

การกำหนดมาตรฐานการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ เพื่อการขนส่งทางถนน

Lashing Guideline for Material in Natural Gas Exploration and Production for Road Transportation

ณรงค์ศักดิ์ ดับทุกษ์¹ และ จันทร์ศิริ สิงห์เดือน²

¹โครงการปริญญาโทวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถ.งามวงศ์วาน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

โทร 0-2579-0113 โทรสาร 0-2549-3432 E-mail: g5314552736@nontri.ku.ac.th

²ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถ.งามวงศ์วาน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

โทร 0-2579-0113 โทรสาร 0-2549-3432 E-mail: fengcsr@ku.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างมาตรฐานการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการขนส่งทางถนน สำหรับนำไปใช้กับปฏิบัติการขนส่งวัสดุอุปกรณ์เหล่านั้นให้กับบริษัทสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติแห่งหนึ่ง การศึกษานี้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการชั่งอันตรายในเชิงระวางป้องกันก่อนเกิดอุบัติเหตุด้วยวิธี What-If Analysis และในเชิงวิเคราะห์หาสาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) ขั้นตอนการประเมินและระบุระดับความเสี่ยง และขั้นตอนการกำหนดแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงเพื่อลดและควบคุมความเสี่ยงต่อไป จากผลการศึกษาพบว่าปัจจัยด้านการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์เป็นหนึ่งในสาเหตุหลักที่มีความเสี่ยงให้เกิดอุบัติเหตุระหว่างการขนส่ง โดยมีความเสี่ยงอยู่ในระดับ 3 (ความเสี่ยงสูง) จึงจำเป็นต้องกำหนดมาตรฐานการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์กลุ่มนี้ขึ้น ด้วยวิธีการคำนวณตามหลักวิศวกรรมโดยพิจารณาถึงแรงและตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้อง ซึ่งพบว่าจำนวนสายรัดที่ต้องใช้ตามมาตรฐานที่สร้างขึ้นมีจำนวนมากกว่าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเกือบทุกประเภทของวัสดุอุปกรณ์ ดังนั้นเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดอุบัติเหตุระหว่างการขนส่งผู้ประกอบการขนส่งควรดำเนินการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์ชนิดต่างๆตามมาตรฐานที่ได้แนะนำไว้ในงานวิจัยนี้

คำสำคัญ: การประเมินความเสี่ยง, คู่มือการผูกมัดวัสดุอุปกรณ์, การขนส่งทางถนน

Abstract

This research aims to develop a Guideline of Securing Material in Natural Gas Exploration and Production for Road Transportation for services companies who provide transportation

service for a natural gas exploration and production company. This study is divided into three phases: the first phase is hazard identification, which is applied to analyze and identify possible root causes of road incident both before and after the incident by using What-If Analysis and Fault Tree Analysis (FTA) respectively. Conducting risk assessment and risk level prioritization is the second phase. The last phase is developing risk management plan in order to reduce and control such risk. The study has shown that lashing practice is one of the major risky root causes of an accident during transportation, which is assessed as risk level 3 (high risk). Therefore, it is necessary to develop the lashing guideline to mitