รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. คู่มือการอบรมเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานสำหรับผู้บริหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: 2542.

กิตติ อินทรานนท์. วิศวกรรมความปลอดภัย:พื้นฐานของวิศวกร. พิมพ์ครั้งที่ 1. สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.

กิตติ อินทรานนท์ และศรีรักษ์ ศรีทองชัย. "การตัดสินใจโดยใช้ทฤษฎีฟัซซีเซต" วิศวกรรมสาร ปีที่ 46, เล่มที่ 2 (2536) : 94-97.

พูลทรัพย์ สมบูรณ์ปัญญา. "การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมาตรการป้องกันกับความสูญเสียที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุของงานก่อสร้างอาคาร" วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมโยธา วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

มนัส สังวรศิลป และวรรัตน์ ภัทรอมรกุล. คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์ . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์อินโฟรเพรส, 2542.

วิฑูรย์ ตันศิริคงคล. AHP กระบวนการตัดสินใจ ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด, 2542.

วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. มาตรฐานความปลอดภัย สำหรับงานก่อสร้างอาคาร .พิมพ์ครั้งที่ 10. กรุงเทพฯ: 2539.

สถาบันความปลอดภัยในการทำงานกรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงานกระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. แนวทางปฏิบัติการบริหารความปลอดภัยในงานก่อสร้างGuideline for Construction Safety Management. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ร้อยสิบเอ็ดธุรกิจ , 2542. หน้า 59-82.

เสริมสิน วชิราพรพฤฒ. "ความสัมพันธ์ของระดับมาตรการความปลอดภัยกับค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของโครงการก่อสร้างอาคารสูง " วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมโยธา วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2544.

สำนักงานกองทุนเงินทดแทน สำนักงานประกันสังคม กระทรวงแรงงานและสวัสดิการสังคม. รายงานผลการดำเนินงานกองทุนเงินทดแทน . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: 2542.

อรุณ ชัยเสรี. อันตรายจากการก่อสร้างและวิธีป้องกัน . พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: 2527.

ภาษาอังกฤษ

Ahmed, S.M., Kwan, J.C., Ming, Y.W., and Pui Ho, D.C.. "Site Safety Management in HongKong" Journal of Construction Engineering and Management,ASCE Vol.5, No.1 (November/December 2000): 34-42.

Andrea,R.. "An Analytic Hierarchy Process Framework for Comparing The Overall Performance of Manufacturing Departments" International Journal of Operations & Production Management Vol. 16, No.8 (1996): 104-119.

Carlos, A.V., Fabian, C.H., Rechard, E.L. and Won, H.Y.. "A Fault Tree Model for Falls from A Form Scaffolding" Proceeding of The First International Conference of CIB Working Commission W99 (Implementation of Safety and Health on Construction Sites). (September 1996): 291-301.

Carlos, A.V., Fabian, C.H. and Rechard, E.L.. "Cause of Construction Falls from Floor Opening and Edges" Proceeding of The First International Conference of CIB Working Commission W99 (Implementation of Safety and Health on Construction Sites). (September 1996): 301-312.

Curry, R.E., Haimes, Y.Y. and Lambert, J.H.. "Comparison of Two Model Evaluating Automobile Safety Features" Journal of Construction Engineering and Management.ASCE Vol. 125, No.2 (March/April 1999).

David,B.B.. Systems Analysis and Design for Safety. Englewood Cliffs, New Jerssy: Prentic-Hall, Auburn University,1976.

Everett, J.G. and Frank, P.B.. "Costs of Accidents and Injuries to The Construction Industry" Journal of Construction Engineering and Management,ASCE Vol. 22, No.2 (June 1996): 158-164.

Griffith, A., Stephenson, P. and Watson, P.. Management Systems for Construction. New York: 2000.

Jaselskis, E.J., Anderson, S.D. and Russell, J.S.. "Strategies for Achieving Excellence in Construction Safety Performance" Journal of Construction Management and Economics. ASCE Vol. 122, No.1 (March 1996): 61-70.

Johnson, A.P.. "Fault Tree Analysis of Bridge Failure due to Scour and Channel Instability" Journal of Infrastructure System, ASCE Vol.5, No.1 (March 1999): 35-41.

King, R.W. and Hudson, R.. Construction Hazard and Safety Handbook.1985.

Saaty, T.L.. " A Scaling Method for Priorities in Hierarchial Structures" Journal of Mathematical Psychology Vol.15, (1977): 234-281.

Tang, S.L., Lee, H.K. and Wong, K.. "Safety Cost Optimization of Building Projects in Hong Kong" Journal of Construction Management and Economics Vol. 2, No.1 (1997): 177-186.

Triantaphyllou, E., Kovalerchuk, B., Lawrence, M.J. and Gerald, M.K.. "Determining The Most Important Criteria in Maintenance Decision Making" Journal of Quality in Maintenance Engineering Vol. 3, No.1 (1997): 16-28.

Triantaphyllou, E. and Mann, S.H.. "An Evaluation of The Eigenvalue Approach for Determining The Membership Value of Fuzzy Sets" Fuzzy Sets and Systems Vol. 35, No.3 (1990).

Vargas, C.A., Hadipriono, F.C., Larew, R.E. and Yoo, W.H.. "A Fault Tree Model for Falls from A Form Scaffolding" Proceeding of The First International Conference of CIB Working Commission W99 (Implementation of Safety and Health on Construction Sites). (September 1996): 291-301.

Vargas, C.A., Hadipriono, F.C. and Larew, R.E.. "Causes of Construction Falls from Floor Opening and Edges," in Proceeding of The First International Conference of CIB Working Commission W99(Implementation of Safety and Health on Construction Sites). (September 1996): 303-312.

Willie, H. and Dennis, P.. Occupation Safety Management and Engineering. 2000.

Xie, M., Tan, K.C., Goh, K.H. and Huang, X.R.. "Optimum Prioritization and Resource Allocation Base On Fault Tree Analysis" International Journal of Quality and Reliability Management Vol.17. No.2 (2000):189-199.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.
ตารางแสดงผลการวิจัย

ตาราง4.3 อุบัติเหตุและวันสูญเสียเทียบเท่าเนื่องจากอุบัติเหตุขณะดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน

หน่วยงาน	ลำดับของอุบัติเหตุ*	ลักษณะอุบัติเหตุ	จำนวนวันหยุดงาน (วัน)
1	5	ตกนั่งร้านขณะใช้ฆ้อนตีปรับระดับเหล็กในเสา เนื่องจากทำงานในพื้นที่จำกัดและแรงเหวี่ยงฆ้อน	0
	8	ไม้แบบสำหรับงานพื้นตกเนื่องจากแบบลื่นและขาดการยึดไม้แบบกับเสา	0
	10	ขณะเข้าแบบพื้น ฆ้อนได้ดีมือ	0
	14	นั่งร้านหล่นมาทับคนงาน	7
	15	ตกจากนั่งร้านขณะรื้อนั่งร้าน	7
	21	คนงานปวดเมื่อยเนื่องจากยกไม้แบบส่งให้เพื่อนคนงานด้านบน	0
	22	ตกนั่งร้านเนื่องจากนั่งร้านลื่น	0
	25	เหล็กตีมือขณะรื้อนั่งร้าน	0
2	1	ตกนั่งร้านเนื่องจากมือเสือชำรุดและคนงานปลด Life line ออกขณะเคลื่อนย้ายสถานที่ทำงาน	23
3	4	รื้อแบบเหล็กแล้วโดนเหล็กตำนิ้วมือ	2
	6	งานเชื่อมเหล็กหัวคานในพื้นที่จำกัด อยู่บนที่สูง ท่าทางในการเชื่อมเป็นท่าเงยหน้า ทำให้ประกายไฟเข้าตา	0
	9	รื้อแบบเสาเหล็กทำให้เสาค้ำยันกระแทกขา	2
	13	ขณะรื้อแบบไม้ ไม้แบบหล่นทับเท้า	14
	17	งานเชื่อมเหล็กหัวคานในพื้นที่จำกัด อยู่บนที่สูง ท่าทางในการเชื่อมเป็นท่าเงยหน้า ทำให้ประกายไฟเข้าตา	3

ตาราง4.3 อุบัติเหตุและวันสูญเสียเทียบเท่าเนื่องจากอุบัติเหตุขณะดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน(ต่อ)

หน่วยงาน	ลำดับของอุบัติเหตุ*	ลักษณะอุบัติเหตุ	จำนวนวันที่หยุดงาน
4	2	เหยียบตะปูขณะนำแบบเหล็กขึ้นรถ	0
	4	ตกนั่งร้านขณะเข้าแบบเหล็กท้องคาน	1
	8	เหล็กทับมือขณะยกแบบเหล็กขึ้นประกอบติดตั้ง	3
	14	ขณะรื้อแบบเหล็กออกฝุ่นจากคอนกรีตเข้าตา	1
	16	ขณะรื้อแบบเหล็กออกฝุ่นจากคอนกรีตเข้าตา	1
	17	ขณะรื้อแบบเหล็กออกฝุ่นจากคอนกรีตเข้าตา	1
5	3	ตกนั่งร้านเนื่องจากไม่ยึดแผ่นเหล็กรองยืนติดกับโครงนั่งร้าน ทำให้เหล็กเคลื่อนที่ขณะคนงานปีนขึ้นนั่งร้าน	7
	5	นั่งร้านล้อเลื่อนคว่ำเนื่องจากเคลื่อนที่นั่งร้านขณะมีคนงานอยู่บนนั่งร้าน	60
	6	ไฟฟ้าช็อตขณะทำงานบนนั่งร้านทำให้ตกจากนั่งร้าน	180
6	8	ขณะรื้อแบบเหล็กทำให้เหล็กดีดใส่ตาคนงาน	4
	10	ตกนั่งร้านเนื่องจากไม่ยึดแผ่นเหล็กรองยืนติดกับโครงนั่งร้าน ทำให้เหล็กเคลื่อนที่ขณะคนงานทำงานบนนั่งร้าน	7
	13	เกิดเพลิงไหม้สายไฟฟ้าที่สโตร์เนื่องจากตัดเหล็กขณะรื้อนั่งร้าน	1
	15	ชะแลงทับมือเนื่องจากงัดไม้หน้าสามเพื่อทำกันจ๊อย	4
	17	คนงานปวดเมื่อยเนื่องจากยกไม้แบบส่งให้เพื่อนคนงานด้านบน	5
	22	เศษเหล็กจากชั้นบนตกใส่	7

ตาราง4.3 อุบัติเหตุและวันสูญเสียเทียบเท่าเนื่องจากอุบัติเหตุขณะดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน(ต่อ)

หน่วยงาน	ลำดับของอุบัติเหตุ*	ลักษณะอุบัติเหตุ	จำนวนวันที่หยุดงาน
7	7	นั่งร้านล้มทำให้คนงานตกจากนั่งร้านพร้อมเข็มขัดนิรภัย ION	3
	17	แผ่นเหล็กรองยืนหล่นใส่ขาคนงาน	3
	24	ตกจากนั่งร้าน	7
	29	บันไดขึ้นนั่งร้านบาดคนงานขณะปีนขึ้นนั่งร้าน	0
	45	แผ่นเหล็กรองยืนหล่นใส่คนงานเนื่องจากไม่ยึดแผ่นเหล็กรองยืนติดกับโครงนั่งร้าน ทำให้เหล็กเคลื่อนที่ลงขณะคนงานปีนขึ้นนั่งร้าน	4
	46	ไม้แบบตีแขนคนงาน	0
	53	แผ่นเหล็กรองยืนหล่นใส่คนงานเนื่องจากไม่ยึดแผ่นเหล็กรองยืนติดกับโครงนั่งร้าน	
	59	แผ่นเหล็กรองยืนหล่นใส่คนงานเนื่องจากไม่ยึดแผ่นเหล็กรองยืนติดกับโครงนั่งร้าน	
	63	คนงานลื่นบนพื้นรองยืนขณะขณะรื้อนั่งร้าน	
	70	คนงานลื่นบนพื้นรองยืนแล้วตกจากนั่งร้าน	30

หมายเหตุ * ลำดับของอุบัติเหตุ เป็นลำดับที่ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นภายในหน่วยงานก่อสร้าง โดยเรียงลำดับตามวันที่เกิดอุบัติเหตุ

ตั้งแต่เริ่มโครงการจนกระทั่งถึงวันที่ผู้วิจัยเข้าไปรวบรวมข้อมูลอุบัติเหตุไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นในหน่วยงานที่ 8

ตาราง4.4 วิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุตามลักษณะของสภาพอุบัติเหตุ

หน่วยงานที่1

ลำดับ * ของอุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัสสาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความสำคัญ	อัตราส่วนความสอดคล้อง***
5	ตกนั่งร้านขณะใช้ฆ้อนตีปรับระดับเหล็กในเสา เนื่องจากทำงานในพื้นที่จำกัดและแรงเหวี่ยงฆ้อน	B118	ขาดความรู้ด้านเทคนิกการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0586	0.003
		B119	ขาดความรู้ด้านการเลือกเครื่องมือเครื่องจักรที่เหมาะสมกับงาน	0.03824	
		B99	ประมาท	0.2086	
		B98	ถอดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุของสถานที่ทำงาน เครื่องจักรและเครื่องมือออก	0.2086	
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0685	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.2086	
		B82	ไม่มีมาตรการความปลอดภัย	0.2086	
8	ไม้แบบสำหรับงานพื้นตกเนื่องจากแบบลื่นและขาดการยึดไม้แบบกับเสา	B46	ระยะเวลาในการประกอบติดตั้งไม้กระดานช้าเกินไป	0.0266	0.02
		B50	จุดต่อชนไม่ต่อสนิทกัน	0.0760	
		B52	ไม้กระดานไม่ประกอบติดกับค้ำยัน	0.1496	
		B55	ไม่มีการติดต่อประสานงานการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน	0.0585	

ลำดับ * ของอุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัสสาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความสำคัญ	อัตราส่วนความสอดคล้อง***
		B56	วิธีการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานไม่ได้มาตรฐาน	0.0646	
		B82	ไม่มีมาตรการความปลอดภัย	0.2168	
		B99	ประมาท	0.2168	
		B101	ความเร็วในการทำงาน	0.0635	
		B105	ไม่มีหรือไม่ปฏิบัติตามวิธีการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0635	
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0635	
10	ขณะเข้าแบบพื้นม้อนได้ตีมือ	B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0852	0.037
		B118	ขาดความรู้ด้านเทคนิกการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0852	
		B138	ความสว่างของสถานที่ทำงาน	0.0852	
		B139	ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสถานที่ทำงาน	0.1194	
		B82	ไม่มีมาตรการความปลอดภัย	0.3411	
		B99	ประมาท	0.2836	
14	นั่งร้านหล่นมาทับคนงาน	B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0660	0.100
		B101	ความเร็วในการทำงาน	0.0660	
		B82	ไม่มีมาตรการความปลอดภัย	0.2640	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.2640	

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตราส่วน ความสอด คล้อง***
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.1605	
		B99	ประมาท	0.1793	
15	ตกจากนั่งร้านขณะรื้อนั่งร้าน	B54	ไม่มีการวางแผนการเรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน	0.0526	0.04
		B55	ไม่มีการติดต่อประสานงานการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน	0.0526	
		B56	วิธีการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานไม่ได้มาตรฐาน	0.0592	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0526	
		B118	ขาดความรู้ด้านเทคนิกการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0526	
		B119	ขาดความรู้ด้านการเลือกเครื่องมือเครื่องจักรที่เหมาะสมกับงาน	0.0288	
		B82	ไม่มีมาตรการความปลอดภัย	0.2050	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.1880	
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0696	
		B99	ประมาท	0.2387	
21	คนงานปวดเมื่อยเนื่องจากยกไม้แบบส่งให้เพื่อนคนงานด้านบน	B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.1198	0.027
		B118	ขาดความรู้ด้านเทคนิกการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0948	

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตราส่วน ความสอด คล้อง***
		B119	ขาดความรู้ด้านการเลือกเครื่องมือ เครื่องจักรที่เหมาะสมกับงาน	0.0664	
		B99	ประมาท	0.3142	
		B115	ขาดประสบการณ์	0.0451	
		B113	ความถนัดและความไม่ถนัด	0.0451	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.3142	
22	ตกนั่งร้านเนื่องจากนั่งร้านลื่น	B50	จุดต่อชนไม่ต่อสนิทกัน	0.1396	0.100
		B2	ไม้กระดานโดนกระทบจากธรรมชาติ	0.1396	
		B82	ไม่มีมาตรการความปลอดภัย	0.2468	
		B99	ประมาท	0.2468	
		B101	ความเร็วในการทำงาน	0.0756	
		B105	ไม่มีหรือไม่ปฏิบัติตามวิธีการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0756	
		B139	ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสถานที่ทำงาน	0.0756	
25	เหล็กตีมือขณะรื้อนั่งร้าน	B99	ประมาท	0.3148	0.012
		B101	ความเร็วในการทำงาน	0.0996	
		B103	การหยอกล้อกัน	0.1641	
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0820	
		B115	ขาดประสบการณ์	0.0411	

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตราส่วน ความสอด คล้อง***
		B98	ถอดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุของ สถานที่ทำงาน เครื่องจักรและ เครื่องมือออก	0.2983	

หน่วยงานที่2

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตราส่วน ความสอด คล้อง***
1	ตกนั่งร้านเนื่องจากมือเสือ ชำรุดและคนงานปลด Life line ออกขณะเคลื่อนย้าย สถานที่ทำงาน	B52	ไม้กระดานไม่ประกอบติดกับค้ำยัน	0.3203	0.100
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ ส่วนบุคคล	0.1733	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.4257	
		B98	ถอดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุของ สถานที่ทำงาน เครื่องจักรและ เครื่องมือออก	0.0805	

หน่วยงานที่3

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตราส่วน ความ สอด คล้อง***
4	รื้อแบบเหล็กแล้วโดยเหล็กผูกแทงนิ้วมือ	B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.4444	0
		B99	ประมาท	0.4444	
		B118	ขาดความรู้ด้านเทคนิกการทำงานอย่างปลอดภัย	0.1111	
6	งานเชื่อมเหล็กหัวคานในพื้นที่จำกัด อยู่บนที่สูง ท่าทางในการเชื่อมเป็นท่าเงยหน้าทำให้ประกายไฟเข้าตา	B118	ขาดความรู้ด้านเทคนิกการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0909	0
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.3636	
		B43	หน้าตัดและความยาวของไม้กระดาน	0.0909	
		B102	ความกดดันจากการทำงาน	0.0909	
		B99	ประมาท	0.3636	
9	รื้อแบบเสาเหล็กทำให้เสาค้ำยันกระแทกขา	B99	ประมาท	0.400	0
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.100	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.400	
		B78	วิธีการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานไม่ได้มาตรฐาน	0.100	

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตราส่วน ความ สอด คล้อง***
13	ขณะรื้อแบบไม้ ไม้แบบหล่น ทับเท้า	B129	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันวัสดุหรือเครื่องมือตก	0.3636	0
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0909	
		B139	ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสถานที่ทำงาน	0.0909	
		B99	ประมาท	0.3636	
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0909	
17	งานเชื่อมเหล็กหัวคานในพื้นที่จำกัด อยู่บนที่สูง ท่าทางในการเชื่อมเป็นท่าเงยหน้า ทำให้ประกายไฟเข้าตา	B118	ขาดความรู้ด้านเทคนิกการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0909	0
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.3636	
		B43	หน้าตัดและความยาวของไม้กระดาน	0.0909	
		B102	ความกดดันจากการทำงาน	0.0909	
		B99	ประมาท	0.3636	

หน่วยงานที่4

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตรา ส่วน ความ สอด คล้อง***
2	เหยียบตะปูขณะนำแบบเหล็กขึ้นรถ	B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.3196	0.017
		B139	ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสถานที่ทำงาน	0.1220	
		B99	ประมาท	0.5584	
4	ตกนั่งร้านขณะเข้าแบบเหล็กท้องคาน	B52	ไม้กระดานไม่ประกอบติดกับค้ำยัน	0.6882	0
		B99	ประมาท	0.6882	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.2294	
8	เหล็กทับมือขณะยกแบบเหล็กขึ้นประกอบติดตั้ง	B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.3196	0.017
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.1220	
		B94	ความบกพร่องด้านประสาทสัมผัสทั้ง5	0.5584	
14	ขณะรื้อแบบเหล็กออกฝุ่นจากคอนกรีตเข้าตา	B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.7500	0
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.2500	

หน่วยงานที่ 5

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตรา ส่วน ความ สอด คล้อง***
3	ตกนั่งร้านเนื่องจากไม่ยึดแผ่นเหล็กรองยืนติดกับโครงนั่งร้าน ทำให้เหล็กเคลื่อนที่ขณะคนงานปีนขึ้นนั่งร้าน	B99	ประมาท	0.6370	0.032
		B52	ไม้กระดานไม่ประกอบติดกับค้ำยัน	0.2583	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.1047	
5	นั่งร้านล้อเลื่อนคว่ำเนื่องจากเคลื่อนที่นั่งร้านขณะมีคนงานอยู่บนนั่งร้าน	B99	ประมาท	0.3964	0.020
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.1446	
		B101	ความเร็วในการทำงาน	0.1446	
		B82	ไม่มีมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับอุปกรณ์กันตก	0.2514	
		B139	ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสถานที่ทำงาน	0.0631	
6	ไฟฟ้าช๊อตขณะทำงานบนนั่งร้านทำให้ตกจากนั่งร้าน	B132	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันไฟฟ้าช๊อต	0.6667	0
		B82	ไม่มีมาตรการความปลอดภัย	0.6667	
		B99	ประมาท	0.3333	

หน่วยงานที่ 6

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตรา ส่วน ความ สอด คล้อง***
8	ขณะรื้อแบบเหล็กทำให้เหล็กดีดใส่ตาคนงาน	B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.3952	0.022
		B56	วิธีการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานไม่ได้มาตรฐาน	0.2322	
		B113	ความถนัดและความไม่ถนัด	0.1404	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.2322	
10	ตกนั่งร้านเนื่องจากไม่ยึดแผ่นเหล็กรองยืนติดกับโครงนั่งร้าน ทำให้เหล็กเคลื่อนที่ขณะคนงานทำงานบนนั่งร้าน	B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.2402	0.100
		B99	ประมาท	0.2015	
		B101	ความเร็วในการทำงาน	0.1012	
		B107	ขาดผู้ควบคุมดูแล	0.1318	
		B52	ไม้กระดานไม่ประกอบติดกับค้ำยัน	0.0835	
		B55	ไม่มีการติดต่อประสานงานการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน	0.1279	

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตรา ส่วน ความ สอด คล้อง***
		B56	วิธีการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน ไม่ได้มาตรฐาน	0.1139	
13		B119	ขาดความรู้ด้านการเลือกเครื่องมือ เครื่องจักรที่เหมาะสมกับงาน	0.0669	0
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ ส่วนบุคคล	0.298	
		B118	ขาดความรู้ด้านเทคนิกการทำงาน อย่างปลอดภัย	0.1795	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.1575	
		B99	ประมาท	0.2980	
15	ชะแลงทับมือเนื่องจากงัดไม้ หน้าสามเพื่อทำกันจ๊อย	B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ ส่วนบุคคล	0.3176	0.013
		B119	ขาดความรู้ด้านการเลือกเครื่องมือ เครื่องจักรที่เหมาะสมกับงาน	0.0876	
		B113	ความถนัดและความไม่ถนัด	0.2000	
		B99	ประมาท	0.0771	
		B114	รู้เท่าไม่ถึงการณ์	0.3176	
17	คนงานปวดเมื่อยเนื่องจาก ยกไม้แบบส่งให้เพื่อนคนงาน ด้านบน	B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0913	0.032
		B99	ประมาท	0.2371	

ลำดับ* ของอุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัสสาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความสำคัญ	อัตราส่วนความสอดคล้อง***
		B119	ขาดความรู้ด้านการเลือกเครื่องมือเครื่องจักรที่เหมาะสมกับงาน	0.1405	
		B114	รู้เท่าไม่ถึงการณ์	0.5309	
22	เศษเหล็กจากชั้นบนตกใส่	B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.2781	0.004
		B82	ไม่มีมาตรการความปลอดภัย	0.2781	
		B99	ประมาท	0.2781	
		B139	ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสถานที่ทำงาน	0.1013	
		B113	ความถนัดและความไม่ถนัด	0.0645	

หน่วยงานที่7

ลำดับ* ของอุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัสสาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความสำคัญ	อัตราส่วนความสอดคล้อง***
7	นั่งร้านล้มทำให้คนงานตกจากนั่งร้านพร้อมเข็มขัดนิรภัย	B54	ไม่มีการวางแผนการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน	0.2312	0.018
		B107	ขาดผู้ควบคุมดูแล	0.2312	
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.1452	

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตรา ส่วน ความ สอด คล้อง***
		B115	ขาดประสบการณ์	0.1452	
		B99	ประมาท	0.0785	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0691	
		B98	ถอดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุของสถานที่ทำงาน เครื่องจักรและเครื่องมือออก	0.0452	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.0309	
		B106	ดื้อและไม่สนใจในคำตักเตือนของผู้ควบคุมงาน	0.0233	
15		B54	ไม่มีการวางแผนการเรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน	0.2744	0.006
		B107	ขาดผู้ควบคุมดูแล	0.2744	
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.1542	
		B115	ขาดประสบการณ์	0.1542	
		B99	ประมาท	0.0794	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0634	
17	แผ่นเหล็กรองยืนหล่นใส่ขาคนงาน	B54	ไม่มีการวางแผนการเรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน	0.2569	0.008
		B107	ขาดผู้ควบคุมดูแลขณะทำงาน	0.2569	

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตรา ส่วน ความ สอด คล้อง***
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.1517	
		B115	ขาดประสบการณ์	0.1517	
		B99	ประมาท	0.0774	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0642	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.0411	
24	ตกจากนั่งร้าน	B54	ไม่มีการวางแผนการเรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน	0.2312	0.018
		B107	ขาดผู้ควบคุมดูแล	0.2312	
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.1452	
		B115	ขาดประสบการณ์	0.1452	
		B99	ประมาท	0.0785	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0691	
		B98	ถอดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุของสถานที่ทำงาน เครื่องจักรและเครื่องมือออก	0.0452	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.0309	
		B106	ดื้อและไม่สนใจในคำตักเตือนของผู้ควบคุมงาน	0.0233	
29	บันไดขึ้นนั่งร้านบาดคนงานขณะปีนขึ้นนั่งร้าน	B107	ขาดผู้ควบคุมดูแล	0.3446	0.008

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตรา ส่วน ความ สอด คล้อง***
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.2078	
		B115	ขาดประสบการณ์	0.2078	
		B99	ประมาท	0.1016	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0854	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.0527	
45	แผ่นเหล็กรองยืนหล่นใส่คนงานเนื่องจากไม่ยึดแผ่นเหล็กรองยืนติดกับโครงนั่งร้าน ทำให้เหล็กเคลื่อนที่ลงขณะคนงานปีนขึ้นนั่งร้าน	B52	ไม้กระดานไม่ประกอบติดกับค้ำยัน	0.2569	0.008
		B107	ขาดผู้ควบคุมดูแล	0.2569	
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.1517	
		B115	ขาดประสบการณ์	0.1517	
		B99	ประมาท	0.0774	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0642	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.0411	
46	ไม้แบบตีแขนคนงาน	B115	ขาดประสบการณ์	0.4804	0.007
		B99	ประมาท	0.2158	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.1959	

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตรา ส่วน ความ สอด คล้อง***
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.1079	
53	แผ่นเหล็กรองยืนหล่นใส่คนงานเนื่องจากไม่ยึดแผ่นเหล็กรองยืนติดกับโครงนั่งร้าน	B52	ไม้กระดานไม่ประกอบติดกับค้ำยัน	0.2978	0.002
		B115	ขาดประสบการณ์	0.2978	
		B99	ประมาท	0.1578	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.1578	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.0888	
59	แผ่นเหล็กรองยืนหล่นใส่คนงานเนื่องจากไม่ยึดแผ่นเหล็กรองยืนติดกับโครงนั่งร้าน	B52	ไม้กระดานไม่ประกอบติดกับค้ำยัน	0.2978	0.002
		B115	ขาดประสบการณ์	0.2978	
		B99	ประมาท	0.1578	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.1578	
		B95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.0888	
63	คนงานลื่นบนพื้นรองยืนขณะขณะรื้อนั่งร้าน	B54	ไม่มีการวางแผนการเรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน	0.2569	0.008
		B107	ขาดผู้ควบคุมดูแล	0.2569	

ลำดับ* ของ อุบัติเหตุ	ลักษณะอุบัติเหตุ	รหัส สาเหตุ	สาเหตุของอุบัติเหตุ	น้ำหนัก** ความ สำคัญ	อัตรา ส่วน ความ สอด คล้อง***
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.1517	
		B115	ขาดประสบการณ์	0.1517	
		B99	ประมาท	0.0774	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0642	
		B130	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันการลื่นหรือการสะดุด	0.0411	
70	คนงานลื่นบนพื้นรองยืนแล้วตกจากนั่งร้าน	B54	ไม่มีการวางแผนการเรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน	0.2569	0.008
		B107	ขาดผู้ควบคุมดูแล	0.2569	
		B108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.1517	
		B115	ขาดประสบการณ์	0.1517	
		B99	ประมาท	0.0774	
		B117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0642	
		B130	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันการลื่นหรือการสะดุด	0.0411	

หมายเหตุ * คือลำดับที่ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นภายในหน่วยงานก่อสร้าง โดยเรียงลำดับตามวันที่เกิดอุบัติเหตุ

** คือ ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุต่อการเกิดอุบัติเหตุเป็นค่าใน Eigenvector ของ Payoff matrix ของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

*** คือค่า Contribution Ratio (CR) ของ Payoff matrix ของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ โดยค่า CR ที่ยอมรับได้มีค่าน้อยกว่า 0.1

ตาราง4.5 สรุปความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

Basic Event	Cause of Accident	Probability of cause of accident *
BE1	ไม้กระดานโดนกระทบจากคนงานจากทางเข้าของคนงาน	0
BE2	ไม้กระดานโดนกระทบจากธรรมชาติ	0.0015
BE3	ไม้กระดานโดนกระทบจากเครื่องจักร	0
BE4	กองวัสดุบนไม้กระดานเพียงแผ่นเดียวมากเกินกำลัง	0
BE5	กองวัสดุบนไม้กระดานมากเกินกำลัง	0
BE6	กองวัสดุบนไม้กระดานสูงเกินไป	0
BE7	กองวัสดุบนไม้กระดานโดยขาดการค้ำยันและผูกมัดกองวัสดุ	0
BE8	กองเศษวัสดุจากการรื้อถอนบนไม้กระดานมากเกินกำลัง	0
BE9	แรงกระแทกจากเศษวัสดุจากการรื้อถอนมากระทบไม้กระดาน	0
BE10	ค้ำยันโดยการะทบจากธรรมชาติ	0
BE11	ค้ำยันโดยการะทบจากเครื่องจักร	0
BE12	ค้ำยันโดยการะทบจากวัสดุ	0
BE13	ค้ำยันโดนกระทบจากคนงานเนื่องจากคนงานไต่ขึ้นนั่งร้านโดยตรง	0
BE14	สาเหตุจากที่รองรับบันได ทำให้คนงานเกิดอุบัติเหตุขณะบีนขึ้น-ลงจากนั่งร้านโดยใช้บันได	0
BE15	วัสดุทำบันไดมีตำหนิตามธรรมชาติ	0
BE16	การยึดโยงหรือการแขวนตัวบันไดกับที่รองรับไม่ได้มาตรฐาน	0
BE17	ขั้นบันไดไม่วางอยู่บนแม่บันไดเนื่องจากการประกอบติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน	0
BE18	มุมของบันไดกับพื้นดินไม่ได้มาตรฐาน	0
BE19	การออกแบบกำลังรับน้ำหนักของบันไดไม่ได้มาตรฐาน	0
BE20	การออกแบบหน้าตัดและความยาวของบันไดไม่ได้มาตรฐาน	0
BE21	วัสดุที่ใช้ทำบันไดมีตำหนิจากการเจาะรู	0
BE22	วัสดุที่ใช้ทำบันไดมีตำหนิจากปฏิกิริยาเคมี	0
BE23	วัสดุที่ใช้ทำบันไดมีตำหนิจากการตัดหรือเชื่อม	0
BE24	บันไดโดนกระทบคนงาน เช่น สะดุดหรือลื่นเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุขณะทำงานที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน	0

Basic Event	Cause of Accident	Probability of cause of accident *
BE25	บันไดโดนกระทบจากธรรมชาติเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุขณะทำงานที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน	0
BE26	บันไดโดนกระทบจากเครื่องจักรเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุขณะทำงานที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน	0
BE27	บันไดโดนกระทบจากการขนส่งวัสดุที่หนักเกินกำลังรับได้เป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุขณะทำงานที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน	0
BE28	บันไดโดนกระทบจากคนงาน เช่น การเคลื่อนที่นั่งร้านไปทำงานตำแหน่งอื่น	0
BE29	ที่รองรับค้ำยันโดนกระทบจากธรรมชาติ	0
BE30	ที่รองรับค้ำยันโดนกระทบจากเครื่องจักร	0
BE31	ที่รองรับค้ำยันโดนกระทบจากวัสดุ	0
BE32	ไม่มีการบดอัดดินที่รองรับโครงสร้างนั่งร้าน	0
BE33	ไม่มีล๊อกล้อสำหรับนั่งร้านล้อเลื่อน	0
BE34	ไม่มีแผ่นเหล็กรองใต้นั่งร้าน เพื่อกระจายแรงลงสู่พื้นดินด้านใต้นั่งร้าน	0
BE35	วัสดุที่ใช้ทำไม้กระดานไม่ผ่านการตรวจสอบก่อนใช้งาน	0
BE36	วัสดุที่ใช้ทำไม้กระดานมีตำหนิตามธรรมชาติ	0
BE37	วัสดุทำไม้กระดานมีตำหนิจากการเจาะรู	0
BE38	วัสดุทำไม้กระดานมีตำหนิจากปฏิกิริยาเคมี	0
BE39	วัสดุทำไม้กระดานมีตำหนิจากการตัดหรือการเชื่อม	0
BE40	การออกแบบระยะห่างระหว่างแผ่นไม้กระดานไม่ได้มาตรฐาน	0
BE41	การออกแบบระยะยื่นของไม้กระดานที่ปลายไม่ได้มาตรฐาน	0
BE42	การออกแบบกำลังรับน้ำหนักของไม้กระดานไม่ได้มาตรฐาน	0
BE43	การออกแบบระยะตกท้องช้างของไม้กระดานไม่ได้มาตรฐาน	0.0019
BE44	การออกแบบหน้าตัดและความยาวของไม้กระดานไม่ได้มาตรฐาน	0
BE45	ระยะเวลาในการประกอบติดตั้งไม้กระดานเร็วเกินไป	0
BE46	ระยะเวลาในการประกอบติดตั้งไม้กระดานช้าเกินไป	0.0003
BE47	ตำแหน่งของการค้ำยันใต้ไม้กระดานผิดตำแหน่ง	0
BE48	ตำแหน่งของการค้ำยันระหว่างไม้กระดานกับโครงสร้างภายนอกผิดตำแหน่ง	0

Basic Event	Cause of Accident	Probability of cause of accident *
BE49	จำนวนไม้กระดานที่นำมาประกอบติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน	0
BE50	การประกอบติดตั้งในตำแหน่งที่ไม้กระดานมีการต่อชนกันไม่ต่อสนิทกัน	0.0023
BE51	การประกอบติดตั้งในตำแหน่งที่ไม้กระดานมีการต่อทาบกันไม่ได้ทาบที่ค้ำยัน	0
BE52	ไม้กระดานไม่ประกอบติดกับค้ำยัน	0.025
BE53	ไม้กระดานไม่ได้วางอยู่บนค้ำยัน	0
BE54	ไม่มีการวางแผนการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานของไม้กระดาน	0.0166
BE55	ไม่มีการติดต่อประสานงานการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานของไม้กระดาน	0.0025
BE56	วิธีการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานของไม้กระดานไม่ได้มาตรฐาน	0.005
BE57	ไม่มีการวางแผนการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมของไม้กระดาน	0
BE58	ไม่มีการติดต่อประสานงานการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมไม้กระดาน	
BE59	วิธีการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมไม้กระดานไม่ได้มาตรฐาน	0
BE60	วัสดุทำค้ำยันไม่ผ่านการตรวจสอบก่อนใช้งาน	0
BE61	วัสดุทำค้ำยันมีตำหนิตามธรรมชาติ	0
BE62	วัสดุทำค้ำยันมีตำหนิจากการเจาะรู	0
BE63	วัสดุทำค้ำยันมีตำหนิจากปฏิกิริยาเคมี	0
BE64	วัสดุทำค้ำยันมีตำหนิจากการตัดหรือการเชื่อม	0
BE65	การออกแบบระยะห่างระหว่างค้ำยันไม่ได้มาตรฐาน	0
BE66	การออกแบบขนาดหน้าตัดของเหล็กตั้งและเหล็กนอนไม่ได้มาตรฐาน	0
BE67	การออกแบบขนาดหน้าตัดของเหล็กยึดโยงไม่ได้มาตรฐาน	0
BE68	การออกแบบกำลังรับน้ำหนักของค้ำยันไม่ได้มาตรฐาน	0
BE69	การออกแบบหน้าตัดและความยาวของค้ำยันไม่ได้มาตรฐาน	0
BE70	การออกแบบระยะแอ่นของค้ำยันไม่ได้มาตรฐาน	0
BE71	ระยะเวลาในการประกอบติดตั้งค้ำยันเร็วเกินไป	0
BE72	ระยะเวลาในการประกอบติดตั้งค้ำยันช้าเกินไป	0
BE73	ตำแหน่งเหล็กยึดโยงระหว่างค้ำยันไม่เหมาะสม	0
BE74	จำนวนเหล็กยึดโยงระหว่างค้ำยันไม่เหมาะสม	0
BE75	การประกอบติดตั้งค้ำยันกับไม้กระดานรองรับหรือล้อไม่ถูกวิธี	0

Basic Event	Cause of Accident	Probability of cause of accident *
BE76	ไม่มีการวางแผนการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานของค้ำยัน	0
BE77	ไม่มีการติดต่อประสานงานการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานของค้ำยัน	
BE78	วิธีการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานของค้ำยันไม่ได้มาตรฐาน	0.0011
BE79	ไม่มีการวางแผนการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมค้ำยัน	0
BE80	ไม่มีการติดต่อประสานงานการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมค้ำยัน	
BE81	วิธีการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมค้ำยันไม่ได้มาตรฐาน	0
BE82	ทางหน่วยงานไม่มีมาตรการความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน	0.0284
BE83	ราวกันตกไม่ได้มาตรฐาน	0
BE84	เข็มขัดนิรภัยไม่ได้มาตรฐาน	0
BE85	ขอบกั้นกันของตกไม่ได้มาตรฐาน	0
BE86	หมวกเหล็กป้องกันของตกใส่ไม่ได้มาตรฐาน	0
BE87	หัวใจวาย	0
BE88	ลมบ้าหมู	0
BE89	เป็นลม	0
BE90	การใช้ยา	0
BE91	โรคอื่นๆ	0
BE92	อายุ	0
BE93	ความจำกัดด้านร่างกาย	0
BE94	ความบกพร่องด้านประสาทสัมผัสทั้ง6	0.0059
BE95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.0834
BE96	ความไม่มั่นใจในงานที่ทำ	0
BE97	เมา สูบบุหรี่ ติดยาเสพติด	0
BE98	ถอดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุของสถานที่ทำงาน เครื่องจักรและเครื่องมือออก	0.0072
BE99	ประมาท	0.0936
BE100	ปัญหาการเงินหรือปัญหาครอบครัว	0
BE101	ความเร็วในการทำงาน	0.0164
BE102	ความกดดันจากการทำงาน	0.0063

Basic Event	Cause of Accident	Probability of cause of accident *
BE103	การหยอกล้อกัน	0.0017
BE104	ไม่มีหรือไม่ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย	0.0047
BE105	ไม่มีหรือไม่ปฏิบัติตามวิธีการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0047
BE106	ดื้อและไม่สนใจในคำตักเตือนของผู้ควบคุมงาน	0.0284
BE107	ขาดผู้ควบคุมดูแล	0.0521
BE108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0
BE109	ไม่มีหรือไม่ปฏิบัติตามนโยบายความปลอดภัย	0
BE110	ขาดการเตือนหรือการบอกถึงสภาพอันตรายในการทำงานให้ผู้อื่นทราบ	0
BE111	ไม่เข้าร่วมประชุมชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการก่อสร้าง	0
BE112	ไม่เข้าร่วมประชุมชี้แจงเกี่ยวกับแบบ	0
BE113	ความถนัดและความไม่ถนัด	0.0167
BE114	รู้เท่าไม่ถึงการณ์	0.0086
BE115	ขาดประสบการณ์	0.0298
BE116	ขาดการอบรมและศึกษาเพิ่มเติมด้านความปลอดภัย	0.0589
BE117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.0264
BE118	ขาดความรู้ด้านเทคนิกการทำงานอย่างปลอดภัย	0.0226
BE119	ขาดความรู้ด้านการเลือกเครื่องมือเครื่องจักรที่เหมาะสมกับงาน	0
BE120	ความไม่เข้าใจในแบบก่อสร้าง	0
BE121	คนงานโดนกระทบจากลมพัดแรง	0
BE122	คนงานโดนกระทบจากหมอกลงจัด	0
BE123	คนงานโดนกระทบจากฝนตกหนัก	0
BE124	คนงานโดนกระทบจากอากาศร้อนจัดหรือแสงแดด	0
BE125	คนงานโดนกระทบจากลูกเห็บ	0
BE126	คนงานโดนกระทบจากคนงานอื่น	0
BE127	คนงานโดนกระทบจากเครื่องจักร	0
BE128	คนงานโดนกระทบจากวัสดุ	0
BE129	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันวัสดุหรือเครื่องมือตก	0.0039

Basic Event	Cause of Accident	Probability of cause of accident *
BE130	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันการลื่นหรือการสะดุด	0.0095
BE131	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันการโดนตัด เฉือน หนีบ ดึง	0
BE132	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันไฟฟ้าช๊อต	0.0071
BE133	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันระเบิด	0
BE134	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันวัสดุกระเด็นเข้าตา	0
BE135	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันอันตรายจากการยกหรือการวางของหนัก	
BE136	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันความร้อน	0
BE137	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันสารพิษหรือสารเคมี	0
BE138	ความสว่างของสถานที่ทำงาน	0.0009
BE139	ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสถานที่ทำงาน	0.0286
BE140	การติดต่อสื่อสารระหว่างคนขับรถและคนงานที่ทำงานร่วม	0
BE141	ระบบการให้สัญญาณ	0
BE142	กำลังรับน้ำหนักของวัสดุที่รองรับค้ำยันไม่ได้มาตรฐาน	0
BE143	หน้าตัดและความยาวของวัสดุที่รองรับค้ำยันไม่ได้มาตรฐาน	0

