



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมความปลอดภัย

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประเมินความเสี่ยงรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด

Risk Assessment of Compressed Natural Gas Truck

นามผู้วิจัย นางสาวอิสริยา จาคทอง

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิพล บุญจันต์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ธีรรัตน์ มั่งจรี, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนนต์ วงษ์เกษม, M.S.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินความเสี่ยงรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด

Risk Assessment of Compressed Natural Gas Truck

โดย

นางสาวอิสริยา จาคทอง

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

พ.ศ. 2551

อิสริยา จาดทอง 2551: การประเมินความเสี่ยงรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด
ปรีญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย) สาขาวิศวกรรม
ความปลอดภัย โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์หลัก: ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิพล บุญจันตะ, Ph.D. 236 หน้า

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงที่เกิดขึ้นกับรถบรรทุกที่ดัดแปลงมาใช้
ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG)100% โดยการศึกษากระบวนการที่เกี่ยวข้องทั้งหมด 6 กระบวนการ ได้แก่
การดัดแปลงเครื่องยนต์ มาตรฐานและติดตั้งอุปกรณ์ การเติมก๊าซ การตรวจสอบสภาพรถ การ
ใช้รถและการซ่อม ซึ่งสามารถแบ่งย่อยเป็น 24 กิจกรรม จากนั้นนำค่าความเสี่ยงที่ได้มากำหนด
แนวทางการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัย

วิธีการประเมินความเสี่ยงที่นำมาใช้เป็นไปตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3
(พ.ศ.2542) เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงานและระเบียบกรมโรงงาน
อุตสาหกรรม ว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้แจงอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงาน
บริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ.2543 โดยเครื่องมือการชี้แจงอันตรายที่เลือกใช้มี 3 วิธี คือ Check List
, What If Analysis และ Fault Tree Analysis ทำการศึกษาข้อมูลจากรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ
3 รุ่น คือ ยี่ห้อ ISUZU รุ่น CXZ และ NISSAN รุ่น CW41 และ CWM รวมทั้งสิ้น 163 คัน

ผลการประเมินความเสี่ยงพบว่า มี 2 กิจกรรมที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ คือ
1. การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถังก๊าซที่รถหลังติดตั้งครั้งแรก พบว่ามีการใช้ท่อนำ
ก๊าซที่ดัดแปลงมาเป็นหัวจ่ายก๊าซ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/NGV1 หรือ
ISO 7241 อาจทำให้เกิดก๊าซรั่วมาจากการอุปกรณ์ขณะเติมก๊าซได้ 2. การติดตั้งลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ
ไม่สามารถปิดก๊าซ เมื่อเครื่องยนต์ดับได้ แต่ยังไม่ได้ปิดสวิตช์ ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ISO
15500 ที่ระบุให้ระบบควบคุมมีการปิดก๊าซ เมื่อเครื่องยนต์ดับ ถึงแม้ว่าสวิตช์ถูกขโมยจะเปิดอยู่ก็
ตาม จากนั้นได้นำความเสี่ยงที่ได้นี้มาจัดทำแผนบริหารจัดการความเสี่ยงซึ่งประกอบด้วย
แผนลดความเสี่ยงและแผนควบคุมความเสี่ยง เพื่อให้ได้ความเสี่ยงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

Issariya Jhadtong 2008: The risk assessment of Compressed Natural Gas Truck.
Master of Engineering (Safety Engineering), Major Field: Safety Engineering,
Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Assistant Professor
Pipon Boonjanta, Ph.D. 236 pages.

The research is to identify and assess the risk of the truck modified to use 100% Compressed Natural Gas. The objective is to specify the risk occurring in 6 processes , the adaptation of engine, the selection and installation of standardized equipments, the gas filling, the inspection of the truck condition, and the driving and repairing truck. These processes are separated into 24 activities. The risk results are then used to specify the safety operation practice.

The risk assessment methodology according to the law of Ministry of Industry on the strategy of Factory's Safety,B.E.2542 and the regulations of Department of Industrial Works on hazard identification, risk assessment and risk management, B.E.2543, were used. Three methods of hazard identification, Check List, What If Analysis and Fault Tree Analysis were used. The data were collected from 3 Ready mixed concrete CNG truck types ISUZU(CXZ), NISSAN(CWM 430) and NISSAN(CW41), total of 163 trucks.

The result of risk assessment indicated that two activities are unacceptable, ie : 1. gas filling from CNG cylinder pack into the on-board storage tanks after their installations using nozzles that do not comply with ANSI/NGV1 or ISO 7241 standard. This could that do lead gas leaking during the filling process. 2. the automatic valve does not close when engine stops , which does not comply with ISO 15500 standard. The risk management plan was drafted compris of the risk reducing plan and the risk control plan in order to reduce the risk to acceptable level.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

____ / ____ / ____

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิพล บุญจันทร์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร.ธำรงรัตน์ มุ่งเจริญ กรรมการร่วม ที่ให้คำปรึกษาในการ
ค้นคว้าหาข้อมูล และให้ข้อเสนอแนะในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ออกมาอย่างสมบูรณ์

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ อนนต์ วงษ์เกษม ประธานสาขาวิชาที่จัดให้มีสาขาวิชานี้ขึ้น
ทำให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสเข้ามาศึกษาจนสำเร็จการศึกษาในครั้งนี้ รวมถึงเจ้าหน้าที่โครงการทุกท่าน
ที่ช่วยสนับสนุนให้ข้อมูลการศึกษา และอำนวยความสะดวกในการประสานงานต่างๆ เป็นอย่างดี

ขอบคุณบริษัท ABC คอนกรีตที่ทำให้ได้ข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งทั้งวิศวกรและช่าง
ผู้ปฏิบัติงานได้ถ่ายทอดความรู้และประสบการณ์ให้ผู้วิจัยสามารถนำมาเป็นข้อมูลก่อให้เกิด
ประโยชน์ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถนำช่วยเหลือสังคม สำหรับผู้ที่คิดจะติดตั้งก๊าซธรรมชาติ
อัดที่รถโดยเฉพาะรถบรรทุกในกิจการขนส่งที่กำลังเริ่มติดตั้งกันอย่างแพร่หลายในขณะนี้ให้เกิด
ความปลอดภัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณคุณบิดา มารดา พี่สาว และเพื่อนๆ ผู้ให้กำลังใจและ
การสนับสนุนในการทำวิจัยในครั้งนี้ ให้ต่อสู้กับอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญเสมอมา และขอขอบพระคุณ
รองศาสตราจารย์วิชัย พงษ์ธาราธิกุล ที่ให้คำแนะนำข้อมูลด้านการประเมินความเสี่ยง
จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

อิสริยา จาดทอง

สิงหาคม 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	68
อุปกรณ์	68
วิธีการ	68
ผลและวิจารณ์	97
ผล	97
วิจารณ์	115
สรุปและข้อเสนอแนะ	116
สรุป	116
ข้อเสนอแนะ	119
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	121
ภาคผนวก	126
ภาคผนวก ก การชี้แจงและประเมินความเสี่ยง	127
ภาคผนวก ข แผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง	199
ภาคผนวก ค ลำดับการต่อฟ่วงส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด	217
ภาคผนวก ง แผนผังการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด	219
ภาคผนวก จ ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนโอกาสและความรุนแรง	221
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	236

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	อัตราการใช้รถ NGV ในทวีปต่างๆ สะสมถึงเดือนมิถุนายน 2550	6
2	สถิติจำนวนรถในประเทศไทย แยกตามชนิดเชื้อเพลิง สะสมถึงวันที่ 30 มิถุนายน 2551	7
3	เปรียบเทียบคุณสมบัติของก๊าซประเภทต่างๆ	8
4	ตัวอย่างการจัดทำบัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	30
5	แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงด้วยแผนภูมิต้นไม้	45
6	การจัดระดับในโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ	55
7	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล	55
8	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน	56
9	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	56
10	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สิน	57
11	การจัดระดับความเสี่ยง	57
12	คุณสมบัติการทำงาน	69
13	บัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	77
14	การชี้บ่งอันตราย	93
15	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อบุคคลของบริษัท	94
16	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สินของบริษัท	95
17	ทะเบียนความเสี่ยง	99

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่	หน้า
ก1	การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 1 128
ก2	แบบตรวจมาตรฐานถังก๊าซและอุปกรณ์ที่ติดมากับถัง 132
ก3	แบบตรวจการติดตั้งถัง 136
ก4	แบบตรวจการติดตั้งลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ/ ลิ้นเปิดปิดด้วยมือ/ อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ / อุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ / อุปกรณ์แสดงค่าวัดความดันก๊าซ / อุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ 146
ก5	แบบตรวจการติดตั้งอุปกรณ์ท่อนำก๊าซแบบคงตัวและข้อต่อ 152
ก6	แบบตรวจการติดตั้งอุปกรณ์รับเติมก๊าซ 155
ก7	การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Checklist 1-5 159
ก8	การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 2 162
ก9	การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 3 165
ก10	แบบตรวจสอบสภาพรถ 169
ก11	การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Checklist 6 174
ก12	การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 4 175
ก13	แบบตรวจการตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ขับรถ 177
ก14	การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Checklist 7 180
ก15	การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 5 182
ก16	การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี FTA 185
ก17	การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 6 194
ก18	การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 7 195
ก19	การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 8 196
ก20	การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 9 198
ข1	แผนงานลดความเสี่ยง (1) 200
ข2	แผนงานลดความเสี่ยง (2) 201
ข3	แผนงานลดความเสี่ยง (3) 202

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
ข4	แผนงานลดความเสี่ยง (4)	203
ข5	แผนงานลดความเสี่ยง (5)	204
ข6	แผนงานลดความเสี่ยง (6)	204
ข7	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (1)	205
ข8	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (2)	206
ข9	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (3)	207
ข10	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (4)	208
ข11	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (5)	209
ข12	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (6)	210
ข13	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (7)	211
ข14	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (8)	212
ข15	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (9)	213
ข16	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (10)	214
ข17	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (11)	215
ข18	แผนงานควบคุมความเสี่ยง (12)	216
จ1	แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลคะแนน โอกาสและความรุนแรง จากคณะทำงาน	222

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	รถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ	3
2	ประเทศต่างๆ ที่ใช้รถ NGV ในทวีปเอเชีย	5
3	ถังบรรทุกก๊าซ CNG ประเภทที่ 1	18
4	ถังบรรทุกก๊าซ CNG ประเภทที่ 2	18
5	ถังบรรทุกก๊าซ CNG ประเภทที่ 3	18
6	ถังบรรทุกก๊าซ CNG ประเภทที่ 4	19
7	ถังบรรทุกก๊าซ CNG และวาล์วหัวถัง	20
8	การใช้สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	48
9	การใช้สัญลักษณ์ Or gate แสดงความสัมพันธ์ของการเกิดอุบัติเหตุ	49
10	การใช้สัญลักษณ์ And gate แสดงความสัมพันธ์ของการเกิดอุบัติเหตุ	49
11	การใช้ Inhibit gate	50
12	การเขียนเงื่อนไขของระยะเวลา	50
13	รถระเบิดที่บราซิล	59
14	ภาพถัง NGV ที่ไม่ระเบิด	60
15	รถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จไฟไหม้	62
16	ถังระเบิดขณะเติมก๊าซ	62
17	รถแก๊สวอลโว่ระเบิดขณะเติมก๊าซ	64
18	ไฟไหม้รถพ่วง	65
19	รถเมล์ถังก๊าซระเบิด	67
20	สภาพพื้นที่โดยรอบโรงงานในรัศมี 500 เมตร	72
21	แผนผังในโรงงาน	73

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
ก1	แผนผัง FTA	184
ค1	ภาพลำดับการต่อพ่วงส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ สำหรับการติดตั้ง ถังก๊าซหลายถัง	217
ง1	การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติ	220

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

การติดตั้ง	=	การติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก
บริษัท	=	บริษัท ABC คอนกรีต จำกัด
มอก.	=	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
ISO	=	มาตรฐานขององค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization)
ECE R	=	ข้อกำหนดของคณะกรรมการเศรษฐกิจแห่งยุโรป (Economic Commission for Europe Regulation)
ANSI/CSA	=	มาตรฐานของสถาบันมาตรฐานแห่งชาติอเมริกา/สมาคมมาตรฐานแห่งชาติแคนาดา (American National Standards Institute/Canadian Standards Association)
ASTM	=	มาตรฐานของสมาคมการทดสอบและวัสดุแห่งชาติอเมริกา (American Society for Testing and Materials)
ขีดจำกัดการติดไฟ	=	เป็นขอบเขตการเผาไหม้ที่ต้องมีสัดส่วนของไอเชื้อเพลิงในอากาศที่จะลุกไหม้ได้ เมื่อมีประกายไฟหรือความร้อนสูงถึงอุณหภูมิติดไฟ
CNG	=	Compressed Natural Gas (ก๊าซธรรมชาติที่ถูกอัดด้วยความดันเพื่อบรรจุถึงส่วนประกอบหลักของแก๊สธรรมชาติจะเป็นก๊าซมีเทน ที่มีสมบัติเบากว่าอากาศ ส่วนใหญ่อยู่ในสภาพของแก๊สที่อัดจนมีความดันสูง และเก็บไว้ในถังที่มีความแข็งแรงทนทานสูงเป็นพิเศษ เช่น ถังเหล็กกล้า)
NGV	=	Natural Gas Vehicle (ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง)
ETA	=	Event Tree Analysis
FMEA	=	Failure Mode and Effect Analysis
FTA	=	Fault Tree Analysis
HAZOP	=	Hazard and Operability Study
MPa	=	เมกาปาสคาล
$\bar{X}$	=	ค่าเฉลี่ย
S.D.	=	Standard Deviation (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)

การประเมินความเสี่ยงรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด

Risk Assessment of Compressed Natural Gas Truck

คำนำ

จากวิกฤตการณ์ราคาน้ำมันเชื้อเพลิงที่ลอยตัวสูงขึ้นเรื่อยๆ คนคิดที่จะใช้เชื้อเพลิงชนิดอื่นทดแทน ประเทศไทยก็เผชิญกับปัญหานี้และไม่มีแหล่งน้ำมันเชื้อเพลิง วัตถุดิบที่ใช้เป็นพลังงานจึงต้องมีการนำเข้าจากต่างประเทศที่มากที่สุด คือ น้ำมันดิบจากวิกฤตการณ์ด้านพลังงานทำให้ทั้งหน่วยงานภาครัฐและภาคเอกชนหาทางบรรเทาให้ประหยัดพลังงานและหาพลังงานทดแทน ไม่ว่าจะเป็นพลังงานสะอาด พลังงานน้ำ พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานทดแทนไบโอดีเซล โดยเฉพาะในปัจจุบันได้มีการส่งเสริมให้ประชาชนหันมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) ซึ่งสามารถผลิตเองได้ในประเทศไทย ทำให้ราคาถูกลงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงชนิดอื่น

ประเทศไทยการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้สำหรับยานยนต์ในอุตสาหกรรมการขนส่งตั้งแต่ปี 2527 แต่ยังไม่แพร่หลาย แต่ในปัจจุบันโดยเฉพาะสำหรับธุรกิจที่ต้องมีการขนส่ง ซึ่งมีการใช้เชื้อเพลิงสูงสุดได้เริ่มมีการนำก๊าซธรรมชาติอัดมาใช้เพื่อช่วยลดต้นทุนการขนส่งเพื่อให้ได้กำไรมากขึ้น ซึ่งการนำมาใช้นี้ยังเป็นเรื่องใหม่สำหรับประเทศไทย ที่มีการปรับเปลี่ยนมาใช้กันอย่างรวดเร็ว จึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้กับรถยนต์ โดยต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการนำมาใช้ด้วย

การนำก๊าซธรรมชาติมาใช้กับยานยนต์ สามารถนำมาใช้ได้ทั้งแบบที่ใช้ร่วมกับน้ำมันดีเซลเลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่งและใช้ทดแทนได้ 100% ซึ่งการใช้ถึง 100% นั้นก็หมายถึงการลดค่าใช้จ่ายได้มากยิ่งขึ้น แต่การใช้ก๊าซธรรมชาตินี้ต้องมีการดัดแปลงเครื่องยนต์เพื่อให้เหมาะสมต่อการใช้งาน ทำให้ต้องมีการศึกษาและเรียนรู้การใช้งานใหม่ ไม่เพียงแต่เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพเท่านั้น ความปลอดภัยยังเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างยิ่งที่ต้องมีการนำมาพิจารณาเพราะการขนส่งส่วนใหญ่จะใช้รถบรรทุกขนาดใหญ่ ซึ่งหากเกิดความไม่ปลอดภัยตั้งแต่กระบวนการติดตั้งดัดแปลงเครื่องยนต์มาใช้ก๊าซธรรมชาติ อุปกรณ์ที่ใช้ การติดตั้ง การใช้งาน การซ่อมบำรุง ตลอดจนการดูแลรักษาสภาพรถ ก็อาจส่งผลกระทบต่อทั้งด้านบุคคล ทรัพย์สิน และต่อสาธารณะชนที่ร่วมชะตาอยู่บนท้องถนน ความเสี่ยงภัยนี้นับเป็นภัยที่ใกล้ตัวเรา ผู้ซึ่งต้องใช้ชีวิตประจำวันอยู่บน

ท้องถนนหลายชั่วโมงต่อวัน ดังนั้นการประเมินหาความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องมีการศึกษาเพื่อนำไปสู่การหาแนวทางป้องกัน แก้ไขไม่ให้เกิดอันตรายและกำหนดเป็นมาตรฐานการปฏิบัติงาน เพื่อให้ทุกคนมั่นใจว่าสามารถใช้ก๊าซธรรมชาติอัดได้อย่างปลอดภัย

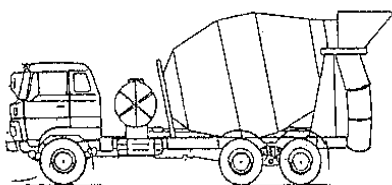
วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นกับรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG)
2. เพื่อกำหนดแนวทางการปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยในการปฏิบัติงานกับรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (NGV)

ขอบเขตงานวิจัย

ศึกษารถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ (ตามภาพที่1) ที่ดัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัด 100% (Dedicated) ซึ่งเป็นรถบรรทุกไม่ประจำทาง ประเภทบรรทุกเฉพาะกิจของบริษัทแห่งหนึ่ง สมมติให้ชื่อบริษัท ABC คอนกรีต จำกัด มีรถจำนวน 163 คัน ทุกคันเป็นเครื่องยนต์ขนาด 6 สูบ โดยแบ่งเป็นรถ 3 รุ่น คือ 1. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CWM 430 ขนาด 275 แรงม้า จำนวน 100 คัน 2. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CW 41 ขนาด 230 แรงม้า จำนวน 40 คัน 3. รถยี่ห้อ ISUZU รุ่น CXZ ขนาด 275 แรงม้า จำนวน 23 คัน รถทุกคันเป็นเครื่อง 6 สูบ รถแต่ละคันถูกใช้งานมาแล้วประมาณ 10 ปีก่อนถูกดัดแปลง

ถังก๊าซที่ใช้เป็นประเภทที่ 1 คือ เป็นถังเหล็กขนาด 145 ลิตรน้ำ ติดจำนวน 4 ถังต่อคัน ใช้กลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายชนิดที่มีลิ้นระบายความดันและวัสดุชนิดหลอมละลายง่าย (Pressure relieve device using fusible material) เพื่อป้องกันถังระเบิด เนื่องจากอุณหภูมิเกิน



ภาพที่ 1 รถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ

การตรวจเอกสาร

แบ่งเป็นหัวข้อหลัก 4 หัวข้อ ดังนี้

1. ธรรมชาติและคุณลักษณะของก๊าซธรรมชาติ
2. หลักเกณฑ์การใช้ก๊าซธรรมชาติกับรถ
3. ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของอุปกรณ์ที่ติดตั้งก๊าซธรรมชาติ
4. วิธีการประเมินความเสี่ยง
5. ตัวอย่างอุบัติเหตุของรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด

ศึกษาธรรมชาติและคุณลักษณะของก๊าซธรรมชาติ

จุดกำเนิดของรถ NGV

ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติได้มีการพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี พ.ศ. 2403 โดยชาวฝรั่งเศสชื่อ Jean Etienne Lenoir แต่ช่วงนั้นยังไม่ได้รับความนิยม จนกระทั่งมาถึงสงครามโลกครั้งที่ 2 และช่วงเกิดวิกฤตการณ์น้ำมันใน ปี ค.ศ. 1973 ซึ่งราคาน้ำมันเพิ่มขึ้นสูงส่งผลให้มีการนำก๊าซธรรมชาติมาใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมันในรถยนต์มากขึ้น นานาประเทศก็มุ่งไปสู่การลดปัญหา โดยส่งเสริมและสนับสนุน ให้มีการใช้ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง โดยประเทศที่มีการใช้ยานยนต์ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอยู่แล้ว ก็มีแนวโน้มที่จะขยายการใช้มากขึ้น ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น อินโดนีเซีย เกาหลี เป็นต้น ส่วนประเทศที่ยังไม่เริ่มใช้ รัฐบาลก็กำลังส่งเสริมให้มีการใช้ในอนาคต ได้แก่ สองกง สิงคโปร์ รวมทั้งประเทศไทยของเราด้วย

การนำก๊าซธรรมชาติมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์มีมากกว่า 80 ปีแล้ว โดยประเทศ อิตาลี เป็นประเทศแรก ซึ่งปัจจุบันมีรถยนต์ใช้ก๊าซกว่า 432,900 คัน และต่อมากลางความนิยมใช้ก๊าซ CNG ก็มีแพร่หลายมากขึ้นทั้งในทวีปอเมริกาใต้ เช่น ประเทศอาร์เจนตินา จำนวนรถยนต์ที่ใช้ก๊าซ CNG มีทั้งหมด 1,650,000 คัน ซึ่งถือเป็นอันดับที่ 1 ในโลก ในทวีปอเมริกาเหนือ สหรัฐอเมริกามียานยนต์ใช้ก๊าซ CNG กว่า 146,876 คัน, ประเทศแคนาดา จำนวน 12,140 คัน และในทวีปเอเชีย มีในประเทศ จีน, ญี่ปุ่น, เกาหลี, ไต้หวัน, มาเลเซีย, อินโดนีเซีย, อินเดีย และปากีสถาน เป็นต้น รวมถึงทวีปแอฟริกา

เช่น อียิปต์ มียานยนต์ให้ CNG ประมาณ 69,376 คัน ซึ่งในปัจจุบันทั่วโลกมีรถยนต์ใช้ก๊าซธรรมชาติเกือบ 7 ล้านคัน (ข้อมูล ณ เดือนมิถุนายน 2550) www.iang.org/stas/NGV_Statistic.htm (2550)

ประเทศต่างๆ ในทวีปเอเชียที่มีรถที่ใช้ก๊าซ CNG (บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน, 2549)



ภาพที่ 2 ประเทศต่างๆ ที่ใช้รถ NGV ในทวีปเอเชีย

ตารางที่ 1 อัตราการใช้รถ NGV ในทวีปต่างๆ สะสมถึงเดือน มิถุนายน 2550

Regional Growth		Jun-07	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000
ASIA	NGV Numbers	2474392	1823993	1167761	899075	707528	462665	290660	152966
	% growth on previous year	35.7%	56.2%	29.9%	27.1%	52.9%	59.2%	90.0%	
	Average growth in past 5 years	50.1%							
EUROPE	NGV Numbers	832381	742108	601005	585253	547549	454328	418241	360911
	% growth on previous year	12.2%	23.5%	2.7%	6.9%	20.5%	8.6%	15.9%	
	Average growth in past 5 years	12.9%							
NTH AMERICA	NGV Numbers	162053	162053	153542	151578	148505	146300	125805	126505
	% growth on previous year	0.0%	5.5%	1.3%	2.1%	1.5%	16.3%	-0.6%	
	Average growth in past 5 years	3.7%							
STH AMERICA	NGV Numbers	3407177	2995752	2649325	2244346	1653839	1256814	933991	627546
	% growth on previous year	13.7%	13.1%	18.0%	35.7%	31.6%	34.6%	48.8%	
	Average growth in past 5 years	27.9%							
AFRICA	NGV Numbers	69592	67473	61775	54940	47367	36500	24115	19000
	% growth on previous year	3.1%	9.2%	12.4%	16.0%	29.8%	51.4%	26.9%	
	Average growth in past 5 years	21.3%							

ที่มา: www.iang.org/stas/NGV_Statistic.htm (2550)

จากตารางที่ 1 พบว่าระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมา ทวีปเอเชียมีอัตราเฉลี่ยของจำนวนรถที่ใช้ก๊าซ CNG มากกว่าทวีปอื่นๆ ในอัตราเฉลี่ยถึง 50.1% รองลงมาคือ ทวีปอเมริกาใต้ ทวีปแอฟริกา ทวีปยุโรป และทวีปอเมริกาเหนือ ตามลำดับ

ตารางที่ 2 สถิติจำนวนรถในประเทศไทยแยกตามชนิดเชื้อเพลิง สะสมถึงวันที่ 30 มิถุนายน 2551

ประเภทรถ	รวม (คัน)	เบนซิน	ดีเซล	ก๊าซ LPG	LPG และเบนซิน	LPG และดีเซล	ก๊าซCNG	CNG และเบนซิน	CNG และดีเซล	อื่นๆ
รวมทั้งสิ้น	25,951,940	19,222,638	6,242,671	17,755	236,976	1,352	6,013	45,030	1,938	177,567
รถยนต์	25,059,562	19,214,470	5,483,547	17,098	234,132	1,010	1,887	43,546	571	63,301
รถขนส่ง	892,378	8,168	759,124	657	2,844	342	4,126	1,484	1,367	114,266
1.รถโดยสาร	123,390	6,652	109,519	435	2,660	31	2,114	1,443	271	265
-ประจำทาง	83,073	2,303	74,488	214	2,333	27	2,028	1,290	242	148
-ไม่ประจำทาง	30,504	4,302	25,315	219	326	3	78	150	18	93
-ส่วนบุคคล	9,813	47	9,716	2	1	1	8	3	11	24
2. รถบรรทุก	758,984	626	640,635	216	76	306	2,012	27	1,096	113,990
-ไม่ประจำทาง	141,384	29	86,440	34	17	79	841	6	577	53,361
-ส่วนบุคคล	617,600	597	554,195	182	59	227	1,171	21	519	60,627
3. รถขนาดเล็ก	10,004	890	8,970	6	108	5	-	4	-	11

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก สำนักระบบการขนส่งทางบก กลุ่มวิชาการและวางแผน ฝ่ายสถิติ
(2551)

จากตารางที่ 2 สำหรับรถที่ใช้ก๊าซ CNG ในประเทศไทย ณ วันที่ 30 มิถุนายน 2551 กรมการขนส่งทางบกได้แจ้งว่ามีจำนวนรวมทั้งรถที่ใช้ก๊าซ CNG อย่างเดียวและใช้ร่วมกับน้ำมันเบนซินหรือร่วมกับดีเซล เป็นจำนวนทั้งสิ้น 52,981 คัน โดยมีทั้งรถยนต์และรถที่ใช้ขนส่ง

คุณสมบัติของก๊าซ CNG

1. ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เผาไหม้ปราศจากเขม่าและกำมะถัน
2. ก๊าซ CNG มีสัดส่วนของคาร์บอนน้อยกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น และมีคุณสมบัติเป็นก๊าซ ทำให้การเผาไหม้สมบูรณ์มากกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น และปริมาณไอเสียที่ปล่อยออกจากเครื่องยนต์ใช้ก๊าซธรรมชาติมีปริมาณต่ำ
3. ก๊าซ CNG เบากว่าอากาศ ในขณะที่ก๊าซหุงต้มและน้ำมันเบนซินหรือดีเซลหนักกว่าอากาศ ดังนั้นเมื่อเกิดรั่วไหล ก๊าซ CNG จะไม่สะสมอยู่บนพื้นดินจนเกิดการลุกไหม้เหมือนเชื้อเพลิงอื่นๆ
4. อุณหภูมิที่ก๊าซ CNG จะลุกติดไฟในอากาศเองได้ (เมื่อมีความเข้มข้นของเชื้อเพลิงพอ) สูงถึง 650 องศาเซลเซียส ในขณะที่ก๊าซหุงต้ม(LPG) จะติดไฟได้เองที่ 481 องศาเซลเซียส น้ำมันเบนซินที่ 275 องศาเซลเซียส และน้ำมันดีเซลที่ 250 องศาเซลเซียส
5. ความเข้มข้นขั้นต่ำสุดที่จะลุกติดไฟได้เองของก๊าซ CNG จะต้องมีความเหมาะสม 5-15% โดยปริมาตรอากาศ ในขณะที่ก๊าซหุงต้มจะอยู่ที่ 2.0% จากคุณสมบัติข้างต้น ก๊าซ CNG จึงมีโอกาสดเกิดการลุกไหม้ได้ยากกว่าเชื้อเพลิงอื่นๆ นอกจากนี้หากมีการรั่วไหลจะเกิดเสียงดังเนื่องจากมีความดันสูง

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบคุณสมบัติของก๊าซประเภทต่างๆ

ข้อเปรียบเทียบ	ก๊าซ CNG	ก๊าซ LPG	น้ำมันเบนซิน	น้ำมันดีเซล
สถานะ	เป็นก๊าซ	เป็นก๊าซและจะเก็บในรูปของเหลวที่ความดัน 7 บาร์	เป็นของเหลว	เป็นของเหลว
น้ำหนัก	เบากว่าอากาศไม่มีการสะสมเมื่อเกิดการรั่วไหล	หนักกว่าอากาศจึงเกิดการสะสมซึ่งเป็นอันตราย	หนักกว่าอากาศ	หนักกว่าอากาศ
ขีดจำกัดการติดไฟ** (Flammability limit, % โดยปริมาตร)	5 - 15%	2.0 - 9.5 %	1.4 - 7.6 %	0.6 - 7.5 %
อุณหภูมิติดไฟ (Ignition Temperature)	650°C	481°C	275°C	250°C

** ขีดจำกัดการติดไฟ (Flammability limit) เป็นขอบเขตการเผาไหม้ที่ต้องมีส่วนของไอเชื้อเพลิงในอากาศที่จะลุกไหม้ได้เมื่อมีประกายไฟ หรือมีความร้อนสูงถึงอุณหภูมิติดไฟ

ที่มา: กรมการขนส่งทางบก (2550)

แหล่งก๊าซธรรมชาติ

แหล่งก๊าซธรรมชาติ ได้มาจากแหล่งต่าง ๆ ทั้งในทะเลและบนบก รวมทั้งการนำเข้าจากประเทศพม่าจากแหล่งยาดานา และแหล่งเขตากูน ส่วนในประเทศไทยได้มีการสำรวจพบแหล่งก๊าซธรรมชาติ 2 แหล่ง คือ ในทะเลบริเวณอ่าวไทย และบนบก อำเภอน้ำพอง จังหวัดขอนแก่น ซึ่งนำขึ้นมาใช้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2524 โดยการนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าและในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อทดแทนการใช้ถ่านหินและน้ำมันเตาซึ่งมีราคาสูงและต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งแต่ละปีมีมูลค่ามหาศาล และขณะเดียวกันก็ต้องเผชิญความผันผวนของราคาน้ำมันตลาดโลกซึ่งเสี่ยงต่อความมั่นคงด้านพลังงาน

ก๊าซธรรมชาติ ค้นพบได้ในแอ่งใต้พื้นดิน บนบกหรือในทะเล หรืออาจพบร่วมกับน้ำมันดิบ หรือ คอนเดนเสท (ผลิตภัณฑ์ของเหลวไฮโดรคาร์บอนที่กลั่นตัวจากก๊าซธรรมชาติ) โดยคาดว่า จะเป็นแหล่งพลังงานหลัก ที่จะนำมาใช้ได้อีกประมาณ 65 ปีข้างหน้า ปริมาณสำรองที่พิสูจน์แล้วทั่วโลกเมื่อปี พ.ศ. 2548 มีปริมาณ 6,348 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต โดยพบมากที่สุด ในรัสเซียมีปริมาณ

1,688 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต รองลงมาคืออิหร่าน 944 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต และกาตาร์ 910 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต

การแยกก๊าซธรรมชาติ คือ การแยกสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ซึ่งปะปนกันหลายชนิดตามธรรมชาติออกจากก๊าซธรรมชาติ มาเป็นก๊าซชนิดต่างๆ เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ตามคุณสมบัติ และคุณค่าของก๊าซนั้นๆ การนำก๊าซธรรมชาติจากอ่าวไทยขึ้นมาใช้ จึงเป็นการเปิดศักราชใหม่ของการพึ่งพาพลังงานที่มีอยู่ภายในประเทศของเราเองอย่างเป็นรูปธรรม และเนื่องด้วยก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาด คุณภาพดีและราคาถูกกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่นๆ ทำให้ปริมาณการใช้ก๊าซธรรมชาติของไทยสูงขึ้นเรื่อยๆ ทุกปี ผู้รับสัมปทานสำรวจและผลิตก๊าซจึงได้เสาะแสวงหาแหล่งก๊าซใหม่ๆ เพื่อนำก๊าซจากแหล่งที่มีอยู่ขึ้นมาใช้ให้ได้มากที่สุด ขณะเดียวกันหน่วยงานภาครัฐ และเอกชน ได้พยายามนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ให้ได้ประโยชน์สูงสุด นอกเหนือจากการนำไปเป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรมและยานพาหนะ โดยให้การสนับสนุนพิเศษในการนำก๊าซธรรมชาติ มาเป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และวิชาการคอม, 2550)

ปริมาณก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย

ในปี พ.ศ.2548 ปริมาณสำรองก๊าซธรรมชาติของไทยมีอยู่ประมาณ 11 – 32 ล้านล้านลูกบาศก์ฟุต หากไม่ค้นพบแหล่งก๊าซใหม่เพิ่มเลย ด้วยอัตราการใช้ก๊าซธรรมชาติในปัจจุบัน ประเทศไทยจะยังมีก๊าซธรรมชาติเหลือเพียงพอใช้อีก 13 – 38 ปี (สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน และบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และวิชาการคอม, 2550)

ผลิตภัณฑ์ต่างๆ หลังกระบวนการแยกของโรงแยกก๊าซ

ก๊าซธรรมชาติมีสารประกอบที่เป็นประโยชน์ เมื่อผ่านกระบวนการแยกที่โรงแยกก๊าซแล้ว จะได้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ดังนี้

1. ก๊าซมีเทน (C1) : ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม และนำไปอัดใส่ถังด้วยความดันสูง เรียกว่าก๊าซธรรมชาติอัด สามารถใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ได้

2. ก๊าซอีเทน (C2) : ใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้น สามารถนำไปใช้ผลิตเม็ดพลาสติก เส้นใยพลาสติกชนิดต่างๆ เพื่อนำไปใช้แปรรูปต่อไป

3. ก๊าซโพรเพน (C3) และก๊าซบิวเทน (C4) : ก๊าซโพรเพนใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต้นได้เช่นเดียวกัน และหากนำเอาก๊าซโพรเพนกับก๊าซบิวเทนมาผสมกัน อัดใส่ถังเป็นก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas : LPG) หรือที่เรียกว่าก๊าซหุงต้ม สามารถนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในครัวเรือน เป็นเชื้อเพลิงสำหรับยานยนต์ และใช้ในการเชื่อมโลหะได้รวมทั้งยังนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมบางประเภทได้อีกด้วย

4. คอนเดนเสท (Condensate) : อยู่ในสถานะที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ เมื่อผลิตขึ้นมาถึงปากบ่อนแท่นผลิต สามารถแยกจากไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซบนแท่นผลิต สามารถลำเลียงขนส่งโดยทางเรือหรือทางท่อ นำไปกลั่นเป็นน้ำมันสำเร็จรูปต่อไป

5. ก๊าซโซลีนธรรมชาติ (Natural Gas Liquid) : แม้ว่าจะมีการแยกคอนเดนเสทออกเมื่อทำการผลิตขึ้นมาถึงปากบ่อนแท่นผลิตแล้ว แต่ก็ยังมีไฮโดรคาร์บอนเหลวบางส่วนหลุดไปกับไฮโดรคาร์บอนที่มีสถานะเป็นก๊าซ เมื่อผ่านกระบวนการแยกจากโรงแยกก๊าซธรรมชาติแล้ว ไฮโดรคาร์บอนเหลวนี้อีกจะถูกแยกออก เรียกว่า ก๊าซโซลีนธรรมชาติ และส่งเข้าไปยังโรงกลั่นน้ำมันเป็นส่วนผสมของผลิตภัณฑ์น้ำมันสำเร็จรูปได้เช่นเดียวกับคอนเดนเสท และยังเป็นตัวทำละลายซึ่งนำไปใช้ในอุตสาหกรรมบางประเภทได้เช่นกัน

6. ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ : เมื่อผ่านกระบวนการแยกแล้ว จะถูกนำไปทำให้อยู่ในสภาพของแข็ง เรียกว่า น้ำแข็งแห้ง นำไปใช้ในอุตสาหกรรมถนอมอาหาร อุตสาหกรรมน้ำอัดลมและเบียร์ ใช้ในการถนอมอาหารระหว่างการขนส่ง นำไปเป็นวัตถุดิบสำคัญในการทำฟุ้งเทียม และนำไปใช้สร้างควีนในอุตสาหกรรมบันเทิง อาทิ การแสดงคอนเสิร์ต หรือการถ่ายทำภาพยนตร์

ก๊าซธรรมชาติอยู่ในสภาพสถานะต่าง ๆ ดังนี้

1. Pipe Natural Gas เป็นการขนส่งก๊าซธรรมชาติทางท่อ ซึ่งเป็นก๊าซมีเทนเป็นส่วนใหญ่ การขนส่งด้วย ระบบท่อ จะนำไปเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าและในโรงงานอุตสาหกรรม

2. CNG หรือ Compressed Natural Gas เป็นใช้ก๊าซธรรมชาติที่ถูกอัด ซึ่งส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน การขนส่งก๊าซธรรมชาติมาทางท่อและขนส่งทางรถยนต์ เข้าสู่สถานีบริการ และเข้าสู่ระบบขบวนการในการบรรจุลงในถังเก็บก๊าซของรถยนต์ต่อไป

3. LNG หรือ Liquefied Natural Gas เป็นการขนส่งด้วยเรือที่ออกแบบไว้เฉพาะ โดยการทำก๊าซธรรมชาติให้กลายเป็นของเหลว เพื่อให้ปริมาตรลดลงประมาณ 600 เท่า โดยทั่วไปจะมีอุณหภูมิ -160 องศาเซลเซียส

อันตรายเนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะตัว

- ความไม่มีพิษ โดยทั่วไปก๊าซธรรมชาติจะไม่เป็นพิษต่อร่างกาย แต่ในกรณีที่ก๊าซธรรมชาติมีก๊าซไข่เน่า (ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์) เจือปนอยู่มากอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ที่ได้สัมผัส หรือสูดหายใจเอาก๊าซนั้นได้ เนื่องจากก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์จะทำลายเนื้อเยื่ออ่อน เช่น เยื่อตา เยื่อเยื่อระบบทางเดินหายใจและปอด

- ไฟไหม้/ระเบิด (Fire/Explosion) ก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซติดไฟ กรณีที่มีก๊าซรั่วไหลผสมกับอากาศ อาจจะทำให้เกิดการลุกไหม้ได้ ถ้าอัตราส่วนผสมกับก๊าซและอากาศพอเหมาะจะติดไฟ และมีแหล่งความร้อนหรือเปลวไฟหรือประกายไฟในบริเวณนั้น นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดการระเบิดได้ ถ้าเกิดการสะสมของก๊าซธรรมชาติในบริเวณใดบริเวณหนึ่ง โดยเฉพาะที่อับต่างๆ เช่น ภายในอาคาร สถานที่ที่ไม่มีการระบายอากาศที่ดีพอ

หลักเกณฑ์การใช้ก๊าซธรรมชาติกับรถ

รถยนต์ที่สามารถใช้ก๊าซ CNG ได้ - รถยนต์ทุกยี่ห้อ ทุกประเภท สามารถติดตั้งอุปกรณ์
ก๊าซ CNG ได้

ข้อดีของการใช้ก๊าซ CNG กับรถยนต์

1. ช่วยลดปัญหามลพิษทางอากาศ เนื่องจากก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดไม่ก่อให้เกิด
ควันดำหรือสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพประชาชน ไอเสียมีปริมาณค่าก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์
(CO) ก๊าซไฮโดรคาร์บอน (HC)ต่ำ ไม่มีกำมะถันและฝุ่นละออง
2. ช่วยลดการพึ่งพาพลังงานจากต่างประเทศ โดยลดการนำเข้าน้ำมันเชื้อเพลิง เนื่องจาก
เป็น เชื้อเพลิงที่ผลิตได้ในประเทศ
3. มีราคาในปัจจุบันถูกกว่าน้ำมันดีเซลประมาณ 70 %

ข้อเสียของการใช้ก๊าซ CNG กับรถยนต์

1. อุปกรณ์มีราคาแพงเพราะนำเข้าจากต่างประเทศ
2. รถมีน้ำหนักเพิ่มขึ้นเนื่องจากถังก๊าซและอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง โดยทั่วไปจะมีน้ำหนัก
เพิ่มขึ้นประมาณ 10-20 % ของน้ำหนักรถ
3. อัตราการเร่งและความเร็วของรถยนต์จะลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องยนต์ที่ใช้ น้ำมัน
เป็นเชื้อเพลิง

รูปแบบรถยนต์ที่ใช้ก๊าซ CNG ทดแทนน้ำมันดีเซลมี 4 แบบ ดังนี้

1. ติดตั้งอุปกรณ์ที่ใช้ก๊าซ CNG เป็นเชื้อเพลิงร่วม (Diesel Dual Fuel : DDF)

- ก๊าซธรรมชาติกับน้ำมันดีเซลจะเผาไหม้ร่วมกัน จึงเรียกรถยนต์แบบนี้ว่าเป็นเครื่องยนต์แบบเชื้อเพลิงร่วม (Dual Fuel Engine) ก๊าซธรรมชาติจะเข้าไปในเครื่องยนต์ทางท่ออากาศในจังหวะดูด ส่วนน้ำมันดีเซลจะถูกฉีดเข้าไปในห้องเผาไหม้ตามปกติที่ปลายจังหวะอัด หลังจากทีฉีคน้ำมันดีเซลเข้าไปแล้วเชื้อเพลิงทั้งสองชนิดจะเผาไหม้ร่วมกันและทำให้เกิดพลังงาน อัตราส่วนระหว่างน้ำมันดีเซลและก๊าซธรรมชาติขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะและสภาวะการใช้งานเครื่องยนต์ โดยทั่วไปจะสามารถทดแทนน้ำมันดีเซลด้วยก๊าซธรรมชาติได้ประมาณร้อยละ 50 ในกรณีฉุกเฉินไม่สามารถใช้ก๊าซธรรมชาติได้ เช่น ในกรณีก๊าซธรรมชาติหมด เครื่องยนต์แบบนี้สามารถใช้น้ำมันดีเซลเป็นเชื้อเพลิงเพียงอย่างเดียวได้ การดัดแปลงเครื่องยนต์แบบนี้ทำได้ง่าย ใช้เงินลงทุนต่ำ แต่การปรับแต่งการจ่ายก๊าซต้องแม่นยำ เนื่องจากหากจ่ายก๊าซมากเกินไปจะทำให้เครื่องยนต์ชิงจุดระเบิดและเกิดความเสียหายได้

2. ดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเดิมให้ใช้ก๊าซ CNG อย่างเดียว (Dedicated)

- โดยจุดระเบิดเริ่มการเผาไหม้ด้วยหัวเทียนเหมือนในเครื่องยนต์เบนซิน ก๊าซธรรมชาติจะผสมกับอากาศและเข้าในเครื่องยนต์ได้ทางท่ออากาศเดิม (ซึ่งในกรณีนี้ต้องเรียกว่าเป็นท่อไอดี) เมื่อดัดแปลงจากเครื่องยนต์ดีเซล จะต้องลดอัตราส่วนอัดลงเหลือประมาณ 11-12 ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะเฉพาะของเครื่องยนต์แต่ละรุ่น ติดตั้งระบบจ่ายก๊าซเพื่อจ่ายก๊าซธรรมชาติเข้าผสมกับอากาศในท่อไอดี และติดตั้งระบบจุดระเบิดแบบใช้หัวเทียนแทนที่ระบบหัวฉีดน้ำมันดีเซลเดิม เนื่องจากอุณหภูมิไอเสียของเครื่องยนต์แบบนี้จะสูงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลเดิม อาจจะต้องมีการดัดแปลงระบบน้ำหล่อเย็นและระบบหล่อลื่นให้เหมาะสมกับการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง การดัดแปลงเครื่องยนต์โดยวิธีนี้มีความสลับซับซ้อนสูง จึงควรจะมีการพัฒนาการดัดแปลงเครื่องยนต์เป็นต้นฉบับเฉพาะรุ่นก่อนการดัดแปลงให้ใช้งานจริง ค่าใช้จ่ายในการพัฒนามีราคาสูง ขึ้นอยู่กับรุ่นเครื่องยนต์และขอบเขตของการดัดแปลง

3. เปลี่ยนเครื่องยนต์ดีเซลเดิมเป็นเครื่องยนต์ CNG (Repowering)

4. รถยนต์ผลิตจากโรงงาน (Dedicated/DDF)

- ปัจจุบันยังไม่มีการผลิตในประเทศไทย จึงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาแพง

จึงสรุปได้ว่าการดัดแปลงเครื่องยนต์สำหรับใช้ก๊าซ CNG มี 2 แบบตามข้อ 2 และข้อ 3 คือ

- ดัดแปลงเครื่องยนต์เก่าที่ใช้งานอยู่
- เปลี่ยนเครื่องยนต์ใหม่ที่ใช้สำหรับ CNG โดยเฉพาะ

การดัดแปลงเครื่องยนต์ดีเซลเดิมให้ใช้ CNG อย่างเดียว (Dedicated Retrofit)

โดยการลด Compression Ratio จากประมาณ 17:1 เป็น 11:1 มีหลายวิธีที่จะสามารถดัดแปลงเพื่อเพิ่มปริมาตรของพื้นที่ในกระบอกสูบได้ดังนี้

1. คว้านกระบอกสูบและเปลี่ยนปลอกสูบ

ซึ่งเป็นการแปลงเครื่องยนต์ดีเซล ให้ทำงานเหมือนกับเครื่องเบนซิน คือลดอัตราส่วนการอัดในห้องเผาไหม้ โดยคว้านฝาสูบ และติดตั้งหัวเทียนเข้าไปเพื่อจุดระเบิด โดยเป็นที่นิยมทำในรถบรรทุกขนาดใหญ่คือการดัดแปลงฝาสูบให้สามารถติดตั้งหัวเทียนได้ และจัดการเพิ่มเติมระบบไฟแรงสูงสำหรับจุดระเบิดเข้าไป ทำให้เครื่องยนต์ดีเซลมีการจุดระเบิดด้วยประกายไฟจากหัวเทียน วิธีนี้เหมาะสมสำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาดใหญ่ ที่มีรูปทรงของฝาสูบใกล้เคียงกับฝาสูบของเครื่องยนต์เบนซินมากกว่าเครื่องยนต์ดีเซลในรถปิกอัพ

ฝาสูบหรือด้านบนของโคมห้องเผาไหม้ในเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็ก ส่วนใหญ่จะมีระยะห่างจากหัวลูกสูบในตำแหน่งศูนย์ตายบน หรือตำแหน่งที่ลูกสูบเคลื่อนตัวขึ้นมาสู่จุดสูงสุดไม่มากนัก ทำให้เหลือพื้นที่สำหรับเจาะทำร่องเกลียวสำหรับใส่หัวเทียนไม่มาก โอกาสที่หัวเทียนจะโดนกับส่วนบนของหัวลูกสูบจึงมีมาก

ด้วยพื้นที่จำกัดของฝาสูบดังกล่าวการเจาะเจาะร่องสำหรับตำแหน่งของเกลียวหัวเทียน จึงถูกลดทอนความแข็งแรงของฝาสูบไปกับเนื้อโลหะที่ถูกขุดเจาะทิ้งไป ในขณะที่แรงอัดในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์ดีเซลส่วนใหญ่จะอยู่ที่ระดับ 18 : 1 สูงกว่าแรงอัดในห้องเผาไหม้ของเครื่องยนต์เบนซินประมาณสองเท่าตัว เนื่องจากเครื่องยนต์เบนซินส่วนใหญ่จะมีแรงอัดในห้องเผาไหม้ไม่เกิน 10 : 1 ดังนั้นส่วนที่เป็นร่องเกลียวของหัวเทียน และตัวหัวเทียนเองต้องรับภาระจากแรงอัดมากกว่าที่เคยได้รับในเครื่องยนต์เบนซิน ความคงทนของเครื่องที่ดัดแปลงในลักษณะนี้ จึงมีความทนทานน้อยลงกว่าเครื่องยนต์ดีเซลมาตรฐานมาก

เปลี่ยนปลอกสูบ (Cylinder liner)

ปลอกสูบ เป็นบริเวณที่รับการเสียดสีกับลูกสูบ ดังนั้นพื้นที่บริเวณนี้จะต้องรองรับความร้อนในปริมาณมากเป็นพิเศษ โลหะที่นำมาใช้ทำปลอกสูบ จะต้องมีความสามารถในการรองรับงานดังกล่าวได้ด้วย เครื่องยนต์บางระบบ ถูกรออกแบบให้ปลอกสูบ และเสื้อสูบ เป็นโลหะต่างชนิดกัน เช่น ปลอกสูบ อาจใช้โลหะชนิดที่ทนทานต่อความร้อน และแรงเสียดสีสูงมาก แต่ที่เสื้อสูบใช้โลหะชนิดอลูมิเนียมผสม เพื่อให้ให้น้ำหนักที่เบา เหนียว และนำพาความร้อนได้ดี จากนั้นนำเอามาหลอมหล่อแบบออกมาเป็นชิ้นส่วนเดียวกัน สิ่งที่ได้ออกมาคือ เสื้อสูบที่มีน้ำหนักเบา และบริเวณปลอกสูบที่ทนทานต่อการเสียดสีสูง แต่ขั้นตอนการผลิต ก็จะซับซ้อนตามไปด้วย อย่างไรก็ตามเมื่อวิทยาการทางด้านโลหะวิทยา ก้าวหน้ามาก เครื่องยนต์รุ่นใหม่ ๆ มักจะมีเสื้อสูบ และปลอกสูบ เป็นโลหะชิ้นเดียวกัน และมีความทนทานสูง ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานโดยรวมสูงตามไปด้วย การเปลี่ยนปลอกสูบก็เป็นอีกวิธีที่ทำให้กำลังอัดลดลง

2. เจียรหรือคว้านฝาสูบ (Cylinder head)

ฝาสูบ คือชิ้นส่วนสำคัญอีกชิ้นหนึ่ง ที่ติดตั้งครอบอยู่บนเสื้อสูบ (Cylinder block) โดยทำหน้าที่หลายอย่างเช่น เป็นส่วนด้านบนของห้องเผาไหม้ , เป็นที่ยึดเกาะของหัวเทียน (Spark plug), มีรูสำหรับเป็นปลอกนำวาล์ว, มีร่องโพรงน้ำเพื่อให้น้ำในระบบระบายความร้อน ไหลผ่านได้, มีร่องโพรงอากาศ สำหรับให้อิอดี หรือไอเสียผ่าน การคว้านฝาสูบก็จะทำให้เพิ่มปริมาตรในลูกสูบ และทำให้ลดกำลังอัดลงได้

3. เพิ่มประเก็นที่ฝาสูบ

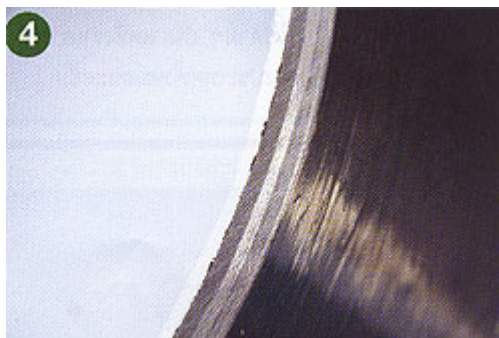
การติดตั้งฝาสูบเข้ากับเสื้อสูบ จะมีชิ้นส่วนอีกชิ้นหนึ่งเรียกว่า ประเก็นฝาสูบ (Cylinder head gasket) แทรกอยู่ตรงกลาง เพื่อช่วยซับแรงปะกบกันระหว่างโลหะ 2 ชิ้น (ฝาสูบ กับเสื้อสูบ) ข้อเสีย - ไม่ค่อยทนประเก็นพังเร็ว

4. ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของอุปกรณ์ที่ติดตั้งก๊าซธรรมชาติ

