รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชัยนนท์ ศรีสุภินานนท์. 2535. การออกแบบผังโรงงานเพื่อเพิ่มผลผลิต. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2536. คู่มือการพิมพ์วิทยานิพนธ์. กรุงเทพมหานคร: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์. 2537. วิธีเลือกซื้อจักรยาน. กรุงเทพมหานคร: ชมรมจักรยานเพื่อสุขภาพแห่งประเทศไทย.

บุญวา ธรรมพิทักษ์กุล. 2520. การออกแบบโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. 2533. การออกแบบโรงงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เอกสารประกอบการสอนวิชา 164-404 การออกแบบโรงงานอุตสาหกรรม. (อัดสำเนา).

ราชบัณฑิตยสถาน. 2533. ศัพท์วิศวกรรมอุตสาหการและศัพท์พลังงาน(เฉพาะพลังงานรังสีอาทิตย์และพลังงานลม) ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพมหานคร: ราชบัณฑิตยสถาน.

วิจิตร ตัณฑสุทธิ์, วันชัย ริจิรวนิช, จรูญ มหิทธาฟองกุล และชูเวช ชาญสง่าเวช. 2524. การศึกษาการทำงาน. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. คณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า พ.ศ.2535-2536. คณะอนุกรรมการปรับปรุงศัพท์วิศวกรรมคอมพิวเตอร์และสื่อสารข้อมูล. 2537. ศัพท์เทคนิควิศวกรรมคอมพิวเตอร์. กรุงเทพมหานคร: วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.

วิศิษฐ์ โล้เจริญรัตน์. 2529. การวางแผนการผลิตและการใช้วัสดุสำหรับโรงงานประกอบรถจักรยานยนต์. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เศรษฐกิจการพาณิชย์, กรม. 2533. ประมาณการส่งออก นำเข้า ดุลการค้าและบริการ ปี 2534. กรุงเทพมหานคร: กองวิจัยสินค้าและการตลาด กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์. (เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องเป้าหมายและดุลการค้า พ.ศ. 2534 จัดโดยกรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ กระทรวงพาณิชย์ ระหว่างวันที่ 13 -15 ธันวาคม 2534 ที่โรงแรมแอมบาสซาเดอร์ซิตี้ จอมเทียน จังหวัดชลบุรี)

สมนึก วิสุทธิแพทย์. 2528. การปรับปรุงแผนการผลิตของโรงงานผลิตกระป๋องโลหะขนาดเล็กในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมศักดิ์ ตรีสัตย์. 2531. การออกแบบและวางผังโรงงาน. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

เอนก เชียรถาวร. 2515. แนวทางค้นคว้าเพื่อทำวิจัยและเขียนวิทยานิพนธ์ บทความหรือรายงานประจำภาค. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์อักษรบัณฑิต.

เอกสิน โลหสมบูรณ์. 2532. การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของโรงงานผลิตภาชนะอะลูมิเนียมขนาดเล็กในประเทศไทย. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุตสาหกรรม, กระทรวง. สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. 2526. รายงานภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมผลิตรถจักรยาน. กรุงเทพมหานคร: ฝ่ายนโยบาย 3 กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม สำนักงานปลัดกระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

อุบลรัตน์ อุ่นประเสริฐพงศ์. 2532. ระบบควบคุมการผลิตในอุตสาหกรรมการผลิตรถไถนาขนาดเล็ก. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Adam, Everette E., Jr. and Ebert, Ronald J. 1992. Production and operations management. 5th ed. New Jersey: Prentice-Hall.

Allenbach, Randy and Werner, Mary. 1990. Facility layout program. Computers & Industrial Engineering. 19(1-4): 290-293.

Apple, James M. 1973. Plant layout fundamental. In Bernard T. Lewis and James P. Marron (eds.), Facilities and plant engineering handbook. Section 2 pp. 57-79. New York: McGraw-Hill.

Asean Special. 1992. Cycle Press. No.65 (March 1992): 9-13, 22-23, 30.

Barnes, Ralph M. 1980. Motion and time study: design and measurement of work. 7th ed. Toronto: John Wiley & Sons, 1980.

Boy, Raymond A. 1986. Improving total corperate productivity. New York: Van Nostrand Reinhlod Company.

Buffa, Elwood Spencer, ed. 1966. Readings in production and operations management. New York: John Wiley & Sons.

_____. 1972. Operations management: problem and models. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.

_____. 1977. Modern production management. 5th ed. New York: John Wiley & Sons.

Chang, Yih-Long and Sullivan, Robert S. 1991. Quant sytem version 2.0 [Computer program]. New Jersey: Prentice-Hall.

Charumongkol, Veeravudhi. 1990. Interactive microcomputer graphics methods for smoothing CRAFT layouts. Computers & Industrial Engineerings. 19(1-4): 304-308.

Chen, Chin-Sheng and Kengskool, Khokiat. 1990. An AutoCAD-based expert system for plant layout. Computers & Industrial Engineering. 19(1-4): 299-303.

Dilworth, James B. 1989. Production and operations management. 4th ed. Singapore: McGraw-Hill.

El-Rayah, T.E., Hollier. et al. 1970. A review of plant design technique. The International Journal of Production Research. 8(3). qouted in Hoque, Md. Wahidul. A Plant layout study of a textile mill. Thesis for the degree of Master of Engineering, Asian Institue of Technology, Bangkok, 1980.

Francis, Richard L. and White, John A. 1974. Facility layout and location: an analitical approach. New Jersey: Prentice-Hall.

Galbraith, Lissa and Miller, William. 1990. A multifactor approach to selecting computer generated electronics assembly facility layout. Computers & Industrial Engineering. 18(1): 1-11.

Hales, H. Lee. 1984. Computer-aided facilities planning. Vol. 9: Industrial engineering. New York: Marcel Dekker.

Hoque, Md. Wahidul. 1980. A plant layout study of a textile mill. Thesis for the degree of Master of Engineering, Asian Institute of Technology, Bangkok.

Houshyar, Abdulazim. 1991. Computer aided facility layout: An interactive multi-goal approach. Computers & Industrial Engineering. 20(2): 177-186.

_____. and Dawood, Raad. 1990. Development of an educational facilities layout software. Computers & Industrial Engineering. 19(1-4): 175-179.

Kilbridge, Maurice D. and Wester, Leon 1961. A heuristic method of assembly line balancing. Journal of Industrial Engineering. 8(4). quouted in Buffa, Elwood Spencer. 1972. Operations management: problem and models. 3rd ed. New York: John Wiley & Sons.

King, John Russell. 1975. Production planning and control. Oxford: Pergamon Press.

Marino, John, Lawrence May and Peter Rosten. 1981. John Marino's bicycling book. Los Angleles: J.P.Tarcher.

Mayer, Raymond R. 1982. Production and operations management. 4th ed. Singapore: McGraw-Hill.

Meddleton, Ivor G. (n.d.) A guide for students attempting a higher degree thesis. Brisbane: J.Leutenegger Pty.

Menipaz, Ehud. 1984. Essentials of production and operation management. New Jersey: Prentice-Hall.

Muther, Richard. 1973. Planning for new facilities and modifications to existing facilities. In Bernard T. Lewis amd James P. Marron (eds.), Facilities and plant engineering handbook. Section 3 pp. 18-50. New York: McGraw-Hill.

_____. 1974. Systematic layout planning. 2nd ed. enl. and rev. ed. Boston: Cahners Books.

Reed, Ruddell, Jr. 1961. Plant layout : factors, principles and techniques. Illinois: Richard D. Irwin.

Riggs, James L. 1987. Production systems. 4th ed. Singapore: John Wiley & Sons.

Savsar, Mehmet. 1991. Flexible facility layout by simulation. Computers & Industrial Engineering. 20(1): 155-165.

Smith, Spencer B. 1989. Computer-based production and inventory control. New Jersey: Prentice-Hall.

Stevenson, William J. 1990. Production/operations management. 3rd ed. Singapore: Richard D. Irwin.

Sule, Dileep R. 1994. Manufacturing facilities: location, planning and design. 2nd ed. Boston: PWS Publishing Comapany. (included a 3.5" diskette).

Svestka, Joseph A. 1990. MOCRAFT: A professional quality microcomputer implementation of CRAFT with multiple objectives. Computers & Industrial Engineering. 18(1): 13-22.

Tersine, Richard J. 1980. Production / operations management : concept, structure and analysis. New York: North Holland Inc.

Tompkins, James A. and Moore, James A. 1978. Computer aided layout : A user's guide. Georgia: American Institute of Industrial Engineers.

Tonge, Fred M. 1961. A heuristic problem for assembly line balancing. New Jersey: Prentice-Hall.

Weiss, Howard J. and Gershon, Mark E. 1993. Production and operations management. 2nd ed. Boston: Allyn and Bacon.

White, John A. 1987. Production handbook. 4th ed. Singapore: John Wiley & Sons.

Ziai, M. Reza and Sule, Dileep R. 1991. Computerized facility layout design. Computers & Industrial Engineering. 21(1-4): 385-389.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ก

สรุปผลการจัดทำเวลามาตรฐานในแผนกปั๊มขึ้นรูปและแผนกประกอบ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ก.1 สรุปผลการศึกษาเวลาในแผนกปั๊มขึ้นรูป

ชื่อชิ้นส่วน	HEAD TUBE										
Element Description	Machine code	Average Cycle Time		Rating	Normal Time		Allowance			Std. Time	
		(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1.ตัดท่อ	C2	11.17	0.186	90	10.05	0.17	17	1.71	0.03	11.76	0.20
2. เจาะรูน้ำ 2 รู	P4	9.30	0.155	90	8.37	0.140	14	1.17	0.020	9.54	0.159
3. ลบคม	D4	6.98	0.116	110	7.68	0.128	15	1.15	0.019	8.83	0.147

ชื่อชิ้นส่วน	TOP TUBE										
Element Description	Machine code	Average Cycle Time		Rating	Normal Time		Allowance			Std. Time	
		(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1. ตัดท่อ	C1	8.30	0.138	100	8.30	0.14	16	1.33	0.02	9.63	0.1605
2. ตัดด้าน HT	P10	9.60	0.160	100	9.60	0.160	14	1.34	0.022	10.94	0.1824
3. ตัดด้าน ST	P11	8.68	0.145	100	8.68	0.145	15	1.30	0.022	9.98	0.166
4.เชื่อมจุดติด Stopper	S1	14.34	0.239	80	11.47	0.191	15	1.72	0.029	13.19	0.220
5. เชื่อมทองเหลือง		17.16	0.286	90	15.44	0.257	18	2.78	0.046	18.22	0.304

ชื่อชิ้นส่วน	SEAT TUBE										
Element Description	Machine code	Average Cycle Time		Rating	Normal Time		Allowance			Std. Time	
		(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1. ตัดท่อ	C1	8.30	0.138	100	8.30	0.138	17	1.41	0.024	9.71	0.162
2. ฝาร่องข้อรัด	P5	4.70	0.078	100	4.70	0.078	16	0.75	0.013	5.45	0.091
3. ตัดด้าน BB	P6	9.20	0.153	100	9.20	0.153	15	1.38	0.023	10.58	0.1763
4. เจาะรู 1 รู	D3	9.30	0.155	90	8.37	0.140	14	1.17	0.020	9.54	0.159

ชื่อชิ้นส่วน	DOWN TUBE										
Element Description	Machine code	Average Cycle Time		Rating	Normal Time		Allowance			Std. Time	
		(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1. ตัดท่อ	C3	3.11	0.052	90	2.80	0.047	15	0.42	0.007	3.22	0.054
2. ตัดด้าน BB	P7	9.08	0.151	100	9.08	0.151	14	1.27	0.021	10.35	0.173
3. ตัดด้าน HT	P8	9.37	0.156	100	9.37	0.156	15	1.41	0.023	10.78	0.180
4. เชื่อมจุดติด Stopper		18.83	0.314	80	15.06	0.251	15	2.26	0.038	17.32	0.289
5. เชื่อมทองเหลือง		13.20	0.220	90	11.88	0.198	18	2.14	0.036	14.02	0.234

ตาราง ก.1 (ต่อ)

ชื่อชิ้นส่วน	BB SHELL										
Element Description	Machine code	Average Cycle Time		Rating	Normal Time		Allowance			Std. Time	
		(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1. ปั๊มหมายเลข	N1	9.26	0.154	90	8.33	0.139	15	1.25	0.021	9.57	0.160
2. เจาะรู 1 รู	D1	9.30	0.155	90	8.37	0.140	15	1.26	0.021	9.63	0.160
3. Tapping (ทำเกลียว)	D2	7.20	0.120	90	6.48	0.108	15	0.97	0.016	7.45	0.124

ชื่อชิ้นส่วน	SEAT STAY										
Element Description	Machine code	Average Cycle Time		Rating	Normal Time		Allowance			Std. Time	
		(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1. ตัดท่อ	C5	4.02	0.067	100	4.02	0.067	15	0.60	0.010	4.62	0.077
2. Tapper (ตีเรียว)	R2	15.00	0.250	100	15.00	0.250	17	2.55	0.043	17.55	0.293
3. ตัดแปลงครึ่งเป็นซ้ายขวา	N4	10.00	0.167	100	10.00	0.167	14	1.40	0.023	11.40	0.190
4. Doming(มนปลาย)	DM1	2.98	0.050	110	3.28	0.055	15	0.49	0.008	3.77	0.063
5. เจาะรู(R)	P20	2.11	0.035	100	2.11	0.035	16	0.34	0.006	2.45	0.041
เจาะรู (L)	P22	2.30	0.038	100	2.30	0.038	17	0.39	0.007	2.69	0.045
6. Slotting(ฝาปาก)	C6	3.02	0.050	120	3.62	0.060	19	0.69	0.011	4.31	0.072
7. Forming(Bending)	P18	4.80	0.080	100	4.80	0.080	17	0.82	0.014	5.62	0.094
8.ทับแบนและเจาะรู	P13	5.70	0.095	100	5.70	0.095	15	0.86	0.014	6.56	0.109

ชื่อชิ้นส่วน	CHAIN STAY										
Element Description	Machine code	Average Cycle Time		Rating	Normal Time		Allowance			Std. Time	
		(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1. ตัดท่อ	C5	4.02	0.067	100	4.02	0.067	15	0.60	0.010	4.62	0.077
2. Tapper (ตีเรียว)	R1	15.00	0.250	100	15.00	0.250	17	2.55	0.043	17.55	0.293
3. ตัดแปลงครึ่งเป็นซ้ายขวา	N4	9.95	0.166	100	9.95	0.166	15	1.49	0.025	11.45	0.191
4. Doming(มนปลาย)	DM1	2.93	0.050	110	3.28	0.055	18	0.59	0.010	3.87	0.065
5.ทับแบนและเจาะรู R	P17	2.11	0.035	100	2.11	0.035	16	0.34	0.006	2.44	0.041
เจาะรู (L)	P13	2.30	0.038	100	2.30	0.038	17	0.39	0.007	2.69	0.045
6. Slotting(ฝาปาก) R	C6	3.02	0.038	120	3.62	0.060	19	0.69	0.011	4.31	0.072
Slotting L	C6	2.89	0.038	120	3.46	0.058	19	0.66	0.011	4.12	0.069
7. Forming(Bending)	P14	3.70	0.062	100	3.70	0.062	17	0.63	0.010	4.33	0.072
8. เจาะรูด้านหลบล้อ	P15	2.76	0.046	100	2.76	0.046	16	0.44	0.007	3.20	0.053
9. ตัดปากด้าน BB	P12	3.82	0.064	100	3.82	0.064	16	0.61	0.010	4.43	0.074

ตาราง ก.1 (ต่อ)

ชื่อชิ้นส่วน	SEAT STAY BRIDGE										
Element Description	Machine code	Average Cycle Time		Rating	Normal Time		Allowance			Std. Time	
		(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1. ตัดท่อ	C5	4.02	0.067	100	4.02	0.067	15	0.60	0.010	4.62	0.077
2. เจาะรูยึดเบรค	P3	5.09	0.085	90	4.58	0.076	16	0.73	0.012	5.32	0.089
3. ตัดปาก 2 ด้าน	P2	6.24	0.104	100	6.24	0.104	16	1.00	0.017	7.24	0.121
4. เจาะรู 2 รู	D1	9.30	0.155	90	8.37	0.140	14	1.17	0.020	9.54	0.159

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ก.2 สรุปผลการศึกษาเวลาในส่วน Fork preparing

Element Description	Ave. Time		Rating	Normal Time		Allowance			Standard time	
	(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1.ใส่ Crown cone	1.88	0.03	100	1.88	0.03	17	0.32	0.01	2.19	0.04
2.อัด Crown cone	3.24	0.05	100	3.24	0.05	18	0.58	0.01	3.82	0.06
3.ดึง Pivot cap	5.28	0.09	90	4.75	0.08	13	0.62	0.01	5.37	0.09
4.ตะไบและทาจารบี	49.17	0.82	80	39.34	0.66	13	5.11	0.09	44.45	0.74
5.ติด Cantilever brake	19.56	0.33	90	17.60	0.29	13	2.29	0.04	19.89	0.33
6.ล็อค Bolt ที่ brake	9.26	0.15	90	8.33	0.14	13	1.08	0.02	9.42	0.16
7.ตั้ง Brake shoe	31.22	0.52	90	28.10	0.47	15	4.21	0.07	32.31	0.54
8.รัดยาง Cantilever brake	12.54	0.21	80	10.03	0.17	13	1.30	0.02	11.34	0.19
								รวมเวลาการทำงานต่อหน่วย	128.80	2.15

ตาราง ก.3 สรุปผลการศึกษาเวลาในส่วน Frame preparing

Element Description	Ave. Time		Rating	Normal Time		Allowance			Standard time	
	(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1.อัด Head cup	8.63	0.14	100	8.63	0.14	18	1.55	0.03	10.18	0.17
2.ถอด Pivot	5.28	0.09	90	4.75	0.08	14	0.67	0.01	5.42	0.09
3.ทาจารบี	2.44	0.04	85	2.07	0.03	14	0.29	0.00	2.36	0.04
4.ติด Cantilever	7.54	0.13	85	6.41	0.11	15	0.96	0.02	7.37	0.12
5.ใส่ Washer	3.72	0.06	85	3.16	0.05	14	0.44	0.01	3.60	0.06
6.ยิง Bolt	4.92	0.08	85	4.18	0.07	13	0.54	0.01	4.73	0.08
7.ใส่ Seat pin	8.25	0.14	85	7.01	0.12	15	1.05	0.02	8.06	0.13
8.ขัน Seat pin	2.00	0.03	90	1.80	0.03	14	0.25	0.00	2.05	0.03
								รวมเวลาการทำงานต่อหน่วย	43.78	0.73

