

การตรวจเอกสาร

ความหมายของการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์ (Simulation) คือกระบวนการออกแบบแบบจำลอง (Model) ของระบบการทำงานจริง (Real system) เพื่อเรียนรู้พฤติกรรมของกระบวนการและเพื่อประเมินผลของการประยุกต์ใช้วิธีการ (Strategies) ต่างๆ ในการดำเนินงานของระบบภายใต้ข้อกำหนดที่วางไว้ วิธีการแก้ปัญหาทางวิศวกรรมที่มีความจำเป็นต้องสร้างแบบจำลองเพื่อเป็นตัวแทนของระบบงานที่กำลังศึกษา สามารถแบ่งประเภทของแบบจำลองได้ดังนี้

1. แบบจำลองทางกายภาพ (Physical Models) คือ แบบจำลองที่มีรูปร่างเหมือนระบบงานจริง อาจเป็นแบบจำลองระบบจริงใน 1 มิติ 2 มิติ และ 3 มิติ เป็นต้น ตัวอย่างแบบจำลองทางกายภาพ ได้แก่ การเขียนแบบทางวิศวกรรม (AUTO CAD)

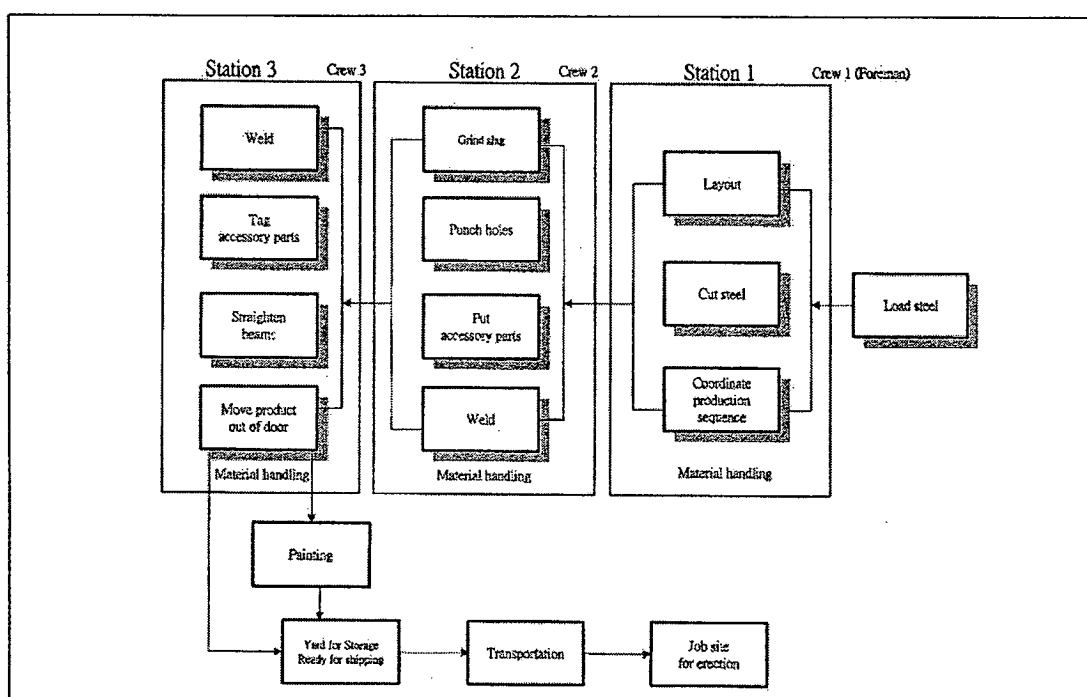
2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Models) คือ แบบจำลองที่ใช้สมการทางคณิตศาสตร์ แทนระบบงานที่กำลังศึกษา

3. แบบจำลองสถานการณ์ (Simulation Model) คือ แบบจำลองที่สร้างขึ้นโดยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้มีหลักการและขั้นตอนการทำงานใกล้เคียงกับระบบการทำงานจริง โดยสามารถเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ผลกระทบที่มีต่อระบบที่กำลังศึกษา