ตัวถังต้องมีความสามารถทนแรงดันการใช้งานสูงสุดไม่น้อยกว่า 20 MPa ซึ่งถังของก๊าซ CNG ต้องทนกำลังแรงดันมากกว่า LPG มาก

การใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์นั้น เริ่มมีมาตั้งแต่ในช่วงทศวรรษที่ 1950-1960 ในประเทศอิตาลี และรัสเซีย และเริ่มมีการพัฒนามาเรื่อยๆ แต่ในเริ่มแรกนั้น ถังบรรจุ หรือถังประเภทที่ 1 ผลิตขึ้นมาจากเหล็กกล้าดังภาพที่ 3 และใช้มาตรฐาน US DOT 3AA ซึ่งในปัจจุบันยังคงมีการผลิตออกมาใช้ เนื่องจากมีราคาถูกที่สุดเมื่อเทียบกับชนิดอื่นๆ หลังจากนั้นก็มีการปรับปรุงถังแบบอื่นออกมาเรื่อยๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุทุกสภาวะ และการบรรจุก๊าซ ช่วงทศวรรษที่ 1980 มีการนำถังบรรจุก๊าซที่ทำจากโลหะและหุ้มด้วยไฟเบอร์กลาสเพื่อเสริมความแข็งแรงออกมาจำหน่ายในท้องตลาดซึ่งเรียกว่าเป็นประเภทที่ 2 มีการพัฒนา ด้วยการหุ้มบริเวณด้านข้างถังด้วยวัสดุคอมโพสิตซึ่งเป็นโพลิเมอร์เสริมแรงด้วยใยแก้วหรือไฟเบอร์กลาส (fiber glass) ดังภาพที่ 4 และถังประเภทที่ 3 ที่ตัวถังขึ้นในทำจากโลหะบาง อาจจะเป็นได้ทั้งเหล็ก และอะลูมิเนียมก็ได้ และขึ้นนอกทั้งหมด ผลิตจาก วัสดุคอมโพสิต ดังภาพที่ 5 แต่ด้วยความต้องการตัวถังบรรจุที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาขึ้นเรื่อยๆ จนปี ค.ศ. 1992 ได้มีการออกแบบการผลิต ถังบรรจุก๊าซประเภทที่ 4 ออกมาเป็นการผลิตด้วยผนังชั้นในทำจากวัสดุพลาสติก ส่วนชั้นนอกเป็นไฟเบอร์กลาส หรือคาร์บอนไฟเบอร์ ดังภาพที่ 6 ปัจจุบันเป็นถังที่มีน้ำหนักน้อยที่สุด

Kevlar Composite Cylinder หรือถังประเภทที่ 4 เป็นถังที่ถูกผลิตออกแบบมาเพื่อใช้บรรจุก๊าซ CNG โดยเฉพาะ มีความแข็งแรงทนทานตามมาตรฐานสากล มีน้ำหนักเบากว่าถังที่ทำจากเหล็กมากกว่า 3 เท่า และมีอายุการใช้งานยาวนานถึง 20 ปี ผลที่ได้คือ เมื่อติดตั้งจะไม่เพิ่มภาระให้กับรถมากเหมือนถังประเภทที่ 1-3



ภาพที่ 6 ถังบรรจุก๊าซ CNG ประเภทที่ 4

ค่าสัดส่วนปริมาตรต่อน้ำหนักถัง

ถังประเภทที่ 1 ถังเหล็ก/อะลูมิเนียม

มีอัตราส่วนปริมาตรต่อน้ำหนักถังประมาณ 1 (ปริมาตร/น้ำหนักถัง 1)

ถังประเภทที่ 2 ถังเหล็ก/อะลูมิเนียม หุ้มด้านข้างด้วยวัสดุคอมโพสิต

มีอัตราส่วนปริมาตรต่อน้ำหนักถังประมาณ 1.25

ถังประเภทที่ 3 ถังชั้นในเป็นโลหะบางหุ้มชั้นนอกด้วยวัสดุคอมโพสิต

มีอัตราส่วนปริมาตรต่อน้ำหนักถังประมาณ 2.0

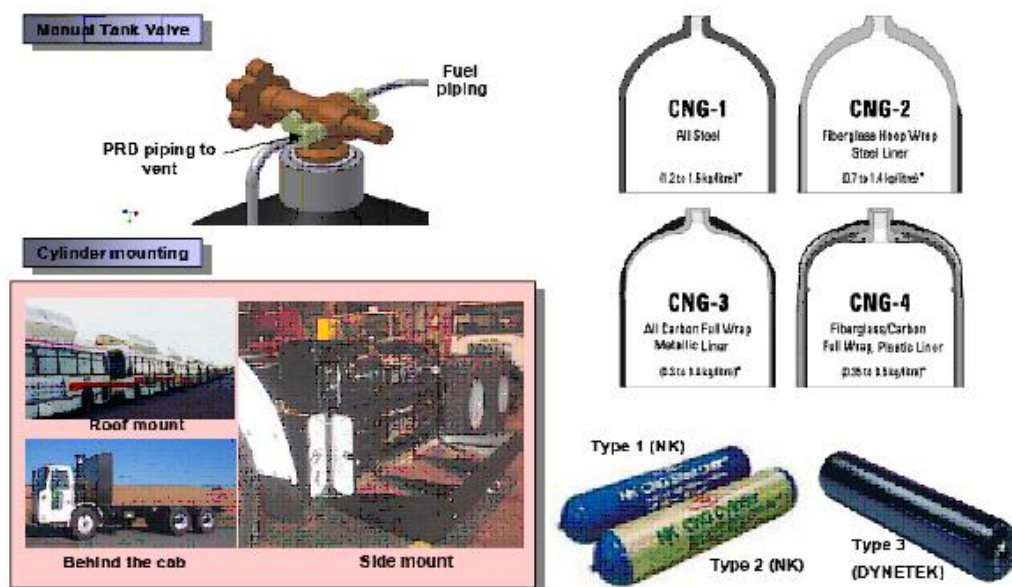
ถังประเภทที่ 4 ถังชั้นในเป็นพลาสติกหรือวัสดุอื่นๆ หุ้มชั้นนอกด้วยวัสดุคอมโพสิต

ประเภทคาร์บอนหรือกลาสไฟเบอร์

มีอัตราส่วนปริมาตรต่อน้ำหนักถังประมาณ 2.7

ค่าสัดส่วนเหล่านี้ทำให้เราทราบว่า การติดตั้งชุดอุปกรณ์ และถังก๊าซธรรมชาติสำหรับรถยนต์ ทำให้รถยนต์มีน้ำหนักเพิ่มขึ้น จากเดิม เนื่องจากน้ำหนักถังบรรจุก๊าซ กรณีของถังประเภทที่ 1 ที่มีอัตราส่วนปริมาตรต่อน้ำหนักถังประมาณ 1 หมายความว่า หากติดตั้งถังที่มีปริมาตร 70 ลิตร ถังบรรจุจะมีน้ำหนักประมาณ 70 กิโลกรัม ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับถังประเภทที่ 4 ที่มีอัตราส่วนเท่ากับ 2.7 หมายถึง ถังปริมาตร 70 ลิตร จะมีน้ำหนักประมาณ 26 กิโลกรัมเท่านั้น ดังนั้นน้ำหนักโดยรวมของรถที่ใช้ถังประเภทที่ 1 กับรถที่ใช้ ถังประเภทที่ 4 จะแตกต่างกันประมาณ 44 กิโลกรัม

น้ำหนักของรถที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการติดตั้งถังบรรจุก๊าซมีผลทำให้เครื่องยนต์ต้องทำงานมากขึ้น ซึ่งหมายถึงรถยนต์คันนั้นใช้ก๊าซมากขึ้น ดังนั้นความแตกต่างเรื่องน้ำหนักถังจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจ ส่วนอีกประเด็นที่จะมองข้ามไม่ได้ และเป็นเรื่องที่ประชาชนให้ความสนใจมาโดยตลอด นั่นก็คือ ความปลอดภัยของถังบรรจุ



ภาพที่ 7 ถังบรรจุก๊าซและวาล์วหัวถัง

เนื่องจากถังบรรจุใช้งานที่มีความดันสูง ดังนั้นมาตรฐานเรื่องความปลอดภัยของถังบรรจุก๊าซธรรมชาติจึงเข้มข้นกว่าก๊าซหุงต้ม ซึ่งต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ISO 11439 โดยครอบคลุมถึงสภาพการใช้งาน การรับประกันคุณภาพ การทดสอบวัสดุที่ใช้ การทดสอบ การผลิต และการทดสอบคุณสมบัติของถัง ดังนี้

1. สภาพการใช้งาน (Service Conditions) ได้กำหนดมาตรฐานการออกแบบ การทดสอบ และความปลอดภัยของถังบรรจุก๊าซให้มีอายุการใช้งานไม่เกิน 20 ปี ที่ระดับ 20 MPa ณ อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส และกำหนดให้ถังบรรจุก๊าซต้องมีการตรวจสภาพทุกๆ 1 ปี หรือ หลังจากการเกิดอุบัติเหตุหรือมีการเปลี่ยนแปลงเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบใหม่

2. การรับประกันคุณภาพ (Quality Assurance) เกี่ยวข้องกับระยะเวลาในการทดสอบและตรวจสอบคุณภาพของถัง เพื่อให้ผู้ผลิต ผลิตถังได้ตามมาตรฐานการออกแบบและทดสอบ ซึ่งส่วนใหญ่จะควบคุมดูแลโดยหน่วยงานของรัฐ และมีคณะกรรมการ NGV 2 เป็นผู้กำหนดแนวทางปฏิบัติในด้านนี้ ทั้งนี้ผู้ผลิตซึ่งมีระบบตรวจสอบคุณภาพจะต้องมีการลงทะเบียนให้เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 9001-9002 เพื่อนำไปสู่การตรวจสอบและทดสอบการผลิต หรืออาจจ้างผู้ตรวจสอบอิสระ เข้ามาทำหน้าที่ตรวจสอบ และทดสอบระบบคุณภาพ ของผู้ผลิตเป็นระยะๆ โดยผู้ตรวจสอบ จะต้องให้การรับรองว่าวัสดุที่ใช้และการออกแบบเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด

3. วัสดุและการทดสอบวัสดุที่ใช้ (Materials and Material Testing) ตัวถังบรรจุก๊าซที่เป็นถังชั้นนอก และถังชั้นในต้องทำด้วยเหล็ก หรืออลูมิเนียม ซึ่งได้รับการทดสอบแล้วว่ามี ความแข็งแรงทนต่อแรงกระแทก และการผุกร่อน ในส่วนที่เสริมด้วยเส้นใย ต้องทำจากเส้นใยคาร์บอน และเส้นใยแก้วตามสัดส่วนที่กำหนด ซึ่งทดสอบแล้วว่าทนต่อแรงระเบิดได้ นอกจากนี้ เรซินที่ใช้เคลือบ ต้องเป็นวัสดุพลาสติกที่ทำให้อ่อนตัวได้โดยใช้ความร้อน โดยคุณสมบัติเดิมไม่เปลี่ยนแปลง (Thermoplastic) หรือเป็นพลาสติกชนิดที่ถูกความร้อนครั้งหนึ่ง แล้วก็หมดคุณสมบัติในการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (Thermosetting plastic)

4. การทดสอบการผลิต (Batch and Production Testing) เป็นการสุ่มตัวอย่างในการผลิตแต่ละครั้ง เพื่อทดสอบให้มั่นใจว่าในการผลิตถังบรรจุก๊าซแต่ละครั้ง มีการออกแบบ และทำตัวถังเหมือนกันทุกครั้ง หรือมีความคงที่ในกระบวนการผลิต โดยไม่มีการปรับลดคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในการผลิต การทดสอบจะรวมถึงการขยายตัวของถังชั้นนอก และถังชั้นใน การเคลือบ การรั่ว ความสมดุลของของเหลว การระเบิด และระยะเวลาการใช้งาน เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีความชำรุดเสียหายหรือรอยร้าวของถัง

5. การทดสอบคุณสมบัติของถัง (Qualification Testing) เป็นการทดสอบเพื่อให้มั่นใจว่าการ ออกแบบถังบรรจุก๊าซจะมีความปลอดภัยตลอดอายุการใช้งาน โดยจะมีการทดสอบเมื่อมีการออกแบบถังใหม่ หรือเมื่อมีการปรับปรุงถังที่ใช้งานอยู่แล้ว

นอกจากนี้ถังก๊าซยังต้องมีอุปกรณ์นิรภัยที่ผู้ผลิตระบุว่าสามารถใช้ร่วมกันได้และเป็นไปตามมาตรฐาน UNECE R110 , ANSI/CSA NGV 2-2000 หรือ มอก.2311 ดังนี้

1. ถังหัวถัง ชนิดใดชนิดหนึ่ง เพื่อป้องกันถังระเบิดเนื่องจากอุณหภูมิเกิน ดังนี้

- ชนิดที่มีฝาครอบประทุ (burst disc) และวัสดุหลอมละลายง่าย
- ชนิดที่มีลิ้นระบายความดันและวัสดุหลอมละลายง่าย (Pressure relieve device using fusible material) ถังป้องกันการไหลเกิน

2. ถังป้องกันการไหลเกิน

- ชนิดที่มีฝาครอบประทุ (burst disc) และวัสดุหลอมละลายง่าย
- ชนิดที่มีลิ้นระบายความดันและวัสดุหลอมละลายง่าย (Pressure relieve device using fusible material) ถังป้องกันการไหลเกิน

ลำดับการต่อพ่วงและติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด - เป็นไปตามภาพในภาคผนวก ค และ ง

กฎหมายที่เกี่ยวข้องกับรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง

กฎกระทรวง

1. กำหนดเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ในการขนส่งที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง พ.ศ.2550

ประกาศกรมการขนส่งทางบก

1. เรื่อง กำหนดมาตรฐานเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550
2. เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ เงื่อนไข และระยะเวลาการตรวจและทดสอบและการออกหนังสือรับรองการตรวจและทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550
3. เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการให้ความเห็นชอบและการยกเลิกการให้ความเห็นชอบเป็นผู้ตรวจและทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550
4. เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขในการให้ความเห็นชอบและการยกเลิกการให้ความเห็นชอบเป็นผู้ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550
5. เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการติดตั้ง และการออกหนังสือรับรองการติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550
6. เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องหมาย และวิธีการติดหรือแสดงเครื่องหมายแสดงการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550

มาตรฐาน

- (1) ถังหรือภาชนะบรรจุก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง ต้องเป็นไปตามมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

- คณะกรรมาธิการเศรษฐกิจของยุโรปแห่งสหประชาชาติ ข้อกำหนดลำดับที่ 110
(UNITED NATION ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE REGULATION NUMBER
110: UNECE R110)

- องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน หมายเลข 11439 (INTERNATIONAL
ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: ISO 11439)

- สถาบันมาตรฐานแห่งชาติอเมริกา/ สมาคมมาตรฐานแห่งแคนาดา หมายเลข NGV 2-
2000 (AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE / CANADIAN STANDARDS
ASSOCIATION : ANSI/CSA NGV 2-2000)

- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ 2311

(2) อุปกรณ์แสดงค่าความดันก๊าซ , อุปกรณ์ระบายความดัน , ลิ้นปิดเปิดอัตโนมัติ , ลิ้นปิด
เปิดด้วยมือ, ลิ้น ป้องกันการไหลเกิน, ท่อนำก๊าซแบบยืดหยุ่น, ข้อต่อ, ตัวกรองก๊าซ, อุปกรณ์ผสม
ก๊าซกับอากาศ, อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ, ลิ้นหัวถังที่เปิดปิดด้วยมือ, ลิ้นกันกลับ, อุปกรณ์ควบคุม
อิเล็กทรอนิกส์, ลิ้นระบายความดัน, อุปกรณ์ปรับการไหลของก๊าซ, ท่อนำก๊าซแบบคงตัว ซึ่งเป็น
ส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

- คณะกรรมาธิการเศรษฐกิจของยุโรปแห่งสหประชาชาติ ข้อกำหนดลำดับที่ 110
(UNITED NATION ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE REGULATION NUMBER
110: UNECE R110)

- องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน หมายเลข 15500 (INTERNATIONAL
ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: ISO 15500)

- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ 2325

(3) ท่อนำก๊าซแบบคงตัว อาจจะเป็นไปอีกตามมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้

- คณะกรรมการเศรษฐกิจของยุโรปแห่งสหประชาชาติ ข้อกำหนดลำดับที่ 110 (UNITED NATION ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE REGULATION NUMBER 110: UNECE R110)

- องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน หมายเลข 15500 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: ISO 15500)

- มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เลขที่ 2325

- มาตรฐานของสมาคมการทดสอบและวัสดุแห่งชาติอเมริกา A 269 (American Society for Testing and Materials: ASTM A 269)

(4) อุปกรณ์รับเติมก๊าซ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

- องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน หมายเลข 14469-1 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: ISO 14469-1)

- คณะกรรมการเศรษฐกิจของยุโรปแห่งสหประชาชาติ ข้อกำหนดลำดับที่ 110 (UNITED NATION ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE REGULATION NUMBER 110: UNECE R110)

(3) การติดตั้งส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

- คณะกรรมการเศรษฐกิจของยุโรปแห่งสหประชาชาติ ข้อกำหนดลำดับที่ 110 (UNITED NATION ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE REGULATION NUMBER 110: UNECE R110)

- องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน หมายเลข 15501 (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION: ISO 15501)

- มาตรฐานความปลอดภัยที่กำหนดไว้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมระบบการใช้อิสาธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก.2333 ดังนี้

(ก) เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย

(ข) เล่ม 2 วิธีทดสอบ

เมื่อติดตั้งส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ควมถ่วงถูกต้องแล้ว ต้องทำการตรวจและทดสอบส่วนประกอบทั้งหมด จากผู้ตรวจและทดสอบที่ได้รับการเห็นชอบจากกรมการขนส่งทางบกทุก 1 ปี นับแต่วันที่ผ่านการรับรองและทุกครั้งหลังจากทำการซ่อมแซมส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์

วิธีการประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงและการชี้บ่งอันตราย (Risk assessment and Hazard identification) กระทรวงอุตสาหกรรม (2542) ได้ออกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 3/2542 อธิบายถึงความหมายของการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงไว้ ดังนี้

การชี้บ่งอันตราย (Hazard identification) หมายถึง การแจกแจงอันตรายต่างๆ ที่มีและที่แอบแฝงอยู่ ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากการประกอบกิจการทุกขั้นตอนตั้งแต่การรับจ่าย การเก็บ การขนถ่าย หรือขนย้าย การใช้ การขนส่งวัตถุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมีหรือวัตถุอันตราย ผลิตภัณฑ์ และวัตถุพลอยได้ กระบวนการผลิต วิธีการปฏิบัติการเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตและกิจกรรม หรือ สภาพการณ์ต่างๆ ภายในโรงงาน เป็นต้น

การประเมินความเสี่ยง (Risk assessment) หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์ถึงปัจจัย หรือ สภาพการณ์ต่างๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้อันตรายที่มีและที่แอบแฝงอยู่ ก่อให้เกิดอุบัติเหตุและอาจก่อให้เกิดเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ เช่น การเกิดเพลิงไหม้ การระเบิด การรั่วไหลของสารเคมี หรือวัตถุอันตราย เป็นต้น โดยพิจารณาถึงโอกาสและความรุนแรงของเหตุการณ์เหล่านั้นซึ่งอาจส่งผลให้เกิดอันตรายหรือความเสียหายแก่ชีวิต ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย

เมื่อสถานประกอบการของเราความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุร้ายแรง การจัดการเพื่อให้เกิดความปลอดภัยก็คงไม่ใช่วิธีการต่างๆ ไป แต่ควรเลือกวิธีการที่เหมาะสม นั่นก็คือการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย แต่คนส่วนใหญ่มักจะคุ้นเคยที่จะเรียกว่าการประเมินความเสี่ยง แต่แท้จริงแล้วเรียกว่าการทำการงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายจากการประกอบการ ซึ่งจะครอบคลุมกว่าประเมินความเสี่ยงเป็นแค่ส่วนย่อยของการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย

คำนิยามที่ควรทราบ

“ความเสี่ยง” หมายความว่า ผลลัพธ์ของความน่าจะเป็นเกิดอันตราย และผลจากอันตรายนั้น

“ระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้” หมายความว่า ระดับความเสี่ยงที่ยอมรับโดยไม่จำเป็นต้องเพิ่มมาตรการควบคุมอีกหรือเป็นผลจากการมีมาตรการที่เหมาะสมในการลดหรือควบคุมความเสี่ยง

“อันตราย” หมายความว่า สิ่งหรือเหตุการณ์เมื่อที่อาจก่อให้เกิดการบาดเจ็บหรือความเจ็บป่วยจากการทำงาน ความเสียหายต่อทรัพย์สิน ความเสียหายต่อสภาพแวดล้อม ความเสียหายต่อสาธารณชนหรือสิ่งต่างๆ เหล่านี้รวมกัน

“อุบัติเหตุร้ายแรง” หมายความว่า การเกิดเพลิงไหม้ การระเบิด หรือการรั่วไหลของสารเคมี หรือวัตถุอันตรายที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย ชีวิต ทรัพย์สิน ชุมชน หรือสิ่งแวดล้อม

“ขั้นตอนการปฏิบัติ” หมายความว่า เอกสารที่อธิบายถึงขั้นตอนการทำงานหรือการดำเนินงานในเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงานหรือเพื่อเป็นการลดหรือควบคุมความเสี่ยง

“การดำเนินงาน” หมายความว่า การออกแบบ กระบวนการผลิต การรับ จ่าย การเก็บ การขนถ่ายหรือขนย้าย การใช้ การขนส่งเกี่ยวกับวัตถุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมีหรือวัตถุอันตราย ผลิตภัณฑ์และวัตถุพลอยได้และรวมไปถึงวิธีการปฏิบัติงาน เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้การผลิต และกิจกรรมหรือสภาพการณ์ต่างๆ ภายในโรงงาน เป็นต้น

วิธีการและขั้นตอนในการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย

เพื่อให้การจัดทำ รายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย เป็นระบบหรือระเบียบที่ชัดเจน จึงขอแบ่งขั้นตอนในการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายเป็น 5 ขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 จัดทำข้อมูล รายละเอียดการประกอบการ
- ขั้นตอนที่ 2 จัดทำบัญชีสิ่งที่มีความเสี่ยงและอันตราย
- ขั้นตอนที่ 3 ชีบ่งอันตราย
- ขั้นตอนที่ 4 การประเมินความเสี่ยงและการจัดระดับความเสี่ยง
- ขั้นตอนที่ 5 การบริหารจัดการความเสี่ยง

การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย ควรกระทำโดยกลุ่มบุคคลที่มีความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือในการชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง นอกจากนั้นควรต้องมีคนที่รู้เกี่ยวกับขบวนการผลิต เครื่องจักร กิจกรรมที่จะประเมินความเสี่ยงด้วย และควรต้องมีคนที่มีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสิ่งแวดล้อมด้วย

แต่ละขั้นตอนมีรายละเอียดและวิธีการทำดังนี้

1. จัดทำข้อมูลรายละเอียดการประกอบกิจการ เพื่อที่เราจะได้ทราบว่าโรงงานของเราตั้งอยู่ที่ไหน มีทางเข้าออกอย่างไร มีสถานที่สำคัญอะไรบ้าง แผนผังโรงงานพร้อมขั้นตอนการผลิต จำนวนผู้ปฏิบัติงานและสถิติการเกิดอุบัติเหตุเป็นอย่างไร เป็นต้น ถือว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานที่ต้องจัดเตรียมไว้ สำหรับข้อมูลที่สำคัญควรมีดังนี้

1.1 แผนที่แสดงที่ตั้งโรงงาน รวมถึงที่พักอาศัย โรงเรียน โรงงาน วัด โรงพยาบาล เส้นทางจราจร ในระยะ 500 เมตร โดยรอบโรงงาน

1.2 แผนผังโรงงาน แสดงตำแหน่งที่ตั้งโรงงาน เครื่องจักร สถานที่เก็บวัตถุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมี กากอุตสาหกรรม บ้านพักคนงาน โรงอาหาร อุปกรณ์และเครื่องมือเกี่ยวกับความปลอดภัย เช่น การป้องกันหรือควบคุมเพลิงไหม้ การระเบิด การรั่วไหลสารเคมี เป็นต้น



ภาพที่ 3 ถังบรรจุก๊าซ CNG ประเภทที่ 1



ภาพที่ 4 ถังบรรจุก๊าซ CNG ประเภทที่ 2



ภาพที่ 5 ถังบรรจุก๊าซ CNG ประเภทที่ 3

1.3 ขั้นตอนการผลิตพร้อมแผนภูมิการผลิต โดยแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับอุณหภูมิ ความดัน ชนิดและปริมาณวัตถุดิบ เชื้อเพลิง สารเคมี และปริมาณการผลิต เฉลี่ยต่อปี

1.4 จำนวนคนงาน และการจัดช่วงเวลาทำงาน

1.5 สถิติการเกิดอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ การเจ็บป่วย รายงานการสอบสวนอุบัติเหตุ รายงานการตรวจประเมินความปลอดภัย เป็นต้น

2. จัดทำบัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย โดยต้องจัดทำให้ครอบคลุมทุกกิจกรรม ทุกพื้นที่ ทุกขบวนการผลิต ดังนั้นถ้าบัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย ไม่ครอบคลุม ก็จะทำให้การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายไม่สมบูรณ์ ดังนั้นบัญชีรายการฯ จึงเป็นส่วนที่สำคัญ ต้องระดมความคิดเห็นจากทุกหน่วยงานภายในองค์กรมาร่วมกันทำ ก็จะทำให้ได้บัญชีที่ครอบคลุม การดำเนินงานในโรงงานทั้งหมด จากนั้นก็พิจารณาว่ามีความเสี่ยงหรืออันตรายอะไร แล้วพิจารณา ถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นตามลำดับ ดังในตารางที่ 4 แสดงตัวอย่างการจัดทำบัญชีรายการสิ่งที่เป็น ความเสี่ยงและอันตราย

ตารางที่ 4 ตัวอย่างการจัดทำบัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย

บัญชีรายการสิ่งที่เป็นเสี่ยงและอันตราย

โรงงาน.....

วันที่ทำการศึกษา วิเคราะห์ และทบทวนการดำเนินงานในโรงงาน.....

การดำเนินงานในโรงงาน	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	หมายเหตุ
1. การออกแบบ 2. วัตถุดิบ, เชื้อเพลิง, สารเคมี, ผลิตภัณฑ์, วัตถุพลอยได้ การรับ การจ่าย การใช้ การเก็บ การขนถ่าย การขนย้าย 3. วิธีการปฏิบัติงาน 4. เครื่องจักร/อุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต 5. กิจกรรม 6. สภาพการณ์ต่าง ๆ ภายในโรงงาน 7. การผลิต	1. ความเสี่ยง ผลลัพธ์ของความน่าจะเป็นอันตราย ผลลัพธ์ของอันตราย 2. อันตราย สิ่งหรือเหตุการณ์ที่อาจก่อให้เกิด การบาดเจ็บ เจ็บป่วย สิ่งแวดล้อม สาธารณชน	1. ผลกระทบที่เกิดจากความเสี่ยงหรืออันตราย คน ชุมชน สิ่งแวดล้อม ทรัพย์สิน 2. ไม่ใช่บุคคลเดียวกับ สิ่งที่เป็นความเสี่ยง/ อันตราย 3. ถ้าเป็นบุคคลเดียวกัน ต้องเป็นผลที่ตามมา ของความเสี่ยง	

3. การชี้บ่งอันตราย หมายถึงการแจกแจงอันตรายต่างๆ ที่มี และที่แอบแฝงอยู่ทุกขั้นตอน ทุกกิจกรรมที่มีอยู่ โดยจะต้องชี้บ่งอันตรายทุกหัวข้อที่มีอยู่ในบัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย การชี้บ่งอันตรายที่นิยมใช้มีหลายวิธี ทั้งที่ง่ายและยาก แต่ที่กฎหมายกำหนดไว้มี 6 วิธีดังนี้

3.1 Checklist

3.2 WHAT IF Analysis

3.3 Hazard and Operability Studied (HAZOP)

3.4 Fault Tree Analysis (FTA)

3.5 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

3.6 Event – Tree Analysis (ETA)

หลักในการเลือกใช้วิธีการชี้บ่งอันตราย

Check list และ WHAT IF Analysis นับว่าเป็นวิธีการชี้บ่งอันตรายที่ง่ายและมักได้รับความนิยามเลือกใช้กัน ใช้ได้กับทุกเรื่อง แต่จุดอ่อนที่สำคัญคือ ถ้ากลุ่มคนที่มาเลือกใช้วิธีนี้ในการชี้บ่งอันตรายเครื่องจักร หรือขบวนการผลิตที่ไม่คุ้นเคย หรือข้อมูลน้อย ผลการชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Check list และ WHAT IF Analysis ก็จะไม่ครอบคลุมประสำคัญ หรือหยাবเกินไป

HAZOP เป็นวิธีการชี้บ่งอันตราย ที่คนหลายๆ คนอยากเรียนรู้ บางครั้งเพียงต้องการเรียนรู้ แต่ไม่ได้ใช้ก็ไม่เป็นไร เป็นวิธีการชี้บ่งอันตรายที่ดี มีระบบและกฎเกณฑ์แน่นอน เหมาะสมกับการใช้การชี้บ่งอันตรายขบวนการผลิตที่มีระบบเป็นท่อ ภาชนะเก็บสารเคมี, ถัง Reactor และปั๊มที่เป็นของไหล เช่น น้ำ, ไอน้ำ, สารเคมี, ก๊าซ, ลมและของเหลวอื่นๆ

Fault Tree Analysis นับว่าเป็นวิธีการชี้บ่งอันตรายที่ค่อนข้างจะยุ่งยาก ต้องเรียนรู้กฎกติกา และเทคนิคการทำ FTA ให้เข้าใจจริงๆ จึงจะนำมาใช้ได้ผล เป็นเทคนิคที่ต้องนำผลมาหาเหตุ เหมาะสมกับการชี้บ่งอันตรายที่เกิดจากหลายๆ สาเหตุ นิยมใช้ในการสอบสวนอุบัติเหตุที่ยุ่งยาก ซับซ้อน

FMEA เป็นเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่จำเพาะกับเครื่องจักร อุปกรณ์เท่านั้น และจะให้
ได้ผลดี ควรใช้ตั้งแต่การออกแบบ FMEA ควรใช้ชี้บ่งอันตรายขึ้นส่วนย่อยๆ ของเครื่องจักรหรือ
อุปกรณ์ จะได้ผลดีมากโดยเฉพาะขึ้นส่วนย่อยที่มีผลต่อการทำงานของระบบใหญ่ของเครื่องจักร
และอุปกรณ์

Event Tree Analysis เป็นเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่มีข้อจำกัดในการใช้เหมือนกัน คือ
จะต้องไปชี้บ่งอันตรายเครื่องจักรอุปกรณ์ กระบวนการผลิตและอื่นๆ ที่มีระบบควบคุม ถ้าไม่มี
ระบบควบคุมจะใช้วิธีนี้ไม่ได้

Check list หรือแบบตรวจสอบ

Check list เป็นวิธีการชี้บ่งอันตรายวิธีการง่าย ๆ ที่ใช้เทคนิคการค้นหาอันตรายโดยใช้แบบ
ตรวจสอบหรือที่เรียกว่า Check list เพื่อใช้ค้นหาสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตรายต่าง ๆ โดยการ
แบบตรวจสอบที่มีหัวข้อคำถามเกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ ที่เราจะตรวจสอบ โดยค้นหาข้อมูลจากกฎหมาย
มาตรฐาน ข้อกำหนด กฎเกณฑ์ ข้อบังคับต่าง ๆ หรือขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติตาม เพื่อเป็นการ
สร้างความมั่นใจได้ว่าแบบตรวจสอบมีหัวข้อที่ต้องตรวจสอบคล้อยกับกฎหมาย มาตรฐาน
ข้อกำหนด กฎเกณฑ์ ข้อบังคับต่าง ๆ หรือขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงานอย่างถูกต้องและครบถ้วน
เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและไม่เกิดผลกระทบต่อบุคคล ทรัพย์สิน ชุมชนและ
สิ่งแวดล้อม ดังนั้นในการทำแบบตรวจสอบจึงต้องไม่ละเลยคำถามหรือมองข้ามเรื่องที่จะต้อง
ปฏิบัติตามไปด้วย และในแต่ละหัวข้อคำถามต้องสามารถตรวจสอบได้จริงที่หน้างานว่ามีการ
ปฏิบัติหัวข้อคำถามที่กำหนดไว้ในแบบตรวจสอบหรือไม่

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการทำแบบตรวจสอบ เพื่อใช้ค้นหาอันตรายได้ถูกต้องขึ้นอยู่กับความรู้
และประสบการณ์ทั้งแนวคิดและแนวกว้างของคนทำแบบตรวจสอบ จึงต้องอาศัยความรู้และ
ประสบการณ์จากบุคลากรหลายๆ ด้านที่เกี่ยวข้องมาร่วมกันจัดทำแบบตรวจสอบ จึงจะได้แบบตรวจ
ที่สมบูรณ์ ตัวอย่างเช่น ถ้าจะทำแบบตรวจสอบในเรื่อง ขั้นตอนการบรรจุก๊าซ ผู้ทำจะต้องทราบ
เกี่ยวกับกฎหมายต่างๆ ที่กำหนดให้โรงบรรจุก๊าซต้องปฏิบัติ วิธีการบรรจุก๊าซ ที่ถูกต้องและปลอดภัย,
มาตรฐานของถังเก็บและจ่ายก๊าซ, มาตรฐานของถังก๊าซหุงต้ม, มาตรฐานของระบบท่อและอุปกรณ์
ต่างๆ หรือกฎเกณฑ์ข้อบังคับของโรงงานที่ทำให้โรงงานปลอดภัย เช่น ห้ามสูบบุหรี่ เป็นต้น อีกทั้ง
ต้องมีข้อมูลและเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการบรรจุก๊าซใช้ประกอบในการทำแบบตรวจสอบเพื่อให้

การทำแบบตรวจสอบครบถ้วน และครอบคลุมถึงอันตรายที่มีอยู่ในโรงบรรจุก๊าซ ถ้าจะทำแบบตรวจสอบหม้อน้ำ คนที่ทำแบบตรวจสอบจะต้องรู้ทั้งวิธีการสร้าง การใช้ การซ่อมบำรุงหม้อน้ำ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง แบบตรวจสอบที่ได้ก็จะมีคุณค่าและเป็นที่ยอมรับ

ขั้นตอนการชั่งอันตราย ด้วยวิธีการ Checklist

1. กำหนดขอบเขตที่จะทำแบบตรวจสอบ ผู้ที่ทำแบบตรวจสอบ ต้องกำหนดหัวข้อ หรือ เรื่องที่ต้องการจะตรวจสอบว่าเป็นเรื่องอะไร เช่น ขบวนการผลิต, เครื่องจักร หรือขั้นตอนการทำงาน ผู้ทำแบบตรวจสอบต้องรู้ว่าในแต่ละขั้นตอนหรือวิธีการปฏิบัติงานหรืออื่นๆ เพื่อกำหนดขอบเขตของแบบตรวจสอบให้ชัดเจน เช่น ขบวนการผลิตกรด H_2SO_4 , เครื่องปั๊มลม, การถ่ายเทก๊าซจากรถบรรทุกเข้าถังเก็บ และรถยก เป็นต้น

2. เตรียมข้อมูล เอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการทำแบบตรวจสอบ ได้แก่ กฎหมาย มาตรฐาน ข้อกำหนด กฎเกณฑ์ ข้อบังคับต่าง ๆ หรือขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงาน เป็นต้น ยกตัวอย่างการจะทำแบบตรวจสอบเรื่องถังเก็บและจ่ายก๊าซ เอกสารข้อมูลที่เกี่ยวข้อง เช่น มาตรฐานของถังเก็บและจ่ายก๊าซที่กรมธุรกิจพลังงานกำหนดอุปกรณ์และชิ้นส่วนของถังเก็บก๊าซ และมาตรฐานของถังหุงต้มที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกำหนด เป็นต้น

3. ตั้งหัวข้อคำถามที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่ต้องการทำแบบตรวจสอบ โดยนำข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับกฎหมาย มาตรฐาน ข้อกำหนด กฎเกณฑ์ ข้อบังคับต่างๆ หรือขั้นตอนและวิธีการปฏิบัติงานที่ต้องปฏิบัติตาม ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากข้อ 2 มาจัดทำเป็นคำถาม โดยหัวข้อคำถามนั้นต้องเข้าใจง่าย และนำไปใช้ได้จริง

โดยหลักการในตั้งคำถามควรเริ่มต้นจากขั้นตอนแรก หรือในเรื่องแรกที่จะต้องปฏิบัติตาม ไปจนถึงขั้นตอนสุดท้ายหรือเรื่องสุดท้ายที่จะต้องปฏิบัติ เพื่อหัวข้อคำถามจะได้ครอบคลุมทุกเรื่องที่สำคัญตามลำดับ ขั้นตอนและจำเป็นต้องมีในแบบตรวจสอบ เช่น การทำแบบตรวจสอบเรื่องถังเก็บก๊าซและจ่ายก๊าซ หัวข้อคำถามจะเกี่ยวข้องกับมาตรฐานของถังเก็บและจ่ายก๊าซ, การตรวจสอบสภาพของถังเก็บและจ่ายก๊าซ, อุปกรณ์ที่ติดอยู่กับถังเก็บและจ่ายก๊าซ เป็นต้น ตัวอย่างหัวข้อคำถาม เช่น ถังเก็บและจ่ายก๊าซได้ผ่านการตรวจสอบสภาพถึงทุก 5 ปีหรือไม่ มีลิ้นนิรภัยขนาดเหมาะสมหรือไม่ และมีเกจวัดความดันและติดตั้งเหมาะสมหรือไม่ เป็นต้น

4. ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้อง ของแบบตรวจสอบ เมื่อทำแบบตรวจสอบเสร็จ แบบตรวจสอบนั้นควรจะต้องผ่านการตรวจสอบอีกครั้ง โดยผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการตรวจสอบเช่น แบบตรวจสอบขบวนการผลิตน้ำตาล ควรให้ผู้จัดการฝ่ายผลิตน้ำตาลช่วย ตรวจสอบและแบบตรวจสอบหมอน้ำให้วิศวกรเครื่องกลที่ผู้เชี่ยวชาญหมอน้ำช่วยตรวจสอบ เป็นต้น

5. ปรับปรุงแบบตรวจสอบ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำแบบตรวจสอบ ที่ผ่านการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญแล้ว นำไปตรวจสอบปฏิบัติงานจริง โดยตรวจสอบตามข้อคำถาม ในแบบตรวจสอบทุกข้อว่าได้มีการปฏิบัติตามที่กำหนดหรือไม่

ถ้ามีการปฏิบัติตามที่หัวข้อคำถามกำหนดไว้ถูกต้อง เหมาะสม และครบถ้วน ให้ทำเครื่องหมายถูกในช่อง “ใช่ Yes”

ถ้าไม่ได้ปฏิบัติตามเลยหรือปฏิบัติตามแต่ไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม หรือไม่ครบถ้วน ตามที่หัวข้อคำถามกำหนดไว้ ให้ทำเครื่องหมายถูกในช่อง “ไม่ใช่ No”

ถ้าไม่ได้ปฏิบัติตามหัวข้อคำถามไว้ในส่วนใด หรือขาดในเรื่องใด หรืออาจมีเหตุผลอะไรให้กรอกรายละเอียดลงในช่อง “หมายเหตุ”

ถ้าไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับหัวข้อคำถามในเรื่องนี้เลย หรือไม่มีการปฏิบัติงานในเรื่องนี้ ให้ทำเครื่องหมายถูกในช่อง “ไม่เกี่ยวข้อง (N/A)” และอาจกรอกรายละเอียดที่ไม่เกี่ยวข้องลงในช่อง “หมายเหตุ”

ให้ทำการตรวจสอบไปที่ละหัวข้อคำถามที่กำหนดจนหมดหัวข้อคำถามที่กำหนดไว้ในแบบตรวจสอบนั้น

6. นำหัวข้อคำถามที่ตรวจสอบแล้วว่า ไม่ได้ปฏิบัติตามที่กำหนด หรือปฏิบัติตาม แต่ไม่ถูกต้อง ไม่เหมาะสม หรือไม่ครบถ้วนทุกอย่าง หรือปฏิบัติต่ำกว่าที่กำหนด หรือเนื่องจากมีเหตุผลอะไรก็ตามที่ทำให้ไม่ได้ปฏิบัติตาม ซึ่งก็คือ หัวข้อคำถามที่ได้ทำเครื่องหมายไว้ในช่อง “ไม่ใช่ No” ให้นำหัวข้อคำถามต่างๆ นั้นมาทำการชี้บ่งอันตราย โดยกรอกรายละเอียดของหัวข้อคำถามที่ไม่ได้มีการปฏิบัติตามทั้งหมดทุกข้อ ลงในช่อง “ผลจากการทำ Checklist” ของตารางการชี้บ่งอันตราย ด้วยวิธี Checklist

7. พิจารณารายละเอียดที่ระบุในช่อง “ผลจากการทำ Checklist” ต่อไปว่าเมื่อไม่ได้ปฏิบัติตามหัวข้อคำถามที่กำหนดจะเกิดอันตรายหรือจะมีผลที่เกิดขึ้นตามมาอะไรได้บ้าง เช่น อาจก่อให้เกิดอันตรายหรือเหตุการณ์อะไรขึ้น ใครที่ได้รับผลกระทบจากอันตรายนั้น และเหตุการณ์สามารถถูกลบออกไปได้ขนาดไหนและไม่ว่าเหตุการณ์จะรุนแรงมากหรือน้อยก็ต้องพิจารณาให้หมด ให้ใส่รายละเอียดลงในช่อง “อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา” ของตารางการชี้บ่งอันตราย ด้วยวิธี Checklist

8. พิจารณาว่าได้มีมาตรการป้องกัน และควบคุมอันตรายอะไรบ้าง ที่ปัจจุบันได้ปฏิบัติอยู่แล้ว เพื่อเป็นการป้องกันและควบคุมไม่ให้เกิดอันตรายหรือเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ขึ้นได้ตามรายละเอียดในช่อง “อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา” ให้กรอกรายละเอียดมาตรการป้องกันและควบคุมอันตรายดังกล่าว ลงในช่อง “มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย” ของตารางชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Checklist แต่ถ้าปัจจุบันโรงบรรจุก๊าซไม่มีมาตรการป้องกันและควบคุมอันตรายอะไรในเรื่องนี้เลย ให้เว้นว่างช่องนี้ไว้โดยไม่ต้องกรอก

9. เสนอแนะวิธีการป้องกันและควบคุม ให้พิจารณาว่าจากมาตรฐานป้องกัน และควบคุมอันตรายที่ปัจจุบันได้ปฏิบัติอยู่แล้วนั้น เพียงพอที่จะป้องกันหรือควบคุมอันตรายหรือเหตุการณ์ที่ไม่พึงประสงค์ที่อาจเกิดขึ้นเพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อชีวิต ทรัพย์สิน ชุมชน และสิ่งแวดล้อมได้หรือไม่ ถ้าคิดว่ายังไม่เพียงพอการปฏิบัติงานยิ่งขึ้น โดยจะต้องเป็นมาตรการที่สามารถปฏิบัติได้จริงและสถานประกอบการพร้อมที่จะปฏิบัติ ให้กรอกรายละเอียดลงในช่อง “ข้อเสนอแนะ” ของตารางการชี้บ่งอันตราย ด้วยวิธี Checklist

10. ประเมินความเสี่ยงและจัดระดับความเสี่ยง หลังจากทำการชี้บ่งอันตรายเสร็จแล้ว จะต้องทำการประเมินความเสี่ยงผลของการชี้บ่งอันตรายต่อไป โดยการพิจารณาโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ และความรุนแรงในการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ แล้วจัดระดับความเสี่ยงตามเกณฑ์ที่กำหนด

หลักเกณฑ์การตรวจสอบ

ถ้าตอบว่าใช่ (Yes) หมายถึง โรงงานได้มีการปฏิบัติตามที่หัวข้อในแบบตรวจสอบระบุไว้ หรือมีอุปกรณ์ต่างๆ หรือมีความเหมาะสมตามที่หัวข้อในแบบตรวจสอบระบุไว้

ถ้าตอบว่าไม่ใช่ (No) หมายถึง โรงงานไม่ได้มีการปฏิบัติตามที่หัวข้อในแบบตรวจสอบระบุไว้ หรือปฏิบัติตามแต่ไม่ครบถ้วน หรือไม่มีอุปกรณ์ต่างๆ หรือไม่มีความเหมาะสมตามที่หัวข้อในแบบตรวจสอบระบุไว้

ถ้าตอบไม่เกี่ยวข้อง (N/A) หมายถึง โรงงานอาจไม่ได้มีการดำเนินงานในส่วนใดส่วนหนึ่งตามหัวข้อในแบบตรวจสอบได้ระบุไว้

หมายเหตุ หมายถึง ให้ระบุเหตุผลที่ไม่สามารถทำตามหัวข้อในแบบตรวจสอบได้ระบุไว้ หรือทำแต่ทำได้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนด

ช่อง “หลักเกณฑ์ในการตรวจสอบ” ที่อยู่ในแบบตรวจสอบนั้นรายละเอียดเพื่อให้ผู้ใช้แบบตรวจสอบมีความเข้าใจถึงหลักเกณฑ์ที่ใช้ตรวจสอบตามหัวข้อคำถามในแต่ละข้อและเพื่อให้มีแนวทางในการตรวจสอบไปในทิศทางเดียวกัน แต่ในการทำการชี้บ่งอันตราย ด้วยวิธี Checklist จริงๆ ไม่ต้องมีช่อง “หลักเกณฑ์ในการตรวจสอบ” นี้ก็ได้ ถ้าคนใช้มาร่วมกันทำแบบตรวจสอบ แต่ถ้าจะต้องให้ผู้อื่นนำไปใช้ แนะนำว่าควรมีช่องหลักเกณฑ์ในการตรวจสอบหรืออาจจะเรียกว่า เกณฑ์การประเมินผลก็ได้ ซึ่งจะช่วยให้คุณภาพการใช้ Checklist มีความแม่นยำ และผลที่ได้ไม่แตกต่างกันไม่ว่าจะเป็นผู้ใดใช้แบบตรวจสอบนี้

WHAT IF ANALYSIS

What – if เป็นวิธีง่ายๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์อันตรายจากอุบัติเหตุ เช่นเดียวกับ Checklist และ Preliminary Hazard Analysis ส่วนวิธีอื่นๆ เช่น FTA หรือ HAZOP ก็เป็นวิธีที่สลับซับซ้อนมากกว่า What – if เป็นวิธีที่ใช้ข้อมูลจากกระบวนการทำงานตั้งเป็นคำถามในลักษณะของ Checklist และนำเสนอในรูปตาราง What – if ถูกใช้มากในระหว่างการออกแบบระบบ หรือแม้แต่เมื่อระบบได้เริ่มดำเนินการไปแล้ว โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่รุนแรง

What – if เป็นการศึกษา วิเคราะห์ และบทบาทเพื่อชี้บ่งอันตรายในการดำเนินงานต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมหรือสถานประกอบการ โดยใช้คำถาม “จะเกิดอะไรขึ้น ถ้า...” (What – if) และหาคำตอบเพื่อชี้บ่งอันตราย พร้อมข้อเสนอแนะในการป้องกัน

การนำไปใช้ (Methodology Implementation)

What – if เหมาะจะนำมาใช้ในขั้นตอนของการออกแบบ และการปรับปรุงแก้ไขระบบเก่า โดยพิจารณาเหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นและส่งผลอันไม่พึงปรารถนา จึงทำให้มีประโยชน์อย่างยิ่ง เนื่องจากช่วยให้สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขระบบต่างๆ ได้ตั้งแต่ในขั้นตอนของการออกแบบ

รายละเอียดของวิธีการวิเคราะห์

1. การกำหนดขอบเขต (Scope Definition)

Team Leader จะเป็นผู้ให้นิยามชนิดของกระบวนการเกิดอันตราย เช่น อันตรายจาก ไฟไหม้ การระเบิด สารพิษ ระดับความรุนแรงของปัญหา จากนั้นจึงกำหนดขอบเขตทางกายภาพ ของแหล่งอันตราย และพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบกระเทือน เช่น เครื่องมือต่าง ๆ, กระบวนการผลิต หรือชุมชน

ขอบเขตพื้นที่เป้าหมายในการทำ What – if อาจแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มคือ

- เหตุการณ์ที่กระทบต่อคนงาน
- เหตุการณ์กระทบต่อกระบวนการผลิตและทำให้เกิดการสูญเสีย
- เหตุการณ์ที่กระทบต่อชุมชนใกล้เคียง

หลักเกณฑ์ที่ใช้เพื่อประกอบการจัดระดับความรุนแรงของอันตราย

- ความรุนแรงของเหตุการณ์ เช่น ไม่มี, น้อย, ปานกลาง, มาก โดยอาจใช้เอกสารอ้างอิงต่างๆ
- จำนวนคนทำงานในสถานที่นั้น
- ระดับการรั่วไหลที่ต้องแจ้งต่อหน่วยงานรัฐกำหนดขึ้นหรือกฎหมายระบุ
- ความสูญเสียทางเศรษฐกิจต่อบริษัท
- ระดับความรุนแรงนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ถึงความสำคัญของเหตุการณ์ โดยที่จะบอกเป็นตัวอักษรย่อหรือตัวเลข

2. การคัดเลือกผู้ร่วมงาน (Team Selection)

ควรเลือกมาจากกลุ่มคนที่มาจากหลากหลายสาขา เช่น พนักงานปฏิบัติการ วิศวกร ออกแบบ เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย ช่างซ่อมบำรุง และพนักงานทั่วไป

หัวหน้าทีม

หัวหน้าทีมมีหน้าที่จัดระบบในทีมงาน ได้แก่ กำหนดจำนวนสมาชิก กำหนดผู้ที่ทำหน้าที่จดและรวบรวมคำถามเพื่อใช้ในการประมวลผล จัดกลุ่มของคำถาม และช่วยคัดเลือกคำตอบ หัวหน้าทีมจะทำหน้าที่เป็นผู้กำหนดขอบเขตและเป้าหมายต่างๆ ภายในกลุ่ม

บทบาทสำคัญของหัวหน้าทีมซึ่งทำหน้าที่ในระหว่างที่ทำการประชุม ได้แก่ การจูงใจ และกระตุ้นให้มีการตั้งคำถามที่หลากหลายมากกว่าการพยายามตอบคำถามใดคำถามเดียวและหากไม่สามารถหาคำตอบของปัญหาได้ ก็ควรจะข้ามคำตอบไปก่อนและปรึกษาผู้เชี่ยวชาญที่หลังไม่ควรใช้เวลามากกว่า 2 – 3 นาที ต่อ 1 คำถาม หรือมากกว่า 2 – 3 ชั่วโมง ต่อการประชุมหนึ่งครั้ง เพราะจะทำให้ทีมงานรู้สึกเครียดเพราะจะต้องคิดตลอดเวลา หัวหน้าทีมจึงควรสังเกต ถ้าพบให้พักการประชุมก่อน

สมาชิกในทีม

การเลือกสมาชิกของทีมถือว่ามีความสำคัญ หัวหน้าทีมจะเป็นผู้กำหนดเกณฑ์ในการเลือกผู้ร่วมทีม และจะเลือกแต่ผู้ร่วมทีมที่มีความรู้ มีวิสัยทัศน์ มีจินตนาการ และสามารถติดตามความเคลื่อนไหวและการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้

- กระบวนการผลิต ตั้งแต่เริ่มต้น
- การหยุดสายการผลิตเพื่อบำรุงรักษา
- ลักษณะการปฏิบัติงาน ทั้งในสภาพปกติและเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน
- ขั้นตอนการออกแบบ
- ความปลอดภัยของระบบ
- การตรวจสอบการบำรุงรักษา
- การดูแลบำรุงรักษาอุปกรณ์เครื่องมือต่าง ๆ
- การจัดการความปลอดภัยทั้ง on – site และ off – site

3. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการตั้งคำถาม (Review of Documentation)

ในการเลือกและพิจารณาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการตั้งคำถาม What – if นั้น จะพิจารณาจากรายละเอียดของเอกสารสนับสนุน (Supporting Documentation) โดยใช้เอกสารพื้นฐานนี้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาคำถามที่ก่อให้เกิดความสับสน

เอกสารสนับสนุน (Supporting Documentation) ที่สำคัญซึ่งต้องใช้ในการวิเคราะห์และตั้งคำถาม What – if ประกอบด้วย

Process Chemistry Description ใช้ในกรณีที่ต้องการวิเคราะห์การทำงานเกี่ยวกับสารเคมี ปฏิกิริยาเคมี โดยจะมีข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุดิบ ผลิตภัณฑ์ ผลผลิตได้ ปฏิกิริยาเคมี และปัญหาที่อาจเกิดขึ้น

Operating Procedures เป็นเอกสารที่ใช้ข้อมูลเกี่ยวกับวิธีและสภาพการทำงานปกติ สภาพการทำงานที่ผิดปกติ และการควบคุม การบรรเทาและการควบคุมเหตุฉุกเฉิน การทดลอง หรือเริ่มใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ การ Shutdown และยังมีข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ความปลอดภัย และ MSDS

Maintenance Procedures เอกสารซึ่งเกี่ยวกับตารางการตรวจสอบเครื่องมือต่างๆ รวมถึงเครื่องมือซึ่งสำรองไว้เมื่อมีเหตุฉุกเฉิน

Operating Job Description ระบุหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ปฏิบัติงาน และข้อมูลทั่วไปอื่นๆ เช่น Checklist การปฏิบัติงานในสภาพปกติและในกรณีที่เกิดเหตุฉุกเฉิน

Process Flow Diagrams (PFDs) แผนภูมิแสดงระบบท่อซึ่งต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น ท่อป้อนวัตถุดิบ ท่อส่งผลิตภัณฑ์ ส่วนประกอบ และคุณสมบัติของสารซึ่งถูกทำลายโดยท่อ เช่น อุณหภูมิ ความดัน สถานะ และปริมาณสาร

Piping and Instrumentation Diagrams (P & IDs) แผนภูมิซึ่งให้ข้อมูลเพิ่มเติมจาก PFDs เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับขนาดท่อทุกท่อ ทิศทางการไหล ตำแหน่งของ Safety valves ข้อมูลเกี่ยวกับเหตุฉุกเฉินที่อาจเกิดและอุปกรณ์บรรเทาที่ต้องใช้

Hazardous Material Inventories เอกสารเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย

Other Document เช่น เอกสารเกี่ยวกับแผนผังโรงงาน ระบบไฟฟ้า

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งนอกเหนือจากเอกสาร คือ พนักงานระดับหัวหน้า ควรมีการสำรวจโรงงานโดยเฉพาะบริเวณอันตรายต่างๆ เพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับสภาพทั่วไปและตำแหน่งของเครื่องมือ ทั้งนี้ควรนำแผนผังโรงงานไปด้วยเพื่อใช้เปรียบเทียบ และประเมินปัญหา

4. สร้างคำถาม (Question Formulation)

การสร้างคำถาม What – if จะถูกทำโดยสมาชิกแต่ละคน คำถามจะสร้างในรูปของ เหตุการณ์สมมติ เช่น What – if (จะเกิดอะไรขึ้น ถ้า...)

