวรพจน์, ปรรธนา ปรรธนาดี และ จิรัชย์ พุทธกุลสมศิริ. 2552. การปรับปรุงระบบการจัดการสินค้าคงคลังของบริษัทผู้แทนจำหน่ายผลิตภัณฑ์สมุนไพร, น. 44-52. ใน การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- Anonymous. 2005. **Arena Template Developer's Guide**. Rockwell Software Inc., USA.
- Banks, J., J.S. Carson, B.C. Nelson and D.M. Nicol. 2005. **Discrete-Event System Simulation**. 4<sup>th</sup> ed. Pearson Education, London.
- Helo, Petri. 2005. **Agile Supply Demand Networks Logistics Analysis Software**. Available Source: <http://asdn.sourceforge.net/index.htm>, October 1, 2008.
- Lau, R.S.M., Jinxing Xie and Xiande Zhou. 2008. Effect on inventory policy on supply chain performance: A simulation study of critical decision parameters. **Computers & Industrial Engineering** (55): 620-633.
- Rossetti, Manuel D. 2008. **Simulation Modeling and Arena**. John Wiley & Sons Inc., USA.

Sadd, Nordin and Visakan Kadirkamanathan. 2006. A DES Approach for The Contextual Load Modelling of Supply Chain System for Instability Analysis. **Simulation Modelling Practice and Theory** (14): 541-563

Silver, Edward A., David F. Pyke and Rein Peterson. 1998. **Inventory management and production planning and scheduling**. 3<sup>rd</sup> ed. John Wiley & Sons Inc., Danvers, USA.

Simchi-Levi, David, Philip Kaminsky and Edith Simchi-Levi. 2003. **Designing and Managing The Supply Chain**. 2<sup>nd</sup> ed. McGraw-Hill Companies Inc., New York, USA.

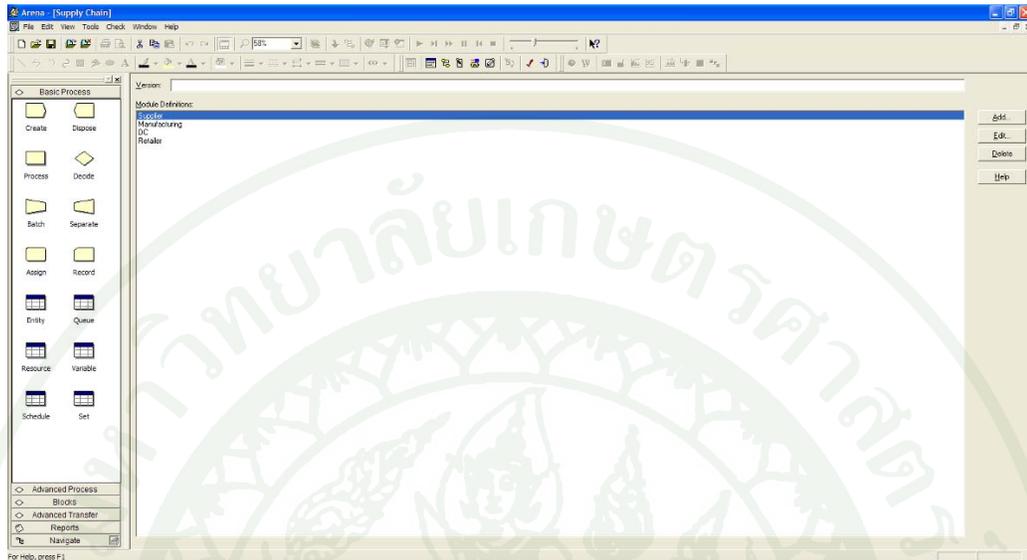
Tersine, Richard J. 1994. **Principles of Inventory and Materials Management**. 4<sup>th</sup> ed. prentice-Hall PTR, New Jersey, USA.



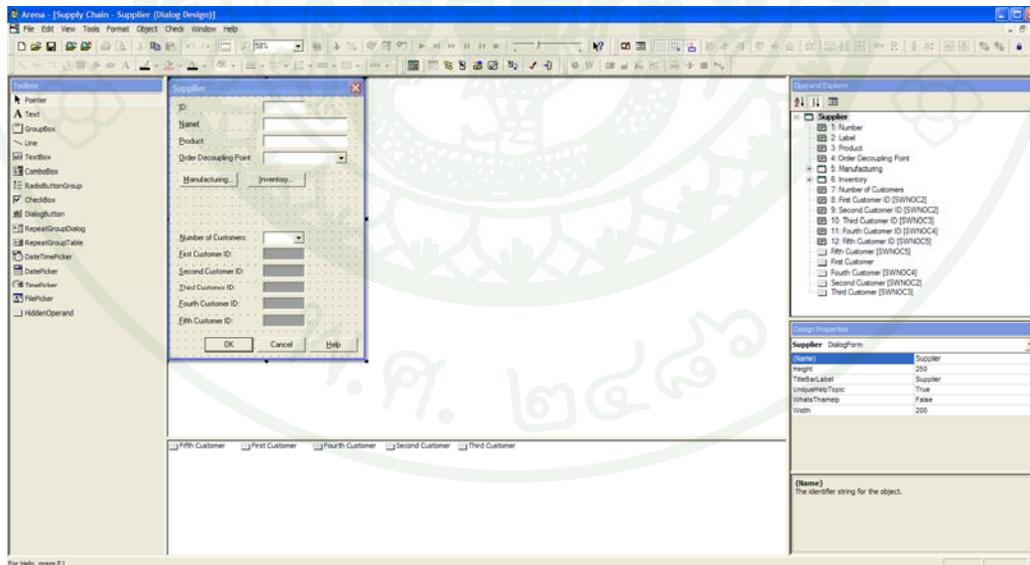
ภาคผนวก



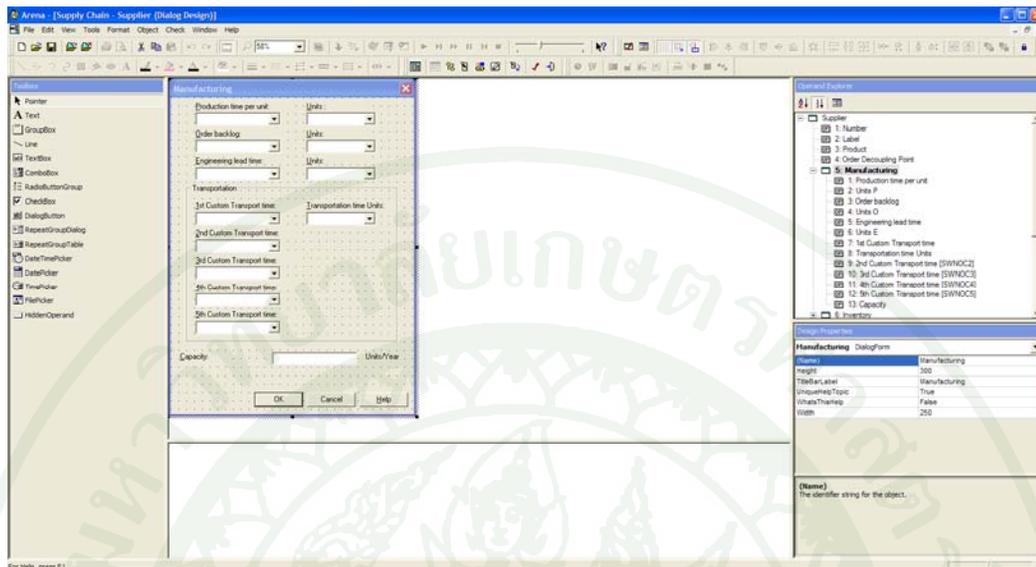
ภาคผนวก ก  
รายละเอียดของการสร้างแผนผัง



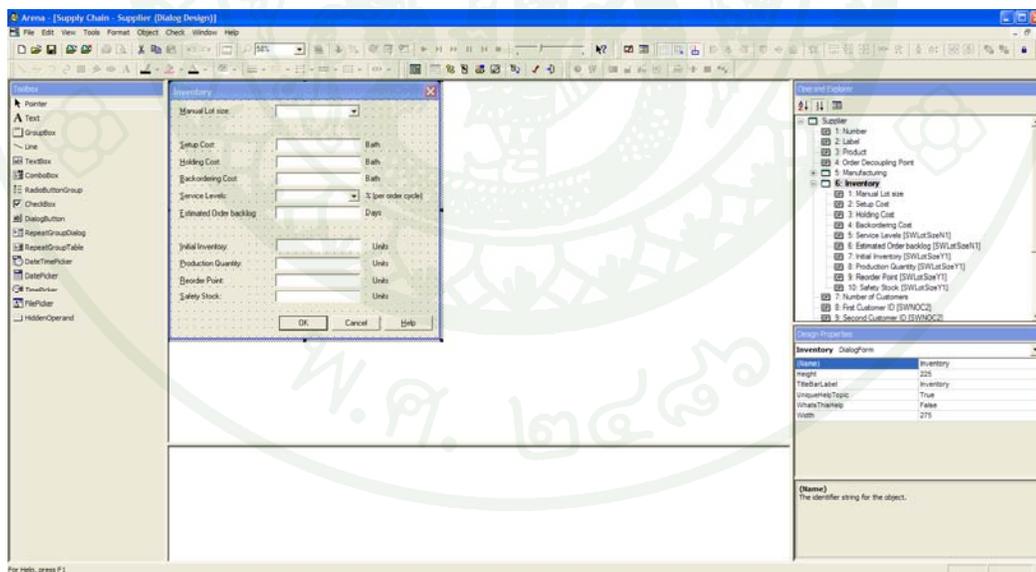
ภาพผนวกที่ ก1 หน้าต่างหลักของเทมเพลต



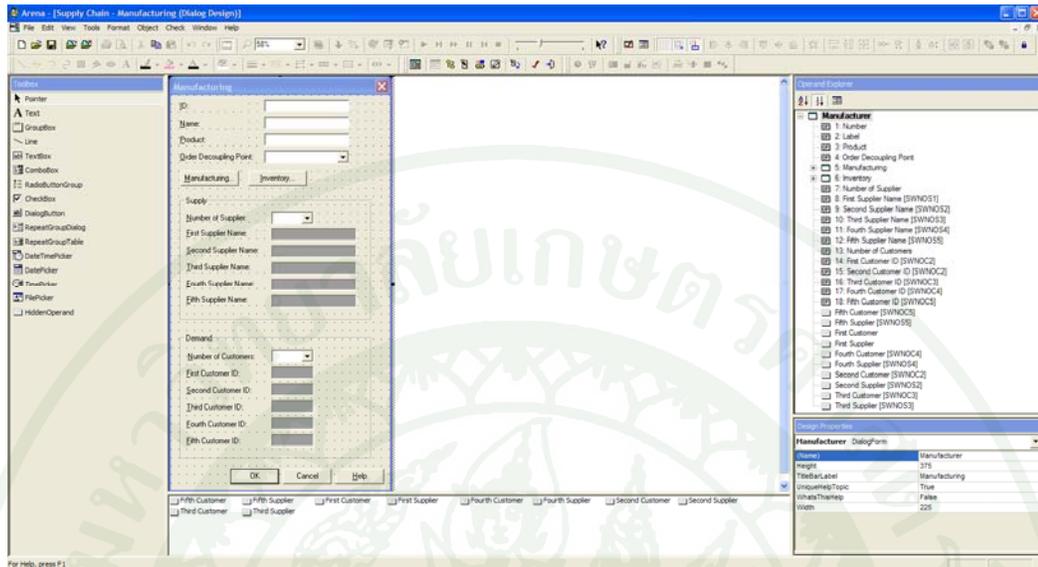
ภาพผนวกที่ ก2 Dialog Design หลักของโมดูล Supplier