หมายเหตุ * ความน่าจะเป็นของสาเหตุของอุบัติเหตุมีหน่วยเป็นจำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุต่อ 200,000 ชั่วโมงทำงาน

ตาราง 4.6 ลำดับความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

Basic Event	Cause of Accident	Probability of cause of accident
BE99	ประมาท	0.094
BE95	ไม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล	0.083
BE116	ขาดการอบรมและศึกษาเพิ่มเติมด้านความปลอดภัย	0.059
BE107	ขาดผู้ควบคุมดูแล	0.052
BE108	เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของการทำงานอย่างปลอดภัย	0.052
BE115	ขาดประสบการณ์	0.030
BE139	ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของสถานที่ทำงาน	0.029
BE82	ทางหน่วยงานไม่มีมาตรการความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน	0.028
BE106	ดื้อและไม่สนใจในคำตักเตือนของผู้ควบคุมงาน	0.028
BE117	ความผิดพลาดในการประสานงาน	0.026
BE52	ไม้กระดานไม่ประกอบติดกับค้ำยัน	0.025
BE118	ขาดความรู้ด้านเทคนิกการทำงานอย่างปลอดภัย	0.023
BE113	ความถนัดและความไม่ถนัด	0.017
BE54	ไม่มีการวางแผนการเรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานของไม้กระดาน	0.017
BE101	ความเร็วในการทำงาน	0.016
BE130	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันการลื่นหรือการสะดุด	0.009
BE114	รู้เท่าไม่ถึงการณ์	0.009
BE98	ถอดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุของสถานที่ทำงาน เครื่องจักรและเครื่องมือออก	0.007
BE132	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันไฟฟ้าช็อต	0.007
BE102	ความกดดันจากการทำงาน	0.006
BE94	ความบกพร่องด้านประสาทสัมผัสทั้ง6	0.006
BE56	วิธีการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานของไม้กระดานไม่ได้มาตรฐาน	0.005
BE104	ไม่มีหรือไม่ปฏิบัติตามกฎความปลอดภัย	0.005
BE105	ไม่มีหรือไม่ปฏิบัติตามวิธีการทำงานอย่างปลอดภัย	0.005
BE129	ปัญหาจากมาตรการที่เกี่ยวข้องกับการป้องกันวัสดุหรือเครื่องมือตก	0.004
BE55	ไม่มีการติดต่อประสานงานการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานของไม้กระดาน	0.003
BE50	การประกอบติดตั้งในตำแหน่งที่ไม้กระดานมีการต่อชนกันไม่ต่อสนิทกัน	0.002
BE43	การออกแบบระยะตกท้องช้างของไม้กระดานไม่ได้มาตรฐาน	0.002
BE103	การหยอกล้อกัน	0.002
BE2	ไม้กระดานโดนกระทบจากธรรมชาติ	0.001
BE78	วิธีการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานของค้ำยันไม่ได้มาตรฐาน	0.001
BE138	ความสว่างของสถานที่ทำงาน	0.001

ภาคผนวก ข.
การวิเคราะห์ความผิดพลาดโดยใช้แผนภูมิต้นไม้
(Fault Tree Analysis : FTA)

การดำเนินงานก่อสร้างมีกิจกรรมหลายประเภทที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุสูง เช่น การดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน การดำเนินงานบนโครงหลังคา การดำเนินงานรื้อถอนอาคาร เป็นต้น แนวทางในการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นขณะดำเนินงานก่อสร้างคือ การประเมินความเสี่ยงของกิจกรรมก่อสร้างก่อนการปฏิบัติงานจริง เพื่อหาแนวทางในการป้องกันและแก้ไขความเป็นอันตรายที่อาจเกิดขึ้น โดยระดับความเสี่ยงประเมินจากค่าความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติเหตุและดัชนีการประสบอุบัติเหตุ (Safety Index :SI) ตามประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้นำวิธีการวิเคราะห์ความผิดพลาดโดยใช้แผนภูมิต้นไม้ (Fault Tree Analysis: FTA) มาใช้ในการวิเคราะห์ดัชนีการประสบอุบัติเหตุ โดยหลักการวิเคราะห์ และวิธีการวิเคราะห์ค่าดัชนีการประสบอุบัติเหตุด้วย FTA ได้แสดงไว้ตามลำดับดังนี้

1) หลักการวิเคราะห์ข้อกำหนดระหว่างปัจจัย
2) หลักการกำหนดรูปแบบและสัญลักษณ์ของปัจจัยและข้อกำหนด
3) กฎของการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA
4) กระบวนการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA
5) แนวทางการพิจารณาเลือกมาตรการความปลอดภัย

1. หลักการวิเคราะห์ข้อกำหนดระหว่างปัจจัย

การวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA เป็นวิธีการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติเหตุและวิเคราะห์ดัชนีการประสบอุบัติเหตุ โดย FTA ได้นำพื้นฐานของหลักการทางตรรกศาสตร์มาวิเคราะห์ข้อกำหนดเพื่อแสดงลักษณะของความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้า (Input) และวิเคราะห์ผลลัพธ์ (Output) ภายใต้ขอบเขตของข้อกำหนดที่นำมาพิจารณา ผลการวิเคราะห์มี 2 ลักษณะคือ ถูกกับผิด หรือ เกิดขึ้นกับไม่เกิดขึ้น เป็นต้น

ข้อกำหนดพื้นฐานทางตรรกศาสตร์ที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้ามี 2 ลักษณะ คือ แบบ AND Gate และแบบ OR Gate ซึ่งมีลักษณะดังนี้

1) ข้อกำหนดแบบ AND Gate คือการกำหนดให้ผลลัพธ์เกิดจากปัจจัยนำเข้าทุกๆปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ยกตัวอย่างเช่น กำหนดให้การเกิดเพลิงไหม้เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการวิเคราะห์ เหตุการณ์อันเป็นสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้หรือปัจจัยนำเข้ามี 3 ปัจจัย คือ เชื้อเพลิง ก๊าซออกซิเจน และ

ความร้อนที่เพียงพอต่อการเกิดไฟ เมื่อพิจารณาสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้พบว่า เพลิงไหม้เกิดขึ้นเมื่อมีเชื้อเพลิง และมีก๊าซออกซิเจน และมีความร้อนที่เพียงพอต่อการเกิดไฟ โดยเพลิงไหม้ไม่สามารถเกิดขึ้นได้หากขาดสาเหตุอย่างใดอย่างหนึ่งไปดังแสดงในตารางที่ 1.1

ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้จึงเป็นแบบ AND Gate ดังแสดงในรูปที่ 1.1

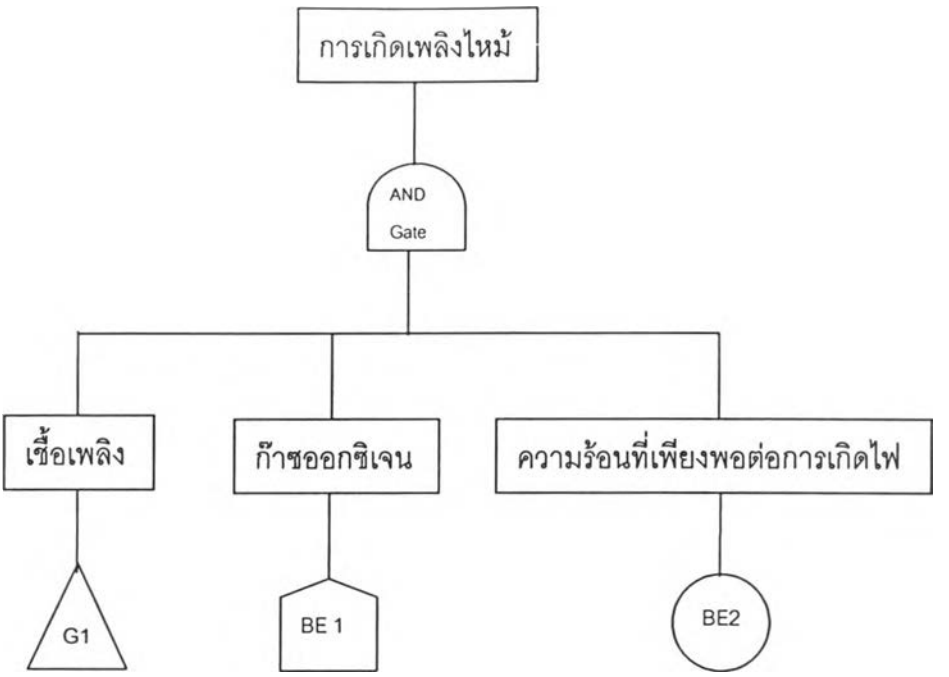
2) ข้อกำหนดแบบ OR Gate คือการกำหนดให้ผลลัพธ์เกิดจากปัจจัยนำเข้าเพียงปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง หรือกล่าวได้ว่า ผลลัพธ์เกิดจากปัจจัยนำเข้าตั้งแต่หนึ่งปัจจัยขึ้นไป ยกตัวอย่างเช่น กำหนดให้เชื้อเพลิงที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดเพลิงไหม้เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการวิเคราะห์ เหตุการณ์อันเป็นสาเหตุของการเกิดเชื้อเพลิงหรือปัจจัยนำเข้ามี 3 ปัจจัย คือ ถังเก็บเชื้อเพลิงรั่ว สายส่งเชื้อเพลิงรั่ว และการหกหรือการกระจายของเชื้อเพลิงอันเป็นผลจากการดำเนินงานก่อสร้าง เมื่อพิจารณาสาเหตุของการเกิดเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิงอาจเกิดขึ้นจากถังเก็บเชื้อเพลิงรั่ว หรือสายส่งเชื้อเพลิงรั่ว หรือการหกและการกระจายของเชื้อเพลิงอันเป็นผลจากการดำเนินงานก่อสร้างดังแสดงในตารางที่ 1.2 ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของการเกิดเชื้อเพลิงจึงเป็นแบบ OR Gate ดังแสดงในรูปที่ 1.2

ตารางที่ 1.1

แสดงผลการวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้จากความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุแบบ AND Gate

ปัจจัย	ผลการวิเคราะห์							
เชื้อเพลิง	เกิด	ไม่เกิด	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	เกิด	เกิด
ก๊าซออกซิเจน	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	เกิด	ไม่เกิด	เกิด	ไม่เกิด	เกิด
ความร้อนที่เพียงพอต่อการเกิดไฟ	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	เกิด	เกิด	เกิด	ไม่เกิด
การเกิดเพลิงไหม้	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด

หมายเหตุ กำหนดให้ "เกิด" แทนการเกิดขึ้นของปัจจัย และ "ไม่เกิด" แทนการไม่เกิดขึ้นของปัจจัย



แทน เหตุการณ์ที่สามารถแจกแจงเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องได้อีก และได้เชื่อมต่อกับโครงสร้างอื่น ณ ตำแหน่ง G1

แทนเหตุการณ์ทั่วไปที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ หรือเป็นเหตุการณ์ปกติที่มีอยู่ในระบบที่ทำการพิจารณา

แทนเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความสูญเสียขึ้นภายในระบบ

แทนข้อกำหนดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยแบบ And Gate

รูปที่ 1.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าภายใต้ข้อกำหนดแบบ AND Gate

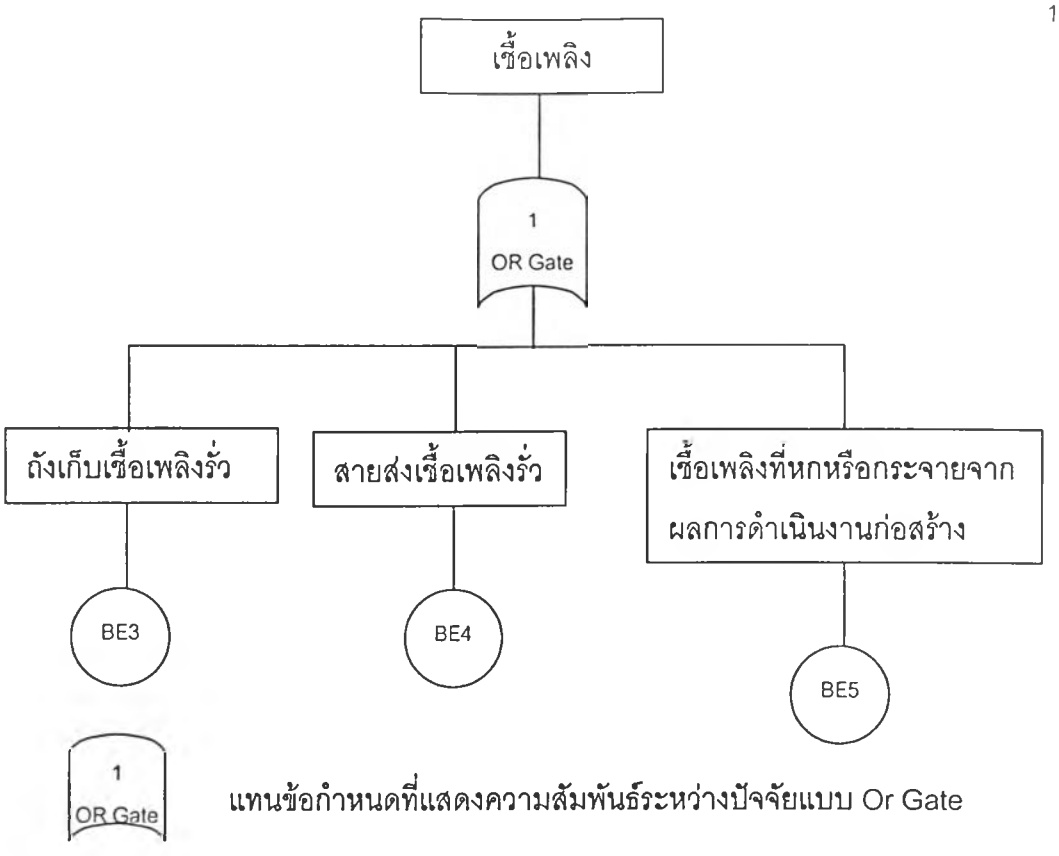
3) ข้อกำหนดแบบ OR Gate คือการกำหนดให้ผลลัพธ์เกิดจากปัจจัยนำเข้าเพียงปัจจัยใดปัจจัยหนึ่ง หรือกล่าวได้ว่า ผลลัพธ์เกิดจากปัจจัยนำเข้าตั้งแต่หนึ่งปัจจัยขึ้นไป ยกตัวอย่างเช่น กำหนดให้เชื้อเพลิงที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดเพลิงไหม้เป็นผลลัพธ์ที่ต้องการวิเคราะห์ เหตุการณ์อันเป็นสาเหตุของการเกิดเชื้อเพลิงหรือปัจจัยนำเข้ามี 3 ปัจจัย คือ ถังเก็บเชื้อเพลิงรั่ว สายส่งเชื้อเพลิงรั่ว และการหกหรือการกระจายของเชื้อเพลิงอันเป็นผลจากการดำเนินงานก่อสร้าง เมื่อพิจารณาสาเหตุของการเกิดเชื้อเพลิงพบว่า เชื้อเพลิงอาจเกิดขึ้นจากถังเก็บเชื้อเพลิงรั่ว หรือสายส่งเชื้อเพลิงรั่ว หรือการหกและการกระจายของเชื้อเพลิงอันเป็นผลจากการดำเนินงานก่อสร้างดังแสดงในตารางที่ 1.2 ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของการเกิดเชื้อเพลิงจึงเป็นแบบ OR Gate ดังแสดงในรูปที่ 1.2

ตารางที่ 1.2

แสดงผลการวิเคราะห์การเกิดเพลิงไหม้จากความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุแบบ OR Gate

ปัจจัย	ผลการวิเคราะห์							
ถังเก็บเชื้อเพลิงรั่ว	เกิด	ไม่เกิด	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	เกิด	เกิด
สายส่งเชื้อเพลิงรั่ว	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	เกิด	ไม่เกิด	เกิด	ไม่เกิด	เกิด
การหกของเชื้อเพลิงจากการดำเนินงาน	เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	ไม่เกิด	เกิด	เกิด	เกิด	ไม่เกิด
การเกิดเชื้อเพลิง	เกิด	ไม่เกิด	เกิด	เกิด	เกิด	เกิด	เกิด	เกิด

หมายเหตุ กำหนดให้ "เกิด" แทนการเกิดขึ้นของปัจจัย และ "ไม่เกิด" แทนการไม่เกิดขึ้นของปัจจัย



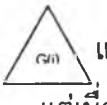
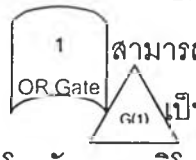
รูปที่ 1.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยนำเข้าภายใต้ข้อกำหนดแบบ OR Gate

2. หลักการกำหนดรูปแบบและสัญลักษณ์ของปัจจัยและข้อกำหนด

ในการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA ได้กำหนดรูปแบบพื้นฐานให้กับปัจจัยหรือเหตุการณ์ (Event) ที่ทำการวิเคราะห์ พร้อมทั้งได้กำหนดสัญลักษณ์ให้กับรูปแบบเหล่านั้นด้วย เพื่อความสะดวกรวดเร็วในการสื่อความหมายของลักษณะของปัจจัยและลักษณะของข้อกำหนดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัย โดยรูปแบบพื้นฐานและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA มีดังนี้คือ

1) Basic Event (BE) คือเหตุการณ์ที่มีส่วนทำให้เกิดความสูญเสียขึ้นในระบบ มีสัญลักษณ์เป็นรูปวงกลมที่มีหมายเลขแสดงลำดับของเหตุการณ์ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 และ 1.2 ตั้งแต่ BE2 ถึง BE5 ตามลำดับ โดยตัวเลขที่อยู่ต่อจากตัวอักษร BE แทนลำดับของเหตุการณ์ และตัวเลขที่อยู่ด้านใต้ตัวอักษร BE เป็นค่าความน่าจะเป็นของเหตุการณ์นั้น
2) Condition Event คือเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นตามเงื่อนไขของข้อกำหนดที่อยู่ด้านบนเหตุการณ์นั้น มีสัญลักษณ์เป็นรูปวงรีที่มีหมายเลขแสดงลำดับของเหตุการณ์
3) Undeveloped Event คือเหตุการณ์ที่แสดงขอบเขตของระบบที่นำมาวิเคราะห์โดย FTA เหตุการณ์นี้พิจารณาตามความจำกัดของข้อมูลหรือขอบเขตของการวิเคราะห์
4) Normal Event คือเหตุการณ์ทั่วไปที่เกิดขึ้นขณะดำเนินงานก่อสร้าง มีสัญลักษณ์เป็นรูปบ้านที่มีหมายเลขแสดงลำดับของเหตุการณ์ ดังแสดงในรูปที่ 1.1 ในเหตุการณ์ BE1

5) Output Event คือเหตุการณ์ผลลัพธ์ที่นำมาวิเคราะห์หาสาเหตุของความสูญเสียของผลลัพธ์ดังกล่าว เช่น การเกิดเพลิงไหม้ ดังแสดงในรูปที่2.1 เป็นต้น

6) สำหรับสัญลักษณ์  แทนเหตุการณ์ซึ่งสามารถแจกแจงเหตุการณ์ย่อยที่เกี่ยวข้องได้อีกหลายเหตุการณ์ แต่เนื่องจากความจำกัดด้านพื้นที่ของหน้ากระดาษที่ใช้แสดงแผนภูมิโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุ ดังนั้นจึงไม่สามารถแสดงแผนภูมิโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งหมดของอุบัติเหตุพร้อมกันได้ เพื่อเป็นการแก้ปัญหาดังกล่าว การวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA จึงกำหนดสัญลักษณ์ เพื่อแสดงตำแหน่งที่มีการเชื่อมต่อระหว่างแผนภูมิโครงสร้างความสัมพันธ์ ยกตัวอย่างเช่น แผนภูมิโครงสร้างความสัมพันธ์ในรูปที่ 1.2 ในตำแหน่งของ 

สามารถเชื่อมต่อกับแผนภูมิโครงสร้างความสัมพันธ์ในรูปที่ 1.1 ในตำแหน่งของ เป็นต้น โดยตัวเลขที่อยู่ต่อจากตัวอักษร G เป็นลำดับของข้อกำหนดที่เชื่อมโยงกับแผนภูมิโครงสร้างความสัมพันธ์ในตำแหน่งนี้ ภายหลังจากการเชื่อมโยงโครงสร้างความสัมพันธ์ในรูปที่ 1.1 และรูปที่ 1.2 เข้าด้วยกันแล้ว สามารถวิเคราะห์สาเหตุของการเกิดเพลิงไหม้ได้ดังนี้ การเกิดเพลิงไหม้มีสาเหตุมาจาก เชื้อเพลิงและก๊าซออกซิเจน และความร้อนที่เพียงพอต่อการเกิดไฟ โดยเชื้อเพลิงมีสาเหตุมาจากถังเก็บเชื้อเพลิงรั่ว หรือ สายส่งเชื้อเพลิงรั่ว หรือการหก การกระจายของเชื้อเพลิงอันเป็นผลจากการดำเนินงานก่อสร้าง

3. กฎของการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA

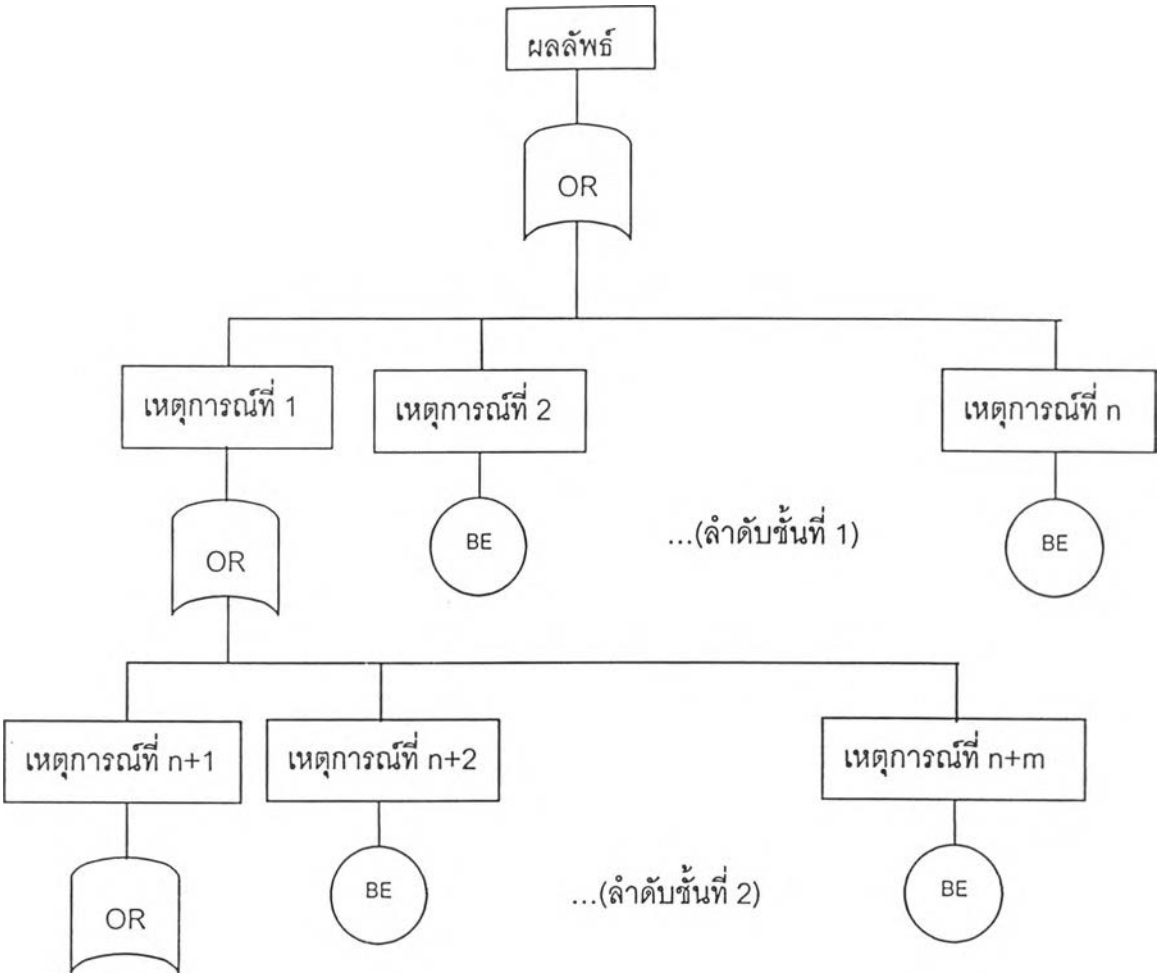
กฎในการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ต่างๆในระบบเพื่อวิเคราะห์ความสูญเสียของระบบที่เกิดขึ้นด้วย FTA ประกอบด้วย

1) พิจารณาเฉพาะเหตุการณ์ที่มีความเป็นไปได้ที่จะเกิดขึ้นในระบบเท่านั้น

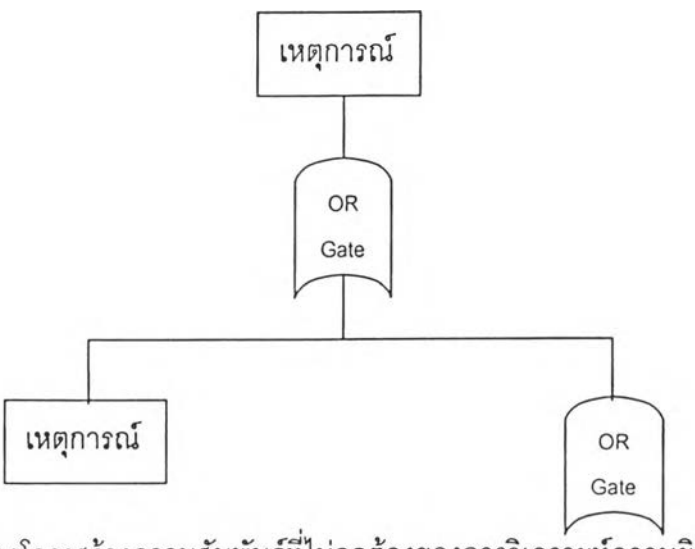
2) วิเคราะห์เหตุการณ์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ในระดับชั้นเดียวกันก่อน แล้วจึงวิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องในระดับต่อไป

3) กำหนดให้มีเหตุการณ์คั่นกลางระหว่าง ข้อกำหนดในแต่ละระดับชั้นของการวิเคราะห์ความ- ผิดพลาดด้วย FTA เพื่อป้องกันการสร้างโครงสร้างความสัมพันธ์ที่มีการเชื่อมโยงข้อกำหนด ต่อกันโดยตรง ดังรูปที่ 1.4

4) สำหรับการวิเคราะห์อุบัติเหตุในงานก่อสร้างด้วย FTA กำหนดให้วิเคราะห์ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุจากอัตราส่วนระหว่างจำนวนครั้งของการเกิดอุบัติเหตุกับชั่วโมงทำงานของคนงานในช่วงระยะเวลาที่กำหนด โดยกำหนดให้พิจารณาค่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุทุกๆ ช่วงระยะ ชั่วโมงทำงานที่ทำให้ค่าของความน่าจะเป็นมีค่าระหว่าง 0 ถึง 0.01 เพื่อควบคุมให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นเพียงครั้งเดียวในช่วงระยะเวลาชั่วโมงทำงานดังกล่าว



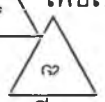
รูปที่ 1.3 แสดงวิธีการวิเคราะห์เหตุการณ์ในแต่ละลำดับชั้นความสัมพันธ์ของการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA



รูปที่ 1.4 แสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ที่ไม่ถูกต้องของการวิเคราะห์ความผิดพลาดโดย FTA

4. กระบวนการวิเคราะห์อุบัติเหตุในงานก่อสร้างโดย FTA

ในการวิเคราะห์อุบัติเหตุในงานก่อสร้างโดย FTA มีกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

1) กำหนดผลลัพธ์ (Output) ที่ต้องการวิเคราะห์ ยกตัวอย่างเช่น อุบัติเหตุในงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน อุบัติเหตุในงานก่อสร้างใต้ดิน อุบัติเหตุในงานรื้อถอนอาคาร เป็นต้น
2) วิเคราะห์เหตุการณ์ทั้งหมดที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดอุบัติเหตุ จากภาคผนวก จ พบว่าสาเหตุหลักของอุบัติเหตุจากงานนั่งร้านคือ สาเหตุของอุบัติเหตุที่มาจากคนงาน และสาเหตุของอุบัติเหตุที่มาจากสิ่งที่รองรับคนงาน โดยกำหนดให้รูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุทั้งสองเป็นแบบ OR Gate เป็นต้น
3) วิเคราะห์เหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องในลำดับถัดไปซึ่งเป็นสาเหตุย่อยภายใต้ขอบเขตของสาเหตุหลักด้านบน จากผลการวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุในภาคผนวก จ พบว่าสาเหตุของอุบัติเหตุที่มาจากสิ่งที่รองรับคนงานมี 3 สาเหตุย่อยที่เกี่ยวข้อง คือ สาเหตุภายนอกของไม้กระดาน สาเหตุภายในของไม้กระดาน และสาเหตุจากที่รองรับไม้กระดาน ในการสร้างแผนภูมิความสัมพันธ์ด้วย FTA พบว่าสาเหตุย่อยดังกล่าวมีความสัมพันธ์ต่อกันแบบ OR Gate เป็นต้น
4) วิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องทั้งหมดภายในขอบเขตของอุบัติเหตุที่พิจารณา ในกรณีที่สาเหตุซึ่งเกี่ยวข้องมีจำนวนมากจนพื้นที่ที่แสดงแผนภูมิความสัมพันธ์มีไม่เพียงพอ FTA ได้กำหนดสัญลักษณ์สามเหลี่ยมขึ้นเพื่อเป็นตัวแทนของการเชื่อมต่อระหว่างแผนภูมิความสัมพันธ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน ยกตัวอย่างเช่นในภาคผนวก จ พบว่าไม่สามารถแสดงสาเหตุย่อยของสาเหตุของการตกจากนั่งร้านที่มาจากคนงานได้ ดังนั้นจึงต้องกำหนดสัญลักษณ์ เพื่อเชื่อมต่อแผนภูมิโครงสร้างความสัมพันธ์ในหน้าที่ 97 ในตำแหน่งของสัญลักษณ์  กับแผนภูมิโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุย่อยของสาเหตุของการตกจากนั่งร้านที่มาจากคนงานในหน้าที่ 107 เป็นต้น
5) เมื่อวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุ และสร้างโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างทุกสาเหตุของอุบัติเหตุที่นำมาพิจารณาแล้ว พบว่ารูปแบบของโครงสร้างความสัมพันธ์มีลักษณะคล้ายรูปสามเหลี่ยมที่มียอดแหลมอยู่ด้านบน โดยยอดแหลมของสามเหลี่ยมเป็นตำแหน่งของผลลัพธ์ของระบบที่กำลังพิจารณา ส่วนฐานของสามเหลี่ยมเป็นเหตุการณ์ภายในระบบทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ความผิดพลาดของระบบ
6) วิเคราะห์ระดับความรุนแรงเฉลี่ยของความสูญเสียเนื่องจากผลของอุบัติเหตุจากค่าเฉลี่ยของจำนวนวันที่คนงานหยุดงานเนื่องจากผลของอุบัติเหตุ โดยมีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$E = \sum_{\text{all } h} u_h / m \qquad \ldots(1.1)$$

กำหนดให้ E แทนระดับความรุนแรงเฉลี่ยของความสูญเสียเนื่องจากผลของอุบัติเหตุ

u แทนจำนวนวันที่คนงานหยุดงานเนื่องจากผลของอุบัติเหตุ

j แทนลำดับของอุบัติเหตุ

n แทนจำนวนครั้งของอุบัติเหตุที่พิจารณา

ในกรณีที่ผลของอุบัติเหตุทำให้คนงานพิการหรือเสียชีวิต ให้พิจารณาจำนวนวันที่คนงานหยุดงานจากตารางที่ 1.1 ซึ่งแสดงวันสูญเสียเทียบเท่าเนื่องจากอุบัติเหตุในการทำงานของสมาคมมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ปี 1988

7) วิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ โดยกำหนดให้ค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุเป็นสัดส่วนระหว่างจำนวนครั้งของสาเหตุที่มีผลทำให้เกิดอุบัติเหตุต่อจำนวนครั้งที่วิเคราะห์ความน่าจะเป็นภายในช่วงระยะเวลาที่กำหนด

ยกตัวอย่างเช่น การวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจากข้อมูลสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจำนวน 5 ครั้ง ในช่วงระยะเวลาชั่วโมงทำงานทั้งหมด 1,000,000 ชั่วโมงทำงาน โดยกำหนดให้วิเคราะห์ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุทุกๆ 10,000 ชั่วโมงทำงาน ดังนั้นความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุมีค่าเท่ากับ 0.05 ครั้งต่อ10,000 ชั่วโมงทำงาน หากกำหนดให้วิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุทุกๆ 1,000 ชั่วโมงทำงาน ดังนั้นความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุมีค่าเท่ากับ 0.005 ครั้งต่อ 1,000 ชั่วโมงทำงาน เป็นต้น

8) วิเคราะห์ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุในงานก่อสร้าง (Output Event) จากความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นของทุกสาเหตุของอุบัติเหตุ โดยกำหนดรูปแบบฟังก์ชันความสัมพันธ์ตามลักษณะของข้อกำหนดซึ่งแสดงลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างแต่ละสาเหตุของอุบัติเหตุ

ในกรณีที่เงื่อนไขระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุเป็นแบบ OR Gate ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุคือ (David, 1976)

$$P(T) = \prod_{\text{all } i} (1 - \prod_{\text{all } i} (1 - P(A_i))) \qquad \ldots(1.2)$$

ในกรณีที่เงื่อนไขระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุเป็นแบบ And Gate ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุคือ

$$P(T) = \prod_{\text{all } i} (P(A_i)) \qquad \ldots(1.3)$$

โดยกำหนดให้ P(T) เป็นความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุ

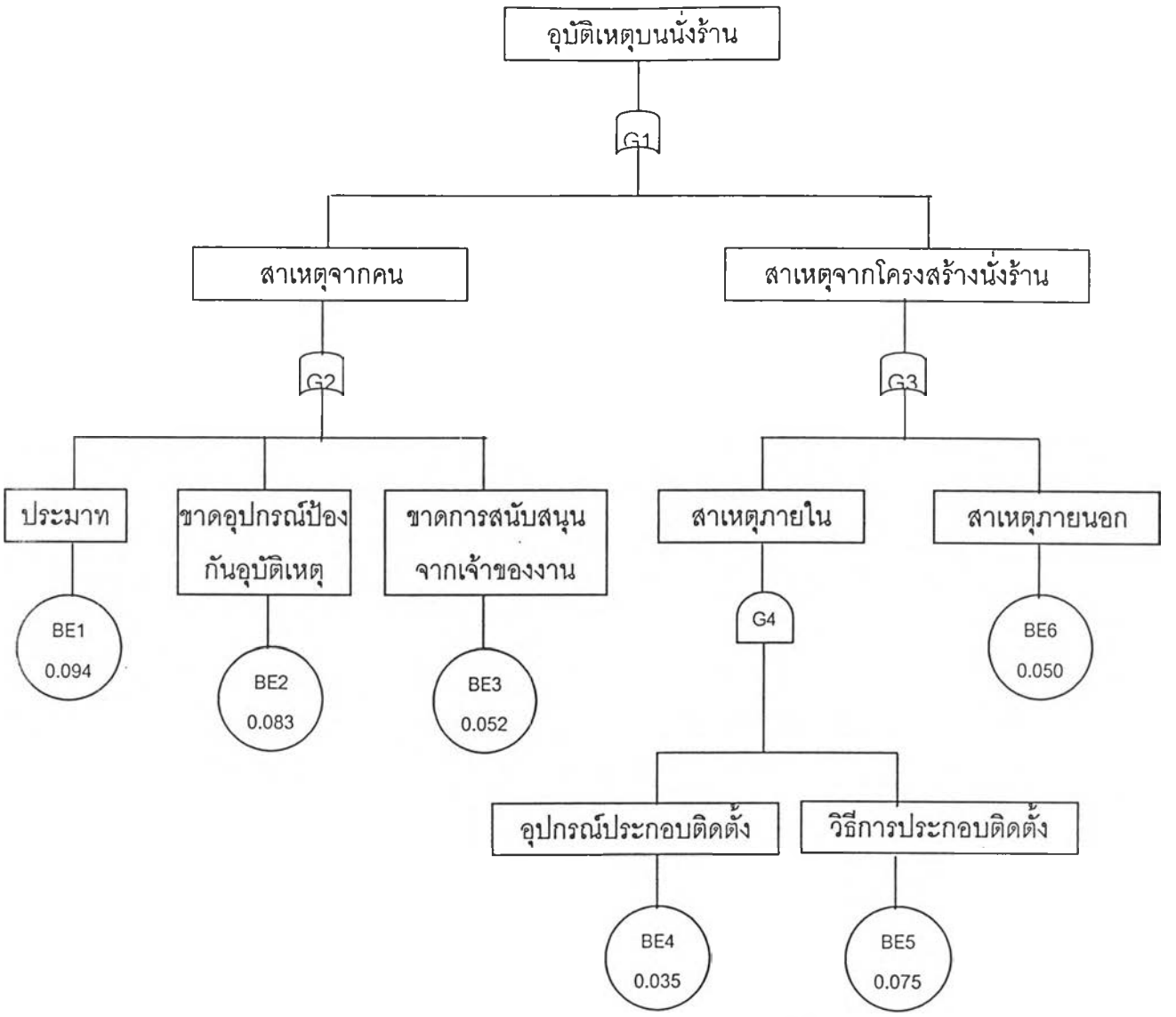
$P(A_i)$ เป็นความน่าจะเป็นของสาเหตุ i ใดๆ ที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

ตัวอย่างการคำนวณความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุเมื่อกลุ่มของสาเหตุที่อยู่ด้านล่างมีความสัมพันธ์กันแบบ OR Gate และ AND Gate ดังรูปที่ 1.5

ตารางที่ 1.3 แสดงวันสูญเสียเทียบเท่าเนื่องจากอุบัติเหตุในการทำงาน ของสมาคมมาตรฐานแห่งชาติสหรัฐอเมริกา ปี 1988

ลักษณะของความบาดเจ็บที่ได้รับ	วันที่สูญเสียเทียบเท่าต่อเหตุ 1 ราย			
เสียชีวิต	6,000			
พิการไร้ความสามารถตลอดชีวิต	6,000			
สูญเสียสภาพใช้งานอย่างสิ้นเชิง				
แขนเกินกว่าข้อศอกขึ้นไป	4,500			
แขนระหว่างข้อมือถึงข้อศอก	3,600			
ฝ่ามือระหว่างข้อโคนนิ้วถึงข้อมือ	3,000			
นิ้วหัวแม่มือต่ำกว่าข้อนิ้วกลางลงไป	300			
นิ้วหัวแม่มือระหว่างข้อนิ้วกับโคนนิ้ว	600			
นิ้วหัวแม่มือระหว่างโคนนิ้วถึงปลายนิ้ว	900			
นิ้วอื่น	นิ้วชี้	นิ้วกลาง	นิ้วนาง	นิ้วก้อย
กระดูกแตกตั้งแต่ปลายนิ้วไป	100	75	60	50
กระดูกแตกจากข้อปลายนิ้วจนถึงก่อนข้อกลางนิ้ว	200	150	120	100
กระดูกแตกจากข้อกลางนิ้วจนถึงก่อนโคนนิ้ว	400	300	240	200
สูญเสียตั้งแต่ข้อโคนนิ้วลงไป	600	500	450	400
ขาตั้งแต่หัวเข่าขึ้นมา	4,500			
ขาตั้งแต่ข้อเท้าขึ้นมาจนถึงหัวเข่า	3,000			
ฝ่าเท้า				
ตรงข้อเท้า	2,400			
ตรงนิ้วหัวแม่เท้า				
สูญเสียทั้งนิ้ว	600			
สูญเสียครึ่งของนิ้วเท้า	300			
สูญเสียส่วนปลายนิ้วเท้า	150			
นิ้วอื่นๆ				
สูญเสียส่วนปลายนิ้ว	35			
สูญเสียครึ่งของส่วนนิ้ว	150			
สูญเสียทั้งนิ้ว	350			
สูญเสียการมองของตาไปข้างหนึ่ง(ไม่คำนึงถึงอีกข้างหนึ่ง)	1,800			
สูญเสียการมองของตาไปทั้งสองข้าง ในการเกิดอุบัติเหตุหนึ่งครั้ง	6,000			
สูญเสียการฟังของหูไปข้างหนึ่ง(ไม่คำนึงถึงอีกข้างหนึ่ง)	800			
สูญเสียการฟังของหูไปทั้งสองข้าง ในการเกิดอุบัติเหตุหนึ่งครั้ง	3,000			
การเกิดไส้เลื่อน(โดยไม่มีการรักษาให้หายเป็นปกติ)	50			

สถาบันมาตรฐานความปลอดภัยแห่งชาติของสหรัฐอเมริกา



รูปที่ 1.5 แสดงตัวอย่างโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุบนนั่งร้านโดยการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA

จากสมการ (2) ได้สมการความน่าจะเป็นของสาเหตุภายในของโครงสร้างนั่งร้านดังนี้

$$P(G4) = P(BE4)*P(BE5)$$

แทนค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบติดตั้ง (P(BE4)=0.035) และสาเหตุจากวิธีการประกอบติดตั้งใน (P(BE5)=0.075) ในสมการจะได้

$$= 0.035*0.075$$

$$= 0.0026$$

จากสมการ (1) ได้สมการความน่าความน่าจะเป็นของสาเหตุจากคนงานดังนี้

$$P(G2) = 1-[(1-P(BE1))(1-P(BE2))(1-P(BE3))]$$

แทนค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุจากความประมาท (P(BE1)=0.094) สาเหตุจากขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ (P(BE2)=0.083) และสาเหตุจากขาดการสนับสนุนจากเจ้าของงาน (P(BE3)=0.052) ในสมการจะได้

= 1-[(1-0.094)*(1-0.083)*(1-0.052)]

= 0.2123

9) วิเคราะห์ดัชนีการประสบอุบัติเหตุจากผลคูณระหว่างค่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุและค่าระดับความรุนแรงเฉลี่ยซึ่งมีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$C = P * E \qquad \ldots(1.4)$$

