



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมความปลอดภัย

วิศวกรรมศาสตร์

สาขา

คณะ

เรื่อง การประเมินความเสี่ยงการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ
เพื่อการขนส่งทางถนน

Risk Assessment of Securing Material in Natural Gas Exploration and
Production for Road Transportation

นามผู้วิจัย นายณรงค์ศักดิ์ ดับทุกซ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, D.Eng.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์เลิศชัย ระตะนนะอาพร, M.Eng.)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ปานจิต ดำรงกุลกำจร, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

สืบสิงห์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินความเสี่ยงการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและ
ผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการขนส่งทางถนน

Risk Assessment of Securing Material in Natural
Gas Exploration and Production for Road Transportation

โดย

นายณรงค์ศักดิ์ ดับทุกข์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

พ.ศ. 2557

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ณรงค์ศักดิ์ ดับทุกข์ 2557: การประเมินความเสี่ยงการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจ และผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการขนส่งทางถนน ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย) สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อน, D.Eng. 100 หน้า

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุขณะขนส่งวัสดุ อุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ โดยการชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี What-if Analysis และ Fault Tree Analysis (FTA) และทำการประเมินความเสี่ยงตามกฎหมายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2542) เรื่องมาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน และเปรียบเทียบโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย ประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543

งานวิจัยนี้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการชี้บ่งอันตรายในเชิงระวังป้องกัน ก่อนเกิดอุบัติเหตุด้วยวิธี What-If Analysis และในเชิงวิเคราะห์หาสาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) ขั้นตอนการประเมินและระบุระดับความเสี่ยง และขั้นตอนการกำหนดแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงเพื่อลดและควบคุมความเสี่ยงเมื่อทำการประเมินความเสี่ยงสาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัสดุอุปกรณ์กลุ่มนี้ที่เกิดขึ้นในจังหวัดสงขลา ระหว่างปี พ.ศ.2550-2554 ซึ่งมีจำนวนทั้งสิ้น 4 เหตุการณ์ พบว่า ความเสี่ยงสูงสุดที่ประเมินได้คือความเสี่ยงระดับ 3 (ความเสี่ยงสูง) ซึ่งการไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจ และผลิตก๊าซธรรมชาติ เป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่มีผลทำให้เกิดอุบัติเหตุในการขนส่งได้ จึงนำมา กำหนดแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงโดยการเสนอแนวทางการคำนวณจำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์พบว่าจำนวนสายรัดที่ได้จากการคำนวณตามทฤษฎีมีค่ามากกว่าจำนวนสายรัดจากการคำนวณอย่างง่ายที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

เมื่อทดสอบภาคสนามโดยใช้ตุ้มน้ำหนักขนาด 8 ฟุตหนัก 6,000 กิโลกรัม พบว่าเมื่อใช้จำนวนสายรัดที่คำนวณได้ตามทฤษฎีจะเกิดแรงดึงในสายรัดแต่ละเส้นเพียง 0.13% ของน้ำหนักบรรทุก หรือ 8 กิโลกรัม ในขณะที่เมื่อใช้จำนวนสายรัดที่ได้จากการคำนวณอย่างง่ายทำให้เกิดแรงดึงในสายรัด 14.67% ของน้ำหนักบรรทุก หรือ 880 กิโลกรัมแม้ว่าแรงนี้จะไม่ทำให้สายรัดขาดแต่แสดงให้เห็นว่าวัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุกอยู่มีการเคลื่อนที่และอาจหลุดร่วงขณะขนส่งได้ จึงควรใช้จำนวนสายรัดตามแนวทางที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้

Narongsak Dapthuk 2014: Risk Assessment of Securing Material in Natural Gas Exploration and Production for Road Transportation. Master of Engineering (Safety Engineering), Major Field: Safety Engineering, Faculty of Engineering. Thesis Advisor: Assistant Professor Chansiri Singhtaun, D.Eng. 100 pages.

The research studies the risk from road transportation of materials and equipment used for natural gas exploration and production operation. The study used the Fault Tree Analysis (FTA) and What-if Analysis techniques to identify hazards and conducted risk assessment aligning with the regulatory of the Ministry of Industry (1999) and regulation of the Department of Industrial Work entitled the Strategy of Factory Safety and the Indicators of Danger (2000).

This study divided into 3 phases: first, hazards preventive identification using What-If Analysis technique and analyzing the possible root causes of road incidents both before and after the occurrence of the incidents using Fault Tree Analysis (FTA) methods; secondly, conducting risk assessment and risk level prioritization; and lastly, developing risk management plan in order to reduce and control risks. In risk management phase, four cases of road accidents while transporting the material in natural gas exploration and production business which occurred in Songkhla province from 2007 to 2011 were analyzed. The result indicates that the highest risk level was level 3 (high risk). One of the main factors of road incidents of transporting was due to no specific regulations for lashing materials and equipment. Therefore, the risk management plan was developed by proposing the calculation method to appropriately calculate number of lashing straps needed. Outcome of the proposed calculation shows more number of lashing straps suggested for use when comparing with the simple calculation means that has been using currently.

After conducting the field experimentation by transporting 8-feet container with weight of 6-tons, the result of using the number of lashing straps calculated by the proposed calculation method showed that the tension force in each lashing strap was 0.13% of the load or 8 kilograms. While using the number of lashing strap, which was calculated by the current calculation practice, the tension force in each lashing strap was 14.67% of the load or 880 kilograms. Although this force could not wear out the lashing belt, it proved that the materials that were transported could be fallen during transportation. It is therefore suggested to use the number of lashing straps according to the proposed calculation method in this research.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์อันประกอบด้วยผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จันทร์ศิริ สิงห์เถื่อนอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลักและรองศาสตราจารย์ ดร.เลิศชัย รัตนนะอาพร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาช่วยเหลือสนับสนุนให้คำปรึกษาดูแลเอาใจใส่ตรวจสอบเนื้อหาและให้คำแนะนำข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อการปรับปรุงแก้ไขจนวิทยานิพนธ์เล่มนี้สามารถเสร็จสมบูรณ์ได้

ขอขอบพระคุณหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชนโดยเฉพาะอย่างยิ่ง บริษัท เซฟรอน ประเทศไทยสำรวจและผลิต จำกัด ที่ให้การสนับสนุนทุนทั้งด้านการเรียนและวิจัย รวมทั้งบริษัท ผู้ประกอบการที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัตถุดิบการสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติและข้อมูลด้านต่างๆ แก่งานวิจัยนี้

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณชัยวัฒน์ เยาวภาพงษ์ คุณประพันธ์ ลิ้มเล็ก คุณวัฒนา วิเชียรรัตน์คุณสุนทร ยกย่องสกุลและ ดร.ณรงค์ศักดิ์ ไชยสิทธิ์ในการให้โอกาสการศึกษาครั้งนี้คุณธนา อุดมธนไพบุลย์ คุณสมชาย ลิ้มปนาธาร และคุณวัชรเดช ไทยวัฒน์ ที่ให้ความสนับสนุนและช่วยเหลือเกี่ยวกับการวิจัยนี้ รวมทั้งพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ และเจ้าหน้าที่ สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ตลอดจนผู้มีอุปการะคุณทุกท่านที่มีได้เอ่ยนามในที่นี้ที่คอยเป็นกำลังใจและช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จด้วยดีจึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอแสดงความรำลึกถึงพระคุณของบิดามารดาและครอบครัวซึ่งสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยจนกระทั่งสำเร็จการศึกษาผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาอันเป็นอย่างยิ่งจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ณรงค์ศักดิ์ ดับทุกษ์

มีนาคม 2557

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	21
อุปกรณ์	21
วิธีการ	23
ผลและวิจารณ์	43
ผล	43
วิจารณ์	48
สรุปและข้อเสนอแนะ	50
สรุป	50
ข้อเสนอแนะ	51
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	53
ภาคผนวก	55
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์สาเหตุพื้นฐานของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์สำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติระหว่างปี พ.ศ. 2550-2554	56
ภาคผนวก ข ประเมินความเสี่ยงจากการชั่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis	64
ภาคผนวก ค ประเมินความเสี่ยงจากการชั่งอันตรายด้วยวิธี What-If Analysis	72
ภาคผนวก ง ผลการคำนวณจำนวนสายรัดตามมาตรฐานประเทศออสเตรเลีย	80
ภาคผนวก จ ผลการทดลองภาคสนาม	95
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	100

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	สรุปการเลือกใช้วิธีการซีบ่งอันตราย	5
2	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTA	8
3	การจัดระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์อันตรายตามระเบียบโรงงานอุตสาหกรรม	10
4	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์อันตรายที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล	10
5	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์อันตรายที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน	10
6	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์อันตรายที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	11
7	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์อันตรายที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สิน	11
8	การจัดระดับความเสี่ยงอันตราย	12
9	ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ	27
10	ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ โดยการซีบ่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) แยกตามกลุ่มปัจจัยและสถานการณ์	28
11	ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ โดยการซีบ่งอันตรายด้วยวิธี What-If Analysis	29
12	สรุปผลการประเมินความเสี่ยงการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ ซึ่งซีบ่งอันตรายด้วยวิธี What-If Analysis และ FTA โดยแยกตามกลุ่มปัจจัยและสถานการณ์	32
13	ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวของวัสดุ	35
14	สาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุและประเมินความเสี่ยงจำแนกตามระดับความเสี่ยง	43
15	จำนวนสายรัดที่จำเป็นต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติโดยแยกตามลักษณะประเภทของอุปกรณ์	44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
16	ค่าแรงตั้งในสายรัดที่บันทึกได้จากการทดลองโดยใช้จำนวนสายรัดตามผลการคำนวณอย่างง่าย	46
17	ค่าแรงตั้งในสายรัดที่บันทึกได้จากการทดลองโดยใช้จำนวนสายรัดตามผลการคำนวณตามทฤษฎี	46
ตารางผนวกที่		
ข1	ประเมินความเสี่ยงจากการชั่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis	65
ข2	ประเมินความเสี่ยงจากการชั่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis	68
ข3	ประเมินความเสี่ยงจากการชั่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis	71
ค1	ประเมินความเสี่ยงจากการชั่งอันตรายด้วยวิธี What If Analysis	73
ค2	ประเมินความเสี่ยงจากการชั่งอันตรายด้วยวิธี What If Analysis	76
ค3	ประเมินความเสี่ยงจากการชั่งอันตรายด้วยวิธี What If Analysis	79
ง1	จำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกยึดถังแก๊สอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเมื่อทำการขนส่งด้วยรถบรรทุกกึ่งพ่วงที่มีพื้นบรรทุกเป็นไม้	81
ง2	จำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกยึดถังแก๊สอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเมื่อทำการขนส่งด้วยรถบรรทุกกึ่งพ่วงที่มีพื้นบรรทุกเป็นเหล็กแผ่นเรียบ	88
จ1	แรงตั้งในสายรัดที่บันทึกได้จากการทดลองขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 8 ฟุตด้วยรถบรรทุกกึ่งพ่วงที่มีพื้นบรรทุกเป็นเหล็กแผ่นเรียบโดยใช้สายรัดจำนวน 2 เส้นตามผลการคำนวณตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย	96
จ2	แรงตั้งในสายรัดที่บันทึกได้จากการทดลองขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 8 ฟุตด้วยรถบรรทุกกึ่งพ่วงที่มีพื้นบรรทุกเป็นเหล็กแผ่นเรียบโดยใช้สายรัดจำนวน 5 เส้นตามผลการคำนวณตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย	97

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ชุดสายรัดโพลีเอสเตอร์ปลายสายชนิดตะขอ (Polyester Webbing Belt with J Hook)และอุปกรณ์ปรับแรงตึงด้วยมือ ชนิดตึงลง (Pull Down Hand Ratchet)	21
2	แชคเคิล (Shackle) ขนาด 5/8 นิ้ว	22
3	ชุดอุปกรณ์วัดค่าแรงตึง (Load Cell)	22
4	ชุดอุปกรณ์บันทึกค่าแรงตึง(Data Logger) ยี่ห้อ Wisco	23
5	ขั้นตอนการจัดส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ	26
6	ตัวอย่างการผูกมัดยึดโยงตู้คอนเทนเนอร์ด้วยสายรัด 5 เส้น	37
7	เส้นทางการทดลองจากโกดัง (จุด A) ไปยังบริเวณหน้าโรงพยาบาลสงขลา (จุด B)	39
8	การติดตั้งชุดอุปกรณ์วัดแรงตึงสายรัด (Load Cell)	40
9	การติดตั้งสายรัด 2 เส้นและชุดอุปกรณ์แรงตึงสายรัด (Load Cell)เพื่อรัดตู้คอนเทนเนอร์บนรถบรรทุก	41
10	การติดตั้งสายรัด 5 เส้นและชุดอุปกรณ์แรงตึงสายรัด (Load Cell)เพื่อรัดตู้คอนเทนเนอร์บนรถบรรทุก	41
11	ผลทดสอบการคำนวณตามทฤษฎีด้วยสถิติที่สำหรับการทดลองที่ใช้สายรัด 2 เส้น	47
12	ผลทดสอบการคำนวณตามทฤษฎีด้วยสถิติที่สำหรับการทดลองที่ใช้สายรัด 5 เส้น	47
ตารางผนวกที่		
ก1	อุบัติเหตุตู้คอนเทนเนอร์เกี่ยวกับสลิงสายเคเบิลที่วิเป็นเหตุให้ตู้คอนเทนเนอร์เกือบตกลงมาจากรถบรรทุก	57
ก2	การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) สำหรับเหตุการณ์ที่ 1	58
ก3	การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) สำหรับเหตุการณ์ที่ 2	59
ก4	อุบัติเหตุพาเลทเหล็กที่ถูกวางตั้งเรียงซ้อนกันเกือบหล่นจากรถบรรทุก	60
ก5	การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) สำหรับเหตุการณ์ที่ 3	61
ก6	การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) สำหรับเหตุการณ์ที่ 4	62

นิยามศัพท์

ความเสี่ยง (Risk)	หมายถึง	ผลลัพธ์ของความน่าจะเป็นที่จะเกิดอันตราย และผลจากอันตรายนั้น (อุบัติเหตุหรืออุบัติการณ์)
อุบัติการณ์ (Incident)	หมายถึง	เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ให้เกิดขึ้นแล้วมีผลทำให้เกิดอุบัติเหตุหรือเหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุ
อุบัติเหตุ (Accident)	หมายถึง	เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่เกิดขึ้นโดยไม่ได้คาดคิดไว้ล่วงหน้าหรือไม่ทราบล่วงหน้าหรือขาดการควบคุม แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีผลทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือความเจ็บป่วยจากการทำงานหรือการเสียชีวิตหรือความสูญเสียต่อทรัพย์สินหรือความเสียหายต่อสภาพแวดล้อมหรือต่อสาธารณชน
เหตุการณ์เกือบเกิดอุบัติเหตุ (Near Miss)	หมายถึง	เหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วมีแนวโน้มที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุ
อันตราย (Hazard)	หมายถึง	สิ่งหรือเหตุการณ์ที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บ หรือความเจ็บป่วยจากการทำงาน ความเสียหายของทรัพย์สิน ความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม ความเสียหายต่อสาธารณชน หรือสิ่งต่างๆ เหล่านี้รวมกัน
การชี้บ่งอันตราย (Hazard Identification)	หมายถึง	กระบวนการในการรับรู้ถึงอันตรายที่มีอยู่และการกำหนดลักษณะของอันตราย
การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)	หมายถึง	กระบวนการวิธีการประมาณระดับความเสี่ยง และการตัดสินว่าความเสี่ยงนั้นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่

การประเมินความเสี่ยงการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและ ผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการขนส่งทางถนน

Risk Assessment of Securing Material in Natural Gas Exploration and Production for Road Transportation

คำนำ

การผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการขนส่งทางถนนในประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดหรือกฎเกณฑ์ควบคุมที่ชัดเจน ปัจจุบันยึดหลักปฏิบัติขั้นพื้นฐานตามที่กฎหมายกำหนดไว้เพียงเท่านั้น โดยทั่วไปวัสดุอุปกรณ์กลุ่มนี้มีลักษณะรูปร่างแตกต่างไปจากวัสดุอุปกรณ์อื่นๆ การผูกมัดยึดโยงตามแนวทางปฏิบัติตามกฎหมายและคำแนะนำเรื่องการผูกมัดสินค้าอย่างปลอดภัยของสหภาพยุโรปนั้นไม่ได้ระบุรายละเอียดการปฏิบัติอย่างเฉพาะเจาะจงกับวัสดุอุปกรณ์กลุ่มนี้จึงทำให้มีการปฏิบัติที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับการพิจารณำไปประยุกต์ใช้ของผู้ดำเนินการขนส่งแต่ละราย

ในปัจจุบันนี้พนักงานขับรถจะคำนวณจำนวนสายรัดอย่างง่ายโดยใช้น้ำหนักวัตถุที่ขนส่งหารด้วยความสามารถรับน้ำหนักของสายรัด ตัวอย่างเช่น ตู้คอนเทนเนอร์หนัก 6,000 กิโลกรัม สายรัดขนาด 50 มิลลิเมตรนี้สามารถรับน้ำหนักได้ 5,000 กิโลกรัม เพราะฉะนั้น จำนวนสายรัดที่พนักงานขับรถใช้ผูกมัดยึดโยงตู้คอนเทนเนอร์จะใช้เพียงแค่ 2 เส้น ซึ่งการคำนวณอย่างง่ายนั้นไม่ได้พิจารณาถึงแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส รวมถึงความสามารถจริงของสายรัดในการยึดรั้งวัตถุบนรถขนส่งขณะเคลื่อนที่ หากเกิดเหตุรถขนส่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว หยุดรถกระทันหัน หรือเสียการทรงตัว การคำนวณอย่างง่ายนั้นจะไม่สามารถยึดรั้งวัตถุที่ขนส่งอาจเป็นเหตุให้วัตถุนั้นตกลงหรือได้รับความเสียหายหรือเกิดอันตรายกับบุคคลอื่นที่อยู่ใกล้เคียงได้

อุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นกับรถขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติที่เกิดขึ้นในอดีตมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย ทั้งปัจจัยโดยตรงและปัจจัยทางอ้อม ปัจจัยทางตรง ได้แก่ สภาพถนน สภาพและโครงสร้างของรถขนส่ง พฤติกรรมการขับขี่ และที่สำคัญคือการผูกมัดยึดโยงที่ขาดการพิจารณาถึงรูปร่าง ขนาด และน้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ก่อนทำการขนส่ง ส่วนปัจจัยทางอ้อม ได้แก่ พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ร่วมใช้เส้นทาง สภาพดินฟ้าอากาศ เป็นต้น ซึ่งผลกระทบของอุบัติเหตุ

ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินทั้งตัวผู้ขับขี่ บุคคลอื่นผู้สัญจรร่วมทาง และอาจส่งผลไปถึงบุคคลอื่นผู้พักอาศัยใกล้เคียงอีกด้วย

การศึกษาวิจัยเพื่อชี้บ่งอันตราย ประเมินความเสี่ยง และระดับความเสี่ยงของการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ โดยทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของอุบัติเหตุที่เคยเกิดขึ้น โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ความผิดพลาดแบบแผนภูมิต้นไม้หรือเทคนิคการประเมินความเสี่ยง Fault Tree Analysis (FTA) ซึ่งเป็นวิธีที่แนะนำไว้ในระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543 จะทำให้ทราบถึงลักษณะความเสี่ยงที่มีโอกาสก่อให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการขนส่ง เพื่อนำไปทบทวนมาตรการควบคุมความเสี่ยงที่มีอยู่และนำไปพัฒนาเพื่อกำหนดมาตรการควบคุมความเสี่ยงเพิ่มเติมสำหรับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์อย่างเหมาะสมจะมีส่วนช่วยทำให้เกิดความปลอดภัยในการขนส่งวัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นได้อย่างปลอดภัย ไม่เกิดความเสียหายและเกิดอันตรายทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานและบุคคลอื่นบนท้องถนนได้

วัตถุประสงค์

1. เพื่อชี้ปองอันตราย ประเมินความเสี่ยง และระบุระดับความเสี่ยงของการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติสำหรับการขนส่งทางถนน
2. เพื่อดำเนินการจัดทำมาตรฐานควบคุมและลดความเสี่ยงโดยการกำหนดรูปแบบวิธีและข้อกำหนดสำหรับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์ในธุรกิจสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการขนส่งทางถนนอย่างปลอดภัย

ขอบเขตของงานวิจัย

ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติที่เกิดขึ้นระหว่างปี พ.ศ.2550-2554 และทำการประเมินความเสี่ยงการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์ เพื่อการจัดทำข้อกำหนดการผูกมัดวัสดุอุปกรณ์กลุ่มดังกล่าวจำนวนทั้งสิ้น 39 รายการ โดยผู้วิจัยได้เลือกศึกษาจากบริษัทที่ให้บริการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติแห่งหนึ่งในจังหวัดสงขลา

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทราบลักษณะอันตราย โอกาสการเกิด ระดับความรุนแรงและระดับความเสี่ยงอันตรายซึ่งเกิดจากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ
2. เพื่อให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งทางถนนสำหรับวัสดุอุปกรณ์ในภาคธุรกิจการสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติได้ตระหนักรู้ถึงอันตรายของการผูกมัดยึดโยงที่ไม่ถูกวิธี
3. เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดมาตรการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในภาคธุรกิจการสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อช่วยป้องกันอุบัติเหตุในขั้นตอนการขนส่งวัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นทางถนน

การตรวจเอกสาร

ทฤษฎีและบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องในการทำวิทยานิพนธ์นี้แบ่งได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

1. การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย

การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายตามภูมายนัยนั้นประกอบด้วย 3 ขั้นตอนที่สำคัญคือการชี้บ่งอันตรายการประเมินความเสี่ยงและการจัดระดับความเสี่ยง โดยที่อันตราย (hazard) หมายถึงสิ่งคุกคามหรือเหตุการณ์ที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือความเจ็บป่วยจากการทำงานความเสียหายต่อทรัพย์สินสภาพแวดล้อมสาธารณสุขหรือสิ่งต่างๆเหล่านี้รวมกัน (เฉลิมชัย, 2547)

1.1 การชี้บ่งอันตรายหมายถึงการแจกแจงอันตรายต่างๆที่แอบแฝงอยู่ในกระบวนการผลิตทุกขั้นตอนตั้งแต่การจับเก็บการขนถ่ายหรือขนย้ายการใช้การขนส่งวัตถุดิบเชื้อเพลิงสารเคมีผลิตภัณฑ์และวัตถุดิบที่ได้จากกระบวนการผลิตวิธีการปฏิบัติงานเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและกิจกรรมหรือสภาพการณ์ต่างๆภายในโรงงานทั้งนี้หลักการชี้บ่งอันตรายนั้นพิจารณาจากความเหมาะสมของกระบวนการผลิตและลักษณะความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นซึ่งเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่กำหนดในกฎหมายของประเทศไทยมีทั้งสิ้น 6 วิธีคือวิธี Hazard and Operability Study (HAZOP), Failure Modes and Effects Analysis (FMEA), What If Analysis, Checklist, Event Tree Analysis (ETA) และ Fault Tree Analysis (FTA) ทั้งนี้การเลือกวิธีการชี้บ่งอันตรายให้เหมาะสมกับชนิดของอุปกรณ์และกิจกรรมที่ต้องการซึ่งกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้เสนอแนะไว้สำหรับเทคนิคการชี้บ่งอันตราย 4 วิธีแรกสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปการเลือกใช้วิธีการชี้บ่งอันตราย

ระบบ/เครื่องจักร อุปกรณ์/ขั้นตอน	วิธีการชี้บ่งอันตราย			
	HAZOP	FMEA	WHAT-IF	CHECKLIST
อุปกรณ์ในการผลิต เช่นวาล์วท่อระบบ ท่อถังบรรจุเป็นต้น	เหมาะสมมาก ที่สุด	เหมาะสม	เหมาะสม	ใช้ได้หากได้มีการ ดำเนินการมาแล้ว ในอดีต
ท่อส่งท่อที่แยกออก จากอุปกรณ์ต่างๆ	เหมาะสมมาก ที่สุด	เหมาะสม	เหมาะสม	ไม่แนะนำ
ระบบควบคุม ระบบสื่อสารระบบ ไฟฟ้าไมโครเวฟ	ไม่แนะนำ	เหมาะสมมาก ที่สุด	เหมาะสม	ไม่แนะนำ
ระบบความปลอดภัย	ไม่แนะนำ	เหมาะสม	เหมาะสมมาก ที่สุด	ไม่แนะนำ
ระบบสาธารณูปโภค บ่อน้ำมันหลุมก๊าซ		เหมาะสม	เหมาะสม มากที่สุด	ไม่แนะนำ
ขั้นตอนการ ปฏิบัติงาน		ไม่แนะนำ	เหมาะสมมาก ที่สุด	เหมาะสม
โครงสร้างอาคารและ สิ่งปลูกสร้างเป็นต้น	ไม่แนะนำ	เหมาะสม	เหมาะสมมาก ที่สุด	เหมาะสม

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2543)

ส่วนเทคนิค Event Tree Analysis และ Fault Tree Analysis สามารถใช้ได้กับ
อุปกรณ์ทุกชนิดและกิจกรรมทุกประเภทเช่นระบบท่อระบบควบคุมระบบสื่อสารระบบไฟฟ้าโดย
เทคนิค Fault Tree Analysis จะชี้บ่งอันตรายที่เน้นถึงอุบัติเหตุร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะ
เกิดขึ้นเพื่อนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดส่วนเทคนิค Event Tree Analysis เป็นวิธีการชี้บ่ง
อันตรายที่สวนทางกับ Fault Tree Analysis คือจะใช้จุดตั้งต้นของเหตุการณ์ที่สนใจในการวิเคราะห์
ผลของเหตุการณ์ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นโดยพิจารณาจากมาตรการป้องกันและควบคุมที่มีอยู่รายละเอียด
ของวิธีการชี้บ่งอันตรายทั้ง 6 วิธี (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2543)มีดังต่อไปนี้

1.1.1 เทคนิค Hazard and Operability Study หรือ HAZOP คือ เทคนิคที่พัฒนาขึ้นจากอุตสาหกรรมเคมี เพื่อใช้ชี้บ่งอันตรายและประเมินความปลอดภัยของกระบวนการผลิต และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมควบคู่กับปัญหาของกระบวนการผลิต เช่น คุณภาพของสินค้า ผลผลิต (productivity) ต้นทุนการผลิต เป็นต้น หลักการทำ HAZOP นั้นจะต้องใช้ข้อมูลรายละเอียดการออกแบบ วิธีการปฏิบัติ และระบบสาธารณูปโภคต่างๆ ในกระบวนการผลิตร่วมกัน โดยทำการวิเคราะห์อย่างเป็นขั้นตอน เพื่อพิจารณาปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากออกแบบที่ไม่สมบูรณ์หรือไม่ตั้งใจ ด้วยการตั้งสมมติฐานของภาวะต่างๆ ในกระบวนการผลิต เทคนิค HAZOP นี้เริ่มจากการใช้คำมาตรฐานสั้นๆ ที่เรียกว่า HAZOP guide words มาประกอบกับค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมของกระบวนการ (process parameter) เช่น ความดัน อุณหภูมิ อัตราการไหล ตัวอย่างเช่น คำมาตรฐาน คำว่า “ไม่ (no)” และค่าพารามิเตอร์ที่ควบคุมของกระบวนการ คำว่า “การไหล (flow)” ผลที่ได้คือ deviation “ no flow” ซึ่งผู้วิเคราะห์จะต้องพิจารณาสาเหตุที่จะทำให้เกิด deviation นั้น เช่น พนักงานปิดวาล์วโดยไม่ตั้งใจ ผลที่ตามมา คือ ไม่มีการไหล อาจทำให้ตัวป้อนร้อนขึ้นและเป็นเหตุให้ป้อนเสียหายได้ วิธีการป้องกัน คือ การติดตั้งวาล์วนิรภัยทางด้านปล่อยออก (discharge) เป็นต้น

1.1.2 เทคนิค Failure Modes and Effects Analysis หรือ FMEA คือ เทคนิคการวิเคราะห์อันตรายจากความล้มเหลวของอุปกรณ์หรือระบบที่มีความถี่ในการเกิดสูง และประเมินผลที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาด ซึ่งความล้มเหลวของเครื่องมือสามารถเป็นจุดเริ่มต้นและเหตุการณ์ที่ส่งผลกระทบต่อทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ เช่น ถ้าอุปกรณ์ควบคุมแรงดันล้มเหลวเป็นจุดเริ่มต้นของอุบัติเหตุ วาล์วนิรภัยที่ล้มเหลวเป็นสาเหตุให้ถังบรรจุสารเคมีระเบิด เป็นต้น เทคนิค FMEA นี้ มักใช้กับอุปกรณ์เพียงตัวเดียวที่ความล้มเหลวอาจส่งผลให้เกิดอุบัติเหตุและนิยมใช้ในระหว่าง และหลังการออกแบบ โดยใช้ข้อมูลจากการออกแบบ เช่น P&ID (process and instrument diagram) เป็นต้น