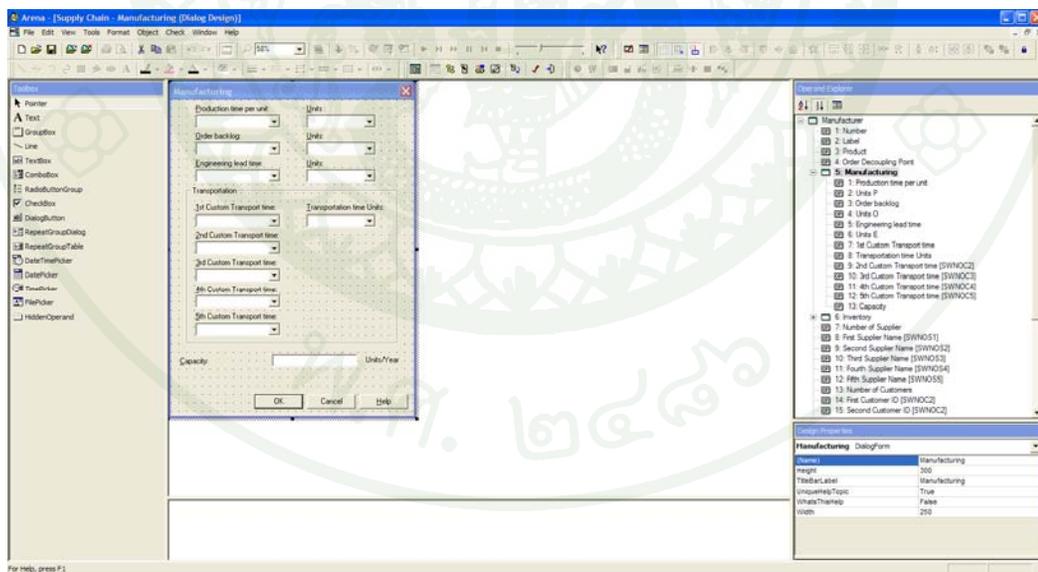
ภาพผนวกที่ 3 Dialog Design ส่วน Manufacturing ของโมดูล Supplier



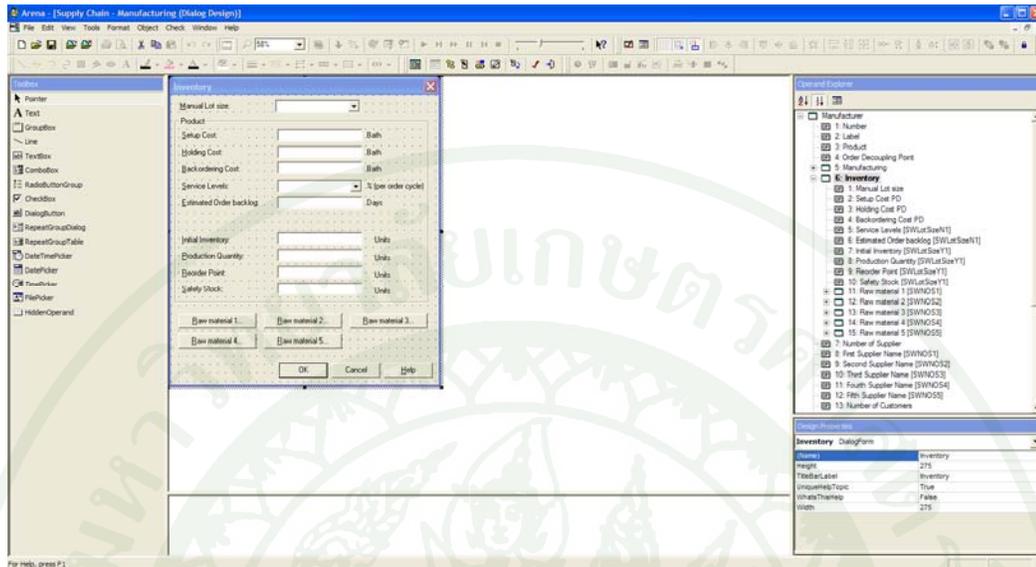
ภาพผนวกที่ 4 Dialog Design ส่วน Inventory ของโมดูล Supplier



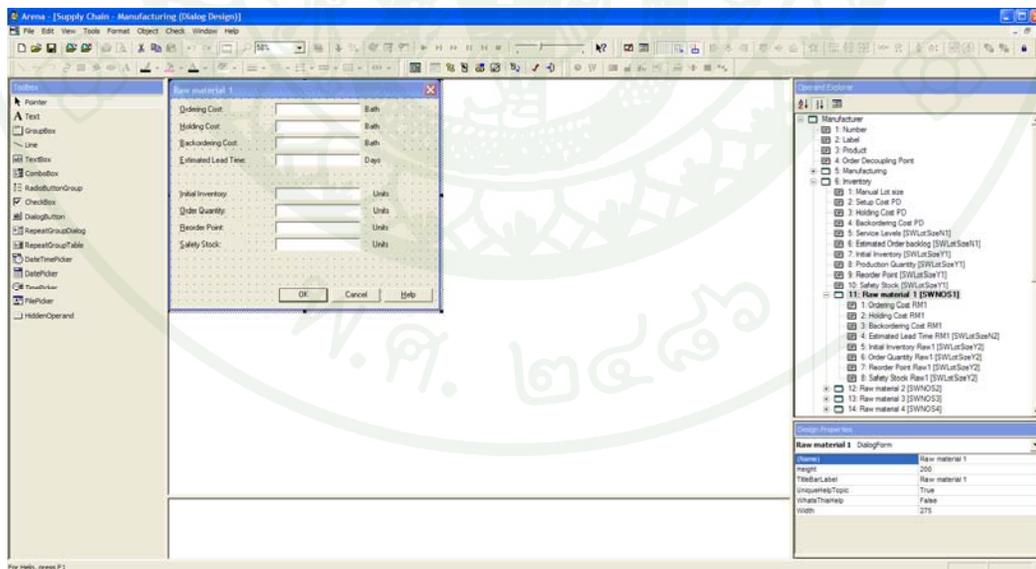
ภาพผนวกที่ ๓5 Dialog Design หลักของโมดูล Manufacturing



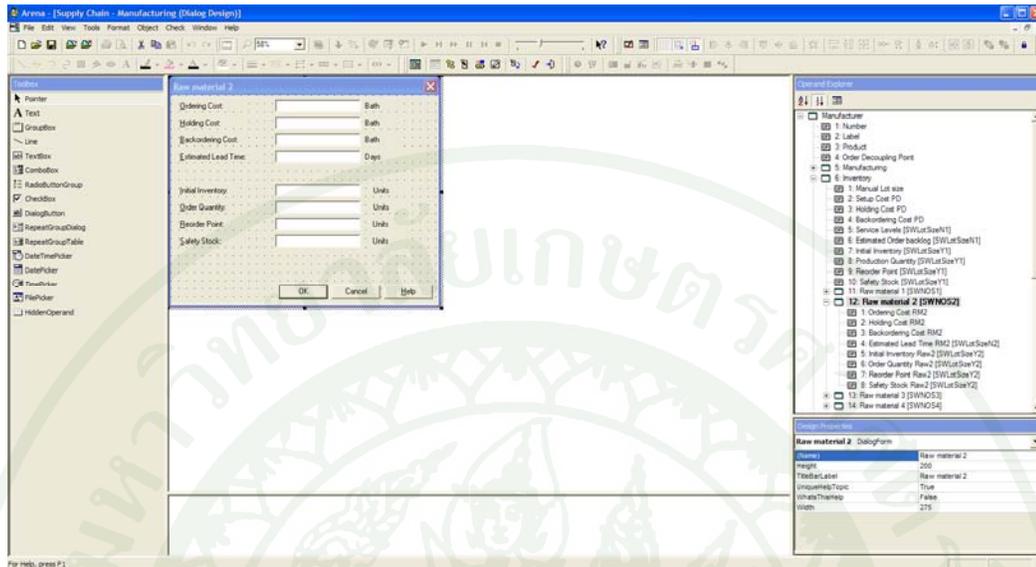
ภาพผนวกที่ ๓6 Dialog Design ส่วน Manufacturing ของโมดูล Manufacturing



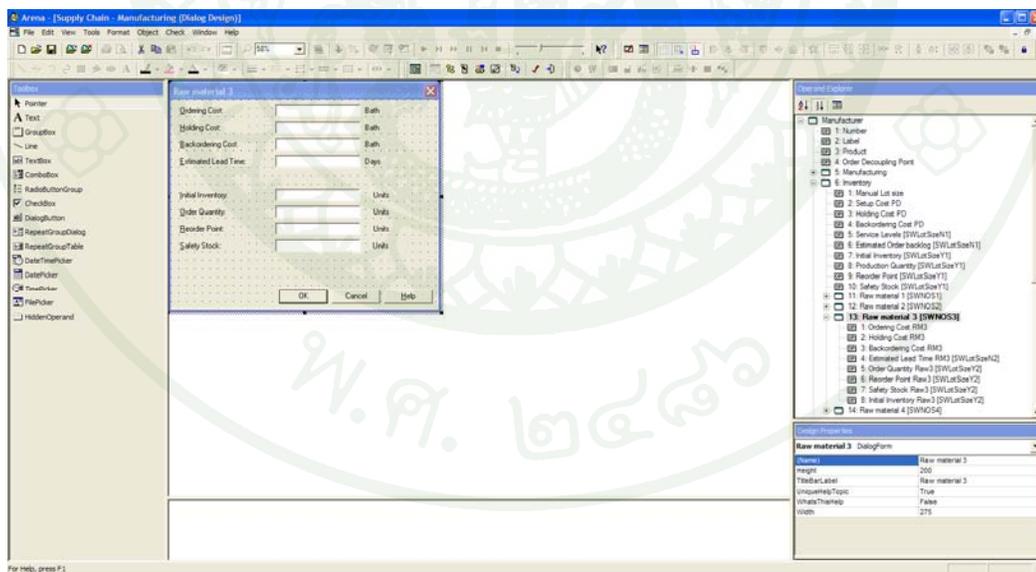
ภาพผนวกที่ ก7 Dialog Design ส่วน Inventory ของโมดูล Manufacturing



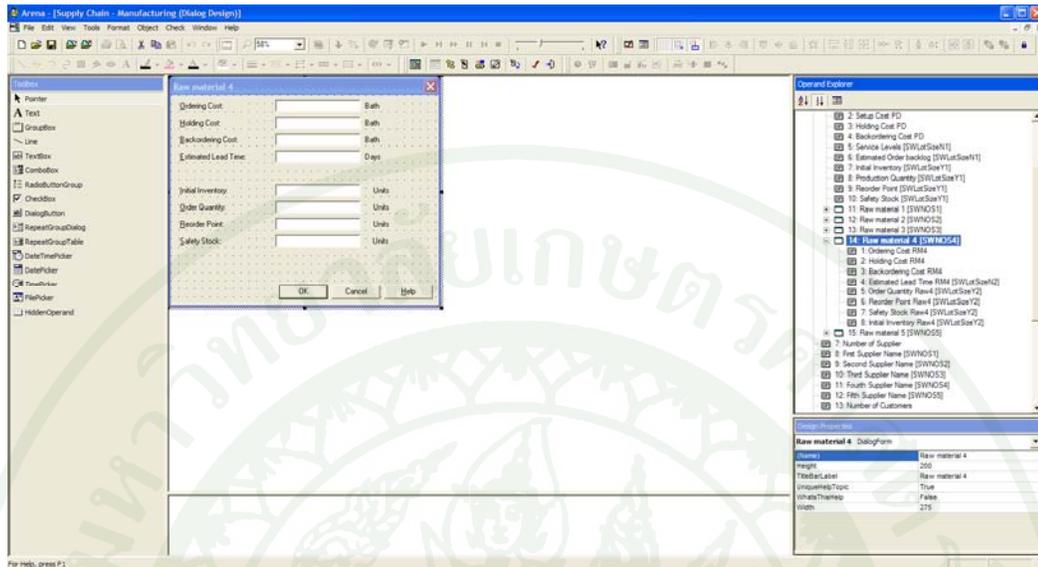
ภาพผนวกที่ ก8 Dialog Design ส่วน Raw material 1 ของโมดูล Manufacturing



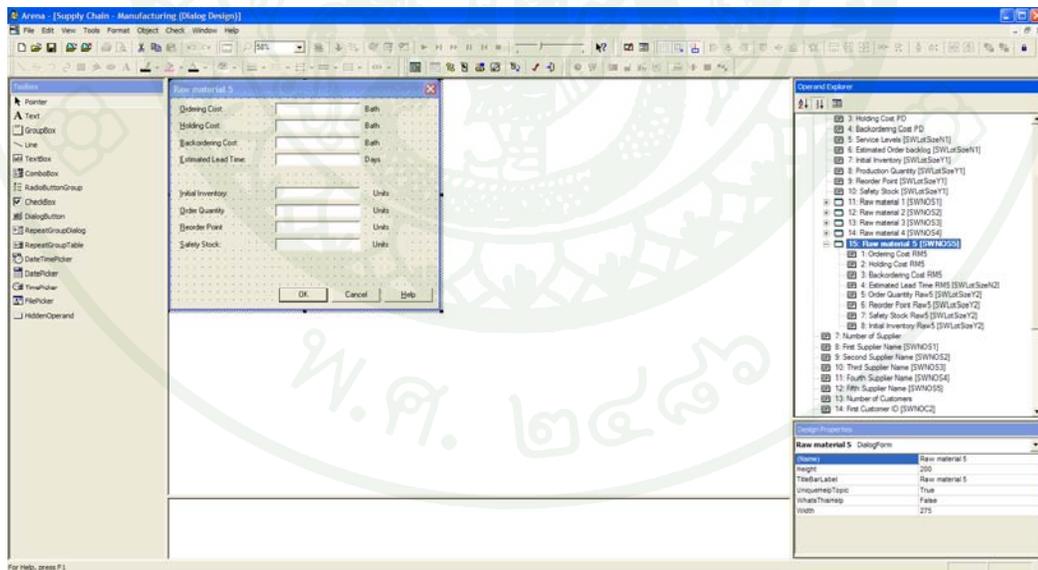
ภาพผนวกที่ 9 Dialog Design ส่วน Raw material 2 ของโมดูล Manufacturing



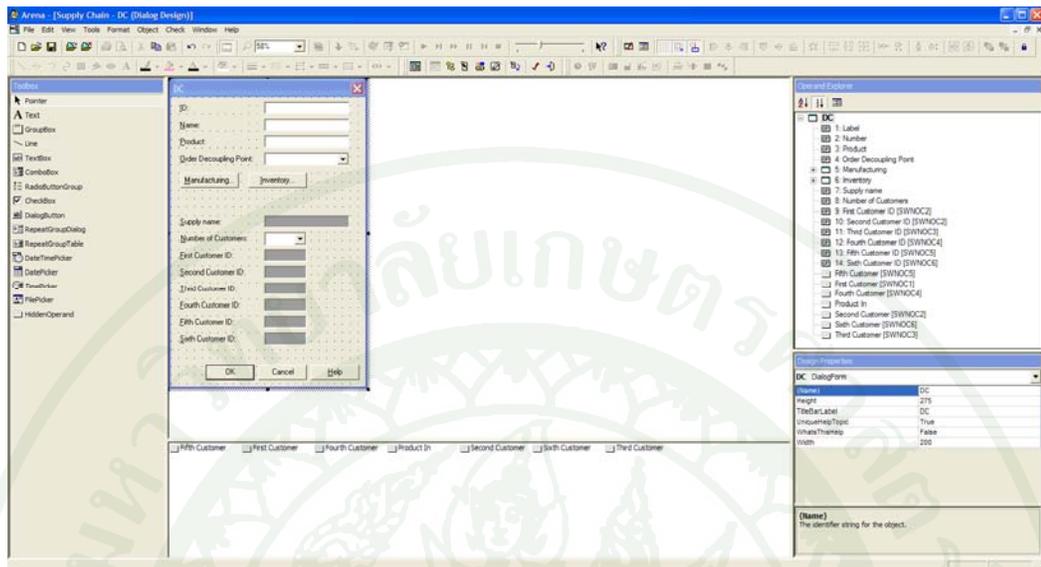
ภาพผนวกที่ 10 Dialog Design ส่วน Raw material 3 ของโมดูล Manufacturing



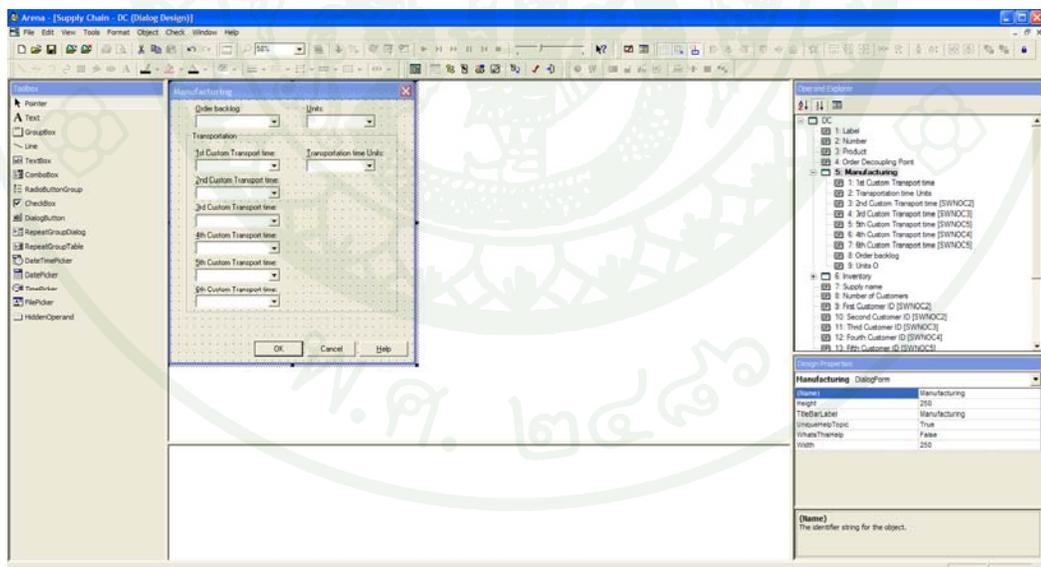
ภาพผนวกที่ ก11 Dialog Design ส่วน Raw material 4 ของโมดูล Manufacturing



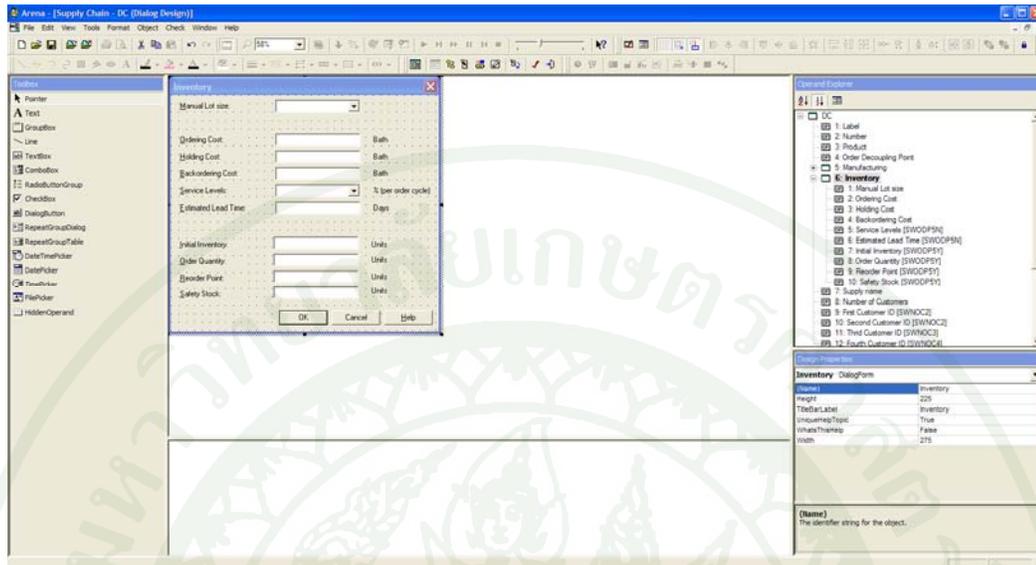
ภาพผนวกที่ ก12 Dialog Design ส่วน Raw material 5 ของโมดูล Manufacturing



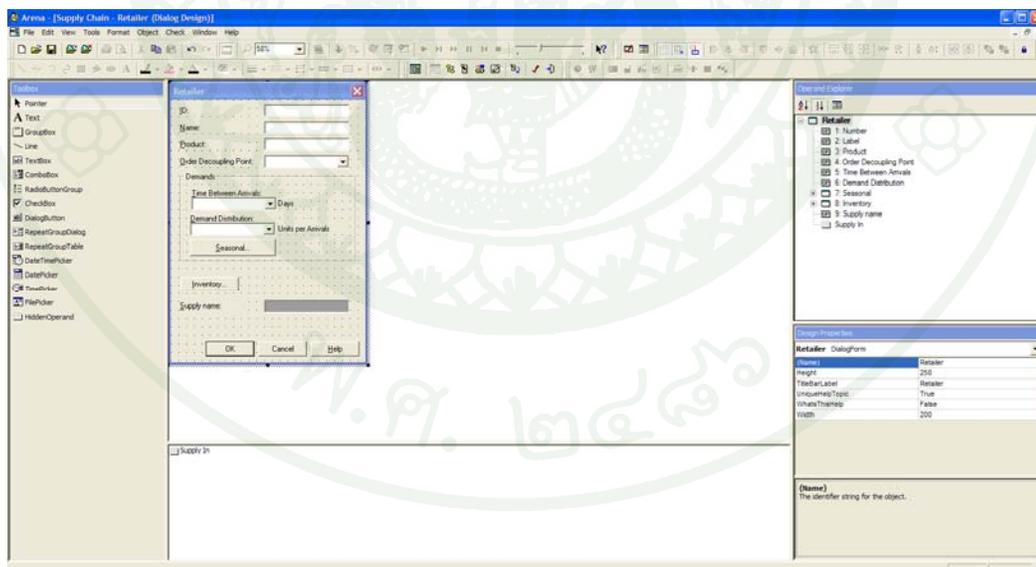
ภาพผนวกที่ ก13 Dialog Design หลักของโมดูล DC