- เครื่องมือและอุปกรณ์ไม่สามารถใช้งานได้หรือล้มเหลว
- การควบคุมสภาพการทำงานล้มเหลวอันได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น การระบายอากาศ
- ไฟฟ้าดับ
- ระบบการทำงานล้มเหลว
- ระบบเชื่อมโยงล้มเหลว
- ความผิดพลาดของคนงาน เช่น เร่งรีบ ไม่ปฏิบัติตามขั้นตอน หรือไม่เอาใจใส่
- การดำเนินงานแตกต่างไปจากกระบวนการทำงานในปกติ หรือการหยุดสายการผลิต เพื่อทำการซ่อมบำรุง
- อุบัติเหตุในระหว่างการบำรุงรักษา
- อุบัติเหตุจากรถขนส่งภายในโรงงาน
- ปัญหาการเคลื่อนย้ายวัสดุ ผลกระทบจากปิ่นจั่น หรือเหตุจากเครื่องมือกล
- ผลกระทบจากภายนอก เช่น อุบัติเหตุของเครื่องบิน การโจรกรรม เกิดพายุ หรือเกิด เหตุการณ์หลายๆ เหตุการณ์พร้อมกัน เช่น เครื่องมือและอุปกรณ์เสียหายพร้อมกันหลายชิ้น หรือ เกิดความผิดพลาดหลายอย่างพร้อมๆ กันในระหว่างทำการผลิต

จากนั้นจะนำคำถามมาเรียงลำดับตามขบวนการผลิต หรือตามขั้นตอนการปฏิบัติงาน แล้วพิจารณา เลือกใช้คำถามที่มีเหตุผล มีความเป็นไปได้ที่จะเกิด

5. ประเมินแนวทางปฏิบัติเพื่อโต้ตอบเหตุการณ์ฉุกเฉิน

(Response Evaluation with Consequences)

หลังจากเตรียมคำถามแล้ว ผู้นำกลุ่มจะนำคำถามจัดเรียงให้อยู่ในหัวข้อต่อไปนี้

- รายละเอียดของคำถาม
- เหตุการณ์ที่เกิดจากคำถาม ทั้งอันตรายและผลที่ตามมา
- ระดับความรุนแรง
- คำแนะนำหรือแนวทางแก้ไข

สมาชิกในกลุ่มจะช่วยกันอภิปราย เกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยงตามหัวข้อต่อไปนี้

- ความรุนแรงของเหตุการณ์
- ลดโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดเหตุการณ์
- ลดการกระจายของการรั่วไหลสู่ภายนอก
- ลดจำนวนประชากรที่จะสัมผัสอันตราย

หลังจากนั้นจดบันทึกผลเพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติต่อไป

6. สรุปผลการวิเคราะห์ในรูปตาราง (Summary Tabulation To The Set of Question)

การสร้างตาราง

แต่ละแถวของตารางแทนคำถามของแต่ละข้อ โดยแบ่งเป็นคอลัมน์ต่างๆ

คอลัมน์ที่หนึ่ง	- คำถาม What – if	What – if Question
คอลัมน์ที่สอง	- คำตอบ/ความเสี่ยง	Answer/Hazard
คอลัมน์ที่สาม	- วิฤตการณ์หรือความรุนแรง	Criticality
คอลัมน์ที่สี่	- คำแนะนำหรือแนวทางแก้ไข	Possible Recommendation
ประเมินความเสี่ยง		Risk Assessment

นำคำถามแต่ละคำถามมาใส่ในคอลัมน์แรก แล้วหาคำตอบจากคำถามแรกหรือจากการประเมินความเสี่ยงที่ได้จากคอลัมน์แรกใส่ลงในตารางที่สอง ประเมินความรุนแรงที่อาจเกิดขึ้นแล้วลงในตารางที่สาม นำข้อเสนอแนะมาใส่ในช่องสุดท้าย จากนั้นก็ทำการประเมินความเสี่ยงและจัดลำดับความเสี่ยง และจัดลำดับความเสี่ยง โดยคำถามจะได้รับการพิจารณาเรียงตามลำดับ

ท้ายที่สุด ผู้นำกลุ่มจะเป็นผู้จัดทำตารางสรุปผลการวิเคราะห์ โดยระบุสถานที่ เวลา หมายเลข แบบพิมพ์เขียว และอื่นๆ ที่จำเป็นในการใช้อ้างอิง

HAZOP เป็นวิธีการชี้บ่งอันตราย ที่คนหลายๆ คนอยากเรียนรู้ บางครั้งเพียงต้องการเรียนรู้ แต่ไม่ได้ใช้ก็ไม่มีประโยชน์ เป็นวิธีการชี้บ่งอันตรายที่ดี มีระบบและกฎเกณฑ์แน่นอน เหมาะสมกับใช้การชี้บ่งอันตรายขบวนการผลิตที่มีระบบเป็นท่อ ภาชนะเก็บสารเคมี, ถัง Reactor และปั๊มเป็นของไหล เช่น น้ำ, ไอน้ำ, สารเคมี, ก๊าซ, ลม และของเหลวอื่นๆ

FAULT – TREE Analysis (การประเมินความเสี่ยงด้วยแผนภูมิต้นไม้) นับว่าเป็นวิธีการชี้บ่งอันตรายที่ค่อนข้างจะยุ่งยาก ต้องเรียนรู้กฎกติกาและเทคนิคการทำ FTA ให้เข้าใจจริงๆ จึงจะนำมาใช้ได้ผล เป็นเทคนิคที่ต้องนำผลมาหาเหตุ เหมาะสมกับการชี้บ่งอันตรายที่เกิดจากหลายๆ สาเหตุ นิยมใช้ในการสอบสวนอุบัติเหตุที่ยุ่งยาก ซับซ้อน

แผนภูมิต้นไม้ (Fault tree analysis) เป็นเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่เน้นถึงอุบัติเหตุหรืออุบัติเหตุร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้น เพื่อนำไปวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดเหตุ ซึ่งเป็นเทคนิคในการคิดย้อนกลับที่อาศัยหลักการทางตรรกวิทยาในการใช้หลักการเหตุและผล เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุหรืออุบัติเหตุร้ายแรง โดยเริ่มวิเคราะห์จากอุบัติเหตุหรืออุบัติเหตุร้ายแรงที่เกิดขึ้นหรือคาดว่าจะเกิดขึ้น เพื่อ

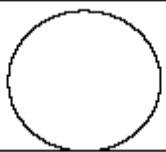
พิจารณาหาเหตุการณ์แรกที่เกิดขึ้นก่อนแล้วนำมาแจกแจงขั้นตอนการเกิดเหตุการณ์แรก ว่ามาจากเหตุการณ์ย่อยอะไรได้บ้างและเหตุการณ์ย่อยเหล่านั้นเกิดขึ้นได้อย่างไรการสิ้นสุดการวิเคราะห์เมื่อพบว่าสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์ย่อยเป็นผลเนื่องจากความบกพร่องของเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือความผิดพลาดจากการปฏิบัติงาน Louvar and Louvar (1998) อธิบายถึงขั้นตอนการศึกษาวิเคราะห์ ทบทวนการดำเนินงานในโรงงาน

เพื่อชี้บ่งอันตรายด้วยวิธีแผนภูมิต้นไม้ (Fault tree analysis) ให้ปฏิบัติดังนี้

1. ให้พิจารณาเลือกจำลองเหตุการณ์แรก (Top event) ที่เกิดขึ้นหรืออาจเกิดขึ้นได้ซึ่งจะส่งผลกระทบทำให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรงตามมา
2. วิเคราะห์หาสาเหตุของการเกิดเหตุการณ์แรกว่าเกิดได้จากเหตุการณ์ย่อย (Fault tree event or Intermediate event) อะไรได้บ้าง
3. วิเคราะห์หาสาเหตุของเหตุการณ์ย่อยเหล่านั้นอีกจนการวิเคราะห์หาสาเหตุจะสิ้นสุด เมื่อพบว่าสาเหตุต่างๆ เหตุการณ์ย่อยที่เกิดขึ้นเป็นผลมาจากความบกพร่องของเครื่องจักรอุปกรณ์ เครื่องมือ ระบบความปลอดภัย ความผิดพลาดของผู้ปฏิบัติงานและหรือระบบการบริหารจัดการ ซึ่งสิ่งเหล่านี้จัดเป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ โดยปกติ (Basic event)
4. แสดงผลการศึกษาวิเคราะห์ และทบทวนเพื่อชี้บ่งอันตรายในรูปแผนภูมิโดยใช้เครื่องหมายในตารางที่ 5
5. สรุปผลการศึกษา วิเคราะห์ และทบทวนการดำเนินงานในโรงงานเพื่อชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงลงในแบบการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยง
6. จัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงตามระดับความเสี่ยงที่ประเมินได้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์การชั่งอันตรายด้วยแผนภูมิต้นไม้ (Fault tree analysis)

ตารางที่ 5 แสดงสัญลักษณ์ที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงด้วยแผนภูมิต้นไม้

สัญลักษณ์	ชื่อ	ความหมาย
	And gate สาเหตุหลายสาเหตุ	เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้เนื่องจากสาเหตุหลายสาเหตุของเหตุการณ์ย่อย
	Or gate สาเหตุใดสาเหตุหนึ่ง	เหตุการณ์จะเกิดขึ้นได้เนื่องมาจากสาเหตุใด สาเหตุหนึ่งของเหตุการณ์ย่อย
	Basic event เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้โดยปกติ	เหตุการณ์ย่อยที่เกิดขึ้นได้ตามปกติ ซึ่งทราบถึงสาเหตุที่เห็นได้ชัดเจนโดยไม่ต้องทำการวิเคราะห์หาสาเหตุต่อไป ถือเป็นสาเหตุแรกของการเกิดอุบัติเหตุ
	Fault tree event เหตุการณ์ย่อย	เหตุการณ์ย่อยที่ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ต่อเนื่อง จนเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ
	Undeveloped event เหตุการณ์ที่วิเคราะห์ต่อไม่ได้	เหตุการณ์ย่อยที่ไม่ต้องการวิเคราะห์หาสาเหตุต่อไปเนื่องจากไม่มีข้อมูลสนับสนุน
	External event เหตุการณ์ภายนอก	เหตุการณ์ภายนอกหรือปัจจัยภายนอกที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ

ที่มา: Louvar and Louvar (1998)

วิชัย (2550) ได้อธิบายถึงการใช้แผนภูมิต้นไม้ (Fault tree analysis) ในการประเมินความเสี่ยงไว้ดังนี้

แผนภูมิต้นไม้ (Fault tree analysis , FTA) เป็นการวิเคราะห์ความปลอดภัยโดยการวิเคราะห์หาสาเหตุของอันตรายที่เกี่ยวข้องกับงาน วิธีการทำงานและกระบวนการผลิตอย่างเป็นระบบแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงที่จะนำไปสู่เหตุการณ์ที่ไม่ต้องการให้เกิดขึ้น เพื่อจะได้นำข้อมูลที่ได้มาหามาตรการในการควบคุมและป้องกันต่อไป FTA เป็นการวิเคราะห์เพื่อความปลอดภัยโดยการหาเหตุการณ์ที่อาจเกิดอันตรายหรือเหตุการณ์ที่ไม่พึงปรารถนา จะให้เกิดขึ้นมาวิเคราะห์โดยพิจารณา

ว่าเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นมาจากสาเหตุหรือเหตุการณ์ใดบ้าง มีลักษณะเป็น And gate, Or gate หรือลักษณะอื่นๆ จากนั้นก็พิจารณาไปเรื่อย ๆ จนได้สาเหตุ หรือเหตุการณ์ที่เพียงพอต่อการหามาตรการป้องกันหรือ ควบคุมอันตรายได้ จึงจะหยุดทำการวิเคราะห์ FTA เป็นเทคนิคที่ใช้หาสาเหตุและผลที่เกิดขึ้น (Cause and Effect) เพื่อแสดงลักษณะของการเกิดเหตุบกพร่อง หรือการเกิดอุบัติเหตุ (Top event) หรือเกิดจากเหตุการณ์ใดบ้างโดยแสดงเป็นแผนภูมิต้นไม้ ระบุถึงสาเหตุและขั้นตอนที่นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงหรือความบกพร่องภายในระบบ (Intermediate event) ซึ่งอาจจะเกิดจากสาเหตุย่อยหลายๆ สาเหตุและสาเหตุพื้นฐาน (Basic event) ที่สนับสนุนให้เกิดสาเหตุย่อยขึ้น การวิเคราะห์จะใช้และ And gate หรือ Or gate เพื่อหาความเชื่อมโยงของสาเหตุต่างๆ ที่สนับสนุนให้เกิดความบกพร่องขึ้น โดยการหาสาเหตุของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจนได้สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นแล้วนำมาหามาตรการหรือวิธีการป้องกันควบคุมต่อไปเช่น การเกิดเพลิงไหม้ขึ้นในแต่ละครั้งจะประกอบด้วยองค์ประกอบ 3 ประการ คือ เชื้อเพลิง อากาศหรือออกซิเจนและความร้อน แต่เชื้อเพลิงนั้นมีหลายประเภท ซึ่งเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดการลุกไหม้นั้นอาจจะเป็นเชื้อเพลิงประเภท ของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซก็ได้ และความร้อนก็มีที่มาจากหลายแห่งด้วยกัน FTA ช่วยในการหาโอกาสในการเกิดอุบัติเหตุหรือเหตุการณ์ที่ไม่คาดคิดขึ้นว่ามีโอกาสมากหรือน้อยเพียงใด โดยอาศัยหลักพีชคณิตบูลีน (Boolean algebra) และข้อมูลเกี่ยวกับอันตราย

การล้มเหลวในการทำงาน (Failure rate) มาเป็นพื้นฐานในการคำนวณ โดยผู้วิเคราะห์จะต้องมีความรู้ ความเข้าใจในเทคนิคและสัญลักษณ์ต่างๆ รวมทั้งขั้นตอนในการวิเคราะห์เป็นอย่างดีจึงจะทำให้สามารถวิเคราะห์ได้อย่างถูกต้อง

Crowl and Louvar (2002) อธิบายถึงสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแผนภูมิต้นไม้ (Fault tree analysis) ไว้ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้กับเหตุการณ์ (Event)

เหตุการณ์ของเทคนิค Fault tree analysis มีสัญลักษณ์พื้นฐานที่ใช้ 4 รูปแบบดังนี้

1.1 Fault event ใช้สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (Rectangle)

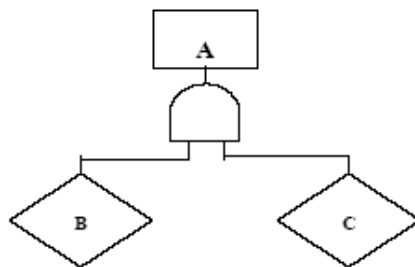
ส่วนมากใช้เป็นเหตุการณ์ที่อยู่ระหว่างกลาง (Intermediate event) ไม่ใช่เหตุการณ์เริ่มต้นหรือเหตุการณ์สุดท้ายของกิ่งก้านสาขาในแผนภูมิต้นไม้ Fault event จะต้องอธิบายในลักษณะสาเหตุที่ก่อให้เกิดเหตุการณ์ผิดปกติ เพื่อนำไปสู่การสร้างหรือต่อเป็นรูปต้นไม้ต่อไปอีก Fault event จะใช้เป็นตัวแทนของเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุหรือเป็นผลมาจากเหตุการณ์ผิดปกติต่างๆ ในการวิเคราะห์ด้านปริมาณ Fault event จะไม่ระบุเป็นตัวเลข เพราะไม่ใช่สาเหตุหรือเหตุการณ์สุดท้ายของปัญหา ซึ่งจะต้องถูกทำการวิเคราะห์ต่อไปอีกเสมอ ซึ่งต่างจาก Basic event ที่จะต้องระบุตัวเลขอัตราการเกิดเหตุการณ์ด้วยทุกครั้ง

1.2 Basic event ใช้สัญลักษณ์เป็นรูปวงกลม (Circle)

ใช้เป็นตัวแทนของเหตุการณ์ที่เกิดจากความบกพร่องหรือความผิดปกติ ซึ่งเป็นเหตุการณ์สุดท้ายหรือสาเหตุที่แท้จริงของปัญหา เหตุการณ์นี้จะอยู่ในส่วนล่างสุดของทุกๆ เหตุการณ์เสมอไม่สามารถวิเคราะห์ต่อไปได้อีก เช่น เหตุการณ์ของดวงไฟที่ติดไว้เพื่อแสดงสัญญาณเตือนภัยไม่ทำงานอันมีสาเหตุมาจากความเสื่อมสภาพของไส้หลอด เป็นต้น

1.3 Undeveloped intermediate event ใช้สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนหรือรูปเพชร (Diamond)

ใช้เป็นตัวแทนของเหตุการณ์ที่ไม่มีข้อมูลเพียงพอหรือยุ่งยากซับซ้อนหรือเป็นข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องกับ Top event หรือไม่ใช่เหตุการณ์สำคัญจึงไม่ทำการวิเคราะห์ต่อไป แต่เมื่อใดที่มีข้อมูลเพิ่มเติมหรือสนับสนุนในภายหลัง ก็สามารถวิเคราะห์ต่อไปได้ (Fault event) จากรูปจะเห็นเหตุการณ์ B และ C เป็นสาเหตุทำให้เกิดเหตุการณ์ A ขึ้น



ภาพที่ 8 แสดงการใช้สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

1.4 House event ใช้สัญลักษณ์รูปบ้าน (House) บางครั้งเรียกว่า Switch event หรือ Normal event เพราะเหตุการณ์นี้ต้องพิจารณาว่าจะเกิดเหตุการณ์หรือไม่เกิดเหตุการณ์ ขึ้นใช้แทนด้วยสวิตช์ปิด – เปิด



1.5 Tree transfer หรือ Transfer gate ใช้สัญลักษณ์รูปสามเหลี่ยม เป็นสัญลักษณ์ ที่ไม่ได้ใช้แทนเหตุการณ์ แต่ใช้แทนการอ้างถึงเหตุการณ์อีกเหตุการณ์หนึ่งซึ่งอยู่ในกิ่งก้านอื่นของ แผนภูมิต้นไม้ แต่เป็นเหตุการณ์ที่ซ้ำกันเพราะฉะนั้นในเทคนิค Fault tree ถ้าพบว่ามีเหตุการณ์ซ้ำกัน ก็ไม่ต้องเขียน เพื่อเป็นการหลีกเลี่ยงการวิเคราะห์นั้นๆ ที่ได้ทำการวิเคราะห์แล้วแต่จะใช้สัญลักษณ์ สามเหลี่ยม อ้างไปถึงเหตุการณ์เดิมที่เคยวิเคราะห์แล้วในกิ่งก้านอื่นๆ ของ Top event เดียวกัน

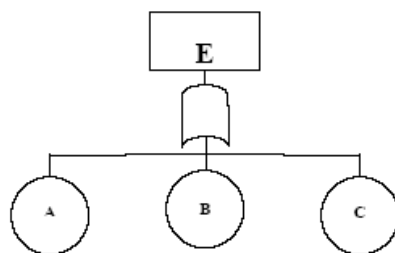


2. สัญลักษณ์ที่ใช้แสดงความเป็นเหตุเป็นผลกัน (Logic gate)

แผนภูมิต้นไม้ (Fault tree analysis) เป็นเทคนิคที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างเหตุการณ์ ต่างๆ ของระบบ ความเชื่อมโยงของแต่ละเหตุการณ์ที่เกี่ยวข้องหรือไม่นั้น สามารถใช้สัญลักษณ์ ได้ดังต่อไปนี้

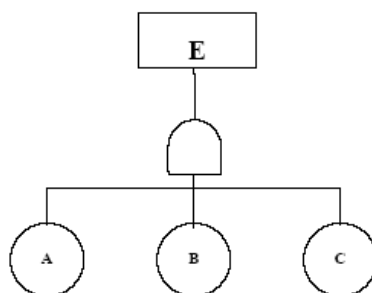


2.1 Or gate ใช้สัญลักษณ์รูป เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง เหตุการณ์อย่างน้อยหนึ่งเหตุการณ์ หรือมากกว่าหนึ่งเหตุการณ์ ซึ่งเกิดภายในเวลาเดียวกันหรือ มีผลต่อเหตุการณ์เดียวกัน ซึ่งเหตุการณ์หนึ่งจะเกิดขึ้นได้นั้น ต้องมีสาเหตุมาจากเหตุการณ์นั้นๆ อย่างน้อยหนึ่งเหตุการณ์ หรือมากกว่าหนึ่งเหตุการณ์ เช่น เหตุการณ์ A,B,C เป็น Input ที่มี ความสัมพันธ์กันแบบ Or gate แสดงว่าเหตุการณ์ E จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีสาเหตุมาจากเหตุการณ์ A หรือ B หรือ C ขึ้นอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือเกิดขึ้นพร้อมๆ กันก็ได้



ภาพที่ 9 แสดงการใช้สัญลักษณ์ Or gate แสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ

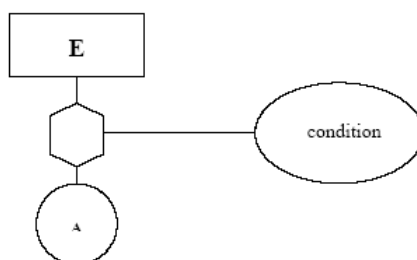
2.2 And gate ใช้สัญลักษณ์  เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงให้เห็นว่าเหตุการณ์หนึ่งจะเกิดขึ้นได้ (Output) จะต้องมีส่วนมาจากทุกๆ เหตุการณ์ (Input) ซึ่งจะต้องเกิดขึ้นพร้อมๆ กัน เช่น เหตุการณ์ E จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีส่วนมาจากเหตุการณ์ A, B และ C เกิดพร้อมๆ กันทั้งหมด แต่เมื่อใดก็ตามที่เกิดเหตุการณ์ A หรือ B หรือ C เกิดเหตุการณ์ A หรือ B, A หรือ C, B หรือ C อย่างใดอย่างหนึ่งก็จะไม่ทำให้เกิดเหตุการณ์ E ขึ้นมาได้



ภาพที่ 10 แสดงการใช้สัญลักษณ์ And gate แสดงความสัมพันธ์ของสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุ

หมายเหตุ Or gate และ And gate เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้อธิบายความเป็นเหตุเป็นผลของแต่ละเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุได้อย่างดีและง่ายต่อการวิเคราะห์จึงนิยมใช้มากกว่าสัญลักษณ์อื่นๆ

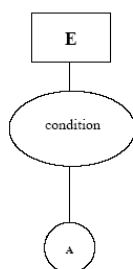
2.3 Inhibit gate ใช้สัญลักษณ์รูป  เป็นสัญลักษณ์ที่ใช้แสดงไว้ในแผนภูมิต้นไม้ ในกรณีที่เหตุการณ์ใดๆ (Output) จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีเงื่อนไข (Condition) หรือข้อจำกัด(Restriction) หรือองค์ประกอบอื่นๆ ครบ เช่น สถานที่ อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น ซึ่งจะเป็นองค์ประกอบเสริมที่จะทำให้เหตุการณ์นั้นๆ ได้ เช่น ถ้าอุณหภูมิสูงกว่าค่าที่ระบุไว้ต้องมีสาเหตุมาจากเหตุการณ์ A (Input) จึงจะสามารถทำให้เกิด High pressure (เหตุการณ์ E หรือ Output)



ภาพที่ 11 แสดงการใช้ Inhibit gate

2.4 Delay time (Condition event) สามารถทำให้เกิดเหตุการณ์ผิดปกติ (Fault event, E) ได้ก็ต่อเมื่อมีเหตุการณ์ A และมีเงื่อนไขของระยะเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องมีลักษณะเฉพาะ เช่น

ถ้า Retort มีอุณหภูมิสูง 120 องศาเซลเซียส นานเกิน 2 นาที แล้ว จะถูกเปิดออก เพื่อลดความดันและอุณหภูมิ



ภาพที่ 12 แสดงการภาพการเขียนเงื่อนไขของระยะเวลา

วิชัย พงษ์ธารากุล (2550) อธิบายถึงขั้นตอนในการทำแผนภูมิต้นไม้ (Fault tree analysis) ว่ามี 4 ขั้นตอนดังนี้

1. การเลือกปัญหา (Problem definition)

1.1 โดยการกำหนดหรือเลือก Top event (Selecting the top event) ซึ่ง Top event เป็นเหตุการณ์หลักหรือเหตุการณ์สำคัญที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้น มักอยู่บนสุดของโครงสร้างรูปต้นไม้ ใช้สัญลักษณ์ รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เช่น หม้อไอน้ำระเบิด เนื่องจากมีความดันมากเกินไป เตาปฏิกรณ์เสียหาย เนื่องจากมีความดันสูง เป็นต้น

1.2 กำหนดขอบเขตที่พิจารณาดังนี้

1.2.1 ตัดประเด็นหรือข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องออก

1.2.2 เลือกเหตุการณ์ที่เป็นไปได้ หรือเกิดขึ้นในปัจจุบัน หรือเป็นอันตรายต่อการทำงาน

1.2.3 เลือกเหตุการณ์ที่มีอันตรายมากที่สุดเป็น Top event เช่น เหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินหรือทำให้เกิดการบาดเจ็บหรือเสียชีวิต เป็นต้น

1.2.4 กำหนดขอบเขต (Scope) ในการพิจารณาเฉพาะจุด หรือสิ่งที่สนใจเพียงจุดเดียว

2. การวิเคราะห์หาสาเหตุโดยการทำแผนภูมิโครงสร้างรูปต้นไม้ (Fault tree construction)
การทำแผนภูมิต้นไม้มีดังนี้

จัดทำโดยเริ่มจาก เมื่อได้เหตุการณ์ที่เป็น Top event แล้ว เริ่มค้นหาสาเหตุที่ทำให้เกิด Top event โดยทำเป็นลำดับขั้น และให้พิจารณาเป็นลำดับขั้น ต่อขึ้น ห้ามข้ามขั้นเด็ดขาด โดยให้สัญลักษณ์ต่างๆ แทนสาเหตุที่ทำให้เกิด Top event เช่น สัญลักษณ์รูปวงกลม, สัญลักษณ์รูปเพชร, สัญลักษณ์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เป็นต้น และใช้ Or gate หรือ And gate เชื่อมสาเหตุต่างๆ

4.2 วิเคราะห์หาสาเหตุของทุกเหตุการณ์ จนนำไปสู่สาเหตุพื้นฐาน (Basic event) ซึ่งเป็นสาเหตุหรือเหตุการณ์สุดท้าย ส่วนใหญ่มักใช้สัญลักษณ์รูปวงกลมหรือรูปเพชร

กฎสำหรับการสร้างแผนภูมิรูปต้นไม้ (Rules for fault tree construction)

1) Fault event statement (Fault identification – The “Be Precise Rule”) : การเขียน Top event ต้องระบุให้ ครบ 3 ประเด็น คือ WHAT , WHERE , WHEN

2) Fault event evaluation : เมื่อประเมินเหตุการณ์ผิดปกติแล้ว ให้พิจารณาว่าอุปกรณ์ล้มเหลว

ก่อให้เกิดเหตุการณ์ผิดปกติหรือไม่ โดยการตอบ “Yes” หรือ “No”

ถ้าตอบ “Yes” ให้ระบุเหตุการณ์เป็น State of equipment fault (ความผิดปกติของอุปกรณ์)

ถ้าตอบ “No” ให้ระบุเหตุการณ์เป็น State of system fault (ความผิดปกติของระบบ)

การแยกชนิดของเหตุการณ์ที่ผิดปกติจะช่วยให้หา Fault event ต่อไปได้ง่ายขึ้น

เพราะถ้าอุปกรณ์ล้มเหลวให้พิจารณา Or gate แล้วดูว่าล้มเหลวเนื่องจากสาเหตุที่มาจากปัจจัยภายนอกหรือการควบคุมสัญญาณผิดพลาด แต่ถ้าระบบล้มเหลวให้ค้นหาว่าเป็นเหตุฉุกเฉินเกิดจากภาวะจำเป็นหรือขาดระบบที่ดี

3) Rule for abbreviation: เขียนอธิบายคำจำกัดความหรือนิยามในแผนภูมิรูปต้นไม้ให้กระชับและได้ใจความ

4) The “No Miracles” Rule: ให้หาสาเหตุจากสภาวะการทำงานที่ผิดปกติของ เครื่องมือนั้นๆ ไม่ต้องสมมติเหตุการณ์มหัศจรรย์ต่างๆ เช่น ไฟฟ้า แผ่นดินไหว หรือไฟไหม้แล้วจะมีฝนตกลงมาทำให้ไฟดับ เป็นต้น

5) The “Complete the Gate” Rule: การทำทุก Gate ให้สมบูรณ์ในการทำ Fault tree ต้องหาสาเหตุหรือเหตุการณ์หรือประเด็นให้ครอบคลุมทั้งหมดในแต่ละระดับก่อน จึงเริ่มคิดในระดับถัดไปได้ “ห้ามคิดข้ามชั้น” โดยเด็ดขาด

6) The “No Gate – to – Gate”: ห้ามเขียน Gate ต่อกับ Gate โดยตรง

3. การระบุสาเหตุของปัญหา (Determining fault tree)

เทคนิคการแก้ไขปัญหของแผนภูมิต้นไม้ (Fault tree analysis) มี 4 ขั้นตอนดังนี้

3.1 ระบุสัญลักษณ์ต่างๆ Gate และ Basic event, Events

3.2 การพิจารณาทุก Gate โดยการเปลี่ยนทุก Gate ให้เป็น Basic event

3.3 ให้ตัดเหตุการณ์ (Basic event) ที่ซ้ำกันออก โดยใช้หลักทางคณิตศาสตร์ของบูลีน (Boolean Algebra's Laws)

3.4 ตัด Super sets ทั้งหมดออก

4. จัดลำดับความสำคัญของปัญหาหรือสาเหตุของปัญหาหรือสาเหตุพื้นฐาน (Minimum cut set ranking)

หลักเกณฑ์ในการพิจารณาว่า สาเหตุใดที่มีแนวโน้มก่อให้เกิดอุบัติเหตุได้มากที่สุด ให้พิจารณาตามลำดับความสำคัญ โดยสาเหตุใดที่มีความสำคัญที่สุดให้นำมาแก้ไขก่อน โดยมีเกณฑ์ดังนี้

4.1 Minimum cut set : กลุ่มที่มีสาเหตุ หรือจำนวนเหตุการณ์น้อยที่สุด โดย Set ที่มีเพียงสาเหตุหรือเหตุการณ์ เดียว ให้พิจารณาก่อน Set ที่มี 2 หรือ 3 สาเหตุ เนื่องจาก Basic event นี้มีความสำคัญที่ทำให้เกิด Top event ได้ง่ายที่สุด

เช่น Set 1 : มี 1 สาเหตุ
 Set 2 : มี 1, 2 สาเหตุ
 Set 3 : มี 1, 2, 3 สาเหตุ
 Set 1 แก้ไขก่อน Set 2 และ Set 3

4.2 ถ้าจำนวนเหตุการณ์เท่ากัน คือ ถ้าจำนวน Basic event ในแต่ละ Set เท่ากัน

เช่น Set 1:1,2
 Set 2:3,4

ให้พิจารณาตามกฎดังต่อไปนี้

- Human error ต้องแก้ไขก่อน
- Active equipment failure ต้องแก้ไขก่อน
- Passive equipment failure ต้องแก้ไขก่อน

FMEA เป็นเทคนิคการชี้บ่งอันตรายที่จำเพาะกับเครื่องจักร อุปกรณ์เท่านั้น และจะให้ผลดี ควรใช้ตั้งแต่การออกแบบ FMEA ควรใช้ชี้บ่งอันตรายขึ้นส่วนย่อยๆ ของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ จะได้ผลดีมาก โดยเฉพาะขึ้นส่วนย่อยที่มีผลต่อการทำงานของระบบใหญ่ของเครื่องจักรอุปกรณ์

EVENT – TREE Analysis เป็นเทคนิคการชี้บ่งอันตราย ที่มีข้อจำกัดในการใช้เหมือนกัน คือจะต้องไปชี้บ่งอันตรายเครื่องจักรอุปกรณ์ ขบวนการผลิต และอื่นๆ ที่มีระบบควบคุม ถ้าไม่มีระบบควบคุมจะใช้วิธีนี้ไม่ได้ สำหรับรายละเอียดการชี้บ่งอันตรายทั้ง 6 วิธี จะได้อธิบายโดยละเอียดต่อไป

5. การประเมินความเสี่ยงและการจัดระดับความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยง หมายถึง กระบวนการวิเคราะห์ถึงปัจจัยหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่เป็นสาเหตุทำให้อันตรายที่มีและที่แอบแฝงอยู่ ก่อให้เกิดอุบัติเหตุหรืออันตรายจากการเกิดไฟไหม้ การระเบิด สารเคมีที่ปนพิษรั่วไหล เป็นต้น โดยพิจารณาถึงโอกาสและความรุนแรงของเหตุการณ์

เหล่านั้น ซึ่งอาจจะเกิดอันตรายต่อชีวิต ทรัพย์สิน ชุมชน และสิ่งแวดล้อม เป็นต้น สำหรับการชี้บ่งอันตรายทั้ง 6 วิธีต่างก็มีวิธีการประเมินความเสี่ยงและการจัดระดับความเสี่ยงต่างหาก แต่เพื่อให้ผลการประเมินความเสี่ยงเหมือนกัน ในที่นี้จึงขอใช้แนวทางการประเมินความเสี่ยงตามกฎหมาย

การพิจารณาถึงโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ ว่ามากน้อยเพียงใด โดยจัดระดับโอกาสเป็น 4 ระดับ ดังในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 การจัดระดับในโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่างๆ

ระดับ	รายละเอียด
1	มีโอกาสในการเกิดยาก เช่น ไม่เคยเกิดเลยในช่วงเวลาตั้งแต่ 10 ปีขึ้นไป
2	มีโอกาสในการเกิดน้อย เช่น ความถี่ในการเกิด เกิดขึ้น 1 ครั้ง ในช่วง 5 – 10 ปี
3	มีโอกาสในการเกิดปานกลาง เช่น ความถี่ในการเกิด เกิดขึ้น 1 ครั้ง ในช่วง 1 – 5 ปี
4	มีโอกาสในการเกิดสูง เช่น ความถี่ในการเกิดมากกว่า 1 ครั้ง ใน 1 ปี

การพิจารณาถึงความรุนแรงของเหตุการณ์ โดยคำนึงถึงผลกระทบที่อาจเกิดต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สินหรือสิ่งแวดล้อม โดยจัดระดับความรุนแรงเป็น 4 ระดับ ดังตารางที่ 7, 8, 9 และ 10

ตารางที่ 7 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	มีการบาดเจ็บเล็กน้อยในระดับปฐมพยาบาล
2	ปานกลาง	มีการบาดเจ็บที่ต้องได้รับการรักษาทางแพทย์
3	สูง	มีการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่รุนแรง
4	สูงมาก	ถึงขั้นทุพพลภาพหรือเสียชีวิต

ตารางที่ 8 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ไม่มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน หรือมีผลกระทบเล็กน้อย
2	ปานกลาง	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน และแก้ไขได้ในระยะเวลานั้น
3	สูง	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงาน และต้องใช้เวลาในการแก้ไข
4	สูงมาก	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบโรงงานเป็นบริเวณกว้าง หรือหน่วยงานของรัฐต้องเข้าดำเนินการแก้ไข

หมายเหตุ ผลกระทบต่อชุมชน หมายถึงเหตุรำคาญต่อชุมชน การบาดเจ็บ เจ็บป่วยของประชาชน ความเสียหายต่อทรัพย์สินของชุมชนและประชาชน

ตารางที่ 9 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเล็กน้อย สามารถควบคุมหรือแก้ไขได้
2	ปานกลาง	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมปานกลาง สามารถแก้ไขได้ในระยะเวลานั้น
3	สูง	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรง ต้องใช้เวลาในการแก้ไข
4	สูงมาก	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมรุนแรงมาก ต้องใช้ทรัพยากรและเวลานานในการแก้ไข

หมายเหตุ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม หมายถึง การเสื่อมโทรมและเสียหายของสิ่งแวดล้อม เช่น อากาศ ดิน แหล่งน้ำ เป็นต้น

ตารางที่ 10 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สิน

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ผลกระทบต่อทรัพย์สินน้อยมาก ไม่เสียหายเลย
2	ปานกลาง	ผลกระทบต่อทรัพย์สินปานกลาง และสามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้
3	สูง	ผลกระทบต่อทรัพย์สินมาก และต้องหยุดการผลิตในบางส่วน
4	สูงมาก	ผลกระทบต่อทรัพย์สินมาก และต้องหยุดการผลิตทั้งหมด

หมายเหตุ ความเสียหายของทรัพย์สินในแต่ละระดับโรงงานสามารถกำหนดขึ้นเองตามความเหมาะสมโดยพิจารณาถึงขีดความสามารถของโรงงาน

การจัดระดับความเสี่ยง โดยพิจารณาถึงผลลัพธ์ของระดับโอกาสคูณระดับความรุนแรง ที่มีผลกระทบต่อบุคคล ชุมชน ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม หากผลคูณที่ได้แตกต่างกันให้ใช้ค่าสูงกว่าเป็นผลการประเมินความเสี่ยงในเรื่องนั้นๆ โดยจัดระดับความเสี่ยงเป็น 4 ระดับ ดังในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 การจัดระดับความเสี่ยง

ระดับ	ผลลัพธ์	รายละเอียด	การจัดทำแผนงานการควบคุมความเสี่ยง
1	1 – 2	ความเสี่ยงเล็กน้อย	ไม่ต้องทำแผน
2	3 – 6	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ต้องมีการทบทวนมาตรการควบคุม	แผนงานควบคุมความเสี่ยง
3	8 – 9	ความเสี่ยงสูง ต้องมีการดำเนินงานเพื่อลดความเสี่ยง	แผนงานลดความเสี่ยง แผนงานควบคุมความเสี่ยง
4	12 - 16	ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ต้องหยุดดำเนินการและปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงลงทันที	แผนงานลดความเสี่ยง แผนงานควบคุมความเสี่ยง

6. การบริหารจัดการความเสี่ยง หมายถึง การวางแผนงานลดและแผนงานควบคุมความเสี่ยงนอกจากนั้นควรจะรวมไปถึงการระงับและฟื้นฟูเหตุการณ์ด้วย โดยวิธีการดำเนินการดังนี้

6.1 มาตรการหรือกิจกรรมเพื่อลดความเสี่ยง ได้แก่

มาตรการป้องกันและควบคุมสาเหตุของการเกิดอันตราย

- ลดหรือกำจัดอันตรายด้วยวิธีทางวิศวกรรม เช่น การออกแบบ สร้าง ติดตั้งเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ความปลอดภัย
- กำหนดวิธีการทำงานหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่ถูกต้อง
- กำหนดวิธีการทดสอบ ตรวจสอบ และการซ่อมบำรุง เครื่องจักร อุปกรณ์ และระบบความปลอดภัย
- จัดให้มีการฝึกอบรมแก่ผู้ปฏิบัติงาน
- จัดให้มีการตรวจประเมินความปลอดภัย (Safety Audit)
- การเปลี่ยนแปลงต่างๆ เช่น กระบวนการผลิตวัตถุดิบ และเครื่องจักร เป็นต้น
- การปฏิบัติตามข้อกำหนด (Code of Practice)
- และอื่นๆ

มาตรการระงับและฟื้นฟูเหตุการณ์

- จัดทำและจัดทำให้มีการซ่อมแผนฉุกเฉิน

- จัดให้มีการสอบสวนอุบัติเหตุและอุบัติการณ์
- จัดให้มีแผนฟื้นฟูโรงงาน ชุมชน และสิ่งแวดล้อม

6.2 แผนงานควบคุมความเสี่ยง เป็นแผนงานในการควบคุมและตรวจสอบมาตรการป้องกัน และควบคุมสาเหตุของการเกิดอันตราย ให้รวมถึงมาตรการระงับและฟื้นฟูเหตุการณ์ให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการป้องกัน ลด และควบคุมความเสี่ยง โดยต้องกำหนดผู้รับผิดชอบ หัวข้อที่ต้องการควบคุมเกณฑ์หรือค่ามาตรฐานที่ใช้ควบคุม และผู้ตรวจติดตาม ดังตารางท้ายของระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543

ตัวอย่างอุบัติเหตุของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด

1. เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในประเทศบราซิล

เหตุเกิดเมื่อวันที่ 10 เมษายน 2549 เจ้าของรถนำรถที่ติดตั้งถังก๊าซ LPG 1 ใบ และ ถังก๊าซ CNG 1 ใบ ไปเติมก๊าซ CNG ที่ปั๊มก๊าซ ปรากฏว่า ถังที่ออกแบบสำหรับใช้บรรจุก๊าซ LPG ระเบิด (ที่บราซิลการใช้ LPG ในรถยนต์ผิดกฎหมาย) แต่ถังที่ออกแบบสำหรับใช้ CNG ไม่ได้รับความเสียหายแต่อย่างใด และ ผู้โดยสารที่นั่งตอนท้ายรถไม่ได้รับบาดเจ็บเพราะถัง CNG ช่วยบังแรงระเบิดให้ รายละเอียดตามภาพที่ 13 และ 14



ภาพที่ 13 รถระเบิดที่บราซิล

สาเหตุเกิดจากการใช้อุปกรณ์ผิดวัตถุประสงค์ กล่าวคือ ใช้ถัง LPG เดิมก๊าซ CNG และพบว่า ถังก๊าซ CNG ยังอยู่ในสภาพดี กล่าวคือ เกิดการระเบิด มีรอยปริ รั่ว แต่ไม่เกิดการลุกไหม้ เพราะหาก เชื้อเพลิงที่เดิมเป็น LPG เมื่อเกิดการรั่วซึม ติดไฟ และระเบิดจะรุนแรงกว่ามาก ซึ่งการกระทำดังกล่าว ยังเป็นการผิดกฎหมายของประเทศบราซิลอีกด้วย ซึ่งความดันใช้งานของก๊าซ CNG ประมาณ 20 MPa ดังนั้นหากนำถัง LPG เดิมก๊าซ CNG ถึงจะระเบิดเพราะไม่ได้ออกแบบให้ใช้กับก๊าซที่มีความดันสูง



ภาพที่ 14 ภาพถัง CNG ที่ไม่ระเบิด

ที่มา: บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน) (2549)

2. ไฟไหม้รถปอ.-ผู้โดยสารหนีวุ่น

เมื่อเวลา 08.45 น. วันที่ 25 สิงหาคม 2550 พ.ต.ท.สืบศักดิ์ ภาษะวรรณ สวส.สน.วิภาวดี รับแจ้งเหตุเพลิงไหม้รถโดยสารประจำทางปรับอากาศบนทางด่วนโทลล์เวย์หลักสี่ ด้านหน้าอาคาร จุฑามาศ ถนนวิภาวดีขาเข้า แขวงตลาดบางเขน เขตหลักสี่ กทม. หลังรับแจ้งจึงตรวจสอบยังที่เกิดเหตุพบเจ้าหน้าที่หน่วยกู้ภัยทางด่วนได้ช่วยกันใช้สารเคมีฉีดรถโดยสารประจำทางปรับอากาศ สาย 538 สีฟ้า-ขาว ทะเบียน 12-8055 กทม. เลขข้างรถ 538-1 วิ่งระหว่างอนุสาวรีย์ชัยฯ-ม.ราชมงคล คลอง 6 จ.ปทุมธานี จอดอยู่ที่ขอบทางด้านซ้าย โดยมีผู้โดยสารลงมาจากตัวรถหมดแล้ว พบเพลิง กำลังลุกไหม้จากห้องเครื่องและลุกลามไปถึงห้องโดยสารด้านหน้าทั้งหมด เจ้าหน้าที่ได้ใช้น้ำฉีด ก่อนที่เพลิงจะลุกลามโดยใช้เวลาประมาณ 30 นาทีจึงควบคุมเพลิงไว้ได้ โดยไม่มีผู้ได้รับบาดเจ็บ ระบุใช้ 2 ระบบทั้งน้ำมัน-ก๊าซ CNG

จากการสอบสวนนายคณาญา ทิพย์พันธุ์ อายุ 59 ปี คนขับรถโดยสารคันดังกล่าวให้การว่า ก่อนเกิดเหตุได้ขับรถรับผู้โดยสารออกมาจากอุ้งแหว ม.ราชมงคลคลอง 6 จ.ปทุมธานี เป็นเที่ยวแรก โดยมีผู้โดยสารประมาณ 50 คน ขณะที่ขับขึ้นบนทางโพลล์เวย์หลักสี่ ได้กลิ่นเหม็นไหม้มาจากบริเวณห้องเครื่อง จึงได้ขับรถชิดขอบทางด้านซ้าย ระหว่างนั้นได้มีเพลิงลุกไหม้ออกมาจากห้องเครื่อง ขณะเดียวกันได้ทำการเปิดประตูให้ผู้โดยสารได้ลงจากรถ จากนั้นได้ใช้ถังดับเพลิงทำการฉีด แต่ก็ไม่สามารถควบคุมเพลิงได้ กระทั่งมีเจ้าหน้าที่โพลล์เวย์เข้ามาช่วยเหลือ

นายพนมพรกล่าวต่อว่า รถที่ขับอยู่ใช้เชื้อเพลิง 2 ระบบ คือน้ำมัน และก๊าซ CNG ช่วงที่ขับมานั้นเป็นรถจะใช้เป็นระบบก๊าซ ตนไม่ทราบเหมือนกันว่าเกิดอะไรขึ้น การตรวจเช็คระบบการทำงานของเครื่องยนต์และเชื้อเพลิง ก็เป็นไปตามที่บริษัทกำหนดไว้สำหรับการตรวจซ่อมบำรุงก็ทำอยู่เป็นประจำอยู่แล้ว

พ.ต.ท.สืบศักดิ์ กล่าวว่า จากการตรวจสอบในเบื้องต้นคาดว่าแสงเพลิงเกิดจากมีสิ่งแปลกปลอมเข้าไปอุดตันบริเวณคอท่อไอเสียซึ่งยึดอยู่กับห้องเครื่อง เนื่องจากพบรอยไหม้จนคอท่อไอเสียขาด (หนังสือพิมพ์ข่าวสด, 2550)

3. ไฟไหม้รถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ

สืบเนื่องมาจากเหตุการณ์ที่รถยนต์บรรทุกโมบิลของบริษัท ABC คอนกรีต จำกัด ซึ่งใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) เป็นเชื้อเพลิงร่วมกับน้ำมันดีเซล (ระบบเชื้อเพลิงร่วมดีเซล หรือ Dual Fuel) เกิดเพลิงไหม้ ประมาณวันที่ 20 สิงหาคม 2549 เวลาประมาณ 11.00 น.ขณะเดินทางไปส่งคอนกรีตในหมู่บ้านย่านรังสิต ไฟได้ลุกไหม้ขึ้นภายในหัวถังของรถ พนักงานขับรถจึงกระโดดออกมาจากรถจากการตรวจสอบสภาพรถสันนิษฐานว่าเกิดจากก๊าซเชื้อเพลิง CNG รั่วไหลจากข้อต่อของ Gas mixer และต่อมาก็ตรวจพบว่ารถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จที่ใช้ระบบเชื้อเพลิงแบบเดียวกันอีก 6 คัน ก็มีอาการรั่วไหลของก๊าซเชื้อเพลิงในลักษณะเดียวกัน จึงได้มีการตรวจสอบระบบก๊าซ พบว่าอุปกรณ์และการติดตั้งไม่ได้มาตรฐานและไม่เคยมีการตรวจสอบการรั่วของก๊าซระหว่างการใช้งาน จึงทำให้เกิดเหตุการณ์นี้ขึ้น ดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ภาพรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จไฟไหม้

4. ถังก๊าซระเบิด ภายในปั้มน้ำมันเดิมก๊าซ



ภาพที่ 16 ถังระเบิดขณะเติมก๊าซ

เหตุการณ์ระทึกขวัญรถหัวลาก 10 ล้อ ใช้ก๊าซ CNG เกิดบีมสยองขณะเข้าเติมในปั้มน้ำมัน ตามภาพที่ 16 เกิดขึ้นเมื่อเวลา 00.40 น. วันที่ 31 มี.ค.51 ตำรวจได้รับแจ้งเหตุระเบิดภายในปั้มน้ำมัน ปตท. เลขที่ 168/11 ถนนบางนา-ตราด กม. 29 ฝั่งขาออก หมู่ 4 ต.บางบ่อ อ.บางบ่อ ทำให้มีผู้ได้รับบาดเจ็บหลายรายและมีรถยนต์ได้รับความเสียหายหลายคัน จึงประสานรถดับเพลิง อบต. บางบ่อ และเจ้าหน้าที่ชุดผจญเพลิง อบต.ราชาเทวะ ร่วมเดินทางไปตรวจสอบ สาเหตุเกิดจากใช้ถังที่มี การดัดแปลงถอด Fiber ออก

ที่เกิดเหตุเป็นปั้มน้ำมันขนาดใหญ่ มีทั้งตู้หัวจ่าย น้ำมันและก๊าซธรรมชาติอัด จุดเกิดเหตุอยู่บริเวณตู้ หัวจ่ายก๊าซ CNG พบรถหัวลาก 10 ล้อ ยี่ห้ออีซูซุ สีขาว หมายเลขทะเบียน 84-4156 ชลบุรี สภาพกระจกถูกแรงอัดแตกละเอียด หลังคาบิดเบี้ยว ด้านหลังรถติดตั้งถังก๊าซ CNG ขนาดความยาว 1.2 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 ซม. รวมทั้งหมด 8 ถัง หลุดออกมา 6 ถัง ส่วนอีก 2 ถังกระเด็นไปตกกลางถนนบางนา-ตราด ห่างจากตัวรถประมาณ 100 เมตร สภาพถังบูบู้บี้ แรงระเบิดทำให้หลังคาปั้มน้ำมันพังลงมา รวมทั้งกระจกหน้าร้านเซเว่นอีเลฟเว่น ร้าวเป็นแนวยาว

นอกจากนี้ มีรถยนต์ที่จอดรอคิวเติมน้ำมัน CNG ได้รับความเสียหายอีก 4 คัน ประกอบด้วย 1.รถตู้โดยสารสายบางป่อ-ลำโรง ยี่ห้อโตโยต้า หมายเลขทะเบียน 10-4799 กรุงเทพมหานคร 2.รถตู้โดยสารสายบางป่อ-ลำโรง ยี่ห้อนิสสัน ทะเบียน 10-5047 กรุงเทพมหานคร 3.รถแท็กซี่ โตโยต้า สีชมพู ทะเบียน หน 2982 กรุงเทพมหานคร และ 4.รถกระบะนิสสัน คิงแค็บ สีบรอนซ์เงิน ทะเบียนบน 3828 พิษณุโลก รถส่วนใหญ่ถูกแรงระเบิดกระจกแตกกระจายเกลื่อน เจ้าหน้าที่ได้ฉีดน้ำป้องกัน การฟุ้งกระจายของก๊าซรอบรถหัวลาก ในที่เกิดเหตุยังพบนายกันท์เอนก วีระวรศาสตร์ อายุ 30 ปี อยู่บ้านเลขที่ 96/2 หมู่ 5 ต.บ้านบึง อ.บ้านบึง จ.ชลบุรี คนขับรถหัวลาก ยืนรออยู่ด้วยอาการตื่นตระหนก

ขณะเดียวกัน ทราบว่ามีผู้ได้รับบาดเจ็บ 7 คน ถูกนำส่ง รพ.รวมชัยประชารักษ์ไปแล้ว ทราบชื่อ 1.นายสิลินเดช รัตนพานิชย์สกุล อายุ 32 ปี คนขับรถตู้โดยสารทะเบียน 10-4799 กรุงเทพมหานคร มีอาการหุื้อ 2.นายไพฑูรย์ ดวงคำจันทร์ อายุ 30 ปี คนขับรถตู้ทะเบียน 10-5047 กรุงเทพมหานคร มีอาการหุื้อ 3.น.ส.ทิพวรรณ ศรีรักษา อายุ 24 ปี พนักงานร้านเซเว่นอีเลฟเว่น มีอาการหุื้อ 4.นายสมศักดิ์ สุวรรณมุกข์ อายุ 24 ปี พนักงานร้านเซเว่นอีเลฟเว่น มีอาการหุื้อ 5.นายสาคร จิตรวัฒน์นนท์ อายุ 35 ปี คนขับรถแท็กซี่ มีอาการสาหัส แกว้หูแตกและมีเลือดไหลออกทางหู 2 ข้าง 6.นายวิญญู ฉาบพิมาย อายุ 17 ปี พนักงานปั้มน้ำมัน แกว้หูแตกและมีเลือดไหลออกหู 2 ข้างเช่นกัน และ 7.นายเกรียงศักดิ์ ทับเล็ก อายุ 17 ปี พนักงานปั้มน้ำมัน มีอาการหุื้อ

จากการสอบสวนเบื้องต้นทราบว่า ก่อนเกิดเหตุ นายกันท์เอนกขับรถหัวลากคันดังกล่าวเข้าไปเติมน้ำมัน CNG จากนั้นเดินเข้าไปซื้อของในร้านเซเว่นอีเลฟเว่น ปรากฏว่าระหว่างที่ นายเกรียงศักดิ์ ทับเล็ก เด็กปั้ม เติมน้ำมันไปได้ประมาณ 5 นาที ังบรรจุก๊าซเกิดระเบิดเสียงดังสนั่นหวั่นไหว เป็นเหตุให้หลังคาปั้ม กระจกร้านเซเว่นฯ และรถยนต์ที่จอดรอคิวเติมน้ำมันถูกแรงอัดได้รับความเสียหาย รวมทั้งเสียงระเบิดทำให้มีผู้ได้รับบาดเจ็บแกว้หูแตกและหูอื้อไปตามๆ กัน อย่างไรก็ตามช่วงเกิดเหตุ ก๊าซ CNG ได้ฟุ้งกระจายบนอากาศโดยไม่มีเพลิงลุกไหม้ แต่อย่างไรก็ตาม (หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ, 2551)

5. รถร่วม ขสมก.สาย 99 ระเบิด

ขณะวิ่งระหว่างเทเวศร์-ม.รามคำแหง ที่ใช้ก๊าซ CNG เกิดเครื่องยนต์ ระเบิดบริเวณเชิงสะพานข้ามแยกประตูน้ำ ถนนเพชรบุรี ตัดใหม่ ทำให้ผู้โดยสารเสียชีวิตและบาดเจ็บ เมื่อเวลา 10.30 น. วันที่ 31 มี.ค.51 พ.ต.ท.สมิต นันทน์ถมิตร พงส. (สบ 3) สน.พญาไท พร้อมผู้เชี่ยวชาญจากกองพิสูจน์หลักฐาน เจ้าหน้าที่ตำรวจงานเครื่องตรวจพิสูจน์ บก.จร. ตัวแทนจาก ขสมก. เจ้าหน้าที่จาก ปตท. ตัวแทนบริษัทเจ้าของเครื่องยนต์และบริษัทเจ้าของรถ ร่วมกันตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์รถเมล์คันดังกล่าวที่จอดอยู่หน้า สน.พญาไท ใช้เวลากว่า 2 ชม.