1.1.3 เทคนิค What If Analysis คือ การรวบรวมรายการคำถามที่เกี่ยวข้องกับอันตรายที่เฉพาะเจาะจงจากสถานการณ์หรืออุบัติเหตุที่เคยเกิดขึ้นจากกลุ่มคนที่มีประสบการณ์ ซึ่งอาจไม่มีรูปแบบของคำถามที่ชัดเจนและสามารถกำหนดขึ้นตามสถานะต่างๆ ของกระบวนการผลิตได้ โดยไม่ได้ชี้เฉพาะการเปลี่ยนแปลงที่เกิดจากความผิดพลาดของเครื่องมือหรือกระบวนการเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ผลจากการทำ What – If Analysis คือ รายการคำถามและคำตอบซึ่งชี้บ่งอันตรายที่เกี่ยวข้อง โดยทีมจะกำหนดผู้รับผิดชอบในการนำไปประเมินผลลัพธ์ที่ตามมา มาตรการป้องกันที่มีอยู่ และมาตรการลดและควบคุมความเสี่ยง ถือได้ว่า What If Analysis เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้

ในขั้นตอนการออกแบบและการปรับปรุงแก้ไขระบบเก่า จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งเพราะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงแก้ไขระบบต่างๆ ได้ตั้งแต่ในขั้นตอนการออกแบบ

1.1.4 เทคนิคการใช้แบบตรวจสอบ (Checklist Technique) คือ เทคนิคการซึ่งบ่งอันตรายโดยการใช้แบบตรวจสอบ (checklist) ในการค้นหาอันตราย ซึ่งแบบตรวจสอบจะประกอบด้วยหัวข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงาน เพื่อตรวจสอบการปฏิบัติตามมาตรฐาน การออกแบบ วิธีการปฏิบัติงานที่กำหนดหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำผลจากการตรวจสอบมาทำการซึ่งบ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยง แบบตรวจสอบมี 2 ประเภท คือ แบบตรวจสอบทั่วไป (general checklist) หมายถึง แบบตรวจสอบที่ไม่ชี้เฉพาะเจาะจง เช่น แบบตรวจสอบตามกฎหมาย เป็นต้น และแบบตรวจสอบพิเศษ (special checklist) หมายถึง แบบตรวจสอบที่สร้างขึ้นเอง โดยผู้มีประสบการณ์เพื่อให้ครอบคลุมทุกประเด็นปัญหาความปลอดภัยที่มีอยู่ของสถานประกอบการนั้น

การตรวจสอบการปฏิบัติงานนั้นต้องตรวจการปฏิบัติของทุกหัวข้อคำถาม ที่กำหนดไว้ในแบบตรวจ จากนั้นจึงนำหัวข้อที่มีได้ปฏิบัติหรือปฏิบัติไม่ครบถ้วนมาทำการซึ่งบ่งอันตราย โดยการระบุรายละเอียดว่า “จะเกิดอันตราย หรือมีผลที่เกิดขึ้นตามมาอะไรได้บ้าง ใครที่ได้รับผลกระทบจากอันตรายนั้น และเหตุการณ์สามารถลุกลามออกไปได้มากน้อยแค่ไหน” จากนั้นวิเคราะห์มาตรการควบคุมป้องกันที่มีอยู่หรือต้องการเพิ่มเติมมาตรการป้องกันอื่นๆ แล้วจึงประเมินความเสี่ยง

1.1.5 เทคนิค Event Tree Analysis หรือ ETA เป็นเทคนิคการซึ่งบ่งอันตรายเพื่อวิเคราะห์และประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นต่อเนื่องเมื่อเกิดเหตุการณ์แรกขึ้นซึ่งเป็นการคิดคาดการณ์ล่วงหน้าเพื่อวิเคราะห์หาผลสืบเนื่องที่จะเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรอุปกรณ์เสียหายหรือคนทำงานผิดพลาด เพื่อให้ทราบสาเหตุว่าเกิดขึ้นได้อย่างไรและมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงใดรวมทั้งเป็นการตรวจสอบว่าระบบความปลอดภัยที่มีอยู่มีปัญหาหรือไม่อย่างไร รวมทั้งยังเป็นการตรวจสอบระบบความปลอดภัยที่มีอยู่และประเมินอุบัติเหตุ ที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ผิดพลาดหรือกระบวนการที่ผิดพลาดอีกด้วย

1.1.6 Fault Tree Analysis เป็นเทคนิคการซึ่งบ่งอันตรายที่เน้นถึงอุบัติเหตุหรืออุบัติภัยร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้นเพื่อนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดเหตุเป็นเทคนิคในการคิดย้อนกลับที่อาศัยหลักการทางตรรกวิทยาในการใช้หลักการและเหตุผลเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุหรืออุบัติภัยร้ายแรงโดยเริ่มวิเคราะห์จากการเกิดอุบัติเหตุหรืออุบัติภัยร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้นเพื่อพิจารณาหาเหตุการณ์แรกที่เกิดขึ้นก่อนแล้วนำมาแจกแจงขั้นตอนการเกิดเหตุการณ์ว่ามาจากเหตุการณ์ย่อยอะไรได้บ้างและเหตุการณ์ย่อยเหล่านั้นเกิดขึ้นได้

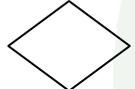
อย่างไรการสิ้นสุดการวิเคราะห์เมื่อพบว่าสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ย่อยเป็นผลเนื่องจากความบกพร่องของเครื่องจักรอุปกรณ์หรือความผิดพลาดจากการปฏิบัติงาน ซึ่งรายละเอียดการทำ Fault Tree Analysis สามารถแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) การกำหนดปัญหาหรืออุบัติเหตุร้ายแรงที่สนใจ (top event) ซึ่งวางไว้ในส่วนบนสุดของโครงร่าง โดย top event จะต้องกำหนดให้ครอบคลุม 3 ประเด็น คือ อะไร (what) ที่ไหน (where) เมื่อไร (when)

2) การวิเคราะห์หาสาเหตุโดยการทำแผนภูมิโครงร่าง (แผนภูมิต้นไม้) ซึ่งจะเริ่มจากอุบัติเหตุร้ายแรงที่สนใจ (top event) และหาสาเหตุที่ทำให้เกิดเป็นลำดับชั้น จนถึงสาเหตุพื้นฐานที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้อีก โดยใช้สัญลักษณ์แทนสาเหตุที่ทำให้เกิด เช่น รูปวงกลมแทนสาเหตุพื้นฐาน รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแทนเหตุการณ์ย่อย และใช้ “และ” (and gate) หรือ “หรือ” (or gate) เชื่อมสาเหตุต่างๆ ทั้งนี้สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทำ FTA แสดงไว้ในตารางที่ 2

3) การระบุสาเหตุพื้นฐานโดยใช้หลักการทางคณิตศาสตร์ของบูลเลียนซึ่งสามารถทำได้โดยการแทนเหตุการณ์ที่เป็นส่วนบนสุดของโครงร่างด้วยอักษร Z และเหตุการณ์ย่อยแทนด้วย Z_1, Z_2, Z_3, \dots เครื่องหมาย and gate และ or gate แทนด้วยเครื่องหมายคูณและบวกตามลำดับส่วนสาเหตุพื้นฐานนั้นแทนด้วยตัวอักษร A, B, C, ... แล้วจึงใช้หลักการแทนค่าเพื่อหาค่า Z ดังนั้น Z จะมีค่าเป็นผลรวมของหลายๆพจน์โดยที่แต่ละพจน์จะเป็นผลคูณของสาเหตุพื้นฐานหรือที่เรียกว่า “สถานการณ์” และค่า Z นั้นจะบ่งบอกถึงความเป็นไปได้ทั้งหมดของการเกิดอุบัติเหตุซึ่งในที่นี้หมายถึงอุบัติเหตุร้ายแรงที่สนใจ (top event)

ตารางที่ 2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTA

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย
	And Gate: สาเหตุหลายสาเหตุ	เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้เนื่องจากสาเหตุของ เหตุการณ์ย่อยทุกตัว
	Or Gate: สาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง	เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้เนื่องจากสาเหตุใด สาเหตุหนึ่งของสาเหตุย่อย
	Basic Event: สาเหตุพื้นฐาน	เหตุการณ์ย่อยเกิดขึ้นได้ตามปกติซึ่งหมายถึง สาเหตุที่เห็นได้ชัดเจนโดยไม่ต้องทำการ วิเคราะห์หาสาเหตุต่อไปถือเป็นสาเหตุแรก ของการเกิดอุบัติเหตุ
	Fault Tree Event: เหตุการณ์ย่อย	เหตุการณ์ย่อยที่ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ ต่อเนื่องจนเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ
	Undeveloped Event: เหตุการณ์ที่วิเคราะห์ต่อไม่ได้	เหตุการณ์ย่อยที่ไม่ต้องทำการวิเคราะห์หา สาเหตุต่อไปเนื่องจากไม่มีข้อมูลสนับสนุน
	External Event: เหตุการณ์ภายนอก	เหตุการณ์ภายนอกหรือปัจจัยภายนอกที่เป็น สาเหตุทำให้เกิดเหตุการณ์ต่างๆ

ที่มา: กรมโรงงานอุตสาหกรรม (2543)

4) การจัดลำดับความสำคัญของสาเหตุพื้นฐานเมื่อนำสถานการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้นมาจัดลำดับความสำคัญตามโอกาสที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุโดยสถานการณ์ที่มีความสำคัญที่สุดหมายถึงสถานการณ์ที่มีโอกาสที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุสูงสุดและต้องได้รับการแก้ไขเป็นอันดับแรกด้วย ทั้งนี้โอกาสในการเกิดอุบัติเหตุจะแปรผกผันกับจำนวนสาเหตุพื้นฐานและมีค่าเพิ่มขึ้นตามความบกพร่องจากอุปกรณ์ควบคุม (passive equipment failure) อุปกรณ์ป้องกัน (active equipment failure) และความผิดพลาดของมนุษย์ (human error) ตามลำดับ

1.2 การประเมินความเสี่ยง(risk assessment) หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์หาสาเหตุพื้นฐานที่เป็นตัวแทนของแต่ละสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุ โดยผลการวิเคราะห์จะอยู่ในรูปของระดับความเสี่ยงซึ่งหาได้จากผลคูณของโอกาสและความรุนแรงของแต่ละสถานการณ์ ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงตามกฎหมายของประเทศไทย ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก คือ (1) วิเคราะห์หาสาเหตุพื้นฐานที่เป็นตัวแทนของแต่ละสถานการณ์ ซึ่งในที่นี้เรียกว่าสาเหตุพื้นฐานหลัก (2) ประเมินโอกาสของการเกิดและความรุนแรงของอุบัติเหตุที่เกิดจากสาเหตุพื้นฐานหลักนั้นๆ และ (3) คำนวณระดับความเสี่ยงของแต่ละสถานการณ์

เกณฑ์การพิจารณาโอกาสของการเกิดอันตรายนี้ แบ่งออกเป็น 4 ระดับดังแสดงในตารางที่ 3 คือ ระดับที่ 1 มีโอกาสในการเกิดยาก เช่น ไม่เคยเกิดเลยในช่วงเวลาตั้งแต่ 10 ปี ขึ้นไป ระดับที่ 2 มีโอกาสในการเกิดน้อย เช่น ความถี่ในการเกิด 1 ครั้งในช่วง 5-10 ปี ระดับที่ 3 มีโอกาสเกิดปานกลาง เช่น ความถี่ในการเกิด 1 ครั้งในช่วง 1-5 ปี และระดับที่ 4 มีโอกาสในการเกิดสูง เช่น ความถี่ในการเกิดมากกว่า 1 ครั้งใน 1 ปีและสำหรับเกณฑ์การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์อันตรายที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน สิ่งแวดล้อม และทรัพย์สิน แบ่งออกเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 3 – 6ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การจัดระดับโอกาสในการเกิดเหตุการณ์อันตรายตามระเบียบโรงงานอุตสาหกรรม

ระดับ	รายละเอียด
1	มีโอกาสในการเกิดยากเช่นไม่เคยเกิดเลยในช่วงเวลาตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป
2	มีโอกาสในการเกิดน้อยเช่นความถี่ในการเกิด 1 ครั้งในช่วง 5-10ปี
3	มีโอกาสในการเกิดปานกลางเช่นความถี่ในการเกิด 1 ครั้งในช่วง1-5 ปี
4	มีโอกาสในการเกิดสูงเช่นความถี่ในการเกิดมากกว่า 1 ครั้งในช่วง 1ปี

ตารางที่ 4 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์อันตรายที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	มีการบาดเจ็บเล็กน้อยในระดับปฐมพยาบาล
2	ปานกลาง	มีการบาดเจ็บที่ต้องได้รับการรักษาทางการแพทย์
3	สูง	มีการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่รุนแรง
4	สูงมาก	ทุพพลภาพหรือเสียชีวิต

ตารางที่ 5 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์อันตรายที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ไม่มีผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบหรือผลกระทบเล็กน้อย
2	ปานกลาง	มีผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบและแก้ไขได้ในระยะเวลาสั้น
3	สูง	มีผลกระทบต่อชุมชนโดยรอบและต้องใช้เวลาในการแก้ไข
4	สูงมาก	มีผลกระทบรุนแรงต่อชุมชนเป็นบริเวณกว้าง หรือหน่วยงานของรัฐต้องเข้าดำเนินการแก้ไข

หมายเหตุ: ผลกระทบต่อชุมชนหมายถึงเหตุรำคาญต่อชุมชนการบาดเจ็บ การเจ็บป่วยของประชาชน ความเสียหายต่อทรัพย์สินของชุมชนและประชาชน

ตารางที่ 6 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์อันตรายที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเล็กน้อยสามารถควบคุมหรือแก้ไขได้
2	ปานกลาง	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปานกลางสามารถแก้ไขได้ในระยะเวลาสั้น
3	สูง	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรงต้องใช้เวลาในการแก้ไข
4	สูงมาก	มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรงมากต้องใช้ทรัพยากรและเวลานานในการแก้ไข

หมายเหตุ: ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมหมายถึงการเสื่อมโทรมและเสียหายของสิ่งแวดล้อมเช่น อากาศ ดินแหล่งน้ำ เป็นต้น

ตารางที่ 7 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์อันตรายที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สิน

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ทรัพย์สินเสียหายน้อยมากหรือไม่เสียหายเลย
2	ปานกลาง	ทรัพย์สินเสียหายปานกลางและสามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้
3	สูง	ทรัพย์สินเสียหายมากและต้องหยุดการผลิตในบางส่วน
4	สูงมาก	ทรัพย์สินเสียหายมากและต้องหยุดการผลิตทั้งหมด

หมายเหตุ: ความเสียหายของทรัพย์สินในแต่ละระดับโรงงานสามารถกำหนดขึ้นเองตามความเหมาะสมโดยพิจารณาถึงขีดความสามารถของโรงงาน ซึ่งสถานประกอบการที่ทำการศึกษากำหนดให้ ระดับ 1 มูลค่าความเสียหายน้อยกว่า 1,000,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ ระดับ 2 มูลค่าความเสียหาย 1,000,001– 3,000,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ ระดับ 3 มูลค่าความเสียหาย 3,000,001– 5,000,000 ดอลลาร์สหรัฐฯ และระดับ 4 มูลค่าความเสียหาย มากกว่า 5,000,000 ดอลลาร์สหรัฐฯขึ้นไป

1.3 จัดระดับความเสี่ยงการจัดระดับความเสี่ยงทำได้โดยพิจารณาถึงผลลัพธ์ของระดับโอกาสคูณกับระดับความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อบุคคลชุมชนทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อมหาคะระดับความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อบุคคลชุมชนทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อมมีค่าแตกต่างกันให้เลือกระดับความเสี่ยงที่มีค่าสูงกว่าเป็นผลของการประเมินความเสี่ยงในเรื่องนั้นๆเช่น ถ้าสถานการณ์หนึ่งมีโอกาสเกิดขึ้นสูง (ระดับของโอกาสเป็น 4) และผลกระทบที่มีต่อบุคคลมีความรุนแรงสูงมาก(ระดับ 4) เมื่อเทียบกับด้านอื่นๆ ระดับความเสี่ยงของสถานการณ์นี้จึงมีค่าเป็น $4 \times 4 = 16$ ซึ่งระดับที่ 4 หมายถึงระดับความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ทั้งนี้ระดับความเสี่ยงตามกฎหมายแบ่งเป็น 4 ระดับดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การจัดระดับความเสี่ยงอันตราย

ระดับความเสี่ยง	ผลลัพธ์	รายละเอียด
1	1-2	ความเสี่ยงน้อย
2	3-6	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ต้องมีการทบทวนมาตรการควบคุม
3	8-9	ความเสี่ยงสูงต้องมีการดำเนินงานเพื่อลดความเสี่ยง
4	12-16	ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ต้องหยุดดำเนินการและปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงลงทันที

ผลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงและการจัดลำดับความสำคัญของสถานการณ์ที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุจะนำมาใช้กำหนดแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสม ซึ่งตามที่กฎหมายกำหนดไว้ คือ ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้และความเสี่ยงสูง ต้องกำหนดแผนงานลดและควบคุมความเสี่ยง ในขณะที่ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ต้องตรวจสอบมาตรการที่มีอยู่และกำหนดแผนควบคุมความเสี่ยง ส่วนความเสี่ยงเล็กน้อยไม่ต้องกำหนดมาตรการเพิ่มเติม

2. กฎหมายและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องสำหรับการขนส่งทางถนน

กฎหมายและข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องสำหรับการขนส่งทางถนนในประเทศไทยมีอยู่ด้วยกัน 2 ฉบับ คือ พระราชบัญญัติขนส่งทางบก พ.ศ.2522 และพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ.2522 ซึ่งมีลักษณะข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งสินค้าโดยสังเขปดังนี้

2.1 พระราชบัญญัติขนส่งทางบก พ.ศ. 2522

กฎหมายฉบับนี้ได้กำหนดหมวดหมู่ข้อกฎหมายต่างๆเพื่อควบคุมดูแลการขนส่งผู้โดยสารและสินค้าทางบก ได้แก่ การจัดตั้งคณะกรรมการนโยบายการขนส่ง คณะกรรมการควบคุมการขนส่ง ควบคุมการประกอบการขนส่ง การชดใช้ค่าเสียหายจากการขนส่ง การรับจัดการขนส่ง รถขนส่ง ผู้ประจำรถ ผู้โดยสาร สถานีขนส่ง และบทกำหนดโทษ

สรุปข้อกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับการประกอบการขนส่งสินค้าตามพระราชบัญญัติฉบับนี้ได้ดังนี้

มาตรา 23 ห้ามมิให้ผู้ใดประกอบการขนส่งประจำทางการขนส่งไม่ประจำทางการขนส่ง โดยรถยนต์เล็กหรือการขนส่งส่วนบุคคลเว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากนายทะเบียน

มาตรา 36 ผู้ได้รับใบอนุญาตประกอบการขนส่งต้องจัดให้มีอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ และต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดว่าด้วยความปลอดภัยในการขนส่งทั้งนี้ตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 71 รถที่ใช้ในการขนส่งต้องมีสภาพมั่นคงแข็งแรงมีเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบถูกต้องตามที่กำหนดในกฎกระทรวงกับได้จดทะเบียนตามมาตรา 73 และเสียภาษีตามมาตรา 85 แล้ว

มาตรา 78 ห้ามมิให้มีการแก้ไขเพิ่มเติมหรือเปลี่ยนแปลงสภาพเครื่องอุปกรณ์หรือส่วนควบของรถให้ผิดแผกแตกต่างในสาระสำคัญตามที่กำหนดในกฎกระทรวงเว้นแต่จะได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจากนายทะเบียน

มาตรา 93 ห้ามมิให้ผู้ใดปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้ประจำรถเว้นแต่จะได้รับใบอนุญาตจากนายทะเบียน

มาตรา 101 ในขณะที่ปฏิบัติหน้าที่ผู้ได้รับใบอนุญาตปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้ประจำรถต้องมีใบอนุญาตอยู่กับตัวและต้องแสดงต่อนายทะเบียนหรือผู้ตรวจการเมื่อขอตรวจ

มาตรา 102 ในขณะที่ปฏิบัติหน้าที่ผู้ได้รับใบอนุญาตปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้ประจำรถต้อง

- (1) แต่งกายสะอาดเรียบร้อยตามแบบที่กำหนดในกฎกระทรวง
- (2) ไม่แสดงกิริยาหรือใช้ถ้อยคำเป็นการเสียดสีดูหมิ่นก้าวร้าวรังแกรบกวนหรือหยามเหยียดผู้หนึ่งผู้ใดหรือแสดงกิริยาวาจาหรือส่งเสียงด้วยประการหนึ่งประการใดในลักษณะไม่สมควรหรือไม่สุภาพ
- (3) ไม่เสพหรือเมาสุราหรือของมีเมาอย่างอื่น
- (3ทวิ) ไม่เสพยาเสพติดให้โทษตามกฎหมายว่าด้วยยาเสพติดให้โทษ
- (3ตรี) ไม่เสพวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาทตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาท
- (4) ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดว่าด้วยความปลอดภัยในการขนส่งตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 102 ทวิในกรณีมีเหตุอันควรเชื่อว่าผู้ได้รับใบอนุญาตปฏิบัติหน้าที่เป็นผู้ประจำรถผู้ใดในขณะที่ปฏิบัติหน้าที่นั้นมีสารอยู่ในร่างกายอันเกิดจากการเสพสุราหรือของมีเมาอย่างอื่นหรือยาเสพติดให้โทษหรือวัตถุที่ออกฤทธิ์ต่อจิตและประสาทให้ผู้ตรวจการหรือพนักงานฝ่ายปกครองหรือตำรวจมีอำนาจตรวจหรือทดสอบหรือสั่งให้การตรวจหรือทดสอบว่าผู้ผู้นั้นมีสารนั้นๆอยู่ในร่างกายหรือไม่

มาตรา 103 ผู้ได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ขับรถนอกจากจะต้องปฏิบัติตามที่บัญญัติไว้ในมาตรา 102 แล้วจะต้อง

- (1) ไม่ขับรถในเวลาที่ยังง่วงหรือจิตใจอ่อนความสามารถ
- (2) ไม่รับบรรทุกบุคคลที่เป็นโรคเรื้อนหรือโรคติดต่อที่น่ารังเกียจไปกับผู้โดยสารอื่น

(3) ไม่รับบรรทุกศพสัตว์หรือสิ่งของที่อาจเกิดอันตรายหรือเป็นที่พึงรังเกียจไปกับผู้โดยสาร

(4) ไม่รับบรรทุกน้ำมันเชื้อเพลิงระเบิดหรือวัตถุอันตรายโดยฝ่าฝืนข้อห้ามตามที่อธิบดีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา

2.2 พระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 และกฎกระทรวง ฉบับที่ 4(พ.ศ.2522) ออกตามความในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ.2522

พระราชบัญญัติจราจรทางบกฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์ประสงค์ในการควบคุมสภาพยานพาหนะ การสัญจรของผู้ขับขี่ยานพาหนะทุกประเภทในทางเดินรถ เช่น รถยนต์ รถจักรยานรถจักรยานยนต์ รถบรรทุกคนโดยสาร รถม้า เกวียนและเลื่อน รวมถึงได้กำหนดอำนาจของเจ้าพนักงานจราจรและพนักงานเจ้าหน้าที่ รวมทั้งบทกำหนดโทษหากเกิดการฝ่าฝืนไม่ปฏิบัติตาม

ข้อกฎหมายสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการบรรทุกขนส่งตามพรบ.จราจรทางบก พ.ศ.2522 สรุปได้ดังนี้

มาตรา 6 ห้ามมิให้ผู้ใดนำรถที่มีสภาพไม่มั่นคงแข็งแรง หรืออาจเกิดอันตราย หรืออาจทำให้เสื่อมเสียสุขภาพอนามัยแก่ผู้ใช้ คนโดยสารหรือประชาชนมาใช้ในทางเดินรถ รถที่ใช้ในทางเดินรถ ผู้ขับขี่ต้องจัดให้มีเครื่องยนต์ เครื่องอุปกรณ์และ/หรือส่วนควบที่ครบถ้วนตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์ กฎหมายว่าด้วยการขนส่งกฎหมายว่าด้วยล้อเลื่อน กฎหมายว่าด้วยรถลาก หรือกฎหมายว่าด้วยรถจ้างและใช้การได้ดี

มาตรา 15 รถที่บรรทุกของยื่นเกินความยาวของตัวรถ ขณะที่อยู่ในทางเดินรถ และในเวลาต้องเปิดไฟตาม มาตรา 11 หรือ มาตรา 61 ผู้ขับขี่ต้อง จุดไฟสัญญาณแสงแดง หรือในเวลากลางวันต้องติดธงสีแดงไว้ที่ตอนปลายสุดของสิ่งที่บรรทุกนั้น โดยจุดไฟสัญญาณหรือติดธงไว้ให้มองเห็นได้ในระยะไม่น้อยกว่าหนึ่งร้อยห้าสิบเมตร

มาตรา 16 ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถบรรทุกของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟในอุณหภูมิ ยี่สิบเอ็ดองศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านั้น หรือที่บรรจุก๊าซไวไฟต้องปฏิบัติตาม มาตรา 15 และ มาตรา 56 แต่ไฟสัญญาณที่ใช้นั้นต้องมีไซ้เป็นชนิดที่ใช้เชื้อเพลิง

มาตรา 17 ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถที่ใช้บรรทุกวัตถุระเบิด หรือวัตถุอันตรายชนิดอื่นใด ต้องจัดให้มีป้ายแสดงถึงวัตถุที่บรรทุกเครื่องดับเพลิงและต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขในการป้องกันอันตราย ลักษณะ

และวิธีการติดป้ายแสดงถึงวัตถุที่บรรทุกและเครื่องดับเพลิงตลอด จนเงื่อนไขในการป้องกันอันตราย ให้เป็นไปตามที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 18 รถโรงเรียน รถบรรทุก หรือรถบรรทุกคนโดยสาร จะใช้ บรรทุก คน สัตว์ หรือสิ่งของชนิดหรือประเภทใด ในลักษณะใดให้เป็นไป ตามหลักเกณฑ์ และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวง

มาตรา 19 ในกรณีที่มีความจำเป็นจะต้องบรรทุกคน สัตว์ หรือสิ่งของ นอกเหนือไปจากหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดในกฎกระทรวง เมื่อเจ้าของรถร้องขอเจ้าพนักงานจราจรจะผ่อนผัน โดยอนุญาตเป็นหนังสือเป็นการชั่วคราวเฉพาะรายก็ได้

มาตรา 20 ผู้ขับขี่ซึ่งขับรถบรรทุกคน สัตว์ หรือสิ่งของต้องจัดให้มีสิ่งป้องกันมิให้คน สัตว์ หรือสิ่งของที่บรรทุกตกหล่น รั่วไหล ส่องกลิ่น ส่องแสง สะท้อนหรือปลิวไปจากรถ อันอาจก่อเหตุ เตือดร้อน รำคาญ ทำให้ทางสกปรก เปราะเปื้อน ทำให้เสื่อมเสียสุขภาพอนามัยแก่ประชาชน หรือ ก่อให้เกิดอันตรายแก่บุคคลหรือทรัพย์สิน

มาตรา 43 ห้ามมิให้ผู้ขับขี่รถ

- (1) ในขณะที่หย่อนความสามารถในอันที่จะขับ
- (2) ในขณะที่เมาสุราหรือของเมาอย่างอื่น
- (3) ในลักษณะกีดขวางการจราจร
- (4) โดยประมาทหรือน่าหวาดเสียว อันอาจเกิดอันตรายแก่บุคคล หรือ ทรัพย์สิน
- (5) ในลักษณะที่ผิดปกติวิสัยของการขับรถตามธรรมดา หรือไม่อาจแลเห็นทางด้านหน้าหรือด้านหลัง ด้านใดด้านหนึ่งหรือทั้งสองด้านได้พอแก่ความปลอดภัย
- (6) คร่อมหรือทับเส้นหรือแนวแบ่งช่องเดินรถ เว้นแต่เมื่อเปลี่ยนช่องเดินรถ เลี้ยวรถ หรือกลับรถ
- (7) บนทางเท้าโดยไม่มีเหตุอันสมควร เว้นแต่รถลากเข็นสำหรับทารก คนป่วยหรือคนพิการ
- (8) โดยไม่คำนึงถึงความปลอดภัยหรือความเดือดร้อนของผู้อื่น