ตาราง ก.4 สรุปผลการศึกษาเวลาใน Chainwheel subassembly

สายการประกอบ Cotterless Crank assembly

Element Description	Ave. Time		Rating	Normal Time		Allowance			Standard time	
	(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1.ล้างเกลียว	16.08	0.27	100	16.08	0.27	21	3.38	0.06	19.46	0.32
2.ใส่ BBcup ข้างขวา	18.55	0.31	100	18.55	0.31	18	3.34	0.06	21.89	0.36
3.ใส่ BBcup ด้านซ้ายและ BB axle	36.80	0.61	100	36.80	0.61	18	6.62	0.11	43.42	0.72
4.ใส่ Washer รองด้านซ้าย	9.63	0.16	90	8.67	0.14	15	1.30	0.02	9.97	0.17
5.ใส่ จานโซ่-Crank	19.70	0.33	90	17.73	0.30	16	2.84	0.05	20.57	0.34
								รวมเวลาการทำงานต่อหน่วย	115.30	1.92

สายการประกอบ 1-pcs Crank assembly

Element Description	Ave. Time		Rating	Normal Time		Allowance			Standard time	
	(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1.ประกอบจานโซ่และCrank	12.80	0.21	100	12.80	0.21	13	1.66	0.03	14.46	0.24
2.อัด BB cup	9.57	0.16	100	9.57	0.16	19	1.82	0.03	11.39	0.19
3. ใส่ชุด Chainwheel	43.70	0.73	100	43.70	0.73	17	7.43	0.12	51.13	0.85
								รวมเวลาการทำงานต่อหน่วย	76.98	1.28

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ก.5 สรุปผลการศึกษาเวลาใน Handlebar subassembly

Element Description	Ave. Time		Rating	Normal Time		Allowance			Standard time	
	(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1.ร้อย Handlebar กับ Stem	16.92	0.28	90	15.23	0.25	13	1.98	0.03	17.21	0.29
2.ใส่ Brake lever R	11.43	0.19	90	10.29	0.17	13	1.34	0.02	11.62	0.19
3.ใส่ Brake lever L	3.97	0.07	80	3.18	0.05	13	0.41	0.01	3.59	0.06
4.จัดและขันแน่น Brake lever	14.25	0.24	90	12.83	0.21	14	1.80	0.03	14.62	0.24
5.ใส่ Grip ซ้าย-ขวา	23.26	0.39	85	19.77	0.33	13	2.57	0.04	22.34	0.37
6.พัน Carton 2 ที่	12.72	0.21	85	10.81	0.18	13	1.41	0.02	12.22	0.20
7. ร้อยสายเบรคข้างซ้าย	13.87	0.23	90	12.48	0.21	13	1.62	0.03	14.11	0.24
8. ร้อยสายเบรคข้างขวา	12.93	0.22	90	11.64	0.19	13	1.51	0.03	13.15	0.22
9. ใส่ Shifter ข้างขวา	13.86	0.23	90	12.47	0.21	13	1.62	0.03	14.10	0.23
10.ใส่Shifter ข้างซ้าย	14.46	0.24	90	13.01	0.22	13	1.69	0.03	14.71	0.25
								รวมเวลาการทำงานต่อหน่วย	137.66	2.29

ตาราง ก.6 สรุปผลการศึกษาเวลาใน Small box

Element Description	Ave. Time		Rating	Normal Time		Allowance			Standard time	
	(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1.พับก้นกล่อง	3.96	0.07	90	3.56	0.06	12	0.43	0.01	3.99	0.07
2.ใส่ Seat Post	7.77	0.13	80	6.22	0.10	12	0.75	0.01	6.96	0.12
3.ใส่ Saddle	6.83	0.11	80	5.46	0.09	12	0.66	0.01	6.12	0.10
4.ใส่ Padals และถุงอุปกรณ์	7.50	0.13	85	6.38	0.11	13	0.83	0.01	7.20	0.12
5.พับปากกล่อง	7.76	0.13	85	6.60	0.11	12	0.79	0.01	7.39	0.12
6.เขียนหมายเลข	7.60	0.13	85	6.46	0.11	13	0.84	0.01	7.30	0.12
7.ยกใส่รถเข็น	10.40	0.17	85	8.84	0.15	12	1.06	0.02	9.90	0.17
								รวมเวลาการทำงานต่อหน่วย	48.87	0.81

ตาราง ก.7 สรุปผลการศึกษาเวลาใน Wheel assembly

สำหรับวงล้อขนาด 26"

Element Descnption	Ave. Time		Rating	Normal Time		Allowance			Standard time	
	(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1.ร้อย Spoke ใส่ Hub	56.82	0.95	100	56.82	0.95	13	7.39	0.12	64.21	1.07
2.ยิง Nipple	96.60	1.61	100	96.60	1.61	15	14.49	0.24	111.09	1.85
3.Drilling	41.04	0.68	100	41.04	0.68	14	5.75	0.10	46.79	0.78
4.1Adjusting (ล้อหน้า)	91.70	1.53	100	91.70	1.53	16	14.67	0.24	106.37	1.77
4.2Adjusting (ล้อหลัง)	157.45	2.62	100	157.45	2.62	16	25.19	0.42	182.64	3.04
5.ใส่ Rim tape	6.37	0.11	90	5.73	0.10	13	0.75	0.01	6.48	0.11
6.แก้มัดยางในและถอดcap	6.00	0.10	90	5.40	0.09	13	0.70	0.01	6.10	0.10
7.ใส่ลมยางใน	7.33	0.12	90	6.60	0.11	14	0.92	0.02	7.52	0.13
8.ประกบยางในและยางนอก	9.69	0.16	90	8.72	0.15	14	1.22	0.02	9.94	0.17
9.ใส่ยางนอก	5.70	0.10	90	5.13	0.09	16	0.82	0.01	5.95	0.10
10.ใส่ลม	5.82	0.10	90	5.24	0.09	14	0.73	0.01	5.97	0.10
11.ปิด cap	3.84	0.06	90	3.46	0.06	15	0.52	0.01	3.97	0.07
12.ใส่ Reflector	4.59	0.08	90	4.13	0.07	15	0.62	0.01	4.75	0.08
13.ใส่ Spoke Reflector	4.59	0.08	90	4.13	0.07	15	0.62	0.01	4.75	0.08
14.ใส่ Freewheel	4.80	0.08	90	4.32	0.07	15	0.65	0.01	4.97	0.08
								ล้อหน้า ใช้เวลาผลิตหน่วยละ	379.14	6.32
								ล้อหน้า ใช้เวลาผลิตหน่วยละ	465.13	7.75

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง ก.7 (ต่อ) สรุปผลการศึกษาเวลาใน Wheel assembly

สำหรับวงล้อขนาด 20 "

Element Description	Ave. Time		Rating	Normal Time		Allowance			Standard time	
	(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1.ร้อย Spoke ใส่ Hub	35.88	0.60	100	35.88	0.60	13	4.66	0.08	40.54	0.68
2.ยิง Nipple	67.62	1.13	100	67.62	1.13	15	10.14	0.17	77.76	1.30
3.Drilling	38.58	0.64	100	38.58	0.64	14	5.40	0.09	43.98	0.73
4.Adjusting	40.68	0.68	100	40.68	0.68	16	6.51	0.11	47.19	0.79
5.ใส่ Rim tape	6.05	0.10	90	5.45	0.09	13	0.71	0.01	6.15	0.10
6.แก้มัดยางในและถอด cap	6.00	0.10	90	5.40	0.09	13	0.70	0.01	6.10	0.10
7.ใส่สมยางใน	7.33	0.12	90	6.59	0.11	14	0.92	0.02	7.52	0.13
8.ประกบยางนอกและยางใน	9.69	0.16	90	8.72	0.15	14	1.22	0.02	9.94	0.17
9.ใส่ยางนอก	9.31	0.16	90	8.38	0.14	16	1.34	0.02	9.72	0.16
10.ใส่สม	5.82	0.10	90	5.24	0.09	14	0.73	0.01	5.97	0.10
11.ปิด cap	3.84	0.06	90	3.46	0.06	15	0.52	0.01	3.97	0.07
12.ใส่ reflector	4.59	0.08	90	4.13	0.07	15	0.62	0.01	4.75	0.08
13.ใส่ Spoke Reflector	4.59	0.08	90	4.13	0.07	15	0.62	0.01	4.75	0.08
14.ใส่ Freewheel	4.80	0.08	90	4.32	0.07	15	0.65	0.01	4.97	0.08
				รวมเวลาการทำงานต่อหน่วย					273.33	4.56

หมายเหตุ รถจักรยาน ที่มีวงล้อขนาด 20 นิ้ว ใช้ล้อหน้าและล้อหลังเหมือนกัน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ตาราง ก.8 สรุปผลการศึกษาเวลาในสายประกอบหลัก

Element Description	Ave. Time		Rating	Normal Time		Allowance			Standard time	
	(sec.)	(min.)		(sec.)	(min.)	%	(sec.)	(min.)	(sec.)	(min.)
1.ยกFrame ,ใส่ ลูกปืนและFork	15.40	0.26	90	13.86	0.23	18	2.49	0.04	16.35	0.27
2.ใส่ลูกปืนและ Top head cone	15.25	0.25	100	15.25	0.25	14	2.14	0.04	17.39	0.29
3.ใส่ Wire guide และ Kick stand	13.86	0.23	90	12.47	0.21	15	1.87	0.03	14.35	0.24
4.ใส่ Space washer และลูกปืน	19.92	0.33	110	21.91	0.37	14	3.07	0.05	24.98	0.42
5.ใส่ Safety hook ที่ Fork	14.35	0.24	90	12.92	0.22	15	1.94	0.03	14.85	0.25
6.ใส่ R/ reflec. ,Cap crank L	16.09	0.27	90	14.48	0.24	15	2.17	0.04	16.65	0.28
7.ใส่ R/D และ Cap crank R	13.05	0.22	90	11.75	0.20	14	1.64	0.03	13.39	0.22
7B.ใส่ F/D และ R/D	15.20	0.25	90	13.68	0.23	14	1.92	0.03	15.60	0.26
8.ใส่ล้อหลัง,R/D protector	22.74	0.38	100	22.74	0.38	17	3.87	0.06	26.61	0.44
9.ล็อคแน่น Cap และปรับสมดุลล้อ	16.60	0.28	100	16.60	0.28	17	2.82	0.05	19.42	0.32
10.ใส่โซ่	14.50	0.24	100	14.50	0.24	15	2.18	0.04	16.68	0.28
11.ตั้ง Rear brake กับล้อหลัง	12.60	0.21	100	12.60	0.21	16	2.02	0.03	14.62	0.24
12.หยิบ H/B, ร้อยสายเบรค	20.40	0.34	90	18.36	0.31	16	2.94	0.05	21.30	0.35
13.ร้อยสายเบรคผ่าน TT-ST	17.64	0.29	85	14.99	0.25	15	2.25	0.04	17.24	0.29
14.ร้อยSpeed จากH/B L	22.60	0.38	90	20.34	0.34	15	3.05	0.05	23.39	0.39
15.ร้อยสาย Speed จากH/B R	22.00	0.37	90	19.80	0.33	15	2.97	0.05	22.77	0.38
16.คลายน็อต,ใส่ Casing เข้า R/D	20.80	0.35	85	17.68	0.29	15	2.65	0.04	20.33	0.34
17.ตัดและล็อคสาย F/D,R/D	19.20	0.32	90	17.28	0.29	15	2.59	0.04	19.87	0.33
18.ยิง Cable bridge หลัง	24.65	0.41	85	20.95	0.35	15	3.14	0.05	24.10	0.40
19.ยิง Wire cap 3 จุด	25.15	0.42	85	21.38	0.36	14	2.99	0.05	24.37	0.41
20.ปรับ Speed หลัง	24.90	0.42	90	22.41	0.37	17	3.81	0.06	26.22	0.44
21.คล้องสายเบรคหลัง	12.67	0.21	80	10.14	0.17	15	1.52	0.03	11.66	0.19
22.มัด Handlebar,ล้อหน้า	26.17	0.44	100	26.17	0.44	16	4.19	0.07	30.36	0.51
23.S-clip, Fork protect, จด no.	22.9	0.38	95	21.76	0.36	17	3.70	0.06	25.45	0.42
				รถแบบ 1 Shifter ใช้เวลาผลิตหน่วยละ					462.34	7.71
				รถแบบ 2 Shifter ใช้เวลาผลิตหน่วยละ					464.54	7.74

ภาคผนวก ข

แฟ้มข้อมูลรถจักรยาน MTB ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงล้อ 26 นิ้ว

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

แฟ้มข้อมูลรถจักรยาน MTB ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางวงล้อ 26 นิ้ว ที่ได้แสดงไว้ที่นี้ประกอบด้วย

1. รายการชิ้นส่วน (Parts list) ในรูป ข.1
2. แบบแสดงเส้นทางงาน (Route sheet) ในรูป ข.2
3. แผนภูมิการประกอบ (Assembly chart) ในรูป ข.3
4. แผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน (Operation process chart) ในรูป ข.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

PARTS LIST p.1/3

PRODUCT : MTB 26" MEN 15 SPEED, 1-PCS CRANK, CANTILEVER BRAKE

Model No: 34504 Customer : Chula

Prepared By : SOPANA Checked By :

Date : September 20, 1994 Date:

Part No.	Part Name	Drwg. No.	Quant/ Unit	UOM	Description	Make or Buy	Remarks
1	Frame MTB 26"		1	set	HT(28.6 mm X 31.8 mm X 28.6 mm), ST19"	M	
2	Fork MTB 26"		1	set	Unknown Cantilever 155 mm Dia. 21.1 Raw	B	
3	Tire set						
	3.1 Tire Front		1	pcs.	Tire 26" X 1.75 VRB-039 Black W/Cramwall	B	
	3.2 Tire Rear		1	pcs.	Tire 26" X 1.75 VRB-039 Black W/Cramwall	B	
	3.3 Inner Tube		2	pcs.	Inner Tube 26" X 1.50/1.90/2.0/2.125 American Valve	B	
	3.4 Rim tape		2	pcs	Rim Tape 26"	B	
4	Hub						
	4.1 Front Hub		1	pcs.	Hub 14#36H SF 93W X 130L CP Nut & Washer W/Safety	B	
	4.2 Rear Hub		1	pcs.	Hub 14#36H SF 124W X 170L CP Forge	B	
5	Rim, Nipple & Spoke						
	5.1 Rim		2	pcs.	Rim 26" X 2.125 14# 36 HB-1 7X CP	B	
	5.2 Nipple		72	pcs.	Nipple 14# UCP	B	
	5.3 Spoke Front		36	pcs.	Spoke 14# UCP 264 mm	B	
	Spoke Rear		18	pcs.	Spoke 14# UCP 264 mm	B	
	Spoke Rear for Speed set		18	pcs.	Spoke 14# UCP 260 mm	B	
6	Handlebar		1	pcs.	Handlebar MTB Straight Type 005-8 580 mm Raw	B	
7	Grips		1	pair	Grip Hard Rubber 130mm DL-923 Black	B	
8	Stem set		1	set	Stem NRU-100 Dia. 21.1 (Set) Raw	B	
9	Brake Set						
	9.1 Front Brake		1	pcs.	Brake Cantilever 683P W/ Black Brake Shoe 8	B	
	9.2 Rear Brake		1	pcs.	Brake Cantilever 683P W/ Black Brake Shoe 8	B	
	9.3 Brake Lever L		1	pcs.	Brake Lever MT-373 P Black	B	L to Front
	9.4 Brake Lever R		1	pcs.	Brake Lever MT-373 P Black	B	R to Rear

รูป ข.1 ตัวอย่างรายการชิ้นส่วนของรถจักรยาน MTB ขนาดวงล้อ 26 นิ้ว

PARTS LIST p.2/3

PRODUCT : MTB 26" MEN 15 SPEED, 1-PCS CRANK, CANTILEVER BRAKE

Model No: 34504 Customer : Chula

Prepared By : SOPANA Checked By :

Date : September 20, 1994 Date:

Part No..	Part Name	Drwg. No.	Quant/ Unit	UOM	Description	Make or Buy	Remarks
	9.5 Brake Cable Front		1	pcs.	Brake Cable & Wire Black W/Teflon 11 X 22"	B	
	9.6 Brake Cable Rear		1	pcs.	Brake Cable & Wire Black W/Teflon 17 X 7-1/2 X45"	B	
10	Saddle		1	pcs.	Saddle VL-157 Black	B	
11	Seat Post		1	pcs.	Seat Post Straight 25.4 10" CP	B	
12	Speed Set						
	12.1 Front Derailleur (F/D)		1	pcs.	Derailleur Front FD-TY 15 (Shimano) 1-1/8"	B	
	12.2 Rear Derailleur (R/D)		1	pcs.	Derailleur Rear RD-TY 15 (Shimano) Long cage	B	
	12.3 Shifter Lever L		1	pcs.	Shifter Lever & Wire Thumb Shifter SL-MY 15L Black 61"		
	12.4 Shifter Lever R		1	pcs.	Shifter Lever & Wire Thumb Shifter SL-MY 15R Black 80"	B	
	12.5 Speed Casing L		1	pcs.	Speed Casing Black SIS 11"	B	
	Speed Casing R		2	pcs.	Speed Casing Black SIS 21"	B	
	12.6 R/D Protector		1	pcs.	R/D Protector for Derailleur Steel Short type CP	B	
	12.7 Spoke Protector		1	pcs.	Spoke Protector PVC 5-1/2" (NWR-5003) Clear	B	
13	Freewheel		1	pcs.	Freewheel 5 Speed MF-2015P5 (Shimano) 14-28T Gold	B	
14	Chain		1	pcs.	Chain 408# DID 110L Black	B	
15	Pedals		1	pair	Pedal NW-99B Black 1/2"Axle W/CP8C Reflector	B	
16	Crank Set						
	16.1 Crank		1	pcs.	Crank 6-1/2" 1-pcs CP	B	
	16.2 Chainwheel		1	pcs.	Chainwheel 28/38/48T Black W/O Guard	B	
17	BB Set						
	17.1 BB Parts		1	set	BB Parts 1 piece UCP	B	
18	Head Parts		1	set	Head Parts & Ball Retainer 30mm X 21.1mm CBD Black	B	7 pcs.