การประยุกต์ใช้แบบจำลองเพื่อศึกษากระบวนการทำงาน

Huang, Seong and Russell (2004) ได้ทำการศึกษากระบวนการทำงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปที่ทำจากเหล็ก เพื่อหาระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน (Time Study) และสร้างโครงข่ายความสัมพันธ์ของงานโดยใช้แบบจำลอง Arena โรงงานจะประกอบด้วยสถานีการผลิตทั้งหมด 3 สถานี โดยที่ในแต่ละสถานีจะประกอบด้วยกิจกรรมย่อยๆ 16 กิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 1 โดยที่กิจกรรมดังกล่าวกำหนดระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตงานที่มีการกระจายตัวในรูปแบบต่างๆ ดังแสดงในตารางที่ 1 ผลจากการจำลองเหตุการณ์ ทำให้ทราบถึงอัตราการผลิต (Productivity) สูงสุดที่ได้จากการกำหนดจำนวนงาน (Batch size) ขนาดต่างๆ ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในแต่ละสถานี

จากนั้นนักวิจัยได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบการดำเนินการติดตั้งโครงสร้างเหล็ก โดยมีข้อแตกต่างใน ด้านรูปแบบของสัญญาระหว่าง ออกแบบ/ทำสัญญา/ก่อสร้าง (Design/Bid/Build) และ ออกแบบ/ ก่อสร้าง (Design/Build) โดยใช้แบบจำลอง CYCLONE ในการจำลองการดำเนินงานติดตั้ง เสา (Column), คาน (Beam) และพื้น (Deck) โดยการทำงานประกอบด้วยเครื่องจักร 1.crane 2.forklift 3.groundman 4.ironworkers และ 5.space ผลที่ได้จากแบบจำลอง สามารถบอกได้ถึงอัตราการผลิ ตรวมถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในดำเนินงานในแต่ละงาน



ภาพที่ 1 ขั้นตอนการทำงานในโรงงานผลิตชิ้นส่วน โครงสร้างสำเร็จรูปที่ทำจากเหล็ก

ที่มา: Huang, Seong and Russell (2004)

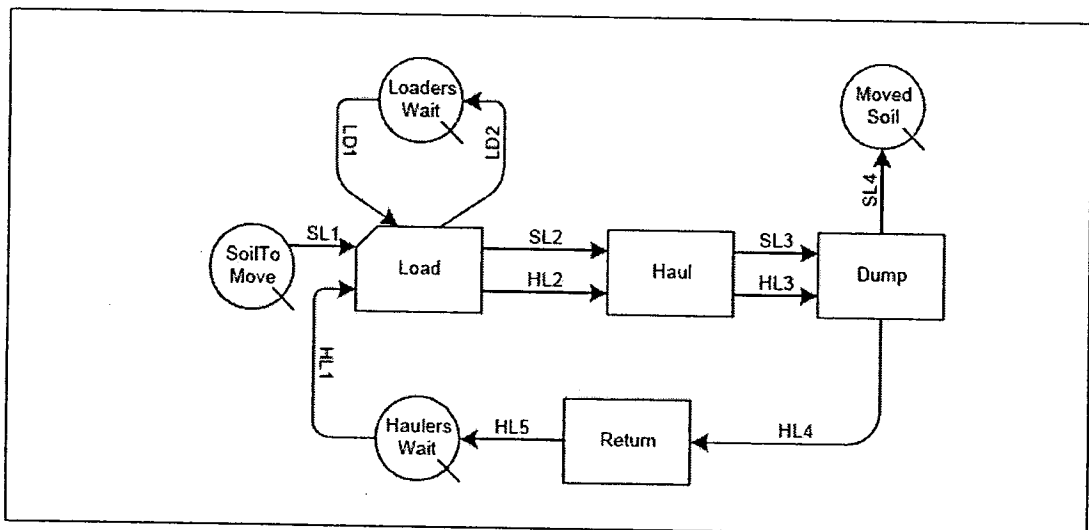
ตารางที่ 1 ระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมในโรงงานผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป

ลำดับ	กิจกรรม	ระยะเวลา (นาที)			ชนิด	สมการ
		เฉลี่ย	SD	CV		
1	Load steel	1.55	0.403	26.01%	Exponential	EXPO(1.55)
	Layout	6.27	1.524	24.31%	Exponential	EXPO(6.27)
	Cut/Cope	4.36	3.115	71.52	Exponential	EXPO(4.36)
	Coordinate	1.03	1.470	143.43	Exponential	EXPO(1.03)
	Grid slag	1.62	0.818	50.48	Normal	NORM(1.62,0.803)
2	Punch holes	1.65	4.162	252.99%	Beta	1+13+BETA(0.498,1.25)
	Put Accessory	0.21	0.099	48.46	Determinitic	0.21
	Weld(S2)	3.41	1.238	36.30	Triangular	TRIA(2,3.74,6.78)
3	Weld(S3)	2.20	1.904	86.76	Erlang	ERLA(0.955,3)
	Tack weld	1.29	0.614	47.52	Lognormal	0.33+LOGN(0.949,0.525)
	Straighten	3.64	2.205	60.54	Exponential	EXPO(3.64)
	Move out	5.36	2.065	38.52	Exponential	EXPO(5.36/8)
4	Material banding	0.88	0.695	78.69	Lognormal	LOGN(0.9,0.855)
	Material transport	1.24	0.562	45.25	Exponential	0.41+EXPO(0.703)

แบบจำลอง STROBOSCOPE และการประยุกต์ใช้งาน

แบบจำลอง State and Resource Base Simulation of Construction Processes (STROBOSCOPE) เป็นแบบจำลองสถานการณ์ซึ่งคิดค้นโดย Julio C. Martinez ใน ค.ศ. 1996 เป็นแบบจำลองสถานการณ์ ที่ใช้ในการออกแบบกระบวนการก่อสร้าง ประกอบด้วยชุดของโปรแกรมที่สามารถสร้างโครงข่ายความสัมพันธ์ในแต่ละรูปแบบของงาน โดย STROBOSCOPE สามารถที่จะนำความไม่แน่นอนเข้าไปสู่สภาพการทำงานในแบบจำลอง รวมถึงสัดส่วนของทรัพยากรที่ใช้ในการดำเนินงานที่แตกต่างกัน ลักษณะการทำงานของแบบจำลอง STROBOSCOPE เป็นการจำลองสภาพการทำงานที่เคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา ตัวอย่างการวิเคราะห์สภาพการทำงานประกอบด้วย ระยะเวลาที่ใช้ในการทำงาน ลำดับการทำงานของกิจกรรมและจำนวนของทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละสายงาน เป็นต้น ในคู่มือการใช้งานแสดงตัวอย่างการใช้ STROBOSCOPE ในการจำลองเหตุการณ์การขนย้ายดิน โดย

ใช้รถตักดิน (LoadersWait) จำนวน 3 คัน รถบรรทุกดิน (HaulerWait) จำนวน 10 คัน และปริมาณดินที่ต้องการขนส่ง (SoilToMove) คิดเป็นจำนวน 1000 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งใช้รถตักดิน 1 คันและรถบรรทุกดิน 1 คัน กำหนดให้ระยะเวลาในการทำงานทุกกิจกรรมจะมีหน่วยเวลาเดียวกันเป็นนาที (minute) เริ่มจากกิจกรรมตักดิน (Load) ใช้ระยะเวลาซึ่งมีการกระจายตัวแบบ PERT $Pertpg[0.9,2.6,4.5]$ กิจกรรมขนดิน (Haul) ใช้ระยะเวลา ซึ่งมีการกระจายตัวแบบปกติ Normal $[5,1]$ กิจกรรมเทดิน (Dump) ใช้ระยะเวลาคงที่ 0.5 และกิจกรรมรถขนดินวิ่งกลับ (Return) ใช้ระยะเวลาที่มีการกระจายตัวแบบปกติ Normal $[4,1]$ จากข้อมูลนำมาสร้างโครงข่ายความสัมพันธ์ของงานโดยใช้แบบจำลอง STROBOSCOPE ดังแสดงในภาพที่ 2 จากการจำลองเหตุการณ์ตามเงื่อนไขที่กำหนด และหลังจากการทำซ้ำหลายๆครั้งสามารถรู้ผลการดำเนินงานได้เช่น ระยะเวลาขนย้ายดินในแต่ละรอบตั้งแต่กิจกรรมตักดินจนถึงกิจกรรมรถขนดินวิ่งกลับ ระยะเวลารอคอยของรถตักดินรวมถึงรถบรรทุก เป็นต้น โดยแบบจำลอง STROBOSCOPE สามารถวิเคราะห์การดำเนินงานได้หลากหลายประเภท ขึ้นอยู่กับผู้ใช้ที่ต้องนำมาปรับให้เข้ากับระบบการทำงานที่กำลังศึกษา รวมถึงข้อมูลที่ต้องการจากแบบจำลองเพื่อใช้ในการวิเคราะห์สภาพการทำงานได้