มาตรา 67 ผู้ขับขี่ต้องขับรถด้วยอัตราความเร็ว ตามที่กำหนดในกฎกระทรวงหรือตามเครื่องหมายจราจรที่ได้ติดตั้งไว้ในทางเครื่องหมายจราจรที่ติดตั้งไว้ตามวรรคหนึ่ง จะกำหนดอัตราความเร็ว ชั้นสูงหรือชั้นต่ำก็ได้ แต่ต้องไม่เกินอัตราความเร็วที่กำหนดในกฎกระทรวง

กฎกระทรวง ฉบับที่ 4 (พ.ศ.2522) ออกตามความในพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522

ข้อ1รถโรงเรียนรถบรรทุกหรือรถบรรทุกคนโดยสารบรรทุกของได้ตามหลักเกณฑ์ดังต่อไปนี้

- (1) สำหรับส่วนกว้างไม่เกินส่วนกว้างของรถ
- (2) สำหรับส่วนยาว
 - (ข) ในกรณีที่เป็นรถพ่วงรถยนต์ด้านหลังยื่นพ้นตัวรถไม่เกิน2.50เมตร
 - (2) สำหรับส่วนสูง
 - (ก) ในกรณีที่เป็นรถบรรทุกกรณีล้อบรรทุกของหรือเกี่ยววินให้บรรทุกสูงไม่เกิน3 เมตรจากพื้นทางเว้นแต่รถบรรทุกที่มีความกว้างของรถเกิน2.30เมตรให้บรรทุกสูงไม่เกิน4เมตรจากพื้นทาง

นอกจากข้อกำหนดไทยที่เกี่ยวข้องสำหรับการขนส่งทางถนนข้างต้นแล้ว ในระดับสากลยังได้มีการกำหนดมาตรฐานเพื่อการขนส่งสินค้าอย่างปลอดภัยอีก 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐานของสหภาพยุโรป และมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย

2.3 ข้อเสนอแนะการยัดเรียงสินค้าที่ดีสำหรับการขนส่งทางถนนแห่งสหภาพยุโรป (European Best Practice Guidelines on Cargo Securing for Road Transport)

รูปแบบการยัดเรียงสินค้าให้มั่นคงอยู่บนรถขนส่งได้โดยไม่ตกหล่น พลิกคว่ำหรือลื่นไถลมีหลายวิธี ได้แก่

1) การยึดติด (Locking) คือการใช้วิธีเชิงกลมาใช้ในการยึดติดตู้สินค้า เช่น การใช้สลักที่อยู่ด้านข้างของพื้นรถบรรทุกล้อคยึดติดตู้คอนเทนเนอร์เข้ากับรถบรรทุก

2) การปิดกั้น (Blocking) คือ การใช้วัสดุอัดสอดแทรกไปในระหว่างช่องว่างของสินค้าที่บรรทุกเพื่อป้องกันสินค้าเคลื่อนที่ในระหว่างการขนส่ง วัสดุที่ใช้ได้แก่ พาเลทไม้ ถูกลมกันกระแทก ไม้ค้ำยัน เป็นต้น

3) การผูกมัดยึดโยง (Lashing) คือการใช้สายรัด (webbing strap) ทำการยึดรั้งสินค้าให้อยู่ติดกับตัวรถ โดยวิธีการยึดรั้งสามารถทำได้หลายวิธีทั้งขึ้นอยู่กับลักษณะรูปร่างของสินค้าที่บรรทุก เช่น การผูกมัดแบบคาดทับ (Top-over lashing) การผูกมัดแบบบ่วง (Loop lashing) การผูกมัดแบบยึดโยง (Spring lashing) การผูกมัดแบบรวบกลุ่ม (Round-turn lashing) และการผูกมัดโดยตรง (Direct lashing)

4) วิธีผสม (Combination Method) คือการปรับให้วิธีการยึดรั้งสินค้าหลายวิธีเข้าด้วยกัน เช่น การยึดติดตู้คอนเทนเนอร์ด้วยวิธี locking และใช้วิธีการปิดกั้นสินค้าภายในตู้คอนเทนเนอร์นั้นด้วยถุงอากาศเพื่อไม่ให้สินค้าเคลื่อนที่ได้ เป็นต้น

วิธีการผูกมัดยึดโยงที่แนะนำในข้อแนะนำการยึดรั้งสินค้าของสหภาพยุโรปนี้มีหลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีก็เหมาะสมกับสินค้าที่มีลักษณะต่างกันไปนอกจากนี้ได้ให้คำแนะนำเบื้องต้นในการจัดวางสินค้าบนรถบรรทุกโดยต้องคำนึงถึงการกระจายน้ำหนักอย่างเหมาะสมตามลักษณะของรถบรรทุกอีกด้วย

ข้อแนะนำของสหภาพยุโรปฉบับนี้ได้ไม่ได้แสดงวิธีการคำนวณหาจำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการยึดรั้งสินค้า แต่ได้แนะนำให้ผู้ปฏิบัติอ้างอิงถึงวิธีการผูกมัดสินค้าอย่างรวดเร็ว (Quick Lashing Guide) ซึ่งกำหนดไว้โดยองค์การทางทะเลระหว่างประเทศ (International Maritime Organization; IMO) ซึ่งกำหนดไว้ภายใต้หัวข้อ IMO Model Course 3.18 Safe Packing of CTUs ซึ่งมีวิธีคำนวณด้วยการพิจารณาทิศทางการเคลื่อนที่ของสินค้าบนรถบรรทุกขณะทำการขนส่ง ได้แก่ การเลื่อนไถลและการพลิกล้ม ทั้งที่มีทิศทางไปด้านหน้า ด้านข้างและด้านหลัง โดยได้แนะนำค่าคงที่สำหรับการเคลื่อนที่ของสินค้าดังกล่าวได้ตามแต่ละแรงเสียดทานของพื้นผิวระหว่างสินค้าและรถบรรทุก

2.4 มาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย โดยคณะกรรมการการจราจรและขนส่งทางถนน มลรัฐนิวเซาท์เวลส์

นอกเหนือจากการวิธีการยี่ดั่งสินค้าวิธีการต่างๆตามที่สหภาพยุโรปได้แนะนำไว้ข้างต้นแล้ว ทางคณะกรรมการการจราจรและขนส่งทางถนน มลรัฐนิวเซาท์เวลส์ ประเทศออสเตรเลียยังได้เสนอแนะวิธีการยี่ดั่งสินค้าบนรถบรรทุกโดยพิจารณาถึงลักษณะความสามารถของอุปกรณ์ต่างๆที่นำมาใช้ในการยี่ดั่งสินค้าบนรถบรรทุก ได้แก่

- 1) เชือก (Rope) ทั้งวิธีการผูกยี่ดั่งด้วยแบบเส้นเดี่ยวและแบบสองเส้น
- 2) โซ่ (Chain) โดยใช้อุปกรณ์ผูกยี่ดั่งแบบ Dog Clamp และ Turnbuckle
- 3) สายรัด (Webbing Strap) และอุปกรณ์ปรับแรงตึงชนิดต่างๆ เช่น Truck Winch หรือ Hand Ratchet ทั้งแบบ Push up และแบบ Pull down

พร้อมกันนี้ยังได้แนะนำวิธีการคำนวณเพื่อหาจำนวนสายรัดที่จำเป็นตามมุมของการยี่ดั่ง (Angle Effect) และค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน (Friction Coefficient) ของผิวสัมผัสระหว่างสินค้าและพื้นของรถบรรทุกที่ต่างกันซึ่งผู้วิจัยได้เลือกใช้แนวทางการคำนวณตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลียนี้มาศึกษาเพื่อนำไปใช้ในการกำหนดมาตรฐานการผูกยี่ดั่งโดยวัสดุอุปกรณ์ในกิจกรรมการสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติต่อไป

3. การศึกษาวิจัยอื่นที่เกี่ยวข้อง

ธนาคารเพื่อการพัฒนาแห่งเอเชีย (Asian Development Bank, 2010) ได้ทำการศึกษาประเมินความเสี่ยงด้านการขนส่งทางถนนเพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการบริหารจัดการความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อผลประโยชน์จากภาคปฏิบัติการณ์ขนส่งผลการศึกษามุ่งเน้นด้านการบริหารจัดการความเสี่ยงด้านเศรษฐกิจ ในเรื่องการจัดการด้านการเงินภาครัฐ (Public Financial Management) ด้านการจัดซื้อจัดหา (Procurement) และด้านการทุจริต (Corruption) อันเป็นผลกระทบไปถึงประสิทธิผลของการพัฒนาเศรษฐกิจและขจัดความยากจนในกลุ่มประเทศสมาชิก

หน่วยงานด้านความปลอดภัยและสุขภาพในการทำงานของยุโรป (European Agency for Safety and Health at Work, 2011) ได้ทำการศึกษาและจัดทำรายงานผลการสังเกตด้านอาชีวอนามัย

มัย ความปลอดภัยและสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในภาคการขนส่ง รายงานฉบับนี้ได้ทำการศึกษาในเชิงลึกเพื่อศึกษาถึงลักษณะความเสี่ยงที่ผู้ปฏิบัติงานได้สัมผัสและผลกระทบจากความเสียหายเหล่านั้นพร้อมให้คำแนะนำในการแก้ไขปรับปรุงโดยการยกตัวอย่างเป็นกรณีศึกษาแต่ละกรณีไป วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้มุ่งเน้นเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานในภาคการขนส่งและผู้มีหน้าที่กำหนดนโยบายได้ทราบถึงความเสี่ยงและตระหนักถึงอันตรายเพื่อนำไปกำหนดนโยบายและวางแผนการควบคุมหรือลดความเสี่ยงต่อไป

คณะกรรมการทั่วไปด้านพลังงานและการขนส่งแห่งสหภาพยุโรป (European Commission Directorate-General for Energy and Transport) ได้กำหนดข้อแนะนำการผูกมัดยึดโยงสินค้าที่ดีสำหรับการขนส่งทางถนน (European Best Practice Guidelines on Cargo Securing for Road Transport) เพื่อเผยแพร่ให้ผู้ประกอบการขนส่งของประเทศสมาชิกกลุ่มสหภาพยุโรปนำไปประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดการขนส่งอย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อสินค้าที่ขนส่งตลอดจนผู้ปฏิบัติการขนส่งและผู้อื่นที่อาจได้รับผลกระทบอันเนื่องจากการดำเนินการขนส่งที่ไม่ถูกต้อง

คณะกรรมการความปลอดภัยและอาชีวอนามัยอุตสาหกรรมขนส่งสินค้าทางถนน (A Road Freight Transport Industry Occupational Health and Safety Committee, 2003a) แห่งออสเตรเลียได้จัดทำคู่มือเพื่อให้คำแนะนำนายจ้างในอุตสาหกรรมขนส่งสินค้านำไปจัดทำแผนงานบริหารความปลอดภัยและอาชีวอนามัยเพื่อนำไปลดและควบคุมอันตรายเพื่อลดการบาดเจ็บซึ่งอาจจะเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน และยังจัดทำคู่มือผู้ปฏิบัติงานขนส่งเพื่อรักษาความปลอดภัยในงาน (A Transport worker's guide to keeping safe at work, 2003b) ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานอย่างปลอดภัยโดยการระบุชี้บ่งความเสี่ยงที่อาจได้รับจากสถานีขนถ่ายหรือในระหว่างขับขี่เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานนำไปลดโอกาสการเกิดการบาดเจ็บต่อตนเองและผู้อื่นได้

คณะกรรมการอุบัติเหตุจากการขนส่ง (Transport Accident Commission, 2008) ของประเทศออสเตรเลียได้ร่วมมือกับหลายองค์กรเช่น ราชยานยนต์สโมสรแห่งวิกตอเรีย, หอการค้ารถยนต์วิกตอเรีย, ศูนย์วิจัยอุบัติเหตุแห่งมหาวิทยาลัยโมนาช เป็นต้น เพื่อศึกษาและจัดทำคู่มือการทำงานอย่างปลอดภัยเกี่ยวกับการขับขี่ (Guide to Safe Work related Driving) แต่การศึกษานี้เลือกกลุ่มเป้าหมายจากรถยนต์โดยสารขนาดเล็กรถโดยสารขับเคลื่อนสี่ล้อ และรถตู้โดยสาร ผลของการศึกษามุ่งเน้นในเรื่องการคัดเลือกรถยนต์ การวางแผนการเดินทางการปฏิบัติเพื่อกำจัดและลดความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีการขนส่งโดยทั่วไปสำหรับธุรกิจการสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ เช่น ตู้คอนเทนเนอร์ ตะกร้าเหล็กสำหรับขนส่งวัสดุอุปกรณ์ถังโลหะบรรจุน้ำมันอากาศยาน และท่อเหล็กขนาดต่างๆ เป็นต้น
2. รถบรรทุกกึ่งพ่วง ประเภทรถ5 เพลา 18 ล้อ จำนวน 1 คัน
3. รถเครน ขนาด 50 ตัน จำนวน 1 คัน
4. รถยก (Forklift) ขนาด 3.5 ตัน จำนวน 1 คัน
5. สายรัดโพลีเอสเตอร์ปลายสายชนิดตะขอ(Polyester Webbing Belt with J Hook) ขนาด 50 มิลลิเมตร ความสามารถในการรับน้ำหนัก 5,000 กิโลกรัม ยาว 15 เมตร จำนวน 8 เส้น และขนาดความยาว 0.5 เมตร จำนวน 16 เส้น พร้อมอุปกรณ์ปรับแรงตึงด้วยมือ ชนิดดึงลง (Pull Down Hand Ratchet) จำนวน 8 ชุด



ภาพที่ 1 ชุดสายรัดโพลีเอสเตอร์ปลายสายชนิดตะขอ (Polyester Webbing Belt with J Hook) และอุปกรณ์ปรับแรงตึงด้วยมือ ชนิดดึงลง (Pull Down Hand Ratchet)

1. แชคเคิล (Shackle) ขนาด 5/8 นิ้ว จำนวน 32 ชุด



ภาพที่ 2 แชคเคิล (Shackle) ขนาด 5/8 นิ้ว

2. ชุดอุปกรณ์วัดค่าแรงดึง (Load Cell) ขนาด 5,000 กิโลกรัม ยี่ห้อ ZEGA รุ่น KEED-A



ภาพที่ 3 ชุดอุปกรณ์วัดค่าแรงดึง (Load Cell)

3. อุปกรณ์บันทึกค่าแรงดึง(Data Logger) ชนิด 8ช่องสัญญาณยี่ห้อ Wisco รุ่น DL2200 และชุดขยายช่องสัญญาณ ชนิด 8 ช่องสัญญาณ ยี่ห้อ Wisco รุ่น EX24



ภาพที่ 4 ชุดอุปกรณ์บันทึกค่าแรงดึง(Data Logger) ยี่ห้อ Wisco

วิธีการ

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์อุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการผูกมัดยึดโยงวัสดุ อุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติระหว่างปี พ.ศ.2550-2554 โดยแบ่งขั้นตอน การศึกษานี้ แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการชี้บ่งอันตรายในเชิงระวางป้องกันก่อนเกิดอุบัติเหตุด้วยวิธี What-If Analysis และในเชิงวิเคราะห์หาสาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) ขั้นตอนการประเมินและระบุระดับความเสี่ยง และขั้นตอนการกำหนดแผนงานบริหารจัดการ ความเสี่ยงเพื่อลดและควบคุมความเสี่ยง

ขั้นตอนการชี้บ่งอันตรายและขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงต้องจัดทำโดยคณะทำงานที่เป็นตัวแทนจากส่วนงานคลังสินค้า ส่วนงานปฏิบัติการการขนส่ง ส่วนงานปฏิบัติการท่าเรือ และส่วนงานความปลอดภัยที่มีความรู้ในกระบวนการวิเคราะห์เพื่อชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี What-If Analysis และวิธี FTA รวมถึงต้องมีประสบการณ์ในการประเมินความเสี่ยงและมีความเข้าใจในงานที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งด้วย เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์สาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุและการประเมินความเสี่ยงที่ถูกต้องแม่นยำที่สุด ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้จัดตั้งคณะทำงานซึ่งมีสมาชิกทั้งสิ้น 5 ท่าน ประกอบด้วย หัวหน้าแผนกคลังสินค้า, หัวหน้าแผนกปฏิบัติการขนส่ง, หัวหน้าแผนกปฏิบัติการท่าเรือ,

ผู้ชำนาญการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม (อาวโส),และผู้วิจัยทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานดำเนินการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยง

รายละเอียดขั้นตอนการวิจัยของแต่ละขั้นตอนมีดังนี้

1. การซึ่บ่งอันตรายของการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ

ขั้นตอนนี้เริ่มต้นจากการรวบรวมเอกสารและข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุ เพื่อจัดทำบัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตรายต่อการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติซึ่งเอกสารและข้อมูลประกอบด้วย ขั้นตอนการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซใช้เพื่อระบุปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุ และข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุในอดีตใช้เพื่อวิเคราะห์สาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุที่ผ่านมาด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) จากนั้นดำเนินการวิเคราะห์การเกิดอุบัติเหตุด้วยวิธี What-if Analysis เพื่อซึ่บ่งความเป็นอันตรายในเชิงการระวังป้องกันโดยรายละเอียดการวิเคราะห์ทั้งสองส่วนมีดังต่อไปนี้

1.1 ขั้นตอนการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ

การขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซ มีกระบวนการดังภาพที่ 5ซึ่งสามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

ก) เจ้าหน้าที่ผู้ต้องการใช้วัสดุอุปกรณ์จะทำการตรวจสอบรายการวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการในระบบคลังพัสดุ ถ้าหากมีรายการและจำนวนตรงกับความต้องการก็จะทำการเบิกจ่ายจากคลังพัสดุ จากนั้นเจ้าหน้าที่คลังพัสดุจะติดต่อบริษัทผู้รับเหมาการขนส่งมารับวัสดุอุปกรณ์และดำเนินการจัดส่งให้ตามสถานที่ที่ต้องการใช้งานที่ได้แจ้งไว้

ข) หากในระบบคลังพัสดุไม่มีวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องการ เจ้าหน้าที่ผู้ต้องการใช้งานจะติดต่อกับแผนกจัดซื้อเพื่อดำเนินการตามระเบียบปฏิบัติเรื่องการจัดซื้อต่อไป

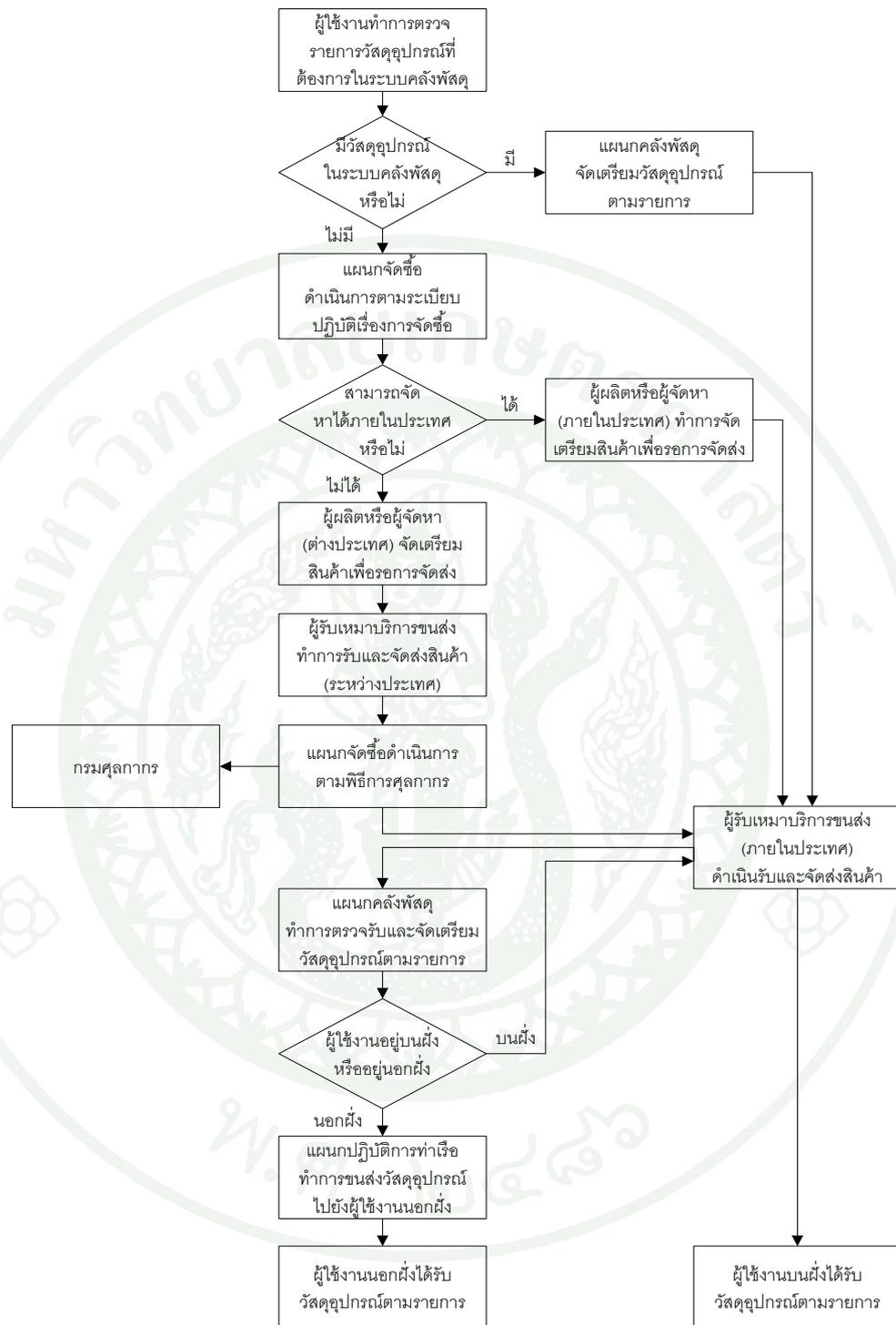
ค) การปฏิบัติตามกระบวนการพิธีการศุลกากรจะดำเนินการกับวัสดุอุปกรณ์ที่ทำการสั่งซื้อจากต่างประเทศ โดยผู้ผลิตหรือผู้จัดหาวัสดุอุปกรณ์ที่รับคำสั่งซื้อจะเป็นผู้รับผิดชอบด้านการจัดส่งจนมาถึงด่านศุลกากรตามพื้นที่ที่กำหนด

ง) หลังจากเสร็จสิ้นพิธีการศุลกากรแล้วแผนกจัดซื้อจะติดต่อบริษัทผู้รับเหมาบริการขนส่งมารับวัสดุอุปกรณ์ที่ด่านศุลกากรและนำไปส่งที่คลังพัสดุเพื่อทำการตรวจรับ

จ) เมื่อเจ้าหน้าที่คลังพัสดุทำการตรวจรับเรียบร้อยแล้วจะดำเนินการจัดส่งวัสดุอุปกรณ์ไปยังผู้ใช้งานตามสถานปฏิบัติงานที่ร้องขอ ถ้าเป็นฐานปฏิบัติการนอกฝั่งจะดำเนินการจัดส่งโดยแผนกปฏิบัติการท่าเรือ แต่ถ้าต้องจัดส่งไปยังฐานปฏิบัติการบนฝั่งก็จะติดต่อบริษัทผู้รับเหมา

บริการขนส่งเข้ามารับวัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นและดำเนินการจัดส่งไปถึงผู้ใช้งานตามสถานที่เป้าหมายต่อไป

จากขั้นตอนการจัดส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติข้างต้น จะเห็นว่ามีขั้นตอนการจัดส่งออกเป็น 3 ช่วง คือ ขนส่งจากผู้ผลิตหรือผู้จัดหาไปยังด้านศุลกากร ขนส่งจากด้านศุลกากรไปยังคลังพัสดุ และขนส่งจากคลังพัสดุไปยังท่าเรือหรือผู้ใช้งานปลายทาง ซึ่งเป็นช่วงการขนส่งที่เกิดขึ้นบ่อยเป็นประจำทุกวัน โดยงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการขนส่งในช่วงที่ 3 เนื่องจากเป็นช่วงการขนส่งที่อยู่ในส่วนความรับผิดชอบของบริษัท สามารถทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ได้อย่างสะดวกและถูกต้อง รวมทั้งผลการวิจัยยังสามารถนำไปใช้เป็นแนวปฏิบัติในการลดและควบคุมความเสี่ยงจากการผูกรัถยึดโยงวัสดุอุปกรณ์เพื่อการขนส่งทางถนนได้จริง



ภาพที่ 5 ขั้นตอนการจัดส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ

1.2 การวิเคราะห์สาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติที่เกิดขึ้นระหว่าง ปี พ.ศ. 2550 – 2554 ด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA)

เนื่องจากข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุทางถนนสำหรับรถขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติยังไม่เคยมีการเก็บรวบรวมสถิติจากหน่วยงานส่วนกลางมาก่อน มีเฉพาะการรายงานสถิติอุบัติเหตุทางถนนในภาคการขนส่งโดยรวมเท่านั้น ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ดำเนินการรวบรวมสถิติการเกิดอุบัติเหตุจากผู้ประกอบการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติในเขตจังหวัดสงขลา พบว่ามี 4 เหตุการณ์เกิดขึ้นในช่วง 5 ปีที่ผ่านมาถึงแม้จะมีสถิติการเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวข้องกับการขนส่งวัสดุอุปกรณ์กลุ่มนี้น้อยครั้งต่อกี่ก็ตามแต่อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นก็อาจส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินทั้งตัวผู้ขับขี่ บุคคลอื่นผู้สัญจรร่วมทาง รวมไปถึงคุณภาพชีวิตของบุคคลอื่นผู้พักอาศัยใกล้เคียงอีกด้วย สถิติอุบัติเหตุที่รวบรวมได้มีข้อมูลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ข้อมูลสถิติอุบัติเหตุการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ

วัน/เดือน/ปี	สถานที่เกิดเหตุ	ชนิดของวัสดุอุปกรณ์ที่เกิดอุบัติเหตุ	ลักษณะเหตุการณ์และความเสียหายที่เกิดขึ้น
26 มิ.ย. 50	อ.เมือง จ.สงขลา	ตู้คอนเทนเนอร์ ขนาดความสูง 8 ฟุต	หุยกตู้คอนเทนเนอร์เกี่ยวกับสลิงสายเคเบิลที่วีเป็นเหตุให้ตู้คอนเทนเนอร์เกือบตกลงมาจากรถบรรทุก
27 ก.ค. 53	อ.เมือง จ.สงขลา	ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 นิ้ว	ท่อเหล็กไหลกระทบแกวแกวกันกันกระทบชนกับหัวรถบรรทุกกึ่งพ่วงได้รับความเสียหาย
19 มิ.ย. 54	อ.เมือง จ.สงขลา	พาเลทเหล็กขนาด 1.5 x 1.5 เมตร	พาเลทเหล็กที่วางซ้อนกันเกือบหล่นจากรถบรรทุกระหว่างการขนส่ง
3 ก.ค. 54	อ.เมือง จ.สงขลา	ตู้คอนเทนเนอร์ ขนาดความสูง 10 ฟุต	ตู้คอนเทนเนอร์หล่นจากรถขนส่งขณะเลี้ยวโค้งบริเวณสี่แยกทำให้รถจักรยานยนต์ที่จอดอยู่ข้างทางได้รับความเสียหาย

จากการวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุข้างต้นเหตุด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) โดยมีรายละเอียดตามภาคผนวก ก สามารถสรุปผลของการวิเคราะห์อุบัติเหตุได้เป็น 3 กลุ่มปัจจัย ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการผู้กรัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจ และผลิตก๊าซธรรมชาติ โดยการชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) แยกตามกลุ่มปัจจัยและสถานการณ์

กลุ่มปัจจัย	สถานการณ์
1) ปัจจัยด้านกายภาพ	1.1) ความสูงของสิ่งกีดขวางที่บรรทุกเกินกว่า 5 เมตร 1.2) สิ่งกีดขวางที่พาดผ่านถนนมีความสูงต่ำกว่า 5 เมตร 1.3) เสากันข้างกันตกไม่ได้มาตรฐาน 1.4) แผงกันกันกระแทกไม่ได้มาตรฐาน
2) ปัจจัยด้านบุคคล	2.1) พฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถ 2.2) พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ร่วมทาง 2.3) การควบคุมดูแลจากหัวหน้างาน 2.4) ขาดการสื่อสารเพื่อการตระหนักรู้อันตราย
3) ปัจจัยด้านกระบวนการทำงาน	3.1) ไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผู้กรัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ

1.3 การชี้บ่งอันตรายของการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติทางถนนด้วยวิธี What-If Analysis