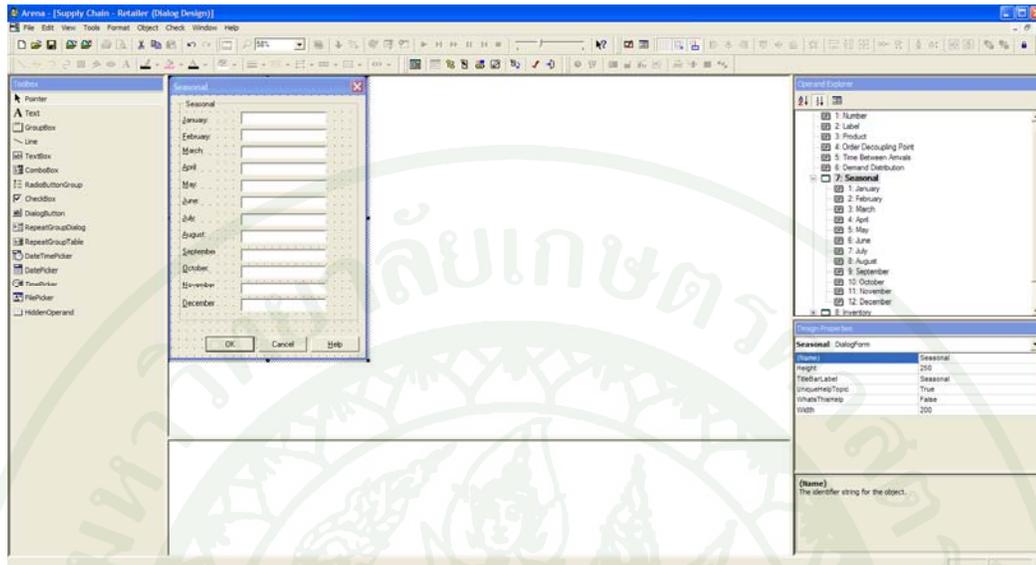
ภาพผนวกที่ ก14 Dialog Design ส่วน Manufacturing ของโมดูล DC



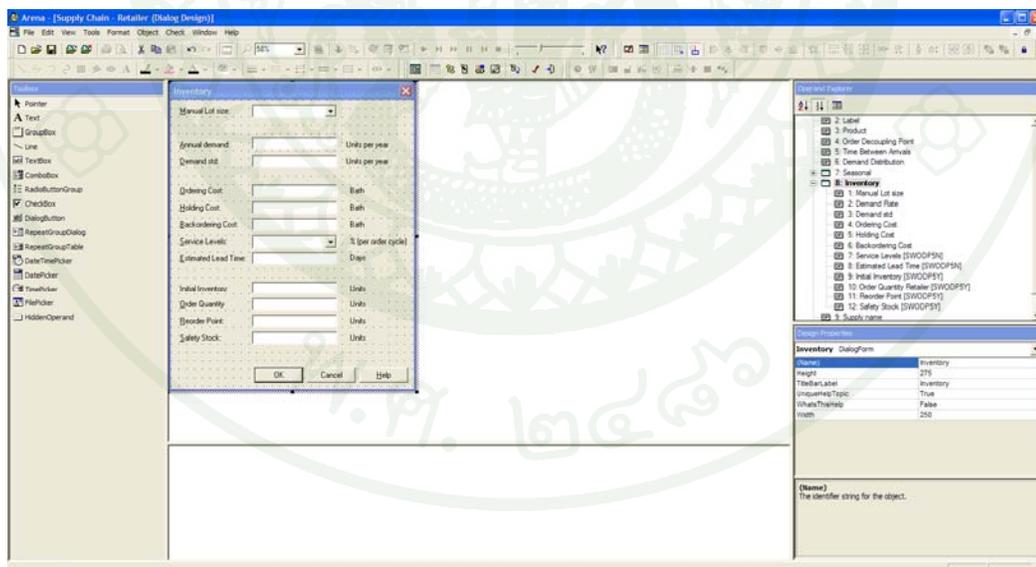
ภาพผนวกที่ ก15 Dialog Design ส่วน Inventory ของโมดูล DC



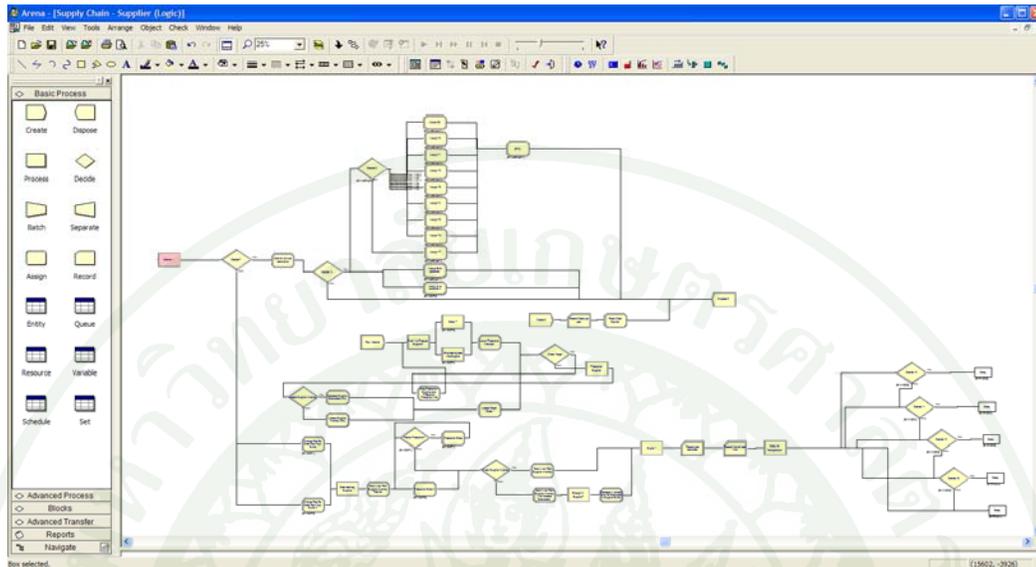
ภาพผนวกที่ ก16 Dialog Design หลักของโมดูล Retailer



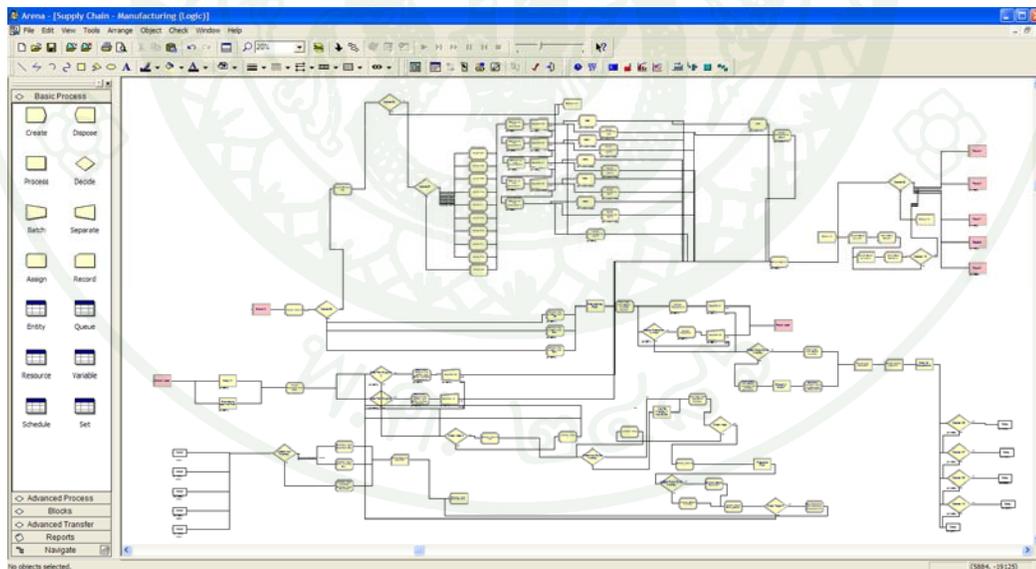
ภาพผนวกที่ ก17 Dialog Design ส่วน Seasonal ของโมดูล Retailer



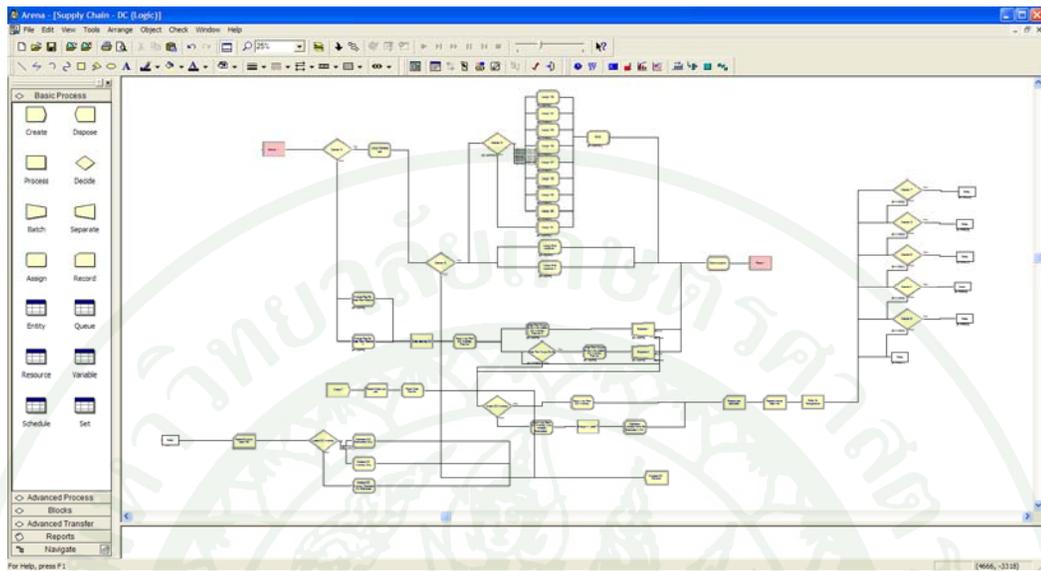
ภาพผนวกที่ ก18 Dialog Design ส่วน Inventory ของโมดูล Retailer