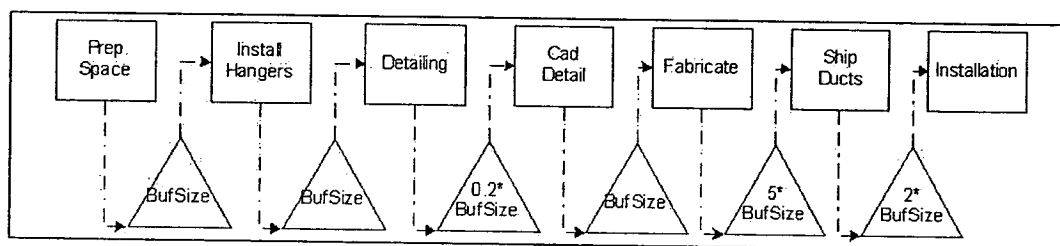


ภาพที่ 2 โครงข่ายการดำเนินงานขนส่งดิน

ที่มา: Martinez (1996)

Alves and Tommelein (2004) ได้ทำการศึกษาการดำเนินงานของผู้รับเหมางานท่อ โดยใช้แบบจำลอง STROBOSCOPE จำลองกระบวนการทำงานของผู้รับเหมางานท่อที่ประกอบด้วยกิจกรรม

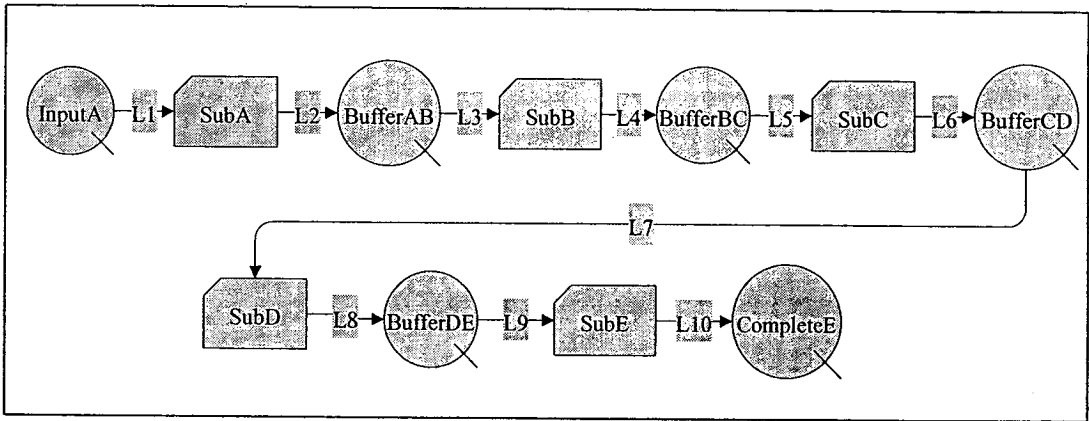
1. Install Hangers 2. Detailing 3. Cad Detail 4. Fabricate 5. Ship Ducts และ 6. Installation ตามลำดับ เพื่อศึกษาพฤติกรรมและอัตราการผลิตในแต่ละกิจกรรม ให้มีการทำงานที่มีความต่อเนื่อง โดยการกำหนดขนาด buffer ขึ้นระหว่างการทำงานในแต่ละกิจกรรมดังแสดงในภาพที่ 3 โดยผลลัพธ์ที่ได้จากแบบจำลองการคิดตั้งต่อจำนวน 1,000 ชิ้น มีการกำหนดขนาด buffer ที่แตกต่างกันตั้งแต่ 20 ถึง 100 ชิ้น จากงานวิจัยนี้สรุปได้ว่าระยะเวลาในการผลิตแปรผันตรงกับจำนวน buffer ที่เพิ่มเข้าไปในการทำงาน เพื่อให้งานมีความต่อเนื่อง



ภาพที่ 3 กระบวนการทำงานของผู้รับเหมางานท่อ

ที่มา: Alves and Tommelein (2004)