ในขั้นตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อชี้บ่งหาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุการขนส่งในสถานการณ์อื่นๆที่อาจยังส่งผลก่อให้เกิดเหตุการณ์อุบัติเหตุขึ้นได้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์เพื่อชี้บ่งอันตรายจากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติร่วมกับวิศวกรความปลอดภัยอาวุโสของบริษัทที่ร่วมการวิจัยนี้ โดยอาศัยประสบการณ์การทำงานด้านการขนส่งและได้กำหนดกรอบการตั้งคำถามให้สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี FTA จุดประสงค์เพื่อให้เกิดการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ของทั้ง 2 วิธี ซึ่งสามารถนำผลที่ได้ไปกำหนดหัวข้อประเมินความเสี่ยงและจัดทำแผนบริหารจัดการเพื่อลดและควบคุมอันตรายได้อย่างเหมาะสมต่อไป ซึ่งผลการวิเคราะห์ด้วยวิธี What-If Analysis เป็นดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการผู้กรรต์ยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจ และผลิตภัณฑ์จราจรชาติเพื่อการขี้งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What-If Analysis

คำถาม จะเกิดอะไรขึ้น ถ้า...?	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ
1.1 จะเกิดอะไรขึ้นถ้า ความสูงของสิ่งของ ที่บรรทุกเกิน กว่า 5 เมตร	- วัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก เกี่ยว/ชน/กระแทก สะพานลอยคนข้ามทำ ให้ตกหล่น บุคคลอื่น ได้รับบาดเจ็บ/ เสียชีวิต ทรัพย์สิน เสียหาย จากระดับ ความสูงของสิ่งของที่ เคลื่อนย้าย	- ข้อกำหนดการผู้กรรต์ยึดโยง เฉพาะสำหรับวัสดุอุปกรณ์ การสำรวจและผลิตภัณฑ์ จราจรชาติ - ตรวจสอบความเรียบร้อย ของการผู้กรรต์ยึดโยงทั้งก่อน และขณะทำการขนส่ง - มีการสอนวิธีการผู้กรรต์ยึด โยงอุปกรณ์ที่ถูกต้องให้ พนักงานและประเมินผล หลังการฝึกอบรม	- ข้อมูลไปจัด เป็นข้อกำหนดเพื่อ นำไปบังคับใช้กับ หน่วยงานต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องเพื่อให้ เกิดการปฏิบัติตาม มาตรฐานเดียวกัน
	- วัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก ตกหล่นทำให้เกิด ความเสียหายต่อวัสดุ อุปกรณ์ที่บรรทุก	- เหมือน 1.1	- เหมือน 1.1
1.2 จะเกิดอะไรขึ้นถ้าสิ่งกีด ขวางที่พาดผ่านถนนมี ความสูงต่ำกว่า 5 เมตร	- วัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก เกี่ยว/ชน/กระแทก สะพานลอยคนข้ามทำ ให้ตกหล่น บุคคลอื่น บาดเจ็บ/เสียชีวิต ทรัพย์สินเสียหาย จาก ระดับความสูงของ สิ่งของที่ชนย้าย	- เหมือน 1.1	- เหมือน 1.1
1.2 จะเกิดอะไรขึ้นถ้า เสาข้างกันชนตก ไม่ได้มาตรฐาน	- วัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก ตกหล่นทำให้บุคคล อื่นได้รับบาดเจ็บ/ เสียชีวิต ทรัพย์สิน เสียหาย	- ใช้เสาข้างกันชนตกที่มีความ แข็งแรงเพียงพอ	- ไม่มี
1.3 จะเกิดอะไรขึ้นถ้า แผงกันชนกระแทก ไม่ได้มาตรฐาน	- เหมือน 1.1.1	- ใช้แผงกันชนกระแทกที่มี ความแข็งแรงเพียงพอ	- ไม่มี

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คำถาม จะเกิดอะไรขึ้น ถ้า...?	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ
2.1 จะเกิดอะไรขึ้นถ้า พนักงานขับรถมี พฤติกรรมขับขี่ ที่ไม่เหมาะสม เช่น หลับใน ใช้สารเสพติด	- ทรัพย์สินของผู้ร่วมทาง เสียหาย และผู้ร่วมทาง ได้รับบาดเจ็บ	- กระบวนการคัดเลือก พนักงานขับรถที่มีคุณภาพ - อบรมหลักสูตรการขับขี่เชิง ป้องกัน (Defensive Driving) และจัดฝึก ทบทวนสม่ำเสมอ	- มีการประเมินผล ก่อนและหลังการ ฝึกอบรม
2.2 จะเกิดอะไรขึ้นถ้า พฤติกรรมขับขี่ของ ผู้ร่วมทางไม่เหมาะสม	- ทรัพย์สินของผู้ร่วมทาง เสียหาย และผู้ร่วมทาง ได้รับบาดเจ็บ	- ส่งเสริมวินัยและปฏิบัติตาม กฎจราจร	- ไม่มี
2.3 จะเกิดอะไรขึ้นถ้าขาด การสื่อสารเพื่อการ ตระหนักรู้อันตราย	- อุบัติเหตุอันมีสาเหตุจาก การไม่ทราบถึงความ เป็นอันตราย	- ฝึกอบรมความรู้และทักษะ การชี้บ่งอันตราย - จัดทำการชี้บ่งอันตราย (Hazard Analysis) - จัดทำการวิเคราะห์งาน เพื่อความปลอดภัย (Job Safety Analysis) - ปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการ ทำงานเมื่อสภาพการณ์ เปลี่ยนแปลงจากเดิม	- มีการประเมินผล ก่อนและหลังการ ฝึกอบรม - หัวหน้างานต้อง ทบทวนความ ถูกต้องของการชี้ บ่งอันตราย - พนักงานและผู้มี ส่วนเกี่ยวข้องทุก คนต้องทบทวน ผลการวิเคราะห์ งานเพื่อความ ปลอดภัยร่วมกัน ก่อนเริ่มงาน
2.4 จะเกิดอะไรขึ้นถ้าขาด การควบคุมดูแลจาก หัวหน้างาน	- อุบัติเหตุจากการขาด การควบคุมดูแลของ หัวหน้างาน	- มีการสอนการผูกมัดยึดโยง อุปกรณ์ที่ถูกต้องให้พนักงาน ใหม่ - ตรวจสอบความเรียบร้อย ก่อนทำการขนส่ง	- ไม่มี
3.1 จะเกิดอะไรขึ้นถ้าไม่มี ข้อกำหนดสำหรับการ ผูกมัดยึดโยงวัสดุ อุปกรณ์การสำรวจ และผลิตก๊าซ ธรรมชาติ	- สิ่งของที่บรรทุกตกหล่น เกิดความเสียหายต่อ วัสดุอุปกรณ์	- จัดทำข้อกำหนดการผูกมัด ยึดโยงเฉพาะสำหรับวัสดุ อุปกรณ์การสำรวจและ ผลิตก๊าซธรรมชาติ	- เผยแผ่ข้อมูลไปยัง หน่วยงานต่างๆที่ เกี่ยวข้องเพื่อให้ เกิดการปฏิบัติ ตามมาตรฐาน เดียวกัน

ตารางที่ 11 (ต่อ)

คำถาม จะเกิดอะไรขึ้น ถ้า...?	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ
	- สิ่งของที่บรรทุกตก หล่นพนักงานและ บุคคลอื่น ได้รับบาดเจ็บ	- จัดทำข้อกำหนดการผูก รัดยึดโยงเฉพาะสำหรับ วัสดุอุปกรณ์การสำรวจ และผลิตก๊าซธรรมชาติ	- เผยแพร่ข้อมูลไปยัง หน่วยงานต่างๆที่ เกี่ยวข้องเพื่อให้ เกิดการปฏิบัติ ตามมาตรฐาน เดียวกัน

2. การประเมินและระบุระดับความเสี่ยง

จากที่ได้กล่าวไปก่อนหน้านี้ว่าการประเมินความเสี่ยงจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ การวิเคราะห์หาสาเหตุพื้นฐานหลัก การประเมินโอกาสและความรุนแรง และการพิจารณาระดับความเสี่ยง โดยจะพิจารณาสาเหตุพื้นฐานหลักของแต่ละสถานการณ์ตามกลุ่มปัจจัยทั้ง 3 กลุ่มที่ได้จากวิธี FTA และวิธี What-if ซึ่งแต่ละสถานการณ์จะต้องทำการพิจารณา 4 ด้านต่อไปนี้ (1) สาเหตุพื้นฐานหลักที่จะก่อให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรงที่คาดว่าจะเกิด (2) อันตรายหรือผลที่จะเกิดขึ้นตามมาซึ่งในที่นี้คืออุบัติเหตุทางถนนจากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ (3) มาตรการป้องกันและควบคุมอันตรายที่มีอยู่ในปัจจุบัน และ (4) ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยได้ทำการประเมินความเสี่ยงและระบุระดับความเสี่ยงจากการซึบอันตรายด้วยวิธี FTA และวิธี What-if ของทั้ง 3 กลุ่มปัจจัยแสดงไว้ในภาคผนวก ข และ ค ตามลำดับโดยพิจารณาใช้หลักเกณฑ์การให้คะแนนตามระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่องหลักเกณฑ์การซึบอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ.2543 และได้นำหลักเกณฑ์การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์อันตรายที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สินของบริษัทที่เข้าไปทำการวิจัยเข้าไปร่วมพิจารณาด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ผลการประเมินที่ได้เหมาะสมกับลักษณะและขนาดของธุรกิจ ซึ่งผลการประเมินของทั้ง 2 วิธีได้แสดงไว้ในผลการจัดระดับความเสี่ยงของสถานการณ์ที่อาจเป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุทั้งหมดสรุปดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สรุปผลการประเมินความเสี่ยงการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ ซึ่งขึ้นอันตรายด้วยวิธี What-If Analysis และ FTA โดยแยกตามกลุ่มปัจจัยและสถานการณ์

กลุ่มปัจจัย	สถานการณ์	ระดับความเสี่ยง	
		FTA	What-If
1) ปัจจัยด้าน กายภาพ	1.1) ความสูงของสิ่งที่ยึดหรือเกี่ยวเกินกว่า 5 เมตร	1	3
	1.2) สิ่งกีดขวางที่พาดผ่านถนนมีความสูงต่ำกว่า 5 เมตร	1	3
	1.3) เสากันข้างกันตงไม่ได้มาตรฐาน	3	3
	1.4) แผงกันกันกระแทกไม่ได้มาตรฐาน	2	2
2) ปัจจัยด้าน บุคคล	2.1) พฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถ	3	3
	2.2) พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ร่วมทาง	3	3
	2.3) ขาดการสื่อสารเพื่อการตระหนักรู้อันตราย	2	3
	2.4) การควบคุมดูแลจากหัวหน้างาน	2	2
3) ปัจจัยด้าน กระบวนการ การทำงาน	3.1) ไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ	3	3

จากตารางที่ 12 สามารถสรุปสถานการณ์ที่มีระดับความเสี่ยง 3 (ระดับสูง) ซึ่งได้มาจากผลการประเมินความเสี่ยงจากทั้ง 2 วิธี ดังนี้ สถานการณ์ 1.3) เสากันข้างกันตงไม่ได้มาตรฐาน, 2.1) พฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถ, 2.2) พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ร่วมทาง, และ 3.1) การไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ โดยผู้วิจัยได้เลือกสาเหตุพื้นฐานของการเกิดอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากการไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์นี้มาทำการกำหนดมาตรการแนวทางการควบคุมและลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุ เนื่องจากเป็นมาตรการป้องกันอุบัติเหตุที่สำคัญหากมาตรการควบคุมและลดความเสี่ยงด้านอื่นๆล้มเหลว

3. การกำหนดแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง

การกำหนดแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงจะนำสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงระดับสูงมาพิจารณาออกแบบมาตรการลดและควบคุมความเสี่ยงซึ่งได้แก่ การขับขี้อย่างปลอดภัยของทั้งพนักงานขับรถขนส่งและผู้ร่วมใช้ถนน การจัดทำมาตรฐานการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์กับรถบรรทุก และการใช้เสากันข้างกันตงที่เหมาะสมกับวัสดุอุปกรณ์ที่ยึดหรือเกี่ยวซึ่งเปรียบเสมือนเป็นมาตรการขั้น

สุดท้ายที่จะสามารถช่วยป้องกันไม่ให้วัสดุอุปกรณ์ที่ทำการขนส่งตกลงจากรถบรรทุกได้รับความเสียหายได้

3.1 การกำหนดวิธีการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ

ในการศึกษาวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำปัจจัยเรื่องการขาดข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติมาทำการพิจารณากำหนดมาตรการลดและควบคุมความเสี่ยง เนื่องจากเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากปัจจัยอื่นได้ กล่าวคือ หากได้รับการคำนวณจำนวนสายรัดโดยคำนึงถึงแรงและปัจจัยแปรผันต่างๆที่เกี่ยวข้องแล้ว จะสามารถป้องกันหรือลดความเสี่ยงการเกิดเหตุการณ์วัตถุที่บรรทุกตกลงได้หากมาตรการป้องกันด้านอื่นๆบกพร่อง เช่น เสากั้นข้างไม่สามารถรับแรงของวัตถุที่เคลื่อนเหวี่ยงมากระแทกขณะรถบรรทุกเคลื่อนที่

วิธีการในการผูกมัดยึดโยงวัตถุนรถขนส่งมีหลายวิธี เช่น การยึดรั้ง (Attaching) การปิดกั้น (Blocking) การบรรจุ (Containing) การรัดตรึง (Tie-down) ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการรัดตรึง มาศึกษาออกแบบมาตรฐานการผูกมัดเพราะเป็นวิธีที่นิยมที่สุดในกลุ่มผู้ประกอบการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเนื่องจากสะดวกรวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆและเลือกใช้สายรัดชนิดเส้นใยโพลีเอทเทอไลน์ มีขนาดหน้ากว้าง 50 มิลลิเมตร ความสามารถในการรับน้ำหนักยกเท่ากับ 5,000 กิโลกรัมซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายซึ่งมี Hand Ratchet เป็นอุปกรณ์ส่วนควบที่ใช้ปรับแรงตึงของสายรัดซึ่งความแน่นหนามั่นคงของการผูกมัดวัตถุบนรถขนส่งนั้นจะขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์ชิ้นนี้

3.2 การคำนวณจำนวนสายรัด

การคำนวณจำนวนสายรัดสำหรับผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ จะต้องพิจารณาตัวแปรและแรงต่างๆที่กระทำระหว่างขนส่ง เช่น น้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ที่ทำการขนส่ง (Load) ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (Dimension) ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวของวัสดุอุปกรณ์และพื้นของรถบรรทุก (Friction Coefficient) แรงต้านทานต่อทิศทางการเคลื่อนที่แนวราบ (Horizontal Restraint against movement) แรงที่กระทำต่อมุมการผูกมัด (Angle effect) ความสามารถทำให้เกิดแรงตึงของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัด (Pre-tension force) โดยตัวแปรและแรงต่างๆที่เกี่ยวข้องดังกล่าวสามารถแสดงความสัมพันธ์ตามสมการ ซึ่งได้แนะนำไว้โดย คณะกรรมการวิชาการการจราจรและการขนส่งแห่งมลรัฐนิวเซาท์เวลส์ ประเทศออสเตรเลีย สมการดังกล่าวได้แสดงไว้ดังต่อไปนี้

สมการหาแรงที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการผูกมัด Load โดยพิจารณาถึงแรงต้านการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

$$F = 0.8'g' \times N_w \quad ; \text{Kg}_F \quad (1)$$

สมการหาแรงเสียดทานของ Load ที่เกิดขึ้น

$$F_w = \mu \times N_w \quad ; \text{Kg}_F \quad (2)$$

สมการหาแรงที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการผูกมัด Load เมื่อหักลบแรงเสียดทาน

$$F_L = F - F_w \quad ; \text{Kg}_F \quad (3)$$

สมการหาแรงกดของสายรัดที่จำเป็นในการผูกมัดLoad

$$N_L = F_L \div \mu \quad ; \text{Kg}_F \quad (4)$$

สมการหาแรงที่กระทำต่อมุมที่เกิดจากการผูกมัดยึดโยง

$$E = H \div L \quad (5)$$

สมการหาจำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยง

$$N = N_L \div (2T \times E) \quad ; \text{strap}(s) \quad (6)$$

โดยที่ F คือ แรงที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการผูกมัดยึดโยง ; Kg_F

0.8'g' คือ แรงต้านการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

'g' คือ ความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วง มีค่าเท่ากับ 9.81m/s

N_w คือ น้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ (Load) ที่ขนส่ง; Kg

F_w คือ แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวที่เกิดขึ้น; Kg_F

μ คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิว

F_L คือ แรงกดของวัสดุอุปกรณ์ที่ขนส่งกระทำต่อพื้นรถบรรทุก; Kg_F

N_L คือ แรงกดของสายรัดที่จำเป็นในการผูกมัดLoad; Kg_F

E คือ ผลของมุมที่กระทำต่อการผูกมัดยึดโยง

H คือ ความสูงของวัสดุอุปกรณ์ที่ขนส่ง; meter

L คือ ความยาวของสายรัดจากขอบข้างรถขนส่งถึงขอบบนของวัสดุอุปกรณ์; meter

N คือ จำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกยึดโดย ; strap(s)

T คือ ค่าคงที่ของแรงตึงเริ่มต้นของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัด; kg

ที่มา: Calculating Restrain Requirements, Section F, Load Restrain Guide, National Transport Commission and Roads & Traffic Authority NSW. (2004).

หมายเหตุ: (1) ในการคำนวณตามสมการนี้ ค่า 'g' จะไม่นำมาแทนค่าในสมการ แต่จะพิจารณานำไปแทนไว้ในรูปของหน่วย Kg. ตามที่แนะนำไว้ใน Load Restrain Guide ตามมาตรฐานประเทศออสเตรเลีย

(2) ค่า Pre-Tension Force (T) เป็นค่าแรงตึงโดยเฉลี่ยที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถออกแรงตึงอุปกรณ์ปรับแรงตึงสายรัด (Hand Ratchet) ได้แน่นที่สุด ค่า T ของ Pull Down Hand Ratchet และ Push Up Hand Ratchet จะมีค่าไม่เท่ากัน

ตารางที่ 13 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวของวัสดุ

Materials and Material Combinations		Approximate Frictional Coefficients - μ	
		Dry and Clean	Lubricated
Wood	Clean Wood	0.25 – 0.5	0.2
Wood	Clean Metal	0.2 – 0.6	0.2

ที่มา : Friction and Coefficient of Frictions. February 9, 2013.

http://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html

การคำนวณจำนวนสายรัดสำหรับการผูกยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณได้ดังนี้

ตัวอย่าง: ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 8 ฟุต ขนาดความกว้าง 2.4 เมตร ยาว 2.4 เมตร และสูง 2.4 เมตร น้ำหนัก 6,000 กิโลกรัม ใช้ไม้ท่อนแปรรูปเป็นฐานรองตู้ วางอยู่บนรถบรรทุกทุกพวง 18 ล้อซึ่งพื้นรถเป็นแผ่นเหล็กผิวเรียบ สามารถคำนวณจำนวนสายรัดที่จำเป็นต้องใช้ได้ดังนี้

หมายเหตุ: (1) มาตรฐานขนาดความกว้างของพื้นรถขนส่ง คือ 2.5 เมตร

(2) ความสามารถทำให้เกิดแรงตึงของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัดเท่ากับ 600 กิโลกรัม

(3) ทำการขนส่งในวันอากาศแจ่มใสไม่มีฝนตก

วิธีการ: หาแรงที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการผูกมัดยึดโยงโดยพิจารณาถึงแรงต้านการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยคำนวณตามสมการที่ (1)

$$F = 0.8'g' \times N_w \quad \text{Kg}_F$$

$$F = 0.8 \times 6,000 = 4,800 \quad \text{Kg}_F$$

จากตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างไม้ต่อแผ่นเหล็ก คือ 0.4 สามารถหาแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของตู้คอนเทนเนอร์และพื้นรถขนส่งโดยคำนวณตามสมการที่ (2)

$$F_w = \mu \times N_w \quad \text{Kg}_F$$

$$F_w = 0.4 \times 6,000 = 2,400 \quad \text{Kg}_F$$

หาแรงที่จำเป็นต้องใช้สำหรับผูกมัดยึดโยงได้จากผลต่างของแรงที่ต้องการในการผูกมัดกับแรงเสียดทาน

$$F_L = F - F_w$$

$$F_L = 4,800 - 2,400 = 2,400 \quad \text{Kg}_F$$

หาแรงกดของสายรัดที่จำเป็นในการผูกมัดLoadตามสมการที่ (4)

$$N_L = F_L \div \mu \quad \text{Kg}_F$$

$$N_L = 2,400 \div 0.4 = 6,000 \quad \text{Kg}_F$$

หาแรงที่กระทำต่อมุมการผูกมัดยึดโยงของตู้คอนเทนเนอร์ที่มีความสูง 2.4 เมตร และมีฐานกว้าง 2.4 เมตร ดังนั้นจะเหลือระยะห่างระหว่างขอบข้างรถขนส่งกับขอบฐานของตู้คอนเทนเนอร์ด้านละ 5 เซนติเมตร จากสมการตรีโกณมิติ สามารถคำนวณหาค่า L ได้คือ

$$L^2 = H^2 + B^2 \quad \text{meter}$$

$$L^2 = (2.4)^2 + ((2.5-2.4) \div 2)^2 \quad \text{meter}$$

$$L = 2.4005208 \quad \text{หรือประมาณ } 2.4 \quad \text{meter}$$

ดังนั้น

$$E = H \div L$$

$$E = 2.4 \div 2.4 = 1$$

สมการหาจำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยง

$$N = N_L \div (2T \times E) \quad \text{strap(s)}$$

$$N = 6,000 \div ((2 \times 600) \times 1) = 5 \quad \text{straps}$$

ดังนั้นสายรัดที่ต้องการใช้สำหรับผูกมัดยึดโยงตู้คอนเทนเนอร์นี้เพื่อการขนส่งทางถนนอย่างปลอดภัยเป็นจำนวนทั้งสิ้น 5 เส้น โดยแสดงตัวอย่างการผูกมัดยึดโยงด้วยวิธีการรัดตึงไว้ตามภาพที่ 6



ภาพที่ 6 ตัวอย่างการผูกมัดยึดโยงตู้คอนเทนเนอร์ด้วยสายรัด 5 เส้น

เนื่องจากพื้นบรรทุกของรถบรรทุกกึ่งพ่วงที่ใช้ในการดำเนินการขนส่งจะทำด้วยวัสดุ 2 ประเภทคือ รถบรรทุกกึ่งพ่วงพื้นเหล็กแผ่นเรียบและรถบรรทุกกึ่งพ่วงพื้นไม้ และ โดยที่ฐานของวัสดุ อุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติมักใช้ท่อนไม้เป็นฐานรองเพราะมีคุณสมบัติเพิ่มแรงเสียดทานและไม่ก่อให้เกิดประกายไฟซึ่งเป็นอันตรายต่อสภาพแวดล้อมการทำงาน ณ แทนผลิตรถ จำนวนจำนวนสายรัดจึงพิจารณาทั้ง 2 กรณีสำหรับวัสดุอุปกรณ์ในกิจกรรมสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติจำนวน 39 รายการ

อนึ่งเมื่อทำการหา จำนวนสายรัด โดยใช้วิธีการคำนวณ อย่างง่าย ซึ่งใช้โดยทั่วไปในปัจจุบัน ด้วยการนำน้ำหนักวัสดุอุปกรณ์ที่ขนส่งหารด้วยความสามารถรับน้ำหนักของสายรัด ผลลัพธ์ที่ได้คือจำนวนสายรัดที่ต้องใช้จะเห็นว่าการคำนวณอย่างง่ายนี้ ไม่ได้พิจารณาถึง แรงที่เกิดขึ้นระหว่างที่รถเคลื่อนที่ แรงต้านทานต่อทิศทางการเคลื่อนที่แนวราบแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ผลของมุมผลที่กระทำต่อแรงการผูกมัดรวมถึงค่าความสามารถทำให้เกิดแรงดึงของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัดในการ คาดรัด ขณะขนส่งแต่อย่างใดดังนั้น ตู้คอนเทนเนอร์ ตามตัวอย่างข้างต้นจะ ใช้จำนวนสายรัด เพียงแค่ 2 เส้น เท่านั้น

3.3 การทดลองภาคสนาม

การทดลองภาคสนามเพื่อยืนยันความเหมาะสมของจำนวนสายรัดที่คำนวณได้จาก สมการ โดยเลือกทำการทดลองขนส่งอุปกรณ์ด้านการสำรวจและผลิต 1 ชนิดเป็นตัวอย่างในการ ทดลอง โดยทำการขนส่งจากโกดังสินค้าของบริษัทฯ ซึ่งตั้งอยู่ที่ ตำบลชิงโค อำเภอสิงหนคร ไปถึง บริเวณหน้าโรงพยาบาลสงขลา ตำบลพะวง อำเภอเมือง รวมระยะทางประมาณ 33 กิโลเมตร สาเหตุ ของการเลือกเส้นทางนี้เนื่องจากเป็นเส้นทางหลักที่ได้ขนส่งวัสดุอุปกรณ์เป็นประจำ อีกทั้งการขนส่ง ต้องขับรถบรรทุกขึ้นลงสะพานติณสูลานนท์ 1 และสะพานติณสูลานนท์ 2 ข้ามฝั่งจากเขตอำเภอสิงหนครไปยังอำเภอเกาะยอเพื่อไปยังอำเภอเมือง โดยสภาพถนนเป็นถนนลาดยางสลับกับคอนกรีต เสริมเหล็ก มีผิวถนนชำรุดเป็นบางช่วง และเส้นทางมีความคดเคี้ยวตามลักษณะภูมิประเทศของเกาะยอซึ่งอาจจะมีโอกาสทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ในระหว่างการขนส่ง เส้นทางทดลองเป็นดังภาพที่ 7



ภาพที่ 8 การติดตั้งชุดอุปกรณ์วัดแรงดึงสายรัด(Load Cell)

การทดลองนี้ผู้วิจัยเลือกทดลองโดยใช้ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 8 ฟุต น้ำหนักตู้รวมสิ่งของที่บรรทุกหนัก 6,000 กิโลกรัม ทำการรัดแบบ Tie-down ด้วยสายรัดขนาด 50 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถรับแรงดึงได้เส้นละ 5,000 กิโลกรัม โดยได้ต่อสายรัดนั้นเข้ากับชุดอุปกรณ์วัดแรงดึงทั้งสองด้านของสายรัดและเชื่อมต่ออุปกรณ์บันทึกค่าแรงดึงเพื่อทำการบันทึกข้อมูลระหว่างการขนส่ง

ทำการทดลองขนส่งตู้คอนเทนเนอร์โดยใช้จำนวนสายรัดตามผลการคำนวณทั้ง 2 วิธี คือ ทดลองขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ที่คาดรัดด้วยสายรัดจำนวน 2 เส้นที่ได้มาจากการคำนวณอย่างง่าย และทดลองขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ที่คาดรัดด้วยสายรัด จำนวน 5 เส้นซึ่งได้จากการคำนวณ ตามทฤษฎีตามลำดับ เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงของแรงที่เกิดขึ้นต่อสายรัดขณะทำการขนส่ง โดยวิธีการติดตั้งสายรัดแบบ 2 เส้น และแบบ 5 เส้น เป็นไปตามภาพที่ 9 และภาพที่ 10



ภาพที่ 9 การติดตั้งสายรัด 2 เส้นและชุดอุปกรณ์ Load Cell เพื่อรัดตู้คอนเทนเนอร์บนรถบรรทุก



ภาพที่ 10 การติดตั้งสายรัด 5 เส้นและชุดอุปกรณ์ Load Cell เพื่อรัดตู้คอนเทนเนอร์บนรถบรรทุก

การทดลองนี้ผู้วิจัยได้กำหนดให้ทำการทดลองซ้ำตามเส้นทางเดิมทั้งหมด 5 รอบต่อรูปแบบการคาดรัศมีคอนเทนเนอร์ โดยควบคุมปัจจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้องและอาจส่งผลต่อการผลการทดลองให้มีสภาพที่ใกล้เคียงกันมากที่สุด ได้แก่ เลือกใช้รถขนส่งที่อยู่ในสภาพดี ความเร็วที่ใช้ในการขับไม่เกิน 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมง และใช้พนักงานขับรถคนเดิมซึ่งผ่านการฝึกอบรมเรื่องการขับที่เชิงป้องกันเป็นผู้ขับรถขนส่งนี้ตลอดการทดลอง

เมื่อได้ผลวัดค่าแรงดึงในสายรัดจากการทดลองมาแล้ว ผู้วิจัยได้เลือกค่าแรงดึงที่ได้จากการขนส่งซึ่งมีค่าสูงสุดช่วงหนึ่งจากการทดลองทั้ง 5 รอบการทดลองมาจำนวนรอบละ 40 ค่า รวมเป็น 200 ค่า สำหรับนำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐานของการทดลองต่อไป