โดยกำหนดให้ C แทนค่าดัชนีการประสบอุบัติเหตุ

P แทนค่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุ

E แทนค่าระดับความรุนแรงเฉลี่ย

10) เลือกมาตรการความปลอดภัยที่เหมาะสมมาแก้ไขปัญหาอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น โดยการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากผลของการปฏิบัติตามมาตรการความปลอดภัยที่กำหนด และเลือกมาตรการความปลอดภัยที่ทำให้ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุมีค่า ต่ำสุดมาเป็นแนวทางในการพิจารณาเลือกมาตรการความปลอดภัยที่เหมาะสมสำหรับบังคับใช้ภายในหน่วยงานต่อไป

ค่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากผลของการปฏิบัติตาม มาตรการความปลอดภัยวิเคราะห์มาจาก การแทนค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุก่อนการปฏิบัติตามมาตรการความปลอดภัยด้วยค่าความน่าจะเป็นค่าใหม่ซึ่งได้จากการประมาณของผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยของหน่วยงานก่อสร้าง แล้วทำการคำนวณค่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุตามวิธีการที่กล่าวมาแล้วข้างต้นอีกครั้ง ค่าความน่าจะเป็นที่ได้เป็นค่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุภายหลังจากปฏิบัติตามมาตรการความปลอดภัยที่กำหนด

5. แนวทางในการพิจารณาเลือกมาตรการความปลอดภัย

ในการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA มีแนวทางในการพิจารณาเลือกมาตรการความปลอดภัยตามลำดับดังนี้

1) พิจารณารายละเอียดและข้อกำหนดต่างๆในมาตรการความปลอดภัย
2) วิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุที่ได้รับผลกระทบจากการปฏิบัติตามมาตราการความปลอดภัย

3) ประมาณค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากผลของการปฏิบัติตามมาตราการความปลอดภัย

4) วิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุจากการแทนค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ได้จากการประมาณในสมการความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นของสาเหตุของอุบัติเหตุ

ตัวอย่างการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุในงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้านด้วยวิธี FTA จากการรวบรวมข้อมูลสาเหตุของอุบัติเหตุ และการวิเคราะห์เงื่อนไขของสาเหตุของอุบัติเหตุด้วยวิธี FTA จะได้แผนภูมิโครงสร้างความสัมพันธ์ของสาเหตุของอุบัติเหตุ ดังแสดงในรูปที่ 1.6 โดยค่าของความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุเป็นค่าระดับความสำคัญของแต่ละสาเหตุที่มีต่อการเกิดอุบัติเหตุ โดยเป็นการประเมินด้วยวิธี The analytic hierarchy process : AHP ตารางที่ 1.4 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์ค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุของอุบัติเหตุ

ตารางที่1.4 แสดงจำนวนอุบัติเหตุที่เกิดจากสาเหตุ A_i ใดๆ

อุบัติเหตุ	จำนวนวันที่หยุดงาน	สาเหตุ	จำนวนครั้งของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ
1	4	BE1: ความประมาท	0.16
		BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	0.59
		BE3: ขาดการสนับสนุนจากเจ้าของงาน	0.25
2	10	BE4: การออกแบบนั่งร้าน	0.12
		BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	0.46
		BE5: การประกอบติดตั้งนั่งร้าน	0.20
3	30	BE1: ความประมาท	0.22
		BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	0.59
		BE5: การประกอบติดตั้งนั่งร้าน	0.25
4	1	BE3: ขาดการสนับสนุนจากเจ้าของงาน	0.16
		BE4: การออกแบบนั่งร้าน	0.59
		BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	0.25
5	0	BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	0.16
		BE5: การประกอบติดตั้งนั่งร้าน	0.59
		BE3: ขาดการสนับสนุนจากเจ้าของงาน	0.25

หมายเหตุ - จำนวนครั้งของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุเป็นค่าระดับความสำคัญของแต่ละสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุภายในช่วงระยะชั่วโมงทำงานที่กำหนด โดยเป็นการประเมินด้วยวิธีThe analytic hierarchy process : AHP

- โดยกำหนดข้อมูลจำนวนชั่วโมงทำงานทั้งหมดเท่ากับ 1,000,000 ชั่วโมงทำงาน และพิจารณาความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุทุกๆ 10,000 ชั่วโมงทำงาน

ตารางที่ 1.3 การสรุปค่าความน่าจะเป็นของแต่ละสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

สาเหตุของอุบัติเหตุ	ผลรวมของจำนวนครั้งของสาเหตุ	ค่าความน่าจะเป็น $P(BE_i)$
BE1: ความประมาท	0.38	0.0038
BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	2.05	0.0205
BE3: ขาดการสนับสนุนจากเจ้าของงาน	0.66	0.0066
BE4: การออกแบบนั่งร้าน	0.71	0.0071
BE5: การประกอบติดตั้งนั่งร้าน	1.04	0.0104
BE6: สาเหตุภายนอก	0.00	0.0000

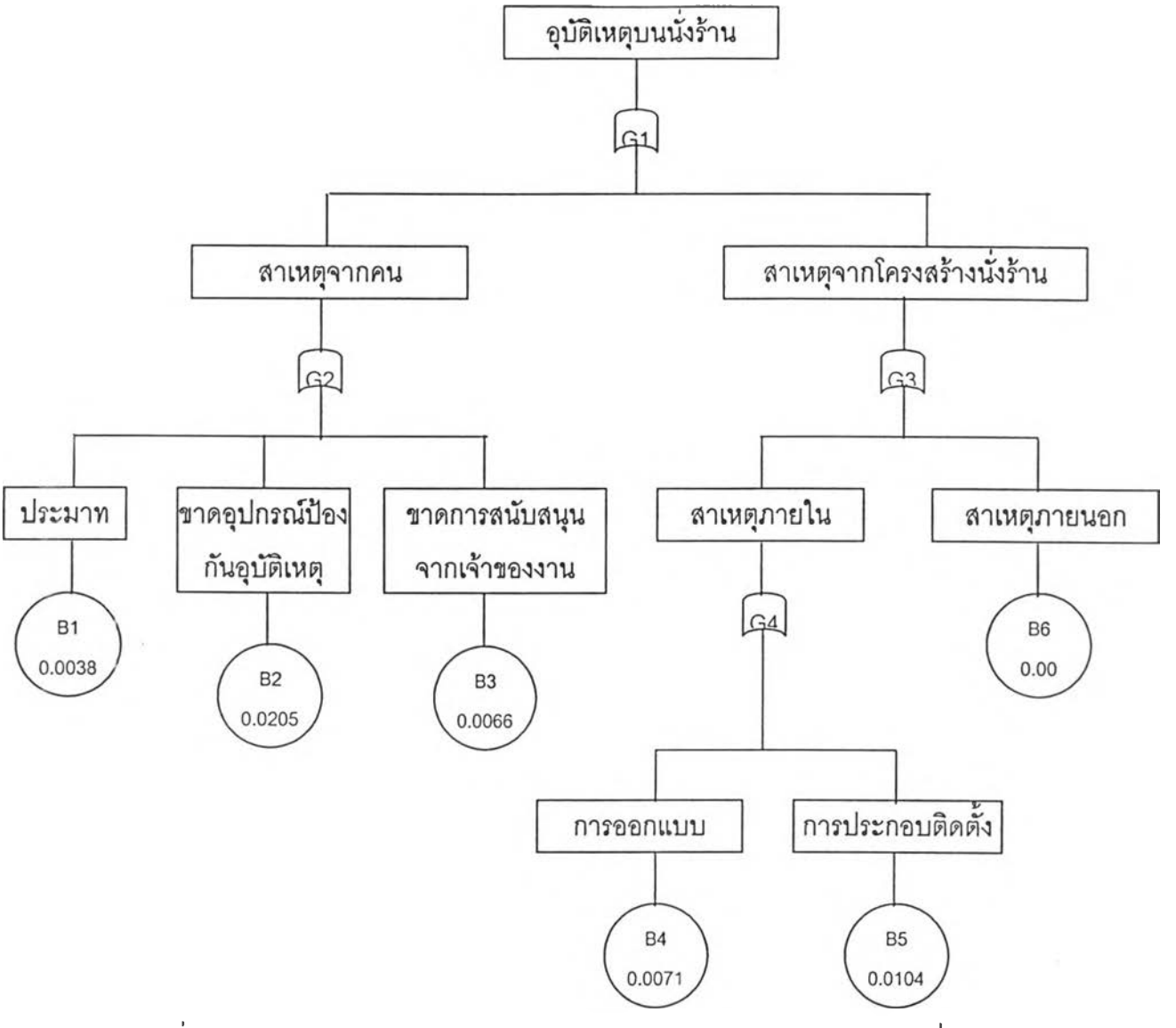
หมายเหตุ จากการกำหนดให้พิจารณาความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุทุกๆ 10,000 ชั่วโมงทำงาน และข้อมูลจำนวนชั่วโมงทำงานทั้งหมดเท่ากับ 1,000,000 ชั่วโมงทำงาน ดังนั้นจึงทำการพิจารณาความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติเหตุจำนวน 100 ครั้ง การคำนวณค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุของอุบัติเหตุที่มาจากความประมาทของคนงานคือ 0.38/100 เท่ากับ 0.0038 ครั้งต่อ 10,000 ชั่วโมงทำงาน เป็นต้น

แทนค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจากตารางที่ 1.2 ในสมการความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ จะได้

$$P(T) = \prod_{\text{all } i} \left(1-\prod_{\text{all } i} (1-P(A_i))\right) \qquad \ldots(1.2)$$

$$P(HE_i) = 1-([1-(1-P(BE1))(1-P(BE2))\ (1-\ P(BE3))]$$
$$[1-(1-\ P(BE6))\ \{1-(1-\ P(BE4))\ (1-P(BE5))\ \}]) \qquad \ldots(1.5)$$
$$= 1-(1-\{1-(1-0.0038)(1-0.0205)(1-0.0066)\})(1-\{1-(1-0.0)([1-(1-0.0071)$$
$$(1-0.0104)]\})\}$$

$P(HE_i)$ = 0.0475 ครั้งต่อ10,000 ชั่วโมงทำงาน



รูปที่ 1.6 แสดงตัวอย่างโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุบนนั่งร้านโดยการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA

โดยกำหนดให้ P(T) เป็นความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุ

$P(HE_i)$ เป็นความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุ

$P(A_i)$ เป็นความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

$P(BE_i)$ เป็นความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

BE เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

i เป็นลำดับของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

จากการแทนค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในสมการข้างต้นทำให้ผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติเหตุในงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้านมีค่าเท่ากับ 0.0475 ครั้งต่อ 10,000 ชั่วโมงทำงาน

แทนค่าจำนวนวันที่คนงานหยุดงานเนื่องจากผลของอุบัติเหตุซึ่งแสดงในตารางที่ 1.2 ในสมการ (1) จะได้ระดับความรุนแรงเฉลี่ยของอุบัติเหตุดังนี้

$$E = \sum_{\text{all } h} u_h / m \qquad \ldots(1.1)$$

$$E = (4+10+30+1+0)/5$$

$$= 9 \text{ วันต่อครั้งของอุบัติเหตุ}$$

จากการแทนค่าจำนวนวันที่คนงานหยุดงานเนื่องจากผลของอุบัติเหตุในสมการข้างต้นทำให้ผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงเฉลี่ยของอุบัติเหตุมีค่าเท่ากับ 9 วันต่อครั้งของอุบัติเหตุ

จากผลการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุและผลการวิเคราะห์ระดับความรุนแรงเฉลี่ยของอุบัติเหตุสามารถวิเคราะห์ดัชนีการประสบอุบัติเหตุได้ดังนี้

$$C = P * E \qquad \ldots(1.4)$$

$$C = 0.0475*9$$

$$= 0.43 \text{ วันต่อ10,000ชั่วโมงทำงาน}$$

จากผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุในงานก่อสร้างด้วย FTAทำให้ทราบดัชนีการประสบอุบัติเหตุ ซึ่งแสดงถึงผลการดำเนินงานด้านความปลอดภัยของหน่วยงาน โดยจากข้อมูลอุบัติเหตุที่กำหนดไว้ข้างต้นสามารถวิเคราะห์ดัชนีการประสบอุบัติเหตุของหน่วยงานได้เท่ากับ 0.43 วันต่อ 10,000ชั่วโมงทำงาน

แนวทางในการพิจารณาเลือกมาตรการความปลอดภัยมาป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุคือการพิจารณาความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุที่ลดลงภายหลังจากปฏิบัติตามมาตรการความปลอดภัย ดังกล่าว โดยการแทนค่าความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุภายหลังจากปฏิบัติตามมาตรการความปลอดภัยในสมการความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุซึ่งได้จากการวิเคราะห์ด้วย FTA ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

ตัวอย่างการพิจารณาเลือกมาตรการความปลอดภัยมาป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุ โดยพิจารณามาตรการความปลอดภัยที่กำหนดโดย International Labor Organization : ILO มาเป็นทางเลือกในการพิจารณามาตรการความปลอดภัยของหน่วยงาน

รายละเอียดของการเลือกมาตรการความปลอดภัยมีดังนี้

จากมาตรการความปลอดภัยทั่วไปของการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับหน้าที่คนงาน ซึ่งรายละเอียดของมาตรการแสดงใน ภาคผนวก ช. ผลจากการปฏิบัติตามมาตรการความปลอดภัยมีดังนี้คือ

a) สามารถลดความน่าจะเป็นของสาเหตุจากความประมาทจากเดิม 0.0038 ครั้งต่อ 10,000 ชั่วโมงทำงาน เป็น 0.001 ครั้งต่อ 10,000 ชั่วโมงทำงาน ซึ่งประมาณความน่าจะเป็นโดยพิจารณากรณีที่คนงานฝ่าฝืนหรือละเลยไม่ปฏิบัติตามมาตรการความปลอดภัยที่กำหนด
b) สามารถลดความน่าจะเป็นของสาเหตุจากคนงานไม่สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุจากเดิม 0.0205 ครั้งต่อ 10,000 ชั่วโมงทำงาน เป็น 0.01 ครั้งต่อ 10,000 ชั่วโมงทำงาน ซึ่งประมาณความน่าจะเป็นโดยพิจารณากรณีที่คนงานถอดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุออกชั่วคราวขณะที่เปลี่ยนสถานที่ทำงาน โดยไม่ให้เจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบตรวจสอบก่อน
c) สามารถลดความน่าจะเป็นของสาเหตุจากเจ้าของงานไม่ให้ความสนใจกับความปลอดภัยในการทำงานก่อสร้างจากเดิม 0.0066 ครั้งต่อ 10,000 ชั่วโมงทำงาน เป็น 0 ครั้งต่อ 10,000ชั่วโมงทำงาน ซึ่งประมาณความน่าจะเป็นโดยพิจารณากรณีที่เจ้าของงานให้ความสำคัญต่อการป้องกันอุบัติเหตุเต็มที่

จากค่าประมาณความน่าจะเป็นของสาเหตุของอุบัติเหตุที่ลดลงข้างต้นทำให้ความน่าจะเป็นของอุบัติเหตุลดลงจาก 0.0475 ครั้งต่อ 10,000 ชั่วโมงทำงาน เหลือเพียง 0.0273 ครั้งต่อ 10,000 ชั่วโมงทำงาน และค่าดัชนีการประสบอุบัติเหตุลดลงจาก 0.43 วันต่อ 10,000 ชั่วโมงทำงานเหลือ 0.25 วันต่อ 10,000 ชั่วโมงทำงาน ตามลำดับ

พิจารณามาตรการความปลอดภัยอื่นๆตามวิธีการที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น และเปรียบเทียบค่าดัชนีการประสบอุบัติเหตุระหว่างแต่ละมาตรการความปลอดภัยที่นำมาพิจารณาเพื่อเลือกมาตรการความปลอดภัยที่เหมาะสมที่สุดมากำหนดเป็นมาตรการความปลอดภัยของหน่วยงานต่อไป

ภาคผนวก ค.
กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์
(Analytic Hierarchy Process : AHP)

กระบวนการลำดับชั้นเชิงวิเคราะห์ (The Analytical Hierarchy Process : AHP) ได้รับการพัฒนาโดย Thomas L. Saaty (1977) เป็นกระบวนการวิเคราะห์แนวทางเลือกที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาการตัดสินใจที่ซับซ้อน กระบวนการของ AHP เริ่มจากการสังเคราะห์รายละเอียดของปัญหาและเกณฑ์ในการวิเคราะห์ปัญหา จากนั้นจึงสร้างโครงสร้างลำดับชั้นความสัมพันธ์ระหว่างเกณฑ์ในการวิเคราะห์ปัญหากับทางเลือก(Alternative)ที่ใช้ในการแก้ปัญหา โดยนำข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์ได้จากการความรู้สึกและความคิดของผู้เชี่ยวชาญของระบบ

ในการตัดสินใจด้วย AHP ได้อาศัยพื้นฐานของหลักการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆ (Pairwise Ccmparision) ของเกณฑ์ ซึ่งเกณฑ์ในการกำหนดค่าระดับความสำคัญที่ใช้ในการเปรียบเทียบแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

ตารางที่2.1เกณฑ์ในการกำหนดระดับความสำคัญ

ระดับความสำคัญ	ความหมายและระดับความสำคัญ
1	มีระดับความสำคัญเท่ากัน
3	มีระดับความสำคัญมากกว่ากันเล็กน้อย
5	มีระดับความสำคัญมากกว่ากันมาก
7	มีระดับความสำคัญมากกว่ากันมากมาก
9	มีระดับความสำคัญมากกว่ากันอย่างไม่มีข้อโต้แย้ง
2,4,6,8	ค่าระดับความสำคัญอยู่ในระดับระหว่างกลางของค่าตัวเลขประเมิน

หมายเหตุ หากต้องการความละเอียดของการเปรียบเทียบสัดส่วนความสำคัญระหว่างปัจจัยที่เกี่ยวข้องมากกว่าค่าระดับความสำคัญมาตรฐานที่แสดงในตารางข้างต้น อาจนำค่าความสำคัญที่เป็นค่า 1.1,1.2,....มาใช้แทนได้ ทั้งนี้เพื่อให้ผลการเปรียบเทียบมีความเหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์มากยิ่งขึ้น

ในกระบวนการตัดสินใจด้วย AHP ได้นำผลจากการเปรียบเทียบเป็นคู่ๆของเกณฑ์ทั้งหมดมาวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ การคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละเกณฑ์ในเมตริกซ์สัดส่วนความสำคัญสามารถทำได้โดยใช้วิธีการคำนวณเวคเตอร์เจาะจง (Eigenvector) ของแต่ละเมตริกซ์ จากนั้นค่าของเวกเตอร์นี้จะถูกถ่วงน้ำหนักด้วยน้ำหนักของเกณฑ์ในระดับที่สูงกว่า ขั้นตอนนี้จะถูกทำซ้ำไปเรื่อยๆจากลำดับชั้นบนสุดไปสู่ลำดับชั้นล่างสุด จนได้ทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด

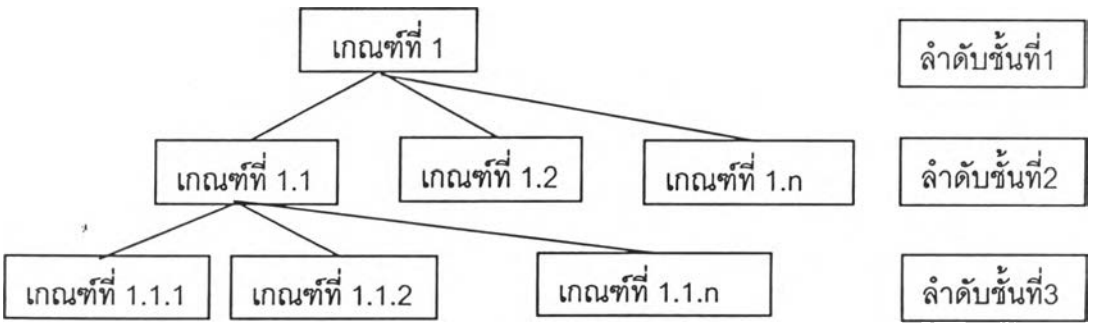
ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำ AHP มาใช้ในการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ เนื่องจากการตัดสินใจด้วย AHP มีคุณสมบัติที่เหมาะสมดังนี้

1) AHP สามารถวิเคราะห์ได้ทั้งปัญหาที่มีข้อมูลในเชิงคุณภาพและข้อมูลในเชิงปริมาณ
2) วิธีการตัดสินใจด้วย AHP มีขั้นตอนการดำเนินการที่เข้าใจได้ง่าย และสามารถปรับเปลี่ยนเกณฑ์ในการตัดสินใจหรือค่าน้ำหนักความสำคัญได้อย่างเป็นอิสระ
3) AHP สามารถใช้ได้กับทั้งการตัดสินใจคนเดียวและการตัดสินใจที่มีผู้ตัดสินใจเป็นกลุ่ม
4) AHP ให้ความสำคัญกับขั้นตอนในการตัดสินใจเลือกทางเลือก (Choice)
5) การสังเคราะห์ปัญหาและสร้างโครงสร้างของปัญหาอย่างเป็นลำดับขั้นด้วย AHP ทำให้ลดความผิดพลาดและความละเลยที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการพิจารณาเกณฑ์การตัดสินใจและการวิเคราะห์ทางเลือก

กระบวนการตัดสินใจด้วย AHP

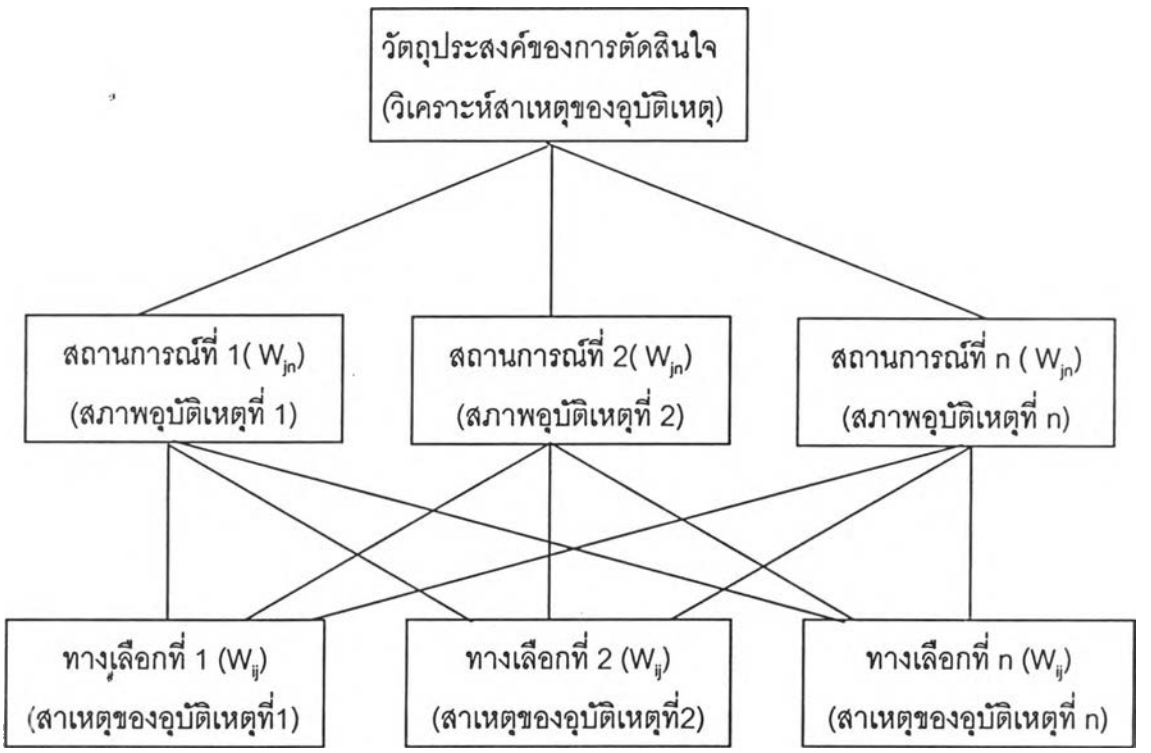
ในการวิเคราะห์ระดับความสำคัญของสาเหตุของอุบัติเหตุด้วย AHP มีกระบวนการในการวิเคราะห์ตามลำดับดังนี้

1) กำหนดวัตถุประสงค์ของปัญหาที่ต้องการตัดสินใจ ตัวอย่างเช่น จุดประสงค์ของการวิเคราะห์อุบัติเหตุในงานก่อสร้างคือ การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ
2) กำหนดเกณฑ์ในการตัดสินใจ ตัวอย่างเช่น เกณฑ์ของการวิเคราะห์ความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุคือ สภาพของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งภายในหน่วยงาน
3) สร้างโครงสร้างลำดับขั้นของเกณฑ์การตัดสินใจ โดยเริ่มต้นจากลำดับขั้นของเกณฑ์หลักในระดับบนสุดลงไปยังลำดับขั้นของเกณฑ์ย่อยในระดับล่างสุด



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างลำดับขั้นของเกณฑ์การตัดสินใจ

4) กำหนดทางเลือกให้กับเกณฑ์ย่อยในระดับชั้นล่างสุด ตัวอย่างเช่น ทางเลือกของการวิเคราะห์อุบัติเหตุคือ สาเหตุของอุบัติเหตุตามลักษณะของสภาพของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น



กำหนดให้ W_{ij} เป็นระดับความสำคัญของทางเลือกที่ i ภายใต้ขอบเขตของสถานการณ์ที่ j

W_{jn}เป็นระดับความสำคัญของสถานการณ์ที่ j ภายใต้ขอบเขตของวัตถุประสงค์ของการตัดสินใจที่ n

รูปที่2.2 แสดงโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างทางเลือกในแต่ละสถานการณ์ของระบบ

5) เปรียบเทียบค่าสัดส่วนความสำคัญของทางเลือกภายใต้ขอบเขตของเกณฑ์ในการตัดสินใจ โดยการเปรียบเทียบเป็นคู่ แล้วสร้างเมตริกซ์สัดส่วนความสำคัญของทางเลือกภายใต้ขอบเขตของเกณฑ์การตัดสินใจ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

6) เปรียบเทียบค่าสัดส่วนความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละระดับภายใต้ขอบเขตของเกณฑ์ในการตัดสินใจในระดับก่อนหน้า โดยการเปรียบเทียบเป็นคู่แล้วสร้างเมตริกซ์สัดส่วนความสำคัญของเกณฑ์ในลักษณะเดียวกับเมตริกซ์สัดส่วนความสำคัญของทางเลือก

ตารางที่ 2.2 เมตริกซ์แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนความสำคัญของทางเลือกภายใต้ขอบเขตของเกณฑ์การตัดสินใจ

ทางเลือก	ทางเลือกที่ 1	ทางเลือกที่ 2	...	ทางเลือกที่ n	น้ำหนักความสำคัญ
ทางเลือกที่ 1	1	a_{12}		a_{1n}	$W_{i=1}$
ทางเลือกที่ 2	a_{21}	1		a_{2n}	$W_{i=2}$
ทางเลือกที่ n	a_{n1}	a_{n2}		1	$W_{i=n}$

หมายเหตุ

- $a_{ij} = 1/a_{ji}$
- ถ้าปัจจัยi มีความสำคัญมากกว่าปัจจัย j ให้กำหนดค่าตัวเลขจากตารางที่ 1 มาวางลงในตำแหน่งของ a_{ij} (a_{ji} คือ $1/a_{ij}$)
- ถ้าปัจจัยj มีความสำคัญมากกว่าปัจจัย i ให้กำหนดค่าตัวเลขจากตารางที่ 1 มาวางลงในตำแหน่งของ a_{ji} (a_{ij} คือ $1/a_{ji}$)

กำหนดให้ผู้เชี่ยวชาญของระบบเป็นผู้ตัดสินใจเปรียบเทียบค่าสัดส่วนความสำคัญระหว่างทางเลือกโดยพิจารณาระดับความสำคัญเทียบกับเกณฑ์ในตารางที่ 2.1

7) วิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของเกณฑ์การตัดสินใจในแต่ละระดับและค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือก โดยการประยุกต์ทฤษฎีของเวคเตอร์เจาะจง (Eigenvector) มาช่วยในการหาน้ำหนักความสำคัญ กระบวนการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญคือ การหารค่าสัดส่วนความสำคัญที่อยู่ในแต่ละแถวแนวตั้งด้วยผลรวมของค่าสัดส่วนความสำคัญในแถวตั้งเดียวกันของเมตริกซ์นั้น ค่าเฉลี่ยในแนวนอนของเมตริกซ์ที่ได้จากผลข้างต้นเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกหรือเกณฑ์การตัดสินใจในแถวนั้น

วิธีการลดความยุ่งยากของกระบวนการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญด้วยวิธีการข้างต้นคือการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พิเศษ MATLAB มาช่วยในการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญ

ตัวอย่างการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุของอุบัติเหตุด้วยกระบวนการ AHP จากข้อมูลในตารางที่ 2.3 ซึ่งแสดงเมตริกซ์สัดส่วนความสำคัญของแต่ละสาเหตุของอุบัติเหตุภายใต้ข้อมูลของสภาพอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น ทำการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญในแต่ละแถวดังแสดงในตารางที่ 2.4 โดยค่าเฉลี่ยของน้ำหนักความสำคัญในแต่ละแถวได้จากการหาค่าสัดส่วนความสำคัญที่อยู่ในแต่ละแถวแนวตั้งด้วย ผลรวมของค่าสัดส่วนความสำคัญในแถวตั้งเดียวกันของเมตริกซ์นั้น จากนั้นจึงคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุดังแสดงในตารางที่ 2.5 โดยค่าเฉลี่ยของผลรวมของค่าในแถวนอนแต่ละแถวเป็นค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุตามลำดับ ส่วนตารางที่ 2.6 เป็นการแสดงผลการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากการประยุกต์ใช้เวคเตอร์เจาะจงเปรียบเทียบกับการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พิเศษ MATLAB ซึ่งพบว่าค่าน้ำหนักความสำคัญที่ได้จากวิธีการทั้งสองมีค่าเท่ากัน

ตารางที่ 2.3 เมตริกซ์แสดงค่าสัดส่วนความสำคัญระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุแต่ละคู่

อุบัติเหตุที่1	สาเหตุที่1ของอุบัติเหตุ	สาเหตุที่2ของอุบัติเหตุ	สาเหตุที่3ของอุบัติเหตุ
สาเหตุที่1ของอุบัติเหตุ	1	1/3	½
สาเหตุที่2ของอุบัติเหตุ	3	1	3
สาเหตุที่3ของอุบัติเหตุ	2	1/3	1
ผลรวมในแนวตั้ง	6	5/3	9/2

ตารางที่2.4 เมตริกซ์ค่าเฉลี่ย

อุบัติเหตุที่1	สาเหตุที่1ของอุบัติเหตุ	สาเหตุที่2ของอุบัติเหตุ	สาเหตุที่3ของอุบัติเหตุ
สาเหตุที่1ของอุบัติเหตุ	1/6	1/5	1/9
สาเหตุที่2ของอุบัติเหตุ	3/6	3/5	6/9
สาเหตุที่3ของอุบัติเหตุ	2/6	1/5	2/9
ผลรวมในแนวตั้ง	6	5/3	9/2

ตารางที่2.5เมตริกซ์แสดงค่าเฉลี่ยของผลรวมของค่าในแถวนอนแต่ละแถว

อุบัติเหตุที่1	ผลรวมเฉลี่ย	ผลลัพธ์	ลำดับความสำคัญ
สาเหตุที่1ของอุบัติเหตุ	(1/6+1/5+1/9)/3	1/6.279=0.159	3
สาเหตุที่2ของอุบัติเหตุ	(3/6+3/5+6/9)/3	1/1.698=0.589	1
สาเหตุที่3ของอุบัติเหตุ	(2/6+1/5+2/9)/3	1/3.970=0.252	2

ตารางที่2.6 แสดงการเปรียบเทียบผลการประยุกต์ใช้เวคเตอร์เจาะจงกับการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พิเศษ MATLAB

อุบัติเหตุที่1	ผลลัพธ์จากเวคเตอร์เจาะจง	ลำดับความสำคัญ	ผลลัพธ์จาก MATLAB	ลำดับความสำคัญ
สาเหตุที่1ของอุบัติเหตุ	0.16	3	0.16	3
สาเหตุที่2ของอุบัติเหตุ	0.59	1	0.59	1
สาเหตุที่3ของอุบัติเหตุ	0.25	2	0.25	2

8) พิจารณาความสอดคล้องของข้อมูลในเมตริกซ์สัดส่วนความสำคัญระหว่างปัจจัยเพื่อประเมินระดับความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจในลำดับต่อไป โดยพิจารณาจากค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index : CI) และค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio : CR) ซึ่งมีสมการความสัมพันธ์ดังนี้ (Saaty,1965)(Triantaphyllou,E.andMann,S.H., 1990)

$$CI = (\lambda max - n)/(1-n) \quad \ldots(2.1)$$

$$CR = CI / RIC \quad \ldots(2.2)$$

กำหนดให้ n คือ จำนวนปัจจัยที่พิจารณา

λmax คือ ค่าเจาะจงสูงสุด

โดยค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (CR) เป็นค่าแสดงขอบเขตสูงสุดที่ยอมรับได้ของความไม่สอดคล้องกันของการประเมินค่าสัดส่วนระหว่างปัจจัย n ปัจจัยที่พิจารณา อัตราส่วนความสอดคล้อง (CR) เป็นการเปรียบเทียบระหว่างค่าดัชนีความสอดคล้อง (CI) ที่ได้จากการคำนวณ และค่าดัชนีความสอดคล้อง (CI) ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างหรือ ดัชนีเชิงสุ่ม (Random Index Consistency :RIC)

จากการศึกษาของ Saaty ,1965 พบว่าค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง (RIC) เป็นค่าที่สร้างขึ้นโดยการเก็บข้อมูลทางสถิติของค่าดัชนีความสอดคล้อง (CI) โดยตารางค่าดัชนีความสอดคล้องอันเป็นผลจากการศึกษาของ Saaty ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.3 ส่วนเกณฑ์ในการพิจารณาความสอดคล้องของค่าสัดส่วนความสำคัญระหว่างปัจจัยคือ หากค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (CR) มีค่ามากกว่า 0.10 แสดงว่าผลการประเมินค่าสัดส่วนระหว่างปัจจัย n ปัจจัยไม่สอดคล้องกัน ดังนั้นผู้มีหน้าที่ในการตัดสินใจต้องประเมินค่าสัดส่วนระหว่างปัจจัยใหม่

9) วิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกภายใต้วัตถุประสงค์ของการตัดสินใจ โดยการพิจารณาค่าน้ำหนักความสำคัญรวมของเกณฑ์การตัดสินใจจากระดับบนสุดไปสู่ระดับล่างสุดและคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญรวมของทางเลือก ซึ่งเป็นผลรวมของผลคูณค่าน้ำหนักแต่ละตัวของเกณฑ์การตัดสินใจ ภายใต้เกณฑ์หนึ่งๆในระดับถัดขึ้นมาด้วยค่าน้ำหนักรวมของเกณฑ์เดียวกันในระดับถัดขึ้นมา ตัวอย่างการตัดสินใจในปัญหาลำดับชั้นสามระดับ

ตารางที่ 2.8 การหาระดับความสำคัญรวมของทางเลือกในระบบ

การตัดสินใจ	สถานการณ์ที่1	สถานการณ์ที่2	สถานการณ์ที่3	น้ำหนักรวม
ทางเลือก	$W_{j=1}$	$W_{j=2}$	$W_{j=3}$	
$A_{i=1}$	$W_{i=1}{}'1$	$W_{i=1}{}'2$	$W_{i=1}{}'3$	$W_i=\sum_{j=1}^{3} W_{i=1}{}'j * W_j$
$A_{i=2}$	$W_{i=2}{}'1$	$W_{i=2}{}'2$	$W_{i=2}{}'3$	$W_i=\sum_{j=1}^{3} W_{i=2}{}'j * W_j$
$A_{i=3}$	$W_{i=3}{}'1$	$W_{i=3}{}'2$	$W_{i=3}{}'3$	$W_i=\sum_{j=1}^{3} W_{i=3}{}'j * W_j$

ทฤษฎีพื้นฐานของเวคเตอร์เจาะจง

กำหนดให้ A_i เป็นทางเลือกที่กำลังพิจารณาในระดับชั้นใดระดับชั้นหนึ่ง และ a_{ij} เป็นค่าสัดส่วนความสำคัญของทางเลือก i เมื่อเทียบกับทางเลือก j ภายใต้ขอบเขตของทางเลือกหนึ่งที่กำลังพิจารณาในระดับถัดขึ้นมา จากผลการเปรียบเทียบสัดส่วนความสำคัญของทางเลือกทั้งหมดที่อยู่ภายใต้ขอบเขตของทางเลือกในระดับถัดขึ้นมาอย่างเดียวกันสามารถสร้างเมตริกซ์ได้โดย

$A = (a_{ij})$

$$a_{ij} = 1/a_{ji} \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, 3, \ldots, n \qquad \ldots(2.3)$$

ค่าสัดส่วนความสำคัญในเมตริกซ์ (a_{ij}) สามารถนำมาวิเคราะห์ปัญหาการตัดสินใจได้เมื่อ

$$a_{ij} = a_{ik} * a_{kj} \text{ สำหรับทุกๆค่าของ } i,j,k$$

โดยเมตริกซ์ที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นเรียกว่า เมตริกซ์สอดคล้อง (Consistency Matrix) โดยค่าสัดส่วนความสำคัญ a_{ij} เป็นสัดส่วนระหว่างค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือก i เทียบกับทางเลือก j

$$a_{ij} = w_i / w_j \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, 3, \ldots, n \qquad \ldots(2.4)$$

$$a_{ij} * a_{jk} = (w_i / w_j)*(w_j / w_k)$$

$$= w_i / w_k = a_{ik}$$

$$a_{ji} = w_j / w_i = 1/(w_i / w_j) = 1/a_{ji}$$

พิจารณาคุณสมบัติของเมตริกซ์ในกรณี A ที่เป็นเมตริกซ์สอดคล้อง

$$A*x = y \quad \text{โดยที่ } x = (x_1, x_2, \ldots, x_n), y = (y_1, y_2, \ldots, y_n)$$

จะได้

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ji} * x_i = y_i \text{ โดยที่ } i = 1, 2, 3, \ldots, n$$

จากสมการที่ (4)

$$a_{ij} * w_i / w_j = 1 \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, 3, \ldots, n$$

ดังนั้น

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ji} * w_i / w_j = n \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, 3, \ldots, n$$

หรือ

$$\sum_{j=1}^{n} a_{ji} * w_i = n * w_j \quad \text{โดยที่ } i = 1, 2, 3, \ldots, n$$

จะได้

$$A * W = n * W \qquad \ldots(2.5)$$

จากทฤษฎีพื้นฐานของการแก้สมการทางคณิตศาสตร์ด้วยเมตริกซ์ที่กำหนดให้เขียนสมการในรูปของเมตริกซ์ ได้ดังนี้

$$(A - \lambda I)V = 0 \qquad \ldots(2.6)$$

กำหนดให้ A เป็นเมตริกซ์จัตุรัสของค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรในแต่ละสมการ

I เป็นเมตริกซ์เอกลักษณ์

V เป็นเวกเตอร์เจาะจง(Eigenvector) หรือเวกเตอร์ของตัวแปรที่ ต้องการทราบค่า

λ เป็นค่าเจาะจง(Eigenvalue)

แบ่งการพิจารณาหาค่า เมตริกซ์ V เป็น 2 กรณีคือ

<u>กรณีที่ 1</u> $\det(A - \lambda I) < > 0$

ความหมายของสมการในกรณีที่ 1คือ สามารถหาค่าของ $(A - yI)^{-1}$ ได้และมีค่าไม่เท่ากับศูนย์ ซึ่งจะทำให้ V มีค่าที่เป็นไปได้ค่าเดียวคือ 0 หรือเป็นคำตอบที่ไม่มีความหมาย (Trivial Solution)

$$\frac{(A - \lambda I)V}{(A - \lambda I)^{-1}} = \frac{0}{(A - \lambda I)^{-1}} \qquad \ldots(2.7)$$

จะได้ $V = 0$

<u>กรณีที่ 2</u> $\det(A - \lambda I) = 0$

ความหมายของสมการในกรณีที่ 2 คือ สำหรับการแก้สมการที่เมตริกซ์สัมประสิทธิ์เป็นเมตริกซ์ซึ่งมี ดีเทอร์มิเนตท์ เท่ากับศูนย์จะเป็นการแก้สมการซึ่งไม่สามารถหาค่าคำตอบของตัวแปรที่แท้จริงได้ เพราะสมการทั้งหมดไม่เป็นอิสระจากกันหรือมีสมการที่เป็นอิสระจริงๆเพียงสมการเดียว ดังนั้นค่าคำตอบของตัวแปรจึงมีหลายค่า ยกตัวอย่างเช่น

$x_1 * 2x_2 * 3x_3 * 4x_4 = 1$

$2x_1 * 4x_2 * 6x_3 * 8x_4 = 2$

$3x_1 * 6x_2 * 9x_3 * 12x_4 = 3$

$4x_1 * 8x_2 * 12x_3 * 16x_4 = 4$

จะเห็นว่าสุมการที่เป็นอิสระจริงๆมีเพียงสมการเดียวคือ

$x_1 * 2x_2 * 3x_3 * 4x_4 = 1$

จากสมการ (2.6) สามารถเขียนให้อยู่ในรูปแบบของสมการ (2.5) ได้โดยกำหนดให้

$\lambda I = n$ และ $W = V$

จะได้ว่า n เป็นค่าเจาะจงส่วน (Eigenvalue) และ W เป็นเวคเตอร์เจาะจง (Eigenvecter) ซึ่งสมการนี้จะหาคำตอบได้เมื่อ ดีเทอร์มิเนตท์ มีค่าเท่ากับศูนย์ รูปแบบเต็มของสมการ (5) สามารถเขียนได้ดังนี้

$$\begin{pmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ w_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \cdot \\ w_n \end{pmatrix}$$

ในทางปฏิบัติ ค่า a_{ij} เป็นค่าสัดส่วนความสำคัญที่ได้จากการตัดสินใจของผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้ทำการเปรียบเทียบทางเลือก กับทางเลือก ภายใต้ทางเลือกหนึ่งในระดับถัดขึ้นไป ดังนั้นค่าที่ได้อาจเบี่ยงเบนไปจากค่าที่ควรจะเป็นทางทฤษฎีซึ่งมีผลทำให้สมการ (2.5) ไม่เป็นความจริง จากหลักการของทฤษฎีเมตริกซ์สามารถแก้ปัญหาข้างต้นได้โดยการวิเคราะห์หาค่าความสอดคล้องของข้อมูลในเมตริกซ์ที่พิจารณา โดยอาศัยคุณสมบัติของเมตริกซ์ดังนี้