จากนั้น พ.ต.ท.บรรลือ บุญปลูก สว.งานช่างเครื่องตรวจพิสูจน์ กก.5 บก.จร. กล่าวว่า จากการตรวจสอบพบว่า สาเหตุเกิดจากระบบเครื่องยนต์ขัดข้อง ไม่เกี่ยวกับระบบเชื้อเพลิงตามที่ เป็นข่าว ตามหลักการอธิบายได้ว่าเกิดจากระบบล้อยช่วยแรง (ฟรายวินท์) ซึ่งทำด้วยเหล็กหล่อและ หัวหมูที่หล่อครอบระบบเกียร์ คลัตช์ เมื่อมีการใช้งานหนักรอบเครื่องยนต์สูงขึ้น สภาพของล้อยช่วยแรงที่หล่อนั้น เนื้อเหล็กอาจไม่ได้คุณภาพ ทำให้ขอบรอบของล้อยช่วยแรงที่ใช้ยึดจานกดคลัตช์ แตกออกไปกระแทกหัวหมู ส่งผลให้ชิ้นส่วนเหล็กบางชิ้นกระเด็นทะลุฝาครอบเครื่องที่ทำด้วย ไฟเบอร์ (หนังสือพิมพ์เดลินิวส์, 2551)

6. รถเก๋งวอลโว่ระเบิดขณะเติมก๊าซ



ภาพที่ 17 รถเก๋งวอลโว่ระเบิดขณะเติมก๊าซ

รถยนต์วอลโว่ สีเขียว ทะเบียน 5ฐ-9263 กรุงเทพมหานคร ในสภาพยับเยิน หลังเกิดเหตุระเบิดขณะเติมก๊าซ CNG เมื่อวันที่ 20 กันยายน 2547 เวลา 11.30 น. ณ สถานีบริการเชื้อเพลิง กิมจินปิโตรเลียม กิโลเมตรที่ 27 ถ.พหลโยธิน บริเวณหัวจ่ายก๊าซ CNG คู่ที่ 2 โชคดีที่ไม่มีผู้เสียชีวิต มีเพียงนายอดิเรก ภูเจริญเจ้าของรถที่ระเบิด ได้รับบาดเจ็บที่ศีรษะเล็กน้อย จากการตรวจสอบพบว่าอุปกรณ์ที่นำมาใช้ไม่ได้มาตรฐานและไม่ผ่านการตรวจสอบจากหน่วยงานที่ถูกต้องตามกฎหมาย เช่น ใช้ท่อนำก๊าซเป็นท่อทองแดงเชื่อมเข้ากับหัวเติมก๊าซติดตั้งภายในห้องเครื่องยนต์ต่อไปยังถังก๊าซ ซึ่งติดตั้งอยู่ท้ายรถโดยไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์อื่นใด ที่ปลายด้านท้ายของท่อมีการต่อเชื่อมเข้ากับข้อต่อถังก๊าซ ผู้ขับรถไม่มีความรู้ด้านการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดได้ใช้ถังอะเซทิลีนซึ่งคิดว่าจะทนความดันได้มากกว่าถังก๊าซ LPG แต่ความจริงมีความดันใช้งานเพียง 220 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เมื่อนำมาใช้บรรจุก๊าซธรรมชาติอัด ซึ่งมีความดันใช้งานประมาณ 3,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้วจึงระเบิด และโดยปกติปั๊มจะตรวจบัตริเฉพาะสำหรับเติมก๊าซ กรณีนี้เจ้าของโกหกพนักงานเติมเชื้อเพลิงว่าได้สมัครเข้าร่วมเป็นผู้ใช้เชื้อเพลิงกับ ปตท. แล้วแต่ปตท. ออกบัตรให้ไม่ทัน จึงขอเติมเพื่อใช้งานก่อน จึงเกิดเหตุตามภาพที่ 17 (หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ, 2547)

7. รถติดก๊าซชนกันบีบ



ภาพที่ 18 ไฟไหม้รถพ่วง

ไฟไหม้รถพ่วงที่ติดก๊าซ CNG คลอกร่างเมียนั่งมาด้วยเสียชีวิต หลังจากชนเสาไฟฟ้าและรถแทรกเตอร์ที่จอดอยู่ข้างทาง ทำให้ถังก๊าซ CNG ระเบิดไฟไหม้ เสาไฟฟ้าขาดสะบั้น คนที่ร้านก๋วยเตี๋ยวเจ็บระนาว เหตุเกิดเมื่อเวลา 22.40 น. วันที่ 20 ส.ค.51 อ.เมือง จ.นครราชสีมา रिमถนนมิตรภาพ ระหว่าง กม. 245-246 พบรถบรรทุกแทรกเตอร์ ทะเบียน 75-4899 กทม. จอดริมถนน ด้านท้ายรถชนมีไฟลุกท่วม โดยมีรถพ่วง 18 ล้อ ทะเบียน 81-4899 สระบุรี บรรทุกหินเต็มคัน พุ่งชนท้ายจนหน้ารถพังยับมีไฟลุกท่วมลูกโชน เจ้าหน้าที่ระดมฉีดน้ำสะกดใช้เวลาประมาณ 40 นาที สามารถควบคุมเพลิงไว้ได้ ทำให้รถพ่วงเสียหายเกือบทั้งคัน เสาไฟฟ้าถูกชนหักโค่น สายไฟขาดห้อยระโยงระยางร้านก๋วยเตี๋ยวพัง โต๊ะเก้าอี้ล้มระเนระนาด สาเหตุเกิดจากรถพ่วงเสียหลักวิ่งมาด้วยความเร็วสูงชนเสาไฟฟ้าและโถงพุ่งชนร้านก๋วยเตี๋ยว ทำให้ถังก๊าซ CNG กระทบจนอย่างรุนแรงจนระเบิดตามภาพที่ 18 (หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ, 2551)

8. ถังระเบิดขณะเติมก๊าซ

เมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2551 เวลา 11.00 น. เกิดเหตุถังก๊าซ CNG ในรถเมล์สายปากน้ำ - ศรีเอี่ยม ระเบิดขณะกำลังเติมก๊าซอยู่ภายในปั๊ม ปตท. ถนนสุขุมวิทสายเก่า พื้นที่ จ.สมุทรปราการ โดยที่เกิดเหตุเป็นปั๊มก๊าซของ ปตท. สาขาสำโรง ขนาดเล็ก ไม่มีชื่อ ซึ่งเป็นปั๊มเก่าแก่มากมี 2 หัวจ่าย และหลังเกิดเหตุพบว่ารถที่กำลังรอเติมก๊าซอยู่อีก 4 - 5 คัน ได้รับความเสียหายจากแรงระเบิดในครั้งนี้ด้วย

ผู้อยู่ในเหตุการณ์เปิดเผยว่า ขณะที่รถเมล์สายปากน้ำ - ศรีเอี่ยม หมายเลขทะเบียน 10-8030 กรุงเทพมหานคร กำลังเติมก๊าซอยู่ภายในปั๊ม ได้เกิดระเบิดขึ้นภายในตัวรถอย่างรุนแรง 1 ครั้ง ชิ้นส่วนของรถกระเด็นไปทั่วปั๊ม ทำให้คนที่อยู่ในเหตุการณ์ต่างวิ่งหนีกันอย่างอลหม่าน เพื่อเหตุการณ์สงบลงพบว่ารถที่รอเติมก๊าซอยู่ภายในปั๊ม ได้รับความเสียหายรวม 5 คัน ประกอบด้วยรถคันแรก 1 คัน ถูกแรงระเบิดจนพังยับ และรถที่จอดอยู่ด้านข้าง มีรถบุบและกระจกแตกเสียหายรวม 4 คัน และมีเด็กปั๊มได้รับบาดเจ็บจากแรงระเบิดในครั้งนี้ 1 ราย ถูกนำตัวส่งโรงพยาบาลศูนย์รวมแพทย์แล้ว นอกจากนี้ยังพบว่าแรงระเบิดทำให้กระจกของอาคารด้านข้างของปั๊มแตกเสียหายอย่างน้อย 2 - 3 บาน ส่วนสาเหตุน่าจะเกิดจากหลังออกจากโรงงาน ตั้งแต่การขนส่ง / ระหว่างติดตั้ง / หรือระหว่างการใช้งาน 2 เดือนที่ผ่านมา มีการกระทบกระแทกจนทำให้เกิดรอย / ชำรุดบนผิวเนื้อถังถึงถึงระเบิดออกตอนเติมก๊าซ CNG ซึ่งถังได้ผ่านมาตรฐาน ISO 11439 มาจากผู้ผลิต (มติชนออนไลน์, 2551)



ภาพที่ 19 รถเมล์ถึงก๊าซระเบิด

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. คอมพิวเตอร์ Intel Core Duo processor T2050 1.6 GHz 1 ชุด สำหรับรวบรวมข้อมูล การประเมินความเสี่ยง

2. แบบประเมินความเสี่ยงตามระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์ การชี้ป่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543

วิธีการ

ทำการศึกษาข้อมูลจากกรณีศึกษาที่ติดตั้งก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) และประเมินความเสี่ยง รถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด (CNG) โดยใช้วิธีประเมินความเสี่ยงตามประกาศกระทรวง อุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2542) เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงานและระเบียบ กรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้ป่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำ แผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543 ในบ่งชี้อันตรายรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด เพื่อค้นหาอันตรายและกำหนดมาตรการแนวทางป้องกันและแก้ไข โดยมีขั้นตอนการประเมิน ดังนี้

วิธีการและขั้นตอนในการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย

เพื่อให้การจัดทำรายงานการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย เป็นระบบหรือระเบียบที่ชัดเจน จึงขอแบ่งขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

- | | |
|--------------|---|
| ขั้นตอนที่ 1 | จัดตั้งคณะทำงาน |
| ขั้นตอนที่ 2 | จัดทำข้อมูล รายละเอียดการประกอบการ |
| ขั้นตอนที่ 3 | จัดทำบัญชีสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย |
| ขั้นตอนที่ 4 | ชี้ป่งอันตราย |
| ขั้นตอนที่ 5 | การประเมินความเสี่ยง |
| ขั้นตอนที่ 6 | การบริหารจัดการความเสี่ยง |

ขั้นตอนที่ 1 จัดตั้งคณะทำงาน

ได้คัดเลือกคณะทำงานเพื่อร่วมทำการประเมินความเสี่ยงในการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งเป็นกลุ่มคนมาจากหลากหลายสาขา ซึ่งมีความรู้ความชำนาญและประสบการณ์เกี่ยวกับบรรดบรรทุกอนกริต ผสมเสร็จการติดตั้ง การขับรถ การซ่อมและการประเมินความเสี่ยง ร่วมกันจัดทำบัญชีสิ่งที่ เป็นความเสี่ยงและอันตราย การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง แผนงานบริหารจัดการ ความเสี่ยง ซึ่งประกอบด้วย ผู้จัดการฝ่าย วิศวกร เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย ช่างและพนักงานขับรถ จำนวน 12 คน ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 คุณสมบัติคณะทำงาน

ที่	ตำแหน่ง	อายุงาน	ประสบการณ์
1	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ	17 ปี	จบปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ประเภท สามัญ มีความรู้ด้านเครื่องยนต์ คอยควบคุมกำกับ ดูแลงานด้านการติดตั้ง ซ่อมรถและการใช้รถ
2	ผู้จัดการแผนก ปฏิบัติการขนส่ง	14 ปี	จบปริญญาตรี สาขาครุศาสตร์ มีประสบการณ์ใน การควบคุมกำกับดูแลการใช้รถในแต่ละหน่วย ผลิตที่นำรถไปใช้งาน ดูแลพนักงานขับรถบรรทุก อนกริตผสมเสร็จจัดส่งงานให้ลูกค้า
3	วิศวกร	4 ปี	จบปริญญาตรีวิศวกรเครื่องกล มีความรู้ด้าน เครื่องยนต์ กระบวนการปฏิบัติงานทั้งการติดตั้ง และซ่อมรถ ทำหน้าที่ควบคุมการติดตั้ง ตรวจสอบและซ่อมรถ ผ่านการอบรมหลักสูตรที่ กรมพัฒนาฝีมือแรงงานจัดขึ้นเกี่ยวกับการติดตั้ง อุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดกับรถ
4	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย	6 ปี	จบปริญญาตรี สาขาอาชีวอนามัยและความ ปลอดภัย มีความรู้ในด้านการประเมินความเสี่ยง และกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติ อัด

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ที่	ตำแหน่ง	อายุงาน	ประสบการณ์
5	หัวหน้าช่าง	12 ปี	จบวุฒิ ปวส.ช่างยนต์ ทำหน้าที่ติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดและซ่อมรถ ผ่านการอบรมหลักสูตรที่กรมพัฒนาฝีมือแรงงานจัดขึ้นเกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดกับรถ
6	หัวหน้าช่าง	10 ปี	จบวุฒิ ปวส.ช่างยนต์ ทำหน้าที่ติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดและซ่อมรถ ผ่านการอบรมหลักสูตรที่กรมพัฒนาฝีมือแรงงานจัดขึ้นเกี่ยวกับการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดกับรถ
7	ช่างผู้ปฏิบัติงาน	5 ปี	จบวุฒิ ปวส.ช่างยนต์ ทำหน้าที่ติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า และซ่อมระบบไฟฟ้าของรถ
8	ช่างผู้ปฏิบัติงาน	4 ปี	จบวุฒิ ปวส.ช่างยนต์ ทำหน้าที่ติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดและซ่อมรถ
9	ช่างผู้ปฏิบัติงาน	6 ปี	จบวุฒิ ปวส.ช่างยนต์ ทำหน้าที่ติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดและซ่อมรถ
10	พนักงานขับรถบรรทุก คอนกรีตผสมเสร็จ	12 ปี	หัวหน้าชุดขับรถ ทำหน้าที่ขับรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จและควบคุมลูกทิม 5 คนที่ขับรถ ทำการตรวจสอบสภาพรถก่อนใช้งานและซ่อมบำรุงรถเบื้องต้น เคยผ่านการอบรมการขับรถอย่างปลอดภัยและการดูแลสภาพรถจากบริษัทผู้ขายอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด
11	พนักงานขับรถบรรทุก คอนกรีตผสมเสร็จ	7 ปี	ทำหน้าที่ขับรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จที่คัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัด มีการตรวจสอบและซ่อมรถเบื้องต้น
12	พนักงานขับรถบรรทุก คอนกรีตผสมเสร็จ	5 ปี	ทำหน้าที่ขับรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จที่คัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัด มีการตรวจสอบและซ่อมรถเบื้องต้น

ขั้นตอนที่ 2 จัดทำข้อมูล รายละเอียดการประกอบการ

หลังจากจัดตั้งคณะทำงานแล้ว ผู้ทำการวิจัยได้ทำการฝึกอบรมเทคนิคและวิธีการประเมินความเสี่ยงให้คณะทำงานเข้าใจ จากนั้นได้ทำการรวบรวมข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้อง เช่น ข้อมูลทั่วไปของบริษัท แผนที่แสดงที่ตั้ง แผนผังรวมที่แสดงตำแหน่งที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรง ขั้นตอนกระบวนการผลิต จำนวนผู้ปฏิบัติงาน และสถิติอุบัติเหตุ เป็นต้น เพื่อเป็นข้อมูลที่จะช่วยในการชี้บ่งอันตราย ประเมินความเสี่ยงและจัดทำแผนบริหารจัดการความเสี่ยง โดยมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลทั่วไป

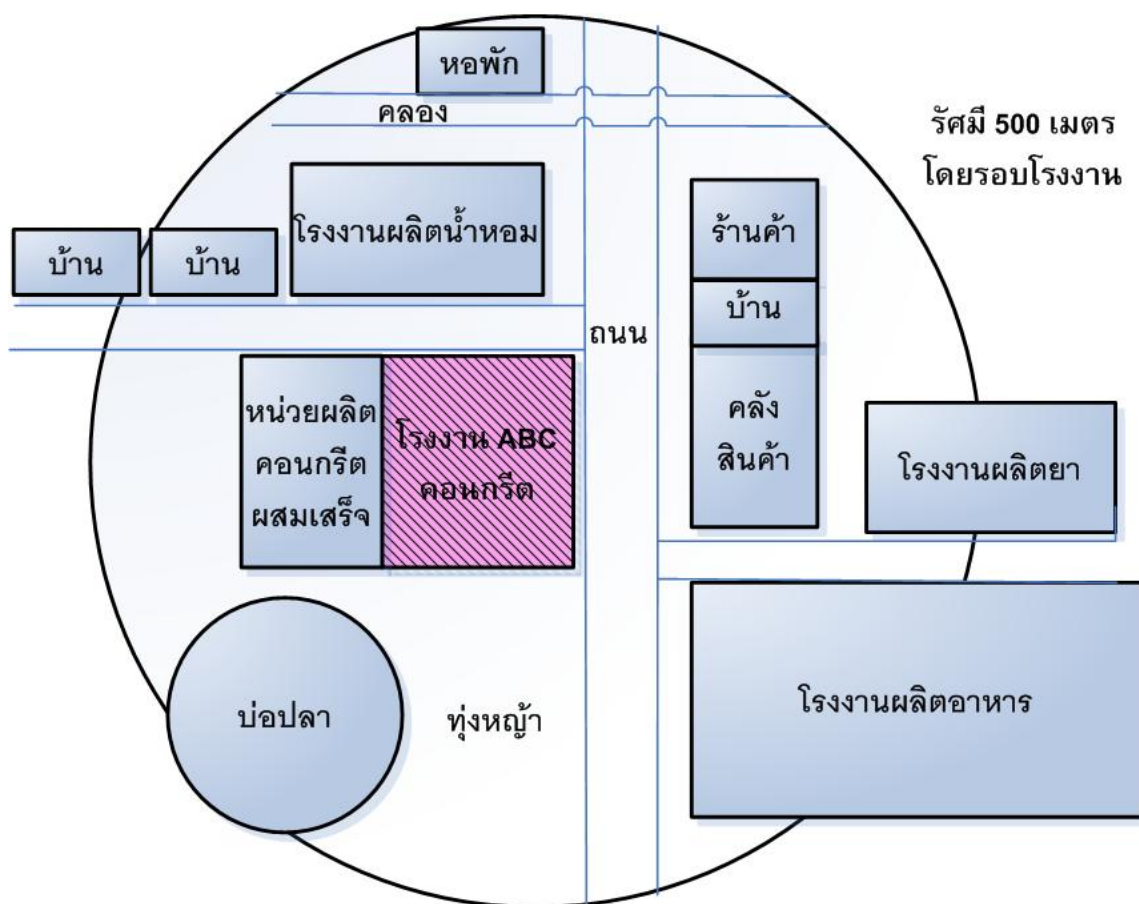
สมมุติให้บริษัทที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ ชื่อบริษัท ABC คอนกรีต จำกัด ตั้งอยู่ในจังหวัด กรุงเทพฯ เป็นโรงงานผลิตคอนกรีตผสมเสร็จ มีรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จที่ถูกดัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัด 100% จำนวน 163 คัน โดยแบ่งเป็นรถ 3 รุ่น คือ 1. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CWM 430 จำนวน 100 คัน 2. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CW 41 จำนวน 40 คัน 3. รถยี่ห้อ ISUZU รุ่น CXZ จำนวน 23 คัน รถทุกคันเป็นเครื่อง 6 สูบ รถแต่ละคันถูกใช้งานมาแล้วประมาณ 10 ปีก่อนถูกดัดแปลงรถจะประจำอยู่ที่หน่วยผลิตประมาณ 10 คัน/หน่วยผลิต ซึ่งกระจายอยู่ทั่วกรุงเทพฯ และปริมณฑล บริษัทมีกำลังผลิตประมาณ 300,000 ลูกบาศก์เมตร / ปี

จำนวนผู้ปฏิบัติงาน และการจัดช่วงเวลาทำงาน

มีพนักงานทั้งหมด 30 คน โดยแบ่งเป็นช่างติดตั้งจำนวน 27 คน หัวหน้าช่าง 2 คนและวิศวกร 1 คน เวลาทำงาน 8 ชั่วโมงต่อวัน โดยเริ่มทำงานตั้งแต่เวลา 8.30 – 17.30 น. แต่ละคนทำงาน 6 วัน/สัปดาห์ เฉลี่ยแล้วแต่ละวันมีพนักงานมาทำงาน 25 คน

ข้อมูลนี้ผู้วิจัยนำไปใช้ในการจัดทำแผนควบคุมภาวะฉุกเฉิน ทำให้สามารถประเมินได้ว่า มีจำนวนพนักงานอยู่ที่คนในโรงงาน ในช่วงเวลาขณะเกิดเหตุ

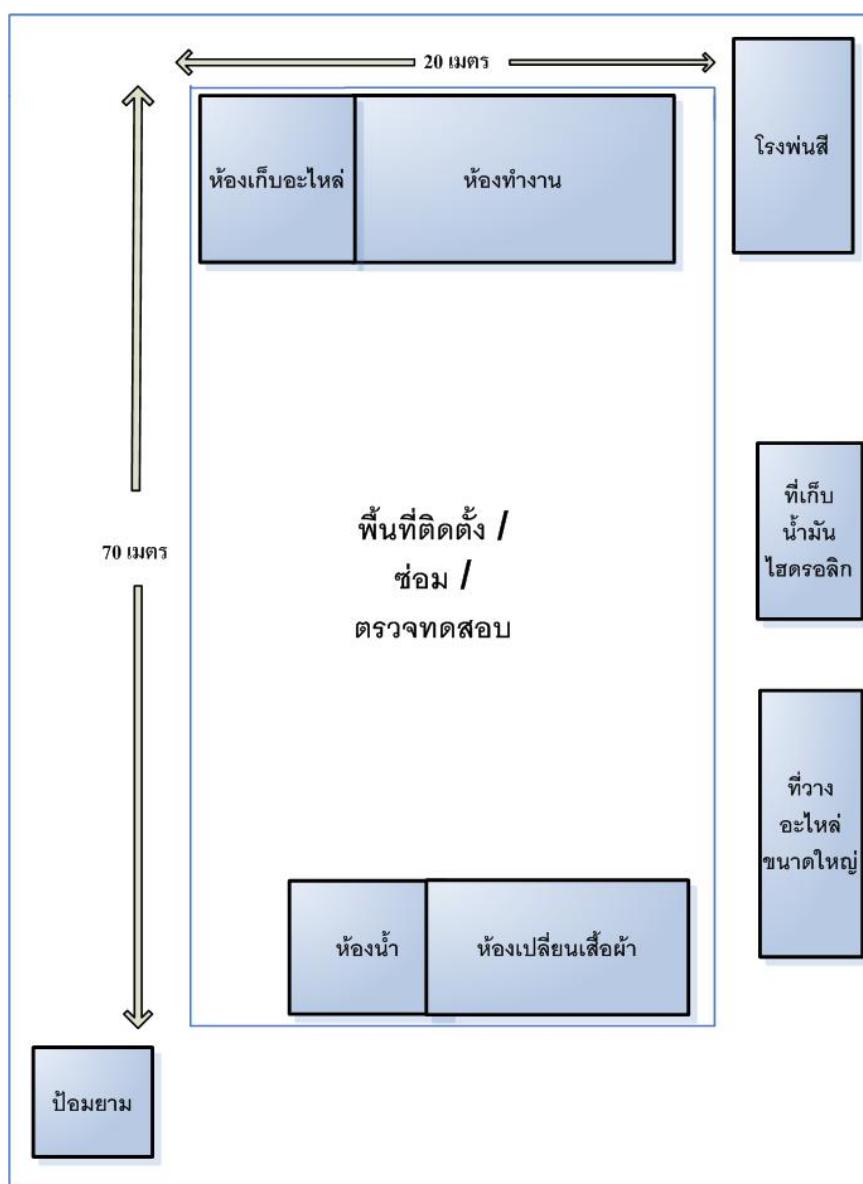
แผนที่แสดงที่ตั้งโรงงาน รวมทั้งสถานที่ต่างๆ ที่อยู่ใกล้เคียงในระยะ 500 เมตร โดยรอบ
 ดังภาพที่ 20



ภาพที่ 20 สภาพพื้นที่โดยรอบโรงงานในรัศมี 500 เมตร

แผนผังแสดงที่ตั้งโรงงานผู้วิจัยใช้ในการจัดทำแผนควบคุมภาวะฉุกเฉิน เพื่อดำเนินการ
สำหรับการจัดเส้นทางจราจร การควบคุมการรั่วไหลของก๊าซ การอพยพชุมชน

แผนผังโรงงาน แสดงตำแหน่งที่ตั้งโรงงาน ดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 แผนผังในโรงงาน

แผนผังโรงงานผู้วิจัยใช้ประโยชน์ ดังนี้ :

- ใช้ในการจัดทำบัญชีสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย

- ใช้ในการวางแผนควบคุมภาวะฉุกเฉิน เพื่อการประเมินสถานการณ์ว่าจะทำให้เกิดการขยายตัวลุกลามไปยังอุปกรณ์อื่นหรือพื้นที่ใกล้เคียงได้หรือไม่

ขั้นตอนการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จ

1. นำรถเข้ามาตรวจเช็คสภาพทั่วไปทั้งหมด และทำความสะอาด

2. ถอดชิ้นส่วนเครื่องยนต์ เพื่อดัดแปลงฝาสูบโดยใช้วิธี

2.1 เจาะฝาสูบเพื่อใส่หัวเทียนและทำเกลียวสำหรับประกอบยึดหัวเทียน

2.2 คว้านหัวลูกสูบเพื่อลดกำลังอัดของห้องเผาไหม้ให้เหลือกำลังอัด (Compression Ratio) จาก 17:1 ให้เหลือประมาณ 11:1

2.3 ขยายช่องระบายความร้อนของอุปกรณ์ปรับความดันก๊าซเพื่อช่วยในการระบายความร้อน

2. ประกอบเครื่องยนต์ที่ได้ดัดแปลงลูกสูบ เพื่อลดกำลังอัดใหม่

3. ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบก๊าซธรรมชาติอัดที่ซื้อมา (NGV KIT)

โดยแต่ละรุ่นมีจุดติดตั้งที่ต่างกัน ดังนี้

1. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CWM 430 ติดตั้งก๊าซและอุปกรณ์ปรับแรงดันด้านซ้ายของรถ

2. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CW 41 ติดตั้งก๊าซด้านขวาของรถและติดอุปกรณ์ปรับแรงดันด้านซ้ายของรถ

3. รถยี่ห้อ ISUZU รุ่น CXZ ติดตั้งก๊าซด้านซ้ายของรถและติดอุปกรณ์ปรับแรงดันด้านขวาของรถ โดยมีลำดับการติดตั้งเป็นไปตามรูปในภาคผนวก ก และ ง

4. ติดตั้งถังก๊าซเข้ากับตัวรถ โดยใช้ถังก๊าซ CNG ประเภทที่ 1 คือเป็นถังเหล็ก ใช้ลิ้นหัวถังชนิดที่มีลิ้นระบายความดันและวัสดุหลอมละลายง่าย (Pressure relieve device using fusible material) ถังมีขนาดความจุ 145 ลิตร(น้ำ) ติดตั้งจำนวน 4 ถังต่อกัน

5. เดินระบบท่อก๊าซและอุปกรณ์ประกอบในส่วนที่เหลือ

6. เติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถึงก๊าซที่รถ

7. ตรวจสอบการรั่วซึมของระบบต่างๆ เช่น น้ำ น้ำมันเครื่อง และก๊าซ

8. ทำการปรับตั้งการจ่ายก๊าซและตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์

9. ทดสอบการทำงานของเครื่องยนต์

10. ให้อัศวกรผู้ตรวจสอบเข้ามาตรวจสอบและออกหนังสือรับรอง

11. นำรถออกมาใช้วิ่ง

12. ตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ใช้งาน

13. ตรวจสอบสภาพใช้งานและซ่อมบำรุงโดยช่าง

ผู้วิจัยใช้ข้อมูลนี้เพื่อใช้ในการจัดทำบัญชีสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย รวมทั้งใช้ในการชี้บ่งอันตราย

สถิติการเกิดอุบัติเหตุ

อุบัติเหตุที่เคยเกิดขึ้นของบริษัท คือ รถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จของบริษัท เคยเกิดเหตุการณ์ ก้าวร้าวออกจากอุปกรณ์ปรับความดันก๊าซขณะขับรถ เป็นเหตุให้เกิดเพลิงไหม้ดังมีรายละเอียดอยู่ใน ขั้นตอนการตรวจสอบเอกสารเรื่องตัวอย่างอุบัติเหตุของรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด ในภาพที่ 15 ส่วนอุบัติเหตุที่เกิดจากการรั่วไหลเล็กน้อยไม่มีการบันทึกไว้ และยังมีอุบัติเหตุที่เคยเกิดทั้งในและต่างประเทศ รายละเอียดอยู่ในขั้นตอนการตรวจสอบเอกสารเรื่องตัวอย่างอุบัติเหตุของรถบรรทุกที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด

สถิติอุบัติเหตุนี้ผู้วิจัยใช้ในการจัดทำบัญชีสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย ใช้ในการชี้บ่งอันตราย เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพิจารณาถึงสาเหตุ โอกาสการเกิดอันตรายและความรุนแรงของอันตราย

ขั้นตอนที่ 3 จัดทำบัญชีสิ่งที่มีความเสี่ยงและอันตราย

บัญชีรายการสิ่งที่มีความเสี่ยงและอันตราย

คณะทำงานได้ร่วมกันจัดทำบัญชีรายการสิ่งที่มีความเสี่ยงและอันตราย ตามรายละเอียดดังตารางที่ 13

โรงงาน :บริษัท ABC คอนกรีต จำกัด.....

วันที่ทำการศึกษา วิเคราะห์ และทบทวนการดำเนินงานในโรงงาน :25 ธันวาคม 2550.....

ตารางที่ 13 บัญชีรายการสิ่งที่มีความเสี่ยงและอันตราย

ข้อ	การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่มีความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
1.	การดัดแปลงเครื่องยนต์	- ไม่มีการตรวจสภาพเครื่องยนต์ เช่น ระบบไฟฟ้า , ท่อไอเสีย ก่อนดัดแปลง - เลือกวิธีการดัดแปลงที่ไม่เหมาะสม ทำให้เครื่องยนต์ทำงานผิดปกติ - คำนวณขนาดการคว้านลูกสูบไม่ได้สัดส่วนที่เหมาะสม ทำให้ได้ค่า Compression Ratio ไม่ได้สัดส่วน	- เมื่อนำไปใช้งาน เครื่องยนต์พังเสียหายเร็ว	- ประเมินความเสี่ยงโดย What If Analysis(1)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
2.	มาตรฐานและการติดตั้ง			
2.1	ถึงก๊าซและอุปกรณ์ประกอบถัง	- ใช้ถังไม่ได้มาตรฐาน - ใช้ถังที่อยู่ในสภาพชำรุดเสียหาย	- ก๊าซรั่วขณะนำไปใช้งานทำให้ 1. สูญเสียปริมาณก๊าซ ทำให้ต้องเติมก๊าซบ่อยขึ้น 2. หากมีประกายไฟขณะก๊าซรั่วทำให้เกิดไฟไหม้ พนักงานขับรถได้รับบาดเจ็บ / รถเสียหาย - ถึงก๊าซระเบิดขณะเติมก๊าซหรือถูกกระแทกทำให้ 1. พนักงานขับรถ/ พนักงานปั๊ม และคนขับรถที่รอต่อคิวเติมก๊าซได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต 2. รถคันที่เกิดเหตุ / รถที่ต่อคิวเติมก๊าซหรือร้านค้า	- ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (1)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
2.2	การติดตั้งถัง	- ถังตกกระแทกพื้นขณะติดตั้ง - ติดตั้งโครงถังไม่แน่นทำให้ถังร่วงกระแทกพื้น - ขนwanaไปใช้งาน	- ถังและอุปกรณ์ประกอบถังเสียหาย - ก๊าซรั่วขณะนำไปใช้งานทำให้ 1. สูญเสียปริมาณก๊าซ ทำให้ต้องเติมก๊าซบ่อยขึ้น 2. หากมีประกายไฟขณะก๊าซรั่วทำให้เกิดไฟไหม้ พนักงานขับรถได้รับบาดเจ็บ / รถเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (2)
2.3	การติดตั้งลิ้นเปิด-ปิดอัตโนมัติ	- ไม่ติดตั้งลิ้นเปิด-ปิดอัตโนมัติ ทำให้ไม่มีระบบตัดก๊าซหากเกิดเหตุก๊าซรั่วไหล - อุปกรณ์ไม่ทำงานเมื่อดับเครื่องยนต์ ทำให้ก๊าซรั่ว	- ขนwanaไปใช้งาน หากเกิดก๊าซรั่วทำให้ 1. สูญเสียปริมาณก๊าซ ทำให้ต้องเติมก๊าซบ่อยขึ้น 2. หากมีประกายไฟขณะก๊าซรั่วทำให้เกิดไฟไหม้ พนักงานขับรถได้รับบาดเจ็บ / รถเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (3)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
2.4	การติดตั้งลิ้นเปิด-ปิดด้วยมือ	- ไม่ติดตั้งลิ้นเปิด-ปิดด้วยมือขณะนำไปใช้งานทำให้ไม่มีอุปกรณ์ที่ช่วยปิดระบบก๊าซที่รั่วออกมาได้ - ติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน	- ไม่สามารถตัดการไหลของก๊าซได้ หากอุปกรณ์ก๊าซ CNG แตก	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (3)
2.5	การติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ (Pressure Regulator)	- อุปกรณ์ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้การปรับแรงดันผิดปกติ - การติดตั้งผิดวิธี ทำให้ไม่สามารถปรับลดความดันก่อนเข้าสู่เครื่องยนต์ได้ - ทำให้มีการระบายก๊าซออกมา	เมื่อนำไปใช้งานเครื่องยนต์ทำงานผิดปกติ	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (3)
2.6	การเดินระบบไฟ	- สายไฟไม่ได้มาตรฐาน ไม่มีระบบป้องกันไฟฟ้ารั่ว เกิดประกายไฟ	- เมื่อนำไปใช้ หากเกิดประกายไฟหากมีก๊าซรั่ว อาจทำให้ไฟไหม้ พนักงานขับรถได้รับบาดเจ็บ / รถเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (3)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
2.7	การติดตั้งท่อนำก๊าซ ประเภทท่อนำก๊าซแบบ ยืดหยุ่น	- อุปกรณ์หรือการติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ ก๊าซรั่วออกมาจากท่อ	- เมื่อนำไปใช้งาน หากเกิด ประกายไฟหากมีก๊าซรั่ว อาจ ทำให้ไฟไหม้ พนักงานขับรถ ได้รับบาดเจ็บ / รอดเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (3)
2.8	การติดตั้งอุปกรณ์ผสม ก๊าซกับอากาศ (gas/air mixer) หรืออุปกรณ์จ่าย ก๊าซเข้าไปยังท่อรวมไอดี หรือห้องเผาไหม้ของ เครื่องยนต์ (gas infector)	- อุปกรณ์ไม่ได้มาตรฐาน - ติดตั้งผิดวิธี ทำให้ก๊าซผสมกับอากาศใน เครื่องยนต์ ในอัตราส่วนที่ไม่เหมาะสม	- เมื่อนำไปใช้เครื่องยนต์ ทำงานผิดปกติ	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (3)
2.9	การติดตั้งอุปกรณ์แสดง ค่าวัดความดันก๊าซ (pressure indicator)	- อุปกรณ์ตรวจวัดความดันเสีย มีก๊าซรั่วได้ - อุปกรณ์ชำรุดเสียหายจากการถูกกระแทก จน จนทำให้ไม่สามารถบอกค่าความดันได้ หรือ อ่านผลผิดพลาด	เมื่อนำไปเติมก๊าซพนักงานเติม ก๊าซเติมไม่ทราบค่าแรงดันที่ แท้จริง อาจเติมก๊าซเกิน อุปกรณ์แสดงค่าวัดความดัน ก๊าซเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (3)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
2.10	การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (electronic control unit)	- อุปกรณ์ทำงานผิดพลาด ทำให้ประมวลผลผิดพลาด - อุปกรณ์ชำรุดเสียหายจากการถูกกระแทก ชน หรือสภาพแวดล้อม ทำให้ประมวลผลผิดพลาด	เมื่อนำไปใช้งานอาจทำให้เร่งเครื่องยนต์หรือเครื่องยนต์ดับ	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (3)
2.11	การติดตั้งท่อนำก๊าซ (fuel line) ประเภทท่อนำก๊าซแบบคงตัว (rigid fuel line) และข้อต่อ (fitting)	- ท่อก๊าซหรือข้อต่อทนแรงดันไม่ได้ ทำให้ก๊าซรั่ว - ติดตั้งไม่แน่น ถูกกระแทก ชน ทำให้สายหลุด ก๊าซรั่วได้	- เมื่อนำไปใช้งาน หากเกิดก๊าซรั่ว ทำให้ 1. สูญเสียปริมาณก๊าซ ทำให้ต้องเติมก๊าซบ่อยขึ้น 2. หากมีประกายไฟขณะก๊าซรั่วทำให้เกิดไฟไหม้ พนักงานขับรถได้รับบาดเจ็บ / รถเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (4)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
2.12	การติดตั้งอุปกรณ์รับเติม ก๊าซ (filling unit or receptacle)	- อุปกรณ์ไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ก๊าซไหล กลับออกมา ขณะเติมก๊าซ - ติดตั้งไม่แน่น ถูกกระแทก ชน ทำให้สาย หลุด ก๊าซรั่วได้	- ขณะนำไปเติมก๊าซ เกิดก๊าซรั่ว และหากมีประกายไฟทำให้เกิด ไฟไหม้เป็นอันตรายต่อ 1. พนักงานขับรถ / พนักงาน เติมก๊าซและคนขับรถคัน ข้างเคียงได้รับบาดเจ็บหรือ เสียชีวิตได้ 2. รถคันที่เกิดเหตุและคัน ข้างเคียงที่จอดรอเติมก๊าซ เสียหาย 3. หัวจ่ายก๊าซของปั๊มเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (5)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
3.	การเติมก๊าซ			
3.1	การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถึงก๊าซที่รถ	- อุปกรณ์และ/หรือการติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน - ไม่มีมาตรฐานการเติมก๊าซ - พนักงานไม่ปฏิบัติตามมาตรฐานการเติมก๊าซ	- ขณะเติมก๊าซ เกิดก๊าซรั่ว และหากมีประกายไฟทำให้เกิดไฟไหม้เป็นอันตรายต่อ 1. พนักงานเติมก๊าซได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้ 2. CNG cylinder pack และตัวรถเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย What If Analysis (2)
3.2	การเติมก๊าซที่ปั๊ม	- อุปกรณ์และ/หรือการติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน	- ขณะนำไปเติมก๊าซ เกิดก๊าซรั่ว และหากมีประกายไฟทำให้เกิดไฟไหม้เป็นอันตรายต่อ 1. พนักงานขับรถ / พนักงานเติมก๊าซและคนขับรถคันข้างเคียงได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้	ประเมินความเสี่ยงโดย What If Analysis (3)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
		2. รถคันที่เกิดเหตุและคันข้างเคียงที่จอดรอเติมก๊าซเสียหาย	
		3. หัวจ่ายก๊าซของปั๊มเสียหาย	
	- ถังระเบิด	- แรงระเบิดทำให้เกิดแรงอัด มีผลกระทบต่อ	
		1. พนักงานขับรถ / พนักงานเติมก๊าซและคนขับรถคันข้างเคียงได้รับบาดเจ็บ แก้วหูแตกหรือเสียชีวิตได้	
		2. รถคันที่เกิดเหตุและคันข้างเคียงที่จอดรอเติมก๊าซเสียหาย	
		3. ปั๊มก๊าซเสียหาย	
		4. ร้านค้าที่อยู่ใกล้เคียงเสียหาย	

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
4.	การตรวจสอบสภาพรถ			
4.1	การตรวจสอบและทดสอบ หลังการติดตั้งครั้งแรก หลังมีการเปลี่ยนแปลง หรือติดตั้งเครื่องอุปกรณ์ และส่วนควบใหม่	- เกิดก๊าซรั่วขณะตรวจสอบและทดสอบ	- สูญเสียก๊าซ - หากมีประกายไฟทำให้เป็น อันตรายต่อ 1. พนักงานที่ตรวจสอบได้รับ บาดเจ็บ 2. รถคันที่เกิดเหตุและคัน ข้างเคียงที่จอดอยู่เสียหาย	ประเมิน ความเสี่ยง โดย Check List (6) และ What If Analysis(4)
4.2	การตรวจสอบสภาพรถโดย ผู้ขับรถ	- เกิดก๊าซรั่วขณะตรวจสอบสภาพรถ - ไม่มีการตรวจการรั่ว ทำให้ก๊าซรั่วเมื่อทำไปใช้ งาน	- สูญเสียก๊าซ - หากมีประกายไฟทำให้เป็น อันตรายต่อ 1. พนักงานที่ตรวจสอบได้รับ บาดเจ็บ 2. รถคันที่เกิดเหตุและคัน ข้างเคียงที่จอดอยู่เสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย Check List (7) และ What If Analysis(5)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
5.	การใช้ก๊าซ CNG ในการเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์			
5.1	การขับรถ	- อุปกรณ์หรือการติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน ทำให้ก๊าซรั่ว - เกิดอุบัติเหตุทำให้ถังและเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบระบบเสียหาย จนก๊าซรั่วไหลออกมา	- ก๊าซรั่วและหากมีประกายไฟทำให้เกิดไฟไหม้เป็นอันตรายต่อ 1. พนักงานขับรถ / คนขับรถคันข้างเคียงหรือคนที่อาศัยอยู่บริเวณริมถนนอาจได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิตได้ 2. รถคันที่เกิดเหตุและคันข้างเคียงเสียหาย 3. ร้านค้าหรืออาคารก่อสร้างที่อยู่ใกล้เคียงเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย Fault Tree Analysis (1) และ What If Analysis(6)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
5.2 การจ่อครด	- เกิดก๊าซรั่วไหลขณะจ่อครด - เกิดระเบิดหากจ่อในที่ที่ไม่มีการถ่ายเทอากาศ	- แรงระเบิดทำให้เกิดแรงอัด มีผลกระทบต่อ 1. พนักงานขับรถและคนขับรถคันข้างเคียงได้รับบาดเจ็บ แก้วหูแตกหรือเสียชีวิตได้ 2. รถคันที่เกิดเหตุและคันข้างเคียงที่จอดเสียหาย 3. ลาดจ่อครดเสียหาย 4. สำนักงานที่อยู่ใกล้เคียงเสียหาย	- ประเมินความเสี่ยงโดย What If Analysis(7)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
6. การซ่อมรถ			
6.1 ซ่อมเพลাপั่นโม	- อุปกรณ์หล่นใส่ถึงหรือท่อก๊าซ ทำให้ก๊าซรั่วขณะทำการยกเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ - ประกายไฟจากการเชื่อมสัมผัสตู้กรอยรั่วของก๊าซ ทำให้ไฟลุกไหม้	- อุปกรณ์ / ถังและท่อก๊าซเสียหาย - ก๊าซรั่วทำให้สูญเสียก๊าซและหากมีประกายไฟทำให้ไฟไหม้พนักงานซ่อมได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต รถและอุปกรณ์ในการซ่อมเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย What If Analysis(8)
6.2 ซ่อมฝาสูบ	- อุปกรณ์หล่นใส่ถึงหรือท่อก๊าซ ทำให้ก๊าซรั่วขณะทำการยกเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ - ประกายไฟจากการเชื่อมสัมผัสตู้กรอยรั่วของก๊าซ ทำให้ไฟลุกไหม้	- อุปกรณ์ / ถังและท่อก๊าซเสียหาย - ก๊าซรั่วทำให้สูญเสียก๊าซและหากมีประกายไฟทำให้ไฟไหม้พนักงานซ่อมได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต รถและอุปกรณ์ในการซ่อมเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย What If Analysis(8)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ	การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
6.3	ซ่อมท่อร่วมไอดี	- อุปกรณ์หล่นใส่ถังหรือท่อก๊าซ ทำให้ก๊าซรั่ว ขณะทำการยกเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ - ประกายไฟจากการเชื่อมสัมผัสตู้กรอยรั่วของ ก๊าซ ทำให้ ไฟลุกไหม้	- อุปกรณ์ / ถังและท่อก๊าซ เสียหาย - ก๊าซรั่วทำให้สูญเสียก๊าซและ หากมีประกายไฟทำให้ไฟไหม้ พนักงานซ่อมได้รับบาดเจ็บ หรือเสียชีวิต รถและอุปกรณ์ในการซ่อมเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย What If Analysis(8)
6.4	เปลี่ยนคัทซีรูด / คัทซีโม	- ถังตกกระแทกพื้นทำให้ถังเสียหาย ขณะทำการ ยกเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ - ประกายไฟจากการเชื่อมสัมผัสตู้กรอยรั่วของ ก๊าซ ทำให้ไฟลุกไหม้	- อุปกรณ์ / ถังและท่อก๊าซ เสียหาย - ก๊าซรั่วทำให้สูญเสียก๊าซและ หากมีประกายไฟทำให้ไฟไหม้ พนักงานซ่อมได้รับบาดเจ็บ หรือเสียชีวิต รถและอุปกรณ์ในการซ่อมเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย What If Analysis(8)

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ข้อ การดำเนินงานและกิจกรรม	สิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น	เครื่องมือป้องกันอันตราย
6.5 ซ่อมโครงถัง	- ถังตกกระแทกพื้นทำให้ถังเสียหาย ขณะทำการยกเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ - ประกายไฟจากการเชื่อมสัมผัสอุปกรณ์รื้อของก๊าซ ทำให้ไฟลุกไหม้	- อุปกรณ์ / ถังและท่อก๊าซเสียหาย - ก๊าซรั่วทำให้สูญเสียก๊าซและหากมีประกายไฟทำให้ไฟไหม้พนักงานซ่อมได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต รถและอุปกรณ์ในการซ่อมเสียหาย	ประเมินความเสี่ยงโดย What If Analysis(9)

ขั้นตอนที่ 4 การชี้บ่งอันตราย

คณะทำงานทำการชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงตามกฎหมายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2542) เรื่อง มาตรการและคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน และระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543 ซึ่งจากข้อมูลกระบวนการปฏิบัติ พบว่าบริษัทมีกิจกรรมในเรื่องของรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จที่ดัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัด ทั้งหมด 6 กระบวนการประกอบด้วย 24 กิจกรรม คณะทำงานจึงได้เลือกเครื่องมือที่จะชี้บ่งอันตรายตามความเหมาะสมที่กฎหมายแนะนำ โดยเลือกมา 3 วิธี คือ

1. วิธี Check List เนื่องจากเป็นวิธีใช้งานได้ง่ายและใช้ได้กับอุปกรณ์ทุกประเภททุกกิจกรรม และยังมีคณะทำงานที่มีความรู้ ความสามารถในการเรื่องเครื่องยนต์และกระบวนการปฏิบัติงานและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง จึงมั่นใจได้ว่าการใช้วิธีนี้จะสามารถครอบคลุมประเด็นสำคัญต่างๆ ได้ โดยใช้ข้อมูลจากกฎหมายเรื่องมาตรฐานอุปกรณ์และการติดตั้ง การตรวจและทดสอบอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเกณฑ์ในการประเมินกิจกรรมเหล่านี้
2. วิธี What If Analysis เนื่องจากเป็นวิธีการชี้บ่งอันตรายที่ใช้งานได้ง่ายและสามารถใช้ได้กับอุปกรณ์ทุกชนิดและกิจกรรมทุกประเภทแล้วยังสามารถใช้ได้กับทุกขั้นตอนการทำงาน เหมาะที่จะนำไปใช้ในขั้นตอนการออกแบบหรือปรับปรุงระบบเก่าที่เคยใช้อยู่ จึงเลือกใช้ในส่วนของการดัดแปลงเครื่องยนต์และการซ่อมรถ โดยอาศัยประสบการณ์และความรู้ความสามารถของคณะทำงานมาตั้งเป็นคำถาม
3. วิธี Fault Tree Analysis เนื่องจากมีข้อมูลอุบัติเหตุที่เคยเกิดขึ้น คือ ไฟไหม้รถ ในกิจกรรมการขับรถ ซึ่งมีสาเหตุที่ซับซ้อนต้องมีการวิเคราะห์รายละเอียดจากหลายสาเหตุอย่างมีระบบต้องมีการแสดงให้เห็นถึงความเกี่ยวข้องของสาเหตุต่างๆ ที่สนับสนุนให้เกิดความบกพร่องขึ้น โดยการหาสาเหตุที่นำไปสู่การเกิดอุบัติเหตุ วิธีนี้จึงเป็นวิธีที่เหมาะสม แต่ได้เลือกใช้วิธี What If Analysis ด้วยเพื่อให้มั่นใจว่ามีการประเมินอันตรายได้ครบถ้วน ครอบคลุม เนื่องจากอาจมีอุบัติเหตุหรืออันตรายที่เคยเกิดขึ้นจากการขับรถ แต่ยังคงมีการบันทึกรายงานอุบัติเหตุหรือไม่เก็บข้อมูลมาก่อนและอาจเกิดอันตรายขึ้นได้ จึงเลือกใช้ทั้ง 2 วิธี