ค่าแรงดึงในสายรัดที่ได้จะนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อตรวจสอบสมมติฐาน ดังนี้

H_0 : แรงเฉลี่ยที่กระทำต่อสายรัดมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนด

H_1 : แรงเฉลี่ยที่กระทำต่อสายรัดมีค่าน้อยกว่าค่าที่กำหนด

การทดสอบสมมติฐานจะทำที่ระดับนัยสำคัญ (α) 0.05 โดยวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB หากปฏิเสธสมมติฐานหลักได้แสดงว่าจำเป็นต้องมีการเพิ่มจำนวนสายรัดให้มากขึ้นซึ่งอาจเกิดจากสมการที่ได้นำมาใช้เพื่อค่าแรงในการเคลื่อนที่ไม่เพียงพอ แต่ถ้าหากไม่สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้แสดงว่าจำนวนสายรัดที่คำนวณมามีจำนวนเพียงพอแล้ว และสามารถป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ที่ทำการขนส่งตกลงหรือหลุดจากรถบรรทุกได้

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ผลชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยง

จากการศึกษาวิเคราะห์อุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติที่เกิดขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2550-2554 โดยใช้เทคนิคการชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี What-If Analysis และ Fault Tree Analysis (FTA) จากนั้นนำสาเหตุพื้นฐานของการเกิดอุบัติเหตุที่ได้มาทำการประเมินและจัดลำดับความเสี่ยง ผลการชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงสามารถสรุปโดยจำแนกตามระดับความเสี่ยงได้ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 สาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุและประเมินความเสี่ยงจำแนกตามระดับความเสี่ยง

ระดับความเสี่ยง		สาเหตุพื้นฐานของการเกิดอุบัติเหตุ
FTA	What-If	
3	3	(1) ไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ (2) พฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถ (3) พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ร่วมทาง (4) เสากันข้างกันตกไม่ได้มาตรฐาน
2	3	(5) ขาดการสื่อสารเพื่อการตระหนักรู้อันตราย
2	2	(6) การควบคุมดูแลจากหัวหน้างาน (7) แผงกั้นกันกระแทกไม่ได้มาตรฐาน
1	3	(8) ความสูงของลิที่บรรทุกเกินกว่า 5 เมตร (9) สิ่งกีดขวางที่พาดผ่านถนนมีความสูงต่ำกว่า 5 เมตร

2. ผลการคำนวณจำนวนสายรัด

การคำนวณจำนวนสายรัดที่ต้องใช้ตามมาตรฐานการผูกยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติโดยการคำนวณจำนวนสายรัดที่ต้องใช้กับพื้นผิวทั้ง 2 ประเภทของวัสดุอุปกรณ์ประเภทต่างๆ สามารถแสดงผลได้ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 จำนวนสายรัดที่จำเป็นต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติจากการคำนวณตามทฤษฎีโดยแยกตามลักษณะประเภทของอุปกรณ์
เปรียบเทียบกับจำนวนสายรัดจากการคำนวณอย่างง่าย

ประเภทอุปกรณ์	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ขนาด (กว้างxยาวxสูง) (เมตร)	จำนวนสายรัดที่ใช้กับ พื้นผิวต่างๆ (เส้น)		จำนวนสายรัด จากการ คำนวณอย่าง ง่าย (เส้น)
			ไม้/ไม้	ไม้/เหล็ก	
5ft Cargo Container	3,700	1.5 x 1.5 x 2.4	2	4	1
6ft Cargo Container	5,000	1.8 x 1.8 x 2.4	3	5	1
8ft Cargo Container	6,000	2.4 x 2.4 x 2.4	3	5	2
Pallet Carrier Stack	2,000	1.5 x 1.5 x 1.5	2	2	1
Pallet Carrier Unit	3,500	1.5 x 1.5 x 0.1	2	4	1
3T General Basket	3,000	1.5 x 1.5 x 1.2	2	3	1
5T General Basket	5,000	1.7 x 1.7 x 1.4	3	5	1
Half High Container	5,000	2.6 x 2.6 x 1.4	3	5	1
Riser Spool Basket	15,000	1.8 x 6.0 x 1.0	8	14	3
Green Rubbish Bin	6,000	1.5 x 2.0 x 1.4	4	6	2
X-Mass Tree Carrier	3,000	1.2 x 2.2 x 1.8	2	3	1
Well Head Basket	3,500	1.8 x 4.0 x 0.9	2	4	1
CO2 Cylinder Rack	1,300	1.0 x 1.0 x 1.3	1	2	1
Oxygen Cylinder Rack	1,300	0.9 x 1.8 x 1.8	1	2	1
Acetylene Cylinder Rack	1,400	0.8 x 1.8 x 1.3	1	2	1
Nitrogen Pack	1,500	0.8 x 1.3 x 1.9	1	2	1
Food Basket	1,000	1.5 x 1.5 x 1.0	1	1	1
Piping Basket	5,000	1.3 x 6.5 x 1.2	3	5	1
Pup Joint Basket	3,000	1.0 x 3.7 x 1.0	2	4	1
Casing Hanger Basket	3,000	1.2 x 3.6 x 0.9	2	4	1
Transfer Basket	4,500	0.8 x 1.5 x 0.8	4	6	1
Open Top Container	10,000	2.5 x 4.7 x 2.8	5	9	2
Jet A-1 Tank	4,100	1.8 x 1.9 x 1.4	3	4	1

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ประเภทอุปกรณ์	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ขนาด (กว้างxยาวxสูง) (เมตร)	จำนวนสายรัดที่ใช้กับ		จำนวนสายรัด จากการ คำนวณอย่าง ง่าย (เส้น)
			พื้นผิวต่างๆ (เส้น)		
			ไม้/ไม้	ไม้/เหล็ก	
Metal Sheet Pallet Carrier	6,000	1.8 x 2.7 x 0.3	5	8	2
Rubbish Drum Basket	3,000	1.5 x 2.0 x 1.4	2	3	1
Casing Protector Basket	3,000	1.2 x 1.8 x 1.2	2	3	1
Hazardous Rubbish Skip	6,000	1.5 x 2.0 x 1.4	4	6	2
Cable Reel Basket	6,000	2.5 x 2.5 x 1.4	3	5	2
4ft Chemical Tote Tank	2,000	1.1 x 1.3 x 1.3	2	2	1
6ft Chemical Tote Tank	3,000	1.1 x 1.3 x 1.9	2	3	1
IBC Tote Tank	1,500	1.1 x 1.2 x 1.2	1	2	1
Freezer Container	6,000	2.4 x 2.4 x 2.4	3	5	2
2-7/8" R3 Tubing Pack	4,600	0.8 x 13.0 x 0.6	4	7	1
3-1/2" R3 Tubing Pack	4,400	0.8 x 13.0 x 0.6	4	7	1
2-7/8" Apex Tubing Pack	2,500	0.8 x 13.5 x 0.4	3	5	1
3-1/2" Apex Tubing Pack	3,800	0.8 x 13.0 x 0.5	4	7	1
7" Casing (5 Jts/bundle)	2,900	0.6 x 13.0 x 0.5	4	8	1
9-5/8" Casing Bundle (3 Joints/bundle)	2,400	0.5 x 13.0 x 0.5	3	5	1
13-3/8" Casing Bundle (2 Joints/bundle)	2,200	0.9 x 13.0 x 0.5	3	5	1

3. ผลการทดสอบภาคสนามและการวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลการทดสอบภาคสนาม

เพื่อเป็นการเปรียบเทียบแรงดึงของสายรัดระหว่างการคำนวณหาจำนวนสายรัดอย่างง่ายซึ่ง
และจำนวนสายรัดที่คำนวณได้ตามทฤษฎี ผู้วิจัยจึงยังได้ทำการทดลองเพื่อวัดค่าแรงดึงในสายรัด

ขณะที่มีการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ด้วยการใช้สายรัดจำนวน 2 เส้นและ 5 เส้น โดยทำการทดลองซ้ำอย่างละ 5 รอบการทดลองซึ่งผลที่ได้ เป็นดังตารางที่ 16 และ ตารางที่ 17 ตามลำดับ

ตารางที่ 16 ค่าแรงดึงในสายรัดที่บันทึกได้จากการทดลองโดยใช้จำนวนสายรัดตามผลการคำนวณอย่างง่าย

สายรัด	แรงดึงเฉลี่ยเริ่มต้น (กิโลกรัม)	แรงดึงเฉลี่ยที่บันทึกได้ (กิโลกรัม)	ผลต่างแรงดึงที่เกิดขึ้น (กิโลกรัม)
เส้นที่ 1	682.88	1,544.68	861.80
เส้นที่ 2	682.75	1,562.42	879.66

ตารางที่ 17 ค่าแรงดึงในสายรัดที่บันทึกได้จากการทดลองโดยใช้จำนวนสายรัดตามผลการคำนวณตามทฤษฎี

สายรัด	แรงดึงเฉลี่ยเริ่มต้น (กิโลกรัม)	แรงดึงเฉลี่ยที่บันทึกได้ (กิโลกรัม)	ผลต่างแรงดึงที่เกิดขึ้น (กิโลกรัม)
เส้นที่ 1	672.41	684.05	11.65
เส้นที่ 2	674.61	678.57	2.96
เส้นที่ 3	689.95	691.04	1.08
เส้นที่ 4	665.66	671.36	5.70
เส้นที่ 5	688.04	697.71	9.67

การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ผลการทดสอบสมมติฐานทางสถิติสำหรับการทดลองการใช้สายรัดตามผลการคำนวณอย่างง่าย โดยใช้สายรัด 2 เส้น เป็นดังภาพที่ 11

One-Sample T: 2 straps

Test of mu = 880 vs < 880

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% Upper Bound	T	P
2 straps	80	870.73	45.76	5.12	879.25	-1.81	0.037

ภาพที่ 11 ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนสายรัดที่ใช้จากการคำนวณตามทฤษฎีด้วยสถิติที่สำหรับการทดลองที่ใช้สายรัด 2 เส้น

จากภาพที่ 11 พบว่า เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนค่าที่กำหนดของแรงดึงในสายรัด พบว่า ค่าแรงดึงที่ต่ำที่สุดที่ทำให้สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ คือ 880 กิโลกรัม ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า แรงดึงเฉลี่ยที่กระทำต่อสายรัดมีค่าน้อยกว่า 880 กิโลกรัม หรือ 14.67% ของน้ำหนักวัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุกอย่างมีนัยสำคัญ

ผลการทดสอบสมมติฐานสำหรับการทดลองในการใช้จำนวนสายรัดจากการคำนวณตามทฤษฎี โดยใช้สายรัด 5 เส้น ด้วยค่าสถิติที่ให้ผลดังภาพที่ 12

One-Sample T: 5 straps

Test of mu = 8 vs < 8

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% Upper Bound	T	P
5 straps	200	6.210	7.678	0.543	7.108	-3.30	0.001

ภาพที่ 12 ผลการทดสอบสมมติฐานจำนวนสายรัดที่ใช้จากการคำนวณตามทฤษฎีด้วยสถิติที่สำหรับการทดลองที่ใช้สายรัด 5 เส้น

จากภาพที่ 12 พบว่า เมื่อทำการทดลองเปลี่ยนค่าที่กำหนดของแรงดึงในสายรัด พบว่า ค่าแรงดึงที่ต่ำที่สุดที่ทำให้สามารถปฏิเสธสมมติฐานหลักได้ คือ 8 กิโลกรัม ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่า แรงดึงเฉลี่ยที่กระทำต่อสายรัดมีค่าน้อยกว่า 8 กิโลกรัม หรือ 0.13% ของน้ำหนักวัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุกอย่างมีนัยสำคัญ

วิจารณ์

จากทฤษฎี $F = F_L + F_W$ หมายถึงแรงที่ใช้ในการผูกมัดวัสดุอุปกรณ์ จะต้องเท่ากับผลรวมของแรงกดที่กระทำต่อพื้นรถบรรทุกรวมกับแรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวของวัสดุอุปกรณ์และพื้นผิวของรถบรรทุก เพื่อจะทำให้วัสดุอุปกรณ์ผูกติดอยู่บนรถบรรทุกตลอดเวลาโดยไม่เกิดการขยับหรือเคลื่อนที่ ดังนั้นผลต่างของแรงดึงในสายรัดแต่ละเส้นระหว่างการขนส่งจะต้องเท่ากับศูนย์ นั่นคือแรงดึงในสายรัดต้องไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงขณะขนส่ง จากผลการทดลองสามารถวิจารณ์ผลการคำนวณจำนวนสายรัดตามทฤษฎีเปรียบเทียบกับจำนวนสายรัดจากการคำนวณอย่างง่ายได้ดังนี้

1. กรณีคำนวณอย่างง่าย

a. แรงดึงเฉลี่ยที่เกิดขึ้นระหว่างการขนส่งในสายรัดเส้นที่ 1 และเส้นที่ 2 เท่ากับ 861.80 และ 879.66 กิโลกรัมตามลำดับ แสดงว่าตู้คอนเทนเนอร์มีการขยับเคลื่อนที่ระหว่างการขนส่ง ตู้คอนเทนเนอร์มีโอกาสล้มไถลได้ง่าย เนื่องจากแรงในสายรัดไม่เพียงพอ

b. เมื่อทดสอบสมมติฐานด้านล่าง ที่ระดับความเชื่อมั่น $\alpha = 0.05$

H_0 : แรงเฉลี่ยที่กระทำต่อสายรัดมีค่าไม่น้อยกว่า 880 กิโลกรัม

H_1 : แรงเฉลี่ยที่กระทำต่อสายรัดมีค่าน้อยกว่า 880 กิโลกรัม

พบว่า ค่า p-value = 0.037 ซึ่งน้อยกว่า ค่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ได้ที่แรงดึงที่เกิดขึ้นในสายรัดน้อยกว่า 880 กิโลกรัม หรือเท่ากับ 14.67 % ของน้ำหนักวัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก ซึ่งเป็นแรงจำนวนมาก

c. กรณีที่ทำการขนส่งและมีแรงเหวี่ยงที่รุนแรงเกิดขึ้นอันอาจเกิดจากการขับรถประมาท ใช้ความเร็วสูงเกิดกำหนด หรือมีปัจจัยอื่นที่ไม่สามารถควบคุมได้ร่วมด้วยก็อาจเกิดอุบัติเหตุในระหว่างการขนส่งได้

2. กรณีคำนวณตามทฤษฎี

a. แรงดึงเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในสายรัดเส้นที่ 1 ถึงเส้นที่ 5 เท่ากับ 11.64, 2.96, 1.08, 5.70 และ 9.67 กิโลกรัมตามลำดับ ซึ่งสายรัดแต่ละเส้นมีค่าแรงดึงไม่เท่ากัน โดยสายรัดเส้นที่ 1 และเส้นที่ 5 มีแรงดึงมากกว่าสายรัดที่ 2, 3 และ 4 เนื่องจากเป็นตำแหน่งที่ได้รับผลกระทบมากที่สุดจากการเคลื่อนที่

ของรถบรรทุกทั้งผลจากการเลี้ยวซ้าย-ขวา การขึ้นลงสะพาน และความขรุขระของพื้นผิวถนน อีกทั้งสายรัดเส้นกลางทั้ง 3 เส้นรัดตู้คอนเทนเนอร์ได้แนบกับพื้นรถบรรทุกมากกว่าสายรัดเส้นที่อยู่ด้านริม

b. เมื่อทดสอบสมมติฐานด้านล่าง ที่ระดับความเชื่อมั่น $\alpha = 0.05$

H_0 : แรงเฉลี่ยที่กระทำต่อสายรัดมีค่าไม่น้อยกว่า 8 กิโลกรัม

H_1 : แรงเฉลี่ยที่กระทำต่อสายรัดมีค่าน้อยกว่า 8 กิโลกรัม

พบว่า ค่า p-value = 0.001 ซึ่งน้อยกว่า ค่า $\alpha = 0.05$ แสดงว่าสามารถปฏิเสธสมมติฐานหลัก (H_0) ได้ที่แรงดึงที่เกิดขึ้นในสายรัดน้อยกว่า 8 กิโลกรัม หรือเท่ากับ 0.13% ของน้ำหนักวัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ นั่นคือตู้คอนเทนเนอร์นั้นถูกรัดติดแน่นอยู่กับพื้นรถบรรทุกในขณะที่รถเคลื่อนที่เพราะ FL และ FW ขดเซยแรง F ได้เต็มที่

c. เพื่อไม่ให้ วัสดุอุปกรณ์ขยับหรือเคลื่อนที่เป็นการป้องกันอันตรายระหว่างการขนส่ง ผู้ประกอบการขนส่งต้องใช้สายรัดตามที่ได้คำนวณไว้

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการชี้บ่งอันตราย และการประเมินและระบุระดับความเสี่ยงของการขนส่งวัสดุอุปกรณ์ การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติทางถนนด้วยวิธี What-If Analysis และ วิธี FTA สามารถสรุปผลได้ว่า แต่ละสถานการณ์ที่วิเคราะห์จะมีจำนวนสาเหตุพื้นฐานของการเกิดอุบัติเหตุขณะขนส่งอยู่ 5 – 8 สาเหตุพื้นฐาน เมื่อนำไปประเมินความเสี่ยงแล้วพบว่า ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ที่ขนส่งสูงเกินกว่า 5 เมตร หรือ สิ่งกีดขวางที่พาดผ่านถนนมีความสูงต่ำกว่า 5 เมตรนั้น มีความเสี่ยงน้อย (ระดับ 1) และปัจจัยด้านการขาดการควบคุมดูแลจากหัวหน้างาน ขาดการสื่อสารเพื่อการตระหนักรู้อันตราย มีความเสี่ยงปานกลาง (ระดับ 2) ส่วนปัจจัยที่มีความเสี่ยงสูงสุดที่ประเมินได้ คือ ความเสี่ยงสูง (ระดับ 3) ซึ่งได้แก่ เสากันข้างกันตกไม่ได้มาตรฐานพฤติกรรมกรับรถของทั้งพนักงานขับรถและผู้ร่วมทางและการไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกยึดถังวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ ในการกำหนดมาตรการแนวทางการควบคุมและลดความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุโดยมีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกยึดถังวัสดุอุปกรณ์นั้นเป็นมาตรการป้องกันอุบัติเหตุที่สำคัญประการหนึ่งที่สามารถควบคุมความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากปัจจัยอื่นที่เกี่ยวข้องได้

การสร้างข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกยึดถังโดยการคำนวณจำนวนสายรัดที่เหมาะสมในแต่ละประเภทอุปกรณ์ตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย เปรียบเทียบกับจำนวนสายรัดที่ใช้ในปัจจุบันเพื่อคาดการณ์วัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติบนรถบรรทุก สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. จำนวนสายรัดที่ได้จากการคำนวณต้องใช้มากกว่าจำนวนสายรัดที่ใช้ในปัจจุบัน จากผลการทดลองพบว่าแรงดึงในสายรัดที่วัดได้ไม่เกินค่าความสามารถรับแรงดึงสูงสุดของสายรัด และค่าแรงดึงในสายรัดน้อยกว่า 0.13% ของน้ำหนักวัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก นั่นคือวัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุกทุกแทบจะไม่มีเคลื่อนที่ขณะขนส่ง
2. การขนส่งโดยใช้จำนวนสายรัดจากการคำนวณอย่างง่ายที่ใช้ในปัจจุบัน มีค่าแรงดึงในสายรัดไม่เกินค่าความสามารถรับแรงดึงสูงสุดของสายรัด แต่ค่าแรงดึงในสายรัดนั้นมีถึง 14.67% ของน้ำหนักวัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก นั่นคือวัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุกมีการขยับและเคลื่อนที่ขณะขนส่ง
3. จากผลการทดลองภาคสนาม การใช้จำนวนสายรัดที่ได้จากการคำนวณตามทฤษฎีสามารถลดการเคลื่อนที่ของวัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุกได้ดีกว่าการใช้จำนวนสายรัดตามวิธีการคำนวณอย่างง่ายถึง 112.85 เท่าดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันการเกิดอุบัติเหตุระหว่างการขนส่ง ควรทำการผูก

รัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติโดยใช้จำนวนสายรัดตามผลการคำนวณตาม ทฤษฎีที่ได้แนะนำไว้

4. จำนวนสายรัดที่แนะนำไว้ในงานวิจัยนี้ ได้พิจารณาตัวแปรต่างๆที่อาจเป็นปัจจัยป้องกัน ไม่ให้วัสดุอุปกรณ์ที่บรรจุท่่วงหล่นระหว่างการขนส่ง เช่น แรงที่เกิดขึ้นระหว่างที่รถหยุดกระทันหัน แรงต้านทานต่อทิศทางการเคลื่อนที่แนวราบแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส ผลของมุมผลที่กระทำต่อ แรงการผูกมัดรวมถึงค่าความสามารถทำให้เกิดแรงดึงของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัด

ข้อเสนอแนะ

1. มาตรฐานการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติที่สร้างขึ้นนี้ เหมาะสำหรับสายรัดขนาด 50 มิลลิเมตร ที่มีความสามารถรับแรงดึงสูงสุด 5,000 กิโลกรัมเท่านั้น ผู้ประกอบการอาจพิจารณาปรับเปลี่ยนใช้สายรัดขนาดอื่นที่มีความสามารถในการรับแรงดึงสูงสุดได้ มากกว่านี้ เช่น สายรัดขนาด 75 มิลลิเมตร หรือขนาด 100 มิลลิเมตร เป็นต้น โดยยึดหลักวิธีการ คำนวณดังที่ได้แสดงไว้ในงานวิจัยนี้เพื่อคำนวณหาจำนวนสายรัดที่จำเป็นต้องใช้ต่อไป ทั้งนี้การ เลือกใช้ขนาดสายรัดนั้นขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของวัตถุที่ขนส่ง หากมีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนัก มากก็ควรใช้สายรัดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเป็นการประหยัดจำนวนสายรัดที่ต้องใช้ และเป็นการลด ระยะเวลาในการติดตั้งอีกด้วย
2. ค่า Pre-Tension Force (T) ที่ใช้ในการคำนวณเป็นค่าอ้างอิงจากการศึกษาของประเทศ ออสเตรเลียซึ่งมีสรีระร่างกายต่างจากคนไทย ในการศึกษาภาคสนามนี้ได้ใช้ชุดอุปกรณ์ Load Cell ตรวจวัดค่าแรงดึงในสายรัดขณะทำการคาดรัดตู้คอนเทนเนอร์ จึงสามารถควบคุมค่า T ของการ ทดลองมีความใกล้เคียงกับค่า T ที่ใช้แทนในสมการการคำนวณได้ แต่สำหรับการนำไปปฏิบัติจริงจะ ไม่มีชุดอุปกรณ์วัดค่าแรงดึงนี้ ดังนั้นควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อทำการกำหนดค่า T ที่จำเพาะกับ สรีระร่างกายของคนไทยอันนำไปสู่ผลการคำนวณหาจำนวนสายรัดที่เหมาะสมสำหรับคนไทยต่อไป
3. เมื่อมีการใช้งานสายรัดไประยะเวลาหนึ่ง ความสามารถในการรองรับแรงดึงในสายรัดจะ ลดลง ดังนั้นควรมีการตรวจสอบสภาพและบำรุงรักษาสายรัดและอุปกรณ์ปรับแรงดึงให้อยู่ในสภาพดี รวมทั้งศึกษาข้อมูล Failure Rate Data ของสายรัดและชุดอุปกรณ์ปรับแรงดึงเพื่อให้เห็นใจได้ว่าสาย รัดที่ใช้อยู่สามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพสูงอยู่ตลอดเวลา
4. ในกรณีที่มีการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติที่ไม่ได้ระบุไว้ใน รายการคำนวณนี้ ผู้ปฏิบัติการขนส่งควรนำแนวทางวิธีการคำนวณนี้ไปพิจารณาหาจำนวนสายรัดที่ จำเป็นในการคาดรัดวัสดุอุปกรณ์นั้นเพื่อการขนส่งอย่างปลอดภัย

5. นอกจากมาตรการควบคุมและลดปัจจัยเสี่ยงด้านการทุจริตยึดโยงที่แนะนำไว้ในงานวิจัยนี้แล้ว ผู้ปฏิบัติการขนส่งควรพิจารณาเสริมมาตรการควบคุมและลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุอันมีสาเหตุมาจากปัจจัยอื่นร่วมด้วย เช่น มีการตรวจสอบและซ่อมบำรุงเชิงป้องกันรถบรรทุกเพื่อเป็นการควบคุมปัจจัยเสี่ยงด้านสภาพความพร้อมของยานพาหนะ การจำกัดความเร็วการขับขี่ หรือการติดตั้งระบบควบคุมการใช้และระบุตำแหน่งพิกัดรถ เพื่อเป็นการควบคุมปัจจัยเสี่ยงจากพฤติกรรมของผู้ขับขี่รถบรรทุก เป็นต้น



เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2543. ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม หลักเกณฑ์การขึ้นบัญชีอันตรายการประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงพ.ศ. 2543. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพมหานคร.

เฉลิมชัย ชัยกิตติภรณ์. ม.ป.ป. การวิเคราะห์งานเพื่อความปลอดภัย (Job Safety Analysis) และการประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment). (เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ). ภาควิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

Asian Development Bank. 2010. **Guidance Note: Road Transport Subsector Risk Assessment**. Metro Manila, Philippines.

European Commission Directorate General for Energy and Transport. 2006. **European Best Practice Guidelines on Cargo Securing for Road Transport**. European Union, Brussels, Belgium.

European Agency for Safety and Health at Work. 2011. **European Risk Observatory Report**. European Union, Brussels, Belgium.

Friction and Coefficient of Frictions. February 9, 2013.

http://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html

General for Energy and Transport. 2006. **European Best Practice Guidelines on Cargo Securing for Road Transport**. European Commission Directorate.

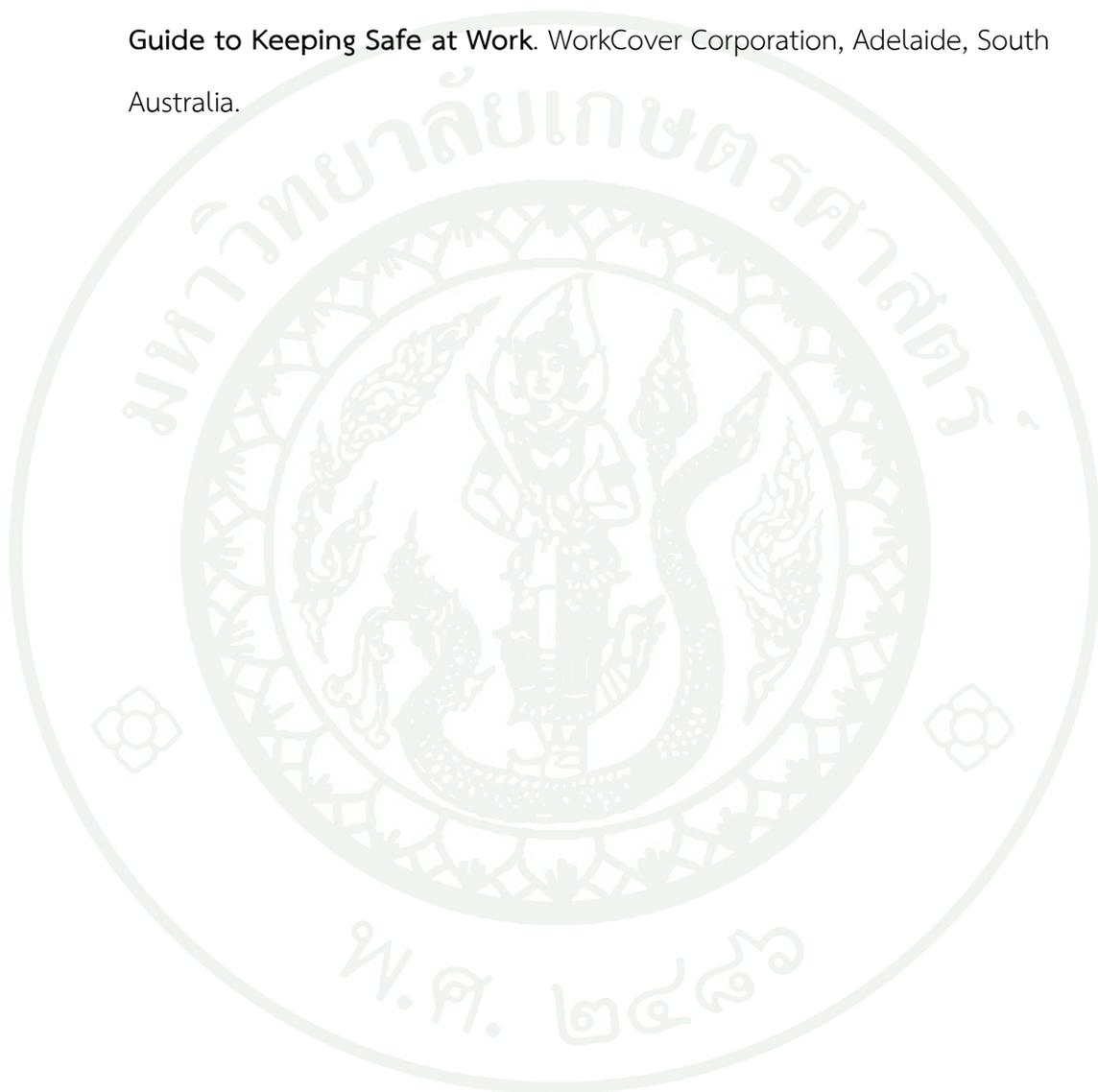
National Transport Commission and Roads & Traffic Authority NSW. 2004. **Load Restraint Guide**. Second edition. Australia

Road Freight Transport Industry OHS Committee. 200a3. **Employer's Manual.**

WorkCover Corporation, Adelaide, South Australia.