1) เมื่อพิจารณาค่าเจาะจง λ ที่เหมาะสมของสมการ

$A^* W = \lambda * W$

ในกรณีที่ $a_{ij} = 1$ สำหรับทุกๆ i จะได้

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_i = n$$

ดังนั้นสมการ (5) เป็นจริงต่อเมื่อค่าเจาะจงทุกค่ามีค่าเป็นศูนย์ ยกเว้นค่าหนึ่งซึ่งมีค่าเท่ากับ $n\lambda_{max}$

2) ในกรณีที่ค่า a_{ij} ของเมตริกซ์ A ซึ่งเป็นเมตริกซ์ส่วนกลับ (Reciprocal Matrix) มีค่าเปลี่ยนแปลงจากค่าตามทฤษฎีเล็กน้อย ค่าเจาะจงของเมตริกซ์ A มีค่าเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยเช่นกัน

จากคุณสมบัติที่กล่าวมาข้างต้น สำหรับค่า a_{ij} ของเมตริกซ์ Aที่มีค่าเท่ากับ 1 ในทุกๆค่าของ i และคุณสมบัติของเมตริกซ์ A ที่เป็นเมตริกซ์ส่วนกลับ ทำให้ค่า a_{ij} ที่เปลี่ยนแปลงไปเล็กน้อยไม่มีผลทำให้ค่า λ_{max} เปลี่ยนแปลงจากค่า n มากนัก อีกทั้งค่าเจาะจงค่าอื่นต่างมีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของทางเลือกจากเมตริกซ์แสดงผลการเปรียบเทียบสัดส่วนความสำคัญระหว่างทางเลือกในระดับเดียวกันจึงวิเคราะห์ได้จาก

$A^* W = \lambda_{max} * W$

โดยกำหนดให้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index : CI) และอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio : CR) เป็นค่าที่แสดงความคลาดเคลื่อนของ λ_{max}จากค่า n โดยค่าดัชนีความสอดคล้องมีสมการดังนี้

$$CI = (\lambda max - n)/(1-n) \qquad ...(2.1)$$

กำหนดให้ n คือ จำนวนปัจจัยที่พิจารณา

λmax คือ ค่าเจาะจงสูงสุด

และกำหนดให้อัตราส่วนความสอดคล้องมีสมการดังนี้

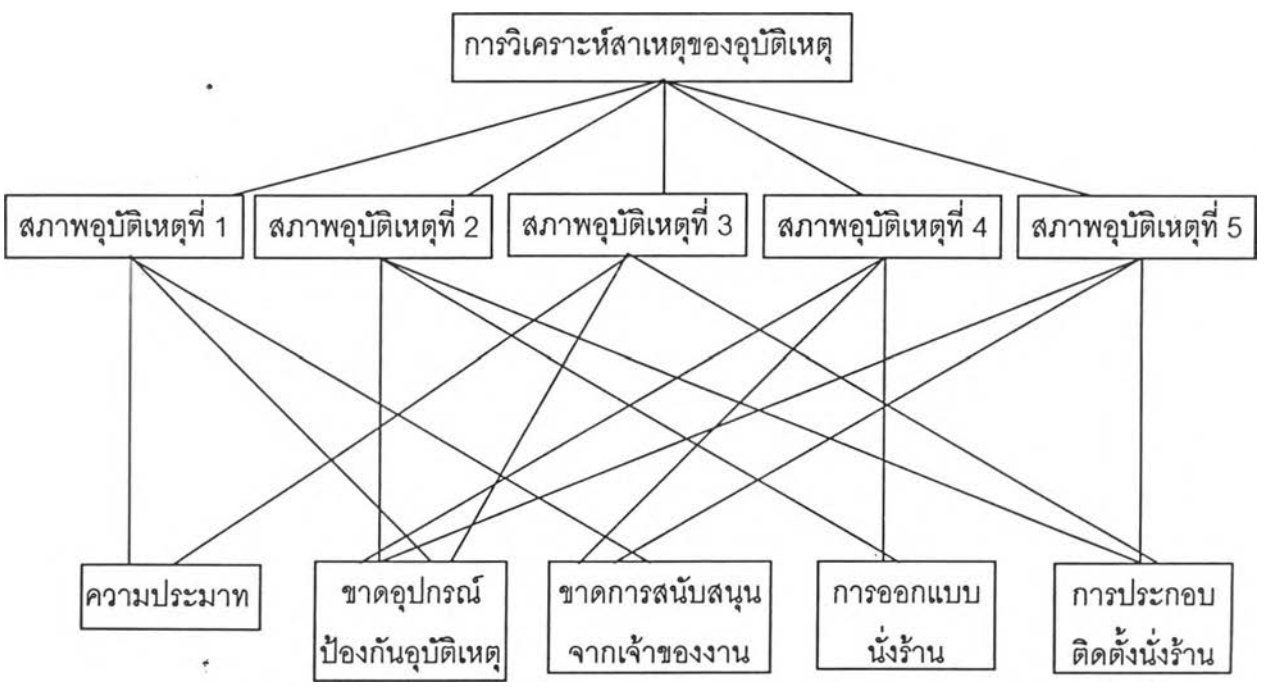
$$CR = CI / RIC \qquad ...(2.2)$$

โดยค่าดัชนีเชิงสุ่ม (Random Index Consistency :RIC) เป็นค่าที่สร้างขึ้นโดยการเก็บข้อมูลทางสถิติของค่าดัชนีความสอดคล้อง (CI) โดยอ้างอิงผลการวิเคราะห์ของ Saaty ในปี ค.ศ.1965 ดังแสดงใน

ตารางที่ 2.7 โดยกำหนดให้ผู้มีหน้าที่ในการตัดสินใจต้องประเมินค่าสัดส่วนระหว่างปัจจัยใหม่หากค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (CR)มีค่ามากกว่า 0.10

ตัวอย่างการวิเคราะห์ความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ จากการประเมินค่าระดับความสำคัญของแต่ละสาเหตุที่มีต่ออุบัติเหตุภายในช่วงระยะชั่วโมงทำงานที่กำหนด โดยการประเมินด้วยวิธี The analytic hierarchy process : AHP โดยกำหนดข้อมูลจำนวนชั่วโมงทำงานทั้งหมดเท่ากับ 1,000,000 ชั่วโมงทำงาน และพิจารณาความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุทุกๆ 10,000 ชั่วโมงทำงาน

กำหนดให้วัตถุประสงค์ของปัญหาที่ต้องการตัดสินใจคือ การวิเคราะห์สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ โดยเกณฑ์ของการวิเคราะห์ความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุคือ สภาพของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งภายในหน่วยงาน และทางเลือกของเกณฑ์ดังกล่าวคือ สาเหตุของอุบัติเหตุตามลักษณะของสภาพของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น โดยตัวอย่างโครงสร้างลำดับชั้นความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุในแต่ละสภาพอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นภายในหน่วยงานในระยะเวลาที่กำหนดแสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างลำดับชั้นความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุและสภาพอุบัติเหตุ

ตัวอย่างการเปรียบเทียบค่าสัดส่วนความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุภายใต้ขอบเขตของสภาพอุบัติเหตุที่ 1 แสดงในตารางที่ 2.9

กำหนดให้ BE1: ความประมาท

BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ

BE3: ขาดการสนับสนุนจากเจ้าของงาน

ตารางที่ 2.9 การเปรียบเทียบสัดส่วนความสำคัญระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุที่1

การเปรียบเทียบความสำคัญ	ระดับความสำคัญ
BE2 มีความสำคัญมากกว่า BE1เล็กน้อย	A_{12} =1/3 , A_{21} =3
BE3 มีความสำคัญในระดับที่เท่ากันและมากกว่า BE1เล็กน้อย	A_{13} =1/2 , A_{31} =2
BE2 มีความสำคัญมากกว่า BE3เล็กน้อย	A_{23} =3 , A_{32} =1/3

หมายเหตุ ตัวเลขแสดงระดับความสำคัญซึ่งใช้แทนผลการเปรียบเทียบความสำคัญมาจากเกณฑ์ในการกำหนดระดับความสำคัญที่แสดงในตารางที่ 2.1

จากผลการเปรียบเทียบสัดส่วนความสำคัญระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุภายใต้ขอบเขตของสภาพอุบัติเหตุที่ 1 สามารถสร้างเมตริกซ์สัดส่วนความสำคัญของสาเหตุภายใต้ขอบเขตของสภาพอุบัติเหตุที่พิจารณา ได้ดังนี้

ตารางที่ 2.10 เมตริกซ์แสดงค่าสัดส่วนความสำคัญระหว่างปัจจัยแต่ละคู่

สาเหตุของอุบัติเหตุที่1	BE1	BE2	BE3
BE1	1	1/3	½
BE2	3	1	3
BE3	2	1/3	1

ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุด้วยการประยุกต์ทฤษฎีของเวคเตอร์เจาะจง (Eigenvector) มาช่วยในการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญ แสดงในตารางที่ 2.11

ตารางที่2.11 เมตริกซ์แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

สาเหตุของอุบัติเหตุที่1	ผลลัพธ์	ลำดับความสำคัญ
BE1	0.159	3
BE2	0.589	1
BE3	0.252	2

ผลการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พิเศษ MATLAB มาช่วยในการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญแสดงใน ตารางที่ 2.12 โดยค่าเจาะจงสูงสุดมีค่าเท่ากับ 3.05

ตารางที่2.12 เมตริกซ์แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

สาเหตุของอุบัติเหตุที่1	ผลลัพธ์	ลำดับความสำคัญ
BE1	0.16	3
BE2	0.59	1
BE3	0.25	2

จากวิธีการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุด้วยการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พิเศษ MATLAB สามารถวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจากข้อมูลของสภาพอุบัติเหตุอื่นๆได้ ดังแสดงในตารางที่ 2.13

ตารางที่2.13 แสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

อุบัติเหตุ	สาเหตุ	น้ำหนักความสำคัญของสาเหตุของอุบัติเหตุ
1	BE1: ความประมาท	0.16
	BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	0.59
	BE3: ขาดการสนับสนุนจากเจ้าของงาน	0.25
2	BE4: การออกแบบนั่งร้าน	0.12
	BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	0.46
	BE5: การประกอบติดตั้งนั่งร้าน	0.20
3	BE1: ความประมาท	0.22
	BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	0.59
	BE5: การประกอบติดตั้งนั่งร้าน	0.25
4	BE3: ขาดการสนับสนุนจากเจ้าของงาน	0.16
	BE4: การออกแบบนั่งร้าน	0.59
	BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	0.25
5	BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	0.16
	BE5: การประกอบติดตั้งนั่งร้าน	0.59
	BE3: ขาดการสนับสนุนจากเจ้าของงาน	0.25

ตัวอย่างการตรวจสอบความสอดคล้องของข้อมูลในเมตริกซ์สัดส่วนความสำคัญเพื่อประเมินระดับความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ ทำได้โดยพิจารณาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Consistency Index : CI) และค่าอัตราส่วนความสอดคล้อง (Consistency Ratio : CR) ซึ่งมีสมการความสัมพันธ์ดังนี้

$$CI = (\lambda max - n)/(1-n) \quad \ldots(2.1)$$

$$CI = (3.05-3)/(1-3)$$

$$= -0.025$$

$$CR = CI / RIC \quad \ldots(2.2)$$

$$= -0.025 / 0.58$$

$$= 0.043$$

โดยกำหนดให้ λ_{max} แทนค่าเจาะจงสูงสุด

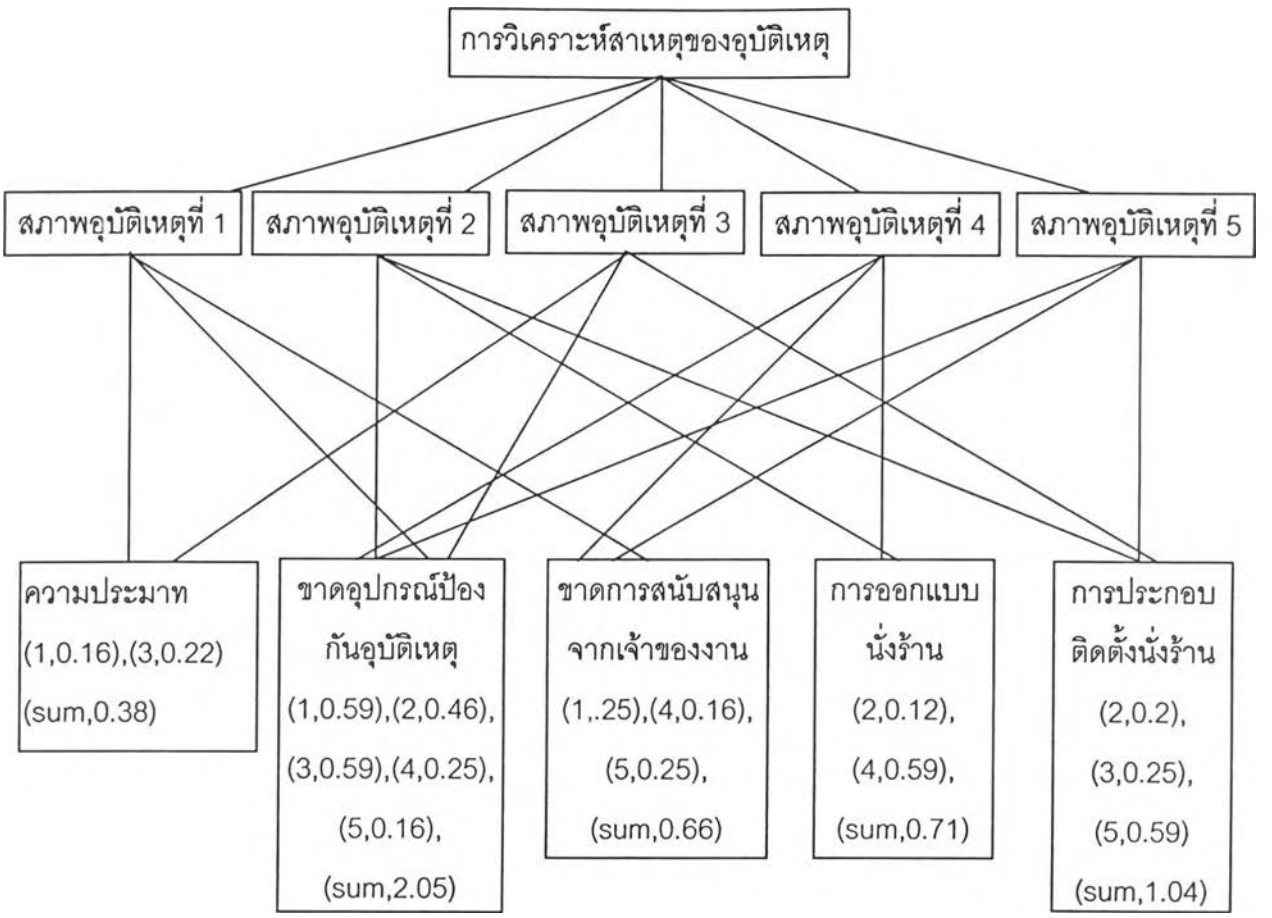
n แทนจำนวนสาเหตุของอุบัติเหตุที่นำมาวิเคราะห์สัดส่วนความสำคัญ

RIC ได้จากตารางที่ 2.9 เมื่อ n มีค่าเท่ากับ 3

ผลจากการวิเคราะห์ความสอดคล้องของข้อมูลสัดส่วนความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ พบว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกันในระดับที่ยอมรับได้ และเมื่อวิเคราะห์ความสอดคล้องกันของสาเหตุของอุบัติเหตุอื่นๆ พบว่าข้อมูลมีความสอดคล้องกันในระดับที่ยอมรับได้เช่นเดียวกัน

เมื่อพิจารณาระดับความสำคัญของสภาพอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้ง 5 ครั้งภายใต้ขอบเขตของการวิเคราะห์ความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ (ดังแสดงในโครงสร้างลำดับชั้นความสัมพันธ์รูปที่ 2.3) พบว่าสภาพอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งมีระดับความสำคัญต่อการพิจารณาระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในระดับเท่าเทียมกัน เนื่องจากในการวิเคราะห์ครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้ระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุเป็นตัวแทนของจำนวนครั้งที่สาเหตุดังกล่าวทำให้เกิดอุบัติเหตุ ดังนั้นเกณฑ์ในการพิจารณาระดับความสำคัญของสภาพอุบัติเหตุจึงเป็นจำนวนครั้งของการเกิดสภาพอุบัติเหตุดังกล่าวซึ่งอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นแต่ละครั้งมีสภาพที่แตกต่างกันทำให้จำนวนครั้งของสภาพอุบัติเหตุมีค่าเท่ากันคือเท่ากับหนึ่ง

เมื่อพิจารณาให้ระดับความสำคัญของสภาพอุบัติเหตุมีค่าเท่ากัน ดังนั้นการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญรวมของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจึงเท่ากับผลรวมของระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจากแต่ละสภาพอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น จากข้อมูลในตารางที่ 2.14 ซึ่งแสดงค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุแยกตามสภาพของอุบัติเหตุ สามารถหาค่าน้ำหนักความสำคัญรวมของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ดังแสดงในตารางที่ 2.15



กำหนดให้ (x,y) แทน (สภาพอุบัติเหตุที่ n , น้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ)

(sum, y) แทน (Summary , น้ำหนักความสำคัญรวมของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ)

รูปที่ 2.4 แสดงน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

ตารางที่ 2.15 การสรุปค่าความน่าจะเป็นของแต่ละสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

สาเหตุของอุบัติเหตุ	ผลรวมของจำนวนครั้งของสาเหตุ	ค่าความน่าจะเป็น $P(BE_i)$
BE1: ความประมาท	0.38	0.0038
BE2: ขาดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ	2.05	0.0205
BE3: ขาดการสนับสนุนจากเจ้าของงาน	0.66	0.0066
BE4: การออกแบบนั่งร้าน	0.71	0.0071
BE5: การประกอบติดตั้งนั่งร้าน	1.04	0.0104
BE6: สาเหตุภายนอก	0.00	0.0000

จากข้อมูลในตารางที่ 2.15 ซึ่งแสดงน้ำหนักความสำคัญรวมของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ อันเป็นตัวแทนของจำนวนครั้งของสาเหตุดังกล่าวที่มีผลทำให้เกิดอุบัติเหตุ ดังนั้นความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุจึงมีค่าเท่ากับจำนวนครั้งของสาเหตุดังกล่าวต่อจำนวนครั้งของการวิเคราะห์ความน่าจะเป็น (100ครั้ง) ซึ่งผลการคำนวณค่าความน่าจะเป็นแสดงในตารางที่ 2.15 เช่นเดียวกัน

ภาคผนวก ง.
สาเหตุของอุบัติเหตุในงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน

โครงสร้างนั่งร้านสร้างขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการเข้าถึงพื้นที่ซึ่งต้องการดำเนินการก่อสร้าง โครงสร้างนั่งร้านมีหลายประเภท ยกตัวอย่างเช่น นั่งร้านแขวน นั่งร้านโครงเหล็ก นั่งร้านไม้ไผ่ นั่งร้านล้อเลื่อน เป็นต้น โดยส่วนประกอบหลักของโครงสร้างนั่งร้านประกอบด้วยวัสดุที่รองรับคนงานโดยตรงขณะดำเนินงานก่อสร้างอยู่บนนั่งร้าน วัสดุค้ำยันและวัสดุยึดโยงซึ่งอยู่ในแนวราบ แนวดิ่งและแนวทแยงเพื่อถ่ายเทน้ำหนักและรักษาสมดุลของโครงสร้างนั่งร้านขณะใช้งาน รวมถึงบันไดสำหรับขึ้นหรือลงจากนั่งร้านและโครงสร้างที่เชื่อมต่อระหว่างนั่งร้านกับโครงสร้างภายนอกอื่น เป็นต้น

จากการศึกษาพบว่าข้อมูลสาเหตุของอุบัติเหตุที่รวบรวมจากคู่มือความปลอดภัยเป็นผลการวิเคราะห์อันตรายในงานก่อสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญด้านความปลอดภัยในงานก่อสร้าง ซึ่งพิจารณาจากข้อมูลในอดีตของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นและสภาพที่เป็นอันตรายภายในหน่วยงานก่อสร้างทั่วไป แล้วจึงนำข้อมูลที่รวบรวมได้มาวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุจากลักษณะของความสูญเสียและสภาพแวดล้อมของอุบัติเหตุ โดยพิจารณาจากหลักความเป็นเหตุเป็นผลและหลักทางวิศวกรรมโยธา

จากการศึกษาและรวบรวมผลการวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุขณะทำงานบนนั่งร้านสามารถแบ่งประเภทของสาเหตุได้ 4 ประเภทซึ่งมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ดังนี้

3.1 สาเหตุภายใน

สาเหตุภายในคือสาเหตุของอุบัติเหตุที่เกิดจากสภาพภายในหรือคุณสมบัติภายในของวัสดุ เครื่องมือ เครื่องจักร และคนงาน ที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้านและการทำงานบนนั่งร้าน โดยแบ่งเป็น

a) สาเหตุภายในของวัสดุที่ใช้ทำนั่งร้าน แบ่งเป็น
    1) ปัญหาในเชิงคุณภาพของวัสดุ เช่น วัสดุมีรอยร้าว มีตำหนิ มีสนิม ผุกร่อน หรือผ่านการใช้งานมาอย่างยาวนานและขาดการดูแลบำรุงรักษา เป็นต้น
    2) ปัญหาการเปลี่ยนแปลงวัสดุหรือการใช้วัสดุทดแทนวัสดุที่ออกแบบไว้สำหรับการก่อสร้างนั่งร้านโดยขาดคุณสมบัติที่เทียบเท่ากับวัสดุเดิม
b) สาเหตุภายในของเครื่องมือ เครื่องจักร ที่ใช้ในการประกอบติดตั้งหรือรื้อถอนนั่งร้าน แบ่งเป็น
    1) ปัญหาในเชิงคุณภาพของเครื่องมือเครื่องจักรที่ใช้ในการจับหรือยึดส่วนประกอบของโครงสร้างนั่งร้าน เช่น มือเสือ ตะข้อเกี่ยว ซึ่งมีปัญหาเช่น

เครื่องมือผ่านการใช้งานมาอย่างยาวนานและขาดการดูแลบำรุงรักษา ส่วนประกอบของเครื่องมือสูญหายหรือชำรุดขึ้นสนิม ผุกร่อน หรือมีตำหนิ เป็นต้น

2) ปัญหาการเปลี่ยนแปลงเครื่องมือหรือการใช้เครื่องมือทดแทนเครื่องมือที่กำหนดไว้สำหรับการก่อสร้างนั่งร้านโดยขาดคุณสมบัติที่เทียบเท่ากับเครื่องมือเดิม

c) สาเหตุภายในของคนงานที่ดำเนินงานบนนั่งร้าน แบ่งเป็น

1) ปัญหาด้านสภาพร่างกาย

2) ปัญหาด้านจิตใจหรือทัศนคติ

3) ปัญหาด้านความรู้ความสามารถและความชำนาญในการทำงาน

ซึ่งรายละเอียดของปัญหาแต่ละประเภทมีลักษณะเดียวกับสาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุในกลุ่มของปัจจัยจากบุคคลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

3.2 สาเหตุภายนอก

สาเหตุภายนอก คือสาเหตุที่มากระทบคนงานจนทำให้คนงานเกิดอันตรายขณะดำเนินงานก่อสร้างบนนั่งร้านแบ่งเป็น

a) สาเหตุจากสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ เช่น ลมพัดแรง ฝนตกหนัก อากาศร้อน อบอ้าว หมอกหนา พายลูกเห็บ แผ่นดินไหว เป็นต้น โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นมีระดับความรุนแรงแตกต่างกันขึ้นกับระดับความรุนแรงของภัยธรรมชาติเช่น ทำให้คนงานขาดสมาธิในการทำงาน ทำให้เกิดทัศนคติที่ไม่ดีไม่สามารถดำเนินการก่อสร้างต่อไปได้ หรืออาจส่งผลในระดับที่รุนแรงต่อชีวิตและทรัพย์สินของคนงานและหน่วยงานได้เป็นต้น

b) สาเหตุจากคนงานที่ทำงานร่วมกันหรือสาเหตุจากบุคคลอื่น เช่นการหยอกล้อกันขณะทำงาน การเคลื่อนที่นั่งร้านขณะที่มีคนงานทำงานบนนั่งร้าน การปีนขึ้นลงนั่งร้าน การชนหรือการกระแทกนั่งร้าน เป็นต้น

c) สาเหตุจากเครื่องจักรและเครื่องมือภายในหน่วยงาน เช่นการชนหรือกระแทกโดยรถที่จราจรอยู่ภายในหน่วยงาน การเหวี่ยงหรือกระแทกโดยแขนของปั้นจั่น เป็นต้น

3.3 สาเหตุจากโครงสร้างนั่งร้าน

จากการศึกษาพบว่าความรุนแรงของอุบัติเหตุเนื่องจากโครงสร้างนั่งร้านมี 2ลักษณะคือทำให้เกิดการพังทลายของโครงสร้างนั่งร้านทั้งหมดและทำให้เกิดความเสียหายของโครงสร้างนั่งร้านเพียงบางส่วน โดยแบ่งสาเหตุจากโครงสร้างนั่งร้านที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุเป็น 3ประเภทดังนี้ คือสาเหตุจากการออกแบบ ประกอบติดตั้งและการรื้อถอน และการใช้งานนั่งร้านที่ไม่ถูกต้อง

1) ปัญหาการประกอบติดตั้งและการรื้อถอน
   a) ปัญหาการเลือกวิธีการประกอบติดตั้งให้เหมาะสมกับประเภทของนั่งร้าน เช่นการประกอบข้อต่อของนั่งร้านแขวนควรต่อแบบทาบจะเหมาะสมกว่าการต่อแบบสวม
   b) ปัญหาการถอดหรือรื้อถอนนั่งร้านภายหลังจากการใช้งานเรียบร้อยแล้ว
   c) ปัญหาการประกอบติดตั้งผิดตำแหน่ง
   d) ปัญหาการเปลี่ยนตำแหน่งของส่วนประกอบของโครงร้างนั่งร้านเนื่องจากชิ้นส่วนนั้นขัดขวางการทำงานบนนั่งร้าน
   e) ปัญหาการถอดหรือเคลื่อนย้ายส่วนประกอบของนั่งร้านขณะที่มีการดำเนินงานบนนั่งร้าน
   f) ปัญหาด้านความสมดุล แข็งแรง และกำลังรับน้ำหนักของส่วนประกอบของโครงสร้างนั่งร้านและเครื่องมือที่จับหรือยึดส่วนประกอบของโครงสร้างนั่งร้านเข้าด้วยกันในขณะที่ประกอบติดตั้ง รื้อถอนและใช้งานนั่งร้าน เป็นต้น
   g) ปัญหาการถ่ายเทแรงระหว่างโครงสร้างนั่งร้านและที่จุดต่อของแต่ละส่วนของโครงสร้างนั่งร้านในขณะที่ประกอบติดตั้งรื้อถอนและใช้งานนั่งร้าน เป็นต้น
   h) ปัญหาด้านวิธีการประกอบติดตั้งโครงสร้างนั่งร้านในบริเวณจุดต่อของแต่ละส่วนของโครงสร้างนั่งร้านให้ถูกต้องตลอดช่วงเวลาที่ใช้งานนั่งร้าน
   i) ปัญหาการค้ำยันและการยึดโยงที่ไม่เพียงพอหรือเลือกตำแหน่งของการค้ำยันและการยึดโยงที่ไม่เหมาะสม
   j) ปัญหาฐานรากที่ไม่เหมาะสม เนื่องจากวัสดุและตำแหน่งที่เป็นฐานรากไม่สมดุล ไม่สามรถรับน้ำหนักบรรทุกที่กระทำอยู่บนโครงสร้างนั่งร้านได้ เช่น ฐานรากเป็นดินที่ไม่ผ่านการบดอัด ฐานรากเป็นคอนกรีตที่มีกำลังรับ น้ำหนักต่ำ เป็นต้น
   k) ปัญหาการไม่มีแผ่นเหล็กรองใต้ฐานรากเพื่อกระจายแรงกดที่กระทำบนนั่งร้านสู่ฐานรากด้านล่าง

l) ปัญหาการติดสกรูหรือการตอกตะปูระหว่างโครงสร้างนั่งร้านที่อยู่ติดกัน

m) ปัญหาการต่อหรือขยายความยาวของโครงสร้างนั่งร้านในแนวดิ่งและแนวราบ โดยเฉพาะโครงสร้างนั่งร้านที่เป็นคานยื่นในแนวราบ ซึ่งจะทำให้เกิดการแกว่งการงอและการกระดกขณะใช้งานบนนั่งร้าน

n) ปัญหาตำแหน่งการวางแผ่นไม้กระดานหรือแผ่นโลหะบนโครงสร้างที่รองรับตลอดช่วงเวลาที่ใช้งานนั่งร้าน

2) ปัญหาการออกแบบ

a) ปัญหาการออกแบบกำลังรับน้ำหนักสูงสุดให้กับส่วนประกอบของโครงสร้างนั่งร้านให้สามารถรับแรงกระทำเนื่องจากการทำงาน การเก็บกองวัสดุ การประกอบติดตั้ง การขนส่ง หรือแรงกระทำจากภายนอกเช่น การชนของเครื่องจักร หรือภัยธรรมชาติ

b) ปัญหาการออกแบบกำลังรับน้ำหนักสูงสุดสำหรับเชือกหรือโซ่ที่ใช้ดึง นั่งร้านแขวนให้สามารถรับแรงกระทำเนื่องจากการทำงาน การเก็บกองวัสดุ การประกอบติดตั้ง การขนส่ง หรือภัย-ธรรมชาติ เป็นต้น

c) ปัญหาการตกท้องช้าง การงอ การแอ่น การหักงอหรือการเปลี่ยนรูปของแต่ละส่วนของโครงสร้างที่รับแรง

d) ปัญหาขนาดหน้าตัดและความยาวของวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างนั่งร้าน

e) ปัญหาการกำหนดลำดับขั้นตอนในการประกอบติดตั้งและรื้อถอนโครงสร้างนั่งร้าน

f) ปัญหาการกำหนดระยะห่างระหว่างแต่ละส่วนของโครงสร้างนั่งร้านทั้งในแนวดิ่ง แนวทแยงและแนวราบ

g) ปัญหาการซ้อนหรือการเหลื่อมกันของแผ่นไม้กระดานหรือแผ่นโลหะที่รองรับคนงาน

h) ปัญหาการกำหนดระยะกว้างและยาวมากที่สุดของโครงสร้างนั่งร้าน

i) ปัญหาการออกแบบนั่งร้านให้สะดวกต่อการดำเนินงานก่อสร้างเช่น สะดวกต่อการใช้วัสดุ เครื่องมือและอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ เป็นต้น

j) ปัญหาการเปลี่ยนแปลงแบบก่อสร้างนั่งร้านภายหลังจากดำเนินการก่อสร้างนั่งร้านแล้ว

k) ปัญหาการต่อหรือการซ่อนทับกันของแต่ละส่วนของโครงสร้างที่จุดต่อ เช่น การซ่อนทับกันของแผ่นไม้กระดานหรือแผ่นโลหะบนโครงสร้างรองรับ

3) ปัญหาการใช้งานนั่งร้าน

a) ปัญหาการเคลื่อนที่ของนั่งร้านในแนวดิ่งและแนวราบขณะที่มีคนงานทำงานอยู่บนนั่งร้าน

b) ปัญหาระบบการหยุดการเคลื่อนที่ของนั่งร้านที่มีล้อเลื่อน

c) ปัญหาการเพิ่มความสูงของนั่งร้านขณะที่มีคนงานทำงานบนนั่งร้าน

d) ปัญหาการพับเก็บนั่งร้านแขวนหลังจากใช้งานนั่งร้านเสร็จเรียบร้อยแล้ว

e) ปัญหาการขึ้นลงนั่งร้านโดยใช้บันได เช่น การบรรทุกน้ำหนักที่มากเกินไปทำให้บันไดไถลได้ การบรรทุกวัสดุที่ใหญ่เกินไปจนทำให้เกิดความไม่สมดุลหรือทำให้คนงานไม่เห็นขั้นบันได การวางวัสดุหรือเครื่องมือไว้บนบันได ความยาวของบันไดที่ไม่เหมาะสมกับความสูงของนั่งร้าน และสภาพของบันไดที่ไม่ปลอดภัยเนื่องจากมีน้ำขังหรือมีน้ำมันหกบนขั้นบันได เป็นต้น

f) ปัญหาการขึ้นลงนั่งร้านโดยการปีนป่ายนั่งร้านโดยตรง

g) ปัญหาความไม่เข้าใจเกี่ยวกับลักษณะการทำงานของนั่งร้านแต่ละประเภทและตำแหน่งที่เป็นอันตรายขณะทำงานที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้านของคนงานที่เข้ามาทำงานใหม่

h) ปัญหาการวางแผนดูแลบำรุงรักษาและซ่อมแซมโครงสร้างนั่งร้าน

i) ปัญหาการกองเก็บวัสดุหรือเครื่องมือบนโครงสร้างนั่งร้าน เช่น ปัญหาจากน้ำหนักบรรทุกเกินขนาด วิธีการกองเก็บไม่ถูกต้อง วิธีการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายไม่ถูกต้อง หรือตำแหน่งของการกองเก็บไม่ถูกต้อง เป็นต้น

j) ปัญหาความไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยบนโครงสร้างนั่งร้าน

k) ปัญหาน้ำท่วมขังหรือน้ำมันหกบนโครงสร้างนั่งร้าน

l) ปัญหาการขนส่งวัสดุและเครื่องมือขณะทำงานบนนั่งร้าน เช่น ปัญหาจากวิธีการขนส่ง อุปกรณ์ที่ใช้ในการขนส่ง เส้นทางการขนส่ง การผูกมัดวัสดุและเครื่องมือขณะขนส่ง เป็นต้น

ภาคผนวก จ.
ตัวอย่างแบบสอบถาม

แบบสอบถามส่วนที่ 1

คำชี้แจง คำถามต่อไปนี้เป็นคำถามที่เน้นถามเรื่องการดำเนินงานด้านความปลอดภัยที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินงานก่อสร้าง ผู้วิจัยเพียงมุ่งหวังเพื่อทราบสาเหตุของอุบัติเหตุและนำไปวิเคราะห์หามาตรการความปลอดภัยที่เหมาะสมมาป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุที่สาเหตุของ อุบัติเหตุเท่านั้น มิได้มีจุดประสงค์อื่นใดเคลือบแคลงอยู่ จึงใคร่ขอความกรุณาตอบแบบสอบถามดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของโครงการ

โปรดเติมข้อความลงในช่องว่างให้สมบูรณ์

1.1 ชื่อผู้ตอบแบบสอบถาม.....

1.2 ชื่อโครงการ.....

1.3 สถานที่ตั้งโครงการ.....

1.4 ชื่อเจ้าของโครงการ.....

1.5 ชื่อบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาหรือบริษัทที่ควบคุมงานก่อสร้าง.....

1.6 ชื่อบริษัทผู้รับเหมาหลัก.....

1.7 ชื่อบริษัทผู้รับเหมาช่วง.....

1.8 ลักษณะของอาคาร.....

- จำนวนชั้น ..... ชั้น

1.9 ระบบโครงสร้างเป็นแบบ.....

1.10 ระยะเวลาของโครงการ.....

1.11 ราคาค่าก่อสร้างอาคาร (โดยประมาณ) .....

1.12 วันเริ่มโครงการ.....

1.13 จำนวนคนงานโดยเฉลี่ยในแต่ละเดือน.....

1.14 สถานที่ตั้งของโครงการ.....

โปรดตอบแบบสอบถาม โดยการกาเครื่องหมาย / ลงในวงเล็บหน้าข้อความ หรือเติมข้อความลงในช่องวางให้สมบูรณ์

นโยบายด้านความปลอดภัยของเจ้าของโครงการ

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยอย่างสูง

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยมาก

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยปานกลาง

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยน้อย

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยน้อยมาก

นโยบายด้านความปลอดภัยของผู้รับเหมาหลัก

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยอย่างสูง

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยมาก

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยปานกลาง

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยน้อย

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยน้อยมาก

นโยบายด้านความปลอดภัยของผู้รับเหมาช่วง

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยอย่างสูง

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยมาก

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยปานกลาง

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยน้อย

( ) ให้ความสำคัญต่อนโยบายด้านความปลอดภัยน้อยมาก

คนงานได้รับการอบรมด้านความปลอดภัยในการทำงานหรือไม่

( ) ได้รับ ( ) ไม่ได้รับ จำนวนการจัดอบรม ..... ครั้ง

คนงานได้รับการอบรมด้านการใช้เครื่องมือ เครื่องจักรอย่างถูกวิธีหรือไม่

( ) ได้รับ ( ) ไม่ได้รับ จำนวนการจัดอบรม ..... ครั้ง

คนงานได้รับการอบรมด้านการปฏิบัติงานอย่างถูกวิธีหรือไม่

( ) ได้รับ ( ) ไม่ได้รับ จำนวนการจัดอบรม ..... ครั้ง

<u>ตอนที่ 2 ข้อมูลอุบัติเหตุของโครงการต่ออุบัติเหตุแต่ละครั้ง</u>

1. จำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุในแต่ละประเภทของกิจกรรมก่อสร้าง.....
2. จำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุในกิจกรรมก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน.....

<u>โปรดวิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุขณะดำเนินงานก่อสร้างของหน่วยงาน โดยแยกตามสภาพของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้ง และกรุณาเติมข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์</u>

3. สภาพของอุบัติเหตุ.....
4. สถานที่และสภาพแวดล้อมในบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุ.....
5. จำนวนวันที่คนงานหยุดงาน.....

6. อาการบาดเจ็บ.....

7. วิเคราะห์สาเหตุของอุบัติเหตุ

   จำนวนสาเหตุของอุบัติเหตุ.....สาเหตุ

   สาเหตุที่ 1.....

   สาเหตุที่ 2.....

   สาเหตุที่ 3.....

   สาเหตุที่ 4.....

   สาเหตุที่ 5.....

8. ข้อกำหนดที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุ

   ( ) And ( ) Or ( ).....

แบบสอบถามส่วนที่ 2

<u>คำชี้แจง</u> คำถามต่อไปนี้เป็นคำถามที่เน้นถามเรื่องสัดส่วนความสำคัญของสาเหตุของอุบัติเหตุที่มีผลต่อการเกิดอุบัติเหตุ ผู้วิจัยเพียงมุ่งหวังเพื่อทราบสัดส่วนความสำคัญของสาเหตุของอุบัติเหตุและนำไปวิเคราะห์หามาตรการความปลอดภัยที่เหมาะสมมาป้องกันและแก้ไขอุบัติเหตุที่สาเหตุของอุบัติเหตุเท่านั้น มิได้มีจุดประสงค์อื่นใดเคลือบแคลงอยู่ จึงใคร่ขอความอนุเคราะห์จากท่านกรุณาตอบแบบสอบถามตามขั้นตอนต่อไปนี้

<u>ขั้นตอนในการตอบแบบสอบถาม</u>

1. พิจารณาทำความเข้าใจความหมายของเกณฑ์ในการตัดสินใจกำหนดระดับความสำคัญระหว่างสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในตารางที่1
2. การตอบแบบสอบถามให้ผู้ตอบแบบสอบถามแสดงความคิดเห็นของตนเองในการให้ระดับความสำคัญของแต่ละสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ โดยการพิจารณาเปรียบเทียบระหว่างคู่สาเหตุที่เกิดในอุบัติเหตุเดียวกัน
3. พิจารณาเปรียบเทียบสัดส่วนความสำคัญของสาเหตุของอุบัติเหตุครั้งละคู่ โดยพิจารณาค่าระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุที่อยู่ด้านซ้ายของแถวเปรียบเทียบกับสาเหตุที่อยู่ทางด้านขวามือของแถวเดียวกัน

ตารางที่1 เกณฑ์ในการกำหนดระดับความสำคัญ

ระดับความสำคัญ	คำจำกัดความและความหมาย
1	มีระดับความสำคัญเท่ากัน
3	มีระดับความสำคัญมากกว่ากันเล็กน้อย
5	มีระดับความสำคัญมากกว่ากันมาก
7	มีระดับความสำคัญมากกว่ากันมากมาก
9	มีระดับความสำคัญมากกว่ากันอย่างไม่มีข้อโต้แย้ง
2,4,6,8	ค่าระดับความสำคัญอยู่ระหว่างกลางของค่าตัวเลขประเมิน

<u>การเปรียบเทียบความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ</u>

โปรดตอบแบบสอบถาม โดยการทำเครื่องหมายวงกลมลงในหมายเลขซึ่งแสดงผลการเปรียบเทียบสัดส่วนความสำคัญระหว่างคู่สาเหตุ หรือเติมข้อความในช่องว่างให้สมบูรณ์

จำนวนอุบัติเหตุ..... ครั้ง

อุบัติเหตุลำดับที่.....