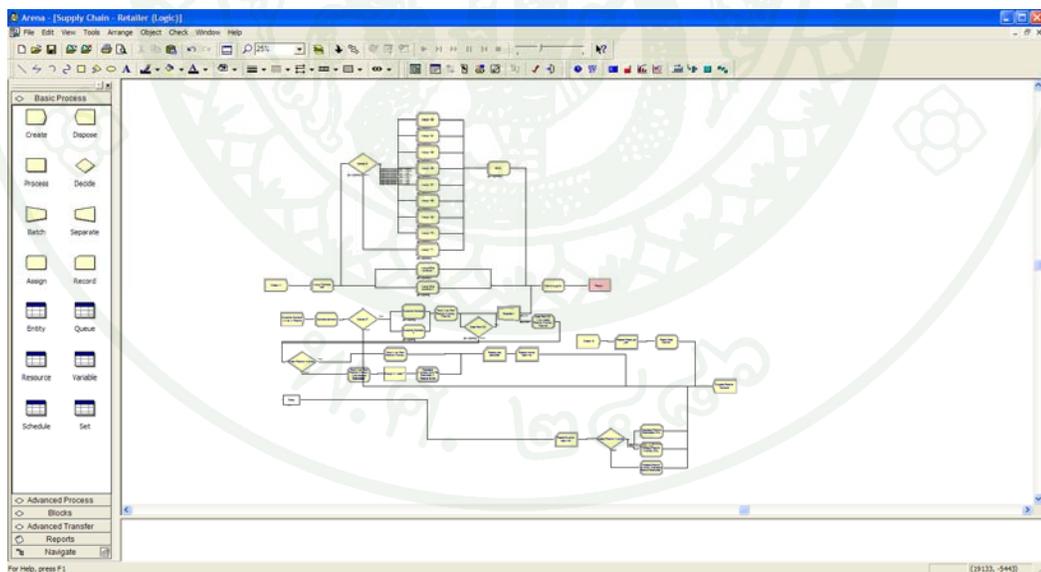
ภาพผนวกที่ ก19 Logic ของ โมดูล Supplier



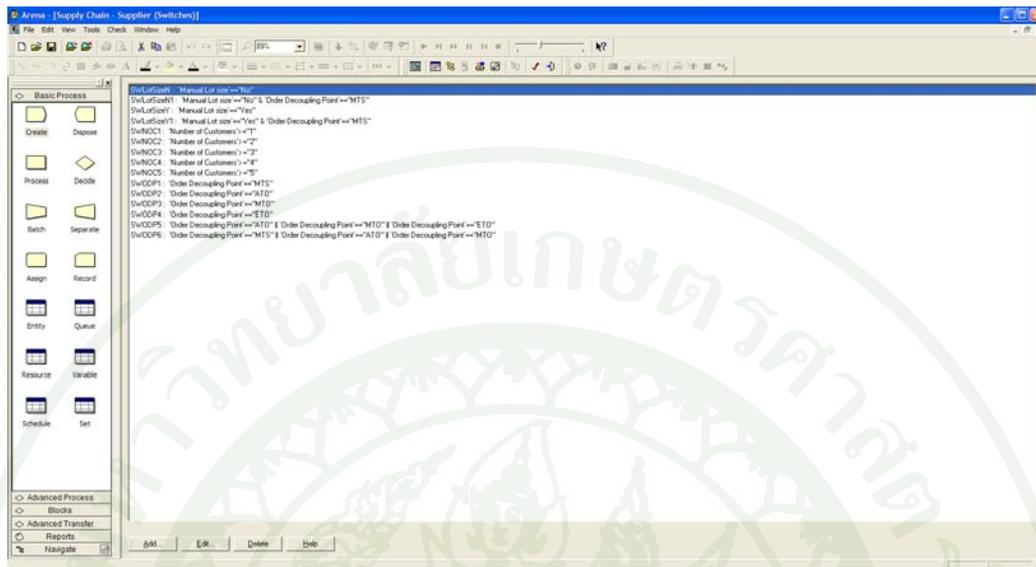
ภาพผนวกที่ ก20 Logic ของโมดูล Manufacturing



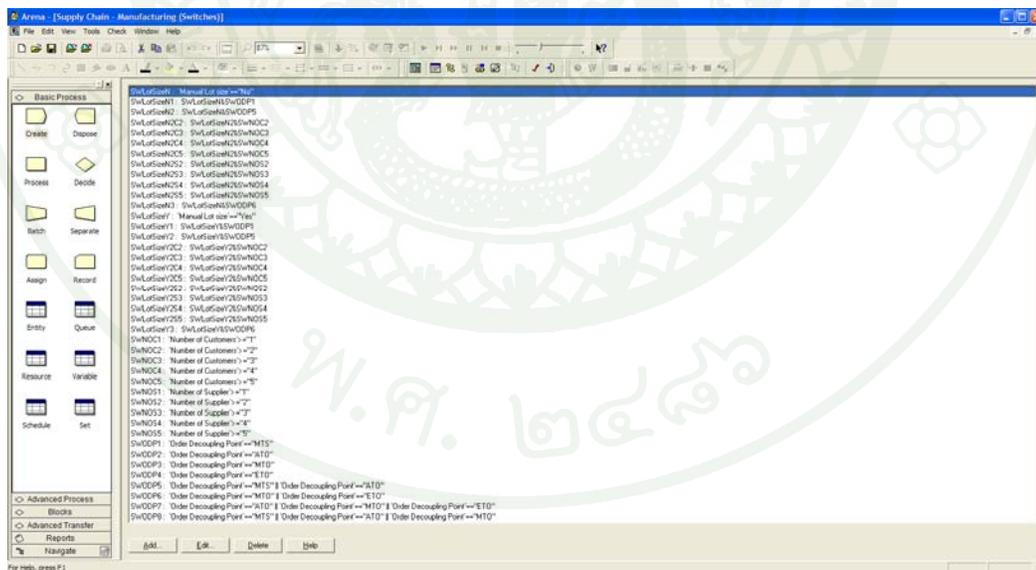
ภาพผนวกที่ ก21 Logic ของโมดูล DC



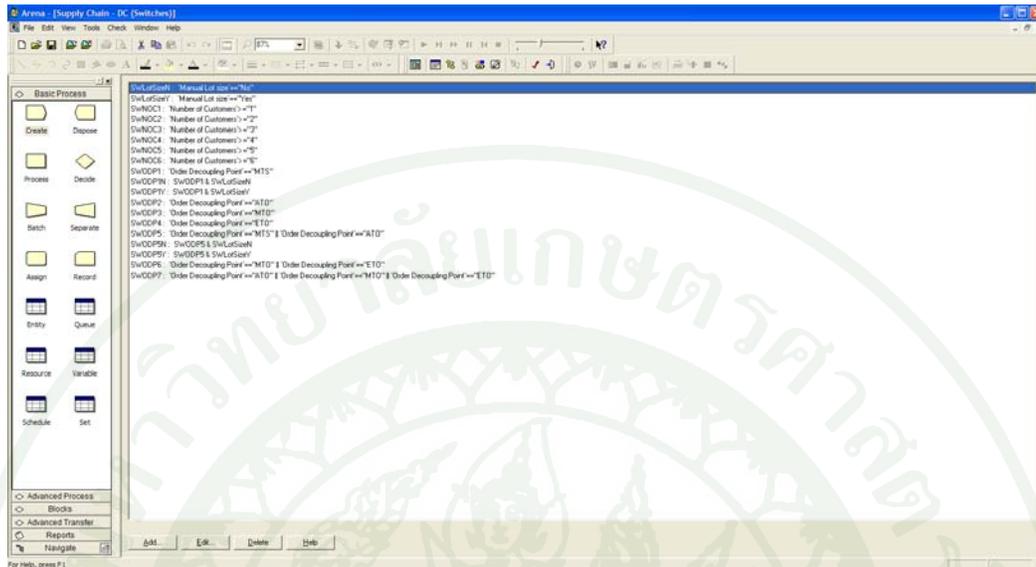
ภาพผนวกที่ ก22 Logic ของโมดูล Retailer



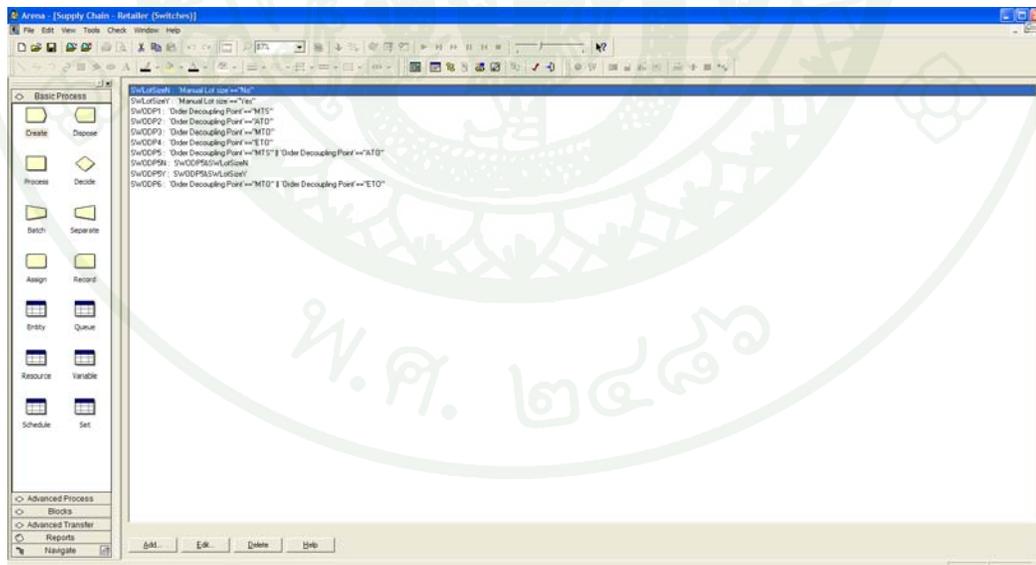
ภาพผนวกที่ ก23 Switches ของโมดูล Supplier



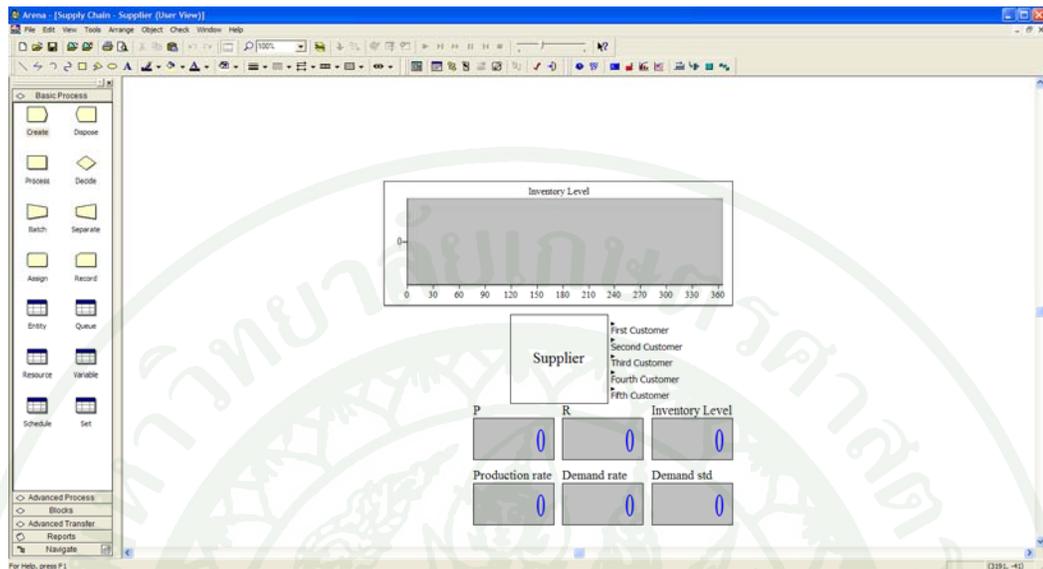
ภาพผนวกที่ ก24 Switches ของโมดูล Manufacturing



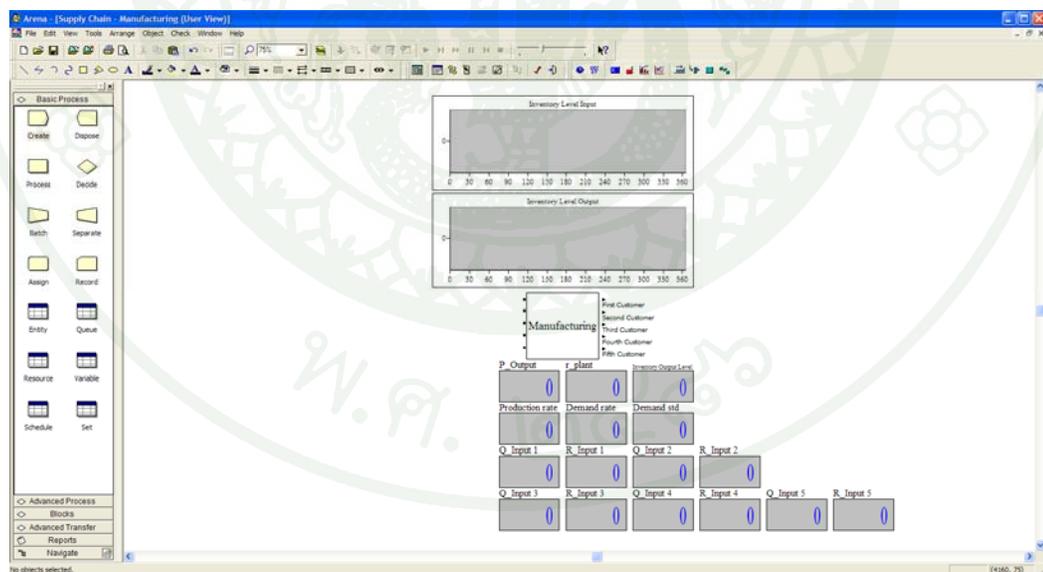
ภาพผนวกที่ ก25 Switches ของโมดูล DC



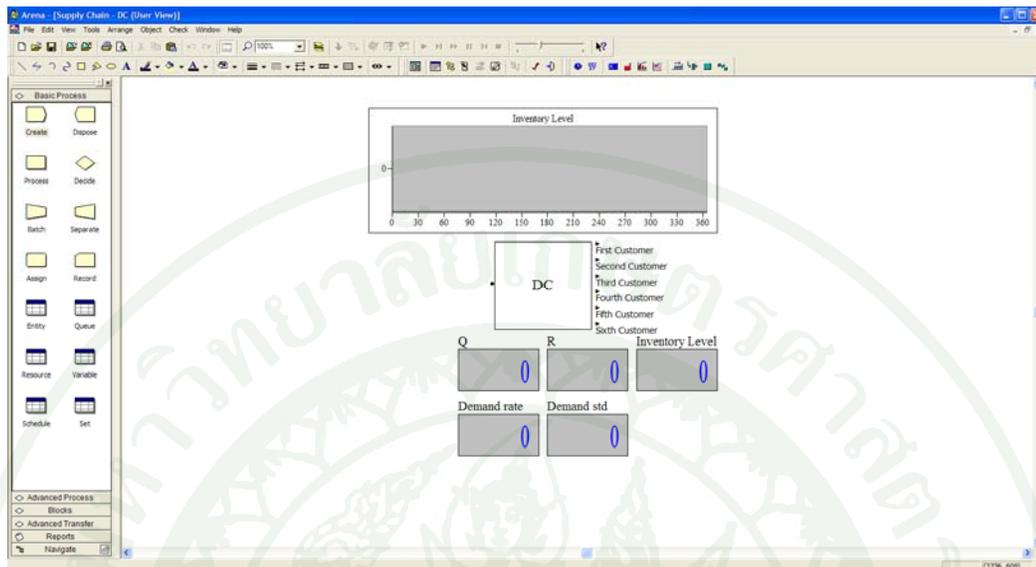
ภาพผนวกที่ ก26 Switches ของโมดูล Retailer



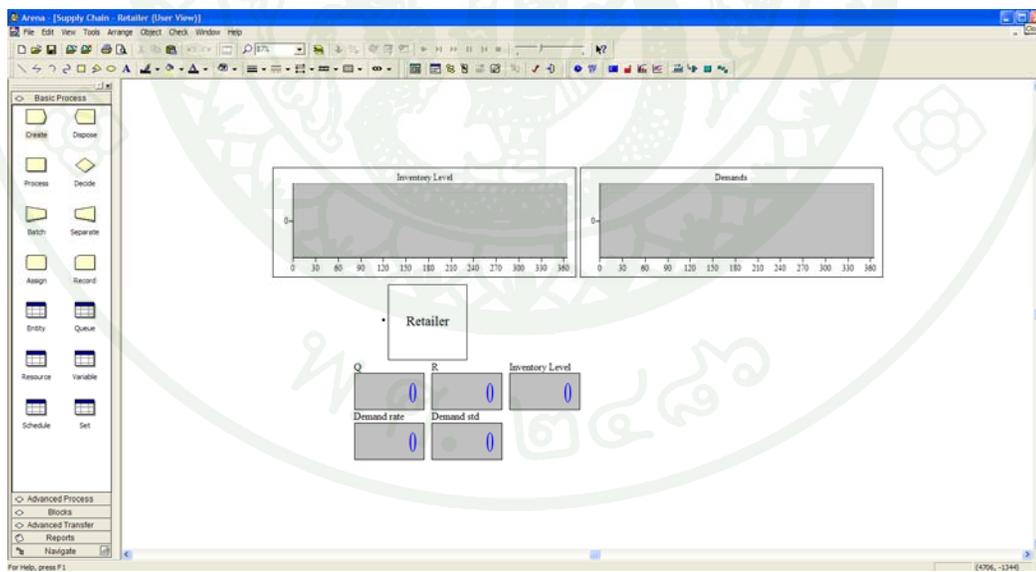
ภาพผนวกที่ ก27 User View ของโมดูล Supplier



ภาพผนวกที่ ก28 User View ของโมดูล Manufacturing



ภาพผนวกที่ ก29 User View ของโมดูล DC

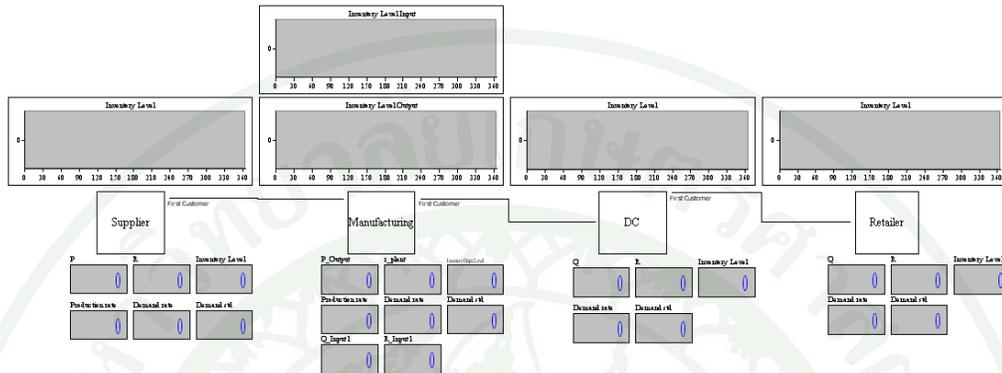


ภาพผนวกที่ ก30 User View ของโมดูล Retailer



ภาคผนวก ข  
การนำเทมเพลตมาใช้ในการวิเคราะห์

### แบบจำลองการตรวจสอบความถูกต้องของเทมเพลต



ภาพผนวกที่ ข1 แบบจำลองของการตรวจสอบความถูกต้อง

**Supplier** ✖

ID:

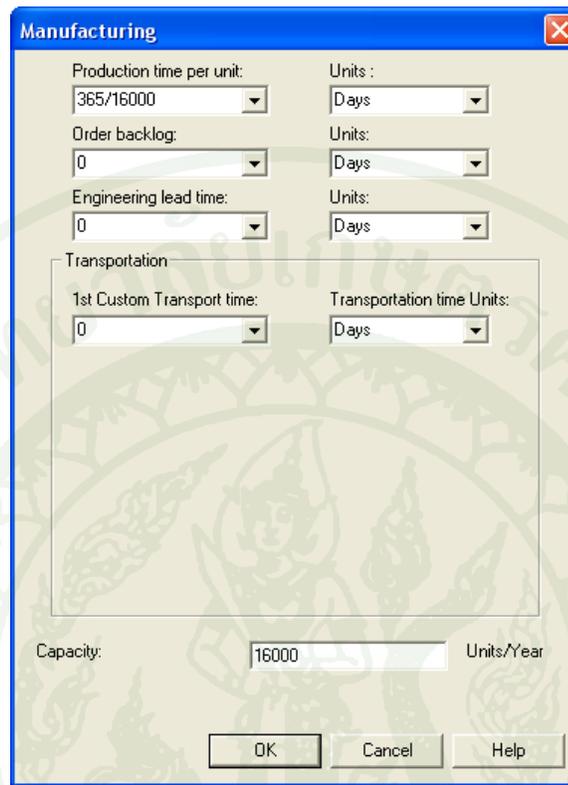
Name:

Product:

Order Decoupling Point:

Number of Customers:

ภาพผนวกที่ ข2 การป้อนข้อมูลของโมดูลซัพพลายเออร์



**Manufacturing**

Production time per unit: 365/16000 Units: Days

Order backlog: 0 Units: Days

Engineering lead time: 0 Units: Days

Transportation

1st Custom Transport time: 0 Transportation time Units: Days

Capacity: 16000 Units/Year

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ๓ การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูลซัพพลายเออร์



**Inventory**

Manual Lot size: No

Setup Cost: 15 Bath

Holding Cost: 0.75 Bath

Backordering Cost: 1.5 Bath

Service Levels: 99.9 % (per order cycle)

Estimated Order backlog: 0 Days

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ๔ การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูลซัพพลายเออร์

Manufacturing

ID: 1

Name: Manufacturing

Product: xxxxx

Order Decoupling Point: MTS

Manufacturing... Inventory...

Supply

Number of Supplier: 1

First Supplier Name: Supplier

Demand

Number of Customers: 1

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข5 การป้อนข้อมูลของโมดูลโรงงานผลิต

Manufacturing

Production time per unit: 365/16000 Units : Days

Order backlog: 0 Units: Hours

Engineering lead time: 0 Units: Hours

Transportation

1st Custom Transport time: 0 Transportation time Units: Days

Capacity: 16000 Units/Year

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข6 การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูลโรงงานผลิต

ภาพผนวกที่ ข7 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังส่วนผลิตภัณฑ์ของ โมดูลโรงงานผลิต

ภาพผนวกที่ ข8 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังส่วนวัตถุดิบของ โมดูลโรงงานผลิต

DC

ID: 1

Name: DC

Product: xxxxx

Order Decoupling Point: MTS

Manufacturing... Inventory...

Supply name: Manufacturing

Number of Customers: 1

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข9 การป้อนข้อมูลของโมดูลศูนย์กระจายสินค้า

Manufacturing

Order backlog: 0 Units: Days

Transportation

1st Custom Transport time: 0 Transportation time Units: Days

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข10 การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูลศูนย์กระจายสินค้า

**Inventory**

Manual Lot size: No

Ordering Cost: 30 Bath

Holding Cost: 3 Bath

Backordering Cost: 5 Bath

Service Levels: 99.9 % (per order cycle)

Estimated Lead Time: 0 Days

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข11 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูลศูนย์กระจายสินค้า

**Retailer**

ID: 1

Name: Retailer

Product: xxxxx

Order Decoupling Point: MTS

Demands

Time Between Arrivals: 365/8000 Days

Demand Distribution: 1 Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: DC

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข12 การป้อนข้อมูลของโมดูลผู้ค้าปลีก

The screenshot shows a dialog box titled "Inventory" with the following fields and values:

Field	Value	Unit
Manual Lot size	No	
Annual demand	8000	Units per year
Demand std	0	Units per year
Ordering Cost	15	Bath
Holding Cost	6	Bath
Backordering Cost	10	Bath
Service Levels	99.9	% (per order cycle)
Estimated Lead Time	0	Days

Buttons: OK, Cancel, Help

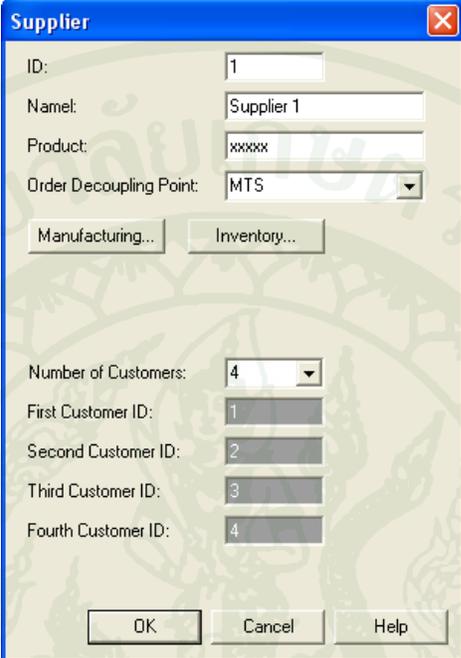
### ภาพผนวกที่ ข13 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูลผู้ค้าปลีก

โดยการตรวจสอบความถูกต้องของการคำนวณปริมาณสินค้าคงคลัง กระทำโดยการกำหนดให้มีอัตราความต้องการของลูกค้าที่และเข้ามาครั้งละ 1 หน่วย ผู้วิจัยจึงได้ใช้วิธีการกำหนดกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ดังนี้

- สินค้าคงคลังของมอดูลผู้ค้าปลีกตรวจสอบความถูกต้องโดยการกำหนดกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ของทั้ง 4 โมดูลเท่ากับ Make-to-Stock
- สินค้าคงคลังของโมดูลศูนย์กระจายสินค้าตรวจสอบความถูกต้องโดยการกำหนดกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ของโมดูลซัพพลายเออร์, โรงงานผลิต, ศูนย์กระจายสินค้าเท่ากับ Make-to-Stock และโมดูลผู้ค้าปลีกเท่ากับ Make-to-Order
- สินค้าคงคลังส่วนผลิตภัณฑ์ของโมดูลโรงงานผลิตตรวจสอบความถูกต้องโดยการกำหนดกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ของโมดูลซัพพลายเออร์, โรงงานผลิตเท่ากับ Make-to-Stock โมดูลศูนย์กระจายสินค้า, โมดูลผู้ค้าปลีกเท่ากับ Make-to-Order

- สินค้าคงคลังส่วนวัตถุดิบของโมดูลโรงงานผลิตตรวจสอบความถูกต้องโดยการกำหนดกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ของโมดูลซัพพลายเออร์เท่ากับ Make-to-Stock โมดูลโรงงานผลิตเท่ากับ Assemble-to-Order โมดูลศูนย์กระจายสินค้า, โมดูลผู้ค้าปลีกเท่ากับ Make-to-Order
- สินค้าคงคลังส่วนผลิตภัณฑ์ของโมดูลซัพพลายเออร์ตรวจสอบความถูกต้องโดยการกำหนดกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ของโมดูลซัพพลายเออร์เท่ากับ Make-to-Stock โมดูลโรงงานผลิต, โมดูลศูนย์กระจายสินค้าและโมดูลผู้ค้าปลีกเท่ากับ Make-to-Order

แบบจำลองซึ่งประกอบด้วยซัพพลายเออร์ 1 หน่วยและผู้ค้าปลีก 4 หน่วย



Supplier

ID: 1

Name: Supplier 1

Product: xxxxx

Order Decoupling Point: MTS

Manufacturing... Inventory...

Number of Customers: 4

First Customer ID: 1

Second Customer ID: 2

Third Customer ID: 3

Fourth Customer ID: 4

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข14 การป้อนข้อมูลของโมดูล Supplier 1

**Manufacturing**

Production time per unit: 0 Units: Hours

Order backlog: 0 Units: Days

Engineering lead time: 0 Units: Days

Transportation

1st Custom Transport time: 1 Transportation time Units: Days

2nd Custom Transport time: 1

3rd Custom Transport time: 1

4th Custom Transport time: 1

Capacity: 0 Units/Year

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข15 การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูล Supplier 1

**Inventory**

Manual Lot size: Yes

Setup Cost: 0 Bath

Holding Cost: 0 Bath

Backordering Cost: 0 Bath

Initial Inventory: 40 Units

Production Quantity: 40 Units

Reorder Point: 4 Units

Safety Stock: 0 Units

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข16 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูล Supplier 1

**Retailer**

ID: 1

Name: Retailer 1

Product: xxxxx

Order Decoupling Point: MTS

Demands

Time Between Arrivals: EXPO(1,1) Days

Demand Distribution: 1 Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: Supplier 1

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข17 การป้อนข้อมูลของโมดูล Retailer 1

**Retailer**

ID: 2

Name: Retailer 2

Product: xxxxx

Order Decoupling Point: MTS

Demands

Time Between Arrivals: EXPO(1,2) Days

Demand Distribution: 1 Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: Supplier 1

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข18 การป้อนข้อมูลของโมดูล Retailer 2

**Retailer**

ID: 3

Name: Retailer 3

Product: xxxxx

Order Decoupling Point: MTS

Demands

Time Between Arrivals: EXPO(1,3) Days

Demand Distribution: 1 Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: Supplier 1

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข19 การป้อนข้อมูลของโมดูล Retailer 3

**Retailer**

ID: 4

Name: Retailer 4

Product: xxxxx

Order Decoupling Point: MTS

Demands

Time Between Arrivals: EXPO(1,4) Days

Demand Distribution: 1 Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: Supplier 1

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข20 การป้อนข้อมูลของโมดูล Retailer 4

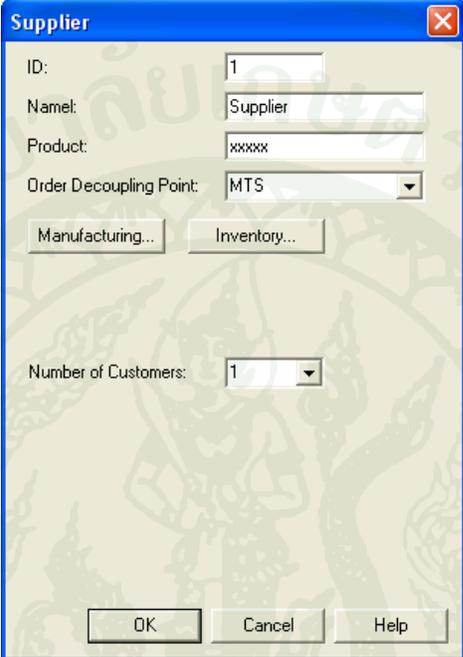
The screenshot shows a dialog box titled "Inventory" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains several input fields and a dropdown menu, all with a light beige background and a blue border. The fields are arranged in a vertical list:

- Manual Lot size:** A dropdown menu currently set to "Yes".
- Annual demand:** A text input field containing "0", followed by the label "Units per year".
- Demand std:** A text input field containing "0", followed by the label "Units per year".
- Ordering Cost:** A text input field containing "0", followed by the label "Bath".
- Holding Cost:** A text input field containing "0", followed by the label "Bath".
- Backordering Cost:** A text input field containing "0", followed by the label "Bath".
- Initial Inventory:** A text input field containing "10", followed by the label "Units".
- Order Quantity:** A text input field containing "10", followed by the label "Units".
- Reorder Point:** A text input field containing "1", followed by the label "Units".
- Safety Stock:** A text input field containing "0", followed by the label "Units".

At the bottom of the dialog, there are three buttons: "OK", "Cancel", and "Help".

ภาพผนวกที่ ข21 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูล Retailer 1, Retailer 2, Retailer 3 และ Retailer 4

## แบบจำลองขนาดเล็ก



Supplier

ID: 1

Name: Supplier

Product: xxxxx

Order Decoupling Point: MTS

Manufacturing... Inventory...

Number of Customers: 1

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข22 การป้อนข้อมูลของโมดูล Supplier

**Manufacturing**

Production time per unit: 365/16000 Units: Days

Order backlog: 0 Units: Days

Engineering lead time: 0 Units: Days

Transportation

1st Custom Transport time: 1 Transportation time Units: Days

Capacity: 16000 Units/Year

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข23 การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูล Supplier

**Inventory**

Manual Lot size: No

Setup Cost: 15 Bath

Holding Cost: 0.75 Bath

Backordering Cost: 1.5 Bath

Service Levels: 99.9 % (per order cycle)

Estimated Order backlog: 0 Days

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข24 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูล Supplier

DC

ID: 1

Name: DC

Product: xxxxx

Order Decoupling Point: MTS

Manufacturing... Inventory...

Supply name: Supplier

Number of Customers: 1

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข25 การป้อนข้อมูลของโมดูล DC

Manufacturing

Order backlog: 0 Units: Days

Transportation

1st Custom Transport time: 1 Transportation time Units: Days

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข26 การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูล DC

**Inventory**

Manual Lot size: No

Ordering Cost: 30 Bath

Holding Cost: 3 Bath

Backordering Cost: 5 Bath

Service Levels: 99.9 % (per order cycle)

Estimated Lead Time: 1 Days

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข27 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูล DC

**Retailer**

ID: 1

Name: Retailer

Product: xxxxx

Order Decoupling Point: MTS

Demands

Time Between Arrivals: 365/8000 Days

Demand Distribution: 1 Units per Arrivals

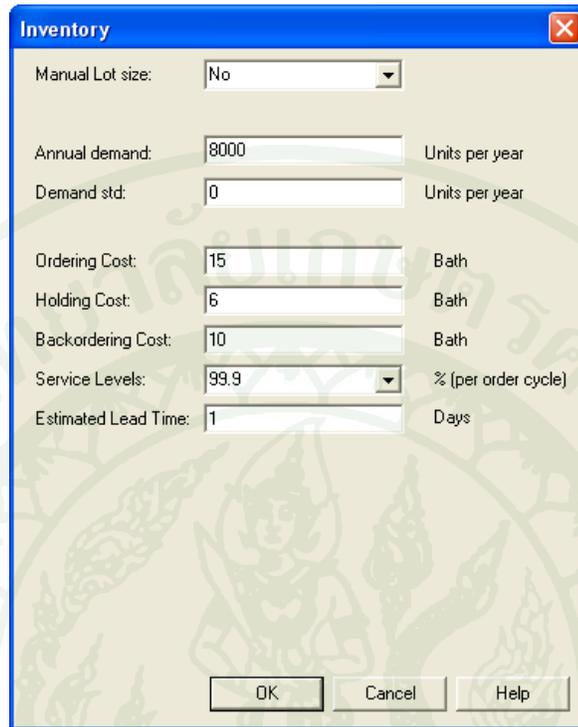
Seasonal...