Road Freight Transport Industry OHS Committee. 2003b. **A Transport Worker's**

Guide to Keeping Safe at Work. WorkCover Corporation, Adelaide, South Australia.





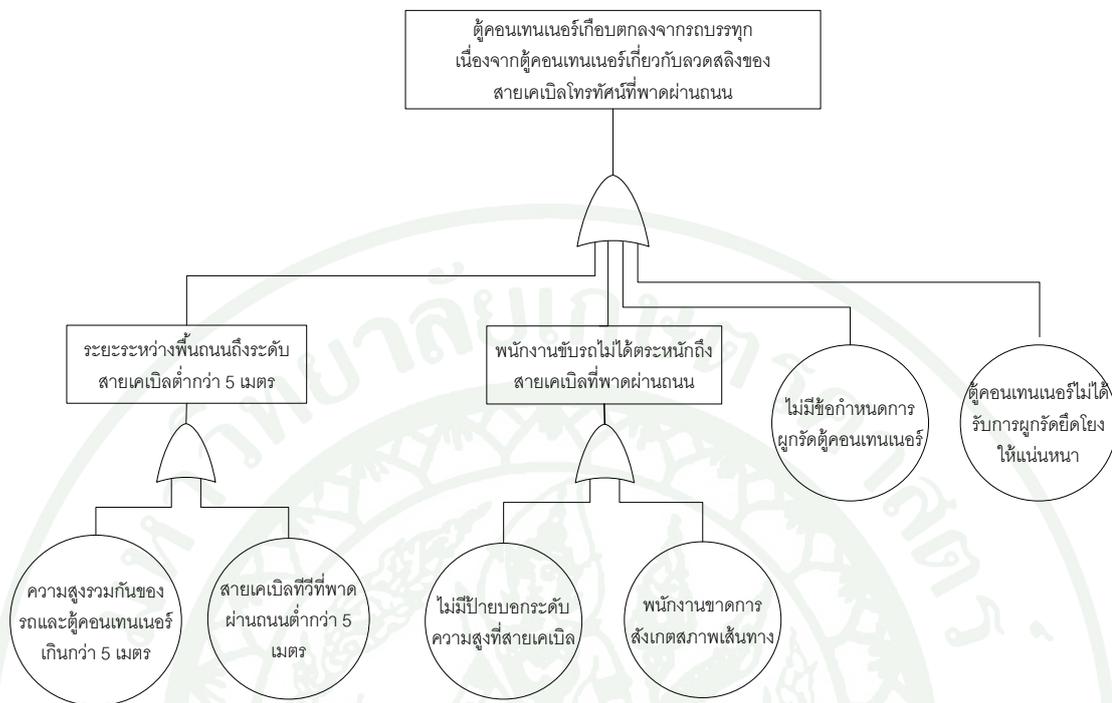


เหตุการณ์ที่ 1: อุบัติเหตุรถบรรทุกตู้คอนเทนเนอร์เกี่ยวกับสลิงสายเคเบิลทีวีที่พาดผ่านถนนเป็นเหตุให้ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 6 ฟุตเกือบตกลงมาจากรถบรรทุก เมื่อวันที่ 26 มิถุนายน พ.ศ.2550



ภาพผนวกที่ ก1 อุบัติเหตุตู้คอนเทนเนอร์เกี่ยวกับสลิงสายเคเบิลทีวีเป็นเหตุให้ตู้คอนเทนเนอร์เกือบตกลงมาจากรถบรรทุก

การชั่งอันตรายเป็นเพื่อหาสาเหตุพื้นฐานขออุบัติเหตุด้วยวิธีFault Tree Analysis (FTA) สำหรับเหตุการณ์ที่ 1 นี้เป็นดังภาพผนวกที่ ก2



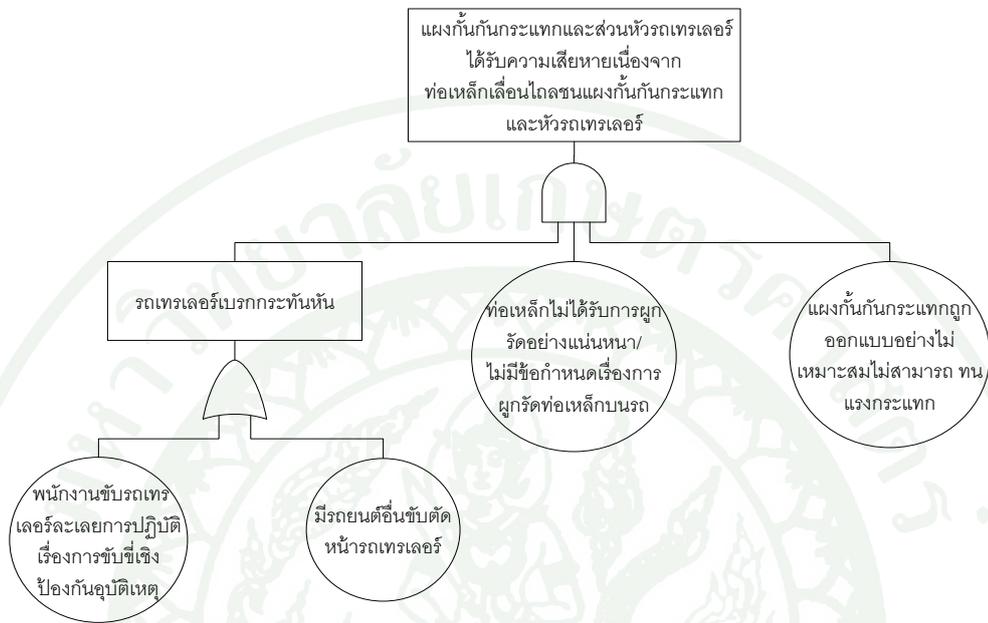
ภาพผนวกที่ ก2 การซึ่งป็นอันตรายด้วยวิธีFault Tree Analysis (FTA) สำหรับเหตุการณ์ที่ 1

สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ

1. ความสูงโดยรวมของรถบรรทุกและตู้คอนเทนเนอร์เกินกว่า 5 เมตรจากพื้นถนน
2. สายเคเบิลทีวีที่พาดผ่านถนนมีระยะต่ำกว่า 5 เมตร
3. ไม่มีป้ายบอกระดับความสูงของสายเคเบิลทีวี
4. พนักงานขับรถขาดการสังเกตสภาพเส้นทาง
5. ไม่มีข้อกำหนดการผูกมัดตู้คอนเทนเนอร์กับรถบรรทุกกึ่งพ่วงเพื่อความปลอดภัยในระหว่างการขนส่ง
6. ตู้คอนเทนเนอร์ไม่ได้รับการผูกมัดยึดโยงให้แน่นหนา

เหตุการณ์ที่ 2: อุบัติเหตุรถบรรทุกท่อเหล็กเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดเส้นละ 7 นิ้ว พนักงานขับรถเบรกอย่างกะทันหัน ท่อเหล็กได้เลื่อนไกลพุ่งชนแผงกั้นกันกระแทกและหัวรถพ่วงได้รับความเสียหาย เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ.2553

การชี้บ่งอันตรายเพื่อหาสาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุด้วยวิธีFault Tree Analysis (FTA) สำหรับเหตุการณ์ที่ 2 นี้เป็นดังภาพผนวกที่ ก3



ภาพผนวกที่ ก3 การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธีFault Tree Analysis (FTA) สำหรับเหตุการณ์ที่ 2

สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ

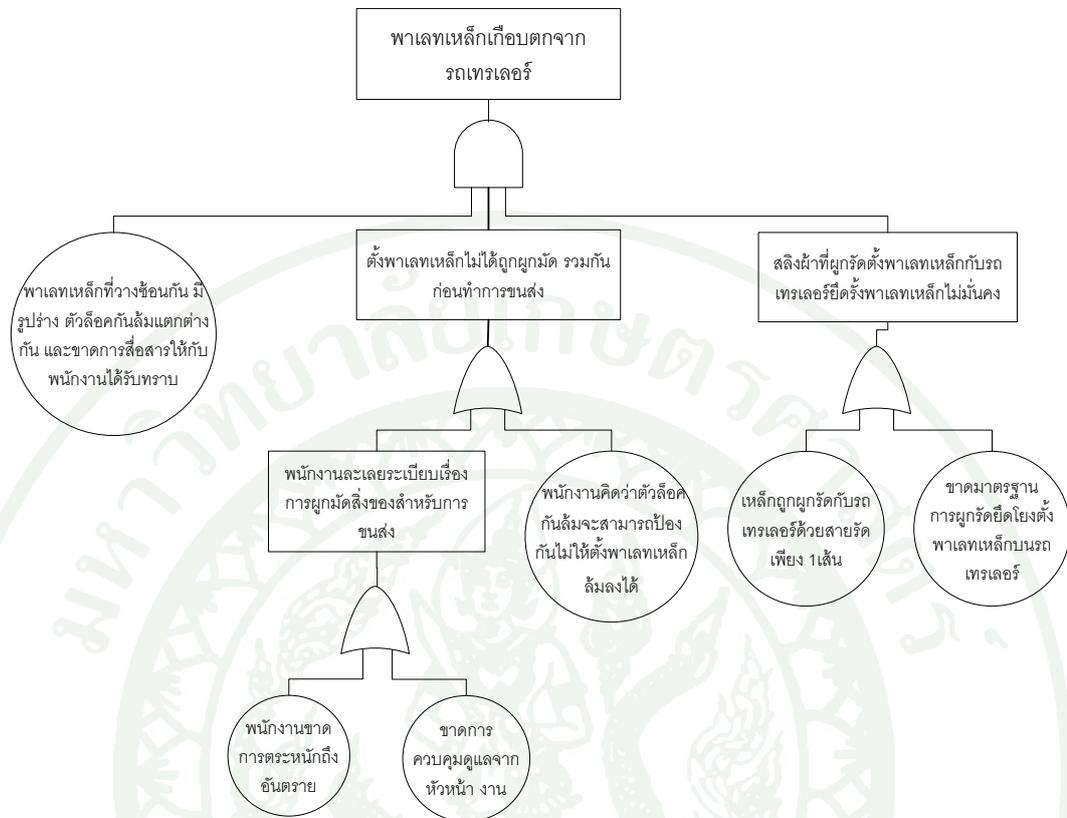
1. พนักงานละเลยการปฏิบัติเรื่องการขับขี่เชิงป้องกันอุบัติเหตุ
2. ไม่มีข้อกำหนดการผูกมัดตู้คอนเทนเนอร์กับรถบรรทุกกึ่งพ่วงเพื่อความปลอดภัยในระหว่างการขนส่ง
3. ตู้คอนเทนเนอร์ไม่ได้รับการผูกมัดยึดโยงให้แน่นหนา
4. แผงกันกันกระแทกถูกออกแบบอย่างไม่เหมาะสม
5. รถยนต์อื่นขับตัดหน้ารถบรรทุกกึ่งพ่วง

เหตุการณ์ที่ 3: อุบัติเหตุพาเลทเหล็กที่ถูกวางตั้งเรียงซ้อนกันเกือบหล่นจากรถบรรทุกระหว่างการขนส่ง เมื่อวันที่ 19 มิถุนายน พ.ศ.2554



ภาพผนวกที่ ก4 พาเลทเหล็กที่วางซ้อนกันเกือบหล่นจากรถบรรทุกระหว่างการขนส่ง

การซึ่บ่งอันตรายเพื่อหาสาเหตุพื้นฐานขออุบัติเหตุด้วยวิธีFault Tree Analysis (FTA)
สำหรับเหตุการณ์ที่ 3 นี้เป็นดังภาพผนวกที่ ก5



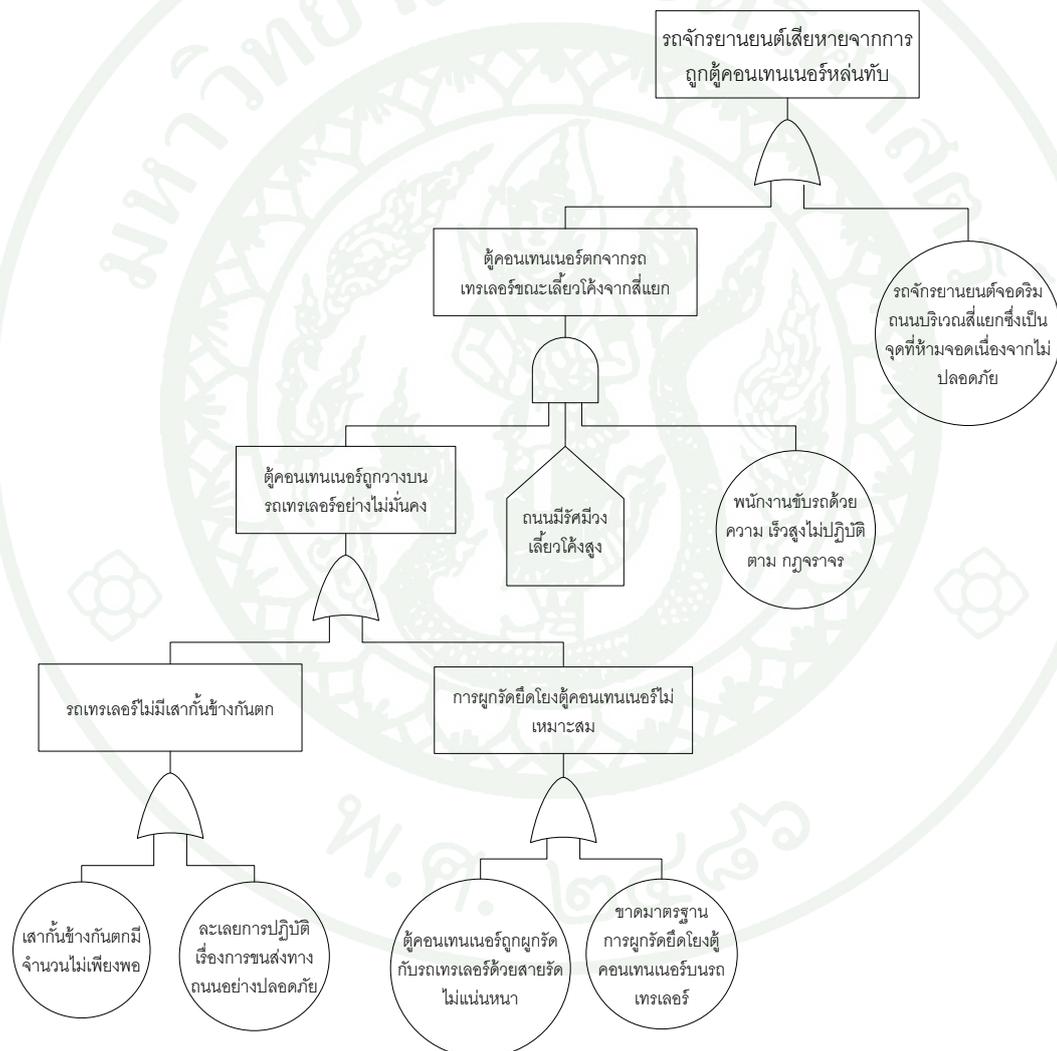
ภาพผนวกที่ ก5 การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) สำหรับเหตุการณ์ที่ 3

สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ

1. ขาดการสื่อสารถึงอันตรายของตัวล๊อคกันลึ้มของพาลาเฮลลิกที่ต่างรูปแบบกัน
2. พนักงานขาดการตระหนักถึงอันตรายหากไม่ทำการผูกมัดพาลาเฮลลิกรวมกันก่อนขนส่ง
3. ขาดการควบคุมดูแลจากหัวหน้างาน
4. ไม่มีมาตรฐานการผูกมัดยึดโยงตั้งพาลาเฮลลิกบนรถบรรทุกทุกกิ่งฟ่วง
5. พาลาเฮลลิกไม่ได้รับการผูกมัดยึดโยงให้แน่นหนา

เหตุการณ์ที่ 4: อุบัติเหตุตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 5 ฟุต หล่นจากรถขนส่งขณะเลี้ยวโค้งบริเวณสี่แยกทำให้รถจักรยานยนต์ที่จอดอยู่ข้างทางได้รับความเสียหาย เมื่อวันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2554

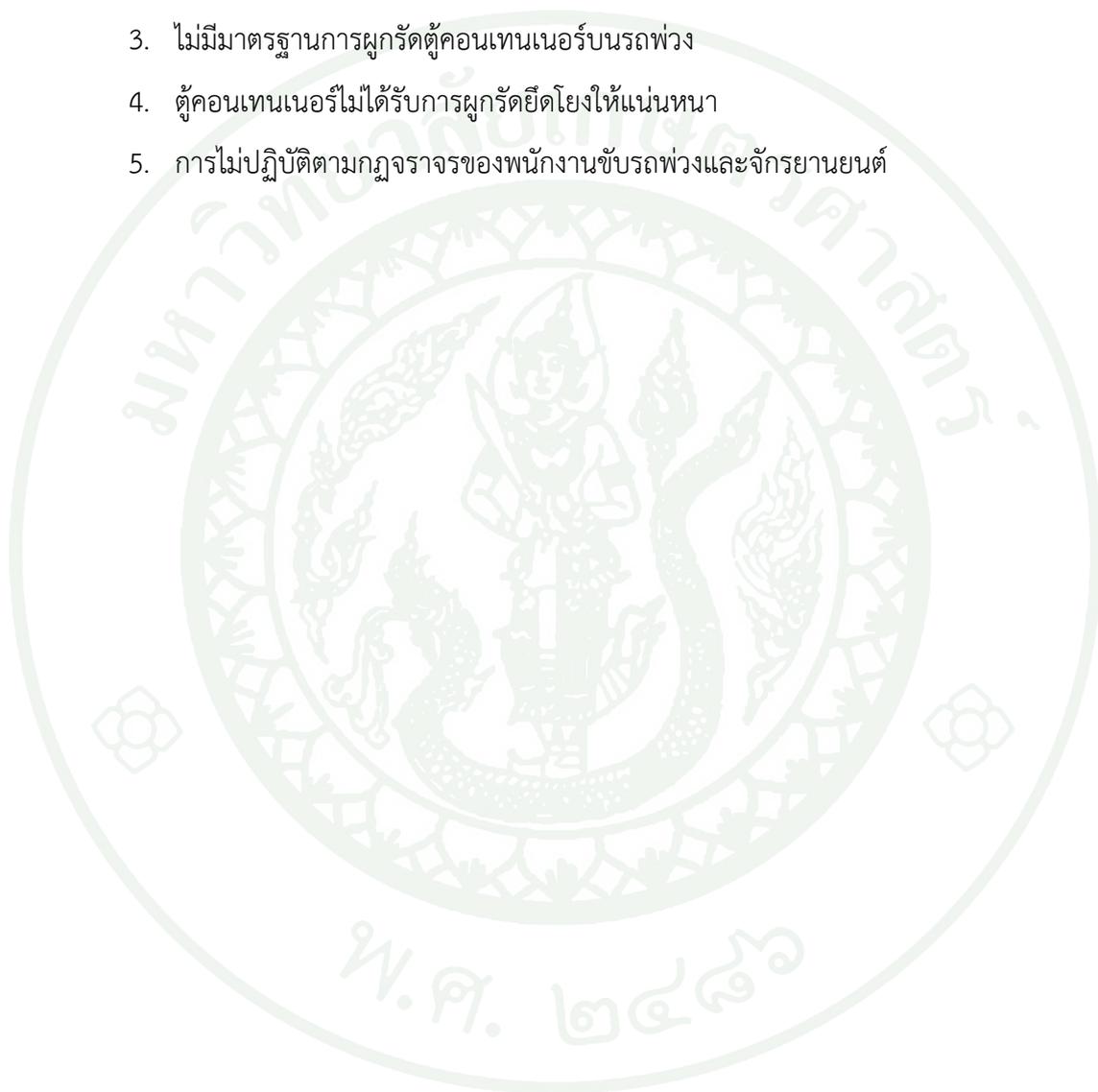
การชั่งอันตรายเพื่อหาสาเหตุพื้นฐานขออุบัติเหตุด้วยวิธีFault Tree Analysis (FTA) สำหรับเหตุการณ์ที่ 4 นี้เป็นดังภาพผนวกที่ ก6



ภาพผนวกที่ ก6 การชั่งอันตรายด้วยวิธีFault Tree Analysis (FTA) สำหรับเหตุการณ์ที่ 4

สาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุ

1. เสากันข้างกันตกไม่ได้ติดตั้งบนรถพ่วงอย่างเพียงพอ
2. ละเลยการปฏิบัติตามข้อกำหนดเรื่องการขนส่งสินค้าทางถนนอย่างปลอดภัย
3. ไม่มีมาตรฐานการผูกมัดตู้คอนเทนเนอร์บนรถพ่วง
4. ตู้คอนเทนเนอร์ไม่ได้รับการผูกมัดยึดโยงให้แน่นหนา
5. การไม่ปฏิบัติตามกฎจราจรของพนักงานขับรถพ่วงและจักรยานยนต์





ภาคผนวก ข
ประเมินความเสี่ยงจากการซึบอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis

ตารางผนวกที่ ข1 ประเมินความเสี่ยงจากการชั่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis

ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการผู้กรัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการชั่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Fault Tree Analysis(FTA) กลุ่มปัจจัยด้านกายภาพ

สาเหตุที่ทำให้อาจเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1.1) ความสูงของสิ่งที่ยกขึ้นสูงกว่า 5 เมตร	- สิ่งของที่ยกขึ้นสูงไม่สามารถลอดผ่านสิ่งกีดขวางที่พาดผ่านถนน	- ตรวจสอบความสูงรวมของรถและสิ่งของที่ยกขึ้นสูงให้สูงกว่า 5 เมตร - หลีกเลียงเส้นทางที่มีสิ่งกีดขวางพาดผ่าน - จัดทำแผนการเดินทาง (Journey Plan) และเตรียมแผนการแก้ไขปัญหาเฉพาะจุดไว้ล่วงหน้า		1	1	1	1
	- สิ่งของที่ยกขึ้นสูงเสียหาย	- เพิ่มความระมัดระวังขณะทำการขนส่ง		1	2	2	1
	- สิ่งกีดขวางที่พาดผ่านถนนเสียหาย	- เพิ่มความระมัดระวังขณะทำการขนส่ง		1	1	1	1

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

สาเหตุที่ทำให้อาจเกิด อุบัติเหตุร้ายแรง	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1.2) สิ่งกีดขวางที่พาด ผ่านถนนมีความสูง ต่ำกว่า 5 เมตร	- สิ่งของที่บรรทุกไม่สามารถลอด ผ่านสิ่งกีดขวางที่พาดผ่านถนน	- ตรวจสอบเส้นทางเพื่อทราบถึง จุดอันตรายที่มีสิ่งกีดขวางอยู่ต่ำ กว่า 5 เมตร - หลีกเลี่ยงไม่ใช้เส้นทางที่มีสิ่งกีด ขวางพาดผ่าน - จัดทำแผนการเดินทาง (Journey Plan) และเตรียม แผนการแก้ปัญหาเฉพาะจุดไว้ ล่วงหน้า	- ควรมีการตรวจสอบ เส้นทางอย่างสม่ำเสมอ - แจ้งสภาพเส้นทางที่ ไม่ปลอดภัยให้ผู้อื่น รับทราบ	1	1	1	1
	- สิ่งของที่บรรทุกเสียหาย	- เพิ่มความระมัดระวังขณะทำ การขนส่ง		1	2	1	1
	- สิ่งกีดขวางที่พาดผ่านถนน เสียหาย	- เพิ่มความระมัดระวังขณะทำ การขนส่ง		1	1	1	1

ตารางผนวกที่ ข1 (ต่อ)

สาเหตุที่ทำให้อาจเกิด อุบัติเหตุร้ายแรง	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1.3) เสากันข้างกันตก ไม่ได้มาตรฐาน	- เสากันข้างกันตกชำรุดเสียหาย	- ใช้เสากันข้างที่มีความสูงและ แข็งแรงเพียงพอ	2	1	1	1	
	- สิ่งของที่บรรทุกตกลงจากรถ	- ใช้เสากันข้างที่มีความสูงและ แข็งแรงเพียงพอ	2	4	8	3	
	- คนได้รับบาดเจ็บจากของที่ตก หล่น	- ใช้เสากันข้างที่มีความสูงและ แข็งแรงเพียงพอ	2	4	8	3	
	- ทรัพย์สินอื่นเสียหายจากของที่ ตกหล่น	- ใช้เสากันข้างที่มีความสูงและ แข็งแรงเพียงพอ	2	3	6	2	
1.4) แผงกันกันกระแทก ไม่ได้มาตรฐาน	- แผงกันกันกระแทกชำรุด เสียหาย	- ใช้แผงกันกันกระแทกที่มีความ แข็งแรงเพียงพอ	2	1	2	1	
	- ส่วนหัวของรถบรรทุกกึ่งพ่วง ถูกสิ่งของที่บรรทุกพุงกระแทก ได้รับความเสียหาย	- ใช้แผงกันกันกระแทกที่มีความ สูงและแข็งแรงเพียงพอ	2	1	2	1	
	- คนได้รับบาดเจ็บจากสิ่งของที่ บรรทุกพุงกระแทก	- ใช้แผงกันกันกระแทกที่มีความ สูงและแข็งแรงเพียงพอ	2	3	6	2	
	- ทรัพย์สินอื่นเสียหายจาก สิ่งของที่บรรทุกพุงกระแทก	- ใช้แผงกันกันกระแทกที่มีความ สูงและแข็งแรงเพียงพอ	2	1	2	1	

ตารางผนวกที่ ข2 ประเมินความเสี่ยงจากการชั่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis

ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการผู้กรัดยัดโยงวัสดอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการชั่งอันตรายและ

การประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Fault Tree Analysis(FTA) กลุ่มปัจจัยด้านบุคคล

สาเหตุที่ทำให้อาจเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
2.1) พฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถ	อุบัติเหตุรถเฉี่ยวชน	- กระบวนการคัดเลือกพนักงานขับรถที่มีคุณภาพ - อบรมหลักสูตรการขับขี่เชิงป้องกัน (Defensive Driving) และจัดฝึกทบทวนสม่ำเสมอ	- มีการประเมินผลก่อนและหลังการฝึกอบรม	2	4	8	3
2.2) พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ร่วมทาง	อุบัติเหตุรถเฉี่ยวชน	- ส่งเสริมวินัยและปฏิบัติตามกฎจราจร	- เข้มงวดการบังคับใช้กฎหมายจราจรอย่างเคร่งครัด - ติดตั้งป้ายแสดงสัญญาณจราจรอย่างเพียงพอ	3	3	9	3

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

สาเหตุที่ทำให้อาจเกิด อุบัติเหตุร้ายแรง	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
2.3) ขาดการสื่อสารเพื่อ การตระหนักรู้ อันตราย	อุบัติเหตุอัน มีสาเหตุ จากการไม่ทราบถึง ความเป็นอันตราย	<ul style="list-style-type: none"> - ฝึกอบรมความรู้และทักษะการชี้ บ่งอันตราย - จัดทำการชี้บ่งอันตราย (Hazard Analysis) - จัดทำการวิเคราะห์งานเพื่อ ความปลอดภัย (Job Safety Analysis) - ปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการ ทำงานเมื่อสภาพการณ์ เปลี่ยนแปลงจากเดิม 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการประเมินผลก่อน และหลังการฝึกอบรม - หัวหน้างานต้องทบทวน ความถูกต้องครบถ้วน ของการชี้บ่งอันตราย - พนักงานและผู้มีส่วน เกี่ยวข้องทุกคนต้อง ทบทวนผลการ วิเคราะห์งานเพื่อความ ปลอดภัยร่วมกันก่อน เริ่มปฏิบัติงานและเมื่อ มีการแก้ไข 	1	4	4	2

ตารางผนวกที่ ข2 (ต่อ)