จึงสรุปได้ว่าจากกิจกรรมทั้งหมด 6 กระบวนการ ซึ่งประกอบด้วย 24 กิจกรรม ได้มี
เลือกใช้วิธีชั่งอันตราย ดังนี้

Check List	12	กิจกรรม
Check List และ What If Analysis	2	กิจกรรม
What If Analysis	9	กิจกรรม
Fault Tree Analysis และ What If Analysis	1	กิจกรรม
โดยมีรายละเอียดตามตารางที่ 14		

ตารางที่ 14 การชั่งอันตราย

ลำดับ	กิจกรรม	เครื่องมือชั่งอันตราย
1.	<u>การตัดแปลงเครื่องยนต์</u>	What if Analysis
2.	<u>มาตรฐานและการติดตั้ง</u>	
2.1	ถังก๊าซและอุปกรณ์ประกอบถัง	Check List
2.2	การติดตั้งถัง	Check List
2.3	การติดตั้งลิ้นเปิด-ปิดอัตโนมัติ	Check List
2.4	การติดตั้งลิ้นเปิด-ปิดด้วยมือ	Check List
2.5	การติดตั้งอุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ	Check List
2.6	การเดินระบบไฟ	Check List
2.7	การติดตั้งท่อนำก๊าซ ประเภทท่อนำก๊าซแบบยืดหยุ่น	Check List
2.8	การติดตั้งอุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ	Check List
2.9	การติดตั้งอุปกรณ์แสดงค่าวัดความดันก๊าซ	Check List
2.10	การติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์	Check List
2.11	การติดตั้งท่อนำก๊าซ (fuel line) ประเภทท่อนำก๊าซแบบคง ตัว (rigid fuel line) และข้อต่อ (fitting)	Check List
2.12	การติดตั้งอุปกรณ์รับเติมก๊าซ	Check List
3.	<u>การเติมก๊าซ</u>	
3.1	การเติมก๊าซจาก CNG Cylinder Pack ลงถึงก๊าซที่รถ	What if Analysis
3.2	การเติมก๊าซที่ปั๊ม	What if Analysis

ตารางที่ 14 (ต่อ)

ลำดับ	กิจกรรม	เครื่องมือป้องกันอันตราย
4.	<u>การตรวจสอบสภาพรถและอุปกรณ์ส่วนควบก๊าซธรรมชาติอัด</u>	
4.1	การตรวจและทดสอบ - หลังการติดตั้งครั้งแรก - หลังมีการเปลี่ยนแปลงหรือติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบใหม่	Check List และ What If Analysis
4.2	การตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ขับรถ	Check List และ What If Analysis
5.	<u>การใช้ก๊าซ CNG ในการเผาไหม้เป็นเชื้อเพลิงเครื่องยนต์</u>	
5.1	การขับรถ	Fault Tree Analysis และ What If Analysis
5.2	การจอดรถ	What If Analysis
6.	<u>การซ่อมรถ</u>	
6.1	ซ่อมเพลาน้ำมัน	What If Analysis
6.2	ซ่อมฝาสูบ	What If Analysis
6.3	ซ่อมท่อร่วมไอดี	What If Analysis
6.4	ซ่อมโครงถัง	What If Analysis
6.5	เปลี่ยนคัทซีริด / คัทซีโม	What If Analysis

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินความเสี่ยง

คณะทำงานทำการประเมินความเสี่ยงตามที่อ้างอิงในเนื้อหาส่วนของการตรวจเอกสาร ซึ่งให้มีการประเมินความเสี่ยงตามกฎหมาย แต่สำหรับในส่วนของความรุนแรงที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล แต่ละบริษัทอาจจะรายละเอียดเพิ่มเติมในส่วนของจำนวนวันหยุดงานและราคาทรัพย์สินที่เสียหายแตกต่างกันไป สำหรับบริษัทที่ได้ทำการวิจัยในครั้งได้ระบุเพิ่มเติมในส่วนของความรุนแรงต่อบุคคลโดยเพิ่มรายละเอียดจำนวนวันที่หยุดงานและกระทบต่อทรัพย์สิน ตามความเหมาะสมของบริษัท ซึ่งทางบริษัทจะมีการทบทวนรายละเอียดข้อมูลนี้ทุกๆ 2 ปี โดยทบทวนล่าสุดเมื่อเดือนตุลาคม 2550 เพื่อทบทวนให้เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน ดังมีรายละเอียดในตารางที่ 15 และ ตารางที่ 16 ดังนี้

ตารางที่ 15 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อบุคคลของบริษัท

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	มีการบาดเจ็บเล็กน้อยในระดับปฐมพยาบาล ไม่ถึงขั้นหยุดงาน
2	ปานกลาง	มีการบาดเจ็บที่ต้องได้รับการรักษาทางแพทย์ ถึงขั้นหยุดงานแต่ไม่เกิน 2 วัน
3	สูง	มีการบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยที่รุนแรง ถึงขั้นหยุดงานตั้งแต่ 3 วันขึ้นไป
4	สูงมาก	ถึงขั้นทุพพลภาพหรือเสียชีวิต

ตารางที่ 16 การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สินของบริษัท

ระดับ	ความรุนแรง	รายละเอียด
1	เล็กน้อย	ผลกระทบต่อทรัพย์สิน คิดเป็นเงินมูลค่าไม่เกิน 1,000 บาท
2	ปานกลาง	ผลกระทบต่อทรัพย์สิน คิดเป็นเงินมูลค่า 1,001-10,000 บาท และสามารถดำเนินการผลิตต่อไปได้
3	สูง	ผลกระทบต่อทรัพย์สิน คิดเป็นเงินมูลค่า 10,001-100,000 บาทและต้องหยุดการผลิตในบางส่วน
4	สูงมาก	ผลกระทบต่อทรัพย์สิน คิดเป็นเงินมูลค่ามากกว่า 100,000 บาทและต้องหยุดการผลิตทั้งหมด

หมายเหตุ: บริษัทกำหนดค่าความเสียหายของทรัพย์สินโดยพิจารณาตามความเหมาะสมของบริษัท

จากที่คณะทำงานได้ทำการประเมินความเสี่ยงตามรายละเอียดในภาคผนวก ก พบว่า ในบางกิจกรรมที่คณะทำงานแต่ละคนให้คะแนน โอกาสและความรุนแรงไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงคำนวณผลคะแนน เพื่อเป็นค่าความน่าเชื่อถือตามหลักสถิติจำนวน 2 ค่า คือ

1. ค่าเฉลี่ย (Mean or Arithmetic mean; $\bar{X}$) เป็นค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากคณะทำงานทั้งหมด 12 คน มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \quad \text{โดย } n \text{ คือ จำนวนคณะทำงาน (ตั้งแต่คนที่ } i=1 \text{ ถึง } n=12)$$

X คือ ผลคะแนนที่ได้จากคณะทำงานแต่ละคน

2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation; S.D.) เป็นค่าสถิติที่ใช้ประมาณการกระจายของผลคะแนน ซึ่งได้มาจากการหารากที่สองของค่าความแปรปรวนจากจำนวนคะแนนทำงาน (Sample Variance, S^2) มีสูตรในการคำนวณ ดังนี้

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

ซึ่งรายละเอียดข้อมูลการให้คะแนนโอกาสและความรุนแรงของคะแนนทำงาน อยู่ในภาคผนวก จ

ขั้นตอนที่ 6 การบริหารจัดการความเสี่ยง

การบริหารจัดการความเสี่ยง หมายถึง การวางแผนงานลดและแผนงานควบคุมความเสี่ยง นอกจากนั้นควรจะรวมไปถึงการระงับและฟื้นฟูเหตุการณ์ด้วย โดยวิธีการดำเนินการดังนี้

1. มาตรการหรือกิจกรรมเพื่อลดความเสี่ยง
2. แผนงานควบคุมความเสี่ยง

ซึ่งรายละเอียดของแผนอยู่ในส่วนเนื้อหาของการตรวจเอกสาร ซึ่งเป็นการจัดทำเพื่อให้ความเสี่ยงระดับสูงอยู่ในขั้นที่ยอมรับได้

ผลและวิจารณ์

ผล

จากผลการชี้แจงและประเมินความเสี่ยงของรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จจำนวน 163 คัน โดยคณะทำงานให้มีการให้คะแนนระดับคะแนนโอกาสและความรุนแรง ซึ่งคิดเป็นค่าเฉลี่ยและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละกิจกรรม ตามรายละเอียดในภาคผนวก จ มีผลการประเมินความเสี่ยงตามรายละเอียดในภาคผนวก ก จาก 24 กิจกรรม พบจำนวนรายการความเสี่ยง ดังนี้

วิธี What If Analysis (1) ของกิจกรรม ดัดแปลงเครื่องยนต์ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยง อยู่ 9 รายการ

วิธี Check List (1)-(5) ของกิจกรรม มาตรฐานและการติดตั้ง จาก 29 รายการ พบหัวข้อที่เป็นไปตามเกณฑ์ 24 รายการ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ 5 รายการ

วิธี What If Analysis (2) ของกิจกรรม การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถึงก๊าซที่รถ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 7 รายการ

วิธี What If Analysis (3) ของกิจกรรม การเติมก๊าซที่ปั๊ม พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยง อยู่ 9 รายการ

วิธี Check List (6) ของกิจกรรม การตรวจสอบสภาพรถหลังติดตั้งฯ จาก 6 รายการพบหัวข้อที่เป็นไปตามเกณฑ์ 5 หัวข้อ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ 1 รายการ (ซึ่งมีความเสี่ยงและอันตรายเหมือนกับการใช้วิธี What If Analysis (4))

วิธี What If Analysis (4) ของกิจกรรม การตรวจสอบสภาพรถหลังติดตั้งฯ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 3 รายการ

วิธี Check List (7) ของกิจกรรม การตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ไ้รถ จาก 23 รายการ พบหัวข้อที่เป็นไปตามเกณฑ์ 19 รายการและไม่เป็นไปตามเกณฑ์ 4 รายการ

วิธี What If Analysis (5) ของกิจกรรม การตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ใช้รถ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 4 หัวข้อ(ซึ่งมีความเสี่ยงและอันตรายเหมือนกับการใช้วิธี Check List (7))

วิธี Fault Tree Analysis ของกิจกรรม การขับรถ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 11 รายการ

วิธี What If Analysis (6) ของกิจกรรม การขับรถ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 3 รายการ

วิธี What If Analysis (7) ของกิจกรรม การจอดรถ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 3 รายการ

วิธี What If Analysis (8) ของกิจกรรม การซ่อมเพลาน้ำมัน / ฝาสูบ / ท่อร่วมไอดี / เปลี่ยนคัชชีโม พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 5 รายการ

วิธี What If Analysis (9) ของกิจกรรม การซ่อมโครงถัง พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 3 รายการ

รวมหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงทั้งหมด 62 รายการ ซึ่งสามารถจัดอยู่ในความเสี่ยงระดับต่างๆ ได้ดังนี้

ความเสี่ยงระดับที่ 1 มีจำนวน 11 รายการ

ความเสี่ยงระดับที่ 2 มีจำนวน 32 รายการ

ความเสี่ยงระดับที่ 3 มีจำนวน 17 รายการ

ความเสี่ยงระดับที่ 4 มีจำนวน 2 รายการ ดังตารางที่ 17

และได้จัดทำแผนบริหารจัดการความเสี่ยง ได้แก่ แผนลดความเสี่ยงและแผนควบคุมความเสี่ยง ตามระดับความเสี่ยงต่างๆ ตามรายละเอียดในภาคผนวก ข

ตารางที่ 17 ทะเบียนความเสี่ยง

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
1	4 = ขอมรับไม่ได้	การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถึงก๊าซที่รถ	ใช้หัวจ่ายก๊าซที่ไม่ได้มาตรฐาน (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3.75$, S.D. = 0.45 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.29)	3	7
2	4 = ขอมรับไม่ได้	การติดตั้งลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ	ลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ (automatic valve) ของรถทุกคันไม่สามารถปิดก๊าซ เมื่อเครื่องยนต์ดับ แต่ไม่ได้ปิดสวิทช์ (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39)	2	2
3	3 = สูง	ดัดแปลงเครื่องยนต์	รถทุกคันถูกคว้านลูกสูบจนมีมวลลดลง (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39)	1	1
4	3 = สูง	ดัดแปลงเครื่องยนต์	ช่างไม่มีความรู้ ความชำนาญใน การดัดแปลงเครื่องยนต์ (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45)	1	1

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
5	3 = สูง	การติดตั้งถังก๊าซ	พื้นที่ในการติดตั้งและทดสอบไม่มีการติดป้ายหรือ สัญลักษณ์ที่แสดงว่าเป็นพื้นที่อันตรายเช่น ห้ามก่อประกาย ไฟ ผู้ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องห้ามเข้า เป็นต้นและสามารถ มองเห็นได้ชัดเจน (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45)	2	2
6	3 = สูง	การติดตั้งถังก๊าซ	ช่างติดตั้งที่ผ่านการอบรมหลักสูตรที่กรมธุรกิจพลังงานหรือ หลักสูตรที่กรมพัฒนาฝีมือแรงงานจัดขึ้นหรือหลักสูตรที่ กรมการขนส่งทางบกเห็นชอบ มีเพียง 2 คน (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39)	1	2

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
7	3 = สูง	การเติมน้ำมันจาก CNG cylinder pack ลงถังน้ำมันที่รถ	มีประกายไฟอยู่ใกล้ๆ และมีน้ำมันรั่วไหล (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3.83$, S.D. = 0.39)	3	2
8	3 = สูง	การตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ขับขี่ (โดยวิธี Check List)	รถทุกคันไม่มีการตรวจเช็คเครื่องยนต์ของรถทุกคันในแต่ละเดือน (ผล การประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.29 และความ รุนแรง: $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39)	5	8
9	3 = สูง	การตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ขับขี่ (โดยวิธี Check List)	รถทุกคันไม่มีการตรวจเช็คเครื่องยนต์ สตาร์ทที่ติดถังน้ำมันทุกเดือน (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3$, S.D. = 0 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45)	5	8
10	3 = สูง	การตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ขับขี่ (โดยวิธี Check List)	พนักงานขับรถไม่มีการตรวจเช็คถังน้ำมันเติมน้ำมันทุกเดือน (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3$, S.D. = 0 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45)	5	8

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
11	3 = สูง	การตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ขับขี่ (โดยวิธี Check List)	พนักงานขับรถไม่มีการตรวจสอบสภาพถังก๊าซทุกเดือน (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3$, S.D. = 0 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39)	5	8
12	3 = สูง	ซ่อมเพลาน้ำมัน / ฝาสูบ / ท่อร่วมไอดี / เปลี่ยนคัทซีโม	มีประกายไฟ ขณะซ่อมและมีก๊าซรั่ว (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3.92$, S.D. = 0.29)	4	3
13	3 = สูง	ซ่อมเพลาน้ำมัน / ฝาสูบ / ท่อร่วมไอดี / เปลี่ยนคัทซีโม	ถ้าก๊าซรั่วแล้วลอยไปสะสมอยู่ในหลังคาที่มีลักษณะกักก๊าซและ สัมผัสกับหลอดไฟ (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3.75$, S.D. = 0.45)	4	3
14	3 = สูง	การขับรถ	ข้อต่อตามจุดต่างๆ สั่นสะเทือนจากการวิ่งรถ เกิดการหลวมของ ข้อต่อและมีประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือไฟฟ้า ลัดวงจร (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3$, S.D. = 0 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3$, S.D. = 0)	2,5	8

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
15	3 = สูง	การขับรถ	วาล์วที่หัวรับเติมก๊าซถูกสันสะพานจนกระเด็น ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟ แบตเตอรี่รถ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือท่อไอเสีย (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.75$, S.D. = 0.45 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39)	2 ,5	8
16	3 = สูง	การขับรถ	น็อต สกรูของอุปกรณ์ปรับแรงดันสันสะพานขณะรถวิ่ง คลายตัว ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจากสายไฟฟ้าลัดวงจร / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / ท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์ (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3$, S.D. = 0 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3$, S.D. = 0)	2 ,5	8
17	3 = สูง	การขับรถ	สันหัวถังสันสะพานขณะรถวิ่ง ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจาก ท่อไอเสีย (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.29)	2 ,5	8

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
18	3 = สูง	การขับรถ	การสั้นสะพานขณะรถวิ่ง ทำให้ข้อต่อหลุด / หัวรับเดิมก๊าชหลุด / ท่อก๊าชแตกหรือถึงตกระแทกพื้นและลื่นหัวถึงไม่ทำงาน ทำให้ก๊าชในระบบรั่วออกมาและเจอประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือไฟฟ้าลัดวงจร (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3$, S.D. = 0 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39)	2 ,5	8
19	3 = สูง	การขับรถ	ข้อต่อหลุด / หัวรับเดิมก๊าชหลุด / ถึงตกระแทกพื้นหรือท่อแตก จากอุบัติเหตุรถชนทำให้อุปกรณ์ดังกล่าว ถูกระแทกชน ขณะขับและลื่นหัวถึงไม่ทำงาน ทำให้ก๊าชในระบบรั่วออกมาและเจอประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือไฟฟ้าลัดวงจร (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3$, S.D. = 0)	2 ,6	4

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
20	2 = ขอมรับได้	ตัดแปลงเครื่องยนต์	ช่างไม่เช็คสภาพเครื่องยนต์ก่อนตัดแปลง เช่น ระบบสายไฟ และ ท่อไอเสีย (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39)	-	5
21	2 = ขอมรับได้	ตัดแปลงเครื่องยนต์	ช่างคำนวณอัตราส่วนอัดผิดพลาดทำให้เครื่องยนต์ที่ตัดแปลงแล้ว มีค่าน้อยกว่า 11:1 – 13.1 (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39และ ความรุนแรง: $\bar{X} = 1.75$, S.D. = 0.45)	-	5
22	2 = ขอมรับได้	ตัดแปลงเครื่องยนต์	ช่างคำนวณอัตราส่วนอัดผิดพลาดทำให้เครื่องยนต์ที่ตัดแปลงแล้ว มีค่ามากกว่า 11:1 – 13.1 (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39และ ความรุนแรง: $\bar{X} = 1.75$, S.D. = 0.45)	-	5
23	2 = ขอมรับได้	การติดตั้งถังก๊าซ	รถทุกคันไม่มีเครื่องหมายหรือแผ่นป้ายที่ชี้บ่งผู้ติดตั้งระบบก๊าซ ธรรมชาติอัดตามมาตรฐานนี้ติดไว้ที่ข้างหัวถังทั้ง 2 ข้าง (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39)	-	6

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
24	2 = ขอมรับได้	การขับรด	อัตราการเร่งของรถลดลง เนื่องจากการใช้ก๊าซ CNG (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3$, S.D. = 0 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39)	-	4
25	2 = ขอมรับได้	การขับรด	เบรกรถในระยะกระชั้นชิด แล้วเบรกไม่อยู่ เนื่องจากน้ำหนักของ ถังก๊าซ (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3$, S.D. = 0 และ ความรุนแรง: $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39)	-	4
26	2 = ขอมรับได้	การขับรด	พนักงานขับรดไม่ทราบขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินก๊าซ รั่วไหล (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3$, S.D. = 0 และ ความรุนแรง: $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39)	-	4
27	2 = ขอมรับได้	การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถังก๊าซที่รถ	สายสูบลำของ CNG cylinder pack ทนแรงดันไม่ได้ ถัดขาด (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.92$, S.D. = 0.29 และ ความรุนแรง: $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39)	-	7
28	2 = ขอมรับได้	การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถังก๊าซที่รถ	เกิดไฟฟ้าสถิตขณะถ่ายก๊าซ (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3.83$, S.D. = 0.39)	-	7

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
29	2 = ขอมรับได้	การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถึงก๊าซที่รถ	CNG Cylinder Pack ไหลไปกระแทกกับสิ่งที่อยู่รอบๆ(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45)	-	7
30	2 = ขอมรับได้	การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถึงก๊าซที่รถ	หัวจ่ายก๊าซกระแทกหลุด(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45)	-	7
31	2 = ขอมรับได้	การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถึงก๊าซที่รถ	ใช้ถังก๊าซที่ CNG Cylinder Pack ที่มีรอยร้าว(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.75$, S.D. = 0.45 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.75$, S.D. = 0.45)	-	7
32	2 = ขอมรับได้	การตรวจสอบสภาพรถ (จากการใช้วิธี Check List)	บางครั้งไม่มีการตรวจและทดสอบ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39)	-	8
33	2 = ขอมรับได้	ซ่อมเพลาน้ำมัน / ฝาสูบ / ท่อร่วมไอดี / เปลี่ยนคัทซีไม้	รถไหลทำให้ถังก๊าซที่มีรอยร้าวอยู่ ถูกกระแทก(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.29)	-	9

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
34	2 = ขอมรับได้	ซ่อมเพลาปั่น โม / ฝาสูบ / ท่อร่วมไอดี / เปลี่ยนค้ำซีโม	ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ถอดออก เช่น ถังน้ำ ฝาสูบ หรือท่อร่วมไอดี ตกใส่อุปกรณ์และส่วนควบก๊าซแตก(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39)	-	10
35	2 = ขอมรับได้	ซ่อมเพลาปั่น โม / ฝาสูบ / ท่อร่วมไอดี / เปลี่ยนค้ำซีโม	ขณะช่างถอดอุปกรณ์ต่างๆ ออกจากรถ ไปกระแทก โคนน็อตทำให้น็อตหลวม(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2$, S.D. = 0)	-	10
36	2 = ขอมรับได้	ซ่อมโครงถัง	ถังร่วงขณะถอดโครงถังออก(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1$, S.D. = 0 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39)	-	10
37	2 = ขอมรับได้	ซ่อมโครงถัง	ไม่ได้ปีควาล้ำหัวถังก่อนซ่อม(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3$, S.D. = 0)	-	10
38	2 = ขอมรับได้	ซ่อมโครงถัง	ช่างเชื่อมโครงถัง โดยไม่ถอดออกมาเชื่อมด้านนอกและมีก๊าซรั่ว (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.29 และ ความรุนแรง: $\bar{X} = 4$, S.D. = 0)	-	10

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
39	2 = ขอมรับได้	การเติมก๊าซที่ปั๊ม	หัวรับเติมก๊าซทนแรงดันก๊าซไม่ได้(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45)	-	8 ,11
40	2 = ขอมรับได้	การเติมก๊าซที่ปั๊ม	ใช้ถังไม่ได้มาตรฐานหรือใช้ถังชำรุด เช่น เกยถูกไฟไหม้ มีรอย บุบ ล้นหัวถังเอียง ถังมีการตัดแปลง เป็นต้น(ผลการประเมิน ระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3.92$, S.D. = 0.29)	-	8 ,11
41	2 = ขอมรับได้	การเติมก๊าซที่ปั๊ม	มีประกายไฟใกล้ๆ และมีก๊าซรั่วจากรถ(ผลการประเมินโอกาส : $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3.83$, S.D. = 0.39)	-	8 ,11
42	2 = ขอมรับได้	การเติมก๊าซที่ปั๊ม	สายถูกกระแทกหลุด(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.17$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45)	-	8 ,11

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
43	2 = ขอมรับได้	การขับรด	ข้อต่อตามจุดต่างๆ ไม่สามารถทนสภาพการใช้งานได้ เกิดการ หลวมของข้อต่อและมีประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูง หรือไฟฟ้าลัดวงจร (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.92)	-	6
44	2 = ขอมรับได้	การขับรด	วาล์วที่หัวรับเติมก๊าซมีหีน ทรายเข้าไปติดอยู่ ทำให้ก๊าซรั่วและมี ประกายไฟจากแบตเตอรี่รถ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือท่อไอเสีย (ผลการประเมินระดับโอกาส: $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39 และ ความรุนแรง: $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45)	-	8
45	2 = ขอมรับได้	การขับรด	วาล์วที่หัวรับเติมก๊าซไม่สามารถทนสภาพการใช้งานได้ ทำให้ เกิดก๊าซรั่วและมีประกายไฟ แบตเตอรี่รถ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูง หรือท่อไอเสีย (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3$, S.D. = 0)	-	6

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
46	2 = ขอมรับได้	การขับรถ	น้ำมัน สกรูของอุปกรณ์ปรับแรงดันไม่สามารถทนสภาพการใช้งาน ได้หลายตัว ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจากสายไฟฟ้าลัดวงจร / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / ท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์(ผลการ ประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3$, S.D. = 0 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45)	-	6
47	2 = ขอมรับได้	การขับรถ	ลิ้นหัวถังทนสภาพการใช้งานไม่ได้ ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟ จาก ท่อไอเสีย (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.83$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 2.92$, S.D. = 0.29)	-	6
48	2 = ขอมรับได้	การจอดรถ	เกิดอุบัติเหตุมีรถมาชนรถติดก๊าซ CNG ที่จอดอยู่(ผลการประเมิน ระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3.83$, S.D. = 0.39)	-	4
49	2 = ขอมรับได้	การจอดรถ	เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบก๊าซธรรมชาติหลวมมีก๊าซรั่วออกมา (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 3$, S.D. = 0 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.29)	-	8
50	2 = ขอมรับได้	การจอดรถ	อาคารจอดรถปิดมิดชิดขณะก๊าซรั่วออกจากเครื่องอุปกรณ์และ ส่วนควบก๊าซธรรมชาติ(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} =$ 1.08 , S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 3.83$, S.D. = 0.39)	-	4

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
51	1 = เล็กน้อย	ตัดแปลงเครื่องยนต์	ช่วงไม่ขยายขนาดของหม้อน้ำและตัดแปลงรูน้ำในเครื่องยนต์(ผล การประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.75$, S.D. = 0.4)	-	-
52	1 = เล็กน้อย	ตัดแปลงเครื่องยนต์	ช่วงใช้บ่าวาล์วไอเสียที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล(ผลการประเมิน ระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.17$, S.D. = 0.39)	-	-
53	1 = เล็กน้อย	ตัดแปลงเครื่องยนต์	ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของลูกเบี้ยว(ผลการประเมินระดับ โอกาส : $\bar{X} = 1.17$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.75$, S.D. = 0.45)	-	-
54	1 = เล็กน้อย	ตัดแปลงเครื่องยนต์	ไม่มีการตัดแปลงระบบป้อนอากาศที่ทำให้ความปั่นป่วนในห้อง เผาไหม้ลดลง(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.17$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.75$, S.D. = 0.45)	-	-

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
55	1 = เล็กน้อย	การติดตั้งหัวรับเติมก๊าซ	พบว่ามีการทุกครั้งที่บริเวณใกล้เคียง หัวรับเติมก๊าซ ไม่มีข้อมูลเหล่านี้ แสดงอยู่อย่างถาวรว่าชนิดของเชื้อเพลิง (เช่น "CNG" เพื่อแสดง ว่าใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด)(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.92$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.29)	-	-
56	1 = เล็กน้อย	การเติมก๊าซที่ปั๊ม	หัวรับก๊าซอุดตัน(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.25$, S.D. = 0.45 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.17$, S.D. = 0.39)	-	-
57	1 = เล็กน้อย	การเติมก๊าซที่ปั๊ม	ปั๊มจ่ายแรงดันเข้าถึงก๊าซมากกว่า 20 เมกาปาสกาล(ผลการ ประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1$, S.D. = 0 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39)	-	-
58	1 = เล็กน้อย	การเติมก๊าซที่ปั๊ม	ปั๊มจ่ายแรงดันเข้าถึงก๊าซน้อยเกินกว่า 20 เมกาปาสกาล(ผลการ ประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.29 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.08$, S.D. = 0.29)	-	-
59	1 = เล็กน้อย	การเติมก๊าซที่ปั๊ม	พนักงานเติมก๊าซผิดชนิดเป็น LPG (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 2.75$, S.D. = 0.45 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.17$, S.D. = 0.39)	-	-

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ที่	ระดับความเสี่ยง	กิจกรรม	สถานการณ์ / ความล้มเหลว	แผนบริหารจัดการความเสี่ยง	
				แผนลด ความเสี่ยงที่	แผนควบคุม ความเสี่ยงที่
60	1 = เล็กน้อย	การเติมก๊าซที่ปั๊ม	ไฟฟ้าดับ (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.17$, S.D. = 0.39)		
61	1 = เล็กน้อย	การตรวจสอบสภาพรถหลังติดตั้งฯ	คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบและทดสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของ กรมการขนส่งทางบก(ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.17$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39)	-	-
62	1 = เล็กน้อย	การตรวจสอบสภาพรถหลังติดตั้งฯ	สถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์การตรวจและทดสอบไม่เป็นไปตาม เกณฑ์ของกรมการขนส่งทางบก (ผลการประเมินระดับโอกาส : $\bar{X} = 1.17$, S.D. = 0.39 และความรุนแรง: $\bar{X} = 1.83$, S.D. = 0.39)	-	-

วิจารณ์

จากผลการวิจัยที่ได้นี้พบว่ายังมีกิจกรรมที่มีความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้อยู่ 2 รายการและความเสี่ยงระดับสูงอยู่ถึง 17 รายการ ซึ่งเกิดจากทางบริษัทต้องรีบเร่งที่จะติดตั้งก๊าซ CNG กับรถบริษัท เนื่องจากราคาน้ำมันที่สูงขึ้นประกอบการทางรัฐบาลสนับสนุนในเรื่องนี้ ซึ่งในการติดตั้งครั้งแรก บริษัทให้บริษัทภายนอกติดตั้งก๊าซ CNG ให้กับรถ โดยคิดแบบเลือกใช้สองระบบ แต่เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้ขึ้นซึ่งสาเหตุเกิดจากทั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติและการติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน จนเกิดความเสียหาย บริษัทจึงเริ่มต้นตัวกับเหตุการณ์ในครั้งนั้นและเริ่มให้ความสำคัญเรื่องความปลอดภัยมากขึ้น ได้มีการศึกษาข้อมูลทั้งเรื่องมาตรฐานอุปกรณ์และการติดตั้ง จนกระทั่งเห็นว่า มีหน่วยงานศูนย์ซ่อมบำรุงรถที่น่าจะมีศักยภาพในการติดตั้งเองได้ จึงได้เริ่มมีการติดตั้งเองโดยช่างภายในบริษัท แต่ก็ยังปฏิบัติด้วยความรีบเร่ง เนื่องจากรถมีจำนวนทั้งหมด 300 คัน ต้องเร่งติดตั้งให้เสร็จตามเป้าหมายที่กำหนด ซึ่งช่างที่ได้ผ่านการอบรมการติดตั้งมีเพียง 2 คน ช่างส่วนใหญ่ยังคงปฏิบัติงานตามความรู้ที่ได้รับถ่ายทอดกันมาและจากประสบการณ์การซ่อมรถบรรทุกทั่วไป จึงยังไม่มีความรู้ ความสามารถในการติดตั้งมากพอ บางเรื่องเป็นการลองผิดลองถูกและค่อยมีการปรับเปลี่ยนเมื่อเกิดเหตุผิดปกติขึ้นแล้ว และพนักงานยังไม่มีความรู้ความตระหนักในเรื่องอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ทำให้ยังพบกิจกรรมที่มีความเสี่ยงสูงและความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้อยู่

จากการวิจัยในครั้งนี้ทำให้รับทราบกิจกรรมที่เสี่ยงระดับต่างๆ และนำมาจัดทำแผนบริหารจัดการความเสี่ยง เพื่อให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อทางบริษัทที่จะใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติต่อไป

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากผลการประเมินความเสี่ยงของรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จที่ดัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัด จำนวน 163 คัน โดยคณะทำงานได้ทำการประเมินความเสี่ยงตามกฎหมายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2542) เรื่อง มาตรการและคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน และระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543 ซึ่งประเมินจากกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับรถทั้งหมด 6 กระบวนการ แบ่งได้เป็น 24 กิจกรรม โดยเลือกเครื่องมือการชี้บ่งอันตรายตามความเหมาะสมที่กฎหมายกำหนดมา 3 วิธี คือ 1. Check List 2. What If Analysis 3. Fault Tree Analysis ซึ่งมีบางกิจกรรม ได้แก่ การตรวจสอบสภาพรถ จะใช้ทั้งวิธี Check List และ What If Analysis เพื่อตรวจสอบว่าได้ระดับความเสี่ยงเหมือนกันหรือไม่ พบว่าระดับความเสี่ยงที่เท่ากัน แต่สำหรับกิจกรรมการขับรถ ได้นำวิธี What If Analysis มาใช้ร่วมกับวิธี Fault Tree Analysis และพบว่ามียารายการความเสี่ยงที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากยังมีอุบัติเหตุที่เกิดนอกจากเหตุไฟไหม้รถที่ไม่มีการรายงานหรือขาดการบันทึกข้อมูล แต่พนักงานขับรถซึ่งเป็นคณะทำงานเคยประสบมาก่อน จึงทำให้ผลประเมินที่ได้ครบถ้วนมากขึ้น

คณะทำงานให้มีการให้คะแนนระดับคะแนนโอกาสและความรุนแรง โดยนำคะแนนที่ได้จากค่าเฉลี่ยมาใช้เป็นตัวแทนและคิดค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานตามรายละเอียดในภาคผนวก จ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.29 – 0.45

ผลการประเมินความเสี่ยง ทั้ง 24 กิจกรรม พบว่าแต่ละกิจกรรมมีผล ดังนี้

- วิธี What If Analysis ที่ 1 ของกิจกรรม ดัดแปลงเครื่องยนต์ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยง อยู่ 9 รายการ

- วิธี Check List ที่ 1-5 ของกิจกรรม มาตรฐานและการติดตั้ง จาก 29 รายการ พบหัวข้อที่เป็นไปตามเกณฑ์ 24 รายการ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ 5 รายการ

- วิธี What If Analysis ที่ 2 ของกิจกรรม การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถังก๊าซที่รถ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 7 รายการ
- วิธี What If Analysis ที่ 3 ของกิจกรรม การเติมก๊าซที่ปั๊ม พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 9 รายการ
- วิธี Check List ที่ 6 ของกิจกรรม การตรวจสอบสภาพรถหลังติดตั้งฯ จาก 6 รายการพบหัวข้อที่เป็นไปตามเกณฑ์ 5 รายการ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ 1 รายการ (ซึ่งมีความเสี่ยงและอันตรายเหมือนกับการใช้วิธี What If Analysis)
- วิธี What If Analysis ที่ 4 ของกิจกรรม การตรวจสอบสภาพรถหลังติดตั้งฯ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 3 รายการ
- วิธี Check List ที่ 7 ของกิจกรรม การตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ใช้รถ จาก 23 รายการพบหัวข้อที่เป็นไปตามเกณฑ์ 19 รายการ และไม่เป็นไปตามเกณฑ์ 4 รายการ
- วิธี What If Analysis ที่ 5 ของกิจกรรม การตรวจสอบสภาพโดยผู้ใช้รถ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 4 รายการ (ซึ่งมีความเสี่ยงและอันตรายเหมือนกับการใช้วิธี Check List)
- วิธี Fault Tree Analysis ของกิจกรรม การขับรถ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 11 รายการ
- วิธี What If Analysis ที่ 6 ของกิจกรรม การขับรถ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 3 รายการ
- วิธี What If Analysis ที่ 7 ของกิจกรรม การจอดรถ พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 3 รายการ
- วิธี What If Analysis ที่ 8 ของกิจกรรม การซ่อมเพลาน้ำมัน / ฝาสูบ / ท่อร่วมไอดี / เปลี่ยนคัทซีโม พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 5 รายการ
- วิธี What If Analysis ที่ 9 ของกิจกรรม การซ่อมโครงถัง พบหัวข้อที่เป็นความเสี่ยงอยู่ 3 รายการ

สรุปได้ว่าบริษัทพบความเสี่ยงทั้งหมด 62 รายการ ซึ่งสามารถจัดอยู่ในความเสี่ยงระดับต่างๆ ได้ ดังนี้

ความเสี่ยงระดับที่ 1 มีจำนวน 11 รายการ
 ความเสี่ยงระดับที่ 2 มีจำนวน 32 รายการ
 ความเสี่ยงระดับที่ 3 มีจำนวน 17 รายการ
 ความเสี่ยงระดับที่ 4 มีจำนวน 2 รายการ

ซึ่งคณะทำงานได้นำมาจัดทำแผนบริหารจัดการความเสี่ยง ได้แก่ แผนลดความเสี่ยงและแผนควบคุมความเสี่ยง โดยรายละเอียดในภาคผนวก ข

พบว่า มี 2 กิจกรรมที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ คือ

1. การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถึงก๊าซที่รถหลังติดตั้งครั้งแรก พบว่ามีการใช้ท่อนำก๊าซที่ดัดแปลงมาเป็นหัวจ่ายก๊าซ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI/NGV1 หรือ ISO 7241 อาจทำให้เกิดก๊าซรั่วมาจากอุปกรณ์ขณะเติมก๊าซได้ โดยคณะทำงานได้ร่วมกันจัดทำแผนลดความเสี่ยงที่ 3 และแผนควบคุมความเสี่ยงที่ 7 ตามรายละเอียดในภาคผนวก ข
2. การติดตั้งลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติไม่สามารถปิดก๊าซเมื่อเครื่องยนต์ดับได้ แต่ยังไม่ได้ปิดสวิทช์ซึ่งไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ISO 15500 ที่ระบุให้ระบบควบคุมมีการปิดก๊าซ เมื่อเครื่องยนต์ดับถึงแม้ว่าสวิทช์กุญแจจะเปิดอยู่ก็ตาม โดยคณะทำงานได้ร่วมกันจัดทำแผนลดความเสี่ยงที่ 2 และแผนควบคุมความเสี่ยงที่ 2 ตามรายละเอียดในภาคผนวก ข

นอกจากนี้ยังพบข้อจำกัดในการทำวิจัยในครั้งนี้ คือ

1. สถิติเล็กน้อยบางข้อไม่มี เช่น การขับรดแล้วก๊าซรั่ว รถไหลชนหรือแซงไม่พ้นเนื่องจากอัตราเร่งรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัด เป็นต้น จึงทำให้การประเมินโอกาสและความรุนแรงจากคณะทำงานต้องทำการคำนวณค่าการเบี่ยงเบนมาตรฐานออกมาเป็นตัวแทนในการวิจัยครั้งนี้

2. กิจกรรมการตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ใช้ สำหรับรถบรรทุกแต่ละประเภทอาจต้องมีการปรับระยะเวลาการตรวจตามชนิดและประเภทของรถ สำหรับรถบรรทุกคอนกรีตผสมเสร็จที่ได้ทำการวิจัยนี้ มีลักษณะหมุน เคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา ซึ่งต้องมีการเก็บข้อมูลระยะเวลาตรวจสอบการรั่วที่เหมาะสมเพิ่มเติม

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยนี้สามารถนำไปปรับใช้กับรถบรรทุกที่ดัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัดได้ ซึ่งมีข้อเสนอแนะบางประการที่จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่ทำการศึกษาเพิ่มเติมต่อไป ดังนี้

1. ขาดข้อมูลการบันทึกและสถิติการเกิดอุบัติเหตุ เช่น ระยะเวลาที่เครื่องยนต์เสียหายจากการคว้านลูกสูบ การรั่วไหลของก๊าซขณะขับ อุบัติเหตุที่มีผลมาจากการน้ำหนักของถังก๊าซหรือรถไหลขณะขึ้นสะพานเนื่องจากการใช้ก๊าซ CNG เป็นต้น

2. การออกแบบโครงสร้างหลังคาบริเวณสถานที่ติดตั้ง ช่อม , ทดสอบและอาคารจอดรถ ไม่ให้เกิดการสะสมของก๊าซ และมีระบบระบายอากาศที่ดี เช่น ติดตัวระบายอากาศไว้ที่หลังคา การออกแบบหลังให้มีลักษณะที่ไม่สะสมก๊าซโดยไม่ควรมีลักษณะเป็นโดม การเลือกใช้โคมไฟที่ขาวลงมาจากเพดานหลังคา และเป็นชนิดที่กันประกายไฟได้ เป็นต้น เพื่อช่วยลดโอกาสเกิด การสะสมของก๊าซ และไฟไหม้ หากมีการรั่วไหลของก๊าซขณะปฏิบัติงานได้

3. การออกแบบสถานการณ์ หรือจำลองเหตุการณ์เกิดเหตุ เพื่อจัดแนวทางในการอพยพ ซึ่งจากการศึกษาจะพบว่า กรณีที่เกิดการระเบิดจะส่งผลกระทบรุนแรง ดังนั้นการป้องกันไม่ให้เกิดปัจจัยเสี่ยงต่อการระเบิดจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก จึงควรมีการกำหนดแนวทางในการอพยพ

4. การกำหนดสถานที่จอดรถ เช่น ในตึกสำนักงานหรือห้างสรรพสินค้า ควรแยกสถานที่ติดตั้งก๊าซธรรมชาติอัดให้อยู่ในอาคารที่เปิดโล่งหรือมีระบบระบายอากาศที่ดี ไม่ทำให้เกิดการสะสมของก๊าซหากรั่วไหล

5. การจัดทำแผนการขับรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดให้กับพนักงานขับรถควรถูกจัดทำขึ้น เนื่องจากระบบการทำงานของเครื่องยนต์และอันตรายที่เกิดขึ้นแตกต่างจากการใช้รถที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิง และนำมาฝึกอบรมให้พนักงานขับรถมีความรู้ความเข้าใจ เพื่อช่วยลดอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นได้

6. ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเรื่องคุณภาพของก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย ซึ่งมีสัดส่วนประกอบที่แตกต่างจากประเทศอื่น อาจมีผลต่อการทำงานของเครื่องยนต์รถที่ดัดแปลงมาใช้ก๊าซธรรมชาติอัดได้

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรมการขนส่งทางบก. 2550ก. ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดมาตรฐานเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550. ม.ป.ท.
- _____. 2550ข. ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ เงื่อนไข และระยะเวลาการตรวจและทดสอบและการออกแบบหนังสือรับรองการตรวจและทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550. ม.ป.ท.
- _____. 2550ค. ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ เงื่อนไขในการให้ความเห็นชอบและการยกเลิกการให้ความเห็นชอบการเป็นผู้ตรวจและทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550. ม.ป.ท.
- _____. 2550ง. ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ เงื่อนไขในการให้ความเห็นชอบและการยกเลิกการให้ความเห็นชอบการเป็นผู้ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550. ม.ป.ท.
- _____. 2550จ. ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการติดตั้ง และการออกหนังสือรับรองการติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550. ม.ป.ท.
- _____. 2550ฉ. ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดลักษณะของเครื่องหมาย และวิธีการติดหรือแสดงเครื่องหมายแสดงการใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงของรถตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก พ.ศ.2550. ม.ป.ท.

กรมการขนส่งทางบก. 2551ก. ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการให้ความเห็นชอบและการยกเลิกการให้ความเห็นชอบการเป็นผู้ตรวจและทดสอบเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2551. ม.ป.ท.

_____. 2551ข. ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขการให้ความเห็นชอบและการยกเลิกการให้ความเห็นชอบการเป็นผู้ติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิงตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2551. ม.ป.ท.

กรมการขนส่งทางบก สำนักกระบวนกรขนส่งทางบก กลุ่มวิชาการและวางแผน ฝ่ายสถิติ. 2551. จำนวนรถจำแนกตามชนิดเชื้อเพลิง. สถิติต่างๆ. แหล่งที่มา: http://www.dlt.go.th/statistics_web/statistics.html, 3 ตุลาคม 2551.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. 2542. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2542) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน. ม.ป.ท.

_____. 2543. ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้ป่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ.2543. ม.ป.ท.

กระทรวงคมนาคม. 2522. กฎกระทรวง ฉบับที่ 20 (พ.ศ.2525) ออกตามความในพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ.2522. ม.ป.ท.

_____. 2550ก. กฎกระทรวง กำหนดเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของรถที่ใช้ในการขนส่งที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง พ.ศ.2550. ม.ป.ท.

_____. 2550ข. กฎกระทรวง กำหนดส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ของรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอัดเป็นเชื้อเพลิง พ.ศ.2550. ม.ป.ท.

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2542. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 (พ.ศ.2542) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน. ม.ป.ท.

_____. 2549. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3600 (พ.ศ.2549) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ถึงบรรจุก๊าซ-ถังทนความดันสูงสำหรับบรรจุก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับพาหนะรถยนต์. มอก. 2311-2549.

_____. 2550ก. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3686 (พ.ศ.2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย. มอก. 2333 เล่ม1-2550.

_____. 2550ข. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3687 (พ.ศ.2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบบการใช้ก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในยานยนต์เล่ม 2 วิธีทดสอบ. มอก. 2333 เล่ม2-2550.

_____. 2550ค. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3724 (พ.ศ.2550) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ.2511 เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ยานยนต์ที่ใช้บนถนน- ส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ระบบเชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด. มอก. 2325

จินดา เจริญพรพาณิชย์. 2549. รู้ลึก รู้จริง ก่อนตัดสินใจใช้แก๊ส. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.

บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน). 2549. ความรู้ทางด้านเทคนิคสำหรับยานยนต์ NGV. สัมมนา "ความรู้ทางธุรกิจก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์". แหล่งที่มา: <http://www.ptt>, 1 ตุลาคม 2550.

- บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน). 2549. **ปตท. ชี้แจงข้อเท็จจริงกรณีถังก๊าซ LPG ในรถยนต์ระเบิดที่ประเทศบราซิล**. ข่าวสารจาก NGV. แหล่งที่มา: http://hq-web-s01.pttplc.com/backup/th/ptt_print.asp?page=ps_pr_fu_ga_ng_01_detail&id=36, 1 ตุลาคม 2550.
- มติชน. 2551. **ระทึกเมล์เมล์"เอ็นจีวี"บีบขณะเติมก๊าซ ถังฉีกและ ปตท.มึนยังไม่รู้สาเหตุ แต่ยันถังได้มาตรฐาน**. มติชนออนไลน์. แหล่งที่มา: http://www.matichon.co.th/news_detail.php?newsid=1218211887&grpId=01&catid=04, 8 สิงหาคม 2551.
- วิชัย พงษ์ธาราธิกุล. 2550. **การประเมินความเสี่ยงในสถานประกอบการ**. (เอกสารประกอบการบรรยาย). มหาวิทยาลัยมหิดล, กรุงเทพฯ.
- สงกรานต์ สี่มา. 2550. **เปลี่ยนใจใช้แก๊ส ภูเก็ตคนใช้เครื่องบิน**. พิมพ์ครั้งที่ 1. บริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2530. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมภาชนะบรรจุก๊าซทนความดันแบบไม่มีตะเข็บ**. มอก.359-2530.
- _____. 2531. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการใช้และการซ่อมบำรุงภาชนะบรรจุก๊าซทนความดัน**. มอก.358-2531.
- โสภณ ดีสมศักดิ์. 2545. **การศึกษาลักษณะเฉพาะของเครื่องยนต์ NGV ที่เหมาะสมกับก๊าซธรรมชาติของประเทศไทย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- หนังสือพิมพ์ข่าวสด. 2550. **ไฟไหม้รถโดยสารปอ.. หนังสือพิมพ์ข่าวสด 2550 (12 พฤศจิกายน 2550): 1.**
- หนังสือพิมพ์เดลินิวส์. 2551. **รถร่วมขสมก.สาย99 ระเบิด. หนังสือพิมพ์เดลินิวส์ 2551 (30 มีนาคม 2551): 1.**

หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ. 2547. รถแก๊วอลโว่ระเบิดขณะเติมแก๊ซ. หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ
2547 (20 กันยายน 2547): 1.

_____. 2551ก. รถติดแก๊ซชนกันบีบ. หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ 2551 (21 สิงหาคม 2551): 1.

_____. 2551ข. ถังแก๊ซระเบิดในปั๊ม. หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ 2551 (1 เมษายน 2551): 1.

สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน, บริษัท ปตท.จำกัด (มหาชน), วิชาการ.คอม. 2550. ก่อนเป็น
NGV คือแก๊ซธรรมชาติ. หน้าหลัก. แหล่งที่มา: [http://www.eppo.go.th/ngv/
welcome.htm](http://www.eppo.go.th/ngv/welcome.htm), 1 ตุลาคม 2550.

Crowl, D.A. and J.F. Louvar. 2002. **Chemical Process Safety**. 2nd ed. Prentice Hall PTR,
New Jersey.

IANGV. 2007. **NGV by Region**. Natural Gas Vehicle Statistic. Available Source:
www.iang.org/stas/NGV_Statistic.htm, October 1, 2008.

Louvar, J.F. and B.D. Louvar. 1998. **Health and Environmental Risk Analysis**. Prentice Hall
PTR, New Jersey.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

การชี้ป่งอันตรายและประเมินความเสี่ยง

ตารางผนวกที่ ก1 การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 1

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมดัดแปลงเครื่องยนต์.....