สาเหตุ	ค่ามาตรฐานของการเปรียบเทียบ	เทียบกับสาเหตุ
BE( )	+9+8+7+6+5+4+3+2+1-2-3-4-5-6-7-8-9	BE( )
BE( )	+9+8+7+6+5+4+3+2+1-2-3-4-5-6-7-8-9	BE( )
BE( )	+9+8+7+6+5+4+3+2+1-2-3-4-5-6-7-8-9	BE( )
BE( )	+9+8+7+6+5+4+3+2+1-2-3-4-5-6-7-8-9	BE( )
BE( )	+9+8+7+6+5+4+3+2+1-2-3-4-5-6-7-8-9	BE( )
BE( )	+9+8+7+6+5+4+3+2+1-2-3-4-5-6-7-8-9	BE( )
BE( )	+9+8+7+6+5+4+3+2+1-2-3-4-5-6-7-8-9	BE( )

ภาคผนวก ฉ.
แผนภูมิโครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง
สาเหตุของอุบัติเหตุในงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน

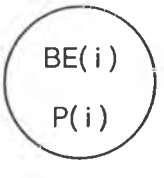
ภายหลังจากการรวบรวมข้อมูลสาเหตุของอุบัติเหตุในงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้าน และใช้วิธีการวิเคราะห์ความผิดพลาดด้วย FTA ในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุแล้ว โครงสร้างความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุในงานก่อสร้างที่เกี่ยวข้องกับนั่งร้านมีดังนี้

กำหนดให้

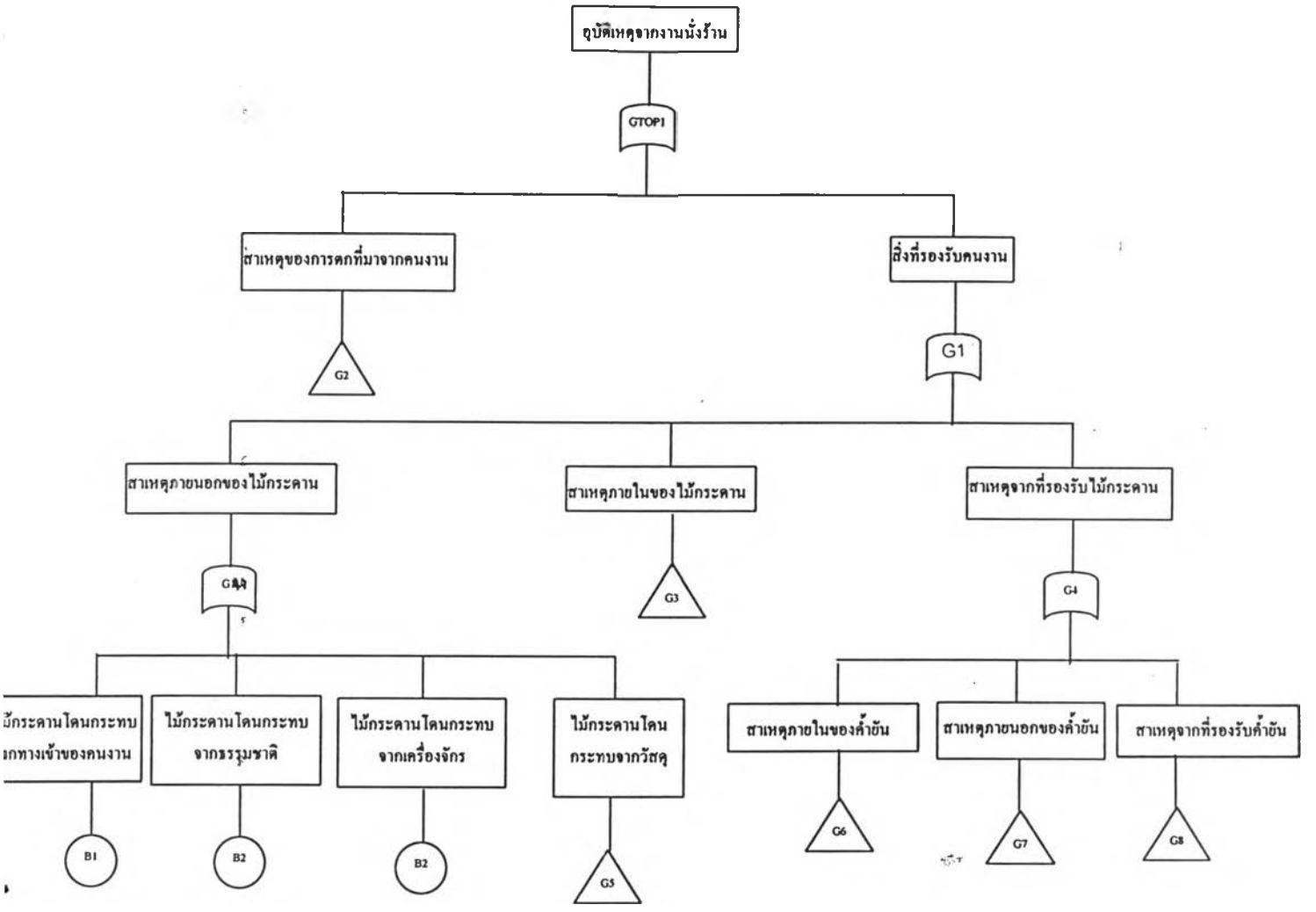
แทนสาเหตุของอุบัติเหตุ

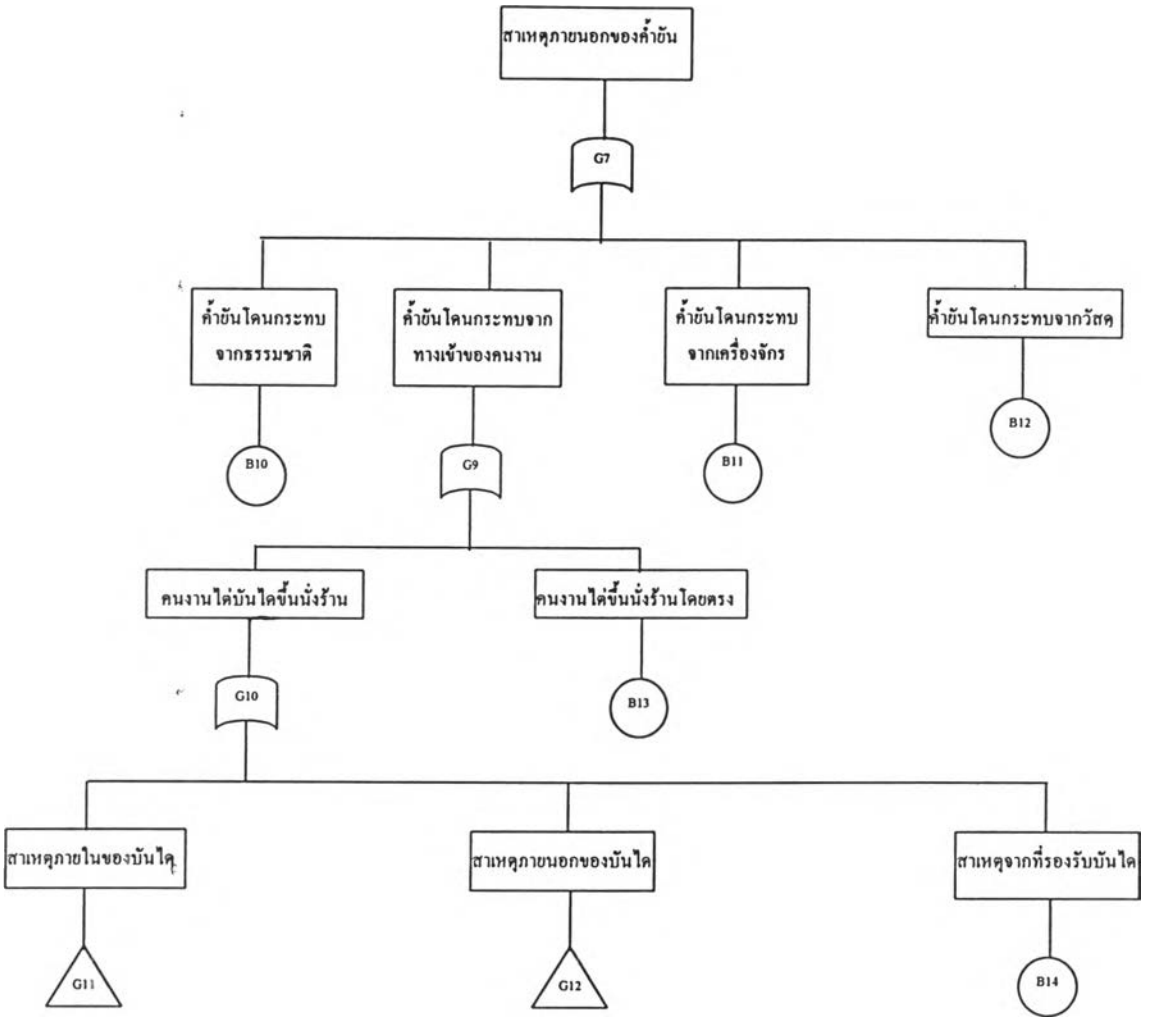
แทนเงื่อนไขที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุแบบ OR Gate และ (i) เป็นลำดับของเงื่อนไข

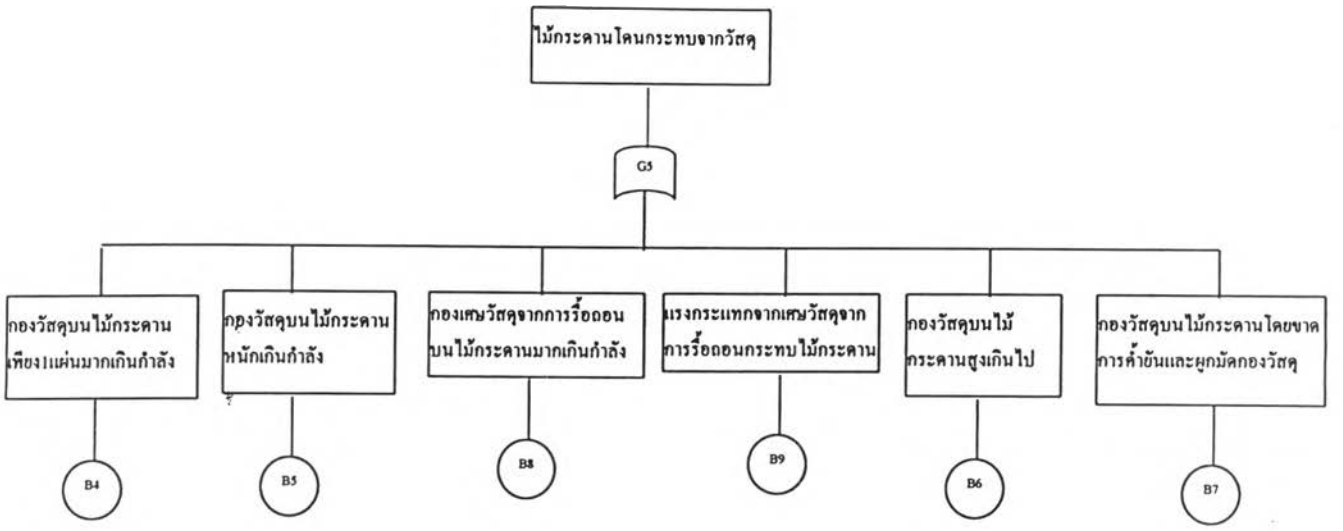
แทนการเชื่อมต่อระหว่าง Fault Tree Diagram และ G(i) เป็นตำแหน่งของการเชื่อมต่อระหว่าง Fault Tree Diagram

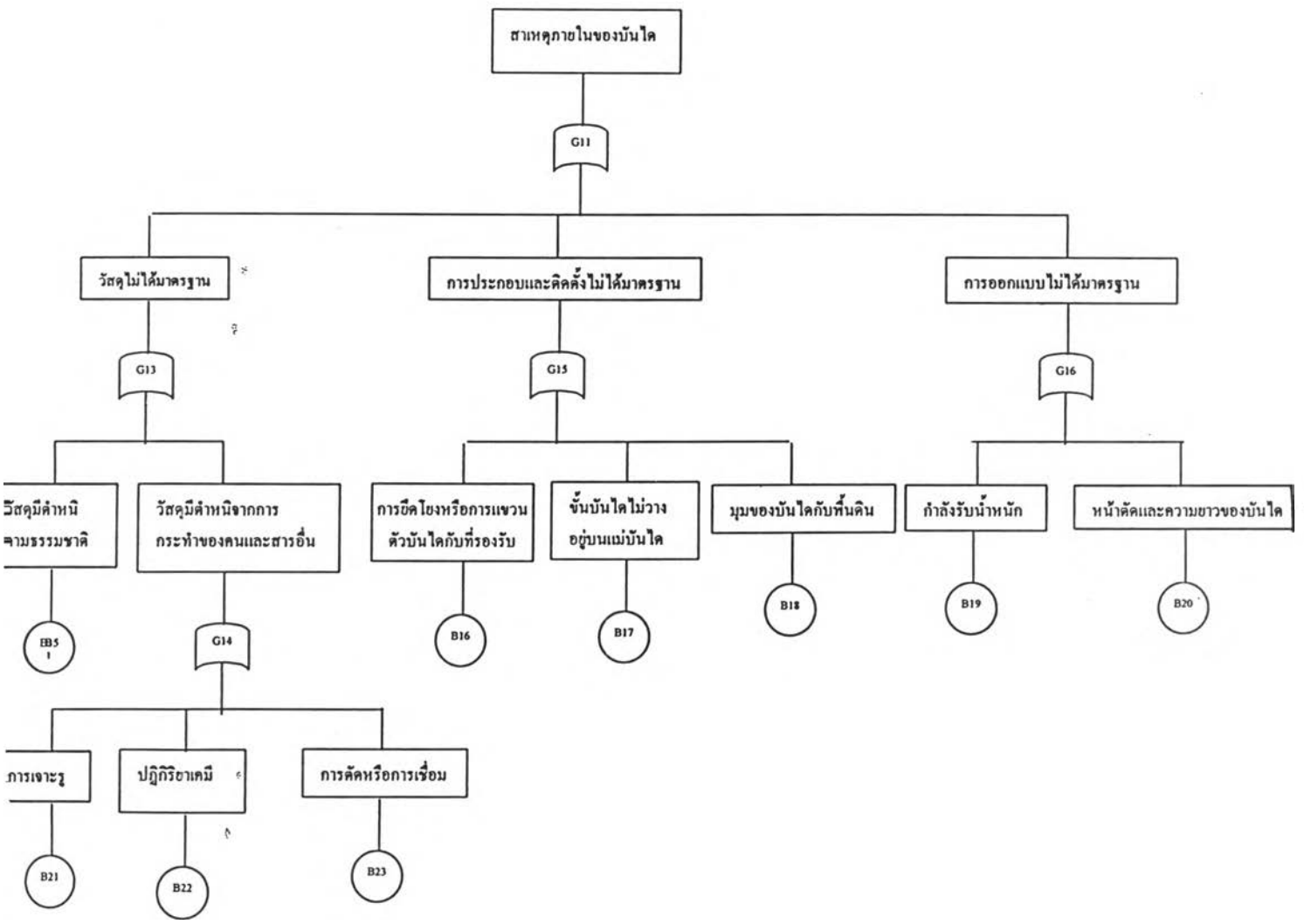


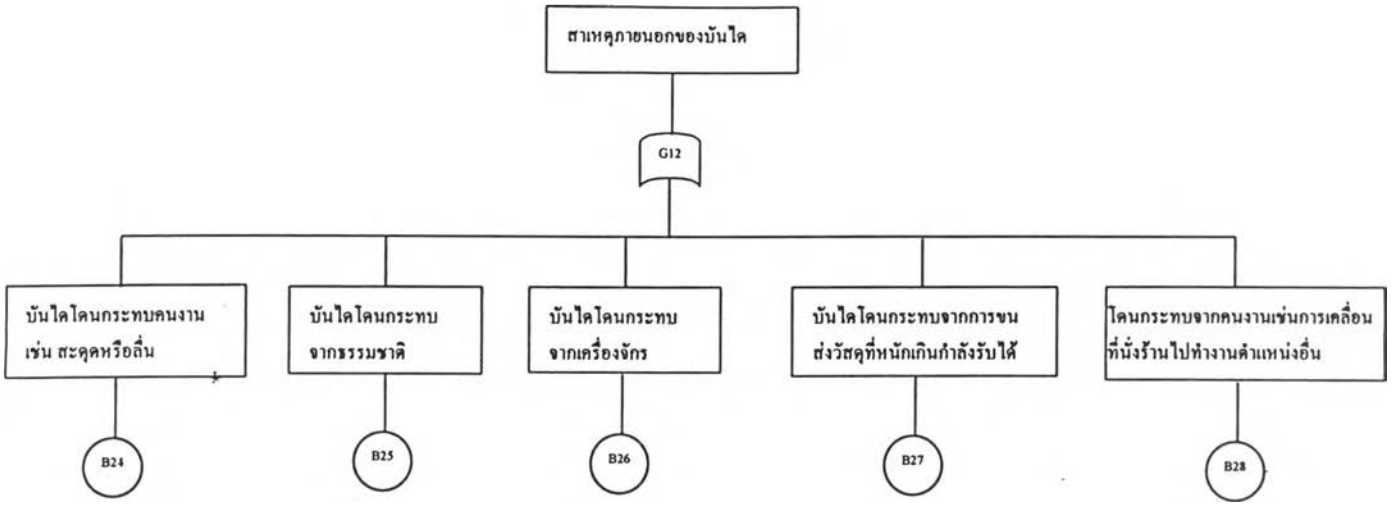
แทนเหตุการณ์ที่เป็น Basic Event (BE) และ (i) เป็นลำดับของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ส่วน P(i) เป็นความน่าจะเป็นของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

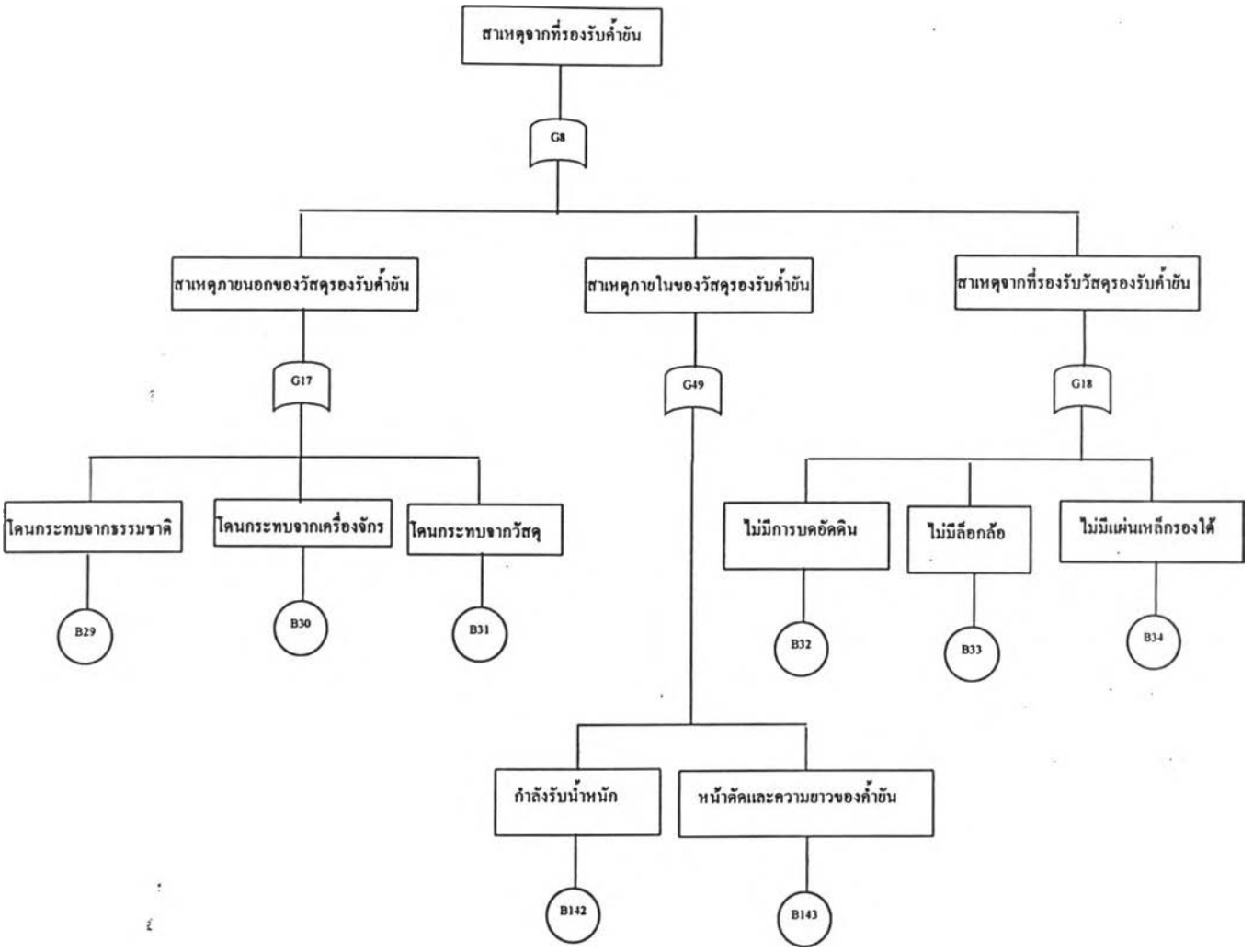

อุบัติเหตุจากงานนั่งร้าน
GTOP1
สาเหตุของการตกที่มาจากคนงาน
สิ่งที่รองรับคนงาน
G2
G1
สาเหตุภายนอกของไม้กระดาน
สาเหตุภายในของไม้กระดาน
สาเหตุจากที่รองรับไม้กระดาน
G3
G4
ไม้กระดานโดนกระทบ
ทางเข้าของคนงาน
ไม้กระดานโดนกระทบ
จากธรรมชาติ
ไม้กระดานโดนกระทบ
จากเครื่องจักร
ไม้กระดานโดน
กระทบจากวัสดุ
สาเหตุภายในของค้ำยัน
สาเหตุภายนอกของค้ำยัน
สาเหตุจากที่รองรับค้ำยัน
B1
B2
B2
G5
G6
G7
G8

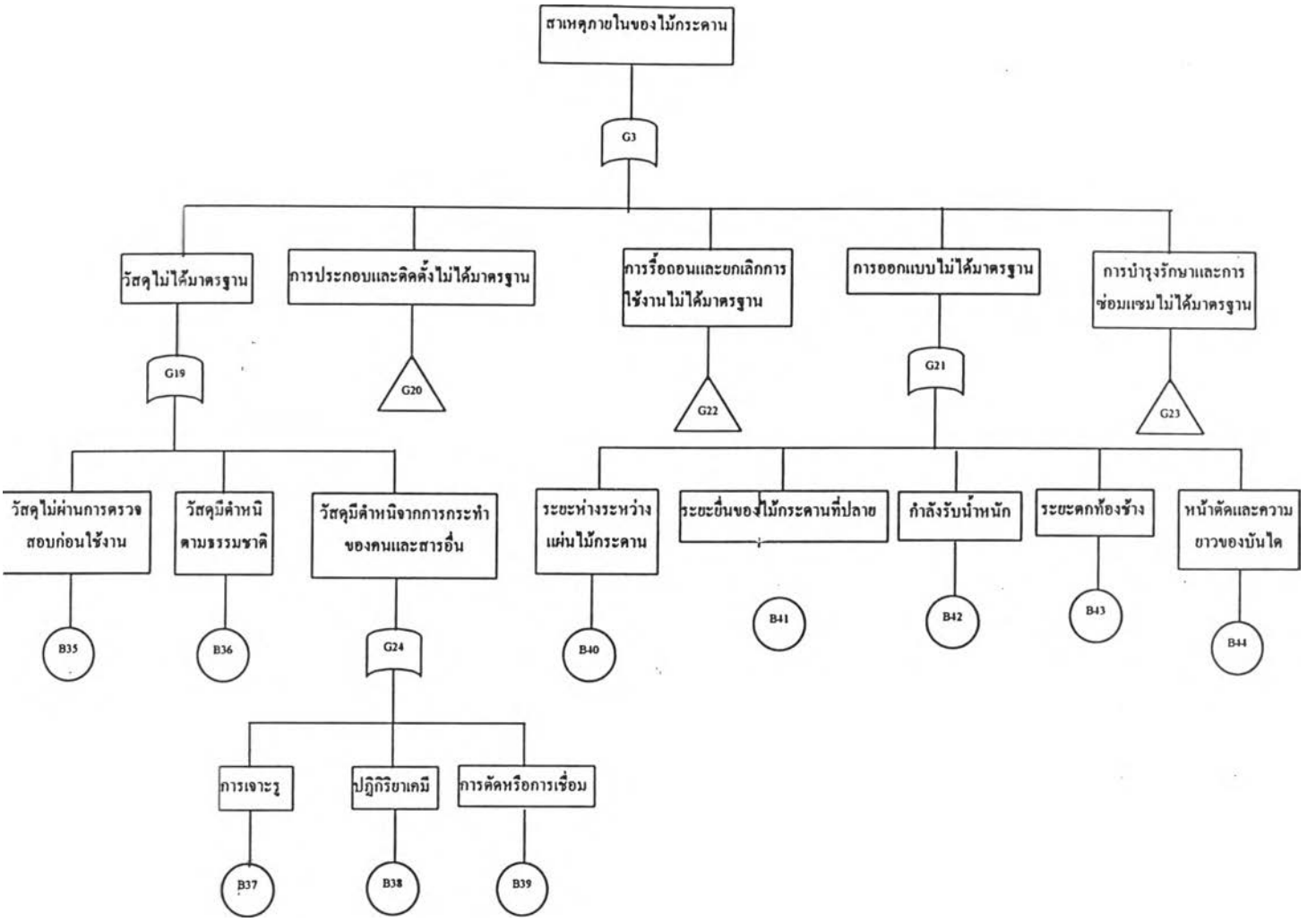

สาเหตุภายนอกของค้ำยัน
G7
ค้ำยันโดนกระทบจากธรรมชาติ
ค้ำยันโดนกระทบจากทางเข้าของคนงาน
ค้ำยันโดนกระทบจากเครื่องจักร
ค้ำยันโดนกระทบจากวัสดุ
B10
G9
B11
B12
คนงานไต่บันไดขึ้นนั่งร้าน
คนงานไต่ขึ้นนั่งร้านโดยตรง
G10
B13
สาเหตุภายในของบันได
สาเหตุภายนอกของบันได
สาเหตุจากที่รองรับบันได
G11
G12
B14

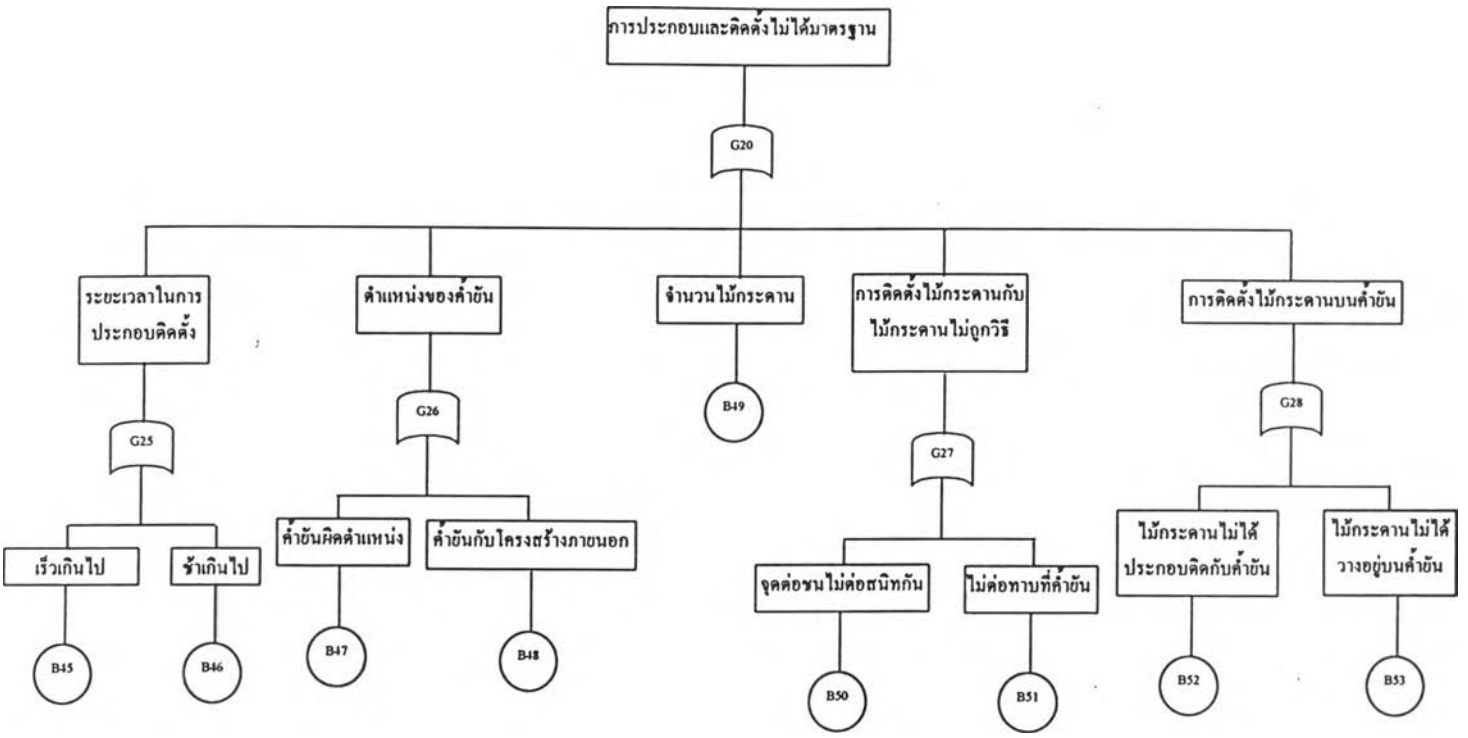

ไม้กระดานโดนกระทบจากวัสดุ
G5
กองวัสดุบนไม้กระดาน เพียง1แผ่นมากเกินกำลัง
กองวัสดุบนไม้กระดาน หนักเกินกำลัง
กองเศษวัสดุจากการรื้อถอน บนไม้กระดานมากเกินกำลัง
แรงกระแทกจากเศษวัสดุจาก การรื้อถอนกระทบไม้กระดาน
กองวัสดุบนไม้ กระดานสูงเกินไป
กองวัสดุบนไม้กระดานโดยขาด การค้ำยันและผูกมัดกองวัสดุ
B4
B5
B8
B9
B6
B7

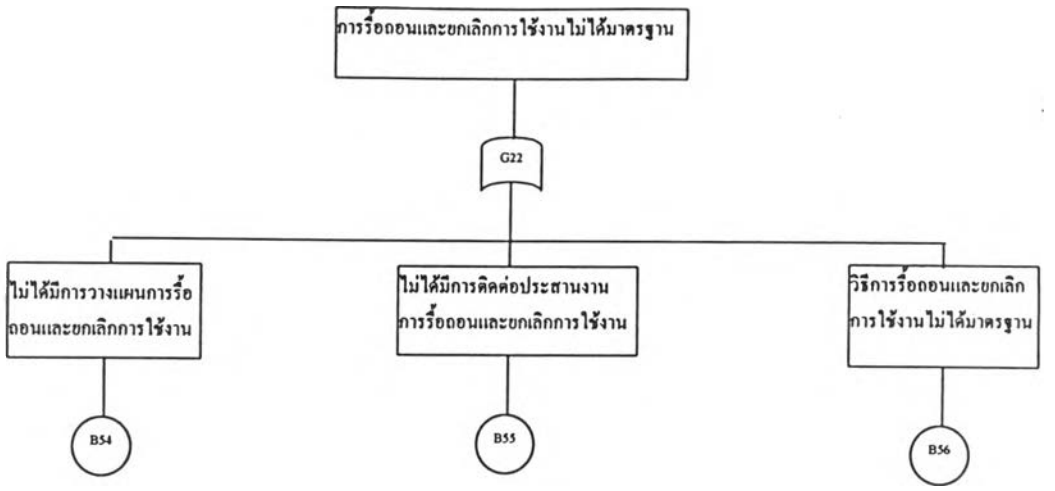

สาเหตุภายในของบันได
G11
วัสดุไม่ได้มาตรฐาน
การประกอบและติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน
การออกแบบไม่ได้มาตรฐาน
G13
G15
G16
วัสดุมีตำหนิ ตามธรรมชาติ
วัสดุมีตำหนิจากการ กระทำของคนและสารอื่น
การยึดโยงหรือการแขวน ตัวบันไดกับที่รองรับ
ขั้นบันไดไม่วาง อยู่บนแม่บันได
มุมของบันไดกับพื้นดิน
กำลังรับน้ำหนัก
หน้าตัดและความยาวของบันได
EB5
G14
B16
B17
B18
B19
B20
การเจาะรู
ปฏิกิริยาเคมี
การตัดหรือการเชื่อม
B21
B22
B23

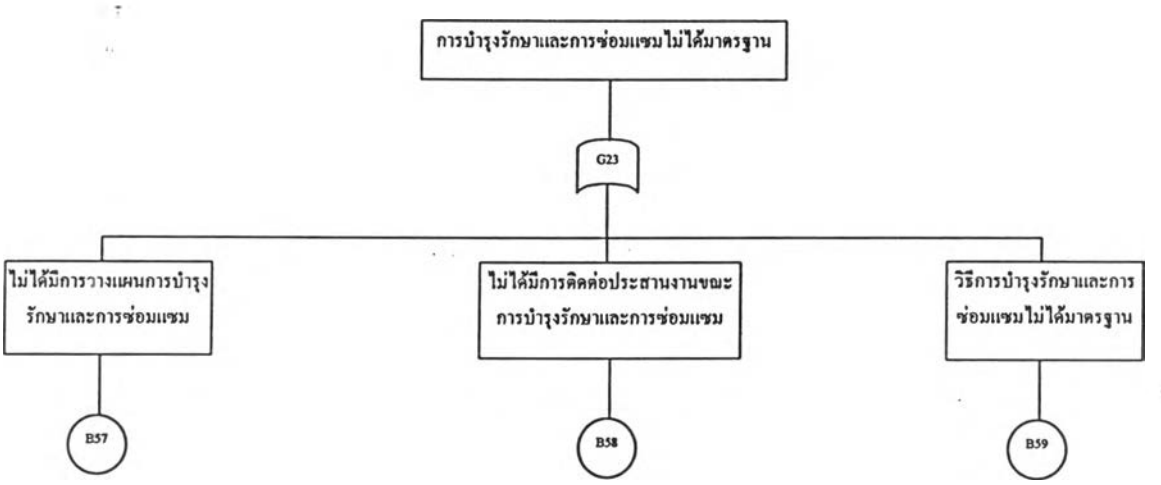

สาเหตุภายนอกของบันได
G12
บันไดโดนกระทบคนงาน เช่น สะดุดหรือลื่น
บันไดโดนกระทบ จากธรรมชาติ
บันไดโดนกระทบ จากเครื่องจักร
บันไดโดนกระทบจากการขนส่งวัสดุที่หนักเกินกำลังรับได้
โดนกระทบจากคนงานเช่นการเคลื่อนที่นั่งร้านไปทำงานตำแหน่งอื่น
B24
B25
B26
B27
B28

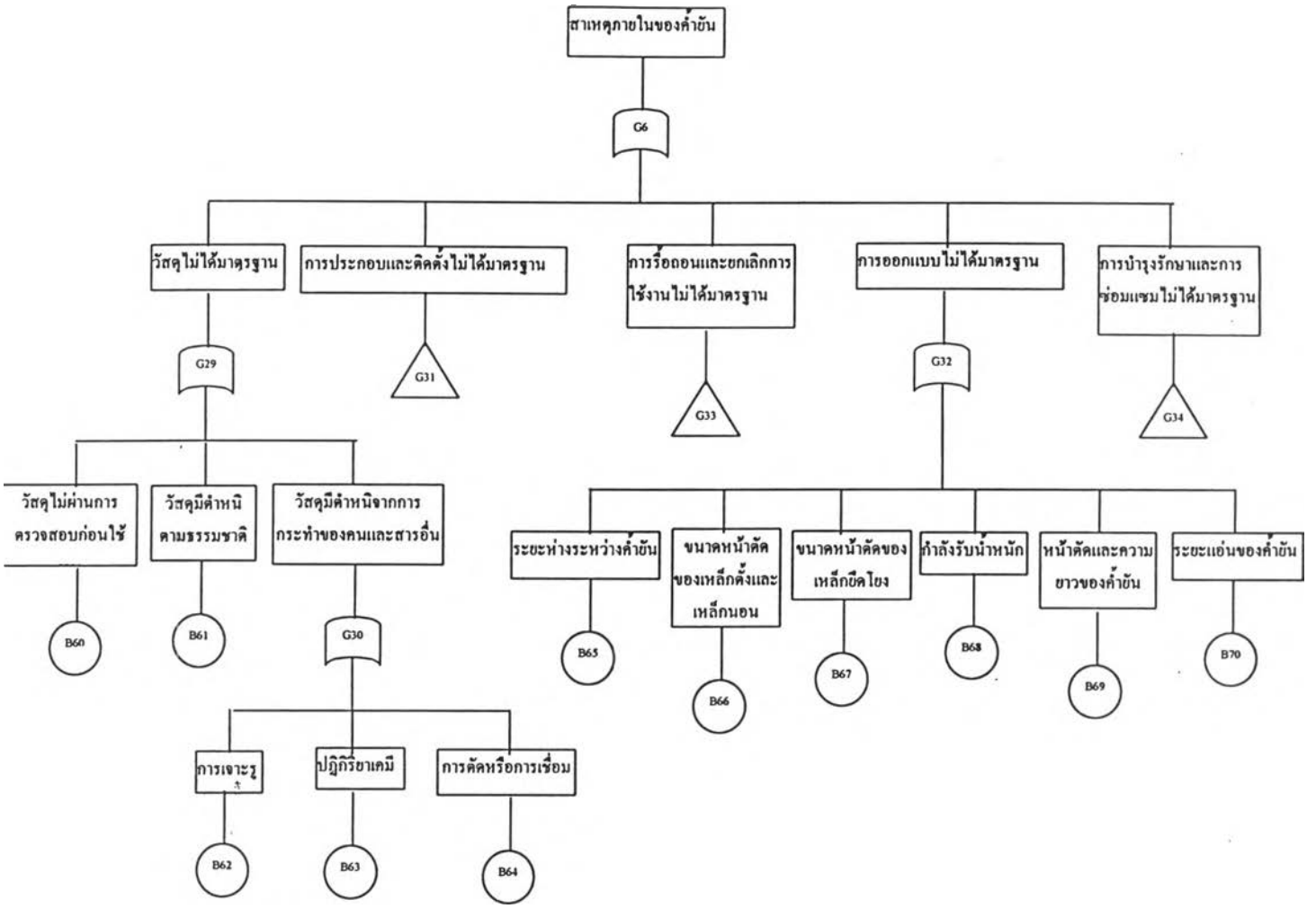

สาเหตุจากที่รองรับค้ำยัน
G8
สาเหตุภายนอกของวัสดุรองรับค้ำยัน
สาเหตุภายในของวัสดุรองรับค้ำยัน
สาเหตุจากที่รองรับวัสดุรองรับค้ำยัน
G17
G49
G18
โดนกระทบจากธรรมชาติ
โดนกระทบจากเครื่องจักร
โดนกระทบจากวัสดุ
ไม่มีการบดอัดดิน
ไม่มีล็อกล้อ
ไม่มีแผ่นเหล็กรองใต้
B29
B30
B31
B32
B33
B34
กำลังรับน้ำหนัก
หน้าตัดและความยาวของค้ำยัน
B142
B143

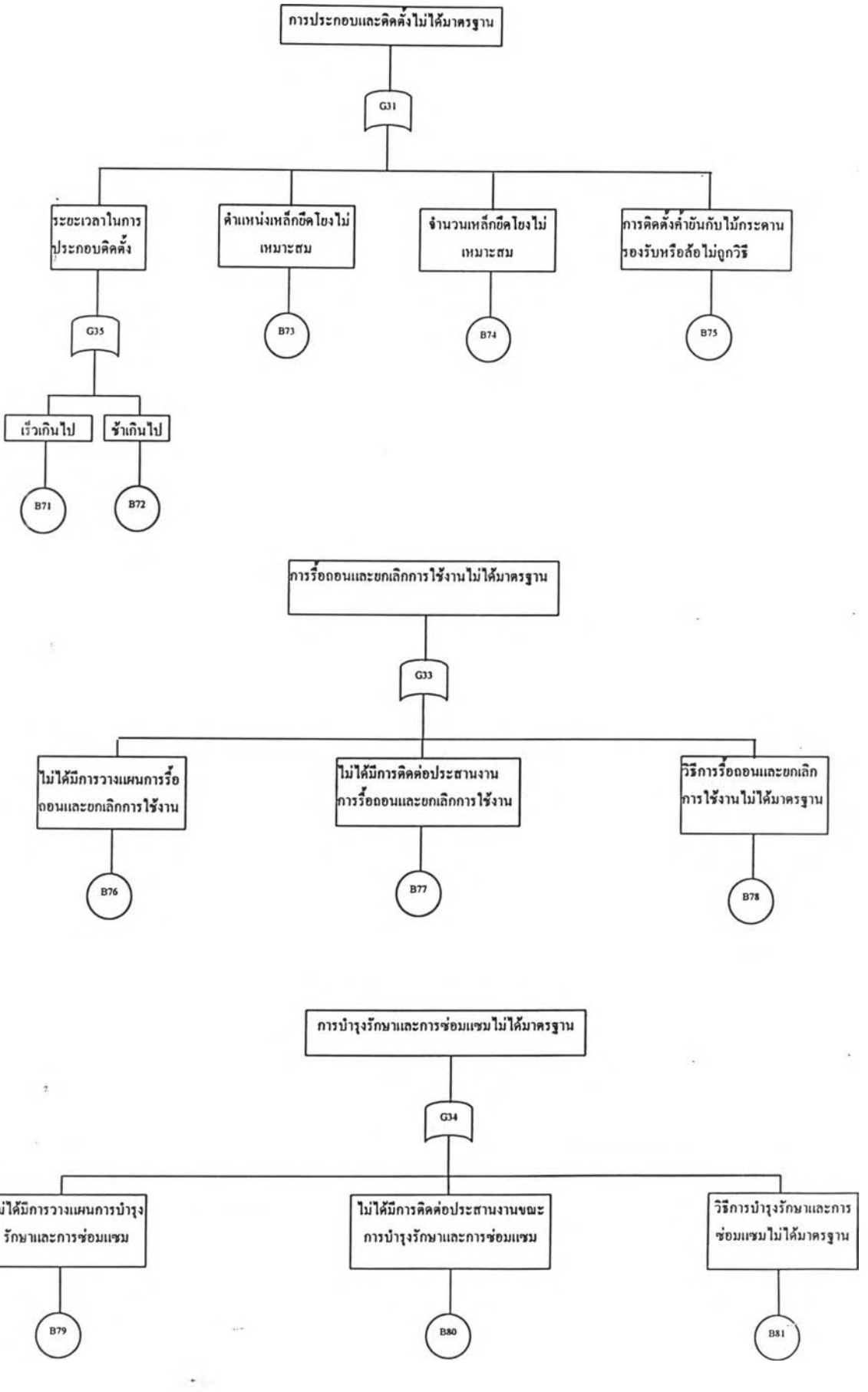

สาเหตุภายในของไม้กระดาน
G3
วัสดุไม่ได้มาตรฐาน
การประกอบและติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน
การรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานไม่ได้มาตรฐาน
การออกแบบไม่ได้มาตรฐาน
การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมไม่ได้มาตรฐาน
G19
G20
G22
G21
G23
วัสดุไม่ผ่านการตรวจสอบก่อนใช้งาน
วัสดุมีตำหนิตามธรรมชาติ
วัสดุมีตำหนิจากการกระทำของคนและสารอื่น
ระยะห่างระหว่างแผ่นไม้กระดาน
ระยะยื่นของไม้กระดานที่ปลาย
กำลังรับน้ำหนัก
ระยะตกท้องช้าง
หน้าตัดและความยาวของบันได
B35
B36
G24
B40
B41
B42
B43
B44
การเจาะรู
ปฏิกิริยาเคมี
การตัดหรือการเชื่อม
B37
B38
B39