สาเหตุที่ทำให้อาจเกิด อุบัติเหตุร้ายแรง	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
2.4) การควบคุมดูแลจาก หัวหน้างาน	อุบัติเหตุจากการขาดการ ควบคุม ดูแลของหัวหน้างาน	- มีการสอนการผูกมัดยึดโยงอุปกรณ์ ที่ถูกต้องให้พนักงานใหม่ - ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนทำ การขนส่ง	- ไม่มี	1	4	4	2

ตารางผนวกที่ ข3 ประเมินความเสี่ยงจากการชั่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการผู้กรัดยึดโยงวัสดุ อุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการชั่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Fault Tree Analysis(FTA) กลุ่มปัจจัยด้านกระบวนการทำงาน

สาเหตุที่ทำให้อาจเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
3.1) ไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผู้กรัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ	- สิ่งของที่บรรทุกตกลงเกิดความเสี่ยงต่อวัสดุอุปกรณ์	- จัดทำข้อกำหนดการผู้กรัดยึดโยงเฉพาะสำหรับวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ	- เผยแพร่ข้อมูลไปยังหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการปฏิบัติตามมาตรฐานเดียวกัน	2	3	6	2
	- สิ่งของที่บรรทุกตกลงพนักงานและบุคคลอื่นได้รับบาดเจ็บ	- จัดทำข้อกำหนดการผู้กรัดยึดโยงเฉพาะสำหรับวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ	- เผยแพร่ข้อมูลไปยังหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการปฏิบัติตามมาตรฐานเดียวกัน	2	4	8	3



ภาคผนวก ค

ประเมินความเสี่ยงจากการซั้งอันตรายด้วยวิธี What If Analysis

ตารางผนวกที่ ค1 ประเมินความเสี่ยงจากการซึบอันตรายด้วยวิธี What If Analysis

ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการผู้รัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการซึบอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis กลุ่มปัจจัยด้านกายภาพ

คำถาม จะเกิดอะไรขึ้น ถ้า...?	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1.4 จะเกิดอะไรขึ้นถ้า ความสูงของสิ่งของ ที่บรรทุกเกิน กว่า 5 เมตร	- วัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก เกี่ยว/ชน/กระแทก สะพานลอยคนข้ามทำ ให้ตกหล่น บุคคลอื่น ได้รับบาดเจ็บ/เสียชีวิต ทรัพย์สินเสียหาย จาก ระดับความสูงของ สิ่งของที่เคลื่อนย้าย	- ข้อกำหนดการผู้รัดยึดโยงเฉพาะ สำหรับวัสดุอุปกรณ์การสำรวจ และผลิตก๊าซธรรมชาติ - ตรวจสอบความเรียบร้อยของการ ผู้รัดยึดโยงทั้งก่อนและขณะ ขนส่ง - มีการสอนวิธีการผู้รัดยึดโยง อุปกรณ์ที่ถูกต้องให้พนักงานและ ประเมินผลหลังการฝึกอบรม	- ข้อมูลไปจัด เป็นข้อกำหนดเพื่อ นำไปบังคับใช้กับ หน่วยงานต่างๆที่ เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิด การปฏิบัติตาม มาตรฐานเดียวกัน	2	4	8	2

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

คำถาม จะเกิดอะไรขึ้น ถ้า...?	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
	- วัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก ตกหล่นทำให้เกิดความ เสียหายต่อวัสดุอุปกรณ์ ที่บรรทุก	- เหมือน 1.1	- เหมือน 1.1	2	4	8	3
1.2 จะเกิดอะไรขึ้นถ้าสิ่งกีด ขวางที่พาดผ่านถนนมี ความสูงต่ำกว่า 5 เมตร	- วัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก เกี่ยว/ชน/กระแทก สะพานลอยคนข้ามทำ ให้ตกหล่น บุคคลอื่น ได้รับบาดเจ็บ/เสียชีวิต ทรัพย์สินเสียหาย จาก ระดับความสูงของ สิ่งของที่เคลื่อนย้าย	- เหมือน 1.1	- เหมือน 1.1	2	4	8	3
	- วัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก ตกหล่นทำให้เกิดความ เสียหาย	- เหมือน 1.1	- เหมือน 1.1	2	4	8	3

ตารางผนวกที่ ค1 (ต่อ)

คำถาม จะเกิดอะไรขึ้น ถ้า...?	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1.5 จะเกิดอะไรขึ้นถ้า เสาเข็มข้างกันตก ไม่ได้มาตรฐาน	- วัสดุอุปกรณ์ที่บรรทุก ตกหล่นทำให้บุคคลอื่น ได้รับบาดเจ็บ/เสียชีวิต ทรัพย์สินเสียหาย	- ใช้เสาเข็มข้างกันตกที่มีความ แข็งแรงเพียงพอ	- ไม่มี	2	4	8	3
1.6 จะเกิดอะไรขึ้นถ้า แผงกันกันกระแทก ไม่ได้มาตรฐาน	- เหมือน 1.1.1	- ใช้แผงกันกันกระแทกที่มีความ แข็งแรงเพียงพอ	- ไม่มี	2	3	6	2

ตารางผนวกที่ ค2 ประเมินความเสี่ยงจากการซ้บ่งอันตรายด้วยวิธี What If Analysis

ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการผู้กรัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการซ้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis กลุ่มปัจจัยด้านบุคคล

สาเหตุที่ทำให้อาจเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
2.1 จะเกิดอะไรขึ้นถ้าพนักงานขับรถมีพฤติกรรมขับขี่ที่ไม่เหมาะสม เช่น หลับใน ใช้สารเสพติด	- ทรัพย์สินของผู้ร่วมทางเสียหาย และผู้ร่วมทางได้รับบาดเจ็บ	- กระบวนการคัดเลือกพนักงานขับรถที่มีคุณภาพ - อบรมหลักสูตรการขับขี่เชิงป้องกัน (Defensive Driving) และจัดฝึกทบทวนสม่ำเสมอ	- มีการประเมินผลก่อนและหลังการฝึกอบรม	2	4	8	3
2.2 จะเกิดอะไรขึ้นถ้าพฤติกรรมขับขี่ของผู้ร่วมทางไม่เหมาะสม เช่น ขับรถเร็ว	- ทรัพย์สินของผู้ร่วมทางเสียหาย และผู้ร่วมทางได้รับบาดเจ็บ	- ส่งเสริมวินัยและปฏิบัติตามกฎจราจร	- ไม่มี	2	3	8	3

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

สาเหตุที่ทำให้อาจเกิด อุบัติเหตุร้ายแรง	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
2.3 จะเกิดอะไรขึ้นถ้าขาด การสื่อสารเพื่อการ ตระหนักรู้อันตราย	อุบัติเหตุอันมีสาเหตุจาก การไม่ทราบถึงความเป็น อันตราย	<ul style="list-style-type: none"> - ฝึกอบรมความรู้และทักษะ การชี้บ่งอันตราย - จัดทำการชี้บ่งอันตราย (Hazard Analysis) - จัดทำการวิเคราะห์งาน เพื่อความปลอดภัย (Job Safety Analysis) - ปรับปรุงแก้ไขขั้นตอนการ ทำงานเมื่อสภาพการณ์ เปลี่ยนแปลงจากเดิม 	<ul style="list-style-type: none"> - มีการประเมินผลก่อนและ หลังการฝึกอบรม - หัวหน้างานต้องทบทวน ความถูกต้องครบถ้วนของ การชี้บ่งอันตราย - พนักงานและผู้มีส่วน เกี่ยวข้องทุกคนต้อง ทบทวนผลการวิเคราะห์ งานเพื่อความปลอดภัย ร่วมกันก่อนเริ่มปฏิบัติงาน และเมื่อมีการแก้ไข 	2	4	8	3

ตารางผนวกที่ ค2 (ต่อ)

สาเหตุที่ทำให้อาจเกิด อุบัติเหตุร้ายแรง	อันตรายหรือผล ที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
2.4 จะเกิดอะไรขึ้นถ้าขาด การควบคุมดูแลจาก หัวหน้างาน	อุบัติเหตุจากการขาด การควบคุมดูแลของ หัวหน้างาน	- มีการสอนการผูกมัดยึดโยงอุปกรณ์ - ไม่มี - ที่ถูกต้องให้พนักงานใหม่ - ตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนทำ การขนส่ง	- ไม่มี	2	3	6	2

ตารางผนวกที่ ค3 ประเมินความเสี่ยงจากการซ้บงอันตรายด้วยวิธี What If Analysis

ผลการวิเคราะห์อุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการผู้กรัดยัดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการซ้บงอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis กลุ่มปัจจัยด้านกระบวนการทำงาน

สาเหตุที่ทำให้อาจเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
3.1 จะเกิดอะไรขึ้นถ้าไม่มีข้อกำหนดสำหรับการผู้กรัดยัดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ	- สิ่งของที่บรรทุกทกล่นเกิดความเสียหายต่อวัสดุอุปกรณ์	- จัดทำข้อกำหนดการผู้กรัดยัดโยงเฉพาะสำหรับวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ	- เผยแพร่ข้อมูลไปยังหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการปฏิบัติตามมาตรฐานเดียวกัน	2	4	8	3
	- สิ่งของที่บรรทุกทกล่นพนักงานและบุคคลอื่นได้รับบาดเจ็บ	- จัดทำข้อกำหนดการผู้กรัดยัดโยงเฉพาะสำหรับวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ	- เผยแพร่ข้อมูลไปยังหน่วยงานต่างๆที่เกี่ยวข้องเพื่อให้เกิดการปฏิบัติตามมาตรฐานเดียวกัน	2	4	8	3



ตารางผนวกที่ ง1 จำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเมื่อทำการขนส่งด้วยรถบรรทุกกึ่งพ่วงที่มีพื้นบรรทุกเป็นไม้

ลำดับ	ชื่อวัสดุอุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ที่ขนส่ง (กิโลกรัม)	ผลของแรงที่กระทำต่อมุมของการผูกมัด	แรงที่ใช้สำหรับการผูกมัดเพื่อป้องกันการพลิกคว่ำ	แรงที่ใช้ทำให้เกิดแรงดึงของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัด (กิโลกรัม)	ความสามารถค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุทั้งสองเป็นไม้			
		กว้าง	ยาว	สูง						(N _w)	(E)	(F)	(T)
1	5ft Cargo Container	1.50	1.50	2.40	3,700	0.98	2,960	600	0.50	1,850	1,110	2,220	2
2	6ft Cargo Container	1.80	1.80	2.40	5,000	0.99	4,000	600	0.50	2,500	1,500	3,000	3
3	8ft Cargo Container	2.40	2.40	2.40	6,000	1.00	4,800	600	0.50	3,000	1,800	3,600	3
4	Pallet Carrier Stack	1.50	1.50	1.50	2,000	0.95	1,600	600	0.50	1,000	600	1,200	2
5	Pallet Carrier Unit	1.50	1.50	0.10	3,500	0.20	2,800	600	0.50	1,750	1,050	2,100	2

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุ อุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ที่ ขนส่ง (กิโลกรัม)	ผลของแรง ที่กระทำ ต่อมุมของ การผูกมัด	แรงที่ใช้ สำหรับการ ผูกมัดเพื่อ ป้องกันการ พลิกคว่ำ	ความสามารถ ทำให้เกิดแรง ดึงของอุปกรณ์ ยึดรั้งสายรัด (กิโลกรัม)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุทั้งสองเป็นไม้				
		กว้าง	ยาว	สูง					(N _w)	(E)	(F)	(T)	(u)
6	General Basket	1.50	1.50	1.20	3,000	0.92	2,400	600	0.50	1,500	900	1,800	2
7	General Basket	1.70	1.70	1.40	5,000	0.96	4,000	600	0.50	2,500	1,500	3,000	3
8	Half High Container	2.50	2.60	1.40	5,000	1.00	4,000	600	0.50	2,500	1,500	3,000	3
9	Riser Spool Basket	1.80	6.00	1.00	15,000	0.94	12,000	600	0.50	7,500	4,500	9,000	8
10	Green Rubbish Bin	1.50	2.00	1.40	6,000	0.94	4,800	600	0.50	3,000	1,800	3,600	4
11	X-Mass Tree Carrier	1.25	2.20	1.80	3,000	0.94	2,400	600	0.50	1,500	900	1,800	2

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุอุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ที่ ขนส่ง (กิโลกรัม)	ผลของแรง ที่กระทำ ต่อมุมของ การผูกมัด	แรงที่ใช้ สำหรับการ ป้องกัน พลิกคว่ำ	แรงที่ใช้ สำหรับการ ยึดรั้งสายรัด	ความสามารถ ทำให้เกิดแรง ดึงของอุปกรณ์ ยึดรั้งสายรัด (กิโลกรัม)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุทั้งสองเป็นไม้			
		กว้าง	ยาว	สูง						น้ำหนัก	จำนวน	ค่า	แรงเสียด ทานระหว่าง พื้นผิว
					(N _w)	(E)	(F)	(T)	(u)	(F _w)	(F _L)	(N _L)	(n)
12	Well Head Basket	1.80	4.00	0.90	3,500	0.93	2,800	600	0.50	1,750	1,050	2,100	2
13	CO2 Cylinder Rack	1.00	1.00	1.30	1,300	0.87	1,040	600	0.50	650	390	780	1
14	Oxygen Cylinder Rack	0.85	1.75	1.75	1,300	0.90	1,040	600	0.50	650	390	780	1
15	Acetylene Cylinder Rack	0.80	1.75	1.30	1,400	0.84	1,120	600	0.50	700	420	840	1
16	Nitrogen Pack	0.80	1.30	1.90	1,500	0.91	1,200	600	0.50	750	450	900	1
17	Food Basket	1.50	1.50	1.00	1,000	0.89	800	600	0.50	500	300	600	1

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุอุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ที่ขนส่ง (กิโลกรัม)	ผลของแรงที่กระทำต่อมุมของการผูกมัด	แรงที่ใช้สำหรับการผูกมัดเพื่อป้องกันการพลิกคว่ำ	ความสามารถทำให้เกิดแรงดึงของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัด (กิโลกรัม)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุทั้งสองเป็นไม้				
		กว้าง	ยาว	สูง					ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิว	แรงเสียดทาน	แรงที่ใช้ผูกมัดยึดโยง	น้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องผูกมัด	จำนวนสายรัดที่ใช้ในการผูกมัด
					(N _w)	(E)	(F)	(T)	(u)	(F _w)	(F _L)	(N _L)	(n)
18	Piping Basket	1.30	6.50	1.20	5,000	0.89	4,000	600	0.50	2,500	1,500	3,000	3
19	Pup Joint Basket	1.00	3.70	1.00	3,000	0.80	2,400	600	0.50	1,500	900	1,800	2
20	Casing Hanger Basket	1.20	3.60	0.90	3,000	0.81	2,400	600	0.50	1,500	900	1,800	2
21	Transfer Basket	0.75	15.00	0.80	4,500	0.67	3,600	600	0.50	2,250	1,350	2,700	4
22	Open Top Container	2.50	4.70	2.80	10,000	1.00	8,000	600	0.50	5,000	3,000	6,000	5
23	Jet A-1 Tank	1.80	1.90	2.40	4,100	0.99	3,280	600	0.50	2,050	1,230	2,460	3

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุอุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ที่ ขนส่ง (กิโลกรัม)	ผลของแรง ที่กระทำ ต่อมุมของ การผูกมัด	แรงที่ใช้ สำหรับการ ป้องกันการ พลิกคว่ำ	แรงที่ใช้ ทำให้เกิดแรง ดึงของอุปกรณ์ ยึดรั้งสายรัด (กิโลกรัม)	ความสามารถ ค่า สัมประสิทธิ์ แรงเสียดทาน ระหว่าง พื้นผิว	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุทั้งสองเป็นไม้			
		กว้าง	ยาว	สูง						แรงเสียด ทาน	แรงที่ใช้ ผูกมัดยึด โยง	น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ที่ ต้องผูกมัด	จำนวน สายรัดที่ ต้องใช้ ในการ ผูกมัด
					(N _w)	(E)	(F)	(T)	(u)	(F _w)	(F _L)	(N _L)	(n)
24	Metal Sheet Pallet Carrier	1.80	2.70	0.30	6,000	0.65	4,800	600	0.50	3,000	1,800	3,600	5
25	Rubbish Drum Basket	1.50	2.00	1.40	3,000	0.94	2,400	600	0.50	1,500	900	1,800	2
26	Casing Protector Basket	1.20	1.80	1.20	3,000	0.88	2,400	600	0.50	1,500	900	1,800	2
27	Hazardous Rubbish Skip	1.50	2.00	1.40	6,000	0.94	4,800	600	0.50	3,000	1,800	3,600	4
28	Cable Reel Basket	2.50	2.50	1.40	6,000	1.00	4,800	600	0.50	3,000	1,800	3,600	3
29	Chemical Tote Tank	1.10	1.25	1.30	2,000	0.88	1,600	600	0.50	1,000	600	1,200	2

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุอุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ (กิโลกรัม)	ผลของแรงที่กระทำต่อมุมของการผูกมัด (E)	แรงที่ใช้สำหรับภาระผูกมัดเพื่อป้องกันการพลิกคว่ำ (F)	ความสามารถทำให้เกิดแรงดึงของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัด (กิโลกรัม) (T)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุทั้งสองเป็นไม้				
		กว้าง	ยาว	สูง					ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิว (u)	แรงเสียดทาน (F _w)	แรงที่ใช้ผูกมัดยึดโยง (F _L)	น้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการผูกมัด (N _L)	จำนวนสายรัดที่ต้องการใช้ในการผูกมัด (n)
30	Chemical Tote Tank	1.10	1.25	1.90	3,000	0.94	2,400	600	0.50	1,500	900	1,800	2
31	IBC Tote Tank	1.00	1.20	1.15	1,500	0.84	1,200	600	0.50	750	450	900	1
32	Freezer Container	2.40	2.40	2.40	6,000	1.00	4,800	600	0.50	3,000	1,800	3,600	3
33	2-7/8" R3 Tubing Pack	0.85	13.00	0.60	4600	0.59	3,680	600	0.50	2,300	1,380	2,760	4
34	3-1/2" R3 Tubing Pack	0.85	13.00	0.60	4400	0.59	3,520	600	0.50	2,200	1,320	2,640	4
35	2-7/8" Apex Tubing Pack	0.85	13.50	0.45	2500	0.48	2,000	600	0.50	1,250	750	1,500	3

ตารางผนวกที่ ง1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุอุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ที่ ขนส่ง (กิโลกรัม)	ผลของ แรงที่ กระทำ ต่อมุม ของการ ผูกมัด	แรงที่ใช้ สำหรับการ ป้องกันการ พลิกคว่ำ	ความสามา รถทำให้ เกิดแรงดึง ของ อุปกรณ์ยึด รั้งสายรัด (กิโลกรัม)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุทั้งสองเป็นไม้				
		กว้าง	ยาว	สูง					ค่าสัมประสิทธิ์ แรงเสียดทาน ระหว่างพื้นผิว	แรงที่ใช้ ผูกมัดยึด โยง	น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ที่ ต้องผูกมัด	จำนวน สายรัดที่ ต้องใช้ใน การผูกมัด	
					(N _w)	(E)	(F)	(T)	(u)	(F _w)	(F _L)	(N _L)	(n)
36	3-1/2" Apex Tubing Pack	0.85	13.00	0.50	3800	0.52	3,040	600	0.50	1,900	1,140	2,280	4
37	7" Casing (5 Jts/bundle)	0.60	13.00	0.50	2900	0.47	2,320	600	0.50	1,450	870	1,740	4
38	9-5/8" Casing (3Jts/bundle)	0.50	13.00	0.50	2400	0.45	1,920	600	0.50	1,200	720	1,440	3
39	13-3/8" Casing (2 Jts/bundle)	0.90	13.00	0.35	2200	0.40	1,760	600	0.50	1,100	660	1,320	3

ตารางผนวกที่ ๒ จำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเมื่อทำการขนส่งด้วยรถบรรทุกกึ่งพ่วงที่มีพื้น
บรรทุกเป็นเหล็กแผ่นเรียบ

ลำดับ	ชื่อวัสดุ อุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ ที่ขนส่ง (กิโลกรัม ม)	ผลของแรง ที่กระทำต่อ มุมของ การผูกมัด	แรงที่ใช้ สำหรับการ ผูกมัดเพื่อ ป้องกันการ พลิกคว่ำ	ความสามารถ ทำให้เกิดแรง ดึงของอุปกรณ์ ยึดรั้งสายรัด (กิโลกรัม)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุติดกับไม้และเหล็กแผ่นเรียบ				
		กว้าง	ยาว	สูง					ค่าสัมประสิทธิ์ แรงเสียดทาน	แรงเสียด ทาน ระหว่าง พื้นผิว	แรงที่ใช้ ผูกมัดยึด โยง	น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ ที่ต้อง ผูกมัด	จำนวน สายรัดที่ ต้องใช้ ในการ ผูกมัด
1	5ft Cargo Container	1.50	1.50	2.40	3,700	0.98	2,960	600	0.40	1,480	1,480	3,700	4
2	6ft Cargo Container	1.80	1.80	2.40	5,000	0.99	4,000	600	0.40	2,000	2,000	5,000	5
3	8ft Cargo Container	2.40	2.40	2.40	6,000	1.00	4,800	600	0.40	2,400	2,400	6,000	5
4	Pallet Carrier Stack	1.50	1.50	1.50	2,000	0.95	1,600	600	0.40	800	800	2,000	2
5	Pallet Carrier Unit	1.50	1.50	0.10	3,500	0.20	2,800	600	0.40	1,400	1,400	3,500	4

ตารางผนวกที่ ๖2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุ อุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ที่ ขนส่ง (กิโลกรัม)	ผลของแรง ที่กระทำต่อ มุมของการ ผูกมัด	แรงที่ใช้สำหรับ การผูกมัดเพื่อ ป้องกันการ พลิกคว่ำ	ความสามารถ ทำให้เกิดแรงดึง ของอุปกรณ์ ยึดรั้งสายรัด (กิโลกรัม)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุคุดป็นไม้และเหล็กแผ่นเรียบ				
		กว้าง	ยาว	สูง					ค่าสัมประสิทธิ์ แรงเสียดทาน	แรงเสียด ทาน ระหว่าง พื้นผิว	แรงที่ใช้ผูก รัดยึดโยง	น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ ที่ต้องผูก รัด	จำนวนสาย รัดที่ต้องใช้ ในการผูก รัด
6	General Basket	1.50	1.50	1.20	3,000	0.92	2,400	600	0.40	1,200	1,200	3,000	3
7	General Basket	1.70	1.70	1.40	5,000	0.96	4,000	600	0.40	2,000	2,000	5,000	5
8	Half High Container	2.50	2.60	1.40	5,000	1.00	4,000	600	0.40	2,000	2,000	5,000	5
9	Riser Spool Basket	1.80	6.00	1.00	15,000	0.94	12,000	600	0.40	6,000	6,000	15,000	14
10	Green Rubbish Bin	1.50	2.00	1.40	6,000	0.94	4,800	600	0.40	2,400	2,400	6,000	6
11	X-Mass Tree Carrier	1.25	2.20	1.80	3,000	0.94	2,400	600	0.40	1,200	1,200	3,000	3

ตารางผนวกที่ ง2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุอุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนักของ วัสดุอุปกรณ์ ที่ขนส่ง (กิโลกรัม)	ผลของแรง ที่กระทำต่อ มุมของการ ผูกมัด	แรงที่ใช้ สำหรับการ ผูกมัดเพื่อ ป้องกันการ พลิกคว่ำ	ความสามารถทำ ให้เกิดแรงดึง ของอุปกรณ์ยึด รั้งสายรัด (กิโลกรัม)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุคัปปีนไม้และเหล็กแผ่นเรียบ				
		กว้าง	ยาว	สูง					ค่าสัมประสิทธิ์ แรงเสียดทาน	แรงเสียดทาน ระหว่างพื้นผิว	แรงที่ใช้ผูก รัดยึดโยง	น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ ที่ต้องผูก รัด	จำนวน สายรัดที่ ต้องใช้ใน การผูก รัด
					(N _w)	(E)	(F)	(T)	(u)	(F _w)	(F _L)	(N _L)	(n)
12	Well Head Basket	1.80	4.00	0.90	3,500	0.93	2,800	600	0.40	1,400	1,400	3,500	4
13	CO2 Cylinder Rack	1.00	1.00	1.30	1,300	0.87	1,040	600	0.40	520	520	1,300	2
14	Oxygen Cylinder Rack	0.85	1.75	1.75	1,300	0.90	1,040	600	0.40	520	520	1,300	2
15	Acetylene Cylinder Rack	0.80	1.75	1.30	1,400	0.84	1,120	600	0.40	560	560	1,400	2
16	Nitrogen Pack	0.80	1.30	1.90	1,500	0.91	1,200	600	0.40	600	600	1,500	2
17	Food Basket	1.50	1.50	1.00	1,000	0.89	800	600	0.40	400	400	1,000	1

ตารางผนวกที่ ง2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุอุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ที่ ขนส่ง (กิโลกรัม)	ผลของแรงที่ กระทำต่อมุม ของการผูกมัด	แรงที่ใช้ สำหรับการ ป้องกันการ พลิกคว่ำ	ความสามารถ ทำให้เกิดแรงดึง ของอุปกรณ์ ยึดรั้งสายรัด (กิโลกรัม)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุเป็นไม้และเหล็กแผ่นเรียบ				
		กว้าง	ยาว	สูง					ค่า สัมประสิทธิ์ แรงเสียด ทาน	แรงเสียดทาน ระหว่าง พื้นผิว	แรงที่ใช้ ผูกมัดยึด โยง	น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ ที่ต้องผูก รัด	จำนวนสาย รัดที่ต้องใช้ใน การผูกมัด
					(N_w)	(E)	(F)	(T)	(μ)	(F_w)	(F_L)	(N_L)	(n)
18	Piping Basket	1.30	6.50	1.20	5,000	0.89	4,000	600	0.40	2,000	2,000	5,000	5
19	Pup Joint Basket	1.00	3.70	1.00	3,000	0.80	2,400	600	0.40	1,200	1,200	3,000	4
20	Casing Hanger Basket	1.20	3.60	0.90	3,000	0.81	2,400	600	0.40	1,200	1,200	3,000	4
21	Transfer Basket	0.75	15.00	0.80	4,500	0.67	3,600	600	0.40	1,800	1,800	4,500	6
22	Open Top Container	2.50	4.70	2.80	10,000	1.00	8,000	600	0.40	4,000	4,000	10,000	9
23	Jet A-1 Tank	1.80	1.90	2.40	4,100	0.99	3,280	600	0.40	1,640	1,640	4,100	4

ตารางผนวกที่ ง2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุอุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ (กิโลกรัม)	ผลของแรงที่กระทำต่อมุมของการผูกมัด	แรงที่ใช้สำหรับการผูกมัดเพื่อป้องกันการพลิกคว่ำ	ความสามารถทำให้เกิดแรงดึงของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัด (กิโลกรัม)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุกับไม้และเหล็กแผ่นเรียบ				
		กว้าง	ยาว	สูง					ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน	แรงที่ใช้ผูกมัดยึดโยง	น้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ที่ต้องผูกมัด	จำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกมัด	
					(N _w)	(E)	(F)	(T)	(u)	(F _w)	(F _L)	(N _L)	(n)
24	Metal Sheet Pallet Carrier	1.80	2.70	0.30	6,000	0.65	4,800	600	0.40	2,400	2,400	6,000	8
25	Rubbish Drum Basket	1.50	2.00	1.40	3,000	0.94	2,400	600	0.40	1,200	1,200	3,000	3
26	Casing Protector Basket	1.20	1.80	1.20	3,000	0.88	2,400	600	0.40	1,200	1,200	3,000	3
27	Hazardous Rubbish Skip	1.50	2.00	1.40	6,000	0.94	4,800	600	0.40	2,400	2,400	6,000	6
28	Cable Reel Basket	2.50	2.50	1.40	6,000	1.00	4,800	600	0.40	2,400	2,400	6,000	5
29	Chemical Tote Tank	1.10	1.25	1.30	2,000	0.88	1,600	600	0.40	800	800	2,000	2