รูป ข.1 (ต่อ)

PARTS LIST p.3/3

PRODUCT : MTB 26" MEN 15 SPEED, 1-PCS CRANK, CANTILEVER BRAKE

Model No: 34504 Customer : Chula

Prepared By : SOPANA Checked By :

Date : September 20, 1994 Date:

Part No.	Part Name	Drwg. No.	Quant/ Unit	UOM	Description	Make or Buy	Remarks
19	Protector						
	Protector Frame		2	pcs.	Protector Frame #14	B	
	Protector Fork		1	pcs.	Protector Fork #6	B	
20	S-Clip		1	pcs.	S-Clip PVC Black	B	
21	Wire Guide & Roller		1	pcs.	Wire Guide Nylon YF-006 Black	B	
22	Reflector Set						
	22.1 Reflector Bracket Front		1	pcs.	Reflector Bracket B-10 No Deegree Semi-Gloss Black	B	
	Front Reflector		1	pcs.	Reflector RR-290-BTW(Front) BS-6102/2 W/ Black Housing	B	
	22.2 Reflector Bracket Rear		1	pcs.	Reflector Bracket R-3 No Deegree Semi-Gloss Black	B	
	Rear Reflector		1	pcs.	Reflector RR-290-BTR (Rear) BS-6102/2 W/ Black Housing	B	
	22.3 Reflector Wheel		2	pcs.	Reflector RR-510-WUW (Wheel) BS-6102/2	B	
23	Seat Pin		1	set	Seat Pin M8 X 38 mm Nut &Washer CP	B	
24	Kickstand		1	pcs.	Kickstand Center MTB CP (Single) 280 mm		
25	Decal Set		1	set	MTB 26" Men 15-SPEED TY-15	B	
26	BTC						
	26.1 Hanger		1	pcs.	Hanger Dia. 25.6 X 3.2t Steel Black	B	
27	Bolt & Washer						
	27.1 Bolt Type 1		1	pcs.	Bolt M5 X 10mm UCP	B	
	27.2 Bolt Type 2		1	pcs.	Bolt M6 X 40mm UCP	B	
	27.3 Bolt Type 3		1	pcs.	Bolt M6 X 20 mm UCP	B	
	27.4 Nut Type 1		2	pcs.	Nut M6 X 5t UCP	B	
	27.5 Washer Type 1		2	pcs.	Washer M6 X 1.0 UCP	B	
28	Manual		1	pcs.	Manual SPI/Touring Guide	B	
29	Carton		1	pcs.	Carton SW 131cm X 18cm X 63cm 230A /185A	B	
30	Small Box		1	pcs.	Small Box FFSC 31cm X 9.5 cm X 20.5 cm 125I/125M	B	

รูป ข.1 (ต่อ)

ROUTE SHEET p.1/5

PRODUCT: NO.34504 (3150011) PRODUCT DESCRIPTION : MTB 26" Men ,15 speed, 1-pcs crank, Cantilever brake

PART NAME : HEAD TUBE DRAWING NO. PREPARED BY : DATE :

PART NO. : 1174120 LOT SIZE CHECKED BY : DATE :

OPER. NO.	OPERATION DESCRIPTION	MACHINE		JIG,TOOL,FIXTURE, ETC.	SET UP TIME (min.)	STD. TIME (min.)	MACHINE CAPACITY PER HR. (pcs.)	MATERIAL		PARTS		REMARKS
		CODE	NAME					REQUIREMENT	QUANTITY	REQUIREMENT	QUANTITY	
1	Cut pipe	C2	Hydraulic lathe			0.20	*260.78	Steel pipe	as need			6 m. pipe per 49 pcs.
2	Drill 2 water holes	P4	Drilling M/C									Spec. size (inner O x outer O x l)
3	Shaufer	D4	Crank press			0.15	*351.9					34 mm x 30 mm x 120 mm

PART NAME : TOP TUBE DRAWING NO. PREPARED BY : DATE :

PART NO. : 1050570 LOT SIZE CHECKED BY : DATE :

OPER. NO.	OPERATION DESCRIPTION	MACHINE		JIG,TOOL,FIXTURE, ETC.	SET UP TIME (min.)	STD. TIME (min.)	MACHINE CAPACITY PER HR. (pcs.)	MATERIAL		PARTS		REMARKS
		CODE	NAME					REQUIREMENT	QUANTITY	REQUIREMENT	QUANTITY	
1	Cut pipe	C1	Circular saw			0.16	*315.80	Steel pipe	as need			6 m. per 10 pcs.
2	Press cut for Head tube	P10	Crank press			0.18	328.95					Spec. size (inner O x outer O x l)
3	Press cut for Seat tube	P11	Crank press			0.17	360.65					28.6 mm x 1.2 "x 570 mm
4	Spot Stopper C2 on tube	S2	Spot welding			0.22	272.88			Stopper	2 units	
5	Brassing Stopper					0.30	197.54					

รูป ข.2 แบบแสดงเส้นทางงานของการผลิตตัวถังรถจักรยาน MTB ขนาดวงล้อ 26 นิ้ว

ROUTE SHEET

PRODUCT: NO.34504 (3150011) PRODUCT DESCRIPTION : MTB 26" Men ,15 speed, 1-pcs crank, Cantilever brake

PART NAME : BB SHELL DRAWING NO. PREPARED BY : DATE :

PART NO. : 5035168 LOT SIZE CHECKED BY : DATE :

OPER. NO.	OPERATION DESCRIPTION	MACHINE		JIG,TOOL,FIXTURE, ETC.	SET UP TIME (min.)	STD. TIME (min.)	MACHINE CAPACITY PER HR. (pcs.)	MATERIAL		PARTS		REMARKS
		CODE	NAME					REQUIREMENT	QUANTITY	REQUIREMENT	QUANTITY	
1	Press Number	N1	Hydraulic press			0.16	*315.8	BB shell				Spec. size (inner O x outer O x l)
2	Drilling hole	D1	Drilling M/C			0.16	*285.7					56.5 mm x 51.5 mm x 66 mm
3	Tapping	D2	Drilling M/C			0.12	483.09					

PART NAME : SEAT STAY R-L DRAWING NO. PREPARED BY : DATE :

PART NO. : 1310425 LOT SIZE CHECKED BY : DATE :

OPER. NO.	OPERATION DESCRIPTION	MACHINE		JIG,TOOL,FIXTURE, ETC.	SET UP TIME (min.)	STD. TIME (min.)	MACHINE CAPACITY PER HR. (pcs.)	MATERIAL		PARTS		REMARKS
		CODE	NAME					REQUIREMENT	QUANTITY	REQUIREMENT	QUANTITY	
1	Cut pipe	C5	Circular saw			0.08	*509.11	Steel pipe	as need			6 m. per 7 pcs.(7 units)
2	Tapper	R2	Swebbing M/C			0.29	205.13					Spec. size (inner O x outer O x l)
3	Cut to R and L	N4	Auto. cut M/C			0.19	315.79					15.9 mm x 1.2 ' x 425 mm
4	Doming	DM1	Doming M/C			0.06	954.34					
5	Drill water hole R	P20	Crank press			0.04	1470.83					
5	Drill water hole L	P22	Crank press			0.05	1337.79					
6	Slotting	C6	Slotting M/C			0.07	835.32					
7	Forming (Bending)	P18	Crank press			0.09	641.03					
8	Press end & water hile	P13	Crank Press			0.11	549.20					

รูป ข.2 (ต่อ)

ROUTE SHEET

PRODUCT: NO.34504 (3150011) PRODUCT DESCRIPTION : MTB 26" Men ,15 speed, 1-pcs crank, Cantilever brake

PART NAME : SEAT TUBE DRAWING NO. PREPARED BY : DATE :

PART NO. : 1150475 LOT SIZE CHECKED BY : DATE :

OPER. NO.	OPERATION DESCRIPTION	MACHINE		JIG,TOOL,FIXTURE, ETC.	SET UP TIME (min.)	STD. TIME (min.)	MACHINE CAPACITY PER HR. (pcs.)	MATERIAL		PARTS		REMARKS
		CODE	NAME					REQUIREMENT	QUANTITY	REQUIREMENT	QUANTITY	
1	Cut pipe	C1	Circular saw			0.16	*324.32	Steel pipe	as need			6 m. per 12 pcs.
2	Press cut for Seat clamp	P5	Crank press			0.09	660.31					Spec. size (inner O x outer O x l)
3	Press cut for BB shell	P6	Crank press			0.18	340.26					28.6 mm x 1.2 " x 475 mm
4	Drill water hole	D3	Drilling M/C									

PART NAME : DOWN TUBE DRAWING NO. PREPARED BY : DATE :

PART NO. : 1260600 LOT SIZE CHECKED BY : DATE :

OPER. NO.	OPERATION DESCRIPTION	MACHINE		JIG,TOOL,FIXTURE, ETC.	SET UP TIME (min.)	STD. TIME (min.)	MACHINE CAPACITY PER HR. (pcs.)	MATERIAL		PARTS		REMARKS
		CODE	NAME					REQUIREMENT	QUANTITY	REQUIREMENT	QUANTITY	
1	Cut pipe	C3	Hydraulic lathe			0.05	*616.44	Steel pipe	as need			6 m. per 9 pcs.
2	Press cut for BB shell	P7	Crank press			0.17	347.79					Spec. size (inner O x outer O x l)
3	Press cut for Head tube	P8	Crank pres			0.18	334.09					31.8 mm x 1.2 " x 600 mm
4	Spot Stopper on tube					0.29	207.81			Stopper	2 units	
5	Brassing Stopper					0.23	256.81					

รูป ข.2 (ต่อ)

ROUTE SHEET

PRODUCT: NO.34504 (3150011) PRODUCT DESCRIPTION : MTB 26" Men ,15 speed, 1-pcs crank, Cantilever brake

PART NAME : CHAIN STAY R-L DRAWING NO. PREPARED BY : DATE :

PART NO. : 1430870 LOT SIZE CHECKED BY : DATE :

OPER. NO.	OPERATION DESCRIPTION	MACHINE		JIG,TOOL,FIXTURE, ETC.	SET UP TIME (min.)	STD. TIME (min.)	MACHINE CAPACITY PER HR. (pcs.)	MATERIAL		PARTS		REMARKS
		CODE	NAME					REQUIREMENT	QUANTITY	REQUIREMENT	QUANTITY	
1	Cut pipe	C5	Circular saw			0.08	*533.33	Steel pipe				6 m. per 8 pcs.(8 units)
2	Tapper	R1	Swebbing M/C			0.29	205.13					Spec. size (inner O x outer O x l)
3	Cut to R and L	N4	Auto. cut M/C			0.19	314.49					22.2 mm x 1.2 ' x 370 mm
4	Doming	DM1	Drilling M/C			0.07	930.08					
5	Drill water hole R	P17	Crank press			0.04	1473.62					
	Drill water hole L	P13	Crank press			0.05	1337.79					
6	Slotting R	C6	Slotting M/C			0.07	835.32					
	Slotting L	C6	Slotting M/C			0.07	873.53					
7	Forming (Bending)	P14	Crank press			0.07	831.15					
8	Drill water hole	P15	Crank press			0.05	1124.44					
9	Cut for BB shell	P16	Crank press			0.07	813.27					

รูป ข.2 (ต่อ)

ROUTE SHEET

PRODUCT: NO.34504 (3150011)

PRODUCT DESCRIPTION : MTB 26" Men ,15 speed, 1-pcs crank, Cantilever brake

PART NAME : SEAT STAY BRIDGE

DRAWING NO.

PREPARED BY :

DATE :

PART NO. : 1900057

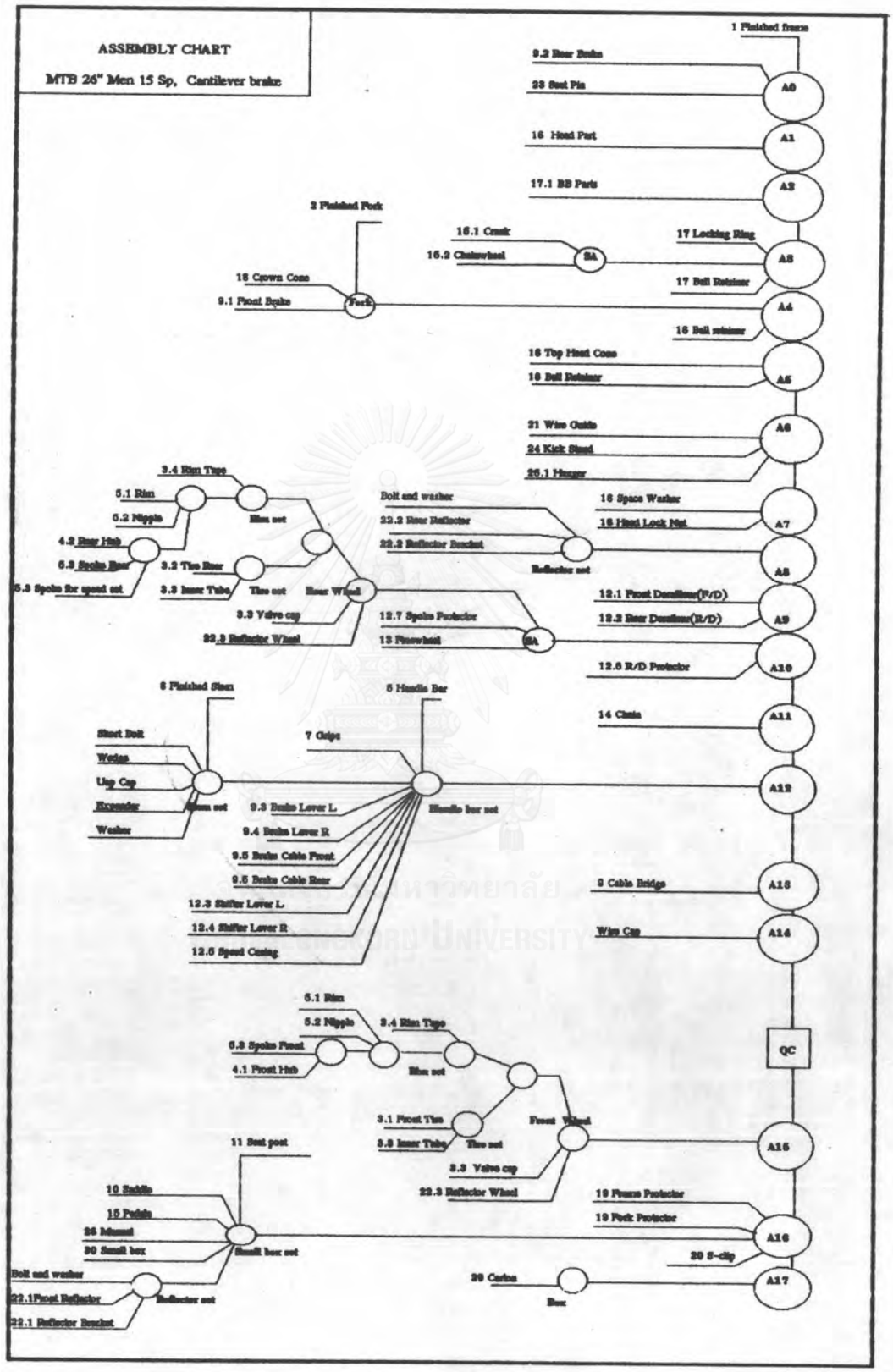
LOT SIZE

CHECKED BY :

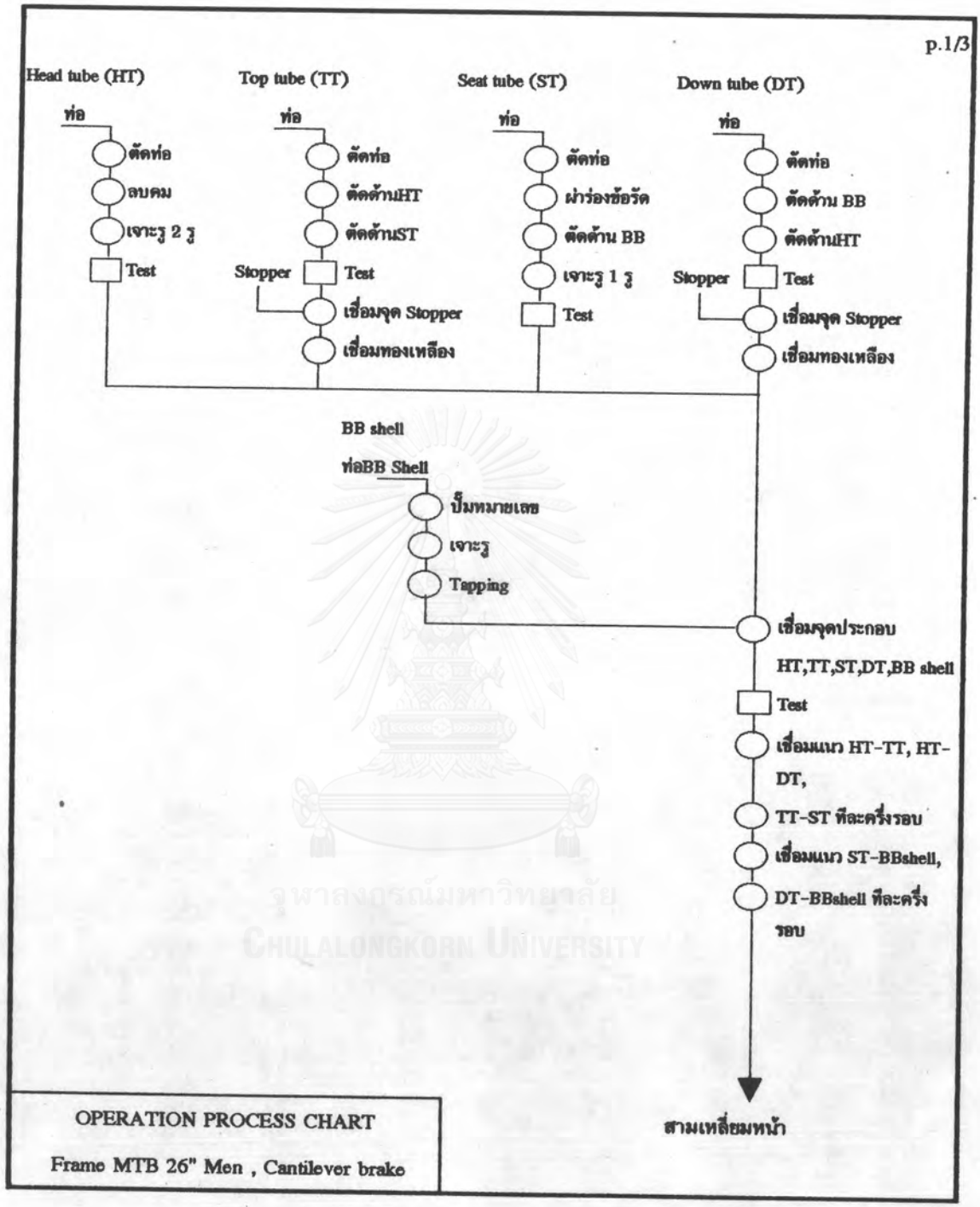
DATE :

OPER. NO.	OPERATION DESCRIPTION	MACHINE		JIG,TOOL,FIXTURE, ETC.	SET UP TIME	STD. TIME	MACHINE CAPACITY PER HR.	MATERIAL		PARTS		REMARKS
		CODE	NAME		(min.)	(min.)	(pcs.)	REQUIREMENT	QUANTITY	REQUIREMENT	QUANTITY	
1	Cut pipe	C5	Circular saw			0.08	*747.56	Steel pipe				6 m. per 92 pcs.
2	Drill brake hole	P3	Crank press			0.09	679.93					Spec. size (inner O x outer O x t)
3	Press cut for angle R/L	P2	Crank press			0.12	*425.53					12.7 mm x 53 mmx 57 mm
4	Drill water hole	D1	Drilling M/C									

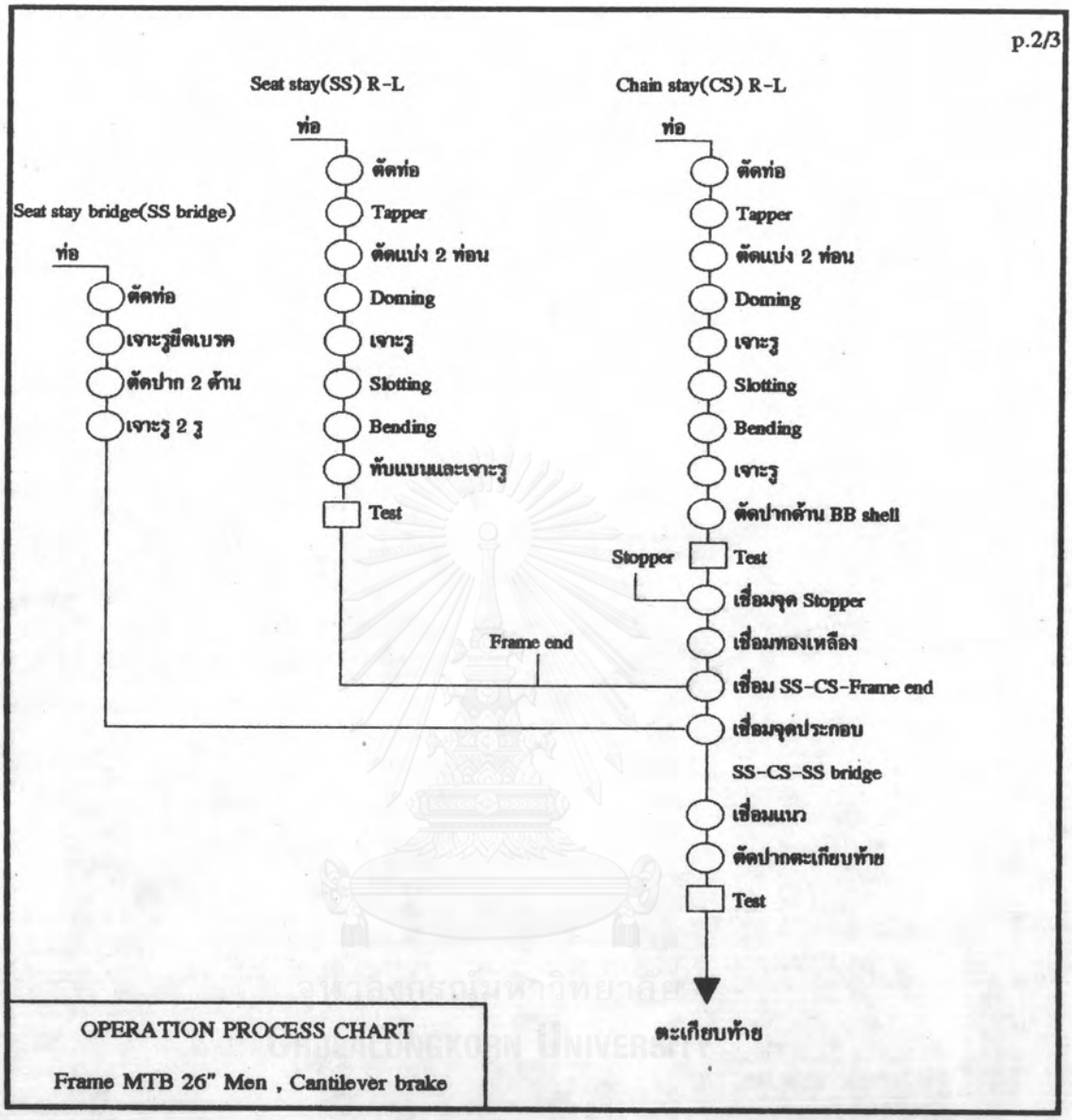
รูป ข.2 (ต่อ)



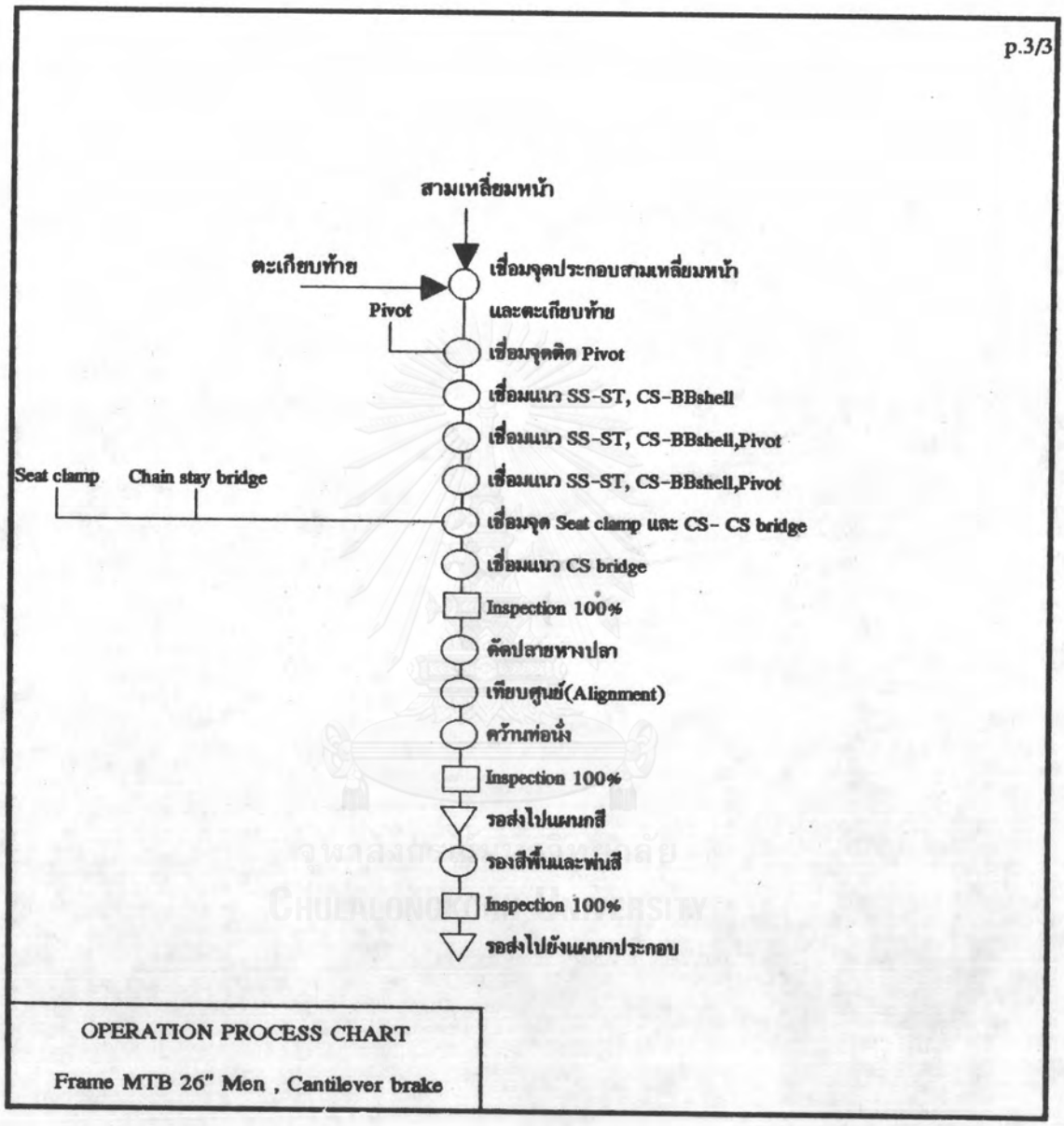
รูป ข.3 แผนภูมิการประกอบของรถจักรยาน MTB ขนาดวงล้อ 26 นิ้ว



รูป ข.4 แผนภูมิกระบวนการดำเนินงานของรถจักรยาน MTB ขนาดวงล้อ 26 นิ้ว


p.2/3
Seat stay(SS) R-L
ท่อ
ตัดท่อ
Tapper
ตัดแบ่ง 2 ท่อน
Doming
เจาะรู
Slotting
Bending
พับแบนและเจาะรู
Test
Seat stay bridge(SS bridge)
ท่อ
ตัดท่อ
เจาะรูยึดเบรค
ตัดปาก 2 ด้าน
เจาะรู 2 รู
Chain stay(CS) R-L
ท่อ
ตัดท่อ
Tapper
ตัดแบ่ง 2 ท่อน
Doming
เจาะรู
Slotting
Bending
เจาะรู
ตัดปากด้าน BB shell
Stopper
Test
เชื่อมจุด Stopper
เชื่อมทองเหลือง
Frame end
เชื่อม SS-CS-Frame end
เชื่อมจุดประกอบ
SS-CS-SS bridge
เชื่อมแนว
ตัดปากตะเกียบท้าย
Test
ตะเกียบท้าย
OPERATION PROCESS CHART
Frame MTB 26" Men , Cantilever brake

รูป ข.4 (ต่อ)


p.3/3
สามเหลี่ยมหน้า
ตะเกียบท้าย
เชื่อมจุดประกอบสามเหลี่ยมหน้า
Pivot
และตะเกียบท้าย
เชื่อมจุดติด Pivot
เชื่อมแนว SS-ST, CS-BBshell
เชื่อมแนว SS-ST, CS-BBshell,Pivot
Seat clamp
Chain stay bridge
เชื่อมแนว SS-ST, CS-BBshell,Pivot
เชื่อมจุด Seat clamp และ CS- CS bridge
เชื่อมแนว CS bridge
Inspection 100%
ตัดปลายหางปลา
เทียบศูนย์(Alignment)
ตวักนท่อนั่ง
Inspection 100%
รอส่งไปแผนกสี
รองสีพื้นและพ่นสี
Inspection 100%
รอส่งไปยังแผนกประกอบ
OPERATION PROCESS CHART
Frame MTB 26" Men , Cantilever brake

รูป ข.4 (ต่อ)

ภาคผนวก ค

ข้อมูลการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างแผนกต่าง ๆ

ตาราง ค ข้อมูลสำหรับการหาจำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายวัสดุ

FROM - TO	วิธีการ	Volume	Bulk Factor	Load		หมายเหตุ
		(pcs./mth.)	(pcs./ load)	per day	per mth.	
CUT - WELD						
1. Head tube	รถยก 2 ล้อ	1,000	1,200	1	25	
2. Top tube	รถยก 2 ล้อ	1,000	400	3	75	
3. Seat tube	รถยก 2 ล้อ	1,000	400	3	75	
4. Down tube	รถยก 2 ล้อ	1,000	300	4	100	
5. Seat stay	รถยก 2 ล้อ	2,000	1,200	2	50	
6. Chain stay	รถยก 2 ล้อ	2,000	1,200	2	50	
7. Seat stay bridge	รถยก 2 ล้อ	1,000	1,200	1	25	400 load(HL)
WELD - PAINT						
'Raw frame	รถเข็น	1,000	80	13	325	325 load (รถ)
STORE - PAINT						
1. Rim	รถเข็น	2,000	500	4	100	
2. Handlebar	Fork lift	1,000	1,000	1	25	
3. Stem	รถเข็น	1,000	400	3	75	
4. Seat post	รถเข็น	1,000	400	3	75	
5. Reflector bracket	รถเข็น	2,000	1,000	2	50	
6. Hanger	รถเข็น	1,000	1,000	1	25	325 load (รถ) +
7. Fork	Fork Lift	1,000	400	3	75	100 load (FL)
STORE - PREPARE						
Store - C/wheel sub.						
1. Crank	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
2. Chainwheel	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	25 load (3W)
Store - Handlebar						
1. Grip	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
2. Brake lever	รถสามล้อ	2,000	2,000	****	****	
3. Brake cable	รถสามล้อ	2,000	2,000	1	25	
4. Speed casing	รถสามล้อ	2,000	2,000	****	****	
5. Shifter lever	รถสามล้อ	2,000	2,000	1	25	75 load (3W)

*** หมายถึงเป็นการเคลื่อนย้ายพร้อมกับชิ้นส่วนในบรรทัดบน

ตาราง ค (ต่อ)

FROM - TO	วิธีการ	Volume (pcs./mth.)	Bulk Factor (pcs./ load)	Load per day	Load per mth.	หมายเหตุ
Store - Small box sub.						150 load(3W) +
1. Saddle	Fork lift	1000	480	2	50	50 load (FL)
2. Pedals	รถสามล้อ	2,000	2,000	1	25	
3. Rear reflector	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
4. Manual	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	
5. Front reflector	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	ไป Fork prepare
6. Safety hook	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	ไป Fork prepare
7. Decal set	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	ไป Frame prepare
7. กล่องกระดาษ	รถสามล้อ	1,000	250	1	100	
Store - Frame preparing						
1. Head parts	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
2. BB parts	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
3. Rear brake	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
4. Seat pin	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	100 load (3W)
STORE - WHEEL						
1. Tire	Fork lift	2,000	2,000	1	25	
2. Inner tire	Fork lift	2,000	2,000	1	25	
3. Rim tape	Fork lift	2,000	2,000	1	25	
4. Front hub	Fork lift	1,000	1,000	1	25	
5. Rear hub	Fork lift	1,000	1,000	1	25	
6. Nipple	รถสามล้อ	72,000	72,000	1	25	
7. Spoke	รถสามล้อ	72,000	72,000	1	25	
8. Wheel protector	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
9. Spoke protector	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	125 load (3W)+
10. Freewheel	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	125 load (FL)

*** หมายถึงเป็นการเคลื่อนย้ายพร้อมกับชิ้นส่วนในบรรทัดบน

ตาราง ค (ต่อ)

FROM - TO	วิธีการ	Volume (pcs./mth.)	Bulk Factor (pcs./ load)	Load per day	Load per mth.	หมายเหตุ
STORE - MAIN LINE						
1. Front Derailleur (F/D)	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
2. Rear Derailleur (R/D)	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
3. R/D protector	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
4. Chain	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
5. Kick stand	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
6. Wire guide	รถสามล้อ	1,000	1,000	1	25	
7. Rear reflector	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	
8. Wire casing	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	
9. Cable bridge	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	
10. Wire cap	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	
11. Frame protector	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	
12. Fork protector	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	
13. S-clip	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	
14. Bolt & nut	รถสามล้อ	1,000	1,000	****	****	150 load (3W)
PAINT - PREPARE						
1. Handlebar	Fork lift	1,000	1,000	1	25	
2. Stem	รถเข็น	1,000	400	3	75	
3. Seat post	รถเข็น	1,000	400	3	75	
4. Reflector bracket	รถเข็น	2,000	1,000	2	50	
5. Hanger	รถเข็น	1,000	1,000	1	25	450 load (รถ) +
6. Fork	รถเข็น	1,000	200	5	125	25 load (FL)+
7. Frame	คน	1,000	2	500	12,500	12,500 load (คน)
PAINT - WHEEL						
'Rim	รถเข็น	2,000	500	4	100	100 load (รถ)

*** หมายถึงเป็นการเคลื่อนย้ายพร้อมกับชิ้นส่วนในบรรทัดบน

ตาราง ค (ต่อ)

FROM - TO	วิธีการ	Volume (pcs./mth.)	Bulk Factor (pcs./ load)	Load		หมายเหตุ
				per day	per mth.	
PREPARE - MAIN						
1. Prepared fork	รถเข็น	1,000	200	5	125	
2. Prepared frame	รถเข็น	1,000	2	500	12,500	
3. Chainwheel sub.	รถเข็น	1,000	300	4	100	
4. Handlebar set	รถเข็น	1,000	100	10	250	600 load (รถ) +
5. Small box sub.	รถเข็น	1,000	200	5	125	12,500 load (คน)
WHEEL - MAIN						
Front & Rear wheel	รถเข็น	2,000	70	29	725	725 load (รถ)

*** หมายถึงเป็นการเคลื่อนย้ายพร้อมกับชิ้นส่วนในบรรทัดบน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ง

การคำนวณหาต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างแผนก

การคำนวณหาต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างแผนก

ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงตัวอย่างการคำนวณหาต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างแผนก ซึ่งอยู่ในบทที่ 5 หัวข้อเรื่องการปรับปรุงผังโรงงานโดยรวมด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (หน้า 69)

ในการจัดทำเมตริกซ์การไหลของวัสดุระหว่างแผนก (interdepartmental flow matrix) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของข้อมูลเข้าสำหรับการประมวลผลด้วยโปรแกรม LAYOUT เมตริกซ์ดังกล่าวได้จากการนำแผนภูมิเดินทาง (ตารางที่ 4.2) มาประยุกต์ใช้ โดยการเพิ่มเติมปัจจัยประกอบ (contribution factor) ซึ่งในที่นี้คือ ต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างแผนก

ในโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา การเคลื่อนย้ายวัสดุจากแผนกหนึ่งไปยังอีกแผนกหนึ่งอาจใช้มากกว่าหนึ่งวิธีประกอบกัน ในปัจจุบันวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้อยู่มี 5 วิธี คือ

1. การใช้รถเข็นแบบอุตสาหกรรมชนิด 4 ล้อ
2. การใช้รถยกอุตสาหกรรม
3. การใช้รถสามล้อเครื่องที่ดัดแปลงให้มีกระบะบรรทุก
4. การใช้รถยกแบบใช้มือโยก (two-hand lift jack)
5. การใช้แรงงานคน

ในการคำนวณหาต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างแผนก จึงคิดจากต้นทุนรวมของการเคลื่อนย้ายวัสดุทุกวิธีที่ใช้ระหว่างคู่แผนกนั้น ๆ แต่เนื่องจากการเคลื่อนย้ายวัสดุแต่ละวิธีมีค่าใช้จ่ายและสมรรถนะในการเคลื่อนย้ายวัสดุที่แตกต่างกัน จึงต้องมีการเลือกใช้หน่วยวัดที่เหมาะสม เพื่อใช้ในการคำนวณหาผลรวมดังกล่าว

สำหรับหน่วยที่ใช้ในการวัดต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุในการวิจัยนี้ มี 2 แบบ คือ หน่วยเป็นบาทต่อเมตรต่อเดือน และบาทต่อระยะทางหนึ่งหน่วยต่อเดือน โดยระยะทางหนึ่งหน่วย ยาว 6 เมตร

การคำนวณหาต้นทุนต่อระยะทางต่อเดือนของวิธีต่าง ๆ ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ

เพื่อแสดงให้เห็นวิธีการคำนวณหาต้นทุนของการเคลื่อนย้ายวัสดุทั้ง 5 วิธี (ตามรูปที่ 5.5) จึงขอยกตัวอย่างการคำนวณต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยรถเข็น 4 ล้อ ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. คำนวณหาต้นทุนรายเดือนของการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยรถเข็น 4 ล้อ (ในตารางที่ 5.1) ประกอบด้วย

1.1 ค่าเสื่อมราคาของรถเข็น โดยใช้วิธีการคิดราคาแบบเส้นตรง ตามสูตรต่อไปนี้

ค่าเสื่อมราคาต่อเดือน = [(เงินลงทุน - มูลค่าซาก)/ อายุการใช้งาน] / 12 เดือน

จากข้อมูลที่ได้จากทางโรงงาน ดังนี้คือ เงินลงทุนค่ารถเข็นเป็นเงิน 3,750 บาท มูลค่าซาก เป็นศูนย์ เมื่อสิ้นอายุการใช้งาน นาน 5 ปี

จึงได้ ค่าเสื่อมราคาต่อเดือน = [(3,750 - 0)/ 5 ปี] / 12 เดือน

= 62.50 บาท

1.2 ค่าใช้จ่ายรายเดือน ประกอบด้วย ค่าซ่อมบำรุงเป็นเงิน 100 บาท และค่าจ้างพนักงาน (คิดรวมทั้งเงินเดือนและสวัสดิการ) เป็นเงิน 7,800 บาทต่อคน ซึ่งการใช้รถเข็นต้องใช้ 2 คน รวมเป็นเงิน 15,600 บาท

รวมค่าใช้จ่ายรายเดือน = 100 + 15,600 = 15,700 บาท

ดังนั้น ต้นทุนรายเดือนของการใช้รถเข็น 4 ล้อ = 62.50 + 15,700 บาท

= 15,762.50

2. คำนวณหาระยะทางที่รถเข็นเคลื่อนที่ได้ต่อเดือน ดังนี้

2.1 เวลาทำงานต่อเดือน = 25 วันทำงานต่อเดือน x 8 ชั่วโมงต่อวัน

= 200 ชั่วโมงต่อเดือน

2.2 Utilization ของรถเข็น กำหนดให้เป็น 100 % ของเวลาทำงาน

2.3 ความเร็วมาตรฐานในการเคลื่อนย้ายวัสดุของรถเข็น คิดเป็น 60 % ของการเดิน (Reed, 1961)

เมื่อ ความเร็วมาตรฐานของการเดิน เท่ากับ 200 ฟุตต่อนาที หรือ 3.66 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จึงได้ ความเร็วของรถเข็น = 3.66 x 60% = 1.36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

จากสูตร ระยะทางต่อเดือน = (เวลาที่มี x Utilization) x ความเร็วมาตรฐาน

ดังนั้น รถเข็นจึงเคลื่อนที่ได้ = (200 ชม. x 100%) x 1.36 กิโลเมตรต่อชั่วโมง

= 272.73 กิโลเมตรต่อเดือน

3. คำนวณหาต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุต่อระยะทางต่อเดือน ดังนี้

ต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยรถเข็น = 15,762.50 บาท / (272.73 กม. x 1,000 ม.)