Tommelein, Riley and Howell (1999) ได้แสดงให้เห็นถึงผลกระทบจากการทำงานที่ไม่คงที่ ซึ่งวิเคราะห์จากระยะเวลาที่เสร็จโครงการล่าช้าปริมาณงานที่ไม่สามารถทำได้หรืองานค้างระหว่างกิจกรรม และการรอคอยของกลุ่มคนงาน โดยการสร้างแบบจำลองที่เรียกว่า Parade Game ที่มีลักษณะคล้ายกับกระบวนการก่อสร้าง ในการเล่นเกมจะใช้แต้มที่ได้จากการโยนลูกเต๋าเป็นปริมาณงานที่สามารถทำได้ในแต่ละรอบของการทำงานในแต่ละกิจกรรม โดยกำหนดกิจกรรมทั้งหมด 5 กิจกรรม (A,B,C,D,E) แสดงในภาพที่ 4 มีความสัมพันธ์แบบ งานก่อนหน้าต้องเสร็จก่อนงานตามหลังจึงสามารถเริ่มได้ (finish to start) จากปริมาณงานเริ่มต้น 100 หน่วยโดยที่ปริมาณงานที่สามารถทำได้ของกิจกรรม แสดงในตารางที่ 2 จะมีค่าเฉลี่ย (mean) ที่เท่ากันคือ 5 หน่วยต่อรอบ และจะแตกต่างกันที่ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation) ที่มีค่าตั้งแต่ 0,1,2,3,4 ตามลำดับ โดยในแต่ละครั้งที่กิจกรรมทำงานจะใช้เวลาเท่ากับ 50 ดังนั้นระยะเวลาที่เสร็จโครงการ ถ้าทุกกิจกรรมมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0 คือ 1200 และระยะเวลาที่เสร็จโครงการ ถ้าทุกกิจกรรมมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 4 คือ 1700 เป็นต้น



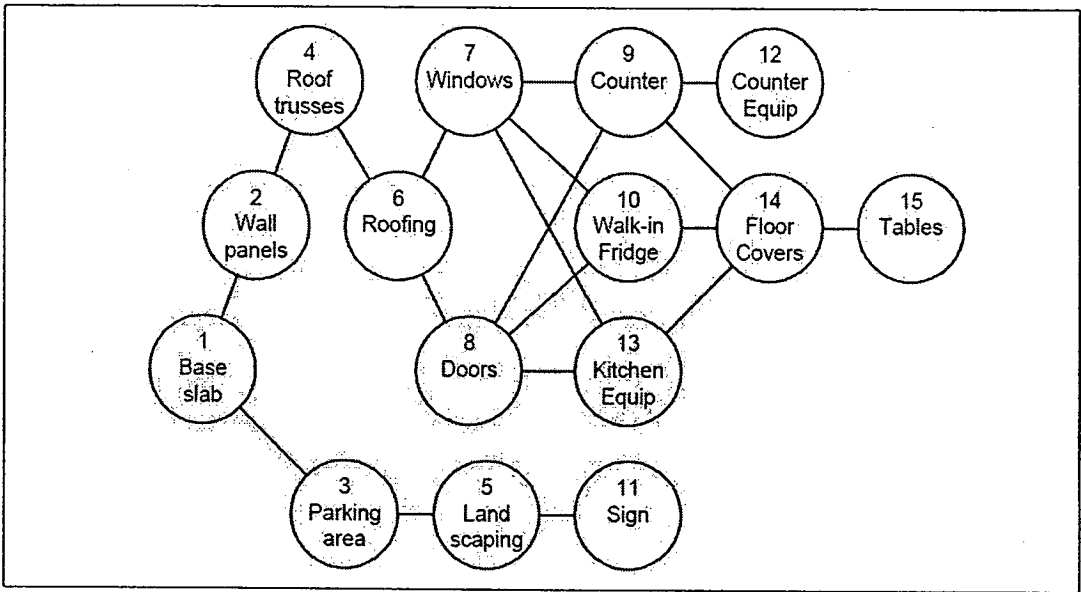
ภาพที่ 4 โครงข่ายความสัมพันธ์ของกิจกรรมใน Parade Game

ที่มา: Tommelein, Riley and Howell (1999)

ตารางที่ 2 ปริมาณงานของแต่ละกิจกรรมใน Parade Game

ชนิด	เลขบนหน้าลูกเต๋า
A	5,5,5,5,5,5
B	4,4,4,6,6,6
C	3,3,3,7,7,7
D	2,2,2,8,8,8
E	1,1,1,9,9,9