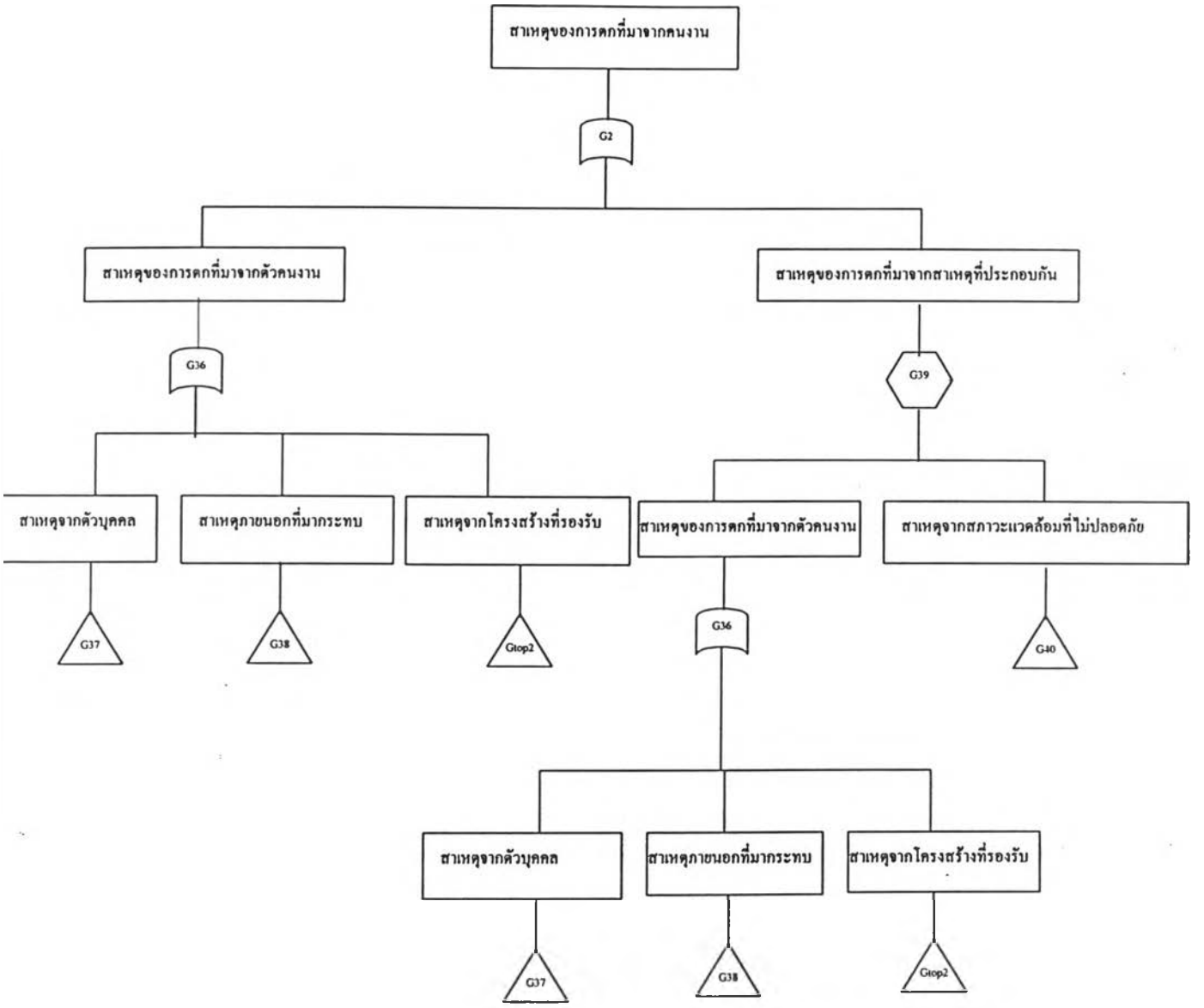

การประกอบและติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน
G20
ระยะเวลาในการประกอบติดตั้ง
ตำแหน่งของค้ำยัน
จำนวนไม้กระดาน
การติดตั้งไม้กระดานกับไม้กระดานไม่ถูกวิธี
การติดตั้งไม้กระดานบนค้ำยัน
G25
G26
B49
G27
G28
เร็วเกินไป
ช้าเกินไป
ค้ำยันผิดตำแหน่ง
ค้ำยันกับโครงสร้างภายนอก
จุดต่อชนไม่ต่อสนิทกัน
ไม่ต่อทาบที่ค้ำยัน
ไม้กระดานไม่ได้ประกอบติดกับค้ำยัน
ไม้กระดานไม่ได้วางอยู่บนค้ำยัน
B45
B46
B47
B48
B50
B51
B52
B53

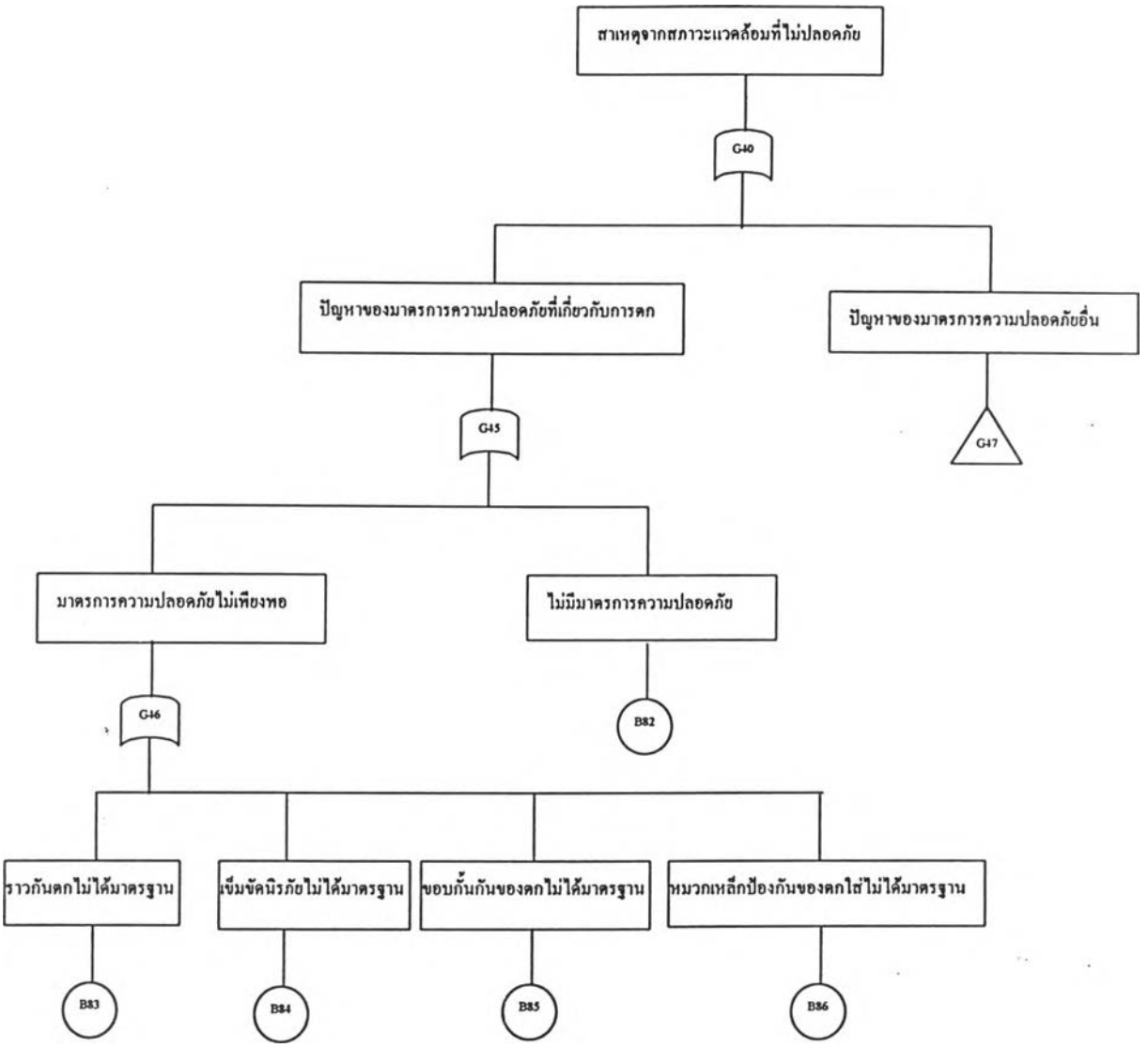

การรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานไม่ได้มาตรฐาน
G22
ไม่ได้มีการวางแผนการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน
ไม่ได้มีการติดต่อประสานงานการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน
วิธีการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานไม่ได้มาตรฐาน
B54
B55
B56

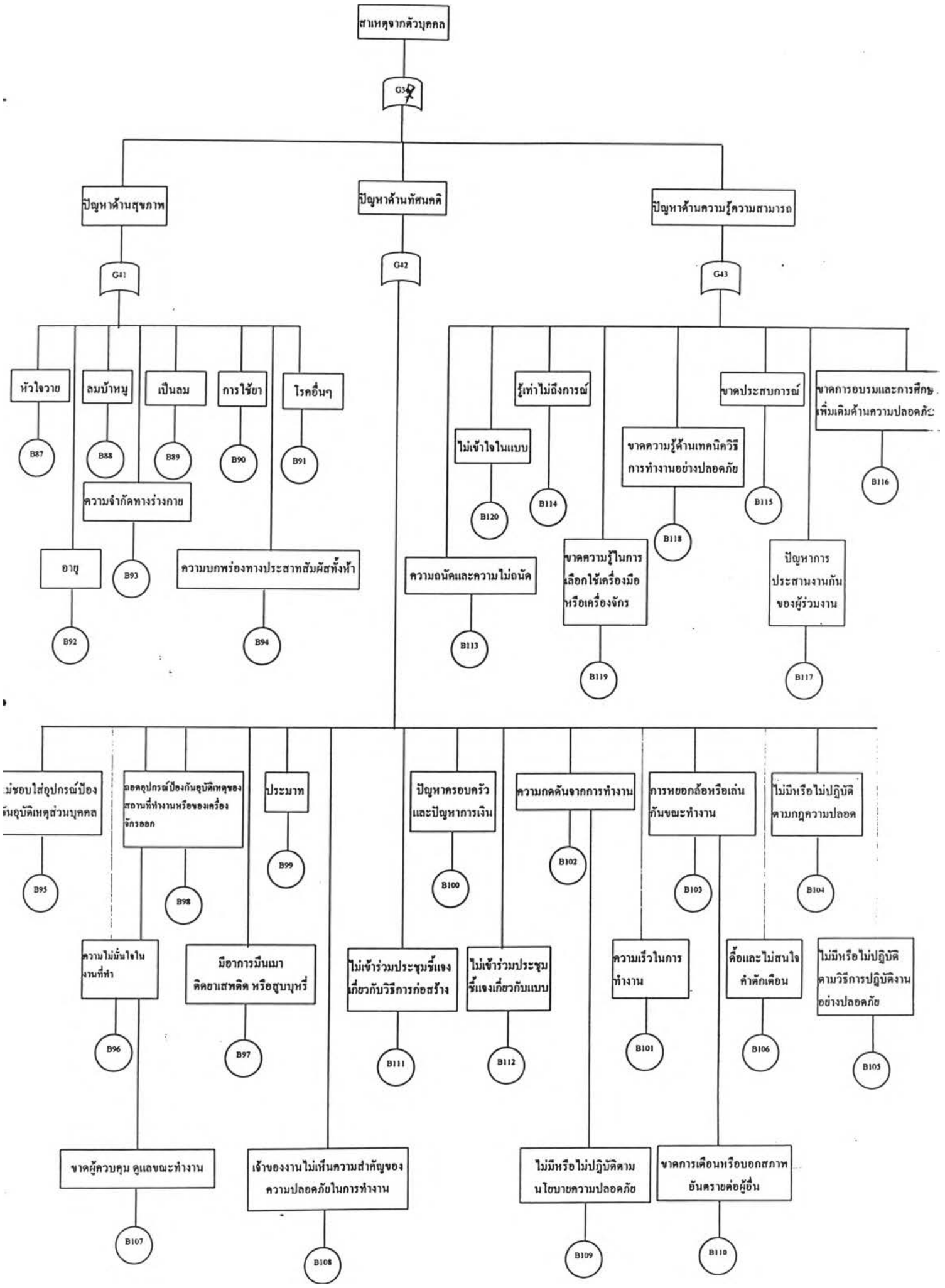

การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมไม่ได้มาตรฐาน
G23
ไม่ได้มีการวางแผนการบำรุงรักษาและการซ่อมแซม
ไม่ได้มีการติดต่อประสานงานขณะการบำรุงรักษาและการซ่อมแซม
วิธีการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมไม่ได้มาตรฐาน
B57
B58
B59

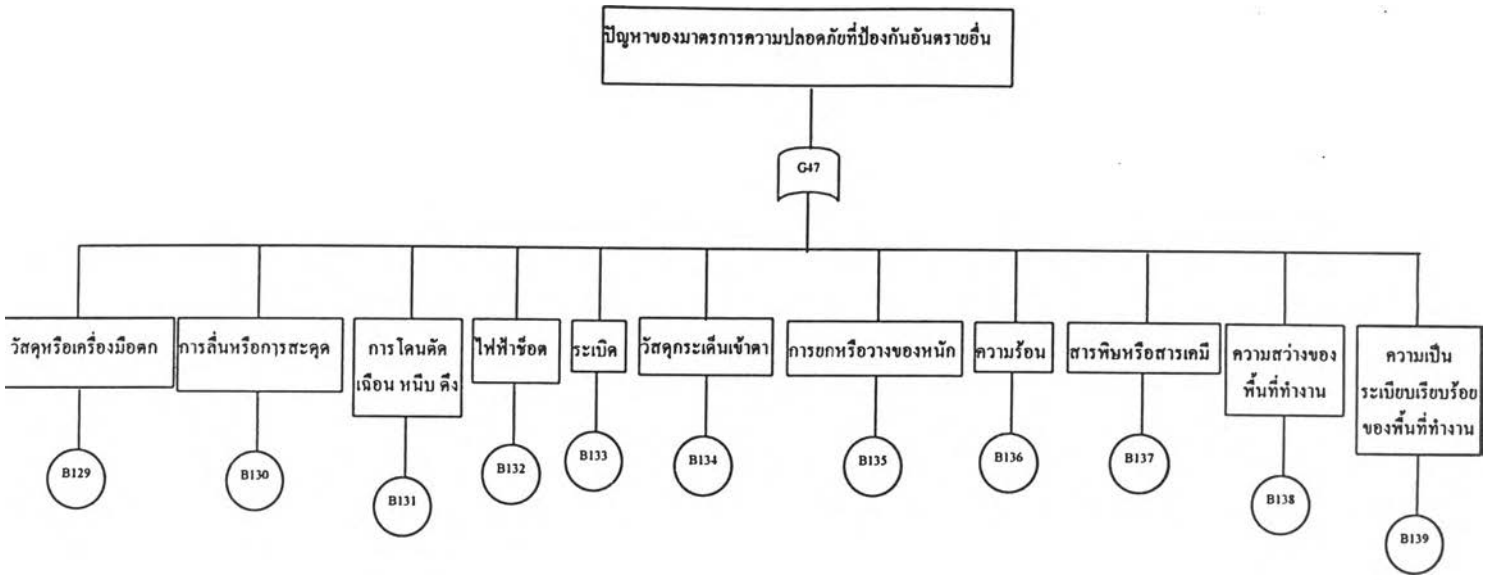

สาเหตุภายในของค้ำยัน
G6
วัสดุไม่ได้มาตรฐาน
การประกอบและติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน
การรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานไม่ได้มาตรฐาน
การออกแบบไม่ได้มาตรฐาน
การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมไม่ได้มาตรฐาน
G29
G31
G33
G32
G34
วัสดุไม่ผ่านการตรวจสอบก่อนใช้
วัสดุมีตำหนิตามธรรมชาติ
วัสดุมีตำหนิจากการกระทำของคนและสารอื่น
ระยะห่างระหว่างค้ำยัน
ขนาดหน้าตัดของเหล็กตั้งและเหล็กนอน
ขนาดหน้าตัดของเหล็กยึดโยง
กำลังรับน้ำหนัก
หน้าตัดและความยาวของค้ำยัน
ระยะแอ่นของค้ำยัน
B60
B61
G30
B65
B66
B67
B68
B69
B70
การเจาะรู
ปฏิกิริยาเคมี
การตัดหรือการเชื่อม
B62
B63
B64

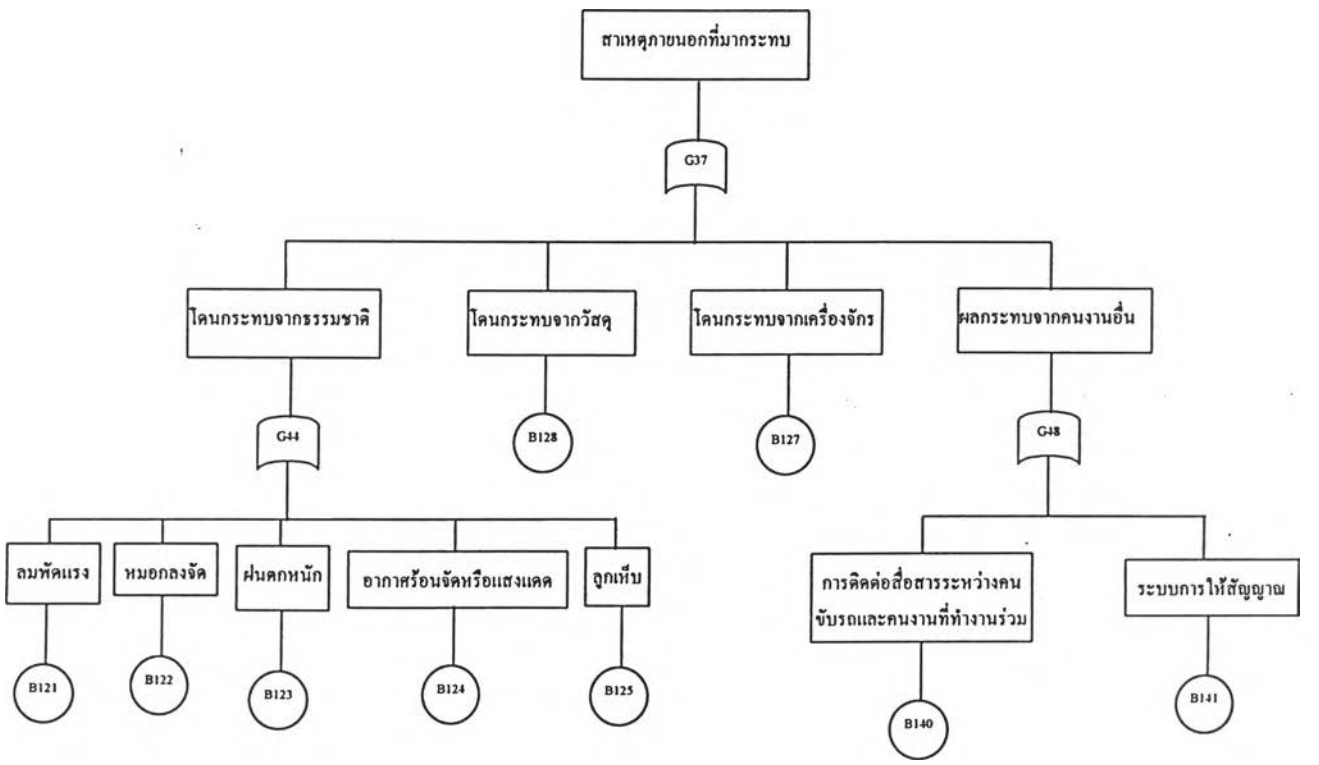

การประกอบและติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน
G31
ระยะเวลาในการประกอบติดตั้ง
ตำแหน่งเหล็กยึดโยงไม่เหมาะสม
จำนวนเหล็กยึดโยงไม่เหมาะสม
การติดตั้งค้ำยันกับไม้กระดานรองรับหรือล้อไม่ถูกวิธี
G35
B73
B74
B75
เร็วเกินไป
ช้าเกินไป
B71
B72
การรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานไม่ได้มาตรฐาน
G33
ไม่ได้มีการวางแผนการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน
ไม่ได้มีการติดต่อประสานงานการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งาน
วิธีการรื้อถอนและยกเลิกการใช้งานไม่ได้มาตรฐาน
B76
B77
B78
การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมไม่ได้มาตรฐาน
G34
ไม่ได้มีการวางแผนการบำรุงรักษาและการซ่อมแซม
ไม่ได้มีการติดต่อประสานงานขณะการบำรุงรักษาและการซ่อมแซม
วิธีการบำรุงรักษาและการซ่อมแซมไม่ได้มาตรฐาน
B79
B80
B81


สาเหตุของการตกที่มาจากคนงาน
G2
สาเหตุของการตกที่มาจากตัวคนงาน
สาเหตุของการตกที่มาจากสาเหตุที่ประกอบกัน
G36
G39
สาเหตุจากตัวบุคคล
สาเหตุภายนอกที่มากระทบ
สาเหตุจากโครงสร้างที่รองรับ
สาเหตุของการตกที่มาจากตัวคนงาน
สาเหตุจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย
G37
G38
Gtop2
G36
G40
สาเหตุจากตัวบุคคล
สาเหตุภายนอกที่มากระทบ
สาเหตุจากโครงสร้างที่รองรับ
G37
G38
Gtop2


สาเหตุจากสภาวะแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย
G40
ปัญหาของมาตรการความปลอดภัยที่เกี่ยวกับการตก
ปัญหาของมาตรการความปลอดภัยอื่น
G45
G47
มาตรการความปลอดภัยไม่เพียงพอ
ไม่มีมาตรการความปลอดภัย
G46
B82
ราวกันตกไม่ได้มาตรฐาน
เข็มขัดนิรภัยไม่ได้มาตรฐาน
ขอบกั้นกันของตกไม่ได้มาตรฐาน
หมวกเหล็กป้องกันของตกใส่ไม่ได้มาตรฐาน
B83
B84
B85
B86


สาเหตุจากตัวบุคคล
G3
ปัญหาด้านสุขภาพ
ปัญหาด้านทัศนคติ
ปัญหาด้านความรู้ความสามารถ
G41
G42
G43
หัวใจวาย
ลมบ้าหมู
เป็นลม
การใช้ยา
โรคอื่นๆ
B87
B88
B89
B90
B91
ความจำกัดทางร่างกาย
อาชู
B93
B92
ความบกพร่องทางประสาทสัมผัสทั้งห้า
B94
รู้เท่าไม่ถึงการณ์
ไม่เข้าใจในแบบ
ขาดความรู้ด้านเทคนิควิธีการทำงานอย่างปลอดภัย
ขาดประสบการณ์
ขาดการอบรมและการศึกษาเพิ่มเติมด้านความปลอดภัย
B120
B114
B118
B115
B116
ความฉนัดและความไม่ฉนัด
ขาดความรู้ในการเลือกใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักร
ปัญหาการประสานงานกันของผู้ร่วมงาน
B113
B119
B117
ม่ชอบใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคล
อดอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุของสถานที่ทำงานหรือของเครื่องจักรออก
ประมาท
ปัญหาครอบครัวและปัญหาการเงิน
ความกดดันจากการทำงาน
การหยอกล้อหรือเล่นกันขณะทำงาน
ไม่มีหรือไม่ปฏิบัติตามกฎความปลอด
B95
B98
B99
B100
B102
B103
B104
ความไม่มั่นใจในงานที่ทำ
มีอาการมึนเมา ติดยาเสพติด หรือสูบบุหรี่
ไม่เข้าร่วมประชุมชี้แจงเกี่ยวกับวิธีการก่อสร้าง
ไม่เข้าร่วมประชุมชี้แจงเกี่ยวกับแบบ
ความเร็วในการทำงาน
ดื้อและไม่สนใจคำตักเตือน
ไม่มีหรือไม่ปฏิบัติตามวิธีการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย
B96
B97
B111
B112
B101
B106
B105
ขาดผู้ควบคุม ดูแลขณะทำงาน
เจ้าของงานไม่เห็นความสำคัญของความปลอดภัยในการทำงาน
ไม่มีหรือไม่ปฏิบัติตามนโยบายความปลอดภัย
ขาดการเตือนหรือบอกสภาพอันตรายต่อผู้อื่น
B107
B108
B109
B110


ปัญหาของมาตรการความปลอดภัยที่ป้องกันอันตรายอื่น
G47
วัสดุหรือเครื่องมือตก
การลื่นหรือการสะดุด
การโดนตัด เฉือน หนีบ ดึง
ไฟฟ้าช็อต
ระเบิด
วัสดุกระเด็นเข้าตา
การยกหรือวางของหนัก
ความร้อน
สารพิษหรือสารเคมี
ความสว่างของพื้นที่ทำงาน
ความเป็นระเบียบเรียบร้อยของพื้นที่ทำงาน
B129
B130
B131
B132
B133
B134
B135
B136
B137
B138
B139


สาเหตุภายนอกที่มากระทบ
G37
โดนกระทบจากธรรมชาติ
โดนกระทบจากวัสดุ
โดนกระทบจากเครื่องจักร
ผลกระทบจากคนงานอื่น
G44
B128
B127
G48
ลมพัดแรง
หมอกลงจัด
ฝนตกหนัก
อากาศร้อนจัดหรือแสงแดด
ถูกเห็บ
การติดต่อสื่อสารระหว่างคนขับรถและคนงานที่ทำงานร่วม
ระบบการให้สัญญาณ
B121
B122
B123
B124
B125
B140
B141

ภาคผนวก ซ.

แสดงการประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พิเศษ MATLAB ในการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ

ในการวิเคราะห์ค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ โดยการประยุกต์ทฤษฎีของเวคเตอร์เจาะจง (Eigenvector) มาช่วยในการหาน้ำหนักความสำคัญ กระบวนการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญคือ การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พิเศษ MATLAB มาช่วยในการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญ

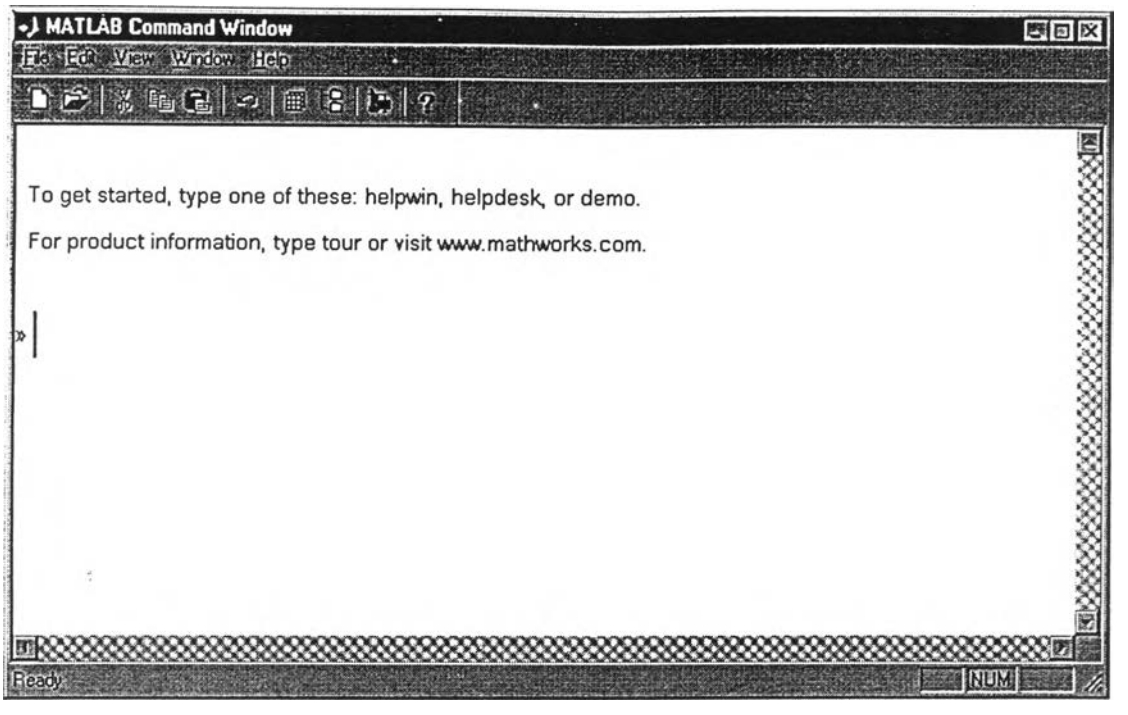
จากตัวอย่างการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุของอุบัติเหตุด้วยกระบวนการ AHP จากข้อมูลในตารางที่ 2.3 ซึ่งแสดงเมตริกซ์สัดส่วนความสำคัญของแต่ละสาเหตุของอุบัติเหตุภายใต้ข้อมูลของสภาพอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น

ตารางที่ 2.3 เมตริกซ์แสดงค่าสัดส่วนความสำคัญระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุแต่ละคู่

อุบัติเหตุที่1	สาเหตุที่1ของอุบัติเหตุ	สาเหตุที่2ของอุบัติเหตุ	สาเหตุที่3ของอุบัติเหตุ
สาเหตุที่1ของอุบัติเหตุ	1	1/3	½
สาเหตุที่2ของอุบัติเหตุ	3	1	3
สาเหตุที่3ของอุบัติเหตุ	2	1/3	1

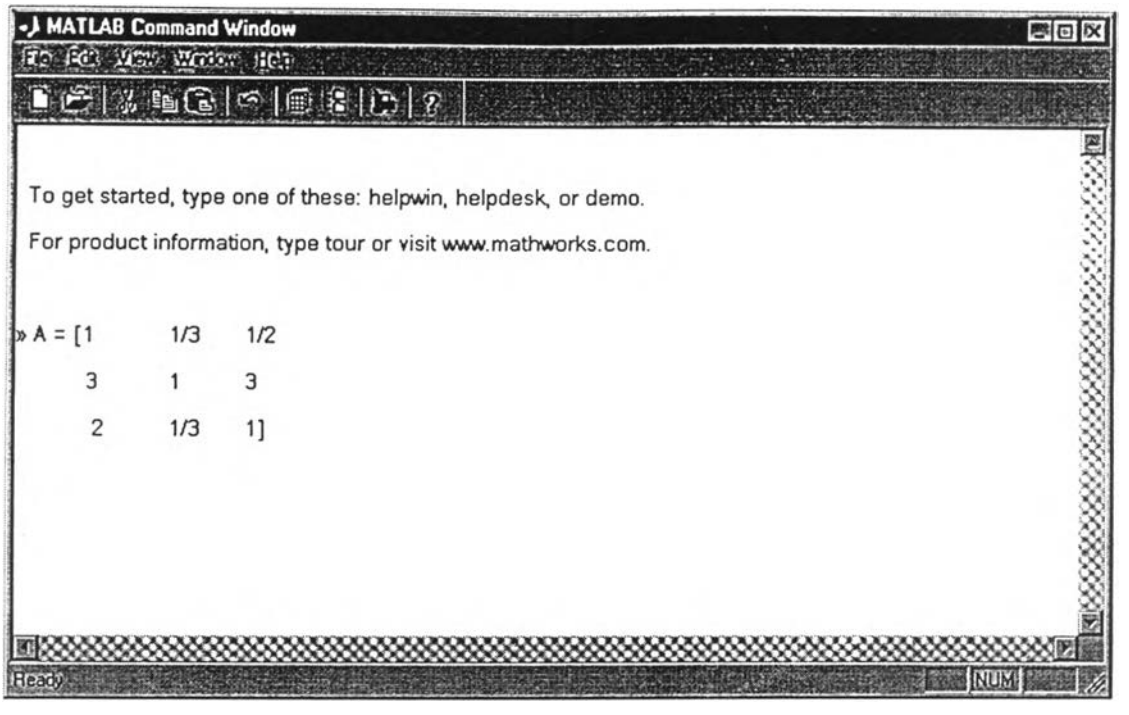
การประยุกต์ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์พิเศษ MATLAB ในการคำนวณค่าน้ำหนักความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุมีขั้นตอนดังนี้

1) เปิดโปรแกรม MATLAB จะปรากฏหน้าจอดังแสดงในรูปที่ 6.1 หลังจากนั้นให้ทำการกำหนดตัวแปรสำหรับเก็บค่าของเมตริกซ์แสดงค่าสัดส่วนความสำคัญระหว่างสาเหตุของอุบัติเหตุ ในที่นี้กำหนดให้ตัวแปร A แทนค่าของเมตริกซ์ดังกล่าว



รูปที่ 6.1 แสดงหน้าจอแรกของการใช้งานโปรแกรม MATLAB

2) ในการใส่ข้อมูลของเมตริกซ์ในโปรแกรม MATLAB ต้องทำการเปิดวงเล็บด้วย [และปิดวงเล็บด้วย] เสมอ โดยการใส่ตัวเลขในเมตริกซ์ต้องใส่ให้ตัวเลขที่อยู่ในแถวเดียวกันอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน โดยเว้นช่องวางระหว่างแถวให้มีขนาดเท่ากัน ดังแสดงในรูปที่ 6.2



รูปที่ 6.2 แสดงการใส่ข้อมูลของเมตริกซ์ใน โปรแกรม MATLAB

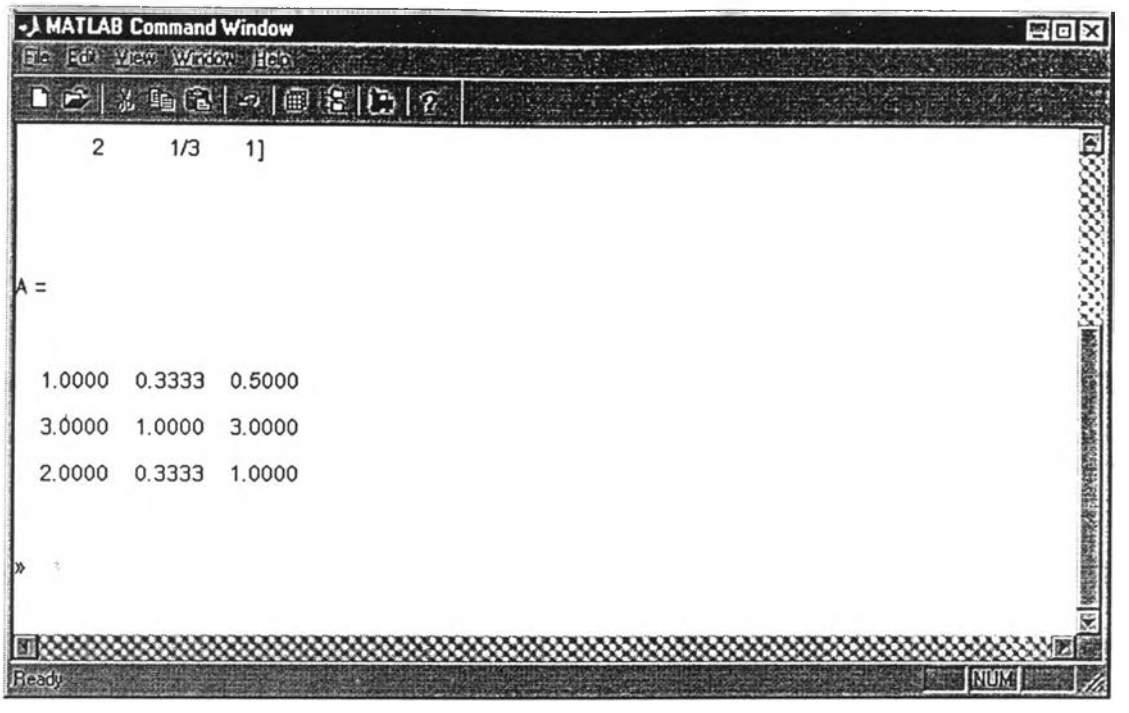
3) เมื่อกดปุ่ม Enter โปรแกรม MATLAB จะจัดเรียงตัวเลขในเมตริกซ์ใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 6.3 โดยผู้ใช้สามารถกำหนดจำนวนตัวเลขหลังจุดทศนิยมได้

4) ทำการคำนวณหาค่า เวกเตอร์เจาะจงและค่าเจาะจงสูงสุดของเมตริกซ์ โดยการพิมพ์ [V,D] = EIG(A) โดย V เป็นเมตริกซ์ของเวกเตอร์เจาะจง ส่วน D เป็นเมตริกซ์ของค่าเจาะจง ดังแสดงในรูปที่ 6.4 และ 6.5 ตามลำดับ ค่าเวกเตอร์เจาะจงที่ต้องการคือค่าของตัวเลขในเมตริกซ์ของเวกเตอร์เจาะจงที่อยู่ในแถวเดียวกับแถวของค่าเจาะจงสูงสุดของเมตริกซ์ของค่าเจาะจง

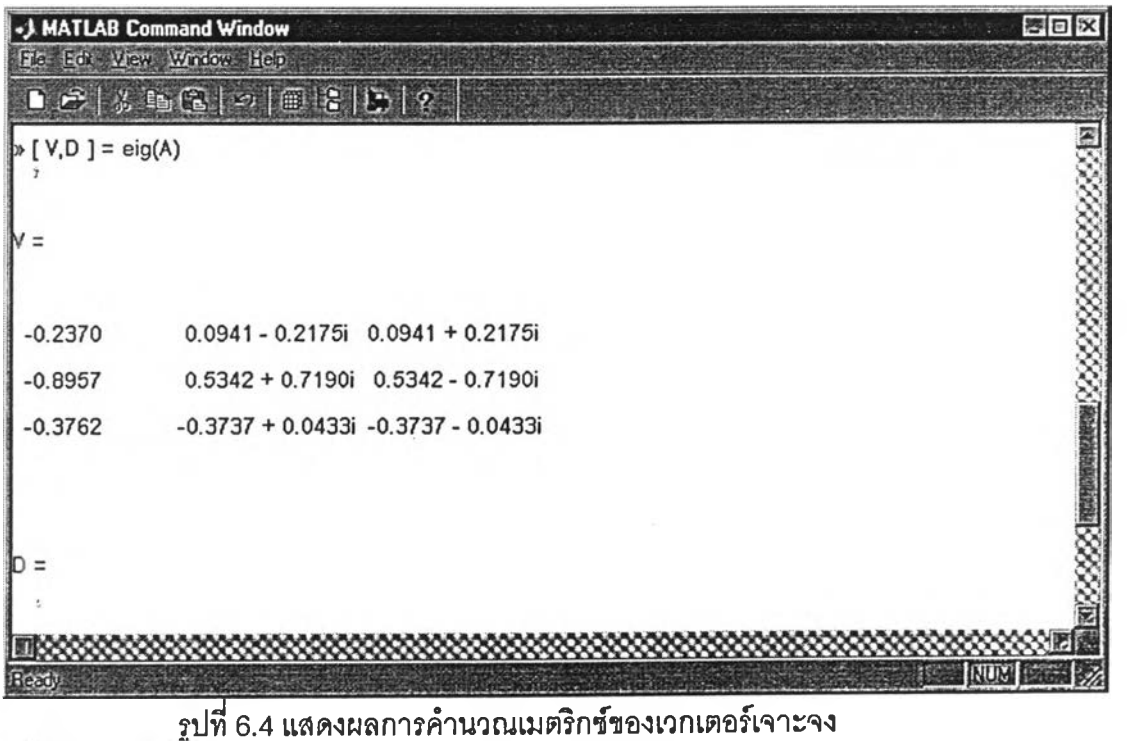
จากผลการคำนวณโดยโปรแกรม MATLAB พบว่าค่าเจาะจงสูงสุดมีค่าเท่ากับ 3.0536 อยู่ในแถวที่ 1 ดังนั้นค่าของเวกเตอร์เจาะจงคือ

$$\text{เวกเตอร์เจาะจง} = \begin{pmatrix} -0.2370 \\ -0.8957 \\ -0.3762 \end{pmatrix}$$

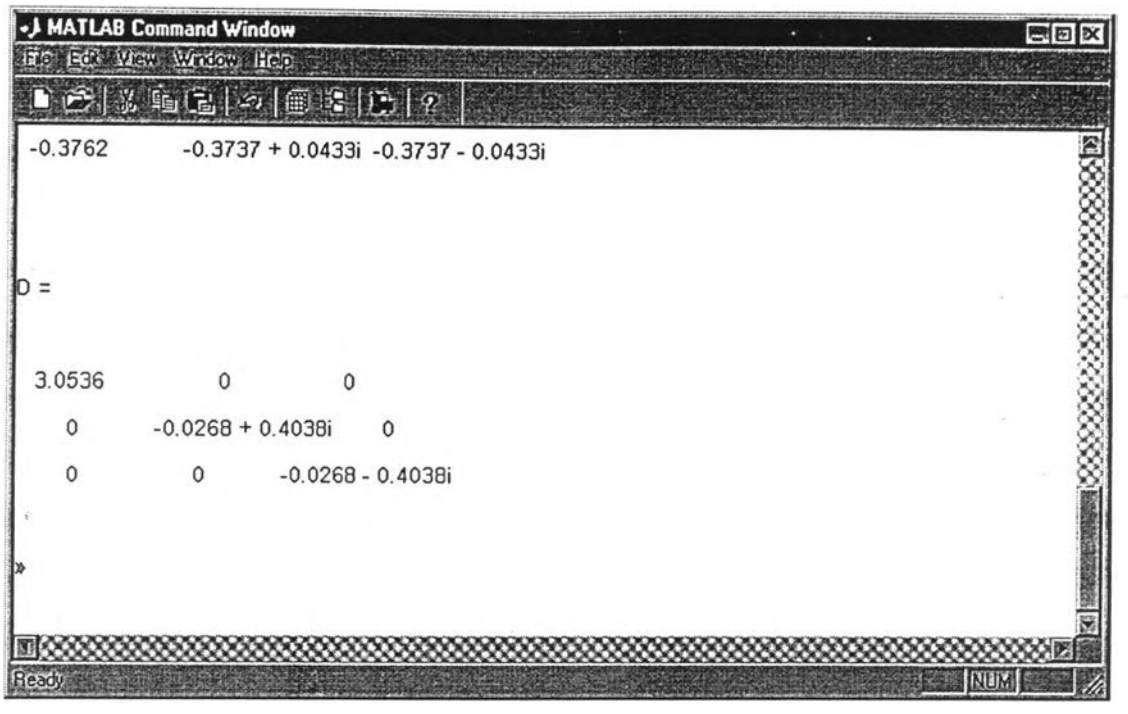
โปรแกรม MATLAB สามารถเรียกดูค่าของเมตริกซ์ในแถวที่ต้องการได้โดยใช้คำสั่ง V(:,1) ซึ่งหมายความว่าต้องการดูค่าของเมตริกซ์ V ในแถวที่ 1 ดังแสดงในรูปที่ 6.6



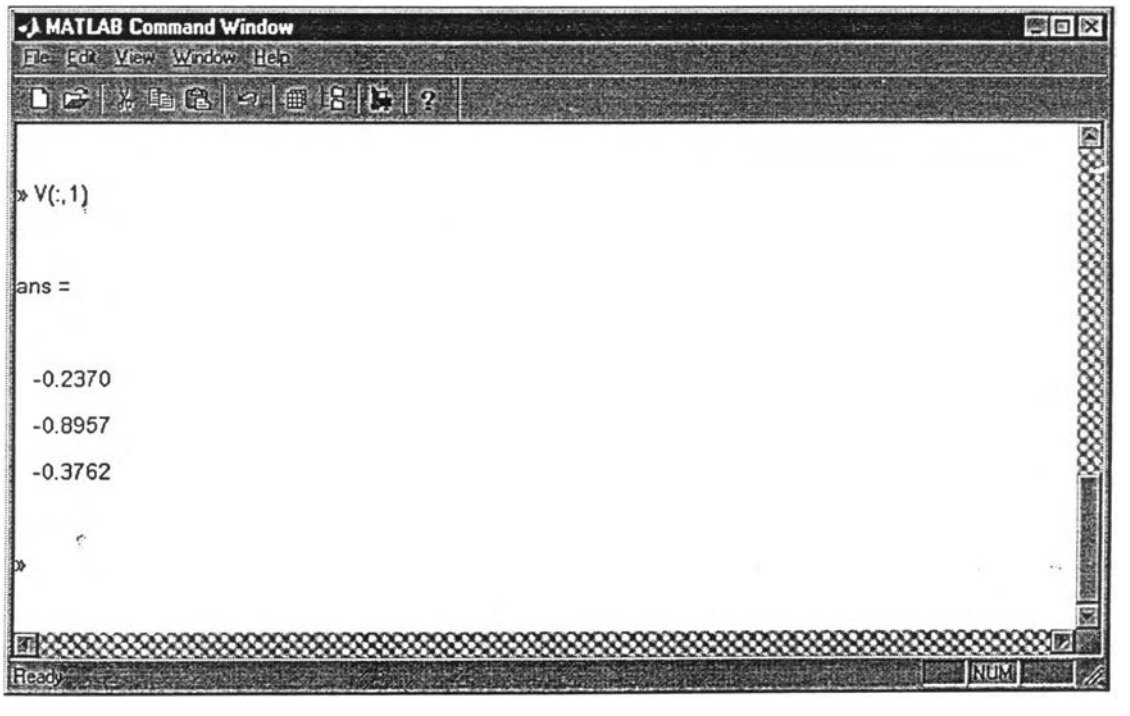
รูปที่ 6.3 แสดงการจัดเรียงข้อมูลในเมตริกซ์ของโปรแกรม MATLAB และการแก้ไขตัวเลขหลังจุดทศนิยม



รูปที่ 6.4 แสดงผลการคำนวณเมตริกซ์ของเวกเตอร์เจาะจง



รูปที่ 6.5 แสดงผลการคำนวณเมตริกซ์ของค่าเจาะจง



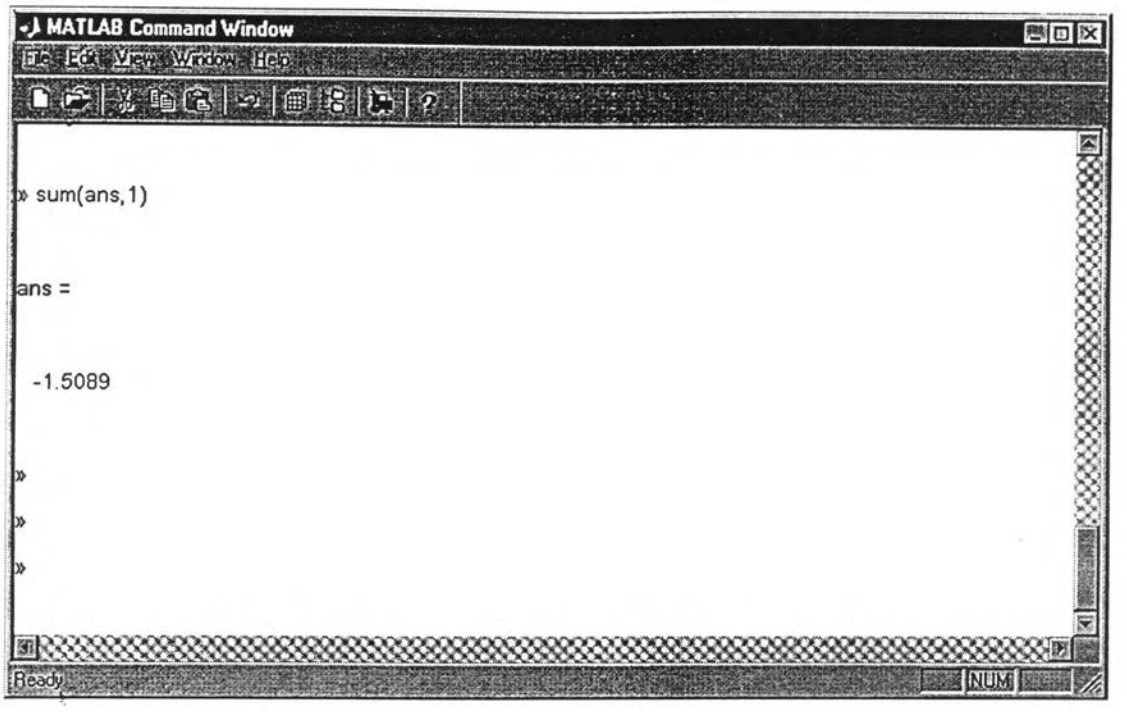
รูปที่ 6.6 แสดงการเรียกดูค่าของเมตริกซ์ในแถวที่ต้องการ

5) ภายหลังจากได้ค่าเวกเตอร์เจาะจงแล้ว ให้คำนวณค่าเวกเตอร์เจาะจงหนึ่งหน่วย โดยการหารตัวเลขในเวกเตอร์เจาะจงด้วยค่าผลรวมของตัวเลขในเวกเตอร์

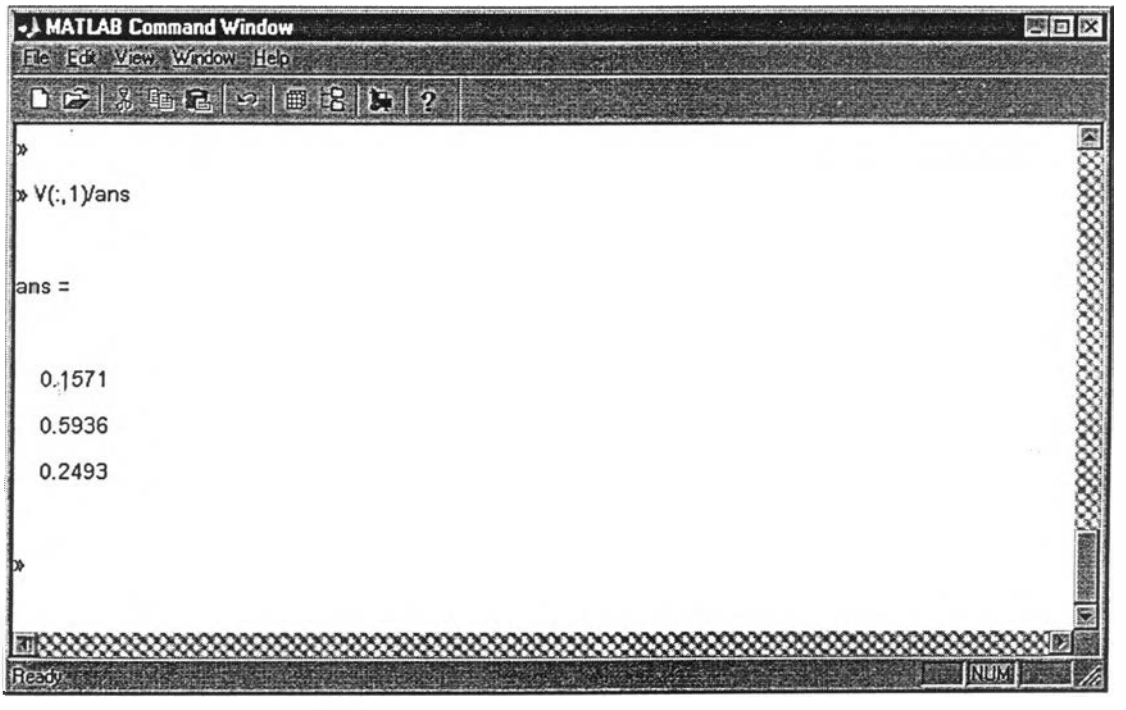
6) โปรแกรม MATLAB สามารถคำนวณค่าผลรวมของตัวเลขในเวกเตอร์เจาะจงได้ โดยใช้คำสั่ง sum(ans,1) ซึ่งหมายความว่าต้องการหาผลรวมของเมตริกซ์ ans ในแถวที่ 1ดังแสดงในรูปที่ 6.7

7) หลังจากนั้นจึงทำการคำนวณค่าเวกเตอร์เจาะจงหนึ่งหน่วย โดยการหารตัวเลขในเวกเตอร์เจาะจงด้วยค่าผลรวมของตัวเลขในเวกเตอร์ โดยใช้คำสั่ง V(:,1)/ans
โดย ans คือค่าผลรวมของตัวเลขในเวกเตอร์เจาะจง และ V(:,1) คือค่าเวกเตอร์เจาะจง ดังแสดงในรูปที่ 6.8

8) ผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณค่าเวกเตอร์เจาะจงหนึ่งหน่วย คือค่าระดับความสำคัญของสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งมีความหมายดังนี้
สาเหตุที่ 1 ของอุบัติเหตุมีระดับความสำคัญเท่ากับ 0.1571 ส่วนของสาเหตุทั้งหมด
สาเหตุที่ 2 ของอุบัติเหตุมีระดับความสำคัญเท่ากับ 0.5936 ส่วนของสาเหตุทั้งหมด
สาเหตุที่ 3 ของอุบัติเหตุมีระดับความสำคัญเท่ากับ 0.2493 ส่วนของสาเหตุทั้งหมด



รูปที่ 6.7 แสดงการคำนวณค่าผลรวมของตัวเลขในเวกเตอร์เจาะจง



รูปที่ 6.8 แสดงค่าเวกเตอร์เจาะจงหนึ่งหน่วย

ภาคผนวก ซ.
มาตรการความปลอดภัยที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานบนนั่งร้าน
ที่กำหนดโดย International Labor Organization: ILO

1. **มาตรการความปลอดภัยทั่วไปของการทำงานบนนั่งร้าน**

1.1 นั่งร้านที่เหมาะสมและและเข้ากับงานนั้นๆ ใช้แทนบันไดในบริเวณที่สูงกว่า

1.2 การออกแบบและดำเนินการก่อสร้างและแก้ไขนั่งร้านต้องทำโดยผู้มีอำนาจรับผิดชอบ

วัสดุที่ใช้ในการทำนั่งร้าน

1.3 ใช้วัสดุเฉพาะและเหมาะสมในการสร้างนั่งร้าน

1.4 ไม้ที่ใช้ต้องมีเนื้อไม้ตรง แข็งแรงและไม่มีรอยเจาะขนาดใหญ่ และร่องรอยตำหนิที่อาจเป็นอันตรายอื่นๆ

1.5 เชือกที่ใช้ในการทำนั่งร้านต้องสมบูรณ์ไม่โดนกัดกร่อนด้วยกรดหรือสารละลายใดๆมาก่อน

1.6 เชือกที่ใช้ต้องไม่ใช่เส้นใยธรรมชาติเพราะไม่แข็งแรง

1.7 ไม้กระดานที่ที่วางบนนั่งร้านต้องไม่มีรอยแตก

1.8 ตะปูที่ใช้ต้องยาวและหนาพอ

1.9 ห้ามใช้ตะปูที่ทำด้วยเหล็กหล่อ

1.10 สถานที่เก็บวัสดุที่ใช้สร้างนั่งร้านต้องเก็บในสถานที่ที่เหมาะสมและห้ามนำวัสดุที่ไม่เหมาะสมมาใช้งาน

1.11 รอยต่อระหว่างไม้ที่ทำนั่งร้านจะต้องประกอบติดตั้งด้วยตะปู สกรู ที่มีขนาดเหมาะสมโดยมีตัวยึด เช่น แหวน เชือก และต้องผ่านการตรวจสอบโดยเจ้าหน้าที่ที่มีอำนาจรับผิดชอบการก่อสร้างนั่งร้าน

1.12 Safety factor เท่ากับ 4 เท่าของกำลังรับน้ำหนักสูงสุด

1.13 ทางขึ้นนั่งร้านต้องปลอดภัย เช่น เป็นบันได

1.14 โครงสร้างนั่งร้านต้องมียึดโยง(Bracing) ที่เพียงพอและเหมาะสม

1.15 บันไดหรือโครงสร้างนั่งร้านที่ต้องยึดโยงกับโครงอื่นจะต้องมีจุดประกอบติดตั้งที่แข็งแรงทั้งการใช้งานในแนวดิ่งและแนวราบ

1.16 ไม่ควรต่อนั่งร้านเพิ่มความสูงอีกหากจุดต่อบนนั่งร้านถึงจุดที่สูงที่สุดแล้วเพราะการเพิ่ม ความสูงจะทำให้นั่งร้านไม่สมดุลและมีกำลังรับน้ำหนักน้อยลงได้

1.17 สำหรับนั่งร้านเดี่ยวที่ไม่ต้องยึดโยงกับโครงสร้างอื่นจะต้องพิจารณาความเหมาะสมของตำแหน่งและการประกอบติดตั้งของส่วนประกอบแต่ละส่วนของนั่งร้านอย่างระมัดระวัง ถูกต้องปลอดภัย เพื่อให้นั่งร้านสมดุลอยู่ตลอด

1.18 โครงสร้างค้ำยันทุกส่วนจะเป็นโครงสร้างที่สมดุล แข็งแรง ฐานรากมั่นคง มีข้อต่อและยึดโยงที่แข็งแรงและสมดุล

1.19 ไม่ควรนำเศษอิฐ เศษท่อระบายน้ำ และวัสดุที่เหมาะสมมาเป็นวัสดุทำฐานรากรับนั่งร้าน

1.20 หากงานที่ทำอยู่บนนั่งร้านทำให้วัสดุตกลงสู่ด้านล่างได้ จะต้องทำกำบังกันวัสดุตก

1.21 การตอกตะปูจะต้องตอกให้ตัวตะปูจมลงไปทั้งตัว ห้ามทำให้ตะปูงอ

1.22 ห้ามไม่ให้ตอกตะปูในตำแหน่งที่รับแรงดึงโดยตรง

การตรวจสอบและการดูแล บำรุง รักษา

1.23 ก่อนการใช้งานนั่งร้านนั้น นั่งร้านจะต้องผ่านการพิจารณาจากเจ้าหน้าที่ที่มีอำนาจรับผิดชอบ เพื่อรับประกันความปลอดภัย ในส่วนต่างๆดังนี้

-อยู่ในสภาวะสมดุล

-วัสดุที่ใช้ต้องสมบูรณ์ แข็งแรง

-วัสดุที่ใช้ต้องแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักที่เกิดขึ้นในการทำงานได้

-มีอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุในตำแหน่งที่เหมาะและเพียงพอ

1.24 ก่อนการใช้งานนั่งร้านนั้น นั่งร้านจะต้องผ่านการพิจารณาจากเจ้าหน้าที่ที่มีอำนาจรับผิดชอบ

-การตรวจสอบจะต้องทำอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

-หลังจากเกิดผลกระทบจากภัยธรรมชาติ เช่น พายุ น้ำท่วม หรือผลกระทบจากสิ่งอื่นๆ จนทำให้นั่งร้านเสื่อมสภาพ และอาจก่อให้เกิดอันตรายเมื่อใช้งาน

1.25 ส่วนประกอบของโครงสร้างนั่งร้านต้องผ่านการตรวจสอบก่อนทำการติดตั้ง

1.26 ต้องบำรุงรักษานั่งร้านให้อยู่ในสภาพที่ดีเสมอ ทั้งส่วนโครงสร้าง ตำแหน่งที่ประกอบติดตั้ง และห้ามมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของนั่งร้านในขณะที่ยังมีการทำงานบนนั่งร้าน

1.27 การถอดหรือยกชิ้นส่วนบางส่วนบนนั่งร้าน เข้าหรือออกจะกระทำได้ก็ต่อเมื่อ นั่งร้านอยู่ในสภาพที่ปลอดภัยเมื่อมีการใช้งานต่อไป เท่านั้น

เครื่องยกที่อยู่บนนั่งร้าน

1.28 หากมีเครื่องมือยกอยู่บนนั่งร้านจะต้อง

-ตรวจสอบแต่ละส่วนของนั่งร้านอย่างละเอียด ว่ามีกำลังในการรับน้ำหนักเพียงพอหรือไม่

-ห้ามมิให้โครงสร้างค้ำยันในแนวนอนเคลื่อนที่

-จะต้องประกอบติดตั้งนั่งร้านกับโครงสร้างอาคารในตำแหน่งที่มีเครื่องมือยกติดตั้งอยู่

1.29 ขณะที่มีการยกวัสดุขึ้นลง หากการยกมิได้อยู่ในแนวที่กำหนดไว้ หรือเกิดการกระแทกกับโครงสร้างนั่งร้าน จะต้องมีรั้วรอบๆนั่งร้านเพื่อป้องกันการกระแทกนั้น

1.30 โครงสร้างที่เป็นแกนสำหรับห้อยเครื่องยกจะต้องไม่ผูกติดกับแกนยึดของนั่งร้าน

1.31 หากใช้รอกชุดแทนโครงสร้างที่เป็นแกนสำหรับห้อยแล้ว ห้ามผูกรอกไว้กับคาน ยกเว้น

-คานมีกำลังในการรับน้ำหนักเพียงพอและคานวางอยู่บนเสาอย่างน้อย 2 เสา หรือ คานยื่น 2 ตัว

-จะต้องไม่แขวนรอกกับคานยื่นที่รับน้ำหนักบนนั่งร้านอยู่

1.32 หากมีการเคลื่อนที่ขึ้นลงของวัสดุหรือเครื่องจักรและเครื่องยกบนนั่งร้าน จะต้องระวังไม่ให้เครื่องจักรหรือเครื่องมือกระทบกับคนซึ่งอยู่บนนั่งร้าน

1.33 หากเครื่องยกติดตั้งอยู่บนเสาเดี่ยวหรือ Tower Cram ที่ผูกหรือพิงอยู่กับนั่งร้าน

-การติดตั้งเครื่องยกจะต้องติดตั้งอยู่บนฐานรากที่แข็งแรง

-หากเป็นตำแหน่งที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ จะต้องใส่เหล็กยึดโยงเพิ่ม

-หากค้ำยันของโครงสร้างที่ยก วางอยู่บนฐานรากที่ไม่แข็งแรงพอ อาจผูกหรือยึดโยงโครงสร้างนี้กับนั่งร้านในระดับแนวราบในตำแหน่งที่เหมาะสม

-ระยะที่ให้เครื่องยกเคลื่อนที่ได้คือ 2.5 เมตร จากพื้น

-ควรมีหลังคาเพื่อป้องกันของตกใส่

-บนนั่งร้านควรมีประตูขนาด 2 เมตร เพื่อป้องกันการโดนกระทบจากเครื่องยก

การติดตั้งและการประกอบโครงสร้างของนั่งร้าน

1.34 จะต้องมียึดโยงและรั้วป้องกันการตกที่เหมาะสมและเพียงพอ

1.35 ไม่ควรใช้โครงสร้างต่างชนิดกันในการทำนั่งร้าน

1.36 โครงสร้างต้องแข็งแรงพอรับน้ำหนักขณะที่มีการจราจรหรือยกวัตถุบนนั่งร้าน

1.37 หากมีการกระทำต่อเหล็กในแนวดิ่ง จะต้องมีการเตือนผู้ใช้งานนั่งร้านและจะต้องให้เหล็กอยู่ในแนวดิ่ง

1.38 หากนั่งร้านเดี่ยว จะต้องมีการเตือนผู้ใช้งานนั่งร้าน เพื่อป้องกันการกระทบกระเทือนของโครงสร้างในแนวดิ่ง

การใช้นั่งร้าน

1.39 ห้ามกระแทกหรือปล่อยวัสดุที่ขนส่งบนนั่งร้านอย่างกะทันหัน

1.40 การป้องกันไม่ให้วัสดุที่ยกกระแทกนั่งร้าน สามารถกระทำโดยควบคุมการเคลื่อนที่ของวัสดุโดยใช้เชือกดึงควบคุมทิศทางที่ปลาย

1.41 จะต้องกระจายน้ำหนักของวัสดุที่วางอยู่บนนั่งร้าน เพื่อให้นั่งร้านอยู่ในสภาวะที่สมดุล

1.42 น้ำหนักของวัสดุบนนั่งร้านจะต้องไม่เกินกำลังในการรับน้ำหนักของนั่งร้านนั้น

1.43 ห้ามใช้นั่งร้านเป็นที่เก็บวัสดุ เพราะจะทำให้น้ำหนักเกินกำลังในการรับน้ำหนักของนั่งร้านนั้น ยกเว้นจะเป็นวัสดุที่ใช้งานในขณะนั้น

1.44 ห้ามทำงานบนนั่งร้านเมื่อมีลมแรง

1.45 ป้องกันอันตรายจากการเคลื่อนที่ขึ้นลงของวัสดุ

2. การทำงานบนพื้นหรือไม้กระดานบนนั่งร้าน

มาตรการความปลอดภัยทั่วไปที่เกี่ยวกับการทำงานบนพื้น

2.1 นั่งร้านที่ใช้จะต้องมีไม้กระดานสำหรับรองรับคนงานในปริมาณที่เพียงพอ

2.2 ห้ามค้ำยันยกพื้นหรือไม้กระดานบนนั่งร้านด้วยวัสดุที่ไม่เหมาะสม เช่น อิฐหัก เศษท่อเหล็ก เป็นต้น

2.3 ห้ามค้ำยันยกพื้นหรือไม้กระดานบนนั่งร้าน โดยโครงสร้างอาคารที่ไม่แข็งแรงเพียงพอ เช่น เฉลียง

2.4 ห้ามคนงานทำงานบนยกพื้น ก่อนที่จะสร้างยกพื้นเสร็จ

2.5 ขณะที่มีการปฏิบัติงานจริง ยกพื้นจะต้องห่างจากผนังตึก 60 เซนติเมตร

2.6 ยกพื้นควรกว้างเพียงพอ ไม่ควรมีวัสดุที่วางกีดขวางทางเดิน และควรรักษาระยะที่ใช้ สำหรับเดินไว้ที่ 60 เซนติเมตร

2.7 ขนาดความกว้างของยกพื้น

-60 เซนติเมตร สำหรับการเดินเท่านั้น

-80 เซนติเมตร สำหรับการเดินและการเก็บวัสดุ

-110 เซนติเมตร เมื่อยกพื้นนี้เป็นที่วางค้ำยันของยกพื้นในระดับบน

-130 เซนติเมตร เมื่อรับน้ำหนักหิน

-150 เซนติเมตร เมื่อรับน้ำหนักหินและรับค้ำยันของยกพื้นชั้นต่อไป

2.8 ความกว้างมากสุดของนั่งร้านบนเสาคือ 1.6 เมตร

2.9 ระยะห่างระหว่างศีรษะของคนงานกับนั่งร้านด้านบนต้องมากกว่า 1.8 เมตร

2.10 ยกพื้นควรวางอยู่หางจากหัวเสาเป็นอย่างน้อย 1 เมตร

2.11 ยกพื้นที่สูงกว่า 2 เมตร ต้องมีราวกันตกที่ขอบของยกพื้น

2.12 ไม้สำหรับทำที่กันของตกต้องมีสามารถป้องกันการตกได้

-หนาอย่างน้อย 1 นิ้ว

-กว้างอย่างน้อย 15 เซนติเมตร

2.13 ห้ามไม่ให้ไม้กระดานที่วางอยู่บนนั่งร้านยาวเลยจากขอบนอกสุดเกิน 4 เท่าของความหนาของไม้กระดาน

2.14 ไม่ควรซ้อนไม้กระดานแบบเหลี่ยมทับกันเพราะอาจเดินสะดุดได้

2.15 ไม้กระดานที่ใช้ควรหนาเท่ากัน

2.16 ไม้กระดานควรวางอยู่บนค้ำยันอย่างน้อย 3 จุด

2.17 ห้ามเปลี่ยนขนาดของไม้กระดานบนยกพื้นในขณะที่ยังคงมีการทำงานอยู่ตามปกติ

รั้วกันตกและขอบกั้นกันของตก

2.18 สำหรับยกพื้นที่สูงกว่า 2 เมตร ต้องมีรั้วกันตกและขอบกั้นกันของตก

2.19 การดูแลบำรุงรักษาจะต้องทำในที่เท่านั้น ห้ามถอดรั้วกันตกและขอบกั้นกันของตกออกเด็ดขาด ยกเว้นบริเวณทางเข้าของคนและทางเข้าของเครื่องจักร

2.20 รั้วกันตกและขอบกั้นกันของตกต้องวางด้านในของเสา ยกเว้นออกแบบให้รั้วกันตกและขอบกั้นกันของตกป้องกันของตกจากการเคลื่อนที่ออก

ยกพื้นแบบแขวน

2.21 ยกพื้นแบบแขวนต้องมีรั้วกันตกและขอบกั้นกันของตกตลอด ทั้ง 2 ข้าง ยกเว้น

-ข้างหนึ่งของยกพื้นแบบแขวนติดกับผนัง

-การติดตั้งรั้วกันตกและขอบกั้นกันของตกบนยกพื้นแบบแขวนมาสามารถทำได้ ดังนั้นต้องใช้เชือกหรืออุปกรณ์ป้องกันอย่างอื่นแทน

2.22 ระยะระหว่างยกพื้นแบบแขวนกับผนังไม่เกิน 45 เซนติเมตร ยกพื้นแบบแขวนที่แขวนบนเครื่องจักร

2.23 ต้องตรวจสอบการติดตั้งยกพื้นให้ เพื่อดีป้องกันอันตรายที่เกิดขณะที่ยกพื้นกำลังเคลื่อนที่

2.24 ต้องมีคนควบคุมเครื่องจักรที่ใช้ยกขณะที่ยก ยกพื้นเสมอ

2.25 หากยกพื้นถูกแขวนไว้ ดังนั้น

-ต้องระวังป้องกันไม่ให้เกิดการหมุน

-การควบคุมการทำงานบนยกพื้นต้องมีสัญญาณที่เป็นมาตรฐาน

2.26 ควรระวังขณะที่ยกหรือวางวัสดุ เพราะอาจทำให้นั่งร้านเอนเอียงได้

2.27 ขณะใช้งานยกพื้นแบบแขวนต้องระวังไม่ให้เครื่องยกเคลื่อนที่ เพราะจะทำให้ยกพื้นแบบแขวนไม่สมดุลและเป็นอันตรายได้

2.28 คนงานที่ทำงานบนยกพื้นแบบแขวนต้องใส่เข็มขัดนิรภัยและมีสายช่วยชีวิตที่ไม่ได้ผูกติดอยู่ กับเครื่องจักรที่ยกหรือยกพื้นแบบแขวน

3. **ช่องทางเดิน ทางลาด ทางวิ่ง**

3.1 การก่อสร้างช่องทางเดิน ทางลาด ทางวิ่ง และการค้ำยันช่องทางเดิน ทางลาด ทางวิ่ง จะต้องระวังไม่ให้เกิดการแตก หัก หรือพังทลาย เมื่อรับน้ำหนักมากเกินไป

3.2 หากช่องทางเดิน ทางลาด ทางวิ่ง อยู่ในระดับสูงกว่าพื้นดิน 2 เมตร จะต้อง

-มีไม้กั้นกันตก

-ช่องทางเดิน ทางลาด ทางวิ่ง ต้องกว้างอย่างน้อย 60 เซนติเมตร

3.3 หากช่องทางเดิน ทางลาด ทางวิ่ง ใช้สำหรับขนส่งวัสดุจะต้องจัดให้ช่องทางเดิน ทางลาด ทางวิ่ง มีช่องทางที่ใช้งานได้โดย

-ต้องมีพื้นที่เพียงพอที่จะใช้งานได้โดยไม่ต้องถอดราวกันตก หรือ ไม้กั้นกันของตกออก

-ช่องทางเดิน ทางลาด ทางวิ่ง ต้องกว้างอย่างน้อย 60 เซนติเมตร

3.4 ความชันของช่องทางเดิน ทางลาด ทางวิ่ง ต้องไม่เกิน 1:4

3.5 เมื่อมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนระดับความสูง จะต้องทำทางได้โดยช่องทางเดินต้องมีขนาดและความชันที่เหมาะสม ที่ทำให้รถเข็ญสามารถใช้งานได้

3.6 หากทำงานในระดับสูงกว่า 2 เมตร จะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันของตกและมีราวกันตกที่เหมาะสม

3.7 ทางลาดและทางเดินบริเวณทางเข้าจะต้องออกแบบให้รับน้ำหนักของเครื่องจักรได้ มีความสมดุล มีความกว้างและความชันที่เหมาะสม และมีขอบกั้นทั้ง 2 ข้างทาง

3.8 จะต้องมีความกว้างจากขอบในอย่างน้อย 60 เซนติเมตร และต้องกว้างอย่างน้อยเท่ากับกับขนาดที่แคบที่สุดของเครื่องจักร

3.9 ทางลาดและทางวิ่งจะต้องอยู่ในระดับที่ทำมุมทแยงกัน

4. โครงสร้างไม้ของนั่งร้าน

4.1 เสาต้องอยู่ในแนวดิ่งและขนานกับตึก จะต้องติดตั้งนั่งร้านให้อยู่ในสภาวะที่สมดุล

4.2 ขนาดของเสาจะขึ้นอยู่กับกำลังในการรับน้ำหนักสูงสุด หรือ อย่างน้อย 8 เซนติเมตรสำหรับเสาที่มีคานยื่นมากที่สุด

4.3 การต่อเสาจะต้องมีระยะทาบอย่างน้อย 1.5 เมตร และผูกติดกันด้วยเชือกหรือลวด และต้องวางอยู่บนค้ำยันและฐานรองรับที่เหมาะสม

4.4 ความสมดุลของเสาขึ้นกับระยะที่เสาฝังอยู่ในดิน หรือ วางบนที่รองรับซึ่งป้องกันการลื่นไถลของเสา

4.5 นั่งร้านที่มุมตึกจะต้องมีเสาวางอยู่ที่มุมด้านนอกของนั่งร้าน

4.6 บริเวณจุดต่อของเสาต้องมีการเชื่อมต่อระหว่างเสาทั้งสอง โดยป้องกันไม่ให้บริเวณจุดต่อนั้นเป็นบริเวณที่มีการแกว่งหรือส่าย และต้องมีเชือกรัดที่ฐานรากและบริเวณจุดต่ออีกครั้ง

4.7 มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่ฐานรากของเสาเพื่อป้องกันการกระทบจากรถซึ่งอยู่ในสถานที่ทำงานนั้น

4.8 จุดต่อของเสาไม้ ต้องมีไม้ประกับและใช้ตะปูยึดทุกด้าน

โครงสร้างรองรับไม้กระดานบนนั่งร้านในแนวตามไม้กระดาน

4.9 โครงสร้างนี้ต้องอยู่ในแนวระดับและยึดติดกับเสาด้วยตะปู สกรู และอื่นๆที่เหมาะสม

4.10 จุดต่อระหว่างโครงสร้างนี้จะอยู่ในตำแหน่งของเสาที่ยอมรับได้ หรือหากเป็นตำแหน่งอื่นจะต้องมั่นใจว่ามีกำลังในการรับน้ำหนักเพียงพอ

4.11 จะต้องมีระยะทางอย่าน้อย 1 เมตร

4.12 ต้องมีค้ำยันที่ปลายโครงสร้างนี้เสมอไม่ว่าที่ปลายจะต้องรับแรงหรือไม่ก็ตาม

4.13 ระยะในแนวดิ่งระหว่างโครงสร้างนี้จะต้องไม่เกิน 4 เมตร

4.14 โครงสร้างนี้จะต้องยื่นเลยระยะของนั่งร้านที่ต้องการ

4.15 ในกรณีที่รับแรงมากๆจะต้องมีโครงสร้างยึดโยง

4.16 โครงสร้างนี้จะต้องมียึดโยงไปจนกระทั่งมีการเลิกใช้งานนั่งร้าน

โครงสร้างรองรับไม้กระดานในแนวตั้งฉากกับไม้กระดาน

4.17 โครงสร้างนี้ต้องเป็นโครงสร้างชั้นเดียวและผูกติดกับโครงสร้างรองรับไม้กระดานในแนว ขวาง

4.18 หากไม่มีโครงสร้างรองรับไม้กระดานบนนั่งร้านในแนวตามไม้กระดาน แล้วโครงสร้างรองรับไม้กระดานในแนวตั้งฉากกับไม้กระดานต้องประกอบติดกับเสาโดยตรง

4.19 ปลายโครงสร้างรองรับไม้กระดานในแนวตั้งฉากกับไม้กระดานของต้องรองรับด้วยผนัง หรือโครงสร้างที่เหมาะสม

4.20 ระยะที่โครงสร้างรองรับไม้กระดานในแนวตั้งฉากกับไม้กระดานวางบนโครงสร้างรองรับต้องมีขนาดอย่างน้อย 10 เซนติเมตร

4.21 ขนาดของโครงสร้างรองรับไม้กระดานในแนวตั้งฉากกับไม้กระดานจะต้องเหมาะสมกับแรงที่ต้องรองรับ

4.22 ระยะระหว่างโครงสร้างรองรับไม้กระดานในแนวตั้งฉากกับไม้กระดานแต่ละอันต้องมีค่าคงที่

4.23 ระยะระหว่างโครงสร้างรองรับไม้กระดานในแนวตั้งฉากกับไม้กระดานแต่ละอันต้องมีค่าไม่เกิน 1 เมตร

4.24 หากโครงสร้างรองรับไม้กระดานในแนวตั้งฉากกับไม้กระดานถูกถอดออกก่อนจะเลิกใช้งานนั่งร้านจะต้องมีโครงสร้างยึดโยงเพื่อค้ำยันบริเวณที่โครงสร้างรองรับไม้กระดานในแนวตั้งฉากกับไม้กระดานถูกถอดออกทันที

โครงสร้างยึดโยง

4.25 โครงสร้างที่ใช้ทำนั่งร้านต้องมีโครงสร้างยึดโยงตลอดความสูงนั่งร้าน

4.26 มีโครงสร้างยึดโยงทุกตำแหน่งที่เป็นรอยต่อระหว่างเสากับโครงสร้างรองรับไม้กระดานบนนั่งร้านในแนวตามไม้กระดาน

4.27 นั่งร้านเดี่ยวต้องมีการยึดโยงในลักษณะเดียวกันกับนั่งร้านอื่นๆ

4.28 ต้องมีโครงสร้างยึดโยงเพื่อให้โครงสร้างทั้งหมดอยู่ในสมดุล

5. **นั่งร้านแขวน**

5.1 โครงแขวนคานลอย

- ครงแขวนคานลอยจะต้องมีกำลังในการรับน้ำหนักที่เพียงพอ มีความแข็งแรงและมีความสมดุล
- การติดตั้งจะต้องประกอบติดตั้งกับโครงสร้างอื่น โดยวิธีการติดตั้งที่เหมาะสมและแข็งแรง

5.2 ส่วนของโครงแขวนคานลอยที่ยื่นออกมาจากตึกห้ามเกิน 30 เซนติเมตร

5.3 โครงแขวนคานลอยจะต้องประกอบติดตั้งกับตึกด้วยสกรูหรืออื่นๆที่แข็งแรงเท่ากัน

5.4 สกรูจะต้องหนาพอและสามารถยึดโครงแขวนคานลอยกับตึกได้
หากโครงแขวนคานลอยผูกติดกับถุงถ่วงน้ำหนักจะต้องมีการผูกยึดกับถุงถ่วงน้ำหนักอย่างเหมาะสม

5.5 ตะขอเกี่ยวจะต้องมีกำลังในการรับน้ำหนักที่เพียงพอ

5.6 สกรูตัวสุดท้ายจะต้องอยู่ที่ตำแหน่งสุดท้ายของโครงแขวนคานลอย

เชือกสำหรับแขวน

5.7 เชือกสำหรับแขวนจะต้องทำจากวัสดุที่มีคุณภาพมี Fs= 10 สำหรับเชือก Fs= 6 สำหรับเหล็ก ปลายของเชือกต้องทำเป็นห่วง หรือ ปลายเหล็กจะต้องติดกับแหวน และเมื่อประกอบกับโครงแขวนคานลอยจะต้องติดสกรูให้เรียบร้อย

5.8 การดึงเชือกต้องดึงผ่านกว้านเพื่อให้นั่งร้านอยู่ในสภาวะสมดุลขณะที่ทำการดึงขึ้นลง

5.9 ป้องกันไม่ให้เชือกสัมผัสกับของร้อน

5.10 กว้านต้องติดอยู่บนยกพื้นด้วยตัวแขวน

พื้นนั่งร้าน

5.11 พื้นนั่งร้านต้องยาวไม่เกิน 8 เมตร และกว้างไม่เกิน 60 เซนติเมตร

5.12 พื้นนั่งร้านจะต้องผูกด้วยเชือกหรือโซ่ โดยมีระยะห่างไม่เกิน 3.5 เมตร และรองรับด้วยโครงสร้างขนานกับพื้นนั่งร้านโดยโครงสร้างนี้จะต้องผูกไว้ด้วยเชือกหรือโซ่ และระยะยื่นของพื้นนั่งร้านต้องไม่เกิน 75 เซนติเมตร

5.13 ห้ามต่อเชือกที่ปลายเชือก จะต้องต่อในตำแหน่งที่สามรถมัดให้แน่นได้

5.14 ยกพื้นต้องถูกแขวนไว้บนลวดเหล็กที่มีความแข็งพอ

5.15 ไม้กระดานที่อยู่ใต้ไม้รองเดินจะต้องมีความแข็งแรงและผูกติดกันไว้แน่น

การดำเนินงาน

5.16 ห้ามคนงานจำนวนมากกว่า 2 คน ทำงานบนนั่งร้านแขวนพร้อมกัน

5.17 ห้ามต่อเชื่อมนั่งร้านแขวนสำหรับคนงาน

5.18 เมื่อไม่ใช้งานนั่งร้านแขวนจะต้องผูกนั่งร้านแขวนนั้นไว้กับตึกหรือวางไว้ที่พื้นดินและเก็บเครื่องมือกับวัสดุอื่นบนนั่งร้านแขวนเข้าที่ให้เรียบร้อย

5.19 ควรมีการทดสอบกำลังในการรับน้ำหนักของนั่งร้านแขวนด้วยน้ำหนัก 2 เท่าของน้ำหนักที่บรรทุกที่ระดับสูงกว่าพื้นดินเล็กน้อย

5.20 นั่งร้านแขวนที่ให้คนงานนั่งทำงานจะต้องห่างจากตัวผนังอย่างน้อย 45 เซนติเมตร เพื่อป้องกันหัวเข่าของคนงานชนกับผนังขณะที่มีการแกว่ง

5.21 ขณะที่ไม่มีการใช้งานนั่งร้านแขวนจะต้องล๊อคเชือกที่ใช้แขวนให้เรียบร้อย

6. นั่งร้านแขวนที่ควบคุมด้วยเครื่องจักร

โครงสร้างนั่งร้านแขวน

6.1 โครงสร้างนั่งร้านแขวนจะต้องมี 5.1 , 5.4 , 5.6 , 5.7 ประกอบอยู่ด้วย

6.2 ใช้หลักความปลอดภัยทางวิศวกรรม ควบคุมการทำงานของโครงสร้างนั่งร้านแขวน

6.3 ให้ใช้ลวดเหล็กเป็นอุปกรณ์ยึดโครงสร้างนั่งร้านแขวนตาม 5.8 , 5.9

6.4 ต้องมีเชือกค้างในกว้าน 2 รอบที่ระยะต่ำสุดของโครงสร้างนั่งร้านแขวน

6.5 เชือกหรือลวดเหล็กต้องผูกอยู่ในแนวดิ่งกับโครงสร้างนั่งร้านแขวน

6.6 จุดผูกหรือจุดต่อระหว่างเชือกกับโครงสร้างนั่งร้านแขวนจะต้องมีอุปกรณ์ยึดที่มั่นคง

เครื่องแขวน

6.7 ควรสร้างและติดตั้งเครื่องแขวนและทิศทางการเคลื่อนที่ของเครื่องแขวนจะต้องง่ายต่อการเข้าไปทำงานและตรวจวัด

6.8 แต่ละชิ้นส่วนของโครงสร้างของเครื่องแขวนจะต้องติดตั้งด้วยอุปกรณ์ติตั้งที่เหมาะสม

6.9 กว้านต้องมีระบบการหยุดในตัวกว้านเอง มีระบบเฟืองและแกนบังคับที่จะหยุดเครื่องแขวนให้ได้ในแนวระดับและมีระบบการย้อนกลับของเฟืองและแกนบังคับ

6.10 หากเครื่องยกควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยเครื่องยนต์ เครื่องยนต์นั้นต้องมีระบบในการหยุดการทำงานทันทีที่มีการสัมผัสสวิทต์

6.11 ต้องมีการตรวจสอบเส้นทางการเคลื่อนที่ของเครื่องแขวนอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

6.12 เมื่อเปลี่ยนตำแหน่งของเครื่องยกต้องมีการตรวจสอบและซ่อมแซนก่อนการใช้งานใหม่เสมอ

ยกพื้น

6.13 ยกพื้นควรประกอบด้วย 5.14

6.14 ยกพื้นต้องมีความยาวไม่เกิน 8 เมตร และความกว้างไม่เกิน 1.5 เมตร

การดำเนินงาน

6.15 ขณะที่ทำงานบนนั่งร้านแขวนขนาดใหญ่ต้องมั่นใจว่าเชือกที่ต่อกับกว้านมีระบบล๊อคแล้ว

6.16 ต้องป้องกันการแกว่งไปชนตึกหรืออาคารข้างเคียง เช่น จัดให้มีเชือกผูก เป็นต้น

6.17 เมื่อไม่มีการใช้งานต้องต้องนำเครื่องมือทุกชนิดออกจากนั่งร้านแขวนและผูกนั่งร้านแขวนให้หยุดนิ่งอยู่ที่พื้นดิน

7. นั่งร้านแขวนอยู่บนคานยื่น

7.1 การประกอบติดตั้งจุดต่อหรือจุดผูกต่างๆควรทำจากภายในและคานยื่นจะต้องมีหน้าตัดและความยาวเพียงพอเพื่อจะรับน้ำหนักได้อย่างสมดุลอีกทั้งต้องมีค้ำยันและอุปกรณ์ยึดโยงที่เหมาะสม

7.2 ส่วนของอาคารจะต้องแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักนั่งร้านแขวน

7.3 หากพื้นนั่งร้านส่วนที่รับน้ำหนักเป็นส่วนที่ยื่นออกมาจากผนังจะต้องทำค้ำยันและโครงสร้างยึดโยงที่แข็งแรงและเพียงพอ

7.4 ช่วงระหว่างคานห้ามเกิน 1.8เมตร

7.5 พื้นของนั่งร้านจะต้องวางอยู่บนโครงสร้างที่แข็งแรง

7.6 พื้นนั่งร้านห้ามกว้างเกิน 1.5 เมตร

7.7 ห้ามวางวัสดุและเครื่องมือบนพื้นของนั่งร้านยกเว้นในกรณีจะใช้งานในขณะนั้น

8. นั่งร้านบันได

8.1 นั่งร้านบันไดควรใช้ในงานที่รับน้ำหนักเบาและเหมาะสมกับงานบางประเภทเท่านั้นบันได

8.2 เสาของนั่งร้านบันไดจะต้องฝังอยู่ในดินโดยความลึกของเสาขึ้นกับประเภทของดิน ขาของบันได ทั้งสองข้างต้องวางอยู่บนไม้กระดานหรือแผ่นเหล็กเพื่อป้องกันการลื่นไถล

8.3 หากมีการขยายความสูงของบันไดจะต้องให้ระยะทาบระหว่างบันไดทั้งสองจะต้องมากกว่า 1.5 เมตรและบันไดจะต้องมีตะข้อเกี่ยวที่จุดต่อที่มีลวดเหล็กพันไว้อีกทั้งจะต้องมีสายยึดโยงไว้ที่จุดต่อด้วย

การยึดโยง

8.4 บันไดเดี่ยวจะต้องมียึดโยงในแนวเอียงตลอดความยาวบันไดชั้นเว้นชั้น

8.5 ต้องมีการยึดโยงบันไดและนั่งร้านทุกตำแหน่งที่มีการไขว้กันของโครงสร้าง

8.6 บันไดคู่จะต้องมีการยึดโยงในแนวเอียงที่เหมาะสม

8.7 บันไดคู่จะต้องมีการยึดโยงดังข้อ 8.5

จุดยึด

8.8 หากบันไดผูกยึดไว้กับตึกหรืออาคารข้างเคียง

- จะต้องมีการผูกติดกับทุกๆชั้นของตึก
- ระยะระหว่างจุดยึดโยงในแนวดิ่งห้ามเกิน 4.5 เมตร
- ห้ามขยายบันไดเกิน 3 เมตรจากจุดยึดโยงสูงสุด

9. นั่งร้านท่อเหล็ก

ข้อบังคับทั่วไป

9.1 วัสดุต้องมีความแข็งแรงเพียงพอและมีกำลังรับน้ำหนักเป็น 4 เท่าของน้ำหนักบรรทุก

9.2 จุดต่อระหว่างแต่ละชิ้นส่วนจะต้องมีการผูกมัดที่เหมาะสมและแข็งแรง

9.3 จุดต่อที่อาจเกิดอุบัติเหตุขึ้นได้จะต้องมีการป้องกันโดยการยึดโยงโครงเหล็กในแนวเอียงที่เพียงพอและเหมาะสม

9.4 การติดตั้งนั่งร้านโดยเครื่องมือไฟฟ้าจะต้องมีผู้มีอำนาจควบคุมดูแลขณะที่มีการดำเนินงานทุกครั้ง

9.5 เหล็กที่ใช้จะต้องเป็นเหล็กตรง ไม่มีสนิม รอยกร่อน และตำหนิใดๆที่อาจก่อให้อันตรายในการทำงาน

9.6 ปลายท่อต้องวางบนแผ่นเหล็กสี่เหลี่ยมเพื่อกระจายแรงกดที่จุดนั้นลงพื้นดิน

9.7 เลือกท่อที่มีขนาดพอเหมาะกับแรงที่กระทำโดยเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยที่สุดคือ 5เซ็นติเมตร

9.8 เสาของนั่งร้านจะต้องวางอยู่ในแนวดิ่ง

9.9 รอยต่อระหว่างเสากับโครงสร้างอื่นจะต้องแข็งแรงและสนิทดีกับโครงสร้างอื่นเพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ในแนวราบ และเพื่อป้องกันการเซจะต้องห้ามมิให้มีการต่อเชื่อมในระดับเดียวกันของแต่ละจุดในชั้นเดียวกัน

9.10 ระยะระหว่างเสาห้ามเกิน

- 1.8 เมตร สำหรับนั่งร้านที่รับน้ำหนัก 350 กิโลกรัมต่อตารางเมตร
- 2.3 เมตร สำหรับนั่งร้านที่รับน้ำหนัก 125 กิโลกรัมต่อตารางเมตร

เหล็กในแนวราบที่วางขนานกับพื้นไม้กระดานบนนั่งร้าน

9.11 เหล็กส่วนนี้จะต้องขยายยาวเป็น 2 ช่วงเสาและผูกติดกับเสาทุกต้นในระดับเดียวกันอย่างแข็งแรง

9.12 การผูกเหล็กส่วนนี้จะต้องห้ามผูกข้ามระหว่างชั้นของนั่งร้าน

9.13 ระยะในแนวดิ่งของเหล็กในแนวราบนี้จะห้ามเกิน 2 เมตร

9.14 หากท่อเหล็กผูกติดหรือฝังอยู่ในผนังอิฐแล้วจะต้องมีแผ่นเหล็กประกับตอกติดที่จุดต่อด้วย

9.15 หากมีการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนตำแหน่งของพื้นนั่งร้านจะต้องเคลื่อนย้ายเหล็กส่วนนี้ออกเพื่อรักษาความสมดุลของนั่งร้าน

เหล็กในแนวตั้งฉากกับแผ่นไม้กระดานบนนั่งร้าน

9.16 นั่งร้านที่ทำจากท่อเหล็กจะอนุญาติให้มีเหล็กในแนวตั้งฉากเพียงอันเดียวต่อหนึ่งหัวเสาเท่านั้น

9.17 ระยะห่างระหว่างเหล็กในแนวตั้งฉากกับแผ่นไม้กระดานต้องมีค่าไม่เกิน 1.5 เมตร

9.18 ระยะห่างระหว่างเหล็กในแนวตั้งฉากกับแผ่นไม้กระดานต้องมีค่าไม่เกิน 0.9 เมตรสำหรับนั่งร้านที่ต้องรับน้ำหนักสูงและต้องมีค่าไม่เกิน 1.15 เมตรสำหรับนั่งร้านที่ต้องรับน้ำหนักเบา

9.19 หากเหล็กในแนวตั้งฉากกับแผ่นไม้กระดานฝังอยู่ในผนังตึกจำเป็นต้องมีค้ำยันลึก 10 เซนติเมตร

จุดยึด

9.20 กรณีที่เป็นเสาเดี่ยวจะต้องมีจุดยึดกับตัวอาคารข้างเคียงเพียงข้างเดียว

9.21 จุดยึดจะต้องอยู่ห่างจากจุดต่อระหว่างเสากับเหล็กชิ้นส่วนอื่นหรือยึดติดกับผนังในกรณีที่มีการยึดโยงกับเสาตัวถัดไปจะต้องป้องกันการไถลของนั่งร้านก่อน

รั้วกันตก

9.22 จัดการให้มีขอบกันตกที่ยึดแน่นกับนั่งร้าน

9.23 รั้วกันตกต้องประกอบติดกับเสาทุกๆต้นของนั่งร้าน

9.24 หากมีระบบป้องกันอุบัติเหตุที่ดีเพียงพอแล้วไม่จำเป็นต้องมีการยึดโยงในแนวเอียงอีก การประกอบติดตั้งด้วยการผูกมัด

- ทุกๆตำแหน่งที่มีการประกอบติดตั้งเข้าด้วยกันจะต้องมีการผูกติดกันโดยลวดเหล็กคุณภาพดีด้วยวิธีการมัดที่ดี

9.25 ในการผูกโครงเหล็กในแต่ละชิ้นส่วนเข้าด้วยกันนั้นห้ามไม่ให้เกิดการขยายหรือดึงให้โครงสร้างนี้ยาวยิ่งขึ้นอีกทั้งต้องป้องกันไม่ให้ลวดเหล็กที่นำมาผูกยึดตัวด้วย

9.26 ห้ามไม่ให้มีการถ่ายเทแรงดึงในตำแหน่งที่มีการผูกเหล็ก

10. นั่งร้านที่เคลื่อนที่ได้

10.1 นั่งร้านที่เคลื่อนที่ได้จะต้องวางอยู่บนล้อที่แข็งแรงและสามารถรับน้ำหนักของบรรทุกได้

10.2 นั่งร้านที่เคลื่อนที่ได้จะต้องใช้งานบนพื้นที่อยู่ในแนวระดับและมั่งคงเพียงพอเท่านั้น

10.3 ความสูงของนั่งร้านที่เคลื่อนที่ได้ห้ามเกิน 4 เท่าของด้านที่แคบที่สุดของนั่งร้านที่เคลื่อนที่ได้

10.4 บันไดทางเข้าจะต้องเป็นโครงสร้างที่ติดอยู่กับนั่งร้านที่เคลื่อนที่ได้อย่างถาวรตลอดการใช้งาน

10.5 เมื่อมีการทำงานบนนั่งร้านที่เคลื่อนที่ได้จะต้องล็อคล้อก่อนการดำเนินการเสมอ

10.6 ห้ามไม่ให้มีคนงานอยู่บนนั่งร้านที่เคลื่อนที่ได้ขณะที่มีการเคลื่อนที่นั่งร้าน

10.7 ก่อนที่จะเคลื่อนที่นั่งร้านนี้จะต้องนำวัสดุหรือเครื่องมือที่วางบนนั่งร้านนั้นลงเพื่อป้องกันการตกขณะที่มีการเคลื่อนย้ายนั่งร้าน

หน้าที่ของคนงาน

1.ทำงานในหน้าที่ความรับผิดชอบของตน และทำทุกสิ่งเพื่อรักษาความปลอดภัยของทั้งตนเองและของเพื่อนร่วมงาน

2.ก่อนเริ่มงานคนงานจะต้องสำรวจหน้างานและตำแหน่งของงานที่จะต้องเข้าไปทำงาน อีทั้งพิจารณาถึงความพร้อมของวัสดุ เครื่องมือ เครื่องจักรที่ใช้ในการทำงานเพื่อหาจุดบกพร่องและหาทางแก้ไขก่อนการเริ่มทำงานและรายงานผลของการสำรวจเบื้องต้นนี้ให้ผู้ควบคุมงานทราบก่อน

3.คนงานต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุส่วนบุคคลทุกประเภทที่ทางหน่วยงานกำหนด

4.ห้ามคนงานเคลื่อนย้ายตำแหน่งของอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุภายในหน่วยงานยกเว้นในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุขึ้น

5.ห้ามคนงานเปิดเครื่องจักรหรือใช้เครื่องจักรอื่นที่ไม่อยู่ในความรับผิดชอบของตนเด็ดขาด

6.ห้ามคนงานแอบหลับหรือพักผ่อนในบริเวณที่เป็นอันตรายเช่น บนนั่งร้าน บนรถบรรทุก บนผนังหรือในบริเวณที่มีก๊าซพิษ เป็นต้น

7.ห้ามคนงานละเลยไม่ใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุที่หน่วยงานกำหนดหรือละเลยไม่ปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อทั้งตัวคนงานเองและผู้ร่วมงาน

8.คนงานต้องมีสมาธิในการทำงานโดยเฉพาะงานที่อาจเป็นอันตรายได้ในขณะที่มีการดำเนินงาน

9.คนงานจะต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุและใส่ชุดทำงานที่เหมาะสมกับประเภทของงานที่ทำ

10. คนงานต้องจัดเก็บวัสดุและเครื่องมือที่ใช้ในการทำงานในสถานที่เก็บอย่างถูกต้อง

สัญญาณและสัญญาณที่ใช้ในการดำเนินงาน

1.รหัสของสัญญาณ

1.1 คนงานต้องเรียนรู้สัญญาณที่ใช้ในการดำเนินงานเพื่อความปลอดภัยในการทำงาน

1.2 ควรเลือกใช้สัญญาณในการดำเนินงานที่เป็นสากลยอมรับกันทั่วไป

1.3 ต้องปิดป้ายประกาศเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยว กับสัญ าณที่ใช้ในการทำงานภายในหน่วยงานในสภานที่ที่สังเกตุได้ง่าย

1.4 ผู้ควบคุมงานต้องทดสอบคนงานว่ามีความเข้าใจในสัญญาณที่กำหนดเพื่อความมั่นใจว่าจะทำงานได้อย่างปลอดภัย

1.5 สัญญาณต่างๆที่ใช้จะต้องมีความหมายเดียว

2.ผู้ให้สัญญาณ

2.1 ผู้ให้สัญญาณต้องเป็นผู้มีความรู้ในงานที่จะทำ

2.2 คนงานแต่ละคนจะต้องฟังคำสั่งของผู้ให้สัญญาณเพียงคนเดียวเท่านั้น

2.3 ผู้ให้สัญญาณห้ามดำเนินงานในกิจกรรมอื่นขณะที่ทำหน้าที่ให้สัญญาณ

2.4 ต้องตกลงสัญญาณของการหยุดให้สัญญาณ

3.การดำเนินการ

3.1 ห้ามมิให้มีการดำเนินการใดๆก่อนการให้สัญญาณ

3.2 ห้ามใช้สัญญาณที่ไม่ได้มีการกำหนดกันไว้ก่อนการเริ่มงาน

3.3 คนงานทุกคนที่ทำงานอยู่จะต้องได้ยินเสียงของการให้สัญญาณอย่างชัดเจน

3.4 ผู้ให้สัญญาณต้องอยู่ในตำแหน่งที่ทุกคนในบริเวณที่ทำงานเห็นได้ง่าย

3.5 หากสัญญาณที่ใช้เข้าใจได้ยากจะต้องหยุดใช้งานสัญญาณนั้นโดยทันที

3.6 ห้ามผู้ให้สัญญาณให้สัญญาณใดกับผู้ขับเครื่องจักรหากผู้ให้สัญญาณพบว่าเส้นทางที่ใช้ในการเดินทางยังไม่พร้อมที่จะใช้งาน

4.เครื่องมือที่ใช้ในการให้สัญญาณ

4.1 ผู้ให้สัญญาณจะต้องอยู่ในตำแหน่งที่ปลอดภัยจาการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร วัสดุตกใส่ และทั้งผู้ให้สัญญาณและผู้รับสัญญาณจะต้องไม่ถูกบดบังทิศทางการมองเห็น

4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการให้สัญญาณจะต้องมีประสิทธิภาพขณะใช้งาน มีการติดตั้งที่เหมาะสม มีการตรวจสอบผลการทำงานอยู่เสมอและเก็บอยู่ในที่ที่เหมาะสม

4.3 ผู้เลือกสัญญาณจะต้องเป็นผู้เชี่ยวชาญในงานเท่านั้น

4.4 การส่งสัญญาณวิทยุจะต้องส่งสัญญาณที่ชัดเจนระหว่างผู้ส่งสัญญาณและผู้รับสัญญาณ

4.5 เครื่องส่งสัญญาณวิทยุจะต้องไม่ถูกกระทบจากสัญญาณภายนอก

4.6 หากทำงานในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็กจะต้องระมัดระวังการส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุเพราะจะทำให้ได้สัญญาณที่ผิดพลาดได้

สถานที่ทำงานและเครื่องจักร

1.ทางเข้าและทางออกหลัก

1.1 จัดให้มีทางเข้าทางออกที่เหมาะสมแข็งแรงและปลอดภัยสำหรับทุกๆทางเข้าและทางออกที่มีในหน่วยงาน

1.2 ต้องดูแลทางเข้าออกหลักภายในหน่วยงานให้ปลอดภัยอยู่เสมอ

1.3 สำหรับทางเข้าออกที่อยู่ในสภาพที่อาจเกิดอันตรายกับคนงานภายในหน่วยงานในขณะที่มีการปฏิบัติงาน ทางหน่วยงานจะต้องดูแลให้คนงานใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสมทุกครั้งที่มีการเข้าออกบริเวณหน่วยงาน

2.ความร้องแสงสว่างและระบบระบานอากาศ

2.1 ในระหว่างที่คนงานปฏิบัติงานจะต้องควบคุมอุณหภูมิภายในหน่วยงานไม่ให้ร้อนหนือเย็นจนเกินไป

2.2 ในสภาวะอากาศที่ร้อนหรือหนาวจนเกินไปทางหน่วยงานจะต้องจัดหาเครื่องทำความเย็นหรือเครื่องทำความร้อน ควบคู่กับการดำเนินการตามข้อ 4.13

ความสว่าง

2.3 ต้องจัดหาเครื่องมือในการตรวจวัด และป้องกันฝุ่นควัน ไอน้ำที่เกิดขึ้นขณะที่มีการดำเนิงานภายในหน่วยงานหรือเกิดจากเครื่องจักรในขณะที่เครื่องจักรมีการทำงาน

2.4 หากแสงสว่างตามธรรมชาติไม่เพียงพอจะต้องจัดการติดตั้งหลอดไฟ เพื่อเพิ่มความสว่างขึ้นภายในหน่วยงาน ทั้งในบริเวณที่ทำงานและบริเวณทางเข้าและทางออก

2.5 หลอดไฟและอุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้าภายในหน่วยงานจะต้องไม่เป็นอุปสรรคในการดำเนินงานหรือทำให้เกิดอันตรายขึ้นภายในหน่วยงานเช่นแสงสว่างจ้าจนเกินไป หรือเกิดเงาขึ้นขณะที่มีการดำเนินงาน

2.6 ในโคมไฟหรือในหลอดไฟที่ใช้ในหน่วยงานจะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันการแตกหักหรือการระเบิดของโคมไฟหรือในหลอดไฟที่ใช้นั้น

ระบบระบายอากาศ

2.7 ในพื้นที่ทำงานที่เป็นสถานที่ปิดจะต้องจัดให้มีระบบระบายอากาศที่เพียงพอเหมาะสมเพื่อให้มีอากาศที่บริสุทธิ์เกิดขึ้นตลอดเวลาที่มีการดำเนินงาน

2.8 ในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากฝุ่นที่เกิดจากสเปรย์ การทำความสะอาด หรือการแตกกระจายของวัสดุ นอกจากนี้จะต้องพิจารณาถึงพื้นที่ได้รับผลกระทบจากก๊าซพิษที่เกิดขึ้นขณะที่มีการปฏิบัติงาน โดยทางหน่วยงานจะต้องจัดระบบระบายอากาศที่เหมาะสม และจะต้องให้ความสนใจกับการควบคุมระบบการระบายอากาศที่มีในหน่วยงานในบริเวณที่มีการขับรถบรรทุก ที่บังคับควบคุมปั้นจั่น และพื้นทำงานที่มีลักษณะเป็นสถานที่ปิด

2.9 ในพื้นที่ทำงานที่ไม่สามารถสร้างระบบระบายอากาศเสียก๊าซพิษหรือฝุ่นที่เหมาะสมได้ ดังนั้น ทางหน่วยงานจะต้องจัดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดจากอากาศเสียก๊าซพิษหรือฝุ่น ให้กับคนงานทุกคนที่ต้องดำเนินงานในบริเวณนั้น

3.สถานที่เก็บวัสดุและเครื่องมือ

3.1 ไม่ควรให้วัสดุที่เสื่อมสภาพ แตกหัก หรือวัสดุที่เสียแล้ว และวัสดุที่ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้งานในบริเวณที่ทำงาน วางเกะกะในบริเวณสถานที่ทำงาน บริเวณทางเข้าออก หรือทางเดินภายในหน่วยงานเพราะอาจจะทำให้เกิดอันตรายได้

3.2 ควรถอนตะปูหรืองอตะปูที่โผล่ขึ้นมาเหนือระดับในแนวราบ เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากขณะดำเนินงาน

3.3 ไม่ควรนำวัสดุและอุปกรณ์มาวางไว้ในตำแหน่งที่อาจก่อให้เกิดอันตรายจากการตกลงสู่ระดับล่างได้ หรืออยู่ในตำแหน่งซึ่งอาจกระทบตัวคนงานที่ทำงานในบริเวณใกล้เคียง

3.4 ไม่ควรกองวัสดุหรือเศษวัสดุและซากปรักหักพังที่เหลือจากการดำเนินงานก่อสร้าง ไว้ในบริเวณสถานที่ทำงาน

3.5 หากพบว่าสถานที่ทำงานมีบริเวณซึ่งอาจเกิดอันตรายจากการลื่นล้มภายในหน่วยงานได้ ทางหน่วยงานจะต้องทำความสะอาดพื้นที่อันตรายนั้นๆก่อนเริ่มทำงาน

3.6 หลังจากใช้งานเครื่องจักรที่เคลื่อนที่ได้แล้ว ทางหน่วยงานจำเป็นจะต้องจัดเก็บเครื่องจักรนั้นในสถานที่จัดเก็บที่เหมาะสม

4.ระบบป้องกันไฟไหม้

เครื่องป้องกันไฟไหม้

4.1 สถานที่ทำงานของคนงานจะต้องมี

- อุปกรณ์ป้องกันไฟไหม้ที่เหมาะสม
- มีภาชนะที่ใช้ในการบรรจุน้ำและน้ำที่จะใช้ในการดับไฟในปริมาณที่เพียงพอ

4.2 ผู้เชี่ยวชาญและคนงานทุกคนที่อยู่ภายในหน่วยงานจะต้องผ่านการฝึกอบรมการดับเพลิงและรู้วิธีการใช้เครื่องมือดับเพลิงทุกคน

4.3 จะต้องมีบุคคลซึ่งผ่านการอบรมการดับเพลิงและรู้วิธีการใช้เครื่องมือดับเพลิงอยู่ภายในหน่วยงานตลอดเวลา

4.4 ควรมีผู้เชี่ยวชาญมาตรวจสอบการใช้งานของระบบป้องกันเพลิงไหม้ภายในหน่วยงานอยู่ตลอดเป็นระยะๆ และมีการดูแลบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ

4.5 จะต้องมีการจัดเก็บอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้เครื่องมือดับเพลิงอย่างเป็นระเบียบและพร้อมที่จะนำมาใช้งานอยู่เสมอ

4.6 เครื่องมือที่ใช้ในการดับเพลิงจะต้องวางอยู่ในตำแหน่งซึ่งมองเห็นได้ง่าย

4.7 ต้องจัดอุปกรณ์ที่ใช้ในการดับเพลิงไว้ในตำแหน่งดังต่อไปนี้

- ทุกๆตึกที่มีวัสดุที่ติดไฟง่ายวางหรือเก็บไว้
- ทุกๆตำแหน่งที่มีการเชื่อมหรือตัดวัสดุดำเนินงานอยู่
- ทุกๆชั้นของอาคารที่มีการดำเนินงานอยู่และทุกๆตำแหน่งที่มีการจัดเก็บอุปกรณ์ติดไฟง่ายวางไว้

4.8 ต้องติดตั้งสารเคมีที่ใช้ในการดับไฟชนิดแห้งไว้ในบริเวณดังต่อไปนี้

- ในบริเวณที่มีสารละลายที่ติดไฟง่ายเก็บไว้
- ในบริเวณที่มีน้ำมันหรือในบริเวณที่มีเครื่องจักรที่ให้ก๊าซที่มีความร้อนสูง
- ในบริเวณที่มีการใช้ทาร์หรือใช้แอสฟัลส์ในการทำงาน
- ในบริเวณที่มีอันตรายจากการใช้ไฟฟ้าสูง

4.9 เครื่องดับเพลิงจะต้องมีความสามารถเพียงพอที่จะดับไฟที่เกิดจากการพังทลายหรือระเบิดของเครื่องจักรได้

4.10 ควรเก็บอุปกรณ์ดับเพลิงในที่ซึ่งปราศจากการรบกวนจากการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศภายนอก

4.11 เครื่องดับเพลิงที่ทำมาจากการ ครอริเนทไฮโดรคาร์บอนหรือ คาร์บอนเทตตะคลอไรด์ ไม่ควรนำมาใช้ในการดับไฟในสถานที่จำกัด

4.12 การติดตั้งท่อน้ำหรือสายส่งน้ำสำหรับใช้ในการดับเพลิงในอาคารจะต้อง

- ติดตั้งตามจุดที่เหมาะสม ทันทีที่การก่อสร้างได้ดำเนินไปถึงจุดนั้น
- มีวาวล์สำหรับเปิดปิด ท่อน้ำหรือสายส่งน้ำที่เหมาะสม
- มีหัวฉีดที่ใช้ในการควบคุมการฉีดที่เหมาะสม
- มีจุดที่ใช้ต่อกับแหล่งจ่ายน้ำสาธารณะที่เหมาะสม

วัสดุที่มีการติดไฟได้ง่าย

4.13 วัสดุที่มีการติดไฟได้ง่ายเช่นขี้เลื่อย วัตถุที่เคลือบน้ำมันไว้ เศษไม้ เป็นต้น ควรเก็บไว้ห่างจากหน่วยงานหรือบริเวณที่ทำงาน

4.14 ไม่ควรเก็บเสื้อน้ำมันหรือวัสดุที่ติดไฟได้ง่ายไว้ในสถานที่จำกัด

4.15 ควรเก็บปูนขาวไว้ในที่แห้งเพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาเคมีที่อาจให้ความร้อนสูงมาก

4.16 หากมีขยะที่เป็นเศษน้ำมัน หรือวัสดุที่มีน้ำมันเป็นส่วนประกอบจะต้องมีการเก็บขยะเหล่านี้ไว้ในที่ซึ่งป้องกันการเกิดไฟไหม้ได้

4.17 ห้ามสูบบุหรี่หรือทำให้เกิดประกายไฟในบริเวณที่มีวัสดุไวไฟวางไว้

สารละลายที่ติดไฟได้ง่าย

4.18 ต้องเก็บสารละลายที่ติดไฟได้ง่ายในที่เก็บซึ่งปลอดภัย มีกระบวนการขนส่งที่ปลอดภัย และมีระบบการควบคุมอันตรายหากต้องใช้งานในพื้นที่ที่จำกัด

4.19 ห้ามเก็บน้ำมันที่ใช้สำหรับเครื่องจักรร้องไว้ภายในบริเวณสถานที่ทำงานยกเว้นจะมีการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุแล้ว

4.20 ห้ามเก็บน้ำมันไว้ในบริเวณทางออกหลักของหน่วยงาน

การตรวจสอบและผู้เชี่ยวชาญ

4.21 ควรมีการตรวจสอบในบริเวณที่มีความเสี่ยงในการทำงานสูงเช่น บริเวณที่มีความร้อนสูง บริเวณที่มีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า บริเวณที่มีการติดตั้งหรือจัดเก็บสารละลายที่ไวไฟ บริเวณที่มีการกองเก็บวัสดุไวไฟ บริเวณที่มีการเชื่อม บริเวณที่มีเครื่องจักรกลที่มีการเผาไหม้ภายในหรือในบริเวณที่มีการติดตั้งหลังคาร้อนเป็นต้น

4.22 หากมีความจำเป็นที่จะต้องป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นภายในหน่วยงาน ทางผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบจะต้องทำงานอยู่ภายในหน่วยงานตลอดเวลา

การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

4.23 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าให้ดำเนินการตามบทที่ 17

การสังเกตและการติดตั้งป้ายเตือน

4.24 ควรมีป้ายสำหรับบอกตำแหน่งของอุปกรณ์ป้องกันเพลิงไหม้ มีระบบเตือนภัยจากไฟไหม้และควรมีเบอร์โทรศัพท์และที่อยู่ของสถานีดับเพลิงติดไว้ในตำแหน่งที่สังเกตเห็นได้ชัด

5.การป้องกันอันตรายจากการตกของวัตถุ หรือการพังทลายของโครงสร้างและวัสดุ

5.1 ควรจัดตาข่ายที่มีความแข็งแรงและมีขนาดที่พอเหมาะ มาติดตั้งเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นภายในหน่วยงาน หรือมีการเตือนให้คนงานระวังการโดนวัสดุกระแทก ในแนวระดับหรือโดนวัสดุตกจากด้านบนลงมากระทบ

5.2 ห้ามโยนหรือขวางวัสดุ เช่น วัสดุที่ใช้ในการทำนั่งร้าน เศษวัสดุและเครื่องมือต่างๆที่อาจก่อให้เกิดอันตรายในการดำเนินงานได้

5.3 หากมีความจำเป็นที่จะต้องทิ้งวัสดุลงสู่ด้านล่างจะต้องจัดให้มีตาข่าย รั้วกั้น กำบังที่เหมาะสม และเพียงพอที่จะกำบังคนงานในบริเวณนั้นและจะต้องมีผู้ควบคุมงานที่มีความเชี่ยวชาญควบคุมอยู่ด้วยเสมอ

5.4 ห้ามผู้ที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการทำงานเข้าใกล้บริเวณ ไซโล รางขนส่ง และอุปกรณ์ก่อสร้างที่กำลังดำเนินงานอยู่ ยกเว้นในกรณีที่มีความจำเป็นต้องเข้าออกในบริเวณนั้นเป็นพิเศษ หรือคนงานมีการใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสมเช่นเข็มขัดนิรภัยและสายช่วยชีวิตแล้วหรือมีผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่รับผิดชอบดูแลอยู่

5.5 หากมีความจำเป็นจะต้องสร้างค้ำยันรองรับโครงสร้างที่มีการดำเนินการประกอบติดตั้ง ซ่อมแซม ดูแลบำรุงรักษาหรือบางส่วนของโครงสร้างที่ต้องการทำลายนั้น ทางหน่วยงานจะต้องจัดหาวัสดุที่มีความเหมาะสมในการค้ำยัน และควรมีการเตือนภัยหากมีอันตรายเกิดขึ้น

6.การป้องกันคนตกจากที่สูง

ราวกันตกและขอบกันตก

6.1 ราวกันตกและขอบกันตกที่ใช้เป็นรั้วของช่องเปิด ผนังเปิด ทางเดินที่มีสภาพเป็นอันตรายและอาจทำให้คนงานตกได้ นั้นจะต้องทำมาจากวัสดุที่แข็งแรง มีกระบวนการก่อสร้างที่ดี มีกำลังรับน้ำหนักที่เพียงพอ ทางหน่วยงานจะต้องสร้างราวกันตกและขอบกันตกในตำแหน่งที่ต้องทำงานในระดับที่สูงกว่าระดับด้านล่าง 1-1.15 เมตร และรั้วที่ใช้กั้นจะต้องมีเชือกหรือโซ่ที่เหมาะสม 2 เส้นที่มีการประกอบติดตั้งและรองรับที่แข็งแรง โดยขอบกั้นกันของตกจะต้องแข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักของคนงานที่ลื่นไถลหรือกั้นวัสดุที่ลื่นไถลจะตกลงสู่ด้านล่าง

6.2 เชือกหรือโซ่ที่ใช้ทำรั้วกั้นกันตกเส้นล่างจะต้องอยู่ระหว่างเชือกหรือโซ่เส้นบนและขอบบนของขอบกั้นกันของตกที่อยู่ด้านล่าง

6.3 จะต้องมีการตรวจสอบจำนวนและกำลังรับน้ำหนักของเสาแต่ละต้นที่รับน้ำหนักของราวกันตกและขอบกันตกอยู่เสมอว่าอยู่ในสภาพที่สมดุลและแข็งแรงเพียงพอ

6.4 ขอบกั้นกันของตกที่เท้าจะต้องสูงอย่างน้อย 15 เซนติเมตร และแข็งแรงเพียงพอ

6.5 ราวกันตกและขอบกันตกที่ใช้เป็นรั้วจะต้องประกอบติดตั้งแยกออกจากส่วนของอาคารและมีการดูแลรักษาและซ่อมแซมอยู่เสมอ

6.6 พื้นที่มีช่องเปิดจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการตกดังแสดงในข้อที่6.8-6.12 และควรจะมีราวกันตกและขอบกันตกที่ใช้เป็นรั้วในทุกๆตำแหน่งที่มีช่องเปิดอยู่ในบริเวณของหน่วยงาน

6.7 หากมีความจำเป็นจะต้องถอดอุปกรณ์ป้องกันการตกออกจะต้องจัดหาอุปกรณ์ป้องกันการตกชนิดอื่นมาติดตั้งแทนที่ทันที

6.8 อุปกรณ์ป้องกันการตกประเภทที่ใช้สำหรับปิดช่องเปิดจะต้องทำจากวัสดุที่สามารถรับแรงกระแทกจากรถที่จราจรไปมาข้างบนได้

6.9 อุปกรณ์ป้องกันการตกประเภทที่ใช้สำหรับปิดช่องเปิดจะต้องมีการประกอบติดตั้งที่เหมาะสมและในตำแหน่งที่เป็นจุดต่อจะต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากการเคลื่อนที่ การตก การลื่นไถลของวัสดุที่ใช้ปิดช่องเปิดนั้นในขณะที่มีการดำเนินงานอยู่

6.10 อุปกรณ์ป้องกันการตกประเภทที่ใช้สำหรับปิดช่องเปิดจะต้องไม่ขัดขวางการจราจรที่เกิดขึ้นภายในหน่วยงาน

6.11 วัสดุที่ใช้ทำอุปกรณ์ป้องกันการตกและการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันการตกประเภทที่ใช้สำหรับปิดช่องเปิดจะต้องแข็งแรงและมีระยะห่างระหว่างวัสดุแต่ละชิ้นไม่เกิน 5 เซนติเมตร

6.12 อุปกรณ์ที่ใช้ในการปิดช่องเปิดบริเวณบันไดเลื่อนจะต้องปิดโดยอัฒโนมัติ หลังจากมีการใช้งานหรือขนส่งวัสดุผ่านช่องเปิดนั้นๆแล้ว

ผนังเปิด

6.13 ผนังเปิดที่สูงเกิน 1 เมตรจากระดับพื้นมีระยะในแนวดิ่งอย่างน้อย 75 เซนติเมตร ระยะในแนวราบอย่างน้อย 1.5 เมตร จะต้องสร้างอุปกรณ์ป้องกันการตกที่สูงอย่างน้อย 1 เมตร ที่ประกอบด้วยรั้วกันตกและขอบกันตก

6.14 สำหรับผนังที่มีลักษณะพิเศษเช่นในตำแหน่งที่คดเคี้ยวจะต้องสร้างขอบกั้นกันของตกที่มีความสูงอย่างน้อย 15 เซนติเมตร เป็นอย่างน้อย

6.15 หากมีความจำเป็นจะต้องถอดอุปกรณ์ป้องกันการตกออกหรือมีการเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งทางหน่วยงานจะต้องจัดหาอุปกรณ์ป้องกันการตกชนิดอื่นมาติดตั้งแทนที่ทันทีอีกทั้งจะต้องติดตั้งมือจับกันตกทุกๆขอบของช่องเปิดนั้น

การทำงานบนที่สูง

6.16 หากการทำงานบนที่สูงที่สูงกว่า 2 เมตร จากระดับพื้นราบจะต้องมีอุปกรณ์ป้องกันการตก เช่น รั้วกั้นกันตก ขอบกันตก และอุปกรณ์อื่นๆที่มีกำหนดไว้ในข้อที่ 6.1-6.2

6.17 บริเวณทางขึ้นทางลงเพื่อทำงานบนที่สูงจะต้องมีบันไดที่เหมาะสมหรือมีทางเดินที่เป็นทางลาดที่แข็งแรงและปลอดภัย

6.18 ต้องจัดหาตาข่ายกั้นกันตก แผ่นยกพื้น หรือจะต้องจัดหาเข็มขัดนิรภัย และสายช่วยชีวิตที่เหมาะสมด้วย

การป้องกันการตกน้ำ

6.19 หากหน่วยงานหรือตำแหน่งที่ทำงานตั้งอยู่ในตำแหน่งที่เสี่ยงต่อการตกน้ำ ทางหน่วยงานจะต้องจัดหาอุปกรณ์ช่วยชีวิตเช่น เรือ ห่วงยางช่วยชีวิต ที่เหมาะสมและเพียงพอเตรียมไว้ภายในสถานที่ทำงาน

7.เสียงและการสั่นสะเทือน

7.1 ควรลดระดับเสียงและความสั้นสะเทือนที่เกิดขึ้นภายในหน่วยงานให้อยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อคนงานและคนทั่วไปที่อยู่ในบริเวณสถานที่ทำงาน

7.2 ควรให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีหน้าที่รับผิดชอบเป็นผู้กำหนดระดับความดังของเสียงที่เกิดขึ้นในหน่วยงาน

7.3 หากไม่สามารถลดระดับเสียงได้ ทางหน่วยงานจะต้องจัดหาอุปกรณ์ป้องกันหูให้กับคนงานทุกคนที่อาจได้รับผลกระทบจากเสียงดังที่เกิดขึ้น

8.การป้องกันอันตรายให้กับผู้ที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงาน

8.1 ทางหน่วยงานจะต้องจัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายในบริเวณทางเข้าทางออกของผู้ที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานและในบริเวณถนนสายหลักภายในหน่วยงาน

8.2 ห้ามไม่ให้ผู้ที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องในการดำเนินงานเข้าไปในบริเวณตำแหน่งที่มีการดำเนินงานอยู่ยกเว้นในกรณีที่มีผู้ควบคุมดูแลที่เป็นผู้เชี่ยวชาญหรือได้ใส่อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุที่หน่วยงานกำหนดแล้ว

9.โครงสร้างและเครื่องมือเครื่องจักร

การก่อสร้าง

9.1 โครงสร้างของนั่งร้าน ยกพื้น ทางเดิน หอสูง และเครื่องจักรประเภท เครื่องจักรกล เคร่องยกรถต่างๆที่ใช้ในการก่อสร้างจะต้อง

- ทำจากวัสดุที่แข็งแระและคุณภาพดี
- ไม่มีรอยตำหนิ
- ก่อสร้างตามหลักการทางวิศวกรรมศาสตร์

9.2 โครงสร้างและเครื่องจักรจะต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักต่างๆได้และสามารถบรรทุกนำหนักต่างๆได้

9.3 ส่วนประกอบต่างๆของโครงสร้างและเครื่องจักรจะต้องไม่มีรอยตำหนิ รอยแตกหัก รอยร้าว มีสนิม หรือรอยผุกร่อน และมีการเคลือบป้องกันเป็นอย่างดี

9.4 ส่วนประกอบต่างๆของโครงสร้างและเครื่องจักรที่เป็นไม้จะต้องเอาเปลือกไม้ออกก่อนจะนำมาใช้งานและไม้จะต้องไม่มีตำหนิใดๆ

9.5 ไม้ที่ผ่านการใช้งานมาแล้วและมีตะปูหรือโลหะฝังอยู่จะไม่อนุญาตให้ใช้งานในหน่วยงานยกเว้นจะมีการถอนตะปูหรือโลหะต่างๆนั้นออกแล้ว

การตรวจสอบ การทดสอบและการดูแลบำรุงรักษา

9.6 โครงสร้างและเครื่องจักรจะต้องผ่านการตรวจสอบ การทดสอบและการดูแลบำรุงรักษาด้วยผู้เชี่ยวชาญก่อนจะนำมาใช้ภายในหน่วยงาน

9.7 ก่อนจะนำโครงสร้างและเครื่องจักรมาใช้ภายในหน่วยงานจะต้องมีการตรวจสอบบริเวณที่อาจจะก่อให้เกิดอันตราย เช่น บริเวณที่มีความดันสูง บริเวณเครื่องยกและรัศมีการทำงานของเครื่องยก และนั่งร้านเป็นต้น โดยจะต้องผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ที่มีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบก่อน

9.8 จะต้องมีการบำรุงรักษาดูแลเครื่องจักรและโครงสร้างให้อยู่ในสภาพที่ปลอดภัยอยู่เสมอ

9.9 จะต้องมีการตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักรและโครงสร้างเมื่อ

- มีการหยุดการทำงานของเครื่องจักรและโครงสร้างเนื่องจากพบว่ามีความเสียหายภายในเครื่องจักรและโครงสร้างเกิดขึ้น
- มีอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องหรืออาจส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องจักรและโครงสร้างนั้นๆ เกิดขึ้น
- มีการเปลี่ยนแปลงเครื่องจักรและโครงสร้างในบางส่วน
- มีการทุบทิ้ง ขนส่งหรือติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบกับเครื่องจักรและโครงสร้างใหม่

9.10 เครื่องจักรและโครงสร้างเช่น นั่งร้าน ค้ำยัน ปั้นจั่นหอสูง จะต้องมีการตรวจสอบทุกครั้งหลังจาก

- มีการหยุดใช้งานเครื่องจักรและโครงสร้างนั้นมาเป็นเวลานาน
- มีลมพายุหรือฝนตกฟ้าคะนองอย่างรุนแรงเกิดขึ้นภายในหน่วยงาน
- มีการสั่นสะเทือนที่รุนแรงเกิดขึ้นภายในหน่วยงานซึ่งเป็นผลมาจากแผ่นดินไหว การระเบิด และอื่นๆที่มีผลกระทบ

9.11 หากพบว่าเครื่องจักรและโครงสร้างไม่ปลอดภัยและต้องมีการซ่อมแซมหรือเปลี่ยนแปลงทันที ห้ามนำส่วนที่เปลี่ยนแปลงหรือเสียแล้วกลับมาใช้ใหม่อีก

9.12 เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นห้ามนำส่วนที่เปลี่ยนแปลงหรือเสียแล้วกลับมาใช้ใหม่อีกแม้จะผ่านกระบวนการซ่อมแซมแล้ว ยกเว้นในกรณีที่มีผู้เชี่ยวชาญรับรองให้สามารถใช้ภายในหน่วยงานได้

9.13 ควรบันทึกผลการตรวจสอบเครื่องมือเครื่องจักรและโครงสร้างเป็นพิเศษ

9.14 ควรควบคุมให้มีการใช้งานเครื่องมือเครื่องจักรและโครงสร้างให้ตรงตามหน้าที่และจุดประสงค์การใช้งาน

9.15 เครื่องจักรและโครงสร้างที่ใช้งานอยู่ภายในหน่วยงานจะต้องควบคุมดูแลโดยผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวเทอดธิดา ทิพย์รัตน์ เกิดวันที่ 28 มิถุนายน พ.ศ. 2521 ที่จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2542 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2543