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา เมื่อนำรถไปใช้งาน	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1. ช่างไม่มีความรู้ ความชำนาญ ในการดัดแปลงเครื่องยนต์	เครื่องยนต์มีอาการผิดปกติและพังเร็ว	ส่งพนักงานอบรมเรื่องการดัดแปลงเครื่องยนต์ 2 คน	ควรส่งช่างติดตั้งเครื่องยนต์ทั้งหมดไปอบรมการดัดแปลงเครื่องยนต์	3	3	9	3
2. ช่างไม่เช็คสภาพเครื่องยนต์ก่อนดัดแปลง เช่น ระบบสายไฟ และท่อไอเสีย	- ไฟฟ้าช็อต - ท่อไอเสียรั่วใส่อุปกรณ์และส่วนควบก๊าซ	เช็คสภาพเครื่องยนต์ก่อนดัดแปลงและบันทึกผลทุกครั้ง หากพบอาการผิดปกติจะทำการปรับปรุงซ่อมแซมก่อน	-	2	3	6	2
3. ลูกสูบลูกคว้านจนมีมวลลดลง	การถ่วงดุลของลูกสูบและข้อเหวี่ยงไม่สมดุล ทำให้สั่นสะเทือนเพิ่มขึ้น จนลูกสูบชำรุดได้ง่าย	-	ควรทำลูกสูบใหม่ให้มีมวลเท่าเดิม แต่มีห้องเผาไหม้ขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อให้ได้ค่าอัตราส่วนลดลงตามที่ต้องการ	3	3	9	3

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา เมื่อนำรถไปใช้งาน	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
4. ข้างคำนวณอัตราส่วนอัด ผิดพลาดทำให้เครื่องยนต์ที่ ดัดแปลงแล้วมีค่าน้อยกว่า 11:1 – 13.1	ความร้อนเกินทำให้ฝาสูบแตก / ลูกสูบไหม้	มีการคำนวณขนาดการ คว้านลูกสูบ โดยวิศวกร ผู้ดูแลการติดตั้ง	-	2	2	4	2
5. ข้างคำนวณอัตราส่วนอัด ผิดพลาดทำให้เครื่องยนต์ที่ ดัดแปลงแล้วมีค่ามากกว่า 11:1 – 13.1	เผาไหม้ไม่สมบูรณ์ / เครื่องกำลัง ตก / เร่งไม่ขึ้น / หัวเทียนบอด บ่อย	มีการคำนวณขนาดการ คว้านลูกสูบ โดยวิศวกร ผู้ดูแลการติดตั้ง	-	2	2	4	2
6. ข้างไม่ขยายขนาดของหม้อน้ำ และดัดแปลงรูน้ำในเครื่องยนต์	ความร้อนเกินทำให้ฝาสูบแตก / ลูกสูบไหม้	มีการขยายขนาดของหม้อ น้ำและขยายรูน้ำใน เครื่องยนต์	-	1	2	2	1

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา เมื่อนำรถไปใช้งาน	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
7. ช่างใช้บ่าวาล์วไอเสียที่ใช้กับ เครื่องยนต์ดีเซล	บ่าวาล์วไอเสียสึกหรอเร็ว	เลือกใช้บ่าวาล์วไอเสียที่ทำ ด้วยวัสดุที่แข็งแรงขึ้น เนื่องจากอุณหภูมิที่ท่อไอ เสียของรถที่ใช้ก๊าซ ธรรมชาติจะสูงกว่ารถที่ใช้ น้ำมันดีเซล	-	1	2	2	1
8. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของ ลูกเบี้ยว	สูญเสียไอดีและเชื้อเพลิงไปโดย เปล่าประโยชน์	ทำการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง ของเพลาลูกเบี้ยว เพื่อช่วย ลด	-	1	2	2	1

ตารางผนวกที่ ก1 (ต่อ)

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา เมื่อนำรถไปใช้งาน	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
9. ไม่มีการดัดแปลงระบบป้อน อากาศที่ทำให้ความปั่นป่วนใน ห้องเผาไหม้ลดลง	สูญเสียพลังงานในการทำให้เกิด ความปั่นป่วนในห้องเผาไหม้ไป โดยเปล่าประโยชน์	ดัดแปลงแก้ไขรูปร่างเชิง เรขาคณิตของท่อนำไอดีที่ คำนวณแล้วว่าจะไม่ทำให้ ระยะทางการไหลของ ส่วนผสมและขนาดของ ช่องทางไหลแตกต่างกันไป จากเดิม ออกแบบหลุมห้องเผาไหม้ ให้เกิดความปั่นป่วนใน ระดับพอสมควร	-	1	2	2	1

มาตรฐานถังก๊าซและอุปกรณ์ประกอบถัง Check List (1)

ตารางผนวกที่ ก2 แบบตรวจมาตรฐานถังก๊าซและอุปกรณ์ที่ติดมากับถัง

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 11439)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
ถังก๊าซ					
1	ถังก๊าซชนิดทนความดันในการใช้งานสูงสุดไม่น้อยกว่า 20 เมกาปาสกาล (MPa)เป็นไปตามมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้ หรือไม่ - มอก.2311 - ISO 11439 - ECE R 110 - ANSI/CSA NGV 2	ให้ระบุประเภทถึง		ต้องมีหนังสือรับรองมาตรฐานจากผู้ประกอบการ ที่สามารถรับรองมาตรฐานได้และกรมการขนส่งทางบกเชื่อถือ	- ขอดูเลขเบอร์ที่ถังให้ตรงกับหนังสือรับรองฯ
2	ผลทดสอบความล้าถึงไม่แตกแบบระเบิดก่อนการรั่วหรือไม่			ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน	
3	มีการทดสอบสามารถทนแรงดันได้ไม่น้อยกว่า 450 บาร์			ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน	
4	ถังที่เสริมแรงด้วยเส้นใย (ประเภทที่ 2 3 และ 4 ตาม ISO 11439) สามารถป้องกันรังสีเหนือม่วงได้			ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน	
5	ถังถูกออกแบบให้ป้องกันอันตรายจากไฟไหม้ด้วยอุปกรณ์ระบายความดันที่ใช้ด้วยกันได้อย่างเหมาะสม โดยการทดสอบถึง หรือไม่			ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน	
6	มีการตรวจสอบและการทดสอบการออกแบบ หรือไม่			ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน	
7	มีการทดสอบแบบไม่ทำลายถังบรรจุก๊าซทุกถังที่ผลิต หรือไม่			ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน	
8	มีการทดสอบตัวอย่างถังแบบทำลายในแต่ละรุ่นของการผลิต หรือไม่			ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน	
9	ระบุอายุการใช้งานที่ผู้ผลิตออกแบบหรือไม่			ดูข้างถังก๊าซให้ตรงกับหนังสือรับรองมาตรฐาน	

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 11439)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
10	มีอายุการใช้งานออกแบบที่เกินจากที่ใช้จริง สามารถเติมก๊าซได้ในอัตราปีละ 1,000 ครั้ง อย่างน้อย 15,000 ครั้ง แต่มีอายุไม่เกิน 20 ปี โดยไม่มีการแตกรั่วไหลของก๊าซหรือไม่			ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน
11	ไม่ใช่ถังที่ เครื่องหมายประจำถังลบเลือนจนอ่านไม่ออก มีการแก้ไขโดยไม่ถูกต้อง หรือมีข้อความไม่ถูกต้องตามมาตรฐานใช่หรือไม่			ดูจากข้างถัง เห็นเครื่องหมายประจำถังชัดเจน
12	ไม่ใช่ถังที่เคยถูกไฟไหม้มาก่อนใช่หรือไม่			สภาพถังต้องไม่มีร่องรอยไหม้และไม่มีประวัติการรายงานอุบัติเหตุไฟไหม้จากรถ
13	ไม่ใช่ถังที่มีรอยร้าว ชีม รอยร้าว หรือบวมใช่หรือไม่			สภาพถังเรียบ ต้องไม่มีรอยร้าว ชีม รอยร้าว หรือบวมเลยแม้แต่จุดเดียว
14	ไม่ใช่ถังที่มีรอยลึก รอยขาด รอยบุคซิด รอยเซาะลึกตั้งแต่ 0.25 มม. ขึ้นไปใช่หรือไม่			ต้องไม่มีรอยที่ลึกเท่ากับหรือมากกว่า 0.25 มม. อยู่เลยแม้แต่รอยเดียว
15	ไม่ใช่ถังที่มีรอยบุบเว้าลึกตั้งแต่ 1.6 มม. ขึ้นไป หรือเส้นผ่าศูนย์กลางหรือความยาวสูงสุดของรอยบุบเว้ามากกว่า 50 มม. ใช่หรือไม่			ต้องไม่พบรอยที่เว้าลึกเท่ากับหรือมากกว่า 1.6 มม. อยู่เลยแม้แต่รอยเดียว
16	ไม่ใช่ถังที่มีรอยผุกร่อนทั่วไปลึกตั้งแต่ร้อยละ 1.5 ของความหนาเดิม หรือเป็นพื้นที่ตั้งแต่ร้อยละ 25 ของพื้นที่ผิวของถังขึ้นไปใช่หรือไม่			ต้องไม่พบรอยผุกร่อนทั่วไปลึกเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 1.5 ของความหนาเดิม หรือเป็นพื้นที่เท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 25 ของพื้นที่ผิวของถังขึ้นไป

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 11439)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
17	ไม่ใช่ถังที่มีรอยผุกร่อนเป็นแนวยาวตั้งแต่ 100 มม. หรือความลึกตั้งแต่ร้อยละ 10 ของความหนาถึงเดิมขึ้นไปใช่หรือไม่			ต้องไม่มีรอยผุกร่อนเป็นแนวยาวเท่ากับหรือมากกว่า 100 มม. หรือความลึกเท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ 10 ของความหนาถึงเดิมขึ้นไป
18	ไม่ใช่ถังที่บิดเบี้ยวไม่ได้รูปทรงใช่หรือไม่			ต้องไม่มีถังที่บิดเบี้ยวไม่ได้รูปทรง
19	ไม่ใช่ถังที่ลิ้นหัวถังเอียงจนเห็นได้ชัด หรือเมื่อขันเกลียวแน่นแล้วก๊าซยังรั่วอยู่ใช่หรือไม่			ลิ้นหัวถังต้องตั้งตรง ไม่เอียง
20	ไม่ใช่ถังที่มีการดัดแปลงหรือต่อเติมถังใช่หรือไม่			ต้องไม่พบร่องรอยการดัดแปลงหรือต่อเติมถัง
21	ไม่ใช่ถังที่อุปกรณ์ระบายความดันเสียหายหรือเสียรูป หรือไม่ตรงตามที่ผู้ผลิตกำหนดใช่หรือไม่			อุปกรณ์ระบายความดันต้องอยู่ในสภาพดี
อุปกรณ์ที่ติดมากับถังทุกใบ				
22	มีลิ้นหัวถังและอุปกรณ์นิรภัยป้องกันความดันเกินที่หัวถังหรือไม่			ดูรายละเอียดในเอกสารของผู้ผลิตถึงว่ามีหรือไม่และกำหนดให้ใช้ลิ้นหัวถังและอุปกรณ์นิรภัยชนิดใด
23	ลิ้นหัวถังต้องผ่านการทดสอบ bonfire test ร่วมกับถังก๊าซ และมีการระบุในเอกสารรับรองมาตรฐานถึงก๊าซว่าลิ้นหัวถังรุ่นนี้ใช้ร่วมกับถังรุ่นที่ใช้ได้			ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน
24	มีลิ้นป้องกันการไหลเกิน (excess flow valve) ติดตั้งเข้ากับลิ้นหัวถังหรือไม่			มีเอกสารจากผู้ผลิตตั้งว่าการติดตั้งลิ้นป้องกันการไหลเกินกับลิ้นหัวถังเพราะไม่สามารถมองด้วยตาเปล่าหรือถอดออกมาดูได้

ตารางผนวกที่ ก2 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 11439)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
25	อุปกรณ์ที่ติดมากับถังเป็นไปตาม มาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่งหรือไม่ - มอก.2325 - ISO 15500 - ECE R 110			ดูจากหนังสือรับรอง มาตรฐาน
26	ลิ้นหัวถัง มีกลอุปกรณ์นิรภัยแบบระบายชนิดที่มี 1. ฝาครอบประทุ (burst disc) และ วัสดุหลอมละลายง่ายหรือ 2. มีลิ้นระบายความดันและวัสดุ หลอมละลายง่าย (Pressure relieve device us fusible material) เพื่อป้องกันถังระเบิด เนื่อง อุณหภูมิเกินหรือไม่			มอก.2325 หรือ ISO 15500 หรือ ECE R 110 โดยขอ หนังสือรับรองมาตรฐาน ต้องเป็นวัสดุที่หลอมละลาย ได้ เช่น ตะกั่ว จะละลายที่ 110 องศาเซลเซียส
27	ลิ้นหัวถังที่เปิดปิดด้วยมือ (manual valve) สามารถทนความดันการใช้งานสูงสุด ของก๊าซได้หรือไม่			มอก.2325 หรือ ISO 15500 หรือ ECE R 110 โดยขอ หนังสือรับรองมาตรฐาน ทนความดันได้มากกว่าหรือ เท่ากับ 20.68 เมกาปาสกาล
28	อุปกรณ์ระบายความดัน (pressure relief device – PRD)			มอก.2325 หรือ ISO 15500 หรือ ECE R 110 โดยขอ หนังสือรับรองมาตรฐาน
29	ลิ้นป้องกันการไหลเกิน (excess flow valve)			มอก.2325 หรือ ISO 15500 หรือ ECE R 110 โดยขอ หนังสือรับรองมาตรฐาน

การติดตั้งถัง Check List (2)

ตารางผนวกที่ ก3 แบบตรวจการติดตั้งถัง

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบเป็นผู้ ติดตั้งฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No	
1.	คุณสมบัติผู้ติดตั้ง			
1.1	ผู้ติดตั้งมีหนังสือให้ความเห็นชอบจาก กรมการขนส่งให้เป็นผู้ติดตั้งได้หรือไม่	สำหรับ การ ติดตั้ง กับ เครื่องย นต์ที่ใช้ ก๊าซ ธรรมชาติ		ผู้ติดตั้งต้องมีหนังสือให้ ความเห็นชอบจากกรมการ ขนส่งให้ เป็นผู้ติดตั้งและคู่มือ หาคายู
1.2	มีวุฒิการศึกษาระดับ ปวช. ขึ้นไปหรือเทียบ หรือไม่ในสาขาช่างยนต์ ช่างกลโรงงาน หรือที่เกี่ยวข้องกับ การติดตั้ง หรือไม่			ทุกคนต้องมีวุฒิการศึกษา ตามที่กำหนด
1.3	ผ่านการฝึกอบรมหลักสูตรที่เกี่ยวข้อง กับการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด หรือไม่			ต้องผ่านการอบรม ได้แก่ - หลักสูตรที่กรมธุรกิจพลังงาน จัดขึ้น - หลักสูตรที่กรมพัฒนาฝีมือ แรงงานจัดขึ้นหรือ - หลักสูตรที่กรมการขนส่ง ทางบกเห็นชอบ
2.	สถานที่ที่ใช้ติดตั้ง			
2.1	พื้นราบสะดวกและปลอดภัย ขนาดไม่น้อยกว่า 40 ตารางเมตร ความกว้างไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร หรือไม่			- สถานที่ต้องตรงกับที่ระบุใน หนังสือรับรองการติดตั้ง - สภาพพื้นต้องมีความมั่นคง และแข็งแรง ไม่ลาดเอียง

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบเป็นผู้ ติดตั้งฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
2.1	มีการแสดงแผนผังการติดตั้งก๊าซ ธรรมชาติอัดโดยระบุตำแหน่งที่ติดตั้ง ในรถหรือไม่			ต้องมีแผนผังการติดตั้งก๊าซ ธรรมชาติอัดโดยระบุตำแหน่ง ที่ติดตั้งในจุดที่เห็นชัดเจน
2.2	กำหนดพื้นที่อันตรายและติดป้ายเตือนหรือไม่			มีการติดป้ายหรือสัญลักษณ์ ที่แสดงว่าเป็นพื้นที่อันตราย เช่น ห้ามก่อประกายไฟ ผู้ ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องห้ามเข้า เป็นต้นและสามารถมองเห็น ได้ชัดเจน
2.3	มีเครื่องยกหรือบ่อที่ใช้สำหรับ ปฏิบัติงานใต้ท้องรถหรือมีเครื่องยก รถ เพื่อใช้ติดตั้งใต้ท้องรถหรือไม่			ต้องมีบ่อที่มีสันขอบบ่อ ตลอดแนวความยาวบ่อ ทำ ด้วยวัสดุแข็งแรงเพื่อป้องกัน ลื่นตก หรือพื้นยกระดับ หรือมีเครื่องยกรถขนาดเล็ก ไม่น้อยกว่า 2 ตัน เพื่อใช้ติดตั้ง ใต้ท้องรถ ที่ผู้ตรวจสามารถ ขึ้นตรวจได้
3.	เครื่องมือและอุปกรณ์การติดตั้ง มีรายการดังนี้หรือไม่			- เครื่องดับเพลิงชนิดผง เคมีแห้ง ขนาดบรรจุ ไม่น้อยกว่า 4 กิโลกรัม อย่างน้อย 2 ถัง
4	มีเอกสารแสดงขั้นตอนการติดตั้งและ วิธีติดตั้งหรือไม่			ต้องมีเอกสารแสดงขั้นตอน การติดตั้งและวิธีติดตั้ง

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบเป็นผู้ ติดตั้งฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No	
5.	<u>สิ่งที่ผู้ติดตั้งดำเนินการหลังติดตั้งเสร็จ</u>			
	ติดเครื่องหมายแสดงการใช้ก๊าซ	เฉพาะ		ต้องติดเครื่องหมายแสดง
5.1	ธรรมชาติอัดไว้ที่ข้างหัวถังทั้ง 2 ข้าง หรือไม่	รถบรรทุก		การใช้ก๊าซธรรมชาติที่มี แบบตามประกาศกรมการ ขนส่งทางบกเรื่อง ลักษณะ ของเครื่องหมายและวิธีการ ติดฯ ให้เห็นชัดเจนและ ถาวร
5.2	มีคู่มือที่มีคำแนะนำการใช้งานเกี่ยวกับ CNG และมีรายละเอียดดังนี้หรือไม่ -วันที่ถึงหมดอายุของถังก๊าซ			ขอคู่มือที่มีคำแนะนำการ ใช้งาน(ตามประกาศ กรมการขนส่ง การ ให้ความเห็นชอบวิธีการ ติดตั้งฯ พ.ศ.2550)
5.3	มีหนังสือรับรองการติดตั้งตามกรมการ ขนส่งทางบกกำหนดและมีรายละเอียด แนบท้าย ดังนี้หรือไม่ - ชื่อผู้ติดตั้ง - เลขที่หนังสือรับรอง - สถานที่ติดตั้ง - หมายเลขทะเบียนรถหรือ หมายเลขประจำรถ - ประเภทของเครื่องยนต์ที่ติดตั้ง - แบบหรือระบบการใช้ก๊าซที่ติดตั้ง - มาตรฐานการติดตั้ง - รายละเอียดเครื่องอุปกรณ์และส่วน ควบแต่ละชิ้นโดยระบุยี่ห้อ รุ่นหรือ แบบหมายเลข (ถ้ามี)และมาตรฐาน			ขอคู่มือรับรองการ ติดตั้งตามกรมการขนส่ง ทางบกกำหนด(ตาม ประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบ วิธีการติดตั้งฯ พ.ศ.2550) กรณีคนละ ที่กับที่อยู่ ของผู้ ได้รับความ เห็นชอบ

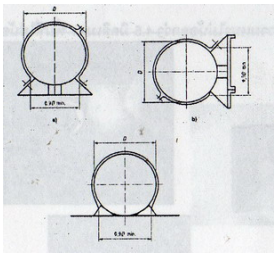
ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบเป็นผู้ ติดตั้งฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
	- ลายมือช่างผู้ทำการติดตั้ง		เฉพาะกรณี เป็นผู้ติดตั้ง ทั่วไป	
	มาตรฐานการติดตั้ง			
6.	การติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดของ มาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้หรือไม่			ดูตามรายละเอียดมาตรฐาน ISO 25501 ได้ตั้งแต่ข้อ 2 เป็นต้นไป
	- ECE R 110			
	- มอก.2333 เล่ม 1 ข้อกำหนดด้าน ความปลอดภัยและเล่ม 2 วิธี ทดสอบ			
	- ISO 15501			
7	ติดตั้งในจุดที่ปลอดภัยจากความเสียหายที่ อาจเกิดขึ้นดังต่อไปนี้หรือไม่			ต้องเป็นจุดที่ติดตั้งแล้วจะไม่ เกิดความเสียหาย ดูจาก สภาพการใช้งานรถคันอื่น ว่ามีจุดไหนที่เสี่ยงต่อการ เกิดความเสียหายได้บ้าง
	- การใช้งาน			
	- ความเสียหายจากตัวรถเอง			
	- จากปัจจัยภายนอก เช่น ความร้อน , เศษ วัสดุตามธรรมชาติบนถนน , การหก/ กระเซ็นของสารเคมีที่ใช้ในรถ (เช่น น้ำมันเบรก , น้ำมัน , น้ำมันเบนซิน , น้ำ หล่อเย็น ,อื่นๆ) หรือสนิม			
8	ติดตั้งในตำแหน่งที่ถึงไม่อยู่นอกสุด , สูงสุดหรือต่ำสุดของรถ เว้นแต่มีการ ป้องกันใช่หรือไม่			ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ถึง ไม่อยู่นอกสุด , สูงสุดหรือ ต่ำสุดของรถ เว้นแต่มีการ ป้องกัน

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบเป็นผู้ ติดตั้งฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
9	ติดตั้งโดยไม่มีผลกระทบต่อระยะ ต่ำสุดจากพื้น มุมได้ และมุมจาก ของรถคิดไปจากที่ผู้ผลิตกำหนดใช่ หรือไม่			1. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CWM430 มีระยะต่ำสุดจาก พื้น 20 เซนติเมตร ,มุมได้ (มุมด้านหน้ารถ) 31 องศา และมุมจาก(มุมด้านท้าย) 30 องศา 2. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CW 41 มีระยะต่ำสุดจากพื้น 20 เซนติเมตร ,มุมได้ (มุม ด้านหน้ารถ) 38 องศาและมุม จาก(มุมด้านท้าย) 31 องศา 3. รถยี่ห้อ ISUZU รุ่น CXZ มีระยะต่ำสุดจากพื้น 33 เซนติเมตร ,มุมได้ (มุม ด้านหน้ารถ) 28 องศาและมุม จาก(มุมด้านท้าย) 30 องศา
10	ติดตั้งในลักษณะที่ถึงไม่ถูกกักร้อน จากน้ำที่สะสม สิ่งสกปรก หรือจาก สารเคมีที่มากับสินค้าใช่หรือไม่			ต้องไม่มีฐานหรือส่วนที่ สามารถกักเก็บน้ำหรือ สิ่งสกปรกไว้ได้
11	ยึดแน่นกับตัวรถในบริเวณที่มีความ แข็งแรง เมื่อรถสั่น สะเทือนถึงไม่ขยับเขยื้อนและสามารถทน ต่อ			สังเกตด้วยการมองเห็น
	1. แรงกระชากถึงถึงในขณะ บรรทุกก๊าซเต็มถัง			
	2. เมื่อรถเกิดความเร่งหรือความหน่วง ได้เท่ากับจำนวนเท่าของอัตราเร่งที่ เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก			

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบเป็นผู้ ติดตั้งฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
12	ยึดแน่นกับตัวรถในบริเวณที่มีความ แข็งแรง เมื่อรถสั่น สะเทือนถึงไม่ขยับเขยื้อนและสามารถทน ต่อ 1. แรงกระชากถึงถึงในขณะ บรรทุกก๊าซเต็มถัง 2. เมื่อรถเกิดความเร่งหรือความหน่วง ได้เท่ากับจำนวนเท่าของอัตราเร่งที่ เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลก ตามที่มาตรฐานกำหนดดังนี้ หรือไม่ รถยนต์ที่มีมวลรวมสูงสุด(ISO M08)เกิน 3500 กิโลกรัม ต้องติดตั้งถึงให้ทนแรงดังนี้ - 10 g สำหรับแรงตามแนวเคลื่อนที่ไป ข้างหน้า - 10 g สำหรับแรงตามแนวเคลื่อนที่มาข้าง หลัง - 5 g สำหรับแรงตามแนวด้านข้างทั้งสอง ด้าน - 5 g สำหรับแรงตามแนวตั้งขึ้นบน			การทดสอบตาม ISO 15501-2 กำหนดวิธีการ ทดสอบดังนี้ 1. ทดสอบด้วยการเขย่าให้ เกิดความเร่งตามที่ กำหนด 2. ทดสอบด้วยการดึงด้วย แรงตามจำนวน g เท่า ของมวลถัง 3. คำนวณจากหลักการ วิศวกรรม 4. ใช้เกณฑ์ที่กำหนด ดังนี้
				 (รูปการติดตั้งถัง)
13	ถึงติดตั้งขนานกับความยาวของรถหรือไม่ (ถ้าขนานให้ตอบข้อถัดไป)			ต้องขนานกับความยาว ของรถ
14	ถึงมีการติดตั้งอุปกรณ์ยึดหรือยึดด้านหัว และด้านท้ายรถ เพื่อป้องกันถังเคลื่อนตัว ในแนวนอนหรือไม่			ต้องมีอุปกรณ์ยึดหรือยึด ด้านหัวและด้านท้ายรถ

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบเป็นผู้ ติดตั้งฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
15	ปะกับร่องนอตได้แซสซีมีขนาดความหนา ไม่น้อยกว่า 4.5 มม. พื้นที่ไม่น้อยกว่า 3,600 ตร.มม.หรือไม่			มีขนาดความหนามากกว่า หรือเท่ากับ 4.5 มม. พื้นที่ มากกว่าหรือเท่ากับ 3,600 ตร.มม.
16	ไม่มีร่องรอยการเชื่อมถึงติดกับสิ่งใดๆ ใช่ หรือไม่			ต้องไม่มีร่องรอยการเชื่อม ถึงติดกับสิ่งใดๆ
17	ถึงที่ติดตั้งแล้วไม่มีการรับน้ำหนักหรือ ภาระอย่างหนึ่งอย่างใดของรถใช่หรือไม่			ถึงต้องไม่มีการรับน้ำหนัก ใดๆ
18	ไม่มีการติดตั้งถึงภายในห้องผู้โดยสาร ห้องผู้ขับรถ ห้องเก็บสัมภาระหรือที่ซึ่งมี อากาศถ่ายเทไม่สะดวกหรือไม่			ต้องติดตั้งบริเวณที่มีอากาศ ถ่ายเทสะดวก
19	ขายึดถึงต้องติดตั้งอย่างแข็งแรง ไม่เกิด ความเสียหายจากการสีกกร่อน สีกหรือ หรือล้า ตลอดอายุการใช้งาน			เพื่อป้องกันไม่ให้ถึงก๊าซ เกิดถูกกัดกร่อน
20	ขารองถึงบริเวณแผ่นโลหะทั้ง 2 ข้าง โดย ขางเป็นขางแข็งหรือวัสดุไม่เก็บความชื้น ขนาดกว้างไม่น้อยกว่าขนาดของสายรัดถึง และหนาไม่น้อยกว่า 3 มม. ไม่ใช่ขางที่เป็น ฟองน้ำใช่หรือไม่			ต้องเป็นขางแข็งหรือวัสดุ ไม่เก็บความชื้น ขนาดกว้าง มากกว่าหรือเท่ากับขนาด ของสายรัดถึง และหนา มากกว่าหรือเท่ากับ 3 มม. ไม่ใช่ขางที่เป็นฟองน้ำ
21	มีการยึดถึงด้วยวิธีการใด วิธีการหนึ่ง ดังนี้หรือไม่ วิธีที่ 1		เลือกวิธี ที่ 1	
	- ใช้สายรัดทำด้วยเหล็กรัดถึง อย่างน้อย 2 สายหรือไม่			ใช้สายรัดทำด้วยเหล็กรัดถึง มากกว่าหรือเท่ากับ 2 สาย

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบเป็น ผู้ติดตั้งฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
	กรณีถังมีความจุไม่เกิน 100 ลิตร			สายรัดแต่ละสายควรมี
	- สายรัดแต่ละสายควรมีขนาดความกว้าง			ขนาดความกว้างมากกว่า
	ไม่น้อยกว่า 30 มม. ความหนาไม่น้อย			หรือเท่ากับ 30 มม. ความ
	กว่า 3 มม. และใช้สกรูยึดสายรัดถึงที่มี			หนามากกว่าหรือเท่ากับ 3
	เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 10 มม.			มม. และใช้สกรูยึดสายรัด
	หรือไม่			ถึงที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง
				มากกว่าหรือเท่ากับ 10 มม.
	กรณีถังมีความจุเกิน 100 ลิตร			
	- สายรัดแต่ละสายควรมีขนาดความกว้าง			
	ไม่น้อยกว่า 50 มม. ความหนาไม่น้อย			
	กว่า 6 มม. และใช้สกรูยึดสายรัดถึงที่มี			
	เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 12 มม.			
	หรือไม่			
วิธีที่ 2			ไม่ต้อง	
			ทำเพราะ	
			ทำวิธีที่ 1	
			แล้ว	
	- ใช้สกรูยึดขาถังอย่างน้อย 4 ตัว หรือไม่			
	สกรูแต่ละตัวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่			
	น้อยกว่า 10 มม.			
	น็อตทุกตัวที่ยึดมีระดับค่าความแข็งแรงไม่			
	น้อยกว่าระดับ 8.8 และน็อตตัวเมียต้อง			
	เป็นน็อตกันคลาย			
	กรณีถังมีความจุไม่เกิน 100 ลิตร			
	- สกรูแต่ละตัวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่			
	น้อยกว่า 10 มม.			

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบเป็น ผู้ติดตั้งฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
	กรณีถังมีความจุเกิน 100 ลิตร - สกรูแต่ละตัวมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 12 มม.			
22	ติดตั้งห่างจากท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์อย่างน้อย 100 มม.หรือไม่ (หากไม่ไปตอบข้อถัดไป)			ต้องติดตั้งห่างจากท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์มากกว่าหรือเท่ากับ 100 มม. โดยต้องห่างพอที่จะไม่ทำให้อุณหภูมิผิวถังเกิน 65 องศาเซลเซียส
23	มีเครื่องป้องกันความร้อนกันระหว่างถังกับท่อไอเสียและเครื่องยนต์หรือไม่	ไม่มี เพราะ อยู่คน ละข้าง จึงมี ระยะ ห่างกัน		ต้องมีเครื่องป้องกันความร้อนกันระหว่างถังกับท่อไอเสียและเครื่องยนต์
24	หัวและท้ายถังตั้งระยะห่างไม่ชนกับตัวรถใช่หรือไม่			ต้องไม่ชนกับตัวรถเพราะทำให้เปื้อนฉนวนยาก
25	มีอุปกรณ์ป้องกันความร้อนหรือต้องติดตั้งให้ห่างจากแหล่งความร้อนเช่น ระบบไอเสียในลักษณะที่ไม่ทำให้อุณหภูมิผิวภายนอกสูงกว่าค่าที่ผู้ผลิตรถยนต์หรือถังกำหนดไว้ใช่หรือไม่			ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันความร้อนหรือต้องติดตั้งให้ห่างจากแหล่งความร้อน
26	ถังก๊าซที่เสริมแรงด้วยเส้นใย (ประเภทที่ 2 3 และ 4 ตาม ISO 11439) มีการป้องกันรังสีเหนือม่วงใช่หรือไม่			ถังก๊าซที่เสริมแรงด้วยเส้นใย (ประเภทที่ 2 3 และ 4 ตาม ISO 11439) ต้องป้องกันรังสีเหนือม่วง

ตารางผนวกที่ ก3 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบเป็น ผู้ติดตั้งฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
27	ติดตั้งในตำแหน่งที่มั่นใจว่าการรั่วหรือ การระบายใดๆ ของก๊าซระบบเชื้อเพลิง ไม่เข้าไปในห้องคนขับหรือห้อง โดยสารโดยตรงและไม่เข้าไปยังที่ว่าง อื่นๆ ที่มีการระบายไม่เพียงพอ หรือ ในลักษณะที่ต้องมั่นใจว่าสามารถ ระบายก๊าซที่รั่วออกสู่บรรยากาศ โดยตรงอย่างปลอดภัย			ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่มั่น ใจว่าการรั่วหรือการระบาย ใดๆ ของก๊าซระบบเชื้อเพลิง ไม่เข้าไปในห้องคนขับหรือ ห้องโดยสารโดยตรง
28	ถ้าถังก๊าซอยู่ในห้องคนขับหรือห้อง โดยสารหรือที่ว่างอื่นที่มีการระบาย ไม่เพียงพอ ลื่น ช็อค และท่อก๊าซต้อง ล้อมรอบด้วยเรือนกักเก็บก๊าซใน ลักษณะที่มีการระบายก๊าซที่รั่วใดๆ ไปสู่ภายนอกรถยนต์โดยตรง			ต้องมีการระบายก๊าซที่รั่ว ใดๆ ไปสู่ภายนอกรถ โดยตรง

การติดตั้งลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ/ ลิ้นเปิดปิดด้วยมือ/ อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ / อุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ / อุปกรณ์แสดงค่าวัดความดันก๊าซ / อุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ Check List (3)

ตารางผนวกที่ ก4 แบบตรวจการติดตั้งลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ/ ลิ้นเปิดปิดด้วยมือ/ อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ / อุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ / อุปกรณ์แสดงค่าวัดความดันก๊าซ / อุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 15500)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
มาตรฐานอุปกรณ์					
1	อุปกรณ์ทุกรายการต่อไปนี้ มีได้มาตรฐานหรือไม่				ต้องมีหนังสือรับรองมาตรฐานจากผู้ประกอบการ ที่สามารถรับรองมาตรฐานได้และกรรมการขนส่งทางบกเชื่อถือตามมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้ - มอก.2325 - ISO 15500 - ECE R 110
1.1	- ลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ (automatic Valve หรือ Solenoid valve)		ISO 15500		ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน
1.2	- ลิ้นเปิดปิดด้วยมือ (manual valve)		ISO 15500		ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน - ต้องมีจำนวนเท่ากับอุปกรณ์ ปรับความดัน - ลิ้นเปิดปิดด้วยมือจะมีกรณีที่ ติดตั้งถึงก๊าซมากกว่า 1 ใบ
	มีสัญลักษณ์บอกทิศทางเปิด-ปิดหรือไม่				ต้องมีการบอกทิศทางเปิด-ปิดที่ชัดเจน

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 15500)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
1.3	- อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ (Pressure Regulator) ทุกตัวมีอุปกรณ์ประกอบดังนี้ 1. ตัวกรองก๊าซ (Filter) 2. มีการป้องกันความดันขาออกเกิน โดยการมีลิ้นระบายความดันเกิน (Pressure relief valve หรือ Discharge valve) 3. อุปกรณ์ปรับการไหลของก๊าซ (Gas Flow Adjuster) ทนความดันใช้งานสูงสุดของก๊าซได้หรือไม่			ISO 15500	อุปกรณ์ทุกตัวต้องเป็นไปตามมาตรฐาน โดยดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน - ตัวกรองก๊าซจะอยู่ภายใน อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ - ต้องมีลิ้นระบายความดันเกินติดอยู่ภายใน อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ - อุปกรณ์ปรับการไหลของก๊าซจะติดไว้หลัง อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ ทนความดันได้มากกว่าหรือเท่ากับ 20 เมกาปาสกาล
1.4	- อุปกรณ์ผสมก๊าซกับอากาศ (Gas / Air Mixer)			ISO 15500	ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน
1.5	- อุปกรณ์แสดงค่าวัดความดันก๊าซ (Pressure Indicator)			ISO 15500	ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน
1.6	- อุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Control Unit)			ISO 15500	ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 15500)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
1.7	- ท่อนำก๊าซแบบยึดหยุ่น			ISO 15500	ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน - ใช้กับความดันไม่เกิน 100 กิโลปาสกาลและสามารถทนความดันก๊าซได้ไม่น้อยกว่า 400 กิโลปาสกาล
1.4	ลิ้นหัตถ์ที่เปิดปิดด้วยมือ (Manual cylinder valve)				ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน
2.	อุปกรณ์ทุกตัวต้องทนสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและความชื้น โดยไม่เสื่อมสภาพ ตลอดอายุการใช้งานใช่หรือไม่				ต้องทำด้วยโลหะทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 125 องศาเซลเซียส โดยไม่เสื่อมสภาพ ยกเว้น ท่อนำก๊าซแบบยึดหยุ่น ต้องทำด้วยวัสดุชนิดที่ ยึดหยุ่นได้ และทนอุณหภูมิได้มากกว่าหรือเท่ากับ 100 องศาเซลเซียส โดยไม่เสื่อมสภาพ
การติดตั้ง					
3	การติดตั้งอุปกรณ์ทุกตัวข้างต้นเป็นตามข้อกำหนดของมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่ง ดังนี้หรือไม่			คุณสมบัติติดตั้งเหมือน	ดูตามรายละเอียดมาตรฐาน ISO 15501
	- ECE R 110			กับผู้ที่ติดตั้งถึงก๊าซ	
	- มอก.2333 เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัย และเล่ม 2 วิธีทดสอบ				
	- ISO 15501				

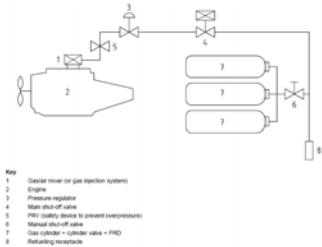
ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 15500)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
3.1	- ลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ (automatic valve) จะปิดเมื่อเครื่องยนต์ดับทำงานเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าใช่หรือไม่ ลิ้นปิดเปิดอัตโนมัติติดตั้งอนุกรมกับลิ้นปิดเปิดด้วยมือหรือไม่				ระบบควบคุมต้องมีการปิดกั้น เมื่อเครื่องยนต์ดับถึงแม้ว่าสวิตช์ฉุกเฉินจะเปิดอยู่ก็ตาม ต้องไม่ต่อแบบขนานกับลิ้นปิดเปิดด้วยมือ
3.2	อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซติดในแนวตั้งขนานกับตัวรถหรือไม่				อุปกรณ์ปรับความดันก๊าซต้องติดในแนวตั้งขนานกับตัวรถและห้ามติดตั้งกับส่วนใดส่วนหนึ่งของเครื่องยนต์
3.3	สายไฟฟ้าและส่วนประกอบในระบบใช้ก๊าซมีการออกแบบให้ป้องกันการจุดติดไฟใช่หรือไม่				การต่อระบบไฟฟ้าต้องมีฟิวส์ป้องกันกระแสไหลเกิน และควรติดตั้งอย่างถาวรกับโครงสร้างของรถเพื่อไม่ให้เกิดการลัดวงจรเนื่องจากความเสียหายจากการสั่นสะเทือน อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงดันควรเป็น 24 Volt
4	วิธีการกระจายไม่กีดขวางการทำงานของอุปกรณ์ระบายความดันใดๆ ใช่หรือไม่				ต้องไม่พบว่ามีสิ่งใดปิดกั้นขบวนการระบายก๊าซ
5	รูเปิดของการระบายใดๆ จะต้องมีตำแหน่งห่างจากช่องเปิดของห้องโดยสารและห่างจากแหล่งประกายไฟและอยู่ในบริเวณที่ไม่กีดขวางการระบายดังกล่าวใช่หรือไม่			อยู่ได้ หัวแก๊ง ของรถ	มีทางให้ก๊าซระบายออกได้สะดวกและห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟเช่น ท่อไอเสีย เป็นต้น
6	ติดตั้งห่างจากระบบท่อไอเสียอย่างน้อย 100 มม.ใช่หรือไม่ (ยกเว้นมีการติดตั้งเครื่องกำบังป้องกันความร้อนไว้)				ติดตั้งห่างจากระบบท่อไอเสียมากกว่าหรือเท่ากับ 100 มม.

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 15500)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
7	ติดตั้งในจุดที่ปลอดภัยจากความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นดังต่อไปนี้หรือไม่ - การใช้งาน - ความเสียหายจากตัวรถเอง - จากปัจจัยภายนอก เช่น ความร้อน , เศษวัสดุตามธรรมชาติบนถนน , การหก/กระเซ็นของสารเคมีที่ใช้ในรถ (เช่น น้ำมันเบรก , น้ำมัน , น้ำมันเบนซิน , น้ำหล่อเย็น ,อื่นๆ) หรือสนิม				ต้องเป็นจุดที่คิดแล้วจะไม่เกิดความเสี่ยง ดูจากสภาพการใช้งานรถคันอื่นว่ามีจุดไหนที่เสี่ยงต่อการเกิดความเสี่ยงได้บ้าง
8	ติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่อยู่นอกสุด , สูงสุดหรือต่ำสุดของรถ เว้นแต่มีการป้องกันใช่หรือไม่				ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ถึงไม่อยู่นอกสุด , สูงสุดหรือต่ำสุดของรถ เว้นแต่มีการป้องกัน
9	ติดตั้งอุปกรณ์ โดยไม่ต่ำกว่าระยะต่ำสุดจากพื้น มุมใต้และมุมจากของรถผลิตไปจากที่ผู้ผลิตกำหนดใช่หรือไม่				1. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CWM430 มีระยะต่ำสุดจากพื้น 20 เซนติเมตร, มุมใต้ (มุมด้านหน้ารถ) 31 องศาและมุมจาก(มุมด้านท้าย)30 องศา 2. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CW 41 มีระยะต่ำสุดจากพื้น 20 เซนติเมตร, มุมใต้ (มุมด้านหน้ารถ) 38 องศาและมุมจาก(มุมด้านท้าย)31 องศา 3. รถยี่ห้อ ISUZU รุ่น CXZ มีระยะต่ำสุดจากพื้น 33 เซนติเมตร, มุมใต้ (มุม

ตารางผนวกที่ ก4 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 15500)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No	
				ด้านหน้ารถ) 28 องศาและมุมจาก(มุมด้านท้าย)30 องศา
10	ติดตั้งในลักษณะที่อุปกรณ์ไม่ถูก กักร้อนจากน้ำที่สะสม สิ่งสกปรก หรือจากสารเคมีที่มากับสินค้าหรือไม่			ต้องไม่มีฐานหรือส่วนที่ สามารถกักเก็บน้ำหรือ สิ่งสกปรกไว้ได้
11	ติดตั้งโดยไม่ทำให้อุปกรณ์เดิมของรถ เสื่อมสภาพหรือเสียหายหรือไม่			ต้องติดตั้งโดยไม่ทำให้ อุปกรณ์เดิมของรถ เสื่อมสภาพหรือเสียหาย
ลำดับและการต่อพ่วงส่วนควบและเครื่อง				
อุปกรณ์				
12	ลำดับและการต่อพ่วงสำหรับการติดตั้งหลาย ถังเป็นดังรูปนี้หรือไม่			ลำดับการต่อพ่วงเป็นตาม ภาพผนวกที่ ก1 ต้องไม่มี การสลับตำแหน่งการ ติดตั้ง
	 Key 1 Gas cylinder 2 Engine 3 Pressure regulator 4 Main shut-off valve 5 PSC (safety device to prevent overpressure) 6 Manual shut-off valve 7 Gas cylinder + cylinder valve + PSC 8 Refueling receptacle			

การติดตั้งอุปกรณ์ท่อน้ำก๊าซ ประเภทท่อน้ำก๊าซแบบคงตัวและข้อต่อ Check List (4)

ตารางผนวกที่ ก5 แบบตรวจการติดตั้งอุปกรณ์ท่อน้ำก๊าซแบบคงตัวและข้อต่อ

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 15500)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No	
มาตรฐานอุปกรณ์				
1	ท่อน้ำก๊าซ (ใช้กับความดันก๊าซเกิน 100 กิโลปาสกาล) เป็นไปตามมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่งดังนี้หรือไม่ - มอก.2325 - ISO 15500 - ECE R 110 - ASTM A269			ต้องมีหนังสือรับรองมาตรฐานจากผู้ประกอบการ ที่สามารถรับรองมาตรฐานได้และกรมการขนส่งทางบกเชื่อถือ
2	- ข้อต่อ (fitting) ไปตามมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่งตามข้อ 1 หรือไม่		ISO 15500	ดูจากหนังสือรับรองมาตรฐาน
3	ออกแบบให้ทนความดันได้ไม่น้อยกว่า 4 เท่าของความดันใช้งานสูงสุดใช่หรือไม่			ต้องทนความดันสูงได้มากกว่าหรือเท่ากับ 82.72 บาร์
4	ทนสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและความชื้น โดยไม่เสื่อมสภาพตลอดอายุการใช้งาน			ต้องทำด้วยโลหะทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 125 องศาเซลเซียส โดยไม่เสื่อมสภาพ
การติดตั้ง				
5	คุณสมบัติผู้ติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่			คุณสมบัติผู้ติดตั้งเหมือนกับผู้ติดตั้งถังก๊าซ (ตามประกาศกรมการขนส่ง การให้ความเห็นชอบวิธีการติดตั้งฯ พ.ศ.2550)

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 15500)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
6	ท่อก๊าซด้านความดันสูงมีลิ้นอัตโนมัติก่อนเข้าอุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ				ท่อก๊าซด้านความดันสูงต้องมีลิ้นอัตโนมัติก่อนเข้าอุปกรณ์ปรับความดันก๊าซ
7	ติดตั้งระบบท่อก๊าซแน่นกับตัวรถในลักษณะที่ไม่เสียหายจากการสั่นสะเทือน หรือแกว่งไกวหรือไม่				- ต้องติดตั้งระบบท่อก๊าซไปตามแนวเชสซี่ในลักษณะที่ไม่เสียหายจากการสั่นสะเทือน หรือแกว่ง - ตัวยึดแต่ละตัวต้องห่างกันไม่เกิน 6 เซนติเมตร - ติดตั้งในลักษณะที่ท่อสามารถยึดหรือหัดตัวได้ตามสมควร
8	ไม่มีจุดที่เสียดสีกันใช่หรือไม่				ต้องไม่มีจุดสัมผัสกับท่อเองหรืออุปกรณ์อื่นที่เป็นโลหะ
9	จุดยึดแต่ละจุดต้องห่างกันไม่เกิน 1 เมตรและต้องไม่แกว่งไกวหรือไม่				จุดยึดแต่ละจุดต้องห่างกันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 เมตรและต้องไม่ถูกปล่อยอิสระ สภาพต้องตึงแน่นไม่ห้อย
10	การติดตั้งและการตัดท่อก๊าซ เป็นไปตามที่ผู้ผลิตท่อและอุปกรณ์ต่อยึดกำหนดใช่หรือไม่ (การตัดท่อต้องไม่น้อยกว่ารัศมีของท่อก๊าซ 15 เท่า)				ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อ 6 มม. ดังนั้นรัศมีการตัดท่อต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 9 ซม.

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 15500)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
11	ติดตั้งห่างจากระบบท่อไอเสียอย่างน้อย 100 ม.ม.ใช่หรือไม่ (ยกเว้นมีการติดตั้งเครื่องกำบังป้องกันความร้อนไว้)				ติดตั้งห่างจากระบบท่อไอเสียมากกว่าหรือเท่ากับ 100 ม.ม.
12	ติดตั้งในจุดที่ปลอดภัยจากความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นดังต่อไปนี้หรือไม่ - การใช้งาน - ความเสียหายจากตัวรถเอง - จากปัจจัยภายนอก เช่น ความร้อน , เศษวัสดุตามธรรมชาติบนถนน , การหก/กระเซ็นของสารเคมีที่ใช้ในรถ (เช่น น้ำมันเบรก , น้ำมัน , น้ำมันเบนซิน , น้ำหล่อเย็น ,อื่นๆ) หรือสนิม				ต้องเป็นจุดที่ติดตั้งแล้วจะไม่เกิดความเสียหาย ดูจากสภาพการใช้งานรถคันอื่นว่ามีจุดไหนที่เสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายได้บ้าง
13	ติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่อยู่นอกสุด , สูงสุดหรือต่ำสุดของรถ เว้นแต่มีการป้องกันใช่หรือไม่				ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ถึงไม่อยู่นอกสุด , สูงสุดหรือต่ำสุดของรถ เว้นแต่มีการป้องกัน
14	ติดตั้งอุปกรณ์ โดยไม่มีผลกระทบต่อระยะต่ำสุดจากพื้น มุมใต้และมุมจากของรถคิดไปจากที่ผู้ผลิตกำหนดใช่หรือไม่				1. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CWM430 มีระยะต่ำสุดจากพื้น 20 เซนติเมตร, มุมใต้ (มุมด้านหน้ารถ) 31 องศาและมุมจาก 30 องศา 2. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CW 41 มีระยะต่ำสุดจากพื้น 20 เซนติเมตร ,มุมใต้ (มุมด้านหน้ารถ) 38 องศาและมุมจาก (มุมด้านท้าย) 31 องศา

ตารางผนวกที่ ก5 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (เป็นไปตาม ISO 15500)
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
15	ติดตั้งในลักษณะที่อุปกรณ์ไม่ถูก กดกร่อนจากน้ำที่สะสม สิ่งสกปรก หรือจากสารเคมีที่มากับสินค้าหรือไม่			3. รถยี่ห้อ ISUZU รุ่น CXZ มีระยะต่ำสุดจาก พื้น 33 เซนติเมตร, มุมได้ (มุมด้านหน้ารถ) 28 องศาและมุมจาก(มุม ด้านท้าย) 30 องศา ต้องไม่มีฐานหรือส่วนที่ สามารถกักเก็บน้ำหรือ สิ่งสกปรกไว้ได้
16	ติดตั้งโดยไม่ทำให้อุปกรณ์เดิมของรถ เสื่อมสภาพหรือเสียหายหรือไม่			ต้องติดตั้งโดยไม่ทำให้ อุปกรณ์เดิมของรถ เสื่อมสภาพหรือเสียหาย

การติดตั้งอุปกรณ์รับเติมก๊าซ Check List (5)

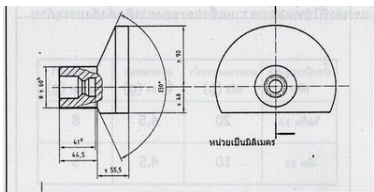
ตารางผนวกที่ ก6 แบบตรวจการติดตั้งอุปกรณ์รับเติมก๊าซ

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
1	อุปกรณ์รับเติมก๊าซ (filling unit or receptacle) เป็นไปตามมาตรฐาน อย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้หรือไม่ - ISO 14469 – 1 - ECE R 110			ต้องมีหนังสือรับรอง มาตรฐานจาก ผู้ประกอบการที่สามารถ รับรองมาตรฐานได้และ กรมการขนส่งทางบก เชื่อถือ

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ
		ใช่	ไม่ใช่		
2	- มีลิ้นกันกลับ (check valve or non-return valve)เป็นไปตามมาตรฐานอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้หรือไม่ - มอก.2325 - ISO 15500 - ECE R 110	อยู่ในหัวรับเติมก๊าซเป็นลูกปืน			ภายในต้องมีลิ้นกันกลับจากหนังสือรับรองมาตรฐาน (เป็นไปตาม ISO 15500)
3	ใกล้ ๆ หัวรับก๊าซจะต้องมีข้อมูลเหล่านี้แสดงอยู่อย่างถาวรใช่หรือไม่ ■ ชนิดของเชื้อเพลิง(เช่น "CNG" เพื่อแสดงว่าใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด) ■ วันหมดอายุของถังก๊าซ ■ ความดันบริการสำหรับรถยนต์	พบว่าบางคันไม่ติดป้ายบอกชนิดของเชื้อเพลิง			ต้องติดตั้งป้ายระบุข้อความที่เกี่ยวข้องกับการรับเติมก๊าซ - ความดันไม่เกิน 20 เมกาปาสกาล - กรณีมีหลายถังให้ระบุถึงทั้งหมดอายุก่อน
4	มีฝาครอบเพื่อป้องกันไม่ให้ฝุ่นของเหลว หรือสิ่งแปลกปลอมอื่นๆ เข้าไปในระบบได้ โดยฝาต้องผูกติดกับที่อย่างถาวรใช่หรือไม่				ต้องมีฝาครอบโดยฝาต้องผูกติดกับที่อย่างถาวร
5	ฝาครอบจะต้องติดตั้งกับรถยนต์อย่างมั่นคงถาวรที่บริเวณใกล้ ๆ ใช่หรือไม่				ฝาครอบจะต้องติดตั้งกับรถอย่างมั่นคงถาวร
6	ท่อก๊าซ หัวรับก๊าซ ลิ้นและอุปกรณ์ต่อยึดทั้งหมดที่ติดตั้งบนรถยนต์ที่ใช้ CNG ติดแบบที่ทำให้ความดันสูญเสียในเส้นท่อน้อยที่สุด ซึ่งทำให้ใช้เวลาเติม CNG น้อยที่สุดใช่หรือไม่	ติดแบบขนาน			ต้องต่อแบบขนาน คือต่อท่อจากจุดเดิมไปยังแต่ละถังอิสระจากกัน และให้จุดเดิมมีขนาดรูประมาณ 16 มม.
7	ทนสภาพแวดล้อม เช่น อุณหภูมิและความชื้นโดยไม่เสื่อมสภาพตลอดอายุการใช้งาน (125 องศาเซลเซียส)ใช่หรือไม่				ต้องใช้วัสดุที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อม

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หลักเกณฑ์การตรวจสอบ
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No	
8	ตำแหน่งหัวรับก๊าซติดตั้งตำแหน่งที่เหมาะสม สามารถเข้าถึงได้ง่าย ใช้ทำงานได้โดยปลอดภัย ตำแหน่งควรเป็นด้านข้างตัวรถใช่หรือไม่			ตำแหน่งหัวรับก๊าซเป็นด้านข้างตัวรถ
9	หัวรับก๊าซที่ติดตั้งในห้องเครื่องยนต์ จะต้องติดตั้งกับแอสซีหรือตัวถัง โดยติดตั้งให้มีระยะห่างจากแบตเตอรี่หรือวงจรไฟฟ้าแรงดันสูงอย่างเพียงพอใช่หรือไม่	เพื่อป้องกันการ การจุดติด ไฟโดย บังเอิญ	ติดตั้งให้มีระยะห่างจาก แบตเตอรี่หรือ วงจรไฟฟ้าแรงดันสูง อย่างเพียงพอ	
10	หัวรับก๊าซสามารถทนต่อแรงกระทำไม่น้อยกว่า 670 N (67 กก.) ในทุกทิศทาง โดยไม่ทำให้ก๊าซรั่วไหล (เช่น ในกรณีท่อเดิมก๊าซถูกดึงหลุด) ใช่หรือไม่	ต้องใช้ เครื่อง ทดสอบ	หัวรับก๊าซสามารถทน ต่อแรงกระทำมากกว่า หรือเท่ากับ 670 N (67 กก.) ในทุกทิศทางโดยไม่ ทำให้ก๊าซรั่วไหล	
11	ระยะเว้นต่ำสุดของจุดเดิมก๊าซเป็นตามรูปนี้หรือไม่			ระยะเว้นต่ำสุดของจุดเดิม ก๊าซต้องเป็นตามรูป
				
12	ติดตั้งห่างจากระบบท่อไอเสียอย่างน้อย 100 มม. ใช่หรือไม่ (ยกเว้นมีการติดตั้งเครื่องกำบังป้องกันความร้อนไว้)			ติดตั้งห่างจากระบบท่อ ไอเสียมากกว่าหรือ เท่ากับ 100 มม.
13	ติดตั้งในจุดที่ปลอดภัยจากความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นดังต่อไปนี้หรือไม่ - การใช้งาน - ความเสียหายจากตัวรถเอง - จากปัจจัยภายนอก เช่น ความร้อน , เศษวัสดุตามธรรมชาติบนถนน , การหก/กระเซ็นของสารเคมีที่ใช้ในรถ (เช่น น้ำมันเบรก , น้ำมัน , น้ำมันเบนซิน , น้ำหล่อเย็น , อื่นๆ) หรือสนิม			ต้องเป็นจุดที่ติดตั้งแล้วจะ ไม่เกิดความเสียหาย ดู จากสภาพการใช้งานรถ คันอื่นว่ามีจุดไหนที่ เสี่ยงต่อการเกิดความ เสียหายได้บ้าง

ตารางผนวกที่ ก6 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ	หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ
		ใช่ Yes ไม่ใช่ No		
14	ติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่อยู่นอกสุด , สูงสุดหรือต่ำสุดของรถ เว้นแต่มีการป้องกันใช่หรือไม่			ต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ถึงไม่อยู่นอกสุด , สูงสุดหรือต่ำสุดของรถ เว้นแต่มีการป้องกัน
15	ติดตั้งโดยไม่มีผลกระทบต่อระยะต่ำสุดจากพื้น มุมใต้ และมุมจากของรถคิดไปจากที่ผู้ผลิตกำหนดใช่หรือไม่			1. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CWM430 มีระยะต่ำสุดจากพื้น 20 เซนติเมตร, มุมใต้ (มุมด้านหน้ารถ) 31 องศาและมุมจาก(มุมด้านท้าย)30 องศา 2. รถยี่ห้อ NISSAN รุ่น CW 41 มีระยะต่ำสุดจากพื้น 20 เซนติเมตร, มุมใต้ (มุมด้านหน้ารถ) 38 องศาและมุมจาก(มุมด้านท้าย) 31 องศา 3. รถยี่ห้อ ISUZU รุ่น CXZ มีระยะต่ำสุดจากพื้น 33 เซนติเมตร, มุมใต้ (มุมด้านหน้ารถ) 28 องศาและมุมจาก(มุมด้านท้าย)30 องศา
16	ติดตั้งในลักษณะที่อุปกรณ์ไม่ถูกกัดกร่อนจากน้ำที่สะสม สิ่งสกปรกหรือจากสารเคมีที่มากับสินค้าหรือไม่			ต้องไม่มีฐานหรือส่วนที่สามารถกักเก็บน้ำหรือสิ่งสกปรกไว้ได้
17	ติดตั้งโดยไม่ทำให้อุปกรณ์เดิมของรถเสื่อมสภาพหรือเสียหายใช่หรือไม่			ต้องติดตั้งโดยไม่ทำให้อุปกรณ์เดิมของรถเสื่อมสภาพหรือเสียหาย

ตารางผนวกที่ ก7 การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Checklist 1-5

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมมาตรฐานและการติดตั้ง.....

ตามเอกสารCheck List (1) - (5).....

ผลจากการทำ Checklist	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1. ลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ (automatic valve) ของรถทุกคันถูกควบคุมโดยระบบ Manual ที่สวิตช์โดยต้องปิดสวิตช์ก่อนเท่านั้นจึงสามารถตัดระบบก๊าซได้	มีก๊าซออกมาในระบบตลอดเวลาที่ยังไม่มีการปิดสวิตช์ หากมีก๊าซรั่วออกมาและมีประกายไฟ ทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้	- มีถังดับเพลิงประจำรถ - ใช้อุปกรณ์ที่ได้มาตรฐาน - ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ ได้มาตรฐาน เช่นท่อไอเสีย ทำให้หากเกิดก๊าซรั่วมีระยะห่างที่ปลอดภัยจากการติดไฟ	แก้ไขระบบควบคุมให้มีการปิดก๊าซ เมื่อเครื่องยนต์ดับถึงแม้ว่าสวิตช์ถูกแงจะเปิดอยู่ก็ตาม	3	4 (ทรัพย์สินและบุคคล)	12	4

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

ผลจากการทำ Checklist	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
2. พบว่ามีรถทุกคันที่บริเวณใกล้เคียง ทั่วรับก๊าซ ที่มีข้อมูลเหล่านี้ แสดงอยู่อย่างถาวรว่า ชนิดของเชื้อเพลิง(เช่น "CNG" เพื่อแสดงว่าใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด)	พนักงานอาจเดิมก๊าซผิดชนิด ทำให้เครื่องยนต์ไม่ทำงาน	ไม่มี	ติดป้ายแสดงข้อมูลชนิดของเชื้อเพลิงอย่างถาวร บริเวณใกล้เคียง ทั่วรับก๊าซ(เช่น "CNG" เพื่อแสดงว่าใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด) ทุกคัน	2	1 (ทรัพย์สิน)	2	1
3. รถทุกคันไม่มีเครื่องหมายหรือแผ่นป้ายที่บ่งผู้ติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัดตามมาตรฐานนี้ติดไว้ที่ข้างหัวถังทั้ง 2 ข้าง	หากเกิดเหตุฉุกเฉิน เจ้าหน้าที่ไม่สามารถรู้ชนิดของเชื้อเพลิงที่ใช้ ,ไม่แน่ใจว่าจะใช้วิธีที่เหมาะสมใดในการระงับเหตุและไม่สามารถติดต่อได้กรณีฉุกเฉิน	ไม่มี	เครื่องหมายหรือแผ่นป้ายที่บ่งผู้ติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัดตามมาตรฐานนี้ติดไว้ที่รถทุกคัน	3	2 (ทรัพย์สิน)	6	2

ตารางผนวกที่ ก7 (ต่อ)

ผลจากการทำ Checklist	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
4. ช่างติดตั้งที่ผ่านการอบรมหลักสูตรที่กรมธุรกิจพลังงานหรือหลักสูตรที่กรมพัฒนาฝีมือแรงงานจัดขึ้นหรือหลักสูตรที่กรมการขนส่งทางบกเห็นชอบ มีเพียง 2 คน	ช่างที่เหลือยังไม่มีความรู้ ชำนาญเรื่องการติดตั้งก๊าซธรรมชาติกับรถ อาจติดตั้งผิดพลาดได้	ช่างที่ไปอบรมมาได้นำความรู้มาสอนงานให้กับช่างคนอื่นได้รับทราบ	ส่งพนักงานติดตั้งทุกคนไปอบรมตามหลักสูตรที่กำหนด	3	3	9 (ทรัพย์สินและบุคคล)	3
5. พื้นที่ในการติดตั้งและทดสอบไม่มีการติดป้ายหรือสัญลักษณ์ที่แสดงว่าเป็นพื้นที่อันตราย เช่น ห้ามก่อประกายไฟ ผู้ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องห้ามเข้า เป็นต้นและเห็นได้ชัดเจน	- พนักงานอาจทำงานที่เกิดประกายไฟ ทำให้ไฟไหม้ - มีคนนอกเข้าไปในส่วนพื้นที่ที่อันตรายขณะปฏิบัติงานได้รับอันตรายได้	มีถังดับเพลิงประจำพื้นที่	ควรมีการติดป้ายหรือสัญลักษณ์ที่แสดงว่าเป็นพื้นที่อันตราย	3	3	9 (ทรัพย์สินและบุคคล)	3

ตารางผนวกที่ ก8 การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 2

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมการเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถังก๊าซที่รถ.....

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือ ผลที่เกิดขึ้น ตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1. สายสูบลำของ CNG cylinder pack ทนแรงดันไม่ได้ ฉีกขาด	ก๊าซรั่ว	ใช้สายสูบลำที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน ทนแรงดันสูงของสายที่ใช้กับรถ	ควรใช้สายสูบลำตามมาตรฐานของอุปกรณ์ ที่ปั๊มก๊าซ เพราะเป็นชนิดเคลื่อนที่ไปมาได้	2	3	6 (ทรัพย์สินและบุคคล)	2
2. หัวจ่ายก๊าซถูกกระแทกหลุด	ก๊าซรั่วออกมา จำนวนมาก	- ใช้หัวจ่ายที่มีมาตรฐานรองรับเหมือนอุปกรณ์ที่ติดที่รถ - มีการกำหนดจุดติดตั้งในระยะที่เหมาะสม ไม่เสี่ยงต่อการถูกกระแทกชน (ตามมาตรฐานการติดตั้งที่รถ) - กำหนดจุดพื้นที่ถ่ายก๊าซที่ชัดเจนและไม่มีสิ่งกีดขวางที่อาจมากระแทกชนได้	-	2	3	6 (ทรัพย์สินและบุคคล)	2

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือ ผลที่เกิดขึ้น ตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
3. เกิดไฟฟ้าสถิตย์ขณะจ่ายก๊าซ	ไฟไหม้	- มีถังดับเพลิงติดบริเวณที่ซ่อมตามกฎหมาย	- ควรติดตั้งสายดินที่ CNG cylinder pack	1	4	4	2
4. CNG cylinder pack ไหลไป กระแทกกับสิ่งที่อยู่รอบๆ	อุปกรณ์และ ส่วนควบถึง และถึงบุบ เสียหาย ทำให้ ก๊าซรั่วได้	- ล้อมีเบรกกันไหล - กำหนดพื้นที่เดิมก๊าซที่ชัดเจน พื้นที่เรียบ ไม่ลาดเอียง	- ควรมีแผนฉุกเฉิน	2	3	6	2
5. มีประกายไฟอยู่ใกล้ๆ และมีก๊าซ รั่วไหล	ไฟไหม้	- มีถังดับเพลิงติดบริเวณที่ซ่อมตามกฎหมาย	- ควรกำหนดพื้นที่ ทำงานให้ชัดเจนและ ห้ามมีประกายไฟอยู่ ใกล้ๆ - ควรมีแผนฉุกเฉิน	2	4	8	3

ตารางผนวกที่ ก8 (ต่อ)

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือ ผลที่เกิดขึ้น ตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
6. ใช้ถังก๊าซที่ CNG cylinder pack ไม่ได้มาตรฐานหรือมีรอยร้าว	ก๊าซรั่ว	- ใช้ถังที่ได้มาตรฐาน	- ควรตรวจรอยรั่วทุกเดือน	2	3 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	6	2
7. ใช้หัวจ่ายก๊าซที่ไม่ได้มาตรฐาน	ก๊าซรั่ว	ปัจจุบันใช้หัวจ่ายที่ทำจากท่อแป๊ปเหล็ก	- ควรใช้อุปกรณ์ที่เป็นหัวจ่ายก๊าซที่ได้มาตรฐาน ANSI /NGV1 หรือมาตรฐาน ISO 7241 หรือตามที่กรมธุรกิจพลังงานเห็นชอบ ชนิดที่เมื่อต่อเข้ากับท่อเดิมก๊าซของถังก๊าซธรรมชาติของแล้วต้องแน่นสนิท ไม่รั่ว	4	3 (ทรัพย์สิน และบุคคล)	12	4

ตารางผนวกที่ ก9 การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 3

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมการเติมก๊าซที่ปั๊ม.....

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
ปัจจัยจากรถ							
1. หัวรับเติมก๊าซทนแรงดันก๊าซไม่ได้มาตรฐาน	ก๊าซรั่ว	- ใช้หัวรับเติมก๊าซที่ได้มาตรฐาน - ส่งรถไปตรวจสอบสภาพทุกครั้งหลังติดตั้งและเปลี่ยนแปลงหรือติดตั้งส่วนควบใหม่	- ปั๊มควรมีการตรวจบัตร์ประจำตัวคนขับทุกครั้ง(บัตร์ทอง)ก่อนเติมเพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์และการติดตั้งของรถทุกคันได้มาตรฐานตามกรมการขนส่งกำหนด	2	3	6	2
					(ทรัพย์สินและบุคคล)		

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
2. ใช้ถังไม่ได้มาตรฐานหรือใช้ถัง ชำรุด เช่น เคยถูกไฟไหม้ มีรอย บุบ ลิ่นหัวถังเอียง ถังมีการ ดัดแปลง เป็นต้น	ถังระเบิด	- มีการตรวจสอบ มาตรฐานถังก่อนซื้อทุก ครั้ง - มีการตรวจสอบทุก 1 ปี	- การระเบิดที่ปั๊มทุก ครั้งทำให้หลังคา และตัวจ่ายก๊าซ เสียหาย ควรมีการ ปรับมาตรฐานของ อาคารปั๊มก๊าซ - ปั๊มควรมีมาตรฐาน ตรวจถังให้แน่ใจว่า ปลอดภัยก่อนเติม ทุกครั้ง - ควรตรวจสอบสภาพถัง ทุก 1 เดือน	1	4	4 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	2

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
3. หัวรับก๊าซอุดตัน	เติมก๊าซไม่เข้าถึง	มีฝาครอบหัวรับเติมก๊าซ มีการตรวจเช็คทุกเดือน	-	1	1 (ทรัพย์สิน)	1	1
<u>ปัจจัยจากปั๊มและรถ</u>							
4. มีประกายไฟใกล้ๆ และมีก๊าซรั่ว	ไฟไหม้	- อบรมพนักงานขับรถ ไม่ให้ก่อประกายไฟใน ปั๊ม - ติดตั้งให้หัวรับก๊าซห่าง จากแบตเตอรี่ ท่อไอ เสียหรือวงจรไฟฟ้า แรงดันสูงอย่างเพียงพอ	- ปั๊มควรมีแผ่น ระงับเหตุฉุกเฉิน - ปั๊มควรมีมาตรการ เข้มงวดไม่ให้ก่อ ประกายไฟในปั๊ม รวมถึงรถที่ต่อคิว รอเติมก๊าซทุกคัน	1	4 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	4	2
<u>ปัจจัยจากปั๊ม</u>							
5. สายถูกกระแทกหลุด	ก๊าซรั่ว	- ใช้และติดตั้งหัวรับก๊าซ ได้มาตรฐาน (สามารถ ทนแรงกระทำไม่น้อย กว่า 670 N ในทุก ทิศทาง)	- ปั๊มกำหนดพื้นที่เดิม ก๊าซชัดเจนที่ไม่มีสิ่ง ใดเข้ามากระแทก	1	3 (ทรัพย์สิน และ บุคคล)	3	2

ตารางผนวกที่ ก9 (ต่อ)

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
6. แรงดันก๊าซจ่ายเข้าถึงก๊าซมาก เกิน 20 เมกาปาสคาล	ถึงเสื่อมคุณภาพเร็ว	- ป้อนน้ำมันตั้งค่าแรงดัน ก๊าซไว้เป็นมาตรฐาน	- ป้อนควรมีการเช็ค แรงดันก๊าซให้แน่ใจ ก่อนจ่ายเข้าถึงทุก ครั้ง	1	2 (ทรัพย์สิน)	2	1
7. ป้อนจ่ายแรงดันเข้าถึงก๊าซน้อย กว่า 20 เมกาปาสคาล	ใช้เวลานานหรือก๊าซไม่เข้า ถึง ทำให้เพิ่มโอกาสที่พนักงาน ขับรถต้องอยู่ในป้อมซึ่งเป็นพื้นที่ เสี่ยงนานขึ้น	-	- ควรมีการเช็ค แรงดันก๊าซให้แน่ใจ ก่อนจ่ายเข้าถึงทุก ครั้ง	1	1 (ทรัพย์สิน, บุคคล)	1	1
8. ไฟฟ้าดับ	เติมก๊าซไม่ได้ ทำให้เสียเวลาใน การต้องเดินทางไปป้อมอื่น ต้อง สูญเสียก๊าซเพิ่มขึ้น	-	- ป้อนควรมีระบบ ไฟฟ้าสำรอง	2	1 (ทรัพย์สิน)	2	1
9. พนักงานเติมก๊าซผิดชนิดเป็น LPG	รถไม่สามารถทำงานได้	- มีสติ๊กเกอร์ CNG ติดที่ หัวรับเติมก๊าซ	- ป้อนควรมีวิธีให้เด็ก ป้อนตรวจเช็คสภาพ ถึงก่อนเติมด้วย	3	1 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	3	2

**การตรวจสอบสภาพรถหลังติดตั้งครั้งแรก / หลังรถเกิดอุบัติเหตุหรือ
มีการเปลี่ยนแปลงหรือติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบใหม่ Check List (6)**

ตารางผนวกที่ ก10 การตรวจสอบสภาพรถ

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการ ขนส่งทางบก เรื่อง ให้ ความเห็นชอบเป็นผู้ตรวจ และทดสอบฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
1.	คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบและทดสอบ				
1.1	ผู้ตรวจและทดสอบทั่วไป วิศวกรผู้ ตรวจได้รับใบอนุญาตเป็นผู้ประกอบ วิชาชีพวิศวกรรมควบคุม สาขา วิศวกรรมเครื่องกล ประเภทสามัญ วิศวกรขึ้นไปหรือไม่			(ใน Check List ขอดูใบอนุญาตต้องเป็นผู้ นี้จะหมายความว่า ประกอบวิชาชีพวิศวกรรม ถึงเฉพาะเป็น ควบคุม สาขาวิศวกรรม ผู้ตรวจและ เครื่องกล ประเภทสามัญ ทดสอบทั่วไป หรือวุฒิวิศวกร ที่เป็นบริษัท เท่านั้น)	
1.2	มีหนังสือเห็นชอบเป็นผู้ตรวจและ ทดสอบหรือไม่				ขอดูหนังสือให้ความเห็น ชอบของกรมการขนส่ง ทางบกให้ตรงกับชื่อ วิศวกรพร้อมดูวันหมดอายุ
2.	สถานที่ที่ใช้ตรวจและทดสอบ				
2.1	พื้นราบสะดวกและปลอดภัย ขนาดไม่น้อยกว่า 40 ตารางเมตร ความกว้างไม่น้อยกว่า 3.50 เมตร				- สถานที่ต้องตรงกับที่ ระบุในหนังสือรับรอง การตรวจฯ - สภาพพื้นต้องมีความ มั่นคงและแข็งแรง ไม่ลาดเอียง
2.1	ทางเข้า-ออกของรถที่รับการตรวจฯ สะดวกและปลอดภัย				ไม่มีสิ่งกีดขวางซึ่งทำให้ เกิดอุบัติเหตุได้

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการ ขนส่งทางบก เรื่อง ให้ ความเห็นชอบเป็นผู้ตรวจ และทดสอบฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
2.2	กำหนดพื้นที่อันตรายและติดป้ายเตือนหรือไม่				มีการติดป้ายหรือสัญลักษณ์ที่แสดงว่าเป็นพื้นที่อันตราย เช่น ห้ามก่อประกายไฟ ผู้ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องห้ามเข้าเป็นต้นและสามารถมองเห็นได้ชัดเจน
2.3	มีบ่อตรวจสภาพรถหรือพื้นยกระดับหรือมีเครื่องยกรถหรือไม่				ต้องมีบ่อตรวจสภาพรถที่มีสันขอบบ่อตลอดแนวความยาวบ่อ ทำด้วยวัสดุแข็งแรง เพื่อป้องกันลื่นตกหรือพื้นยกระดับ หรือมีเครื่องยกรถขนาดไม่น้อยกว่า 2 คัน เพื่อใช้ขึ้นตรวจสภาพได้ทั้งรถ
3.	เครื่องมือและอุปกรณ์ตรวจ				
	มีรายการดังนี้หรือไม่				- มาตรฐานความดันต้องมีความผิดพลาดไม่เกินร้อยละ ± 1
	1. เครื่องตรวจวัดก๊าซรั่ว				- เครื่องวัดเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง ขนาดบรรจุไม่น้อยกว่า 4 กิโลกรัมอย่างน้อย 2 ถัง
	2. เทปวัดระยะ				- ถังบรรจุก๊าซที่ใช้ทดสอบต้องมีปริมาณไม่น้อยกว่า 0.1 ลูกบาศก์เมตร
	3. เครื่องมือวัดละเอียด เช่น เวอร์เนีย				
	4. มาตรฐานความดัน				
	5. นาฬิกาจับเวลา				
	6. เครื่องมือทดสอบแรงดึงของหัวรับก๊าซ				
	7. เครื่องวัดเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง				
	8. ถังบรรจุก๊าซสำหรับใช้ทดสอบ				

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการ ขนส่งทางบก เรื่อง ให้ ความเห็นชอบเป็นผู้ตรวจ และทดสอบฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
4.	รายการตรวจและทดสอบ ครอบคลุมหรือไม่				
4.1	1. เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่			รายละเอียด มาตรฐานตาม Check List (3)	- มอก.2325 หรือ - ISO 15500 หรือ - ECE R 110
4.2	การติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่			รายละเอียด มาตรฐานตาม Check List (3)	- ECE R 110 หรือ - มอก.2333 เล่ม 1 ข้อกำหนดด้านความปลอดภัยและเล่ม 2 วิธีทดสอบหรือ - ISO 15501
4.3	การตรวจและทดสอบถึงเป็นไปตามมาตรฐานหรือไม่			กรณีติดตั้งครั้งแรกจะ ตรวจตามเกณฑ์ของเหลว 1.5 เท่าของ ข้อ 2. และตรวจความดันสูงสุดเป็นเวลาไม่ ทุก 1 ปี แต่ถ้าไม่ทราบประวัติถึงมา ก่อนให้ตรวจจาก น้ำ (water jacket) แล้วค่า เกณฑ์ข้อ 1. คือ การขยายตัวอย่างถาวรของ ตรวจด้วย สายตา	ISO 19078 โดยใช้วิธี 1.ทดสอบถึงด้วยความดัน น้อยกว่า 2 นาฬิกา หรือ ทดสอบถึงด้วยความดัน ของความดันสูงสุดโดยใช้ถัง ก่อนให้ตรวจจาก น้ำ (water jacket) แล้วค่า ถึงเกินร้อยละ 5 ของการ ขยายตัวอย่างสมบูรณ์โดย ปริมาตร 2. คูสภาพังไม่มีรอยบุบ อุปกรณ์ถึงไม่ชำรุดบิด เบี้ยวและไม่มีการต่อเติม เป็นต้น

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรรมการ ขนส่งทางบก เรื่อง ให้ ความเห็นชอบเป็นผู้ตรวจ และทดสอบฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
4.4	ทดสอบการรั่วหรือไม่				ใช้เครื่องตรวจจับก๊าซรั่ว ทดสอบว่าการรั่วหรือไม่
5.	<u>สิ่งที่ผู้ตรวจและทดสอบดำเนินการ เมื่อตรวจฯ ผ่าน</u>				
	ติดแผ่นป้ายแสดงรายการต่อไปนี้				ต้องติดแผ่นป้ายแสดง
5.1	ไว้ที่ถังหรือไม่				หมายไว้ทุกถังที่เห็น
	- หมายเลขถัง				ชัดเจนเมื่อยื่นมองอยู่นอก
	- วันที่ตรวจและทดสอบ				ตัวรถ
	- วันที่ถึงหมดอายุ				
	- ชื่อผู้ตรวจสอบและทดสอบ				
5.2	ติดแผ่นป้ายแสดงรายการต่อไปนี้				ต้องติดแผ่นป้ายแสดง
	ไว้ที่ตัวรถหรือไม่				หมายไว้ใกล้กับอุปกรณ์รับ
	- วันที่ตรวจและทดสอบ				เติมก๊าซที่เห็นชัดเจนเมื่อ
	- วันที่ตรวจและทดสอบ				ยื่นมองอยู่นอกตัวรถ
	ครั้งต่อไป				
	- วันที่ถึงหมดอายุ				
	- ชื่อผู้ตรวจสอบและทดสอบ				
6.	<u>รอบการตรวจครั้งต่อไป</u>			เฉพาะเป็นการ	ต้องตรวจและทดสอบทุก
6.1	ตรวจและทดสอบทุก 1 ปี หรือไม่			ตรวจและ	1 ปี
				ทดสอบโดย	
				ผู้ตรวจและ	
				ทดสอบทั่วไป	

ตารางผนวกที่ ก10 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามประกาศกรมการ ขนส่งทางบก เรื่อง ให้ ความเห็นชอบเป็นผู้ตรวจ และทดสอบฯ พ.ศ.2550)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
6.2	ตรวจและทดสอบทุกครั้งที่มีการเปลี่ยน แปลงหรือติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และ ส่วนควบใหม่ตามรายการดังนี้ใช่หรือไม่ - ถังก๊าซ - อุปกรณ์ระบายความดัน - ลิ้นหัวถังที่เปิดปิดด้วยมือ - ลิ้นป้องกันการไหลเกิน - ท่อนำก๊าซด้านความดันสูง - ข้อต่อด้านความดันสูง				ต้องตรวจและทดสอบทุก ครั้งที่มีการเปลี่ยนแปลง หรือติดตั้งเครื่องอุปกรณ์ และส่วนควบใหม่

ตารางผนวกที่ ก11 การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Checklist 6

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมการตรวจสอบสภาพรถ.....

ตามเอกสารCheck List (6)

ผลจากการทำ Checklist	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้น ตามมา	มาตรการป้องกัน และควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความ เสี่ยง
1. พบว่าบางครั้งไม่มีการตรวจและ ทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ	อาจเกิดก๊าซรั่วจากเครื่อง อุปกรณ์และส่วนควบ	-	ควรตรวจและทดสอบ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง เครื่องอุปกรณ์และ ส่วนควบ	3	2 (ทรัพย์สิน , บุคคล และ ชุมชน)	6	2

ตารางผนวกที่ ก12 การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 4

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมการตรวจสอบสภาพรถหลังติดตั้งครั้งแรก / หลังรถเกิดอุบัติเหตุหรือ
มีการเปลี่ยนแปลงหรือติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบใหม่.....

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผล ลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
1. บริษัทไม่ได้ตรวจสอบคุณสมบัติ ของผู้ตรวจสอบและทดสอบให้ เป็นไปตามเกณฑ์ของกรรมการ ขนส่งทางบก	ตรวจสอบและทดสอบไม่เป็นไป ตามมาตรฐานที่กำหนด ทำให้มี ก๊าซรั่วออกมาเมื่อนำไปใช้งานได้	บริษัทพิจารณาคุณสมบัติ ของผู้ตรวจสอบและทดสอบ ให้เป็นไปตามเกณฑ์ของ กรรมการขนส่งทางบกทุก ครั้ง	-	1	2 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	2	1
2. สถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์ การตรวจและทดสอบไม่เป็นไป ตามเกณฑ์ของกรรมการขนส่ง ทางบก	สถานที่ไม่ปลอดภัยทำให้เกิด อันตรายหากก๊าซรั่วออกมาขณะ ทดสอบได้ เครื่องมือไม่ครบทำให้ไม่สามารถ ตรวจสอบการรั่วของก๊าซได้ เมื่อ นำรถไปใช้งานทำให้มีก๊าซรั่ว	บริษัทจัดทำสถานที่การ ตรวจสอบและทดสอบให้ เป็นไปตามเกณฑ์ที่กรรมการ ขนส่งทางบกกำหนด	-	1	2 (ทรัพย์สิน และบุคคล)	2	1

ตารางผนวกที่ ก12 (ต่อ)

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
3. ไม่มีการตรวจและทดสอบหลังติดตั้งครั้งแรก / หลังรถเกิดอุบัติเหตุหรือมีการเปลี่ยนแปลงหรือติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบใหม่	อาจเกิดก๊าซรั่วจากเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ	-	ควรตรวจและทดสอบเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ	3	2 (ทรัพย์สิน, บุคคลและชุมชน)	6	2

การตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ใช้รถ Check List (7)

ตารางผนวกที่ ก13 แบบตรวจการตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ใช้รถ

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามหลักเกณฑ์จากบริษัท ผู้ขายอุปกรณ์ก๊าซ ธรรมชาติอัด)
		ใช่	ไม่ใช่		
		Yes	No		
รายการตรวจประจำปี					
1	มีการตรวจสอบระบบเชื้อเพลิงทุกปี ใช่หรือไม่			ข้อนี้ใช้ตรวจกับ รถที่ใช้น้ำมันด้วย	ต้องมีการตรวจสอบระบบ เชื้อ เพลิงทุกปี
2	เปลี่ยนกรองก๊าซ CNG ทุก 40,000 กม. หรือทุก 1 ปี ใช่หรือไม่				ต้องเปลี่ยนกรองก๊าซ NGV ทุก 40,000 กม. หรือทุก 1 ปี
รายการตรวจประจำเดือน					
3	ตรวจเช็ครอยรั่วของท่อก๊าซ ข้อต่อ และจุดต่างๆ ทุกเดือนใช่หรือไม่				ใช้ฟองสบู่หรือ เครื่องตรวจสอบสงสัยว่าก๊าซ รั่วให้จอดในที่โล่ง ดับ เครื่องยนต์และปิดวาล์ว มือที่ถังบรรจุก๊าซก่อนทุก ครั้ง (เช็ทุกจุด เช่น ข้อ ต่อ หัววาล์ว เป็นต้น)
4	มีการตรวจเช็คनीอต สกรูที่ยึดถังก๊าซ ทุกเดือนใช่หรือไม่				ต้องมีการตรวจเช็คनीอต สกรูที่ยึดถังก๊าซทุก 1 เดือน
5	ตรวจสภาพถังไม่มีรอยบุบ บิดเบี้ยว ลื่นเอียง ที่อาจทำให้ก๊าซรั่วซึมทุก เดือนใช่หรือไม่				ต้องไม่มีรอยหรือสภาพถัง ที่ทำให้ก๊าซรั่วซึมออกมา ได้
6	ตรวจอุปกรณ์รับเติมก๊าซทุกเดือน หรือไม่				ตรวจสภาพทั่วไปไปชำรุด ไม่หลุดตันจากสิ่งสกปรก ฝาไม่ถูกเปิดออก

ตารางผนวกที่ ก13 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามหลักเกณฑ์จากบริษัท ผู้ขายอุปกรณ์ก๊าซ ธรรมชาติอัด)
		ใช่	ไม่ใช่		
		Yes	No		
รายการตรวจประจำสัปดาห์					
7	ทำความสะอาดกรองอากาศทุกสัปดาห์ใช่หรือไม่			ข้อนี้ใช้ตรวจกับรถที่ใช้ น้ำมันด้วย	ต้องทำความสะอาดกรองอากาศทุกสัปดาห์
รายการตรวจประจำวันก่อนวิ่งรถ					
8	ตรวจเช็คระดับน้ำมันเครื่องทุกวันใช่หรือไม่			ข้อนี้ใช้ตรวจกับรถที่ใช้ น้ำมันด้วย	ต้องอยู่ในระดับปกติ ไม่แห้ง
9	ตรวจเช็คหม้อน้ำทุกวันใช่หรือไม่			ข้อนี้ใช้ตรวจกับรถที่ใช้ น้ำมันด้วย	ต้องอยู่ในสภาพปกติ ไม่รั่ว
10	ตรวจเช็คลมยางทุกวันใช่หรือไม่			ข้อนี้ใช้ตรวจกับรถที่ใช้ น้ำมันด้วย	ต้องอยู่ในสภาพปกติ ไม่รั่ว ลมยางไม่อ่อน
11	ตรวจระดับก๊าซในถังทุกวันหรือไม่			หากแรงดันน้อยกว่า 5 MPa จะทำให้รถกำลังตก	ตรวจโดยดูจาก Switch หรือ Pressure Gauge แรงดันก๊าซต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 5 MPa
12	ขณะขับไม่มีเสียงดังผิดปกติใช่หรือไม่				ต้องไม่มีเสียงที่ดังมากผิดปกติ
13	ขณะขับเครื่องยนต์ไม่สั่นผิดปกติใช่หรือไม่				เครื่องยนต์ต้องไม่สั่นมากจนผิดปกติ
14	ตรวจเช็คการทำงานของ Solenoid ทุกวันหรือไม่				โดยการฟังเสียงหรือหาเหล็กไปแตะบริเวณ Solenoid ต้องเกิดเป็นแม่เหล็กดูดได้
รายการตรวจตามระยะทาง					
15	ตรวจเช็คสภาพรถทุก 1,000 กม.ใช่หรือไม่			ข้อนี้ใช้ตรวจกับรถที่ใช้ น้ำมันด้วย	ต้องตรวจเช็คทุก 1,000 กม.
16	ตรวจเช็คน้ำมันเกียร์ทุก 10,000 กิโลเมตรใช่หรือไม่			ข้อนี้ใช้ตรวจกับรถที่ใช้ น้ำมันด้วย	ต้องตรวจเช็คน้ำมันเกียร์ทุก 10,000 กิโลเมตร

ตารางผนวกที่ ก13 (ต่อ)

ข้อ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		หมายเหตุ	หลักเกณฑ์การตรวจสอบ (ตามหลักเกณฑ์จากบริษัท ผู้ขายอุปกรณ์ก๊าซ ธรรมชาติอัด)
		ใช่ Yes	ไม่ใช่ No		
17	มีการตรวจเช็คและตั้งบ่าวาล์วไอเสีย ทุกระยะทางใช้งาน 40,000 – 60,000 กม. ใช่หรือไม่				ต้องมีการตรวจเช็คและ ตั้งบ่าวาล์วไอเสียทุก ระยะทางใช้งาน 40,000 – 60,000 กม.
18	เปลี่ยนน้ำมันเครื่องตามระยะ เวลาที่บริษัทผู้ผลิตรถแนะนำ ใช่หรือไม่			ข้อนี้ใช้ตรวจกับ รถที่ใช้น้ำมันด้วย	ต้องมีการเปลี่ยน น้ำมันเครื่อง ทุกระยะ 10,000 กิโลเมตร
19	เปลี่ยนกรองอากาศทุก 20,000 – 30,000 กม. ใช่หรือไม่			ข้อนี้ใช้ตรวจกับ รถที่ใช้น้ำมันด้วย	ต้องมีการเปลี่ยนกรอง อากาศทุก 20,000 – 30,000 กม.
20	เปลี่ยนหัวเทียนทุกระยะ 20,000 กม. ใช่หรือไม่				ต้องเปลี่ยนหัวเทียนทุก ๆ ระยะ 20,000 กม. โดย ปรับระยะหัวเทียนที่ 0.4 มิลลิเมตร
21	ตรวจสอบการตั้งค่าการทำงานใน ระบบเชื้อเพลิง CNG เมื่อมีการ ซ่อมแซมเครื่องยนต์หรือไม่				ต้องทำการตรวจสอบตั้ง ค่าการทำงานในระบบ เชื้อเพลิง CNG เมื่อมีการ ซ่อมแซมเครื่องยนต์
22	ปรับตั้งวาล์วเครื่องยนต์ทุกระยะ 40,000 กิโลเมตร ใช่หรือไม่			ข้อนี้ใช้ตรวจกับ รถที่ใช้น้ำมันด้วย	ต้องปรับตั้งวาล์ว เครื่องยนต์ทุกระยะ 40,000 กิโลเมตร
23	เปลี่ยนประเก็นชุดท่อไอเสียทุก 100,000 กิโลเมตร ใช่หรือไม่			ข้อนี้ใช้ตรวจกับ รถที่ใช้น้ำมันด้วย	ต้องเปลี่ยนประเก็นชุด ท่อไอเสียทุก 100,000 กิโลเมตร

ตารางผนวกที่ ก14 การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Checklist 7

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมการตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ใช้รถ.....

ตามเอกสารCheck List (7).....

ผลจากการทำ Checklist	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1. รถทุกคันไม่มีการตรวจเช็ครอรั้วของท่อก๊าซในแต่ละเดือน	- ก๊าซรั่วทำให้สิ้นเปลือง - หากมีประกายไฟ ทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้	มีถังดับเพลิงประจำรถ	กำหนดระยะเวลาในตรวจเช็ครั้วของท่อก๊าซ NGV ทุก 1 เดือน โดยต้องจอดรถในที่โล่ง ดับเครื่องยนต์ และปิดวาล์วมือที่ถังบรรจุก๊าซก่อนทุกครั้ง	3	3	9	3
2. รถทุกคันไม่มีการตรวจเช็คเครื่องยนต์สกปรกที่ยึดถังก๊าซทุกเดือน	ถังรั่วแตกกระแทกพื้น และถังระเบิดได้	ไม่มี	ให้มีการตรวจเช็คเครื่องยนต์สกปรกที่ยึดถังก๊าซทุกเดือน	3	3	9	3
3. พนักงานขับรถไม่มีการตรวจหัวรับเติมก๊าซทุกเดือน	อาจเกิดก๊าซรั่วจากหัวรับเติมก๊าซ	-	ควรมีการกำหนดรอบการตรวจหัวรับเติมก๊าซทุกเดือน	3	3	9	3

ตารางผนวกที่ ก14 (ต่อ)

ผลจากการทำ Checklist	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
4. พนักงานขับรถไม่มีการตรวจสอบสภาพถังก๊าซทุกเดือน	อาจเกิดก๊าซรั่วจากถังก๊าซได้	-	ควรมีการกำหนดรอบการตรวจหวัรับเติมก๊าซทุกเดือน	3	3 (ทรัพย์สิน, บุคคลและชุมชน)	9	3

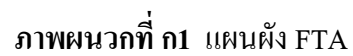
ตารางผนวกที่ ก15 การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 5

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมการตรวจสอบสภาพรถโดยผู้ขับขี่.....

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมาเมื่อนำ รถไปใช้งาน	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผล ลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
1. ไม่มีการตรวจเช็ครถ ของท่อก๊าซในแต่ละเดือน	- ก๊าซรั่วทำให้สิ้นเปลือง - หากมีประกายไฟ ทำให้เกิดเพลิง ไหม้ได้	มีถึงดับเพลิงประจำรถ	กำหนดระยะเวลาในการตรวจเช็ครถ ของท่อก๊าซ CNG ทุก 1 เดือน โดยต้องจอดรถ ในที่โล่ง ดับเครื่องยนต์ และปิดวาล์วมือที่ถัง บรรจุก๊าซก่อนทุกครั้ง	3	3	9	3
2. ไม่มีการตรวจเช็คน้ำมัน สกปรกที่ฉีดถึงก๊าซทุกเดือน	ถังว่างตกกระแทกพื้น และถังระเบิด ได้	ไม่มี	ให้มีการตรวจเช็คน้ำมัน สกปรกที่ฉีดถึงก๊าซทุกเดือน	3	3	9	3
3. พนักงานขับรถไม่มีการตรวจหัว รับเติมก๊าซทุกเดือน	อาจเกิดก๊าซรั่วจากหัวรับเติมก๊าซ	-	ควรมีการกำหนดรอบ การตรวจหัวรับเติมก๊าซ ทุกเดือน	3	3	9	3

ตารางผนวกที่ ก15 (ต่อ)

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมาเมื่อนำ รถไปใช้งาน	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผล ลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
4. พนักงานขับรถไม่มีการตรวจ สภาพถังก๊าซทุกเดือน	อาจเกิดก๊าซรั่วจากถังก๊าซได้	-	ควรมีการกำหนดรอบ การตรวจหัวรับเติมก๊าซ ทุกเดือน	3	3 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	9	3



ตารางผนวกที่ ก16 การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี FTA

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมการขับรถ..... โรงงานABC คอนกรีต.....

สถานการณ์จำลองของเหตุการณ์ที่อาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรง.....ไฟไหม้รถขณะขับ (ตามภาพผนวกที่ ก1)...วันที่ทำการศึกษา ...3 มกราคม 2551.....

สาเหตุ	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1. ข้อต่อตามจุดต่างๆ ไม่สามารถทนสภาพการใช้งานได้ เกิดการหลวมของข้อต่อและมีประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูง หรือไฟฟ้าลัดวงจร	เกิดไฟไหม้ที่รถทำให้ - รถเสียหาย - เสียเวลาจัดส่งทำให้คอนกรีตหมดอายุ - พนักงานขับรถได้รับบาดเจ็บ - คนขับรถใกล้เคียงได้รับความเสียหาย	- ใช้ข้อต่อที่ได้มาตรฐาน - มีการติดตั้งให้ระยะห่างของเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของระบบก๊าซทุกชิ้นห่างจากท่อไอเสียไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร - แบตเตอรี่มีฝาครอบ - ไม่ติดตั้งระบบก๊าซใกล้กับเครื่องยนต์ - ยึดท่อก๊าซและอุปกรณ์ควบของก๊าซแน่น ไม่สั่นโยกได้หรือมีจุดเสียดสี	- มีการตรวจข้อต่อต่างๆ ทุกเดือน	3	3	9 (ทรัพย์สิน, บุคคลและชุมชน)	3

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

สาเหตุ	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
2. ข้อต่อตามจุดต่างๆ สั่นสะเทือนจากการวิ่งรถ เกิดการหลวมของข้อต่อและมีประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือไฟฟ้าลัดวงจร	เกิดไฟไหม้ที่รถทำให้ - รถเสียหาย - เสียเวลาจัดส่งทำให้คอนกรีตหมดอายุ - พนักงานขับรถได้รับบาดเจ็บ - คนขับรถใกล้เคียงได้รับความเสียหาย	- ใช้อุปกรณ์สายไฟที่ได้มาตรฐาน - มีการติดตั้งให้ระยะห่างของเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของระบบก๊าซทุกชิ้นห่างจากท่อไอเสียไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร - แบตเตอรี่มีฝาครอบ - ไม่ติดตั้งระบบก๊าซใกล้กับเครื่องยนต์ - ยึดท่อก๊าซและอุปกรณ์ควบของก๊าซแน่นไม่สั่นหรือโยกได้	- มีการตรวจข้อต่อต่างๆ ทุกเดือน	3	3	9 (ทรัพย์สิน, บุคคลและชุมชน)	3

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

สาเหตุ	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
3. วาล์วที่หัวรับเติมก๊าซมีหีน ทรายเข้ามาติดอยู่ทำให้ก๊าซรั่ว และมีประกายไฟ แบตเตอรี่รถ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือท่อ ไอเสีย	เกิดไฟไหม้ที่รถทำให้ - รถเสียหาย - เสียเวลาจัดส่งทำให้ คอนกรีตหมดอายุ - พนักงานขับรถได้รับ บาดเจ็บ - คนขับรถใกล้เคียงได้รับ ความเสียหาย	- ใช้อุปกรณ์สายไฟที่ได้ มาตรฐานและตรวจสอบ ก่อนนำรถไปใช้ทุกครั้ง - มีฝาครอบหัวรับเติม ก๊าซ - มีการติดตั้งให้ระยะห่าง ของเครื่องอุปกรณ์และ ส่วนควบของระบบก๊าซ ทุกชิ้นห่างจากท่อไอเสีย ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร - แบตเตอรี่มีฝาครอบ - ไม่ติดตั้งหัวรับเติมใกล้ วงจรไฟฟ้าแรงดันสูง	- มีการตรวจรอยรั่วที่หัวรับ เติมก๊าซทุกเดือน	2	3	6 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	2

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

สาเหตุ	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
4. วาล์วที่หัวรับเติมก๊าซไม่ สามารถทนสภาพการใช้งาน ได้ ทำให้เกิดก๊าซรั่วและมี ประกายไฟ แบตเตอรี่รถ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือท่อ ไอเสีย	เกิดไฟไหม้ที่รถทำให้ - รถเสียหาย - เสียเวลาจัดส่งทำให้ คอนกรีตหมดอายุ - พนักงานขับรถได้รับ บาดเจ็บ - คนขับรถใกล้เคียงได้รับ ความเสียหาย	- ใช้หัวรับเติมก๊าซที่ได้ มาตรฐาน - มีการติดตั้งให้ระยะห่าง ของเครื่องอุปกรณ์และ ส่วนควบของระบบก๊าซ ทุกชิ้นห่างจากท่อไอเสีย ไม่น้อยกว่า100มิลลิเมตร - แบตเตอรี่มีฝาครอบ - ไม่ติดตั้งหัวรับเติมใกล้ วงจรไฟฟ้าแรงดันสูง	- มีการตรวจหัวรับเติมก๊าซ ทุกเดือน	2	3	6 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	2
5. วาล์วที่หัวรับเติมก๊าซถูก สันตะเทียนจากรถวิ่ง ทำให้ ก๊าซรั่วและมีประกายไฟ แบตเตอรี่รถ / วงจรไฟฟ้า แรงดันสูงหรือท่อไอเสีย	เกิดไฟไหม้ที่รถทำให้ - รถเสียหาย - เสียเวลาจัดส่งทำให้ คอนกรีตหมดอายุ - พนักงานขับรถได้รับ บาดเจ็บ	- มีฝาครอบหัวรับเติม ก๊าซ - มีการติดตั้งให้ระยะห่าง ของเครื่องอุปกรณ์และ ส่วนควบของระบบก๊าซ ทุกชิ้นห่างจากท่อไอเสีย	- มีการตรวจหัวรับเติมก๊าซ ทุกเดือน	2	3	6 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	2

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

สาเหตุ	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
6. นี้อต สกรูของอุปกรณ์ปรับแรงดันไม่สามารถทนสภาพการใช้งานได้คล้ายตัว ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจากสายไฟฟ้าลัดวงจร / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / ท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์	- คนขับรถใกล้เคียงได้รับความเสียหาย	ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร	- แบตเตอรี่มีฝาครอบ				
	- ไม่ติดตั้งหัวรับเติมแก๊ส	วงจรไฟฟ้าแรงดันสูง	- ไม่ติดตั้งหัวรับเติมแก๊ส				
6. นี้อต สกรูของอุปกรณ์ปรับแรงดันไม่สามารถทนสภาพการใช้งานได้คล้ายตัว ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจากสายไฟฟ้าลัดวงจร / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / ท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์	เกิดไฟไหม้ที่รถทำให้	- ใช้อุปกรณ์ปรับแรงดันที่ได้มาตรฐาน	- มีการตรวจนี้อต สกรูทุกเดือน	3	3	9	3
	- รถเสียหาย	- มีการติดตั้งให้ระยะห่างของเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของระบบก๊าซทุกชิ้นห่างจากท่อไอเสีย					
6. นี้อต สกรูของอุปกรณ์ปรับแรงดันไม่สามารถทนสภาพการใช้งานได้คล้ายตัว ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจากสายไฟฟ้าลัดวงจร / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / ท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์	- เสียเวลาจัดส่งทำให้คอนกรีตหมดอายุ	ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร					
	- พนักงานขับรถได้รับบาดเจ็บ	- ไม่ติดตั้งอุปกรณ์ปรับแรงดันใกล้เครื่องยนต์					
6. นี้อต สกรูของอุปกรณ์ปรับแรงดันไม่สามารถทนสภาพการใช้งานได้คล้ายตัว ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจากสายไฟฟ้าลัดวงจร / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / ท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์	- คนขับรถใกล้เคียงได้รับความเสียหาย	ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร					
		- ไม่ติดตั้งอุปกรณ์ปรับแรงดันใกล้เครื่องยนต์					

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

สาเหตุ	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
7. นี้อต สกรูของอุปกรณ์ปรับแรงดันสันสะเทือนขณะรถวิ่ง คลายตัว ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจากสายไฟฟ้า ลัดวงจร / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / ท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์	เกิดไฟไหม้ที่รถทำให้ - รถเสียหาย - เสียเวลาจัดส่งทำให้คอนกรีตหมดอายุ - พนักงานขับรถได้รับบาดเจ็บ - คนขับรถใกล้เคียงได้รับความเสียหาย	- ยึดท่อก๊าซและอุปกรณ์ควบของก๊าซแน่น ไม่สั่นหรือโยกได้ - ใช้อุปกรณ์สายไฟที่ได้มาตรฐานและตรวจสอบ - มีการติดตั้งให้ระยะห่างของเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของระบบก๊าซทุกชิ้นห่างจากท่อไอเสียไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร - ไม่ติดตั้งอุปกรณ์ปรับแรงดันใกล้เครื่องยนต์ - ยึดท่อก๊าซและอุปกรณ์ควบของก๊าซแน่น ไม่สั่นหรือโยกได้	- มีการตรวจนี้อต สกรูทุกเดือน	3	3	9	3
					(ทรัพย์สิน, บุคคลและชุมชน)		

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

สาเหตุ	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
8. ลื่นหวัถถึงทนสภาพการใช้งานไม่ได้ ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจาก ท่อไอเสีย	เกิดไฟไหม้ที่รถทำให้ - รถเสียหาย - เสียเวลาจัดส่งทำให้ คอนกรีตหมดอายุ - พนักงานขับรถได้รับ บาดเจ็บ - คนขับรถใกล้เคียงได้รับความเสียหาย	- ใช้อุปกรณ์สายไฟที่ได้ มาตรฐานและตรวจสอบ - ใช้ลื่นหวัถถึงที่ได้ มาตรฐาน - มีการติดตั้งให้ระยะห่าง ของเครื่องอุปกรณ์และ ส่วนควบของระบบก๊าซ ทุกชิ้นห่างจากท่อไอเสีย ไม่น้อยกว่า100 มิลลิเมตร	- มีการตรวจการรั่วของลื่น หวัถถึงทุกเดือน	3	3	9	3
9. ลื่นหวัถถึงสั่นสะเทือนขณะรถวิ่ง ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจาก ท่อไอเสีย	เกิดไฟไหม้ที่รถทำให้ - รถเสียหาย - เสียเวลาจัดส่งทำให้ คอนกรีตหมดอายุ - พนักงานขับรถได้รับ บาดเจ็บ	- มีการติดตั้งให้ระยะห่าง ของเครื่องอุปกรณ์และ ส่วนควบของระบบก๊าซ ทุกชิ้นห่างจากท่อไอเสีย ไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร	- มีการตรวจการรั่วของลื่น หวัถถึงทุกเดือน	3	3	9	3

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

สาเหตุ	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
10. การสั้นสะพานขณะรถวิ่ง ทำให้ข้อต่อหลุด / หัวรับเดิมก๊าซหลุด / ท่อก๊าซแตกหรือถึงตกกระแทกพื้นและลิ้นหัวถึงไม่ทำงาน ทำให้ก๊าซในระบบรั่วออกมาและเจอประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือไฟฟ้าลัดวงจร	- คนขับรถใกล้เคียงได้รับ ความเสียหาย	- ติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซ ธรรมชาติอัดได้ตาม มาตรฐาน	การตรวจสอบสภาพข้อต่อ หัวรับเดิมก๊าซ การยึดโครง ถังและสภาพท่อทุกเดือน	3	3	9	3
	- รถเสียหาย - เสียเวลาจัดส่งทำให้ คอนกรีตหมดอายุ - พนักงานขับรถได้รับ บาดเจ็บ - คนขับรถใกล้เคียงได้รับ ความเสียหาย	- ใช้อุปกรณ์ก๊าซ ธรรมชาติอัดได้มาตรฐาน - การคัดท่อก๊าซตาม มาตรฐาน - มีการติดตั้งให้ ระยะห่างของเครื่อง อุปกรณ์และส่วนควบ ของระบบก๊าซทุกชั้น ห่างจากท่อไอเสียไม่ น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร			(ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)		

ตารางผนวกที่ ก16 (ต่อ)

สาเหตุ	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
11. ข้อต่อหลุด / หัวรับเดิมก๊าซหลุด / ถังตกกระแทกพื้นหรือท่อแตกจากอุบัติเหตุอุปกรณ์ดังกล่าว ถูกกระแทกชน ขณะขับและลื่นหัวถังไม่ทำงาน ทำให้ก๊าซในระบบรั่วออกมาและเจอประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือไฟฟ้าลัดวงจร	เกิดไฟไหม้ที่รถทำให้ - รถเสียหาย - เสียเวลาจัดส่งทำให้คอนกรีตหมดอายุ - พนักงานขับรถได้รับบาดเจ็บ - คนขับรถใกล้เคียงได้รับความเสียหาย	- มีแผนงานลดอุบัติเหตุจากรถ - มีการตรวจเช็คสภาพรถตามรอบโดยช่างและตรวจเช็คสภาพรถประจำวันโดยพนักงานขับรถ - มีการตรวจการรั่วของลื่นหัวถังทุกเดือน - รถที่ติด CNG จะมีกำลังตกขณะขึ้นสะพานสูงอาจไหลชนรถคันที่ตามมาได้	- จัดอบรมขับให้พนักงาน - จัดตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์พนักงานขับรถ - มีการตรวจการรั่วของลื่นหัวถังทุกเดือน - รถที่ติด CNG จะมีกำลังตกขณะขึ้นสะพานสูงอาจไหลชนรถคันที่ตามมาได้	3	3	9 (ทรัพย์สิน, บุคคลและชุมชน)	3

ตารางผนวกที่ ก17 การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Aanalysis 6

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมการขับรถ.....