Inventory...

Supply name: DC

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข28 การป้อนข้อมูลของโมดูล Retailer



Manual Lot size:	No	
Annual demand:	8000	Units per year
Demand std.:	0	Units per year
Ordering Cost:	15	Bath
Holding Cost:	6	Bath
Backordering Cost:	10	Bath
Service Levels:	99.9	% (per order cycle)
Estimated Lead Time:	1	Days

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข29 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังของโมดูล Retailer

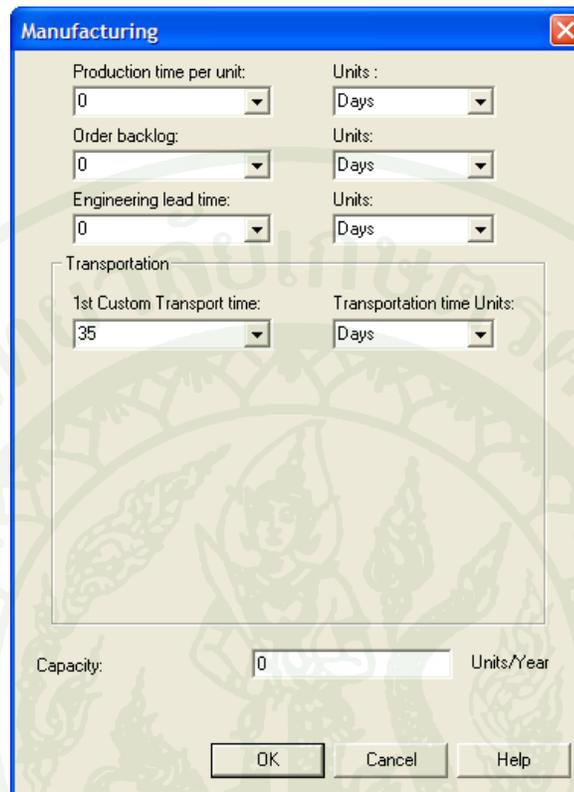
### เครือข่ายขนาดใหญ่ซึ่งใช้กรณีศึกษา Hewlett-Packard: DeskJet Printer Supply Chain

โดยแบบจำลองทำการวิเคราะห์ปัญหาในส่วนของ European DC ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้กำหนดข้อมูลนำเข้าในส่วนของ Supplier 1, Supplier 2, Supplier 3, Supplier 4, IC Mfg, PCAT และ Print Mech Mfg ให้มีกลยุทธ์การวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์เท่ากับ Make-to-Order และมีระยะเวลาในการผลิตและขนส่งเท่ากับ 0 และกำหนดค่าของ FAT European DC และ Customer ดังนี้

The screenshot shows a 'Manufacturing' dialog box with the following configuration:

- ID: 4
- Name: FAT
- Product: All
- Order Decoupling Point: MTS
- Buttons: Manufacturing..., Inventory...
- Supply section:
  - Number of Supplier: 3
  - First Supplier Name: PCAT
  - Second Supplier Name: Print Mech Mfg
  - Third Supplier Name: Supplier 4
- Demand section:
  - Number of Customers: 1
- Buttons: OK, Cancel, Help

ภาพผนวกที่ ข30 การป้อนข้อมูลของโมดูล FAT



Manufacturing

Production time per unit: 0 Units : Days

Order backlog: 0 Units: Days

Engineering lead time: 0 Units: Days

Transportation

1st Custom Transport time: 35 Transportation time Units: Days

Capacity: 0 Units/Year

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข31 การป้อนข้อมูลด้านการผลิตและการขนส่งของโมดูล FAT

DC

ID: 1

Name: European DC

Product: All

Order Decoupling Point: MTS

Manufacturing... Inventory...

Supply name: FAT

Number of Customers: 1

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข32 การป้อนข้อมูลของโมดูล European DC

Inventory

Manual Lot size: Yes

Ordering Cost: 0 Bath

Holding Cost: 120 Bath

Backordering Cost: 0 Bath

Initial Inventory: 121 Units

Order Quantity: 49 Units

Reorder Point: 49 Units

Safety Stock: 72 Units

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข33 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ A ของโมดูล European DC

**Inventory**

Manual Lot size: Yes

Ordering Cost: 0 Bath

Holding Cost: 120 Bath

Backordering Cost: 0 Bath

Initial Inventory: 935 Units

Order Quantity: 485 Units

Reorder Point: 485 Units

Safety Stock: 450 Units

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข34 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ AA ของโมดูล European DC

**Inventory**

Manual Lot size: Yes

Ordering Cost: 0 Bath

Holding Cost: 120 Bath

Backordering Cost: 0 Bath

Initial Inventory: 30652 Units

Order Quantity: 18266 Units

Reorder Point: 18266 Units

Safety Stock: 12386 Units

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข35 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ AB ของโมดูล European DC

**Inventory**

Manual Lot size: Yes

Ordering Cost: 0 Bath

Holding Cost: 120 Bath

Backordering Cost: 0 Bath

Initial Inventory: 5230 Units

Order Quantity: 2656 Units

Reorder Point: 2656 Units

Safety Stock: 2574 Units

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข36 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ AQ ของโมดูล European DC

**Inventory**

Manual Lot size: Yes

Ordering Cost: 0 Bath

Holding Cost: 120 Bath

Backordering Cost: 0 Bath

Initial Inventory: 9711 Units

Order Quantity: 4856 Units

Reorder Point: 4856 Units

Safety Stock: 4855 Units

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข37 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ AU ของโมดูล European DC

**Inventory**

Manual Lot size: Yes

Ordering Cost: 0 Bath

Holding Cost: 120 Bath

Backordering Cost: 0 Bath

Initial Inventory: 583 Units

Order Quantity: 355 Units

Reorder Point: 355 Units

Safety Stock: 228 Units

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข38 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์ AY ของโมดูล European DC

**Inventory**

Manual Lot size: Yes

Ordering Cost: 0 Bath

Holding Cost: 120 Bath

Backordering Cost: 0 Bath

Initial Inventory: 40414 Units

Order Quantity: 26664 Units

Reorder Point: 26664 Units

Safety Stock: 13750 Units

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข39 การป้อนข้อมูลด้านสินค้าคงคลังผลิตภัณฑ์รวมของโมดูล European DC

**Retailer**

ID: 1

Name: Customer

Product: A

Order Decoupling Point: MTO

Demands

Time Between Arrivals: 7 Days

Demand Distribution: NORM( 9.8 , 15.6, 1 ) Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: European DC

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข40 การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ A ของโมดูล Customer

**Seasonal**

Seasonal

January:	1.42
February:	2.13
March:	0.50
April:	1.13
May:	0.00
June:	0.21
July:	0.47
August:	1.28
September:	1.98
October:	0.99
November:	1.89
December:	0.00

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข41 การป้อนข้อมูลตัวคูณผลิตภัณฑ์ A ของ โมดูล Customer

**Retailer**

ID: 1

Name: Customer

Product: AA

Order Decoupling Point: MTO

Demands

Time Between Arrivals: 7 Days

Demand Distribution: NORM(97, 98.1) Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: European DC

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข42 การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ AA ของโมดูล Customer

**Seasonal**

Seasonal

January:	0.97
February:	1.54
March:	0.50
April:	0.21
May:	1.03
June:	1.94
July:	1.02
August:	1.50
September:	1.09
October:	0.65
November:	0.95
December:	0.61

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข43 การป้อนข้อมูลตัวคูณผลิตภัณฑ์ AA ของโมดูล Customer

**Retailer**

ID: 1

Name: Customer

Product: AB

Order Decoupling Point: MTO

Demands

Time Between Arrivals: 7 Days

Demand Distribution: NORM( 3653.1 , 2702; ) Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: European DC

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข44 การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ AB ของโมดูล Customer

**Seasonal**

Seasonal

January:	1.22
February:	0.70
March:	1.25
April:	1.28
May:	0.84
June:	0.67
July:	0.39
August:	0.92
September:	1.50
October:	0.62
November:	1.30
December:	1.32

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข45 การป้อนข้อมูลตัวคูณผลิตภัณฑ์ AB ของโมดูล Customer

**Retailer**

ID: 1

Name: Customer

Product: AQ

Order Decoupling Point: MTO

Demands

Time Between Arrivals: 7 Days

Demand Distribution: NORM( 531 , 561.3.1 ) Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: European DC

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข46 การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ AQ ของโมดูล Customer

**Seasonal**

Seasonal

January:	2.07
February:	0.85
March:	0.44
April:	1.02
May:	0.73
June:	0.23
July:	1.00
August:	0.89
September:	0.78
October:	1.29
November:	1.74
December:	0.95

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข47 การป้อนข้อมูลตัวคูณผลิตภัณฑ์ AQ ของโมดูล Customer

**Retailer**

ID: 1

Name: Customer

Product: AU

Order Decoupling Point: MTO

Demands

Time Between Arrivals: 7 Days

Demand Distribution: NORM( 971.1 , 1059.1 ) Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: European DC

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข48 การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ AU ของโมดูล Customer

**Seasonal**

Seasonal

January:	1.78
February:	1.17
March:	1.26
April:	0.02
May:	0
June:	1.19
July:	1.04
August:	1.21
September:	1.02
October:	1.46
November:	1.08
December:	0.76

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข49 การป้อนข้อมูลตัวคูณผลิตภัณฑ์ AU ของโมดูล Customer

**Retailer**

ID: 1

Name: Customer

Product: AY

Order Decoupling Point: MTO

Demands

Time Between Arrivals: 7 Days

Demand Distribution: NORM(70.8, 49.5, 1) Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: European DC

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข50 การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ AY ของโมดูล Customer

**Seasonal**

Seasonal

January:	1.23
February:	1.00
March:	0.71
April:	0.66
May:	0.81
June:	1.58
July:	0.53
August:	1.18
September:	1.25
October:	0.76
November:	0.81
December:	1.47

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข51 การป้อนข้อมูลตัวคูณผลิตภัณฑ์ AY ของโมดูล Customer

**Retailer**

ID: 1

Name: Customer

Product: All

Order Decoupling Point: MTO

Demands

Time Between Arrivals: 7 Days

Demand Distribution: NORM( 5332.8,2999.5) Units per Arrivals

Seasonal...

Inventory...

Supply name: European DC

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข52 การป้อนข้อมูลผลิตภัณฑ์ทั้งหมดของโมดูล Customer

**Seasonal**

Seasonal

January:	1.40
February:	0.82
March:	1.15
April:	1.00
May:	0.68
June:	0.75
July:	0.58
August:	0.98
September:	1.33
October:	0.84
November:	1.29
December:	1.17

OK Cancel Help

ภาพผนวกที่ ข53 การป้อนข้อมูลตัวคูณผลิตภัณฑ์ทั้งหมดของโมดูล Customer

## ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ -นามสกุล	นายธนพันธ์ คงทอง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 14 เมษายน 2527
สถานที่เกิด	จังหวัดกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (วิศวกรรมอาหาร) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	ได้รับรางวัลรองชนะเลิศการแข่งขันสร้างแบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอาร์น่า (ARENA Simulation) ครั้งที่ 3
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	