= 0.058 บาทต่อเมตรต่อเดือน

หรือ = 15,762.50 บาท / (272.73 กม. x 1,000 ม./ 6 ม.)

= 0.347 บาทต่อหน่วยต่อเดือน

จากการคำนวณตามขั้นตอนข้างต้น จึงได้ต้นทุนของการเคลื่อนย้ายวัสดุด้วยวิธีต่าง ๆ ตามตารางที่ 5.2

<u>การหาต้นทุนรายเดือนของการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างแผนกต่าง ๆ</u>

การหาต้นทุนรายเดือนของการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างแผนกต่าง ๆ ทั้ง 7 แผนก และวิธีการเคลื่อนย้ายวัสดุ 5 วิธี ใช้สูตรดังนี้

$$W_{ij} = \sum L_{ijk} c_{ijk}$$

เมื่อ W_{ij} คือ ค่าแสดงการไหลของวัสดุในเมตริกซ์จากแผนก i ไปยังแผนก j

L_{ijk} คือ จำนวนครั้งในการเคลื่อนย้ายวัสดุจากแผนก i ไปแผนก j ด้วยวิธีที่ k

c_{ijk} คือ ต้นทุนรายเดือนในการเคลื่อนย้ายวัสดุจากแผนก i ไปแผนก j ด้วยวิธีที่ k เป็นระยะทางหนึ่งหน่วย

i , j คือ หมายเลขตั้งแต่ 1 ถึง 7 ที่ใช้แทนแผนกต่าง ๆ โดยเรียงตามลำดับดังนี้คือ แผนกปั๊ม, แผนกเชื่อม, คลังสินค้า, แผนกสี, หน่วยเตรียมประกอบย่อย, สายการประกอบล้อ และสายการประกอบหลัก

k คือ หมายเลขตั้งแต่ 1 ถึง 5 แทนวิธีต่าง ๆ ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ โดยเรียงตามลำดับดังนี้คือ การใช้รถเข็น 4 ล้อ รถยกอุตสาหกรรม รถสามล้อเครื่อง รถยกแบบใช้มือโยก และการใช้แรงงานคน

เพื่อแสดงตัวอย่างการคำนวณตามสูตรข้างต้น จึงขอยกตัวอย่างการหาต้นทุนของการเคลื่อนย้ายวัสดุจากคลังสินค้าไปยังแผนกสี แยกเป็นการเคลื่อนย้ายโดยใช้รถเข็น 325 เที่ยวต่อเดือน ร่วมกับการใช้รถยกอีก 100 เที่ยวต่อเดือน โดยมีต้นทุนในการใช้รถเข็น 0.347 บาทต่อระยะทางหนึ่งหน่วยต่อเดือน และต้นทุนในการใช้รถยก 0.073 บาทต่อระยะทางหนึ่งหน่วยต่อเดือน

ดังนั้น ในการเคลื่อนย้ายวัสดุจากคลังสินค้าไปยังแผนกสี จึงได้

ต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุ = (325 เที่ยวต่อเดือน x 0.347 บาทต่อหน่วยต่อเดือน)
+ (100 เที่ยวต่อเดือน x 0.073 บาทต่อหน่วยต่อเดือน)
= 120.10 บาทต่อหน่วยต่อเดือน

เมื่อทำการคำนวณตามขั้นตอนดังกล่าว จึงได้ผลดังแสดงในตารางที่ 5.3 จากนั้นโปรแกรมจะนำไปใช้ในการคำนวณหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของแผนกต่างๆ ต่อไป

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก จ

ข้อมูลเข้าสำหรับโปรแกรม LAYOUT

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ข้อมูลเข้า LAYOUT

Input Data -- Performance Criterion

Criterion: Minimize

Number of departments = 8

Number of rows in the initial layout = 7

Number of columns in the initial layout = 29

Input Data -- Number of Cells in Each Department:

Department 1 :	12	Not fixed	Cut&Press
Department 2 :	24	Not fixed	Welding
Department 3 :	35	Not fixed	Store
Department 4 :	58	Not fixed	Painting
Department 5 :	9	Not fixed	Prepare subassembly
Department 6 :	21	Not fixed	Wheel assembly
Department 7 :	40	Not fixed	Main assembly
Department 8 :	4	Fixed	Dummy
Total	203		

CHULALONGKORN UNIVERSITY

Initial layout

COLUMN

ROW	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	3	3	3	3	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	1	1
2	3				3	6						6	5		5	4							4	2			2	1	1
3	3				3	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	4							4	2			2	1	1
4	3				3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4							4	2			2	1	1
5	3				3	7									7	4							4	2			2	1	1
6	3				3	7									7	4							4	2	2	2	2	1	1
7	3	3	3	3	3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8

Input Data -- Interdepartmental Flows Page 1

From	To									
1	1:	0	2:	71.6	3:	0	4:	0	5:	0
	6:	0	7:	0	8:	0				
2	1:	0	2:	0	3:	0	4:	112.8	5:	0
	6:	0	7:	0	8:	0				
3	1:	0	2:	0	3:	0	4:	120.1	5:	25.7
	6:	17	7:	9.4	8:	0				
4	1:	0	2:	0	3:	0	4:	0	5:	958
	6:	34.7	7:	0	8:	0				
5	1:	0	2:	0	3:	0	4:	0	5:	0
	6:	0	7:	1008.2	8:	0				
6	1:	0	2:	0	3:	0	4:	0	5:	0
	6:	0	7:	251.6	8:	0				
7	1:	0	2:	0	3:	0	4:	0	5:	0
	6:	0	7:	0	8:	0				
8	1:	0	2:	0	3:	0	4:	0	5:	0
	6:	0	7:	0	8:	0				

Input Data -- Interdepartmental Unit Contributions · Page 1

From	To											
1	1:	0	2:	+1	3:	+1	4:	+1	5:	+1		
	6:	+1	7:	+1	8:	+1						
2	1:	+1	2:	0	3:	+1	4:	+1	5:	+1		
	6:	+1	7:	+1	8:	+1						
3	1:	+1	2:	+1	3:	0	4:	+1	5:	+1		
	6:	+1	7:	+1	8:	+1						
4	1:	+1	2:	+1	3:	+1	4:	0	5:	+1		
	6:	+1	7:	+1	8:	+1						
5	1:	+1	2:	+1	3:	+1	4:	+1	5:	0		
	6:	+1	7:	+1	8:	+1						
6	1:	+1	2:	+1	3:	+1	4:	+1	5:	+1		
	6:	0	7:	+1	8:	+1						
7	1:	+1	2:	+1	3:	+1	4:	+1	5:	+1		
	6:	+1	7:	0	8:	+1						
8	1:	+1	2:	+1	3:	+1	4:	+1	5:	+1		
	6:	+1	7:	+1	8:	0						

ภาคผนวก ฉ

ผังโรงงานต่าง ๆ ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม LAYOUT

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ผังโรงงานต่าง ๆ ที่ได้จากการประมวลผลด้วยโปรแกรม LAYOUT

ผลลัพธ์ต่าง ๆ ที่ได้จากโปรแกรม LAYOUT แบ่งได้เป็น 3 กลุ่มดังนี้

1. ผังโรงงานเดิม (initial layout) และค่าประสิทธิผลรวม ซึ่งในการวิจัยนี้คือ ต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุรวมต่อเดือน

2. ผังโรงงานแบบต่าง ๆ ที่ได้จากการสลับตำแหน่งที่ตั้งของแผนกต่าง ๆ ทีละคู่ และต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุของผังโรงงานนั้น

3. ผังโรงงานที่เป็นผลลัพธ์สุดท้าย ต้นทุนการเคลื่อนย้ายวัสดุ จำนวนรอบในการประมวลผล และเวลาที่โปรแกรมใช้ในการประมวลผลทั้งหมด

ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม LAYOUT

จากในบทที่ 5 (หน้า 76) ซึ่งได้กล่าวถึงวิธีการวัดระยะทางระหว่างแผนกที่โปรแกรม LAYOUT มีให้เลือก 2 วิธี คือ การวัดระยะทางแบบเรคติลิเนียร์ และการวัดระยะทางแบบยูคลิเดียน วิธีการวัดระยะทางทั้งสองมีสูตรการคำนวนที่แตกต่างกัน ดังนี้

ถ้ากำหนดให้ จุด A อยู่ที่ (x_a,y_a) และ จุด B อยู่ที่ (x_b,y_b)

การวัดระยะทางแบบเรคติลิเนียร์ จะได้ $AB = |x_a - x_b| + |y_a - y_b|$

การวัดระยะทางแบบยูคลิเดียน จะได้ $AB = \sqrt{(x_a - x_b)^2 + (y_a - y_b)^2}$

ผลลัพธ์จากการใช้วิธีการวัดระยะทางแบบเรคติลิเนียร์ในการประมวลผล ได้แสดงไว้ในรูป ฉ.1 ส่วนผลลัพธ์จากการใช้วิธีการวัดระยะทางแบบยูคลิเดียน แสดงไว้ในรูป ฉ.2

ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับแก้

จากการปรับแก้ผังโรงงานโดยการวิเคราะห์และการปรับรูปร่างของแผนก และป้อนข้อมูลที่ปรับแก้แล้วให้โปรแกรม LAYOUT ปรับปรุงอีกหลาย ๆ ครั้ง จึงได้ผังโรงงานในรูป ฉ.3 ซึ่งเป็นผังโรงงานที่โปรแกรมไม่สามารถปรับปรุงได้อีก จึงสรุปว่า ผังดังกล่าวเป็นผังโรงงานที่เหมาะสมสำหรับโรงงานในกรณีศึกษา

```
          Exchange for Better Layout -- The Initial Layout
    1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1   3 3 3 3 3 6 6 6 6 6 6 6 5 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 2 2 2 2 1 1
2   3         3 6                 6 5   5 4               4 2       2 1 1
3   3         3 6 6 6 6 6 6 6 6 5 5 5 4               4 2       2 1 1
4   3         3 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4               4 2       2 1 1
5   3         3 7                   7 4               4 2       2 1 1
6   3         3 7                   7 4               4 2 2 2 2 1 1
7   3 3 3 3 3 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 8 8 8 8

From the initial layout, the total contribution is  19717.43


          New Layout At Iteration  1 -- Pairwise Exchange

            <Highlights represent the current exchange>

    1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1   3 3 3 3 3 7 7 7 7 7 7 7 5 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 2 2 2 2 1 1
2   3         3 7                 7 5   5 4               4 2       2 1 1
3   3         3 7                 7 5 5 5 4               4 2       2 1 1
4   3         3 7                 7 7 7 7 4               4 2       2 1 1
5   3         3 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 6 4               4 2       2 1 1
6   3         3 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 4               4 2 2 2 2 1 1
7   3 3 3 3 3 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 8 8 8 8

          Total contribution is  18091.46 (exchange 6 7)


          New Layout At Iteration  2 -- Pairwise Exchange

            <Highlights represent the current exchange>

    1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1   3 3 3 3 3 7 7 7 7 7 7 7 5 5 5 4 4 4 4 6 6 6 6 2 2 2 2 1 1
2   3         3 7                 7 5   5 4         4 6       6 2       2 1 1
3   3         3 7                 7 5 5 5 4         4 6 6     6 2       2 1 1
4   3         3 7                 7 7 7 7 4         4 4 6     6 2       2 1 1
5   3         3 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4 4               4 6     6 2       2 1 1
6   3         3 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4                 4 6 6 6 2 2 2 2 1 1
7   3 3 3 3 3 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 8 8 8 8

          Total contribution is  17622.02 (exchange 4 6)
```

รูป ฉ.1 ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม LAYOUT เมื่อใช้วิธีการวัดระยะทางแบบเรคติลิเนียร์

New Layout At Iteration 3 -- Pairwise Exchange

<Highlights represent the current exchange>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	3	3	3	3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	4	4	4	6	6	6	6	2	2	2	2	1	1
2	3				3	7									7	4			4	6			6	2			2	1	1
3	3				3	7									7	4			4	6	6		6	2			2	1	1
4	3				3	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4			4	4	6		6	2			2	1	1
5	3				3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4				4	6		6	2			2	1	1
6	3				3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4					4	6	6	6	2	2	2	2	1	1
7	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	8	8	8	8

Total contribution is 15813.67 (exchange 5 7)

New Layout At Iteration 4 -- Pairwise Exchange

<Highlights represent the current exchange>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	4	4	4	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	3	3	3	6	6	6	6	2	2	2	2	1	1
2	4				4	7									7	4	3		3	6			6	2			2	1	1
3	4				4	7									7	3	3		3	6	6		6	2			2	1	1
4	4				4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	3			3	3	6		6	2			2	1	1
5	4				4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3				3	6		6	2			2	1	1
6	4				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3				3	6	6	6	2	2	2	2	1	1
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	8	8	8	8

Total contribution is 14865.32 (exchange 3 4)

New Layout At Iteration 5 -- Pairwise Exchange

<Highlights represent the current exchange>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4	4	4	4	4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	6	6	3	3	3	3	3	2	2	2	2	1	1
2	4				4	7									7	4	6	6	3				3	2			2	1	1
3	4				4	7									7	6	6	6	3				3	2			2	1	1
4	4				4	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	6		6	3				3	2			2	1	1
5	4				4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	6		6	3	3			3	2			2	1	1
6	4				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6		6	6	3			3	2	2	2	2	1	1
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6	6	3	3	3	3	3	3	8	8	8	8

Total contribution is 14364.9 (exchange 3 6)

รูป ฉ.1 (ต่อ) ผลลัพธ์ที่ได้โปรแกรม LAYOUT เมื่อใช้วิธีการวัดระยะทางแบบเรคติลิเนียร์

```
          New Layout At Iteration  6 -- Pairwise Exchange

            <Highlights represent the current exchange>

    1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1   4 4 4 4 4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4 4 4 3 3 3 3 3 2 2 2 2 1 1
2   4 4 4 4 4 7                   7 4   4 3       3 2       2 1 1
3   6 6 6 6 4 7                   7 4   4 3       3 2       2 1 1
4   6     6 4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4   4 3       3 2       2 1 1
5   6     6 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 4   4 3 3     3 2       2 1 1
6   6     6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4     4 4 3     3 2 2 2 2 1 1
7   6 6 6 6 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 8 8 8 8

          Total contribution is  11801.83 (exchange 4 6)
```

```
                    The Final Layout for scmlay

    1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1   4 4 4 4 4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4 4 4 3 3 3 3 3 2 2 2 2 1 1
2   4 4 4 4 4 7                   7 4   4 3       3 2       2 1 1
3   6 6 6 6 4 7                   7 4   4 3       3 2       2 1 1
4   6     6 4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4   4 3       3 2       2 1 1
5   6     6 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 4   4 3 3     3 2       2 1 1
6   6     6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4     4 4 3     3 2 2 2 2 1 1
7   6 6 6 6 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 8 8 8 8

Minimum value of total contribution =  11801.83  Total iterations = 6
by using Rectilinear distance   Total elapsed CPU seconds = 254.3594
```

รูป ฉ.1 (ต่อ) ผลลัพธ์ที่ได้โปรแกรม LAYOUT เมื่อใช้วิธีการวัดระยะทางแบบเรคติลิเนียร์

CHULALONGKORN UNIVERSITY

```
      Exchange for Better Layout -- The Initial Layout
    1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1   3 3 3 3 3 6 6 6 6 6 6 6 5 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 2 2 2 2 1 1
2   3         3 6                 6 5   5 4             4 2       2 1 1
3   3         3 6 6 6 6 6 6 6 6 5 5 5 4                 4 2       2 1 1
4   3         3 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4                 4 2       2 1 1
5   3         3 7                     7 4               4 2       2 1 1
6   3         3 7                     7 4               4 2 2 2 2 1 1
7   3 3 3 3 3 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 8 8 8 8

From the initial layout, the total contribution is  15466.16


      New Layout At Iteration  1 -- Pairwise Exchange

        <Highlights represent the current exchange>

    1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1   3 3 3 3 3 7 7 7 7 7 7 7 5 5 5 4 4 4 4 4 4 4 4 2 2 2 2 1 1
2   3         3 7                 7 5   5 4             4 2       2 1 1
3   3         3 7                 7 5 5 5 4             4 2       2 1 1
4   3         3 7                 7 7 7 7 4             4 2       2 1 1
5   3         3 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 6 4                 4 2       2 1 1
6   3         3 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 4                 4 2 2 2 2 1 1
7   3 3 3 3 3 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 8 8 8 8

      Total contribution is  14938.82 (exchange 6 7)


      New Layout At Iteration  2 -- Pairwise Exchange

        <Highlights represent the current exchange>

    1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1   3 3 3 3 3 7 7 7 7 7 7 7 5 5 5 4 4 4 4 6 6 6 6 2 2 2 2 1 1
2   3         3 7                 7 5   5 4         4 6     6 2       2 1 1
3   3         3 7                 7 5 5 5 4           4 6 6   6 2       2 1 1
4   3         3 7                 7 7 7 7 4           4 4 6   6 2       2 1 1
5   3         3 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4 4               4 6   6 2       2 1 1
6   3         3 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4                 4 6 6 6 2 2 2 2 1 1
7   3 3 3 3 3 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 8 8 8 8

      Total contribution is  14899.02 (exchange 4 6)
```

รูป ฉ.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม LAYOUT เมื่อใช้วิธีการวัดระยะทางแบบยูคลิเดียน

```
          New Layout At Iteration  3 -- Pairwise Exchange

            <Highlights represent the current exchange>

    1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1   3 3 3 3 3 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4 4 4 4 6 6 6 6 2 2 2 2 1 1
2   3         3 7                   7 4     4 6     6 2     2 1 1
3   3         3 7                   7 4     4 6 6   6 2     2 1 1
4   3         3 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4     4 4 6   6 2     2 1 1
5   3         3 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 4         4 6   6 2     2 1 1
6   3         3 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4         4 6 6 6 2 2 2 2 1 1
7   3 3 3 3 3 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 8 8 8 8

          Total contribution is  14515.83 (exchange 5 7)

          New Layout At Iteration  4 -- Pairwise Exchange

            <Highlights represent the current exchange>

    1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1   4 4 4 4 4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4 3 3 3 6 6 6 6 2 2 2 2 1 1
2   4         4 7                   7 4 3   3 6     6 2     2 1 1
3   4         4 7                   7 3 3   3 6 6   6 2     2 1 1
4   4         4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 3     3 3 6   6 2     2 1 1
5   4         4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 3         3 6   6 2     2 1 1
6   4         4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 3         3 6 6 6 2 2 2 2 1 1
7   4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 3 8 8 8 8

          Total contribution is  13786.89 (exchange 3 4)

          New Layout At Iteration  5 -- Pairwise Exchange

            <Highlights represent the current exchange>

    1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1   4 4 4 4 4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4 6 6 3 3 3 3 3 2 2 2 2 1 1
2   4         4 7                   7 4 6 6 3       3 2     2 1 1
3   4         4 7                   7 6 6 6 3       3 2     2 1 1
4   4         4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 6   6 3         3 2     2 1 1
5   4         4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 6   6 3 3       3 2     2 1 1
6   4         4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 6   6 6 3       3 2 2 2 2 1 1
7   4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 6 6 6 6 3 3 3 3 3 3 8 8 8 8

          Total contribution is  13005.94 (exchange 3 6)
```

รูป ฉ.2 (ต่อ) ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม LAYOUT เมื่อใช้วิธีการวัดระยะทางแบบยูคลิเดียน

```
New Layout At Iteration  6 -- Pairwise Exchange

<Highlights represent the current exchange>

   1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1  4 4 4 4 4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4 4 4 3 3 3 3 3 2 2 2 2 1 1
2  4 4 4 4 4 7                       7 4   4 3       3 2     2 1 1
3  6 6 6 6 4 7                       7 4   4 3       3 2     2 1 1
4  6     6 4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4   4 3       3 2     2 1 1
5  6     6 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 4   4 3 3       3 2     2 1 1
6  6     6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4     4 4 3       3 2 2 2 2 1 1
7  6 6 6 6 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 8 8 8 8

Total contribution is  10191.13 (exchange 4 6)


The Final Layout for scmlay

   1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
1  4 4 4 4 4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4 4 4 3 3 3 3 3 2 2 2 2 1 1
2  4 4 4 4 4 7                       7 4   4 3       3 2     2 1 1
3  6 6 6 6 4 7                       7 4   4 3       3 2     2 1 1
4  6     6 4 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 7 4   4 3       3 2     2 1 1
5  6     6 4 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 4 4   4 3 3       3 2     2 1 1
6  6     6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4     4 4 3       3 2 2 2 2 1 1
7  6 6 6 6 6 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 3 3 3 3 3 3 8 8 8 8

Minimum value of total contribution =  10191.13  Total iterations = 6
 by using Euclidean distance   Total elapsed CPU seconds = 260.6201
```

รูป ฉ.2 (ต่อ) ผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม LAYOUT เมื่อใช้วิธีการวัดระยะทางแบบยูคลิเดียน

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

```
Exchange for Better Layout -- The Initial Layout
   1  2  3  4  5  6  7  8  9  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9
1  4  4  4  7  7  7  7  7  7  7  7  7  7  6  6  6  6  6  6  6  3  3  3  2  2  2  2  1  1
2  4     4  7                          7  6                    6  3     3  2        2  1  1
3  4     4  7                          7  6  6  6  6  6  6  6  3     3  2        2  1  1
4  4     4  7  7  7  7  7  7  7  7  7  7  4  4  4  4  3  3  3  3     3  2        2  1  1
5  4     4  5  5  5  5  5  5  5  5  5  4  4        4  3                 3  2        2  1  1
6  4     4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4           4  3                 3  2  2  2  2  1  1
7  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  3  3  3  3  3  3  3  3  8  8  8  8

From the initial layout, the total contribution is  10742.26
```

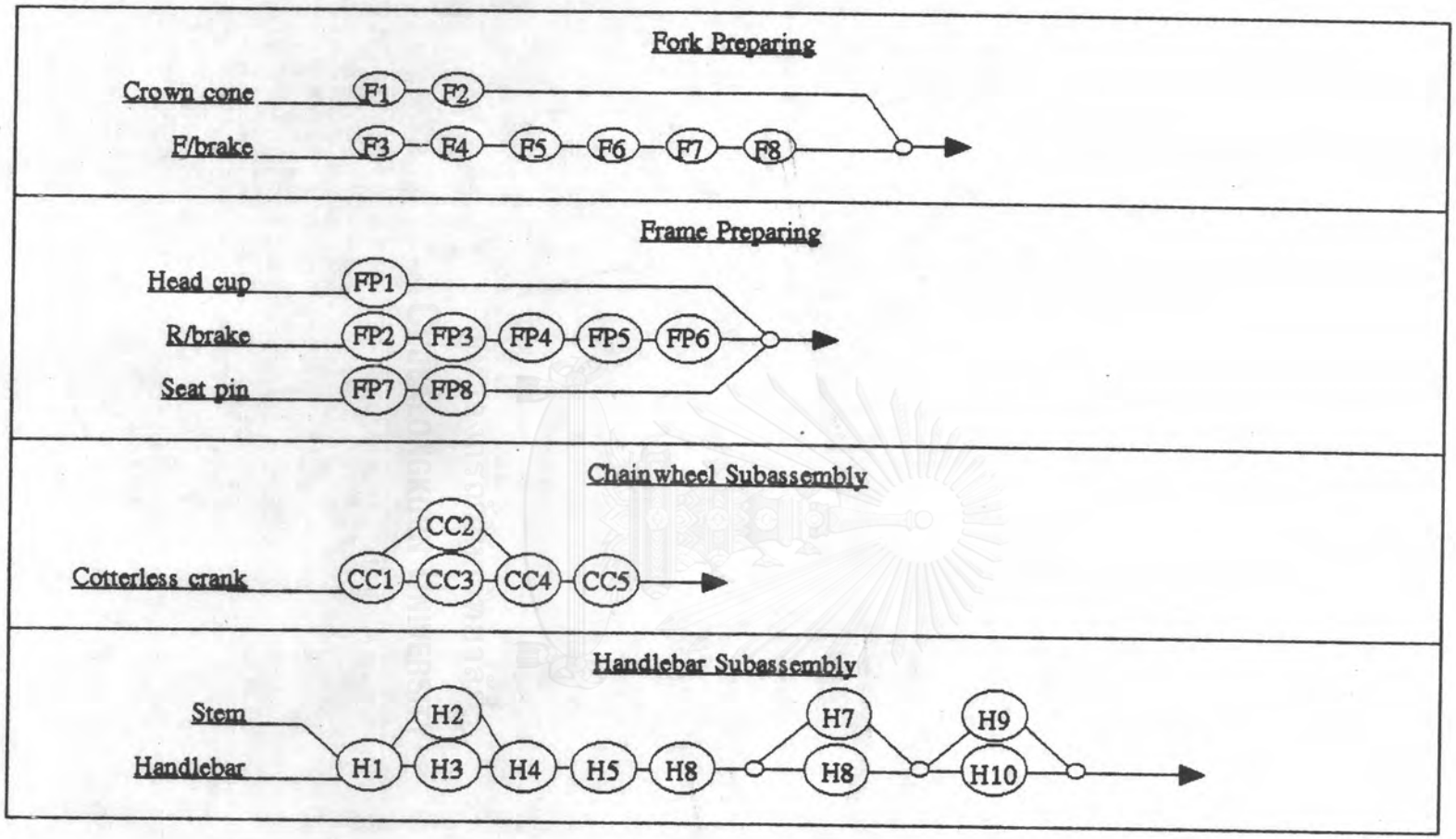
```
The Final Layout for scmlay
   1  2  3  4  5  6  7  8  9  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9  0  1  2  3  4  5  6  7  8  9
1  4  4  4  7  7  7  7  7  7  7  7  7  7  6  6  6  6  6  6  6  3  3  3  2  2  2  2  1  1
2  4     4  7                          7  6                    6  3     3  2        2  1  1
3  4     4  7                          7  6  6  6  6  6  6  6  3     3  2        2  1  1
4  4     4  7  7  7  7  7  7  7  7  7  7  4  4  4  4  3  3  3  3     3  2        2  1  1
5  4     4  5  5  5  5  5  5  5  5  5  4  4        4  3                 3  2        2  1  1
6  4     4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4           4  3                 3  2  2  2  2  1  1
7  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  4  3  3  3  3  3  3  3  3  8  8  8  8

Minimum value of total contribution =  10742.26  Total iterations = 0
by using Rectilinear distance   Total elapsed CPU seconds = 44.10938
```

รูป ฉ.3 ผลลัพธ์ที่ได้จากการปรับแก้

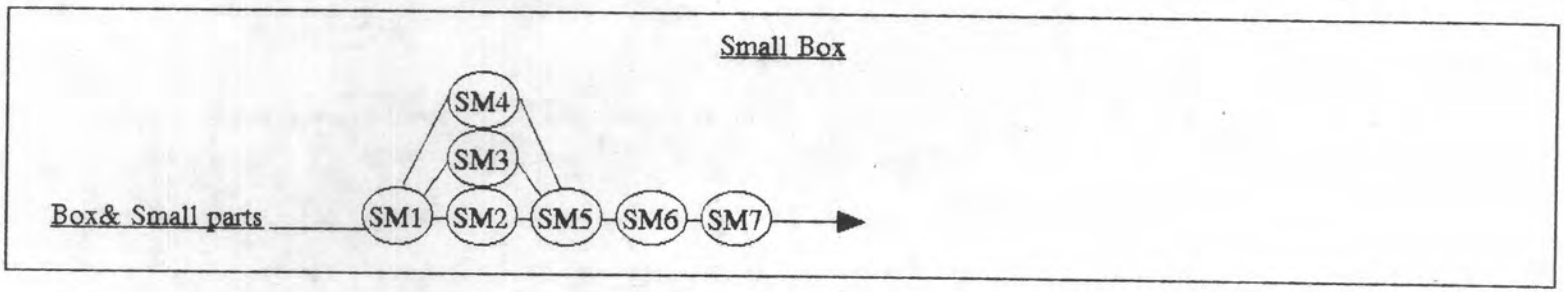
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ช

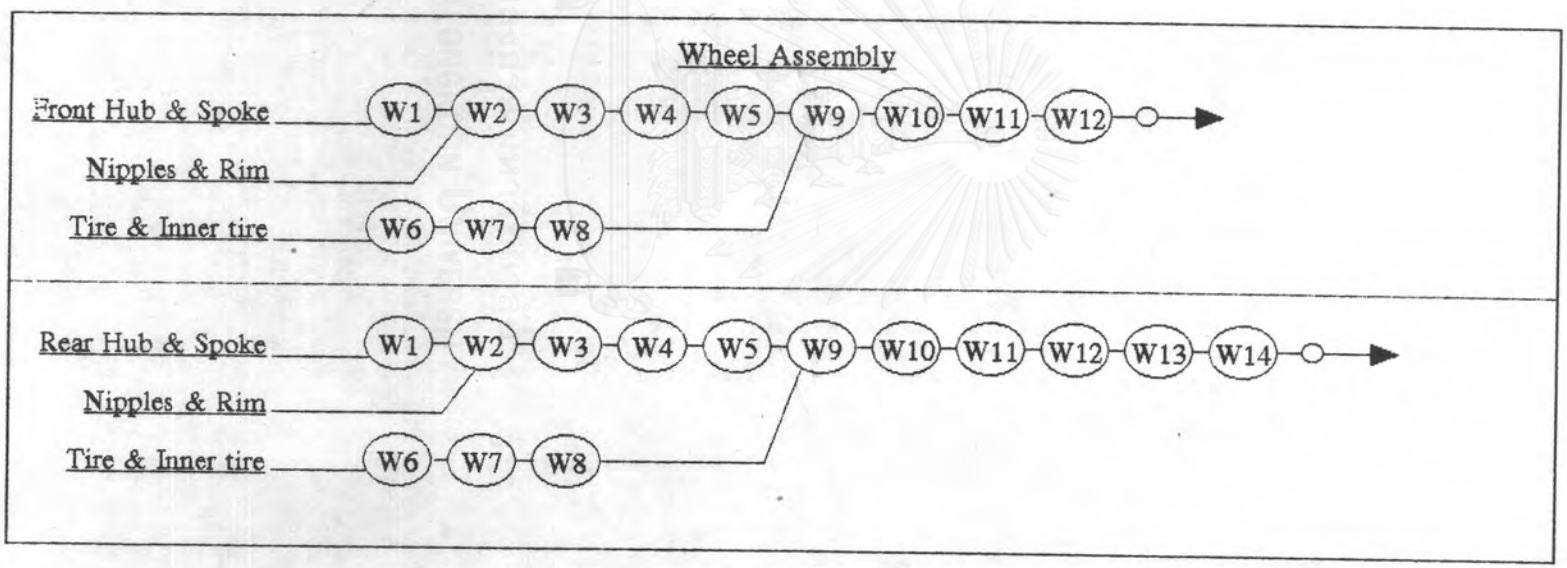
ข้อมูลต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดดุลสายการประกอบ



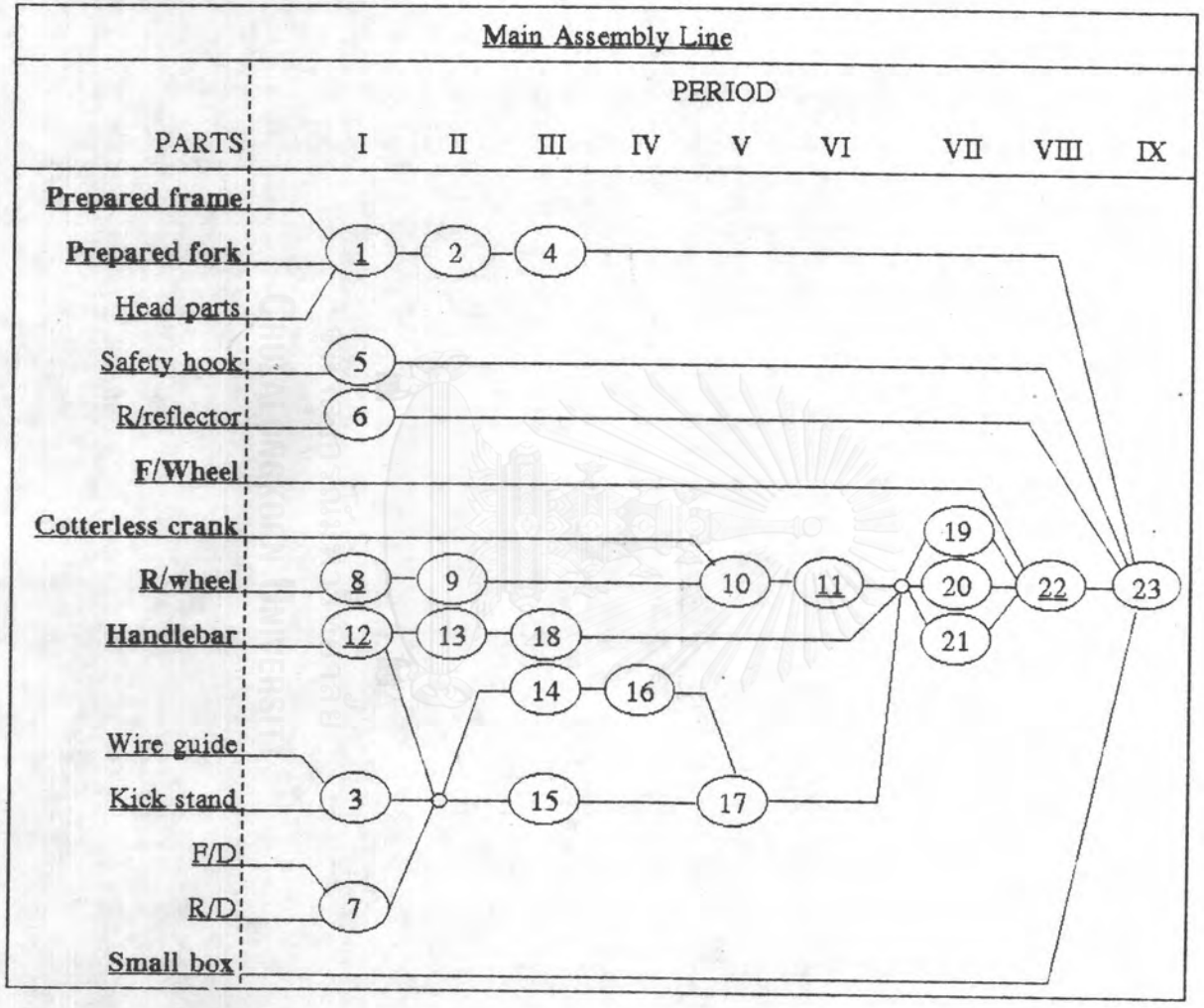
รูป ช.1 แผนภาพลำดับก่อนหลังของหน่วยเตรียมส่วนประกอบย่อย



รูป ช.1 (ต่อ) แผนภาพลำดับก่อนหลังของหน่วยเตรียมส่วนประกอบย่อย



รูป ช.2 แผนภาพลำดับก่อนหลังของสายประกอบล้อ



รูป ช.3 แผนภาพลำดับก่อนหลังของสายประกอบหลัก

ตาราง ช.1 เวลาทำงานของงานย่อยในหน่วย Fork preparing

Operation		Standard time
code	Description	(sec.)
F1	1.ใส่ Crown cone	2.2
F2	2.อัด Crown cone	3.8
F3	3.ดึง Pivot cap	5.4
F4	4.ตะไบและทาจารบี (ใช้ 2 คน)	44.4
F5	5.ติด Cantilever brake	19.9
F6	6.ล็อค Bolt ที่ brake	9.4
F7	7.ตั้ง Brake shoe * (จับเวลาของทั้งทีมซึ่งมี 2 คน)	32.3
F8	8.รัดยาง Cantilever brake	11.3
	รวม	128.7

ตาราง ช.2 เวลาทำงานของงานย่อยในหน่วย Frame preparing

Operation		Standard time
code	Description	(sec.)
FP1	1.อัด Head cup	10.2
FP2	2.ถอด Pivot	5.4
FP3	3.ทาจารบี	2.4
FP4	4.ติด Cantilever	7.4
FP5	5.ใส่ Washer	3.6
FP6	6.ยิง Bolt	4.7
FP7	7.ใส่ Seat pin	8.1
FP8	8.ขัน Seat pin	2.1
	รวม	43.9

ตารางที่ ช.3 เวลาทำงานของงานย่อยใน Chainwheel subassembly

Operation		Standard time
code	Description	(sec.)
CC1	1.ล้างเกลียว	19.5
CC2	2.ใส่ BBcup ข้างขวา	21.9
CC3	3.ใส่ BBcup ด้านซ้ายและ BB axle	43.4
CC4	4.ใส่ Washer รองด้านซ้าย	10.0
CC5	5.ใส่จานโซ่-CrankขวาและCrankซ้าย	20.6
	รวม	115.4

ตาราง ช.4 เวลาทำงานของงานย่อยใน Handlebar subassembly

Operation		Standard time
code	Description	(sec.)
H1	1.ร้อย Handlebar กับ Stem	17.2
H2	2.ใส่ Brake lever ข้างขวาและพัน carton 1 ที่	11.6
H3	3.ใส่ Brake lever ข้างซ้าย	3.6
H4	4.จัดและขันแน่น Brake lever	14.6
H5	5.ใส่ Grip ซ้าย-ขวา	22.3
H6	6.พัน Carton 2 ที่	12.2
H7	7.ร้อยสายเบรคข้างซ้าย	14.1
H8	8.ร้อยสายเบรคข้างขวา	13.1
H9	9.ใส่ Shifter ข้างขวา	14.1
H10	10.ใส่Shifter ข้างซ้าย	14.7
	รวม	137.5

ตาราง ช.5 เวลาทำงานของงานย่อยใน Small box line

Operation		Standard time
code	Description	(sec.)
SM1	1.พับก้นกล่อง	4.0
SM2	2.ใส่ Seat Post	7.0
SM3	3.ใส่ Saddleและส่วนประกอบย่อย	6.1
SM4	4.ใส่ Pedals และถุงอุปกรณ์	7.2
SM5	5.พับปากกล่อง	7.4
SM6	6.เขียนหมายเลข	7.3
SM7	7.ยกใส่รถเข็น	9.9
	รวม	48.9

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ช.6 เวลาทำงานของงานย่อยในสายประกอบล้อ (ขนาด 26 นิ้ว)

Operation		Standard time
code	Description	(sec.)
W1	1.ร้อย Spoke ใส่ Hub (ล้อหน้าใช้ 3 คน, ล้อหลังใช้ 3 คน)	64.2
W2	2.ยิง Nipple (ล้อหน้าใช้ 4 คน, ล้อหลังใช้ 6 คน)	111.1
W3	3.Drilling (ล้อหน้าใช้ 2 คน, ล้อหลังใช้ 3 คน)	46.8
W4	4.1Adjusting ล้อหน้า (ใช้ 4 คน)	106.4
W4	4.2Adjusting ล้อหลัง (ใช้ 6 คน)	182.6
W5	5.ใส่ Rim tape	6.5
W6	6.แก้มัดยางในและถอด cap	6.1
W7	7.ใส่ลมยางใน	7.5
W8	8.ประกบยางในและยางนอก	9.9
W9	9.ใส่ยางนอก	6.0
W10	10.ใส่ลม	6.0
W11	11.ปิด cap	4.0
W12	12.ใส่ Reflector	4.8
W13	13.ใส่ Spoke protector	4.8
W14	14.ใส่ Freewheel	5.0
	ล้อหน้า (W1 ถึง W12) รวม	379.3
	ล้อหลัง (W1 ถึง W14) รวม	465.3

ตาราง ช.7 เวลาทำงานของงานย่อยในสายประกอบหลัก

Operation		Standard time
code	Task Description	(sec.)
M1	1.ยกFrame ,ใส่ ลูกปืนและFork	16.4
M2	2.ใส่ลูกปืน และ Top head cone	17.4
M3	3.ใส่ Wire guide และ Kick stand	14.3
M4	4.ใส่ Space washer และ ลูกปืน	25.0
M5	5.ใส่ Safety hook ที่ Fork	14.9
M6	6.ใส่ R/reflector และ Cap for crank L	16.7
M7	7.ใส่ F/D,R/D และ Cap for crank R	15.6
M8	8.ใส่ล้อหลัง,R/D protector, Cap ซ้ายขวา	26.6
M9	9.ล็อคแน่น Capและปรับสมดุลล้อ	19.4
M10	10.ใส่โซ่	16.7
M11	11.ตั้ง Rear brake กับล้อหลัง	14.6
M12	12.หยิบ H/B, ร้อยสายเบรคใต้ TT	21.3
M13	13.ร้อยสายเบรคผ่าน TT-ST	17.2
M14	14.ร้อยสาย Speed L-DT-BB shell-CS	23.4
M15	15.ร้อยสาย Speed R-DT-BB shell-F/D	22.8
M16	16.คลายน็อต,ใส่ Casing เข้า R/D	20.3
M17	17.ตัดและล็อคสาย F/D,R/D	19.9
M18	18.ยิง Cable bridge หลัง	24.1
M19	19.ยิง Wire cap 3 จุด	24.4
M20	20.ปรับ Speed หลัง	26.2
M21	21.คล้องสายเบรคหลัง	11.7
M22	22.มัด Handlebar,ล้อหน้าเข้าที่ Frame * (จับเวลาของทั้งทีม ซึ่งมี 3 คน)	30.4
M23	23.Sml box,S-clip,Fork protector และจด No. 24.ยกรถจักรยานลงกล่อง(Packaging)	25.5
	รวม	464.8

ภาคผนวก ซ

การจัดงานให้กับสถานีงานต่างๆ ในแผนกประกอบ

ตาราง ซ.1 การจัดสายการประกอบแบบเดิมในหน่วย Fork preparing
ซึ่งมีรอบเวลา = 32.3 วินาที (ตามงาน F7)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	F1,F2	6.0	1	6.0	26.3
2	F3,F4 *	49.8	2	49.8	14.8
3	F5	19.9	1	19.9	12.4
4	F6	9.4	1	9.4	22.9
5	F7 (ทีมละ 2 คน) **	32.3	2	64.6	0.0
6	F8	11.3	1	11.3	21.0
	รวม	128.7	8	161.0	97.4
			คิดเป็นร้อยละ	62.3	37.7

หมายเหตุ

* เนื่องจากงาน F4 ใช้เวลาเฉลี่ย 44.4 วินาทีต่อชิ้น ดังนั้นจึงต้องใช้คนงาน 2 คน เพื่อให้ได้กำลังการผลิตที่ต้องการ

** งาน F7 ต้องใช้คนงาน 2 คนทำงานพร้อมกัน โดยใช้เวลา 32.3 วินาทีต่อชิ้น ดังนั้น เวลาทำงาน = 2 คน X 32.3 วินาที = 64.6 วินาที

คำอธิบายตาราง

1. เวลาที่ใช้ หมายถึง เวลาในการทำงานต่อชิ้นงานหนึ่งชิ้น
2. เวลาทำงาน หมายถึง เวลารวมที่คนงานทุกคนในสถานีนั้นทำงานจริงใน 1 รอบเวลา
3. เวลาว่าง หมายถึง เวลาว่างรวมของคนงานทุกคนในสถานีนั้นใน 1 รอบเวลา
4. % เวลาว่าง = เวลาว่างรวม / เวลาที่มี X 100
   = เวลาว่างรวม / (จำนวนคนงาน X รอบเวลา) X 100

ตาราง ซ.2 การปรับปรุงการจัดดุลสายการประกอบในหน่วย Fork preparing

แบบ ก. ซึ่งมีรอบเวลา = 28.8 วินาที

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	F1,F2,F3	11.4	1	11.4	17.4
2	F4	44.4	2	44.4	13.2
3	F5	19.9	1	19.9	8.9
4	F6	9.4	1	9.4	19.4
5	F7 (ทีมละ 2 คน) *	32.3	4	64.6	50.6
6	F8	11.3	1	11.3	17.5
	รวม	128.7	10	161.0	127.0
			คิดเป็นร้อยละ	55.9	44.1

แบบ ข. ซึ่งมีรอบเวลา = 22.2 วินาที (ตามงาน F4)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	F1,F2,F3	11.4	1	11.4	10.8
2	F4	44.4	2	44.4	0.0
3	F5	19.9	1	19.9	2.3
4	F6	9.4	1	9.4	12.8
5	F7 (ทีมละ 2 คน) *	32.3	4	64.6	24.2
6	F8	11.3	1	11.3	10.9
	รวม	128.7	10	161.0	61.0
			คิดเป็นร้อยละ	72.5	27.5

หมายเหตุ

* เวลาทำงาน = จำนวนคนทั้งหมด X (เวลามาตรฐาน/ จำนวนทีม)

เวลาว่าง = จำนวนคนทั้งหมด x (รอบเวลา - (เวลาทำงานของทีม / จำนวนคน))

ตาราง ซ.3 การปรับปรุงการจัดดุลสายการประกอบในหน่วย Frame preparing *

แบบ ก. ซึ่งมีรอบเวลา = 28.8 วินาที

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	FP1, FP2, FP3, FP7, FP8	28.2	1	28.2	0.6
2	FP4, FP5, FP6	15.7	1	15.7	13.1
	รวม	43.9	2	43.9	13.7
			คิดเป็นร้อยละ	76.2	23.8

แบบ ข. ซึ่งมีรอบเวลา = 10.2 วินาที (ตามงาน FP1)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	FP1	10.2	1	10.2	0.0
2	FP7,FP8	10.2	1	10.2	0.0
3	FP2,FP3	7.8	1	7.8	2.4
4	FP4	7.4	1	7.4	2.8
5	FP5,FP6	8.3	1	8.3	1.9
	รวม	43.9	5	43.9	7.1
			คิดเป็นร้อยละ	86.1	13.9

<u>หมายเหตุ</u>

* ในที่นี้มิได้แสดงข้อมูลเกี่ยวกับการจัดสายประกอบแบบเดิมไว้ เนื่องจากไม่มีการมอบหมายงานที่ชัดเจน

ตาราง ซ.4 การจัดสายการประกอบแบบเดิมใน Chainwheel subassembly ซึ่งมีรอบเวลา = 43.4 วินาที (ตามงาน CC3)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	CC1	19.5	1	19.5	23.9
2	CC2	21.9	1	21.9	21.5
3	CC3	43.4	1	43.4	0.0
4	CC4	10.0	1	10.0	33.4
5	CC5	20.6	1	20.6	22.8
	รวม	115.4	5	115.4	101.6
			คิดเป็นร้อยละ	53.2	46.8

ตาราง ซ.5 การปรับปรุงการจัดดุลสายการประกอบใน Chainwheel subassembly

แบบ ก. ซึ่งมีรอบเวลา = 28.8 วินาที

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	CC1	19.5	1	19.5	9.3
2	CC2	21.9	1	21.9	6.9
3	CC3	43.4	2	43.4	14.2
4	CC4	10.0	1	10.0	18.8
5	CC5	20.6	1	20.6	8.2
	รวม	115.4	6	115.4	57.4
			คิดเป็นร้อยละ	66.8	33.2

แบบ ข. ซึ่งมีรอบเวลา = 21.9 วินาที (ตามงาน CC2)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	CC1	19.5	1	19.5	2.4
2	CC2	21.9	1	21.9	0.0
3	CC3	43.4	2	43.4	0.4
4	CC4	10.0	1	10.0	11.9
5	CC5	20.6	1	20.6	1.3
	รวม	115.4	6	115.4	16.0
			คิดเป็นร้อยละ	87.8	12.2

ตาราง ซ.6 การจัดสายการประกอบแบบเดิมใน Handlebar subassembly
ซึ่งมีรอบเวลา = 22.3 วินาที (ตามงาน H5)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	H1	17.2	1	17.2	5.1
2	H2	11.6	1	11.6	10.7
3	H3	3.6	1	3.6	18.7
4	H4	14.6	1	14.6	7.7
5	H5	22.3	1	22.3	0.0
6	H6	12.2	1	12.2	10.1
7	H7	14.1	1	14.1	8.2
8	H8	13.1	1	13.1	9.2
9	H9	14.1	1	14.1	8.2
10	H10	14.7	1	14.7	7.6
	รวม	137.5	10	137.5	85.5
			คิดเป็นร้อยละ	61.7	38.3

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ซ.7 การปรับปรุงการจัดดุลสายการประกอบใน Handlebar subassembly

แบบ ก. ซึ่งมีรอบเวลา = 28.8 วินาที

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	H1, H3	20.8	1	20.8	8.0
2	H2,H4	26.2	1	26.2	2.6
3	H5	22.3	1	22.3	6.5
4	H6,H7	26.3	1	26.3	2.5
5	H8,H10	27.8	1	27.8	1.0
6	H9	14.1	1	14.1	14.7
	รวม	137.5	6	137.5	35.3
			คิดเป็นร้อยละ	79.6	20.4

แบบ ข. ซึ่งมีรอบเวลา = 22.3 วินาที (ตามงาน H5)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	H1,H3	20.8	1	20.8	1.5
2	H2	11.6	1	11.6	10.7
3	H4	14.6	1	14.6	7.7
4	H5	22.3	1	22.3	0.0
5	H6	12.2	1	12.2	10.1
6	H7	14.1	1	14.1	8.2
7	H8	13.1	1	13.1	9.2
8	H10	14.7	1	14.7	7.6
9	H9	14.1	1	14.1	8.2
	รวม	137.5	9	137.5	63.2
			คิดเป็นร้อยละ	68.5	31.5

ตาราง ช.8 การจัดสายการประกอบแบบเดิมใน Small box line
ซึ่งมีรอบเวลา = 9.9 วินาที (ตามงาน SM7)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	SM1	4.0	1	4.0	5.9
2	SM2	7.0	1	7.0	2.9
3	SM3	6.1	1	6.1	3.8
4	SM4	7.2	1	7.2	2.7
5	SM5	7.4	1	7.4	2.5
6	SM6	7.3	1	7.3	2.6
7	SM7	9.9	1	9.9	0.0
	รวม	48.9	7	48.9	20.4
			คิดเป็นร้อยละ	70.6	29.4

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ช.9 การปรับปรุงการจัดดุลสายการประกอบใน Small box line

แบบ ก. ซึ่งมีรอบเวลา = 28.8 วินาที

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	SM1, SM2,SM3,SM4	24.3	1	24.3	4.5
2	SM5, SM6,SM7	24.6	1	24.6	4.2
	รวม	48.9	2	48.9	8.7
			คิดเป็นร้อยละ	84.9	15.1

แบบ ข. ซึ่งมีรอบเวลา = 14.4 วินาที (ทำงาน 4 ชั่วโมง)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	SM1, SM4	11.2	1	11.2	3.2
2	SM2, SM3	13.1	1	13.1	1.3
3	SM5	7.4	1	7.4	7.0
4	SM6	7.3	1	7.3	7.1
5	SM7	9.9	1	9.9	4.5
	รวม	48.9	5	48.9	23.1
			คิดเป็นร้อยละ	67.9	32.1

ตาราง ซ.10 การจัดสายการประกอบแบบเดิมในสายประกอบล้อหน้า
ซึ่งมีรอบเวลา = 27.8 วินาที (ตามงาน W2)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	W1	64.2	3	64.2	19.2
2	W2	111.1	4	111.1	0.0
3	W3	46.8	2	46.8	8.8
4	W4	106.4	4	106.4	4.8
5	W5	6.5	1	6.5	21.3
6	W6	6.1	1	6.1	21.7
7	W7	7.5	1	7.5	20.3
8	W8	9.9	1	9.9	17.9
9	W9	6.0	1	6.0	21.8
10	W10	6.0	1	6.0	21.8
11	W11	4.0	1	4.0	23.8
12	W12	4.8	1	4.8	23.0
	รวม	379.3	21	379.3	204.4
			คิดเป็นร้อยละ	65.0	35.0

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ซ.11 การปรับปรุงการจัดดุลสายการประกอบในสายประกอบล้อหน้า

แบบ ก. ซึ่งมีรอบเวลา = 28.8 วินาที

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	W6, W7, W8	23.5	1	23.5	5.3
2	W1	64.2	3	64.2	22.2
3	W2	111.1	4	111.1	4.1
4	W3	46.8	2	46.8	10.8
5	W4	106.4	4	106.4	8.8
6	W5, W9, W10, W11, W12	27.3	1	27.3	1.5
	รวม	379.3	15	379.3	52.7
			คิดเป็นร้อยละ	87.8	12.2

แบบ ข. ซึ่งมีรอบเวลา = 27.8 วินาที (ตามงาน W2)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	W6, W7, W8	23.5	1	23.5	4.3
2	W1	64.2	3	64.2	19.2
3	W2	111.1	4	111.1	0.0
4	W3	46.8	2	46.8	8.8
5	W4	106.4	4	106.4	4.8
6	W5, W9, W10, W11, W12	27.3	1	27.3	0.5
	รวม	379.3	15	379.3	37.6
			คิดเป็นร้อยละ	91.0	9.0

ตาราง ซ.12 การจัดสายการประกอบแบบเดิมในสายประกอบล้อหลัง
ซึ่งมีรอบเวลา = 30.4 วินาที (ตามงาน W4)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	W1	64.2	3	64.2	27.0
2	W2	111.1	6	111.1	71.3
3	W3	46.8	3	46.8	44.4
4	W4	182.6	6	182.6	0.0
5	W5	6.5	1	6.5	23.9
6	W6	6.1	1	6.1	24.3
7	W7	7.5	1	7.5	22.9
8	W8	9.9	1	9.9	20.5
9	W9	6.0	1	6.0	24.4
10	W10	6.0	1	6.0	24.4
11	W11	4.0	1	4.0	26.4
12	W12	4.8	1	4.8	25.6
13	W13	4.8	1	4.8	25.6
14	W14	5.0	1	5.0	25.4
	รวม	465.3	28	465.3	386.1
			คิดเป็นร้อยละ	54.7	45.3

ตาราง ซ.13 การปรับปรุงการจัดดุลสายการประกอบในสายประกอบล้อหลัง

แบบ ก. ซึ่งมีรอบเวลา = 28.8 วินาที

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	W6, W7, W8	23.5	1	23.5	5.3
2	W1	64.2	3	64.2	22.2
3	W2	111.1	4	111.1	4.1
4	W3	46.8	2	46.8	10.8
5	W4	182.6	7	182.6	19.0
6	W5, W9, W10, W11, W12	27.3	1	27.1	1.7
7	W13,W14	9.8	1	9.7	19.1
	รวม	465.3	19	465.0	82.2
			คิดเป็นร้อยละ	85.0	15.0

แบบ ข. ซึ่งมีรอบเวลา = 26.1 วินาที (ตามงาน W4)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	W6, W7, W8	23.5	1	23.5	2.6
2	W1	64.2	3	64.2	14.1
3	W2	111.1	5	111.1	19.4
4	W3	46.8	2	46.8	5.4
5	W4	182.6	7	182.6	0.0
6	W5, W9, W10, W11	22.5	1	22.5	3.6
7	W12,W13,W14	14.6	1	14.6	11.5
	รวม	465.3	20	465.3	56.6
			คิดเป็นร้อยละ	89.1	10.9

ตาราง ซ.14 การจัดสายการประกอบแบบเดิมในสายประกอบหลัก
ซึ่งมีรอบเวลา = 30.4 วินาที (ตามงาน M22)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	M1	16.4	1	16.4	14.0
2	M2	17.4	1	17.4	13.0
3	M3	14.3	1	14.3	16.1
4	M4	25.0	1	25.0	5.4
5	M5	14.9	1	14.9	15.5
6	M6	16.7	1	16.7	13.7
7	M7	15.6	1	15.6	14.8
8	M8	26.6	1	26.6	3.8
9	M9	19.4	1	19.4	11.0
10	M10	16.7	1	16.7	13.7
11	M11	14.6	1	14.6	15.8
12	M12	21.3	1	21.3	9.1
13	M13	17.2	1	17.2	13.2
14	M14	23.4	1	23.4	7.0
15	M15	22.8	1	22.8	7.6
16	M16	20.3	1	20.3	10.1
17	M17	19.9	1	19.9	10.5
18	M18	24.1	1	24.1	6.3
19	M19	24.4	1	24.4	6.0
20	M20	26.2	1	26.2	4.2

ตาราง ซ.14 (ต่อ) การจัดสายการประกอบแบบเดิมในสายประกอบหลัก

ซึ่งมีรอบเวลา = 30.4 วินาที (ตามงาน M22)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
21	M21	11.7	1	11.7	18.7
22	M22 (ทีมละ 3 คน) *	30.4	3	91.2	0.0
23	M23	25.5	1	25.5	4.9
	รวม	464.8	25	525.6	234.4
			คิดเป็นร้อยละ	69.2	30.8

หมายเหตุ

* งาน M22 ต้องใช้คนงาน 3 คนทำงานพร้อมกัน โดยใช้เวลา 30.4 วินาทีต่อชิ้น

เวลาทำงาน = 3 คน X 30.4 วินาที = 91.2 วินาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ตาราง ซ.15 การปรับปรุงการจัดดุลสายการประกอบในสายประกอบหลัก แบบ ก. ซึ่งมีรอบเวลา = 28.8 วินาที

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	M8	26.6	1	26.6	2.2
2	M12	21.3	1	21.3	7.5
3	M9	19.4	1	19.4	9.4
4	M13	17.2	1	17.2	11.6
5	M18	24.1	1	24.1	4.7
6	M10	16.7	1	16.7	12.1
7	M6	16.7	1	16.7	12.1
8	M1	16.4	1	16.4	12.4
9	M2	17.4	1	17.4	11.4
10	M4	25.0	1	25.0	3.8
11	M7	15.6	1	15.6	13.2
12	M5	14.9	1	14.9	13.9
13	M11	14.6	1	14.6	14.2
14	M3	14.3	1	14.3	14.5
15	M14	23.4	1	23.4	5.4
16	M15	22.8	1	22.8	6.0
17	M16	20.3	1	20.3	8.5
18	M17	19.9	1	19.9	8.9
19	M20	26.2	1	26.2	2.6
20	M19	24.4	1	24.4	4.4

ตาราง ซ.15 (ต่อ) การปรับปรุงการจัดดุลสายการประกอบในสายประกอบหลัก แบบ ก. ซึ่งมีรอบเวลา = 28.8 วินาที

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
21	M21	11.7	1	11.7	17.1
22	M22 (ทีมละ 3 คน)	30.4	6 *	91.2	81.6
23	M23	25.5	1	25.5	3.3
	รวม	464.8	28	525.6	280.8
			คิดเป็นร้อยละ	65.2	34.8

หมายเหตุ

* ใช้คนงาน 2 ทีม; เวลาทำงาน = 6 คน X (30.4 วินาที / 2 ทีม) = 91.2 วินาที
เวลาว่าง = 6 คน x (28.8 - (91.2 / 6คน)) วินาที = 81.6 วินาที

ตาราง ซ.15 (ต่อ) การปรับปรุงการจัดดุลสายการประกอบในสายประกอบหลัก แบบ ข. ซึ่งมีรอบเวลา = 26.6 วินาที (ตาม M8)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
1	M8	26.6	1	26.6	0.0
2	M12	21.3	1	21.3	5.3
3	M9	19.4	1	19.4	7.2
4	M13	17.2	1	17.2	9.4
5	M18	24.1	1	24.1	2.5
6	M10	16.7	1	16.7	9.9
7	M6	16.7	1	16.7	9.9
8	M1	16.4	1	16.4	10.2
9	M2	17.4	1	17.4	9.2
10	M4	25.0	1	25.0	1.6
11	M7	15.6	1	15.6	11.0

ตาราง ซ.15 (ต่อ) การปรับปรุงการจัดดุลสายการประกอบในสายประกอบหลัก แบบ ข. ซึ่งมีรอบเวลา = 26.6 วินาที (ตาม M8)

สถานีที่	งานที่ทำ	เวลาที่ใช้ (วินาที)	จำนวนคนงาน	เวลาทำงาน (วินาที)	เวลาว่าง (วินาที)
12	M5	14.9	1	14.9	11.7
13	M11	14.6	1	14.6	12.0
14	M3	14.3	1	14.3	12.3
15	M14	23.4	1	23.4	3.2
16	M15	22.8	1	22.8	3.8
17	M16	20.3	1	20.3	6.3
18	M17	19.9	1	19.9	6.7
19	M20	26.2	1	26.2	0.4
20	M19	24.4	1	24.4	2.2
21	M21	11.7	1	11.7	14.9
22	M22 (ทีมละ 3 คน)	30.4	6 *	91.2	68.4
23	M23	25.5	1	25.5	1.1
	รวม	464.8	28	525.6	219.2
			คิดเป็นร้อยละ	70.6	29.4

หมายเหตุ

* ใช้คนงาน 2 ทีม; เวลาทำงาน = 6 คน X (30.4 วินาที / 2 ทีม) = 91.2 วินาที
เวลาว่าง = 6 คน x (26.6 - (91.2 / 6คน)) วินาที = 68.4 วินาที

ภาคผนวก ฌ

ตัวอย่างการคำนวณในการจัดดุลสายการประกอบ

ตัวอย่างการคำนวณในการจัดดุลสายการประกอบ

ในส่วนนี้จะเป็นการแสดงตัวอย่างของการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดดุลสายการประกอบ อันได้แก่ จำนวนคนงาน เวลาทำงาน และเวลาว่างของแต่ละสถานีงาน ประสิทธิภาพหรือเปอร์เซ็นต์เวลาทำงานของสายการประกอบ เปอร์เซ็นต์เวลาว่างของสายการประกอบ จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ใน 8 ชั่วโมง และเวลาที่ใช้ในการผลิตให้ได้ตามเป้าหมายการผลิต ซึ่งวางแผนให้ผลิตได้วันละ 1,000 ชิ้น

เพื่อแสดงให้เห็นวิธีการคำนวณค่าต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น จึงจะใช้การจัดสายการประกอบของส่วน Fork preparing ในตาราง ช.1 เป็นตัวอย่างในการคำนวณดังนี้

1. <u>การคำนวณหาจำนวนคนงาน เวลาทำงาน และเวลาว่างของสถานีงาน</u> โดยใช้สูตรต่าง ๆ ดังนี้

เวลาทำงานของสถานีงาน = เวลารวมที่ต้องใช้ในการทำงานทั้งหมดในสถานี

จำนวนคนงาน = เวลาที่ใช้/รอบเวลา

เวลาว่างของสถานีงาน = จำนวนคนงาน x (รอบเวลา - (เวลาที่ใช้/จำนวนคนงาน)

จากตาราง ช.1 การจัดสายการประกอบแบบเดิมมีรอบเวลาในการทำงาน เท่ากับ 32.3 วินาที จะได้ว่า

<u>สถานีที่ 1</u> งานที่ทำในสถานีนี้ 1 มีอยู่ 2 งาน คือ งาน F1 และงาน F2 ซึ่งมีเวลามาตรฐานในการทำงาน 2.2 วินาที และ 3.8 วินาทีตามลำดับ

ดังนั้น เวลาที่สถานีนี้ใช้ในการทำงาน = 2.2 + 3.8 = 6.0 วินาที

จำนวนคนงาน = 6.0 / 32.3 = 0.18 ซึ่งต้องทำให้เป็นจำนวนเต็ม

ดังนั้น จำนวนคนงาน จึงเท่ากับ 1 คน

และ เวลาว่าง = 32.3 - 6.0 = 26.3 วินาที

<u>สถานีที่ 2</u> ทำงาน F3 และ F4 ซึ่งมีเวลามาตรฐานเท่ากับ 5.4 และ 44.4 วินาทีตามลำดับ ดังนั้น

เวลาทำงาน = 5.4 + 44.4 = 49.8 วินาที

จำนวนคนงาน = 49.8 / 32.3 = 1.54 เมื่อปัดขึ้นให้เป็นจำนวนเต็ม จึงได้จำนวนคนงาน เท่ากับ 2 คน

และ เวลาว่าง = 2 คน x (32.3 วินาที - (49.8 วินาที / 2 คน)

= 14.8 วินาที

2. <u>การคำนวณประสิทธิภาพและเปอร์เซ็นต์เวลาว่างของสายการประกอบ</u> ใช้สูตรดังนี้

ประสิทธิภาพของสายการประกอบ = (เวลาทำงานรวม / เวลาที่มี) x 100

เปอร์เซ็นต์เวลาว่างของสายการประกอบ = (เวลาว่างรวม / เวลาที่มี) x 100

โดย เวลาที่มี = รอบเวลา x จำนวนคนงาน

ในการจัดคุลตามแบบเดิมของส่วน Fork preparing ซึ่งใช้คนงาน 8 คน จะได้ว่า

ประสิทธิภาพของสายการประกอบ = 161.0 / (32.3 x 8) x 100

= 62.3 %

และมีเปอร์เซ็นต์เวลาว่าง = 97.4 /(32.3 x 8) x 100

= 37.7 %

3. การคำนวณเกี่ยวกับกำลังการผลิต (capacity) ของสายการประกอบ ได้แก่ จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ใน 8 ชั่วโมง และเวลาที่ใช้ในการผลิตให้ได้ตามเป้าหมาย (ซึ่งคือ 1,000 ชิ้นต่อวัน) มีสูตรดังนี้

จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ใน 8 ชั่วโมง = เวลาที่มี / รอบเวลา

เวลาที่ใช้ในการผลิตให้ได้ตามเป้าหมาย = (จำนวนชิ้นที่ต้องการ x รอบเวลา)

จากการจัดคุลตามแบบเดิมของส่วน Fork preparing จะได้

จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ใน 8 ชั่วโมง = (8 x 60 นาที x 60 วินาที) / 32.3 วินาที

= 891.6 ชิ้น

และ เวลาที่ใช้ในการผลิตให้ได้ตามเป้าหมาย = 1,000 ชิ้น x 32.3 วินาที = 538.3 นาที

หรือ = 8.97 ชั่วโมง หรือ 8 ชั่วโมง 58 นาที

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Chulalongkorn University

ภาคผนวก ญ

ศัพท์เทคนิคที่ใช้ในการวิจัย

ศัพท์เทคนิคที่ใช้ในการวิจัย

คำเทียบอังกฤษ - ไทย

activity relationship chart	แผนภูมิความสัมพันธ์
area allocation	การจัดสรรพื้นที่
assembly chart	แผนภูมิการประกอบ
assembly line balancing	การจัดดุลสายการประกอบ
balance	ดุล
bulk factor	จำนวนชิ้นต่อครั้ง (ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ)
closeness	ความใกล้ชิด; ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน
computer package; package program	โปรแกรมสำเร็จรูป
computer-aided layout	การวางผังโรงงานแบบใช้คอมพิวเตอร์ช่วย
computer-aided program	โปรแกรมช่วยการวางผังโรงงาน
conventional technique	เทคนิคแบบดั้งเดิม
cycle time	รอบเวลา; รอบเวลาผลิต
database	ฐานข้อมูล
datafile	แฟ้มข้อมูล
drawing	แบบพิมพ์เขียว
dummy	แผนกสมมติ
effectiveness	ประสิทธิผล
efficiency	ประสิทธิภาพ
Euclidean distance	ระยะทางแบบยูคลิเดียน
fixed position layout	ผังคงตำแหน่ง; ผังแบบที่ตั้งคงที่ของงาน
fork lift truck	รถยกอุตสาหกรรม
from-to chart; travel chart	แผนภูมิจาก-ไป; แผนภูมิเดินทาง
heuristic method	วิธีแบบฮิวริสติก
idle time	เวลาว่าง

initial layout	ผังโรงงานเบื้องต้น; ผังโรงงานเดิม
input	ข้อมูลเข้า
inspection	การตรวจสอบ; การตรวจพินิจ
interdepartmental flow matrix	เมตริกซ์การไหล(ของวัสดุ)ระหว่างแผนก
iteration	รอบการประมวลผล
load	จำนวนครั้ง; จำนวนเที่ยว (ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ)
LOT rule (longest operation time rule)	กฎเวลาทำงานนานที่สุด (ใช้ในการจัดดุลสายการประกอบ)
material handling	การเคลื่อนย้ายวัสดุ, การขนถ่ายวัสดุ
MTB(mountain bicycle)	รถจักรยานแบบเสือภูเขา
operation	การดำเนินงาน; การทำงาน
operation process chart	แผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน
operation time; task time	เวลาทำงานของงานย่อย
optimum solution	คำตอบที่เหมาะสมที่สุด
output	ข้อมูลออก; ผลลัพธ์
overall layout	ผังโรงงานโดยรวม
package program; computer package	โปรแกรมสำเร็จรูป
parts list	รายการชิ้นส่วน
period	คาบเวลา
plant layout	ผังโรงงาน; การวางผังโรงงาน
precedence diagram	แผนภาพลำดับก่อน-หลัง
process layout	ผังตามกรรมวิธี ; ผังแบบกระบวนการผลิต
product layout	ผังตามผลิตภัณฑ์; ผังแบบผลิตภัณฑ์
production database	ฐานข้อมูลการผลิต
prototype	ต้นแบบ
rectilinear distance	ระยะทางแบบเรคติลิเนียร์

route sheet	แบบแสดงเส้นทางงาน
setup time	เวลาตั้งเครื่อง
SLP(systematic layout planning)	การวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ
software	ซอฟต์แวร์
space relationship diagram	แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ด้านพื้นที่
specification	ข้อกำหนด
standard time	เวลามาตรฐาน
task time	เวลาทำงานของงานย่อย
travel chart; from- to chart	แผนภูมิเดินทาง; แผนภูมิจาก-ไป
two-hand lift jack	รถยกแบบใช้มือโยก
unit contribution	ปัจจัยประกอบ (เพื่อแสดงค่าใช้จ่ายหรือผลประโยชน์ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ)
unit interdepartmental contribution matrix	เมตริกซ์แสดงปัจจัยประกอบในการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างแผนก

<u>คำเทียบ ไทย-อังกฤษ</u>

กฎเวลาทำงานนานที่สุด (ใช้ในการจัดดุลสายการประกอบ)	LOT rule (longest operation time rule)
การเคลื่อนย้ายวัสดุ, การขนถ่ายวัสดุ	material handling
การจัดดุลสายการประกอบ	assembly line balancing
การจัดสรรพื้นที่	area allocation
การดำเนินงาน; การทำงาน	operation
การตรวจสอบ; การตรวจพินิจ	inspection
การวางผังโรงงานแบบใช้คอมพิวเตอร์ช่วย	computer-aided layout
การวางผังโรงงานอย่างเป็นระบบ	SLP(systematic layout planning)
ข้อกำหนด	specification
ข้อมูลเข้า	input
ข้อมูลออก; ผลลัพธ์	output

ความใกล้ชิด; ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยงาน	closeness
คาบเวลา	period
คำตอบที่เหมาะสมที่สุด	optimum solution
จำนวนครั้ง; จำนวนเที่ยว (ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ)	load
จำนวนชิ้นต่อครั้ง (ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ)	bulk factor
ซอฟต์แวร์	software
ฐานข้อมูล	database
ฐานข้อมูลการผลิต	production database
ดุล	balance
ต้นแบบ	prototype
เทคนิคแบบดั้งเดิม	conventional technique
แบบพิมพ์เขียว	drawing
แบบแสดงเส้นทางงาน	route sheet
ประสิทธิผล	effectiveness
ประสิทธิภาพ	efficiency
ปัจจัยประกอบ (เพื่อแสดงค่าใช้จ่ายหรือผลประโยชน์ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ)	unit contribution
โปรแกรมช่วยการวางผังโรงงาน	computer-aided program
โปรแกรมสำเร็จรูป	package program; computer package
ผลลัพธ์; ข้อมูลออก	output
ผังคงตำแหน่ง; ผังแบบที่ตั้งคงที่ของงาน	fixed position layout
ผังตามกรรมวิธี ; ผังแบบกระบวนการผลิต	process layout
ผังตามผลิตภัณฑ์; ผังแบบผลิตภัณฑ์	product layout
ผังโรงงาน; การวางผังโรงงาน	plant layout
ผังโรงงานโดยรวม	overall layout
ผังโรงงานเบื้องต้น; ผังโรงงานเดิม	initial layout

แผนกสมมติ	dummy
แผนภาพลำดับก่อน-หลัง	precedence diagram
แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ด้านพื้นที่	space relationship diagram
แผนภูมิกระบวนการดำเนินงาน	operation process chart
แผนภูมิการประกอบ	assembly chart
แผนภูมิความสัมพันธ์	activity relationship chart
แผนภูมิจาก-ไป; แผนภูมิเดินทาง	from-to chart; travel chart
แผนภูมิเดินทาง; แผนภูมิจาก-ไป	travel chart; from- to chart
แฟ้มข้อมูล	datafile
เมตริกซ์การไหล(ของวัสดุ)ระหว่างแผนก	interdepartmental flow matrix
เมตริกซ์แสดงปัจจัยประกอบในการเคลื่อนย้ายวัสดุระหว่างแผนก	unit interdepartmental contribution matrix
รถจักรยานแบบเสือภูเขา	MTB(mountain bicycle)
รถยกแบบใช้มือโยก	two-hand lift jack
รถยกอุตสาหกรรม	fork lift truck
รอบการประมวลผล	iteration
รอบเวลา; รอบเวลาผลิต	cycle time
ระยะทางแบบยูคลิเดียน	Euclidean distance
ระยะทางแบบเรคติลิเนียร์	rectilinear distance
รายการชิ้นส่วน	parts list
วิธีแบบฮิวริสติก	heuristic method
เวลาตั้งเครื่อง	setup time
เวลาทำงานของงานย่อย	operation time; task time
เวลามาตรฐาน	standard time
เวลาว่าง	idle time

ประวัติผู้เขียน

นางสาวโศภณา จิระชุติโรจน์ เกิดวันที่ 29 ธันวาคม พ.ศ. 2511 ที่เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตรบัณฑิต (สาขาวิทยาศาสตร์ทั่วไป) คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2532 และได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2533.