Martinez and Ioannou (1996) ได้นำเสนอการวางแผนโครงการก่อสร้างแบบ CPM รวมกับเทคนิคความน่าจะเป็น โดยใช้แบบจำลอง STROBOSCOPE สร้างโครงข่ายเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของกิจกรรมในงานก่อสร้าง จากตัวอย่างโครงการก่อสร้างร้านอาหาร ที่มีกิจกรรมทั้งหมด 15 กิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 5 โดยที่กำหนดระยะเวลาในแต่ละกิจกรรมแบบ PERT ที่ได้จากการเก็บข้อมูลระยะเวลาที่เกิดขึ้นจริง ดังแสดงในตารางที่ 3 ทำการทดลองซ้ำ 1,000 ครั้ง ได้ระยะเวลาโครงการเฉลี่ยเท่ากับ 44.95 วัน และที่เปอร์เซ็นต์ความมั่นใจ 90 % ระยะเวลาโครงการเท่ากับ 44.78 ถึง 45.11 วัน



ภาพที่ 5 โครงข่าย CPM ของโครงการก่อสร้างร้านอาหาร

ที่มา: Martinez and Ioannou (1996)

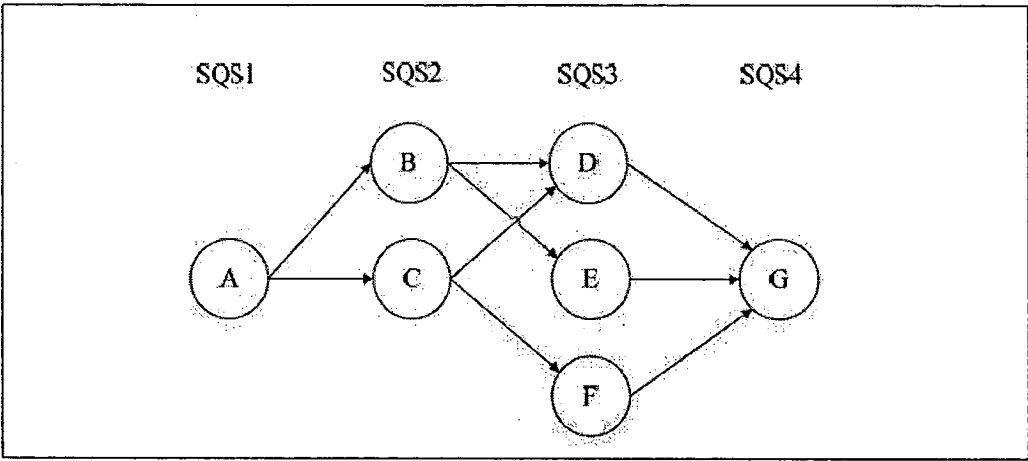
ตารางที่ 3 ระยะเวลาของกิจกรรมในโครงการก่อสร้างร้านอาหาร

ลำดับ	กิจกรรม	ระยะเวลา
1	BaseSlab	Pert[3,6,12]
2	WallPanels	Pert[4,6,9]
3	ParkingArea	Pert[6,15,20]
4	RoofTrusses	Pert[1,2,5]
5	Landscaping	Pert[3,5,10]
6	Roofing	Pert[1,3,5]
7	Windows	Pert[1,2,4]
8	Doors	Pert[1,2,4]
9	Counter	Pert[3,8,10]
10	WIFridge	Pert[2,5,8]
11	Sign	Pert[3,4,6]

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรม	ระยะเวลา
12	CounterEq	Pert[1,2,4]
13	KitchenEq	Pert[4,10,15]
14	FloorCvrngs	Pert[2,4+CntrEqRemDur/2,8]
15	Furnishings	Pert[5,10,15];