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและ ควบคุมอันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความ รุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับ ความ เสี่ยง
1. อัตราการเร่งของรถลดลง เนื่องจากการใช้ก๊าซ CNG	ทำให้ขณะขึ้นสะพานที่ลาดชันรถอาจ ไหลชนรถที่ตามมาหรือขณะขับแซงรถ คันหน้า แต่แซงไม่พ้นทำให้เกิด อุบัติเหตุรถเสียหายนหรือพนักงานขับรถ และคู่กรณีได้รับบาดเจ็บ	อบรมการขับชี้ให้ พนักงานขับรถ	ควรจัดทำแผนการอบรม พนักงานขับรถให้ทราบ สภาพปัญหาที่ต้องมีการ ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมกร ขับ เมื่อเปลี่ยนมาใช้ก๊าซ CNG	3	2	6 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	2
2. เบรกรถในระยะกระชั้นชิด แล้วเบรกไม่อยู่ เนื่องจาก น้ำหนักของถังก๊าซ	รถไหลชนคันหน้า เกิดอุบัติเหตุทำให้รถ เสียหายหรือพนักงานขับรถและคู่กรณี ได้รับบาดเจ็บ	อบรมการขับชี้ให้ พนักงานขับรถ	ควรจัดทำแผนการอบรม พนักงานขับรถให้ทราบสภาพ ปัญหาที่ต้องมีการปรับเปลี่ยน พฤติกรรมกรขับ เมื่อเปลี่ยน มาใช้ก๊าซ CNG	3	2	6 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	2
3. พนักงานขับรถไม่ทราบ ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุ ฉุกเฉินก๊าซรั่วไหล	ก๊าซรั่วและหากมีประกายไฟอาจเกิด เพลิงไหม้ได้ ทำให้รถเสียหายหรือ พนักงานขับรถได้รับบาดเจ็บ รถคัน ข้างเคียงเสียหาย	-	ควรกำหนดขั้นตอนการ ปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ก๊าซรั่วไหลและฝึกอบรม ให้พนักงานขับรถ	3	2	6 (ทรัพย์สิน, บุคคลและ ชุมชน)	2

ตารางผนวกที่ ก18 การชี้บ่งและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 7

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมการ जोดรถ.....

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1. เกิดอุบัติเหตุมีรถมาชนรถติด CNG ที่จอดอยู่	มีก๊าซรั่วออกมาจากเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบก๊าซธรรมชาติ และอาจไฟไหม้หากมีประกายไฟ	-	-	1	4	4	2
2. อาคาร जोดรถปิดมีคหคขณะก๊าซรั่วออกจากเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบก๊าซธรรมชาติ	เกิดระเบิดที่ลาน जोดรถ	พื้นที่ जोดรถหน้างานเป็นพื้นที่เปิดโล่ง	ควรมีการจัดที่ जोดรถให้โปร่ง ก๊าซที่รั่วออกมาสามารถระบายออกไปได้	1	4	4	2
3. เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบก๊าซธรรมชาติรั่ว หลวมมีก๊าซรั่วออกมา	สิ้นเปลืองพลังงาน	- มีการตรวจสอบอุปกรณ์และการติดตั้งให้ได้มาตรฐาน	- ควรเปลี่ยนลิ้นปิดเปิดอัตโนมัติให้ตัดระบบก๊าซขณะดับเครื่องยนต์ - ควรมีการตรวจสอบการรั่วก๊าซทุกเดือน	3	1	3	2

ตารางผนวกที่ ก19 การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 8

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมซ่อมเพลาปั่นโม / ฝาสูบ / ท่อร่วมไอดี / เปลี่ยนลัซซีโม

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1. ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ถอดออก เช่น ถังน้ำ ฝาสูบ หรือท่อร่วม ไอดี ตกใส่อุปกรณ์และส่วน ควบก๊าซแตก	ก๊าซรั่ว	มีเครนช่วยในการยก ชิ้นส่วนเครื่องยนต์	ควรมีการเช็คสภาพการใช้ งานของเครนทุกเดือน อบรมวิธีปฏิบัติงานยกของ ด้วยเครนให้พนักงาน	2	3	6 (ทรัพย์สิน)	2
2. ขณะช่างถอดอุปกรณ์ต่างๆ ออกจากรถ ไปกระแทก โคนล้อทำให้ล้อหลวม	ก๊าซรั่ว	ปิดระบบก๊าซทั้งหมดก่อน ซ่อมทุกครั้ง	ควรตรวจสอบรอยรั่วทุก ครั้งหลังซ่อมเสร็จ	2	2	4 (ทรัพย์สิน)	2
3. มีประกายไฟ ขณะซ่อมและมี ก๊าซรั่ว	ไฟไหม้	เตรียมถังดับเพลิงไว้ บริเวณซ่อมและที่รถทุก ครั้ง	ควรกำหนดให้พื้นที่ซ่อม ห้ามมีประกายไฟ	2	4	8 (ทรัพย์สิน และ บุคคล)	3

ตารางผนวกที่ ก19 (ต่อ)

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
4. รถไหลทำให้ถึงก๊าซที่มีรอยรั่วอยู่ ถูกกระแทก	ก๊าซรั่ว	- ที่ลื้อคล้อและกำหนดให้ลื้อคทุกครั้ง ที่ซ่อม - มีการกำหนดพื้นที่ซ่อมชัดเจน ไม่ลาดเอียง	ควรจัดพื้นที่ให้เรียบและป้องกันไม่ให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องเข้า	2	3	6 (ทรัพย์สินและบุคคล)	2
5. ถ้าก๊าซรั่วแล้วลอยไปสะสมอยู่ในหลังคาที่มีลักษณะกักก๊าซและสัมผัสกับหลอดไฟ	ไฟไหม้หลังคาและลูกลามทั้งโรงซ่อม	ไม่มี	- ควรกำหนดมาตรฐานหลังคา โครงสร้างอาคารของโรงซ่อม	2	4	8 (ทรัพย์สิน, บุคคลและชุมชน)	3

ตารางผนวกที่ ก20 การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What If Analysis 9

พื้นที่ / เครื่องจักร / กระบวนการผลิต / ขั้นตอนการปฏิบัติ / กิจกรรมซ่อมโครงถัง.....

What If (จะเกิดอะไรขึ้น...ถ้า)	อันตรายหรือผลที่เกิดขึ้นตามมา	มาตรการป้องกันและควบคุม อันตราย	ข้อเสนอแนะ	การประเมินความเสี่ยง			
				โอกาส	ความรุนแรง	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1. ถังร่วขณะถอดโครงถังออก	ก๊าซรั่ว	- มีอุปกรณ์ในการถอดถังและรองรับถังที่ถอด - มีการฝึกอบรมวิธีการถอดโครงถังให้พนักงานรับทราบ	ควรมีคู่มือการซ่อมโครงถัง	1	3	3 (ทรัพย์สินและบุคคล)	2
2. ไม่ได้ปิดวาล์วหัวถังก่อนซ่อม	ก๊าซรั่ว	- ให้ปิดวาล์วหัวถังก่อนซ่อมทุกครั้ง	ควรมีคู่มือการซ่อมโครงถัง	2	3	6 (ทรัพย์สินและบุคคล)	2
3. ข้างเชื่อมโครงถัง โดยไม่ถอดออกมาเชื่อมด้านนอกและมีก๊าซรั่ว	ไฟไหม้	- มีถังดับเพลิงวางด้านข้างและที่รถ - มีการอบรมวิธีการถอดโครงถัง	ควรกำหนดห้ามทำงานที่มีประกายไฟขณะซ่อม	1	4	4 (ทรัพย์สินและบุคคล)	2

ภาคผนวก ข
แผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง

ตารางผนวกที่ ข1 แผนงานลดความเสี่ยง (1)

กิจกรรม -การตัดแปลงเครื่องยนต์.....

วัตถุประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงในการตัดแปลงเครื่องยนต์

เป้าหมายขณะใช้งานเครื่องยนต์ไม่พังหรือมีอาการผิดปกติ อันมีสาเหตุมาจากการตัดแปลงเครื่องยนต์

ลำดับ ที่	มาตรการ/กิจกรรม/การดำเนินงานลดความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา ดำเนินการ	ผู้ตรวจติดตาม
1	กำหนดแผนการส่งช่างติดตั้งทุกคนไปอบรมหลักสูตรที่กรมธุรกิจพลังงาน / กรมพัฒนาฝีมือแรงงานหรือกรมการขนส่งทางบกจัดขึ้น	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
2	จัดอบรมช่างติดตั้งเรื่อง วิธีการปฏิบัติตามคู่มือการตัดแปลงเครื่องยนต์	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
3	เลือกใช้ลูกสูบที่ได้มาตรฐานแทนวิธีการคว้านลูกสูบ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
4	กำหนดมาตรฐานการตัดแปลงเครื่องยนต์	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ

ตารางผนวกที่ ข2 แผนงานลดความเสี่ยง (2)

กิจกรรม –การติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของก๊าซธรรมชาติอัด.....

วัตถุประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงจากการติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของก๊าซธรรมชาติอัด

เป้าหมาย ผลการตรวจสอบการติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของก๊าซธรรมชาติอัด เป็นไปตามมาตรฐานที่กรมการขนส่งทางบกกำหนด

ลำดับที่	มาตรการ/กิจกรรม/การดำเนินงานลดความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา ดำเนินการ	ผู้ตรวจติดตาม
1	กำหนดและตรวจสอบมาตรฐานเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบก๊าซธรรมชาติอัด	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
2	ติดป้ายเตือนอันตรายในพื้นที่ติดตั้งและทดสอบ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย
3	ตรวจสอบและทดสอบการติดตั้งให้ได้มาตรฐานก่อนนำรถไปใช้งานทุกครั้ง	วิศวกรศูนย์ซ่อม	ทุกครั้งหลัง ติดตั้ง	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
4	ออกแบบสถานที่ติดตั้งและทดสอบให้เกิดความปลอดภัย	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อม	1 เดือน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย
5	ออกแบบการติดตั้งลิ้นเปิด-ปิดอัตโนมัติให้ทำงานเมื่อดับเครื่องยนต์	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	วิศวกร
6	จัดอบรมวิธีปฏิบัติงานติดตั้งให้ช่างติดตั้งทุกคน	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ

ตารางผนวกที่ ข3 แผนงานลดความเสี่ยง (3)

กิจกรรม –การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถึงก๊าซที่รถ.....

วัตถุประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงจากการเกิดก๊าซรั่วขณะเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถึงก๊าซที่รถ

เป้าหมายไม่เกิดก๊าซรั่วจากหัวจ่ายของ CNG cylinder pack ขณะจ่ายก๊าซลงถึงก๊าซที่รถ

ลำดับที่	มาตรการ/กิจกรรม/การดำเนินงานลดความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา ดำเนินการ	ผู้ตรวจติดตาม
1	จัดหาหัวรับเติมก๊าซที่ได้มาตรฐาน	วิศวกรศูนย์ซ่อม	2 สัปดาห์	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
2	ตรวจสอบการรั่วของ CNG cylinder pack ทุกเดือน	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
3	จัดทำขั้นตอนการเติมก๊าซอย่างปลอดภัย	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย
4	จัดอบรมวิธีการเติมก๊าซอย่างปลอดภัย	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
5	กำหนดเป็นพื้นที่เสี่ยงอันตราย ห้ามมีประกายไฟ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย
6	จัดตรวจประเมินวิธีการเติมก๊าซ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย
7	ติดป้ายเตือนอันตรายและข้อปฏิบัติในการเติมก๊าซ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
8	จัดฝึกซ้อมแผนฉุกเฉิน	ผู้จัดการฝ่าย	2 เดือน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

ตารางผนวกที่ ข4 แผนงานลดความเสี่ยง (4)

กิจกรรม -การซ่อมรถ.....

วัตถุประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงในการซ่อมรถ

เป้าหมายไม่เกิดอุบัติเหตุจากก๊าซรั่วขณะซ่อมรถ

ลำดับที่	มาตรการ/กิจกรรม/การดำเนินงานลดความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา ดำเนินการ	ผู้ตรวจติดตาม
1	ออกแบบสถานที่โรงซ่อมใหม่ ให้อยู่ในสภาพปลอดภัยหากเกิดก๊าซรั่ว	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
2	กำหนดเป็นพื้นที่เสี่ยงอันตราย ห้ามมีประกายไฟ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
3	จัดทำคู่มือการซ่อมรถสำหรับช่าง	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
4	ตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ซ่อมทั้งหมดให้อยู่สภาพพร้อมใช้งาน	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
5	จัดอบรมวิธีการซ่อมรถอย่างปลอดภัยตามคู่มือ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
6	จัดทำแผนฝึกซ้อมอพยพหนีไฟ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

ตารางผนวกที่ ข5 แผนงานลดความเสี่ยง (5)

กิจกรรม -การตรวจสอบสภาพรถ.....

วัตถุประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงจากก๊าซรั่วจากรถ

เป้าหมายไม่เกิดอุบัติเหตุจากก๊าซรั่ว

ลำดับที่	มาตรการ/กิจกรรม/การดำเนินงานลดความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา ดำเนินการ	ผู้ตรวจติดตาม
1	ตรวจเช็คการรั่วของเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบระบบก๊าซธรรมชาติที่รถทุกเดือน	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
2	อบรมการตรวจเช็คสภาพรถที่เกี่ยวข้องกับระบบก๊าซ ให้พนักงานขับรถทุกคน	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ
3	อบรมคู่มือการใช้รถที่ติดก๊าซธรรมชาติ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ซ่อมรถ

ตารางผนวกที่ ข6 แผนงานลดความเสี่ยง (6)

กิจกรรม -การขับรถ.....

วัตถุประสงค์เพื่อลดความเสี่ยงในการขับ

เป้าหมายไม่เกิดอุบัติเหตุขณะขับรถ

ลำดับที่	มาตรการ/กิจกรรม/การดำเนินงานลดความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา ดำเนินการ	ผู้ตรวจติดตาม
1	จัดอบรมขับอย่างปลอดภัยให้พนักงานขับรถทุกคน	แผนกฝึกอบรม	1 เดือน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย
2	ตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากพนักงานขับรถ	ผู้จัดการฝ่าย ปฏิบัติการขนส่ง	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายปฏิบัติการขนส่ง

ตารางผนวกที่ ข6 (ต่อ)

ลำดับที่	มาตรการ/กิจกรรม/การดำเนินงานลดความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	ระยะเวลา ดำเนินการ	ผู้ตรวจติดตาม
3	จัดอบรมคู่มือการใช้รถที่ติดตั้งก๊าซธรรมชาติให้พนักงานขับรถ (การตรวจสอบการรั่ว , การใช้งาน , การปฏิบัติกรณีฉุกเฉินและไม่ควรขับจนเหลือก๊าซต่ำกว่า 5 MPa เพราะจะทำให้รถไม่มีกำลัง อาจทำให้รถไหลขณะขึ้นสะพานได้)	ผู้จัดการฝ่าย ปฏิบัติการขนส่ง	1 เดือน	ผู้จัดการฝ่ายปฏิบัติการขนส่ง

ตารางผนวกที่ ข7 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (1)

กิจกรรม –การดัดแปลงเครื่องยนต์.....

วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันปัญหาเครื่องยนต์พังหลังจากการดัดแปลง

เป้าหมาย เครื่องยนต์สามารถใช้งานได้ดีหลังจากการดัดแปลง

ลำดับ ที่	การดำเนินการเพื่อลด ความเสี่ยงหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่เป็นความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
1	กำหนดแผนการส่งช่างไปอบรมหลักสูตรที่กรมธุรกิจพลังงาน / กรมพัฒนาฝีมือแรงงานหรือกรมการขนส่งทางบกจัดขึ้น	วิศวกรศูนย์ซ่อม	แผนการส่งช่างไปอบรม หลักสูตรที่กรมธุรกิจพลังงาน / กรมพัฒนาฝีมือแรงงานหรือ กรมการขนส่งทางบกจัดขึ้น ได้รับการตรวจสอบตามแผน	ตรวจสอบตามแผนที่กำหนด ทุกครั้ง	เจ้าหน้าที่ฝึกอบรม
2	กำหนดแผนการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์หลังการดัดแปลง	วิศวกรศูนย์ซ่อม	เครื่องยนต์อยู่ในสภาพดีหลัง การดัดแปลงตามที่กำหนด	เครื่องยนต์ไม่สึกหรอหรือมี ปัญหาที่เสื่อมสภาพ	ผู้จัดการฝ่ายศูนย์ ซ่อม

ตารางผนวกที่ ข8 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (2)

กิจกรรม -การติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของก๊าซธรรมชาติอัด.....

วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการเกิดก๊าซรั่วไหลจากอุปกรณ์และการติดตั้งไม่ได้มาตรฐาน

เป้าหมายไม่เกิดอุบัติเหตุก๊าซรั่วไหลขณะใช้งาน

ลำดับ ที่	การดำเนินการเพื่อลด ความเสี่ยงหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่เป็นความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
1	กำหนดแผนตรวจสอบสภาพพื้นที่ติดตั้งและตรวจสอบ และการปฏิบัติงานของช่าง	วิศวกรศูนย์ซ่อม	- สภาพพื้นที่ - ขั้นตอนการปฏิบัติงาน - การฝึกซ้อมแผนฉุกเฉิน	- มีการตรวจสอบสภาพพื้นที่ติดตั้งและตรวจสอบทุกครั้ง - พนักงานปฏิบัติตามขั้นตอน - พนักงานปฏิบัติได้จริงตามแผนฉุกเฉิน	ผู้จัดการฝ่าย ศูนย์ซ่อม
2	ทำแผนการตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ก๊าซ ธรรมชาติอัดและบำรุงรักษา	วิศวกรศูนย์ซ่อม	- ระบบการทำงานของอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด - การทำงานของลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติเป็นตามเกณฑ์ที่กำหนด - การฝึกอบรม	- อุปกรณ์อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและระบบการทำงานเป็นไปตามที่กำหนด - มีการตรวจสอบตามแผน - พนักงานปฏิบัติงานได้ตามแผน	ผู้จัดการฝ่าย ศูนย์ซ่อม

ตารางผนวกที่ ข9 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (3)

กิจกรรม –การซ่อมรถ.....

วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการเกิดไฟไหม้ขณะซ่อมรถ

เป้าหมายไม่เกิดอุบัติเหตุไฟไหม้ขณะซ่อมรถ

ลำดับ ที่	การดำเนินการเพื่อลด ความเสี่ยงหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่เป็นความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
1	กำหนดแผนตรวจสอบสภาพพื้นที่ซ่อมรถ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	สภาพพื้นที่ซ่อมรถได้รับการ ตรวจสอบตามแผนที่กำหนด	ตรวจสอบตามแผนที่กำหนด ทุกครั้ง	เจ้าหน้าที่ความ ปลอดภัย
2	บำรุงรักษาเครื่องมือและอุปกรณ์ในการซ่อม	วิศวกรศูนย์ซ่อม	การบำรุงรักษาเครื่องมือและ อุปกรณ์ในการซ่อม	ดำเนินการบำรุงรักษา เครื่องมือและอุปกรณ์ตาม กำหนดให้อยู่ในสภาพพร้อม ใช้งาน	เจ้าหน้าที่ความ ปลอดภัย

ตารางผนวกที่ ข10 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (4)

กิจกรรม -การขับรถ.....

วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุขณะขับรถ

เป้าหมายไม่มีการเกิดอุบัติเหตุ

ลำดับ ที่	การดำเนินการเพื่อลด ความเสี่ยงหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่เป็นความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
1	จัดทำแผนในการลดอุบัติเหตุจากการขับขี่	วิศวกรศูนย์ซ่อม	พนักงานขับรถปฏิบัติตาม แผนที่กำหนด	มีการตรวจติดตามแผนทุกเดือน	เจ้าหน้าที่ ความปลอดภัย
2	จัดทำแผนตรวจสอบสภาพพื้นที่หน้างานก่อนจัดส่ง	ผู้จัดการแผนก ปฏิบัติการขนส่ง	มีการตรวจสอบสภาพพื้นที่หน้า งานก่อนจัดส่งทุกครั้ง	สภาพพื้นที่หน้างานอยู่ในเกณฑ์ ที่ปลอดภัยตามแผนที่กำหนด ก่อนจัดส่งทุกครั้ง	เจ้าหน้าที่ ความปลอดภัย
3	จัดทำแผนตรวจประเมินสภาพพื้นที่ जोครดแต่ละหน่วย ผลิต	คณะกรรมการ ความปลอดภัย	มีการตรวจสอบสภาพพื้นที่หน้า ผลิตตามกำหนดทุกครั้ง	สภาพพื้นที่มีความปลอดภัยตาม มาตรฐานที่กำหนด	เจ้าหน้าที่ ความปลอดภัย

ตารางผนวกที่ ข11 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (5)

กิจกรรม -การดัดแปลงเครื่องยนต์.....

วัตถุประสงค์เพื่อทบทวนการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์ก่อนดัดแปลง

เป้าหมายไม่พบปัญหาเครื่องยนต์เครื่องยนต์ทำงานผิดปกติ เนื่องมาจากการดัดแปลง

ลำดับที่	การดำเนินการเพื่อทบทวนมาตรการที่มีอยู่	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
1	ทำแผนตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์ก่อนดัดแปลง	วิศวกรศูนย์ซ่อม	มีการตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์เป็นไปตามแผนที่กำหนด	มีการตรวจสอบให้เป็นไปตามแผนทุกครั้ง	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย
2	ตรวจสอบการคำนวณอัตราส่วนอัดของลูกสูบทุกครั้งหลังดัดแปลง	วิศวกรศูนย์ซ่อม	มีการตรวจสอบการคำนวณอัตราส่วนอัดของลูกสูบทุกครั้งหลังดัดแปลง	มีการตรวจสอบให้เป็นไปตามแผนทุกครั้ง	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

ตารางผนวกที่ ข12 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (6)

กิจกรรม -การติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบของก๊าซธรรมชาติอัด.....

วัตถุประสงค์เพื่อให้มีการติดเครื่องหมายซึ่งผู้ติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัดที่ข้างหัวแก๊งทั้ง 2 ข้างของรถทุกคัน

เป้าหมายรถทุกคันมีการติดเครื่องหมายซึ่งผู้ติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัดที่ข้างหัวแก๊ง

ลำดับที่	การดำเนินการเพื่อทบทวนมาตรการที่มีอยู่	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
1	ทำแผนตรวจสอบมาตรฐานการติดตั้งทุกครั้งที่ดีตั้งเสร็จ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	มีการตรวจสอบการ ติดตั้งตามแผนทุกครั้ง	- มีการติดเครื่องหมาย ซึ่งผู้ติดตั้งระบบ ก๊าซธรรมชาติอัดที่ ข้างหัวแก๊งทั้ง 2 ข้าง ของรถทุกคัน - อุปกรณ์และการ ติดตั้งได้มาตรฐาน ทุกครั้ง	เจ้าหน้าที่ ความปลอดภัย

ตารางผนวกที่ ข13 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (7)

กิจกรรมการเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack ลงถังก๊าซที่รถ.....

วัตถุประสงค์.....เพื่อป้องกันก๊าซรั่วไหลขณะเติมก๊าซ

เป้าหมาย ไม่มีอุบัติเหตุทำให้ก๊าซรั่วไหลขณะเติมก๊าซ

ลำดับ ที่	การดำเนินการเพื่อลด ความเสี่ยงหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่ เป็นความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
1	ทำแผนตรวจสอบและบำรุงรักษา CNG cylinder pack	วิศวกรศูนย์ซ่อม	- รายการอุปกรณ์ CNG cylinder pack - สภาพอุปกรณ์	- มีอุปกรณ์ครบตามที่กำหนด - อุปกรณ์ทุกชิ้นอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน - มีการตรวจสอบตามแผนทุกครั้ง	เจ้าหน้าที่ ความปลอดภัย
2	ทำแผนตรวจประเมินพื้นที่และ ผู้ปฏิบัติงานเติมก๊าซ	คณะกรรมการความ ปลอดภัย	- มาตรฐานอุปกรณ์ - ขั้นตอนการปฏิบัติงาน - การฝึกอบรม - สภาพพื้นที่ - การฝึกซ้อมแผนฉุกเฉิน	- อุปกรณ์ทุกชิ้นได้มาตรฐาน - พนักงานปฏิบัติงานตามขั้นตอน - มีการฝึกอบรมครบตามแผน - สภาพพื้นที่ปฏิบัติงานเป็นไปตามเกณฑ์ที่ กำหนด - พนักงานสามารถปฏิบัติตามแผนฉุกเฉินได้จริง - มีการตรวจประเมินตามแผนทุกครั้ง	เจ้าหน้าที่ ความปลอดภัย

ตารางผนวกที่ ข14 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (8)

กิจกรรม -การตรวจสอบสภาพรถ.....

วัตถุประสงค์.....เพื่อป้องกันก๊าซรั่วขณะใช้งาน

เป้าหมาย ไม่มีก๊าซรั่วขณะใช้งาน

ลำดับที่	การดำเนินการเพื่อลด ความเสี่ยงหรือขั้นตอนการปฏิบัติที่เป็นความเสี่ยง	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจ ติดตาม
1	ทำแผนการตรวจสอบสภาพรถทุกครั้ง เมื่อการเปลี่ยนแปลง เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	แผนการตรวจสอบ สภาพรถได้รับการ ตรวจสอบตามแผน	มีการตรวจสอบสภาพรถ ทุกครั้งตามแผน	เจ้าหน้าที่ ความ ปลอดภัย
2	ตรวจสอบสภาพรถทุกครั้ง เมื่อการเปลี่ยนแปลงเครื่องอุปกรณ์ และส่วนควบ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	เครื่องอุปกรณ์และ ส่วนควบของก๊าซ ธรรมชาติอัดอยู่ใน สภาพที่กำหนด	เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ ของก๊าซธรรมชาติอัดอยู่ใน สภาพพร้อมใช้งาน	เจ้าหน้าที่ ความ ปลอดภัย
3	ทำแผนการบำรุงรักษาเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบก๊าซ ธรรมชาติอัด	วิศวกรศูนย์ซ่อม	มีการตรวจสอบและ บำรุงรักษาเครื่อง อุปกรณ์และส่วนควบ ก๊าซธรรมชาติอัดตาม แผน	เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ ก๊าซธรรมชาติอัดอยู่ในสภาพ พร้อมใช้งานและไม่มีก๊าซรั่ว	เจ้าหน้าที่ ความ ปลอดภัย

ตารางผนวกที่ ข15 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (9)

กิจกรรม -การซ่อมรถ.....

วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันรถไหลขณะซ่อมรถ

เป้าหมายไม่มีอุบัติเหตุรถไหลขณะซ่อม

ลำดับที่	การดำเนินการเพื่อทบทวนมาตรการที่มีอยู่	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
1	ทำแผนการตรวจสอบสภาพพื้นที่ขณะซ่อม	วิศวกรศูนย์ซ่อม	แผนการตรวจสอบ สภาพพื้นที่ที่ได้รับการ ตรวจสอบตามแผน	มีการตรวจสอบ สภาพพื้นที่ทุกครั้งตาม แผน	เจ้าหน้าที่ ความปลอดภัย
2	ทบทวนการออกแบบพื้นที่ซ่อม	วิศวกรศูนย์ซ่อม	การออกแบบสภาพ พื้นที่ทุกครั้งที่สร้าง โรงซ่อม	สภาพพื้นที่ซ่อมเรียบ ไม่ทำให้รถไหลชนได้	เจ้าหน้าที่ ความปลอดภัย

ตารางผนวกที่ ข16 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (10)

กิจกรรม -การซ่อมรถ.....

วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการซ่อมรถ แล้วเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบชำรุดเสียหาย

เป้าหมายไม่เกิดก๊าซรั่วจากอุปกรณ์ในการซ่อมของช่าง กระแทกเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบหลุด หลวม

ลำดับที่	การดำเนินการเพื่อทบทวนมาตรการที่มีอยู่	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
1	จัดทำแผนตรวจประเมินการซ่อมรถ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	แผนการตรวจได้รับ การตรวจสอบตาม แผน	มีการตรวจประเมิน การซ่อมทุกครั้งตาม แผน	เจ้าหน้าที่ ความปลอดภัย
2	ตรวจสอบการซ่อมรถโดยหัวหน้างาน	วิศวกรศูนย์ซ่อม	ช่างปฏิบัติตามวิธีการ ซ่อมรถตามที่กำหนด	ไม่พบว่าการซ่อมทำ ให้เกิดก๊าซรั่ว	เจ้าหน้าที่ ความปลอดภัย

ตารางผนวกที่ ข17 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (11)

กิจกรรม -การเติมก๊าซที่ปั๊ม.....

วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการเกิดไฟไหม้ที่ปั๊มก๊าซ ขณะเติมก๊าซ

เป้าหมาย พนักงานขับรถไม่เป็นสาเหตุให้เกิดไฟไหม้ ขณะเติมก๊าซ

ลำดับที่	การดำเนินการเพื่อทบทวนมาตรการที่มีอยู่	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
1	จัดทำแผนการอบรมพฤติกรรมกรรมการเติมก๊าซให้พนักงานขับรถ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	แผนการอบรมได้รับการตรวจสอบตามแผน	มีการอบรมตามแผน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย
2	อบรมพฤติกรรมกรรมการเติมก๊าซให้พนักงานขับรถ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	พนักงานไม่ก่อประกายไฟขณะเติมก๊าซและหลักเกณฑ์ข้อปฏิบัติตามที่ได้รับการอบรม	พนักงานขับรถไม่ก่อประกายไฟขณะเติมก๊าซ	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

ตารางผนวกที่ ข18 แผนงานควบคุมความเสี่ยง (12)

กิจกรรม –การซ่อมโครงถังก๊าซ.....

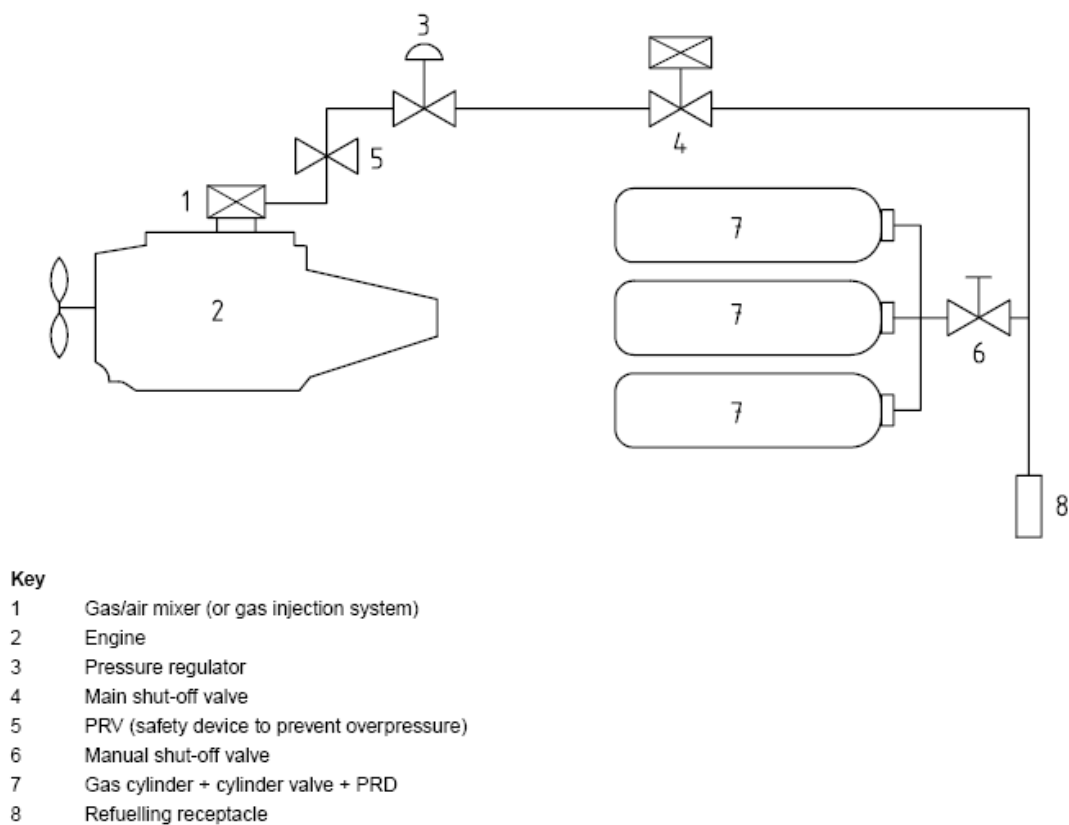
วัตถุประสงค์เพื่อป้องกันก๊าซรั่วจากถังก๊าซ ขณะซ่อมโครงถังก๊าซ

เป้าหมายไม่เกิดก๊าซรั่วจากถังก๊าซ ขณะซ่อมโครงถังก๊าซ

ลำดับที่	การดำเนินการเพื่อทบทวนมาตรการที่มีอยู่	ผู้รับผิดชอบ	หัวข้อเรื่องที่ควบคุม	หลักเกณฑ์หรือ มาตรฐานที่ใช้ควบคุม	ผู้ตรวจติดตาม
1	จัดทำแผนการตรวจสอบวิธีการซ่อม	วิศวกรศูนย์ซ่อม	แผนการอบรมได้รับการตรวจสอบตามแผน	มีการอบรมตามแผน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย
2	อบรมพฤติกรรมการทำงานให้พนักงานขับรถ	วิศวกรศูนย์ซ่อม	พนักงานไม่ก่อประกายไฟขณะเติมก๊าซและหลักเกณฑ์ข้อปฏิบัติที่ได้รับการอบรม	พนักงานขับรถไม่ก่อประกายไฟขณะเติมก๊าซ	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

ภาคผนวก ก

ลำดับการต่อฟางส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด

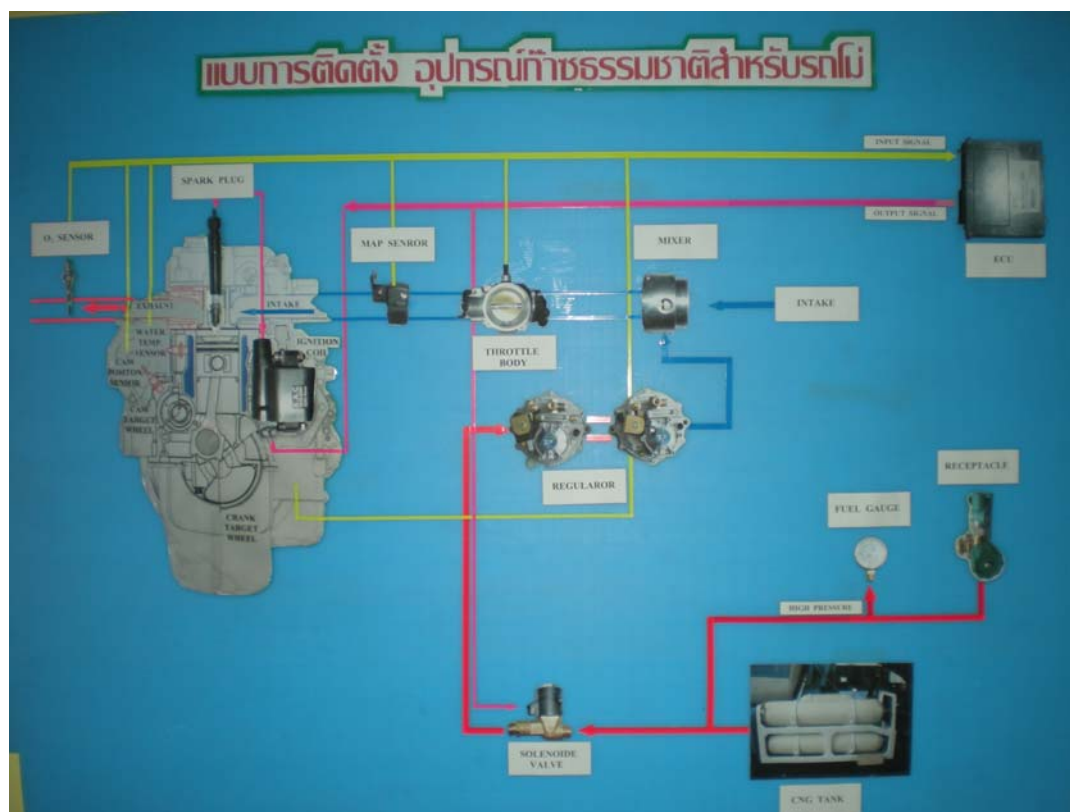


ภาพผนวกที่ ค1 ภาพลำดับการต่อพ่วงส่วนควบและเครื่องอุปกรณ์

สำหรับการติดตั้งถังก๊าซหลายถัง

1. อุปกรณ์ผสมก๊าซ/อากาศ (หรือระบบหัวฉีดก๊าซ)
2. เครื่องยนต์
3. อุปกรณ์ปรับความดัน
4. ลิ้นเปิด-ปิดหลัก
5. ลิ้นระบายความดัน (อุปกรณ์ความปลอดภัยเพื่อป้องกันความดันเกิน)
6. ลิ้นเปิด-ปิดด้วยมือ
7. ถังก๊าซ + ลิ้นหัวถัง + อุปกรณ์ระบายความดัน
8. หัวรับก๊าซ

ภาคผนวก ง
แผนผังการติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติอัด



ภาพผนวกที่ 31 การติดตั้งอุปกรณ์ก๊าซธรรมชาติ

ภาคผนวก จ

ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนโอกาสและความรุนแรง

ตารางผนวกที่ จ1 แสดงค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลคะแนนโอกาสและความรุนแรง จากคณะทำงาน

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
กิจกรรม : ดัดแปลงเครื่องยนต์																
1. ช่างไม่มีความรู้ ความชำนาญ ในการดัดแปลงเครื่องยนต์	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	3	2.92	0.29	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	2	3	2.75	0.45	3
2. ช่างไม่เช็กสภาพเครื่องยนต์ก่อนดัดแปลง เช่น ระบบสายไฟ และท่อไอเสีย	โอกาส	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	1.83	0.39	2
	ความรุนแรง	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	2.83	0.39	3
3. ลูกสูบลูกคว้านจนมีมวลลดลง	โอกาส	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2.92	0.29	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2	3	2.83	0.39	3
4. ช่างคำนวณอัตราส่วนผสมผิดพลาดทำให้เครื่องยนต์ที่ดัดแปลงแล้วมีค่าน้อยกว่า 11:1 – 13.1	โอกาส	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1.83	0.39	2
	ความรุนแรง	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1.75	0.45	2
5. ช่างคำนวณอัตราส่วนผสมผิดพลาดทำให้เครื่องยนต์ที่ดัดแปลงแล้วมีค่ามากกว่า 11:1 – 13.1	โอกาส	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1.83	0.39	2
	ความรุนแรง	2	2	2	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1.75	0.45	2

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
6. ช่างไม่ขยายขนาดของหม้อน้ำและดัดแปลงรูปร่างเครื่องยนต์	โอกาส	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.08	0.29	1
	ความรุนแรง	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	1	1.75	0.45	2
7. ช่างใช้บ่าวาล์วไอเสียที่ใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล	โอกาส	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1.08	0.29	1
	ความรุนแรง	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1.83	0.39	2
8. ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของลูกเบี้ยว	โอกาส	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1.17	0.39	1
	ความรุนแรง	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1.75	0.45	2
9. ไม่มีการดัดแปลงระบบป้อนอากาศที่ทำให้ความปั่นป่วนในห้องเผาไหม้ลดลง	โอกาส	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1.17	0.39	1
	ความรุนแรง	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1	2	1.75	0.45	2
กิจกรรม : มาตรฐานและการติดตั้ง																
1. ลิ้นเปิดปิดอัตโนมัติ (automatic valve) ของรถทุกคันไม่สามารถปิดก๊าซ เมื่อเครื่องยนต์ดับ แต่ไม่ได้ปิดสวิทช์	โอกาส	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3.92	0.29	4
	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2.83	0.39	3
2. พบว่ามีรถทุกคันที่บริเวณใกล้ ๆ หัวรับก๊าซ ที่มีข้อมูลเหล่านี้แสดงอยู่อย่างถาวรว่าชนิดของเชื้อเพลิง(เช่น "CNG" เพื่อแสดงว่าใช้เชื้อเพลิงก๊าซธรรมชาติอัด)	โอกาส	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1.92	0.29	2

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
3. รถทุกคันไม่มีเครื่องหมายหรือแผ่นป้ายที่ระบุผู้ ติดตั้งระบบก๊าซธรรมชาติอัดตามมาตรฐานนี้ติดไว้ ที่ข้างหัวถังทั้ง 2 ข้าง	ความรุนแรง	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1.08	0.29	1
	โอกาส	3	2	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2.75	0.45	3
	ความรุนแรง	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1.83	0.39	2
	โอกาส	3	3	2	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2.75	0.45	3
4. ข้างติดตั้งที่ผ่านกรอบหลักสูตร ที่กรมธุรกิจ พลังงานหรือหลักสูตรที่กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน จัดขึ้นหรือหลักสูตรที่กรมการขนส่งทางบกเห็นชอบ มีเพียง 2 คน	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2.83	0.39	3
	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2.92	0.29	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2.75	0.45	3
	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2.92	0.29	3
5. พื้นที่ในการติดตั้งและทดสอบไม่มีการติดป้ายหรือ สัญลักษณ์ที่แสดงว่าเป็นพื้นที่อันตรายเช่น ห้ามก่อ ประกายไฟ ผู้ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องห้ามเข้าเป็นต้น	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2.75	0.45	3
	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2.92	0.29	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	3	3	2.75	0.45	3
	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2.92	0.29	3

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
กิจกรรม : การเติมก๊าซจาก CNG cylinder pack																
ลงถังก๊าซที่รถ																
1. สายสูบลำของ CNG cylinder pack ทนแรงดันไม่ได้ ผิดขาด	โอกาส	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1.92	0.29	2
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	2.83	0.39	3
2. หัวจ่ายก๊าซถูกกระแทกหลุด	โอกาส	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1.83	0.39	2
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2.75	0.45	3
3. เกิดไฟฟ้าสถิตย์ขณะจ่ายก๊าซ	โอกาส	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1.08	0.29	1
	ความรุนแรง	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3.83	0.39	4
4. CNG cylinder pack ไหลไปกระแทกกับสิ่งที่อยู่รอบๆ	โอกาส	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	1.83	0.39	2
	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3	2.75	0.45	3
5. มีประกายไฟอยู่ใกล้ๆ และมีก๊าซรั่วไหล	โอกาส	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1.92	0.29	2
	ความรุนแรง	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	3.83	0.39	4
6. ใช้ถังก๊าซที่ CNG cylinder pack ไม่ได้มาตรฐานหรือมีรอยร้าว	โอกาส	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	2	1.75	0.45	2
	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	1.75	0.45	3
7. ใช้หัวจ่ายก๊าซที่ไม่ได้มาตรฐาน	โอกาส	4	4	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3.75	0.45	4
	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2.92	0.29	3

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
กิจกรรม : การเติมก๊าซที่ปั๊ม																
<u>ปัจจัยจากรถ</u>	โอกาส	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1.83	0.39	2
1. หัวรับเติมก๊าซทนแรงดันก๊าซไม่ได้มาตรฐาน	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	2	3	2	3	3	2	3	2.75	0.45	3
2. ใช้ถังไม่ได้มาตรฐานหรือใช้ถังชำรุด เช่น เกยถูกไฟไหม้ มีรอยบุบ ล้นหัวถังเอียง ถังมีการตัดแปลงเป็นคัน	โอกาส	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1.08	0.29	1
	ความรุนแรง	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3.92	0.29	4
3. หัวรับก๊าซอุดตัน	โอกาส	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1.25	0.45	1
	ความรุนแรง	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1.17	0.39	1
<u>ปัจจัยจากปั๊มและรถ</u>	โอกาส	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1.08	0.29	1
4. มีประกายไฟใกล้ๆ และมีก๊าซรั่ว	ความรุนแรง	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3.83	0.39	4
<u>ปัจจัยจากปั๊ม</u>	โอกาส	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1.17	0.39	1
5. สายถูกกระแทกหลุด	ความรุนแรง	2	3	2	3	3	3	3	3	2	3	3	3	2.75	0.45	3
6. แรงดันก๊าซจ่ายเข้าถังก๊าซมากเกินไป 20 เมกาปาสกาล	โอกาส	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	ความรุนแรง	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	2	1.83	0.39	2

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
7. ป้อนจ่ายแรงดันเข้าถังก๊าซน้อยกว่า 20 เมกาปาสกาล	โอกาส	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.08	0.29	1
	ความรุนแรง	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1.08	0.29	1
8. ไฟฟ้าดับ	โอกาส	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1.83	0.39	2
	ความรุนแรง	1	1	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1.17	0.39	1
9. พนักงานเติมก๊าซผิดชนิดเป็น LPG	โอกาส	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2.75	0.45	3
	ความรุนแรง	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1.17	0.39	1
กิจกรรม : การตรวจสอบสภาพรถ																
1. บางครั้งไม่มีการตรวจและทดสอบ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบ	โอกาส	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2.92	0.29	3
	ความรุนแรง	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1.83	0.39	2
2. คุณสมบัติของผู้ตรวจสอบและทดสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของกรมการขนส่งทางบก	โอกาส	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1.17	0.39	1
	ความรุนแรง	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1.83	0.39	2
3. สถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์การตรวจและทดสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของกรมการขนส่งทางบก	โอกาส	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1.17	0.39	1
	ความรุนแรง	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1.83	0.39	2

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
4. รถทุกคันไม่มีการตรวจเช็ครอยร้าวของท่อก๊าซในแต่ละเดือน	โอกาส	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	2.92	0.29	3
	ความรุนแรง	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2.83	0.39	3
5. รถทุกคันไม่มีการตรวจเช็คคาน็อต สกรูที่ยึดถังก๊าซทุกเดือน	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2.75	0.45	3
6. พนักงานขับรถไม่มีการตรวจหัวรับเติมก๊าซทุกเดือน	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	3	3	2	3	3	3	2	2	3	3	3	3	2.75	0.45	3
7. พนักงานขับรถไม่มีการตรวจสภาพถังก๊าซทุกเดือน	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2.83	0.39	3
8. บริษัทไม่ได้ตรวจสอบคุณสมบัติของผู้ตรวจสอบและทดสอบให้เป็นไปตามเกณฑ์ของกรมการขนส่งทางบก	โอกาส	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1.17	0.39	1
	ความรุนแรง	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1.83	0.39	2

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
9. สถานที่และเครื่องมืออุปกรณ์การตรวจและทดสอบไม่เป็นไปตามเกณฑ์ของกรมการขนส่งทางบก	โอกาส	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1.17	0.39	1
	ความรุนแรง	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1.83	0.39	2
10. ไม่มีการตรวจและทดสอบหลังติดตั้งครั้งแรก / หลังรถเกิดอุบัติเหตุหรือมีการเปลี่ยนแปลงหรือติดตั้งเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบใหม่	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2.92	0.29	3
	ความรุนแรง	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1.83	0.39	2
กิจกรรม : การขับรถ																
1. ข้อต่อตามจุดต่างๆ ไม่สามารถทนสภาพการใช้งานได้ เกิดการหลวมของข้อต่อและมีประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือไฟฟ้าลัดวงจร	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2.92	0.29	3
	ความรุนแรง	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2.92	0.29	3

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
2. ข้อต่อตามจุดต่างๆ สันสะท้อนจากการวิ่งรถ เกิดการหลวมของข้อต่อและมีประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือไฟฟ้าลัดวงจร	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
3. วาล์วที่หัวรับเติมก๊าซมีหีน ทรัยเข้ามาติดอยู่ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟ แบตเตอรี่รถ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือท่อไอเสีย	โอกาส	2	2	2	2	2	1	2	2	1	2	2	2	1.83	0.39	2
	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3	3	3	2.75	0.45	3
4. วาล์วที่หัวรับเติมก๊าซไม่สามารถทนสภาพการใช้ งานได้ ทำให้เกิดก๊าซรั่วและมีประกายไฟ แบตเตอรี่รถ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือท่อไอเสีย	โอกาส	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1	2	1.83	0.39	2
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
5. วาล์วที่หัวรับเติมก๊าซถูกสันสะท้อนจากกรดวิ่ง ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟ แบตเตอรี่รถ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือท่อไอเสีย	โอกาส	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1.75	0.45	2
	ความรุนแรง	2	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2.83	0.39	3

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
6. นี้อต สกรูของอุปกรณ์ปรับแรงดันไม่สามารถทนสภาพการใช้งานได้คล้ายตัว ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจากสายไฟฟ้าลัดวงจร / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / ท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	3	3	2	2	3	3	3	3	2	3	3	3	2.75	0.45	3
7. นี้อต สกรูของอุปกรณ์ปรับแรงดันสันสะเทือนขณะวิ่ง คลายตัว ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจากสายไฟฟ้าลัดวงจร / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / ท่อไอเสียหรือเครื่องยนต์	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
8. ลื่นหัวถังทนสภาพการใช้งานไม่ได้ ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจาก ท่อไอเสีย	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	3	2.83	0.39	3
9. ลื่นหัวถังสันสะเทือนขณะวิ่ง ทำให้ก๊าซรั่วและมีประกายไฟจาก ท่อไอเสีย	โอกาส	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2.92	0.29	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2.92	0.29	3

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
10. การสั้นสะพานขณะรถวิ่ง ทำให้ข้อต่อหลุด / หัวรับเดิมก๊าซหลุด / ท่อก๊าซแตกหรือถึงดกกระแทกพื้นและลื่นหัวถึงไม่ทำงาน ทำให้ก๊าซในระบบรั่วออกมาและเจอประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือไฟฟ้าลัดวงจร	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	2.83	0.39	3
11. ข้อต่อหลุด / หัวรับเดิมก๊าซหลุด / ถึงดกกระแทกพื้นหรือท่อแตกจากอุบัติเหตุอุปกรณ์ดังกล่าว ถูกกระแทกชน ขณะขับและลื่นหัวถึงไม่ทำงาน ทำให้ก๊าซในระบบรั่วออกมาและเจอประกายไฟจากท่อไอเสีย / แบตเตอรี่ / เครื่องยนต์ / การเสียดสีกันของอุปกรณ์ / วงจรไฟฟ้าแรงดันสูงหรือไฟฟ้าลัดวงจร	โอกาส	3	3	3	2	3	3	3	2	3	3	3	2	2.75	0.45	3
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
12. อัตราการเร่งของรถลดลง เนื่องจากการใช้ก๊าซ CNG	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	1.83	0.39	2
13. เบรกรถในระยะกระชั้นชิด แล้วเบรกไม่อยู่ เนื่องจากน้ำหนักของถังก๊าซ	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1.83	0.39	2
14. พนักงานขับรถไม่ทราบขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินก๊าซรั่วไหล	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1.83	0.39	2
กิจกรรม : การจอดรถ																
1. เกิดอุบัติเหตุมีรถมาชนรถติด CNG ที่จอดอยู่	โอกาส	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1.08	0.29	1
	ความรุนแรง	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3.83	0.39	4
2. อาคารจอดรถปิดมิดชิดขณะก๊าซรั่วออกจากเครื่องอุปกรณ์และส่วนควบก๊าซธรรมชาติ	โอกาส	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1.08	0.29	1
	ความรุนแรง	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3.83	0.39	4
2. เครื่องอุปกรณ์และส่วนควบก๊าซธรรมชาติรั่วไหลมีก๊าซรั่วออกมา	โอกาส	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
	ความรุนแรง	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1.08	0.29	1

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
กิจกรรม : ซ่อมเพลาปั่นโม / ฝาสือบ / ท่อร่วมไอดี / เปลี่ยนคัชชีโม																	
1. ขึ้นส่วนเครื่องยนต์ที่ถอดออก เช่น ถังน้ำ ฝาสือบ หรือท่อร่วมไอดี ตกใส่อุปกรณ์และส่วนควบก๊าซ แดก	โอกาส	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1.92	0.29	2
	ความรุนแรง	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	2.83	0.39	3
2. ขณะช่างถอดอุปกรณ์ต่างๆ ออกจากรถ ไป กระแทกโดนน้ำร้อนทำให้น้ำร้อนหลวม	โอกาส	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1.92	0.29	2
	ความรุนแรง	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0	2
3. มีประกายไฟ ขณะซ่อมและมีก๊าซรั่ว	โอกาส	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1.92	0.29	2
	ความรุนแรง	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3.92	0.29	4
4. รถไหลทำให้ถังก๊าซที่มีรอยรั่วอยู่ ถูกกระแทก	โอกาส	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	2	2	1.83	0.39	2
	ความรุนแรง	3	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2.92	0.29	3
5. ถังก๊าซรั่วแล้วลอยไปสะสมอยู่ในหลังกาที่มี ลักษณะกักก๊าซและสัมผัสกับหลอดไฟ	โอกาส	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1.92	0.29	2
	ความรุนแรง	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3.75	0.45	4

ตารางผนวกที่ จ1 (ต่อ)

รายละเอียด / หัวข้อ	การประเมิน	คนที่												$\bar{X}$	S.D.	คะแนน
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
กิจกรรม : ช่อมโครงถัง																
1. ถังร่วงขณะถอดโครงถังออก	โอกาส	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3	2.83	0.39	3
2. ไม่ได้ปัดควาล้วหัวถังก่อนช่อม	โอกาส	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1.92	0.29	2
	ความรุนแรง	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3
3. ช่างเชื่อมโครงถัง โดยไม่ถอด ออกมาเชื่อม ด้านนอก และมีกำชำรว	โอกาส	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1.08	0.29	1
	ความรุนแรง	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	4

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวอิสริยา จาดทอง
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 31 สิงหาคม 2519
สถานที่เกิด	สมุทรปราการ
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรี คณะสาธารณสุขศาสตร์ สาขาวิชาอาชีวอนามัย และความปลอดภัย มหาวิทยาลัยมหิดล พ.ศ.2541
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยระดับวิชาชีพ
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	บริษัท ทีพีไอ คอนกรีต จำกัด