ตารางผนวกที่ ง2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุอุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนักของ วัสดุอุปกรณ์ ที่ขนส่ง (กิโลกรัม)	ผลของแรงที่ กระทำต่อมุม ของการผูกมัด	แรงที่ใช้ สำหรับการ ป้องกันการ พลิกคว่ำ	ความสามารถ ทำให้เกิดแรงดึง ของอุปกรณ์ยึด รั้งสายรัด (กิโลกรัม)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุติดกับไม้และเหล็กแผ่นเรียบ				
		กว้าง	ยาว	สูง					ค่าสัมประสิทธิ์ แรงเสียดทาน	แรงเสียด ทาน ระหว่าง พื้นผิว	แรงที่ใช้ ผูกมัด ยึดโยง	น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ที่ ต้องผูกมัด	จำนวน สายรัดที่ ต้องใช้ใน การผูก มัด
30	Chemical Tote Tank	1.10	1.25	1.90	3,000	0.94	2,400	600	0.40	1,200	1,200	3,000	3
31	IBC Tote Tank	1.00	1.20	1.15	1,500	0.84	1,200	600	0.40	600	600	1,500	2
32	Freezer Container	2.40	2.40	2.40	6,000	1.00	4,800	600	0.40	2,400	2,400	6,000	5
33	2-7/8" R3 Tubing Pack	0.85	13.00	0.60	4600	0.59	3,680	600	0.40	1,840	1,840	4,600	7
34	3-1/2" R3 Tubing Pack	0.85	13.00	0.60	4400	0.59	3,520	600	0.40	1,760	1,760	4,400	7
35	2-7/8" Apex Tubing Pack	0.85	13.50	0.45	2500	0.48	2,000	600	0.40	1,000	1,000	2,500	5

ตารางผนวกที่ ง2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อวัสดุอุปกรณ์	ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (เมตร)			น้ำหนักของ วัสดุอุปกรณ์ที่ ขนส่ง (กิโลกรัม)	ผลของแรง ที่กระทำต่อ มุมของการ ผูกมัด	แรงที่ใช้ สำหรับการ ผูกมัดเพื่อ ป้องกันการ พลิกคว่ำ	ความสามารภ ทำให้เกิดแรงตึง ของอุปกรณ์ ยึดรั้งสายรัด (กิโลกรัม)	เมื่อพื้นสัมผัสของวัสดุคัปปีนไม้และเหล็กแผ่นเรียบ				
		กว้าง	ยาว	สูง					ค่าสัมประสิทธิ์ แรงเสียดทาน ระหว่าง พื้นผิว	แรงเสียด ทาน	แรงที่ใช้ ผูกมัดยึด โยง	น้ำหนัก ของวัสดุ อุปกรณ์ที่ ต้องผูกมัด	จำนวน สายรัดที่ ต้องใช้ใน การผูก รัด
		(u)	(F _w)	(F _L)	(N _L)	(n)	(T)	(F)	(E)	(N _w)			
36	3-1/2" Apex Tubing Pack	0.40	1,520	1,520	3,800	7	600	3,040	0.52	3800			
37	7" Casing (5 Jts/bundle)	0.40	1,160	1,160	2,900	6	600	2,320	0.47	2900			
38	9-5/8" Casing (3 Jts/bundle)	0.40	960	960	2,400	5	600	1,920	0.45	2400			
39	13-3/8" Casing (2 Jts/bundle)	0.40	880	880	2,200	5	600	1,760	0.40	2200			



ตารางผนวกที่ จ1 แรงดึงในสายรัศมีที่บันทึกได้จากการทดลองขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 8 ฟุตด้วยรถบรรทุกกึ่งพ่วงที่มีพื้นบรรทุกเป็นเหล็กแผ่นเรียบโดยใช้สายรัศมีจำนวน 2 เส้นตามผลการคำนวณตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย

รอบการ	แรงดึงในสายรัศมีเส้นที่ 1						แรงดึงในสายรัศมีเส้นที่ 2							
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	$\Sigma Y_{(1)}$	$\Delta Y_{(1)}$	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	$\Sigma Y_{(2)}$	$\Delta Y_{(2)}$
แรงดึงเริ่มต้น	713.13	689.61	685.36	664.88	661.44	682.88	0.00	682.74	696.83	688.43	678.27	667.50	682.75	0.00
ค่าแรงดึงที่ได้จากวงกราฟที่อ่านค่าได้สูงสุด 40 ค่า	1,678.96	1,655.22	1,508.77	1,581.55	1,627.05	1,610.31	927.43	1,641.90	1,655.99	1,516.56	1,581.49	1,626.66	1,604.52	921.77
	1,636.74	1,613.00	1,650.97	1,539.33	1,584.83	1,604.97	922.09	1,613.35	1,627.44	1,647.59	1,552.94	1,598.11	1,607.89	925.13
	1,537.85	1,514.11	1,608.75	1,440.44	1,485.94	1,517.42	834.53	1,513.77	1,527.86	1,619.04	1,453.36	1,498.53	1,522.51	839.76
	1,679.30	1,655.56	1,509.86	1,581.89	1,627.39	1,610.80	927.92	1,642.26	1,656.35	1,519.46	1,581.85	1,627.02	1,605.39	922.63
	1,636.75	1,613.01	1,651.31	1,539.34	1,584.84	1,605.05	922.17	1,613.18	1,627.27	1,647.95	1,552.77	1,597.94	1,607.82	925.07
	1,537.21	1,513.47	1,608.76	1,439.80	1,485.30	1,516.91	834.02	1,513.41	1,527.50	1,618.87	1,453.00	1,498.17	1,522.19	839.44
	1,679.43	1,655.69	1,509.22	1,582.02	1,627.52	1,610.78	927.89	1,644.11	1,658.20	1,519.10	1,583.70	1,628.87	1,606.80	924.04
	1,635.49	1,611.75	1,651.44	1,538.08	1,583.58	1,604.07	921.18	1,613.92	1,628.01	1,649.80	1,553.51	1,598.68	1,608.78	926.03
	1,536.54	1,512.80	1,607.50	1,439.13	1,484.63	1,516.12	833.24	1,514.35	1,528.44	1,619.61	1,453.94	1,499.11	1,523.09	840.34
	1,677.28	1,653.54	1,508.55	1,579.87	1,625.37	1,608.92	926.04	1,641.24	1,655.33	1,520.04	1,580.83	1,626.00	1,604.69	921.93
	1,633.67	1,609.93	1,649.29	1,536.26	1,581.76	1,602.18	919.30	1,612.10	1,626.19	1,646.93	1,551.69	1,596.86	1,606.75	924.00
	1,535.75	1,512.01	1,605.68	1,438.34	1,483.84	1,515.12	832.24	1,510.95	1,525.04	1,617.79	1,450.54	1,495.71	1,520.01	837.25
	1,679.97	1,656.23	1,507.76	1,582.56	1,628.06	1,610.92	928.03	1,641.93	1,656.02	1,516.64	1,581.52	1,626.69	1,604.56	921.81
	1,630.93	1,607.19	1,651.98	1,533.52	1,579.02	1,600.53	917.64	1,608.36	1,622.45	1,647.62	1,547.95	1,593.12	1,603.90	921.15
	1,529.54	1,505.80	1,602.94	1,432.13	1,477.63	1,509.61	826.72	1,507.74	1,521.83	1,614.05	1,447.33	1,492.50	1,516.69	833.94
	1,670.87	1,647.13	1,501.55	1,573.46	1,618.96	1,602.39	919.51	1,635.83	1,649.92	1,513.43	1,575.42	1,620.59	1,599.04	916.28
	1,577.18	1,553.44	1,642.88	1,479.77	1,525.27	1,555.71	872.82	1,597.32	1,611.41	1,641.52	1,536.91	1,582.08	1,593.85	911.09
	1,595.40	1,571.66	1,549.19	1,497.99	1,543.49	1,551.55	868.66	1,493.21	1,507.30	1,603.01	1,432.80	1,477.97	1,502.86	820.10
	1,639.22	1,615.48	1,567.41	1,541.81	1,587.31	1,590.25	907.36	1,621.36	1,635.45	1,498.90	1,560.95	1,606.12	1,584.56	901.80
	1,565.66	1,541.92	1,611.23	1,468.25	1,513.75	1,540.16	857.28	1,591.70	1,605.79	1,627.05	1,531.29	1,576.46	1,586.46	903.70
	1,579.30	1,555.56	1,537.67	1,481.89	1,527.39	1,536.36	853.48	1,485.58	1,499.67	1,597.39	1,425.17	1,470.34	1,495.63	812.88
	1,622.80	1,599.06	1,551.31	1,525.39	1,570.89	1,573.89	891.01	1,611.63	1,625.72	1,491.27	1,551.22	1,596.39	1,575.25	892.49
	1,542.09	1,518.35	1,594.81	1,444.68	1,490.18	1,518.02	835.14	1,577.15	1,591.24	1,617.32	1,516.74	1,561.91	1,572.87	890.12
	1,554.01	1,530.27	1,514.10	1,456.60	1,502.10	1,511.42	828.53	1,487.48	1,501.57	1,582.84	1,427.07	1,472.24	1,494.24	811.49
	1,595.77	1,572.03	1,526.02	1,498.36	1,543.86	1,547.21	864.32	1,617.37	1,631.46	1,493.17	1,556.96	1,602.13	1,580.22	897.46
	1,521.75	1,498.01	1,567.78	1,424.34	1,469.84	1,496.34	813.46	1,588.06	1,602.15	1,623.06	1,527.65	1,572.82	1,582.75	899.99
	1,543.03	1,519.29	1,493.76	1,445.62	1,491.12	1,498.56	815.68	1,486.59	1,500.68	1,593.75	1,426.18	1,471.35	1,495.71	812.96
	1,593.65	1,569.91	1,515.04	1,496.24	1,541.74	1,543.32	860.43	1,616.03	1,630.12	1,492.28	1,555.62	1,600.79	1,578.97	896.21
	1,520.93	1,497.19	1,565.66	1,423.52	1,469.02	1,495.26	812.38	1,586.70	1,600.79	1,621.72	1,526.29	1,571.46	1,581.39	898.64
	1,544.13	1,520.39	1,492.94	1,446.72	1,492.22	1,499.28	816.40	1,483.43	1,497.52	1,592.39	1,423.02	1,468.19	1,492.91	810.16
1,593.80	1,570.06	1,516.14	1,496.39	1,541.89	1,543.66	860.77	1,613.38	1,627.47	1,489.12	1,552.97	1,598.14	1,576.22	893.46	
1,522.75	1,499.01	1,565.81	1,425.34	1,470.84	1,496.75	813.87	1,583.91	1,598.00	1,619.07	1,523.50	1,568.67	1,578.63	895.88	
1,542.71	1,518.97	1,494.76	1,445.30	1,490.80	1,498.51	815.62	1,483.31	1,497.40	1,589.60	1,422.90	1,468.07	1,492.26	809.50	
1,591.18	1,567.44	1,514.72	1,493.77	1,539.27	1,541.28	858.39	1,612.88	1,626.97	1,489.00	1,552.47	1,597.64	1,575.79	893.04	
1,519.11	1,495.37	1,563.19	1,421.70	1,467.20	1,493.31	810.43	1,584.17	1,598.26	1,618.57	1,523.76	1,568.93	1,578.74	895.98	
1,469.95	1,446.21	1,491.12	1,372.54	1,418.04	1,439.57	756.69	1,483.07	1,497.16	1,589.86	1,422.66	1,467.83	1,492.12	809.36	
1,610.85	1,587.11	1,441.96	1,513.44	1,558.94	1,542.46	859.58	1,612.68	1,626.77	1,488.76	1,552.27	1,597.44	1,575.58	892.83	
1,568.49	1,544.75	1,582.86	1,471.08	1,516.58	1,536.75	853.87	1,584.30	1,598.39	1,618.37	1,523.89	1,569.06	1,578.80	896.05	
1,469.42	1,445.68	1,540.50	1,372.01	1,417.51	1,449.02	766.14	1,482.20	1,496.29	1,589.99	1,421.79	1,466.96	1,491.45	808.69	
1,611.14	1,587.40	1,441.43	1,513.73	1,559.23	1,542.59	859.70	1,611.93	1,626.02	1,487.89	1,551.52	1,596.69	1,574.81	892.06	
ค่าเฉลี่ย	แรงดึงในสายรัศมีเส้นที่ 1					1,544.68	861.80	แรงดึงในสายรัศมีเส้นที่ 2					1,562.42	879.66

ตารางผนวกที่ จ2 แรงดึงในสายรัดที่บันทึกได้จากการทดลองขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 8 ฟุตด้วย
รถบรรทุกกึ่งพ่วงที่มีพื้นบรรทุกเป็นเหล็กแผ่นเรียบโดยใช้สายรัดจำนวน 5 เส้น
ตามผลการคำนวณตามมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย

รอบ การ	แรงดึงในสายรัดเส้นที่ 1							แรงดึงในสายรัดเส้นที่ 2						
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	$\Sigma Y_{(1)}$	$\Delta Y_{(1)}$	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	$\Sigma Y_{(2)}$	$\Delta Y_{(2)}$
แรงดึง เริ่มต้น	676.41	676.41	669.20	674.97	665.05	672.41	0.00	680.30	680.30	672.86	676.00	668.60	675.61	0.00
ค่าแรงดึงที่ได้จากท่วงกราฟที่อ่านค่าได้สูงสุด 40 ค่า	655.50	655.72	647.97	653.74	643.82	651.35	-21.06	677.38	678.13	670.43	673.56	666.17	673.13	-2.48
	655.72	655.18	648.22	653.99	644.07	651.44	-20.97	678.13	677.87	670.68	673.81	666.42	673.38	-2.23
	655.18	655.43	647.41	653.18	643.26	650.89	-21.52	677.87	678.12	670.59	673.72	666.33	673.33	-2.29
	655.43	654.62	648.86	650.63	640.71	673.25	0.84	678.12	678.03	675.33	678.46	671.07	676.20	0.59
	654.62	692.07	685.55	691.32	681.40	680.99	8.58	678.03	682.77	673.34	676.47	669.08	675.94	0.33
	692.07	692.76	689.99	695.76	685.84	691.28	18.88	682.77	680.78	676.00	679.13	671.74	678.08	2.47
	692.76	697.20	686.15	691.92	682.00	690.01	17.60	680.78	683.44	676.32	679.45	672.06	678.41	2.80
	697.20	693.36	686.78	692.55	682.63	690.50	18.10	683.44	688.21	675.52	678.65	671.26	679.42	3.80
	693.36	693.99	687.09	692.86	682.94	690.05	17.64	688.21	682.96	676.77	679.90	672.51	680.07	4.46
	693.99	694.30	688.82	694.59	684.67	691.27	18.87	682.96	684.21	677.81	680.94	673.55	679.89	4.28
	694.30	696.03	689.99	695.76	685.84	692.38	19.98	684.21	685.25	680.77	683.90	676.51	682.13	6.52
	696.03	697.20	688.83	694.60	684.68	692.27	19.86	685.25	688.21	677.42	680.55	673.16	680.92	5.31
	697.20	696.04	689.07	694.84	684.92	692.41	20.01	688.21	684.86	678.17	681.30	673.91	681.29	5.68
	696.04	696.28	689.96	695.73	685.81	692.76	20.36	684.86	685.61	680.77	683.90	676.51	682.33	6.72
	696.28	697.17	689.00	694.77	684.85	692.41	20.01	685.61	688.21	678.95	682.08	674.69	681.91	6.30
	697.17	696.21	688.90	694.67	684.75	692.34	19.93	688.21	686.39	678.33	681.46	674.07	681.69	6.08
	696.21	696.11	689.52	695.29	685.37	692.50	20.09	686.39	685.77	678.75	681.88	674.49	681.46	5.84
	696.11	696.73	689.66	695.43	685.51	692.69	20.28	685.77	686.19	679.63	682.76	675.37	681.94	6.33
	696.73	696.87	689.99	695.76	685.84	693.04	20.63	686.19	687.07	680.77	683.90	676.51	682.89	7.28
	696.87	697.20	689.86	695.63	685.71	693.05	20.65	687.07	688.21	679.32	682.45	675.06	682.42	6.81
	697.20	697.07	689.67	695.44	685.52	692.98	20.57	688.21	686.76	679.07	682.20	674.81	682.21	6.60
	697.07	696.88	689.35	695.12	685.20	692.72	20.32	686.76	686.51	678.59	681.72	674.33	681.58	5.97
	696.88	696.56	689.99	695.76	685.84	693.01	20.60	686.51	686.03	680.77	683.90	676.51	682.74	7.13
	696.56	697.20	688.41	694.18	684.26	692.12	19.71	686.03	688.21	678.16	681.29	673.90	681.52	5.91
	697.20	695.62	688.68	694.45	684.53	692.10	19.69	688.21	685.60	680.77	683.90	676.51	683.00	7.39
	695.62	695.89	689.25	695.02	685.10	692.18	19.77	685.60	688.21	678.24	681.37	673.98	681.48	5.87
	695.89	696.46	687.89	693.66	683.74	691.53	19.12	688.21	685.68	680.77	683.90	676.51	683.01	7.40
	696.46	695.10	687.89	693.66	683.74	691.37	18.96	685.68	688.21	678.20	681.33	673.94	681.47	5.86
	695.10	695.10	689.83	695.60	685.68	692.26	19.85	688.21	685.64	679.62	682.75	675.36	682.32	6.70
	695.10	697.04	683.85	689.62	679.70	689.06	16.65	685.64	687.06	676.24	679.37	671.98	680.06	4.45
	697.04	691.06	681.68	687.45	677.53	686.95	14.54	687.06	683.68	675.18	678.31	670.92	679.03	3.42
	691.06	688.89	685.87	691.64	681.72	687.84	15.43	683.68	682.62	673.09	676.22	668.83	676.89	1.28
	688.89	697.20	682.71	688.48	678.56	687.17	14.76	682.62	680.53	672.43	675.56	668.17	675.86	0.25
	697.20	689.92	680.75	686.52	676.60	686.20	13.79	680.53	679.87	670.44	673.57	666.18	674.12	-1.49
	689.92	687.96	671.96	680.73	670.81	680.28	7.87	679.87	677.88	670.48	673.61	666.22	673.61	-2.00
	687.96	682.17	670.19	677.96	668.04	677.26	4.86	677.88	677.92	668.06	671.19	663.80	671.77	-3.84
	682.17	679.40	662.65	668.42	658.50	670.23	-2.18	677.92	675.50	667.90	671.03	663.64	671.20	-4.41
	679.40	676.86	657.32	660.31	650.39	664.86	-7.55	675.50	675.34	668.67	671.80	664.41	671.14	-4.47
	669.86	675.00	651.97	661.72	640.47	659.80	-12.60	675.34	676.11	668.20	671.33	663.94	670.98	-4.63
	664.75	672.33	645.03	652.11	642.43	655.33	-17.08	676.11	675.64	669.59	672.72	665.33	671.88	-3.73
ค่าเฉลี่ย	แรงดึงในสายรัดเส้นที่ 1					684.05	11.64	แรงดึงในสายรัดเส้นที่ 2					678.57	2.96

ตารางผนวกที่ จ2 (ต่อ)

รอบ การ	แรงดึงในสายรัดเส้นที่ 3							แรงดึงในสายรัดเส้นที่ 4						
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	$\Sigma \bar{Y}_{(3)}$	$\Delta \bar{Y}_{(3)}$	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5	$\Sigma \bar{Y}_{(4)}$	$\Delta \bar{Y}_{(4)}$
แรงดึง เริ่มต้น	694.81	694.81	687.27	689.87	683.01	689.95	0.00	670.51	670.51	662.87	665.80	658.61	665.66	0.00
ค่าแรงดึงที่ได้จากช่วงกราฟที่อ่านค่าได้สูงสุด 40 ค่า	693.39	694.07	685.70	688.30	681.44	688.58	-1.37	670.26	671.18	665.27	668.20	661.01	667.18	1.52
	694.07	693.24	686.06	688.66	681.80	688.77	-1.19	671.18	672.91	665.23	668.16	660.97	667.69	2.03
	693.24	693.60	685.46	688.06	681.20	688.31	-1.64	672.91	672.87	664.98	667.90	660.72	667.88	2.22
	693.60	693.00	688.75	691.35	684.49	690.24	0.28	672.87	672.62	664.28	667.20	660.02	667.40	1.74
	693.00	696.29	688.31	690.91	684.05	690.51	0.56	672.62	671.92	665.47	668.39	661.21	667.92	2.26
	696.29	695.85	691.46	694.06	687.20	692.97	3.02	671.92	673.11	666.72	669.64	662.46	668.77	3.11
	695.85	699.00	688.60	691.20	684.34	691.80	1.84	673.11	674.36	666.14	669.06	661.88	668.91	3.25
	699.00	696.14	689.35	691.95	685.09	692.31	2.35	674.36	673.78	666.02	668.94	661.76	668.97	3.31
	696.14	696.89	689.31	691.91	685.05	691.86	1.91	673.78	673.66	663.85	666.77	659.59	667.53	1.87
	696.89	696.85	689.61	692.21	685.35	692.18	2.23	673.66	671.49	670.85	673.77	666.59	671.27	5.61
	696.85	697.15	690.21	692.81	685.95	692.59	2.64	671.49	678.49	675.41	678.33	671.15	674.97	9.31
	697.15	697.75	691.46	694.06	687.20	693.52	3.57	678.49	683.05	673.22	676.14	668.96	675.97	10.31
	697.75	699.00	689.05	691.65	684.79	692.45	2.49	683.05	680.86	672.41	675.33	668.15	675.96	10.30
	699.00	696.59	691.46	694.06	687.20	693.66	3.71	680.86	680.05	675.41	678.33	671.15	677.16	11.50
	696.59	699.00	688.50	691.10	684.24	691.89	1.93	680.05	683.05	663.96	666.88	659.70	670.73	5.07
	699.00	696.04	688.31	690.91	684.05	691.66	1.71	683.05	671.60	663.03	665.95	658.77	668.48	2.82
	696.04	695.85	688.13	690.73	683.87	690.92	0.97	671.60	670.67	663.98	666.90	659.72	666.57	0.91
	695.85	695.67	691.46	694.06	687.20	692.85	2.89	670.67	671.62	667.96	670.88	663.70	668.97	3.31
	695.67	699.00	688.59	691.19	684.33	691.76	1.80	671.62	675.60	663.32	666.24	659.06	667.17	1.51
	699.00	696.13	691.46	694.06	687.20	693.57	3.62	675.60	670.96	675.41	678.33	671.15	674.29	8.63
	696.13	699.00	687.67	690.27	683.41	691.30	1.34	670.96	683.05	659.10	662.02	654.84	665.99	0.33
	699.00	695.21	689.39	691.99	687.20	692.56	2.60	683.05	666.74	660.81	663.73	656.55	666.18	0.52
	695.21	699.00	688.13	690.73	683.87	691.39	1.43	666.74	668.45	675.41	678.33	671.15	672.02	6.36
	699.00	695.67	684.65	687.25	680.39	689.39	-0.56	668.45	683.05	672.55	675.47	668.29	673.56	7.90
	695.67	692.19	691.46	694.06	687.20	692.12	2.16	683.05	680.19	672.83	677.17	668.57	676.36	10.70
	692.19	699.00	688.79	691.39	684.53	691.18	1.23	680.19	680.47	673.06	675.98	668.80	675.70	10.04
	699.00	696.33	688.95	690.82	684.69	691.96	2.00	680.47	680.70	675.08	678.00	671.15	677.08	11.42
	696.33	696.49	687.79	690.39	683.53	690.91	0.95	680.70	682.72	672.96	675.88	668.70	676.19	10.53
	696.49	695.33	690.73	694.06	687.20	692.76	2.81	682.72	680.60	674.68	677.60	670.42	677.20	11.54
	695.33	698.27	691.46	694.06	687.20	693.26	3.31	680.60	682.32	673.08	676.00	671.15	676.63	10.97
	698.27	699.00	687.19	689.79	682.93	691.44	1.48	682.32	683.05	669.46	672.38	665.20	674.48	8.82
	699.00	694.73	686.86	689.46	682.60	690.53	0.58	683.05	677.10	669.03	671.95	664.77	673.18	7.52
	694.73	694.40	686.59	689.19	682.33	689.45	-0.51	677.10	676.67	668.81	671.73	664.55	671.77	6.11
	694.40	694.13	687.13	689.73	682.87	689.65	-0.30	676.67	676.45	668.39	671.31	664.13	671.39	5.73
694.13	694.67	686.57	689.17	682.31	689.37	-0.58	676.45	676.03	667.97	670.89	663.71	671.01	5.35	
694.67	694.11	686.49	689.09	682.23	689.32	-0.64	676.03	675.61	667.84	670.76	663.58	670.76	5.10	
694.11	694.03	685.70	688.30	681.44	688.72	-1.24	675.61	675.48	667.77	670.69	663.51	670.61	4.95	
694.03	693.24	685.07	687.67	680.81	688.16	-1.79	675.48	675.41	666.97	669.89	662.71	670.09	4.43	
693.24	692.61	685.10	687.70	680.84	687.90	-2.06	675.41	674.61	667.57	670.49	663.31	670.28	4.62	
692.61	692.64	685.04	687.64	680.78	687.74	-2.21	674.61	675.21	667.12	670.04	662.86	669.97	4.31	
ค่าเฉลี่ย	แรงดึงในสายรัดเส้นที่ 3					691.04	1.08	แรงดึงในสายรัดเส้นที่ 4					671.36	5.70

ตารางผนวกที่ จ2 (ต่อ)

รอบ การ	แรงดึงในสายรัดเส้นที่ 5					$\Sigma \bar{Y}_{(5)}$	$\Delta \bar{Y}_{(5)}$
	รอบที่ 1	รอบที่ 2	รอบที่ 3	รอบที่ 4	รอบที่ 5		
แรงดึง เริ่มต้น	691.81	691.81	684.85	690.95	680.79	688.04	0.00
ค่าแรงดึงที่ได้จากช่วงกราฟที่อ่านค่าได้สูงสุด 40 ค่า	697.99	698.43	692.15	698.25	688.09	694.98	6.94
	698.43	699.11	693.06	699.16	689.00	695.75	7.71
	699.11	700.02	692.71	698.81	688.65	695.86	7.82
	700.02	699.67	692.48	698.58	688.42	695.83	7.79
	699.67	699.44	693.21	699.31	689.15	696.16	8.11
	699.44	700.17	699.45	705.55	695.39	700.00	11.96
	700.17	706.41	693.77	699.87	689.71	697.99	9.94
	706.41	700.73	694.13	700.23	690.07	698.31	10.27
	700.73	701.09	692.69	698.79	688.63	696.39	8.34
	701.09	699.65	699.45	705.55	695.39	700.23	12.18
	699.65	706.41	696.36	702.46	692.30	699.44	11.39
	706.41	703.32	694.02	700.12	689.96	698.77	10.72
	703.32	700.98	693.39	699.49	689.33	697.30	9.26
	700.98	700.35	693.37	699.47	689.31	696.70	8.65
	700.35	700.33	699.45	705.55	695.39	700.21	12.17
	700.33	706.41	695.50	701.60	691.44	699.06	11.01
	706.41	702.46	692.97	699.07	688.91	697.96	9.92
	702.46	699.93	699.45	705.55	695.39	700.56	12.51
	699.93	706.41	695.51	701.61	691.45	698.98	10.94
	706.41	702.47	698.29	704.39	694.23	701.16	13.12
	702.47	705.25	697.80	703.90	693.74	700.63	12.59
	705.25	704.76	695.14	701.24	691.08	699.49	11.45
	704.76	702.10	696.10	702.20	692.04	699.44	11.40
	702.10	703.06	699.45	705.55	695.39	701.11	13.07
	703.06	706.41	695.19	701.29	691.13	699.42	11.37
	706.41	702.15	695.66	701.76	691.60	699.52	11.47
	702.15	702.62	699.45	705.55	695.39	701.03	12.99
	702.62	706.41	695.86	701.96	691.80	699.73	11.69
	706.41	702.82	696.28	702.38	692.22	700.02	11.98
	702.82	703.24	695.22	701.32	691.16	698.75	10.71
	703.24	702.18	695.39	701.49	691.33	698.73	10.68
	702.18	702.35	699.45	705.55	695.39	700.98	12.94
	702.35	706.41	692.85	698.95	688.79	697.87	9.83
	706.41	699.81	690.16	696.26	686.10	695.75	7.71
	699.81	697.12	689.61	695.71	685.55	693.56	5.52
	697.12	696.57	689.21	695.31	685.15	692.67	4.63
	696.57	696.17	690.10	696.20	686.04	693.02	4.97
	696.17	697.06	689.04	695.14	684.98	692.48	4.44
	697.06	696.00	688.58	694.68	684.52	692.17	4.13
	696.00	695.54	686.38	692.48	682.32	690.54	2.50
ค่าเฉลี่ย	แรงดึงในสายรัดเส้นที่ 5					697.71	9.67

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ	นายณรงค์ศักดิ์ดีดับทุกซ์
เกิดวันที่	26 มีนาคม พ.ศ. 2523
สถานที่เกิด	เขตพญาไทกรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (อุตสาหกรรมเกษตร) สาขาเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อมสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2545 สศ.บ. (อาชีวอนามัยและความปลอดภัย) มหาวิทยาลัยสุโขทัย-ธรรมมาธิราช, 2548
ตำแหน่งปัจจุบัน	ผู้อำนวยการด้านความปลอดภัยอาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัทเซฟรอนประเทศไทยสำรวจและผลิตจำกัด
ผลงานดีเด่นและ/หรือรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-