Ioannou and Srisuwanrat (2007) ได้ทำการศึกษาเพื่อลดระยะเวลางานของกลุ่มคนงาน โดยใช้แบบจำลอง STROBOSCOPE ในการวิเคราะห์หาระยะเวลางานเฉลี่ยในแต่ละกิจกรรม และระยะเวลาเฉลี่ยของโครงการก่อสร้าง ตัวอย่างที่ใช้ประกอบด้วยหน่วยก่อสร้างจำนวน 4 หน่วย แต่ละหน่วยมีขั้นตอนการทำงานที่ประกอบด้วย 7 กิจกรรม ดังแสดงในภาพที่ 6 โดยที่ทั้ง 4 หน่วยการก่อสร้างมีปริมาณงานก่อสร้างไม่เท่ากัน และกำหนดอัตราการทำงานของกลุ่มคนงานที่มีความแปรปรวนที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4 และ 5 ตามลำดับ โดยในการวิเคราะห์จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน ในขั้นตอนที่ 1 จะทำการหาระยะเวลางานเฉลี่ยของแต่ละกิจกรรมและระยะเวลาเฉลี่ยของโครงการก่อสร้าง โดยที่กิจกรรมแรกไม่เกิดระยะเวลางานของกลุ่มคนงานเกิดขึ้น ส่วนขั้นตอนที่ 2 จะทำการปรับวันเริ่มของกิจกรรม โดยสามารถเลือกจากเปอร์เซ็นต์ความมั่นใจของระยะเวลางานทั้งกิจกรรมรวมกับระยะเวลาเริ่มต้นได้เร็วสุด โดยที่การปรับวันเริ่มของกิจกรรมจะเรียงตามลำดับขั้นตอนหรือที่เรียกว่า sequence steps(SQS) เมื่อทำงานครบทุก SQS ผลที่ได้คือระยะเวลางานรวมเฉลี่ยทุกกิจกรรมลดจาก 225 วัน เหลือ 0 วันและระยะเวลาโครงการเฉลี่ยเพิ่มขึ้นจาก 102 วัน เป็น 123 วัน



ภาพที่ 6 โครงข่าย CPM ของโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำๆ

ที่มา: Ioannou and Srisuwanrat (2007)

ตารางที่ 4 ปริมาณงานในแต่ละหน่วยของทุกกิจกรรมในโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำๆ

ลำดับ	กิจกรรม						
	A	B	C	D	E	F	G
1	100	150	200	150	100	150	50
2	250	100	150	200	150	250	200
3	150	200	50	100	50	50	50
4	200	150	200	150	100	100	150

ตารางที่ 5 อัตราการทำงานในแต่ละกิจกรรมในโครงการก่อสร้างที่มีลักษณะซ้ำๆ

กิจกรรม	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
A	10	1.0
B	20	2.0
C	15	1.5
D	15	1.5

ตารางที่ 5 (ต่อ)

กิจกรรม	ค่าเฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
E	25	2.5
F	15	1.5
G	20	2.0

Ballard (1999) ได้ทำการศึกษาเพื่อปรับปรุงกระบวนการทำงานให้มีความน่าเชื่อถือ โดยใช้วิธีการวัดความน่าเชื่อถือของการทำงานจาก PPC (Percent Plan Complete) ซึ่งคำนวณมาจากจำนวนหรือปริมาณงานที่ทำเสร็จจริง เทียบกับจำนวนงานทั้งหมดที่ได้วางแผนไว้ในแต่ละช่วงเวลา โดยปกติช่วงเวลาจะเป็น 1 ถึง 2 สัปดาห์ จากตัวอย่างโครงการก่อสร้างที่ทำการศึกษา Ballard ได้สรุปสาเหตุที่ทำงานไม่เสร็จตามแผนการ ดังต่อไปนี้ 1. ขาดการตัดสินใจ 2. ขาดการวางแผน 3. ขาดทรัพยากร 4. มีการเปลี่ยนแปลงลำดับการทำงาน 5. เวลาการทำงานไม่พอ 6. การเริ่มงานที่ช้า 7. ความต้องการที่ขัดแย้งกัน 8. เกิดอุบัติเหตุที่ควบคุมไม่ได้ 9. การเปลี่ยนแปลงงาน จากปัญหาดังกล่าว ได้ทำการวัดค่า PPC ได้ 50 % จากนั้นทำการปรับปรุงระบบการทำงาน โดยอาศัยหลักการ Last planner ประกอบด้วยขั้นตอนย่อยคือ 1. Reverse phase scheduling เปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานที่ทำได้จริงกับแผนเดิมกำหนด 2. six week look ahead เป็นการวางแผนงานล่วงหน้า 6 สัปดาห์ 3. Variance analysis ตรวจสอบปัญหาและสาเหตุ ที่ส่งผลให้การทำงานไม่เป็นไปตามแผนการ 4. percent plan complete เป็นการคำนวณสัดส่วนปริมาณงานที่ทำเสร็จเทียบกับแผน ในแต่ละช่วงเวลาหลังจากการประยุกต์ใช้หลักการดังกล่าวพบว่า ได้ค่า PPC สูงขึ้นเป็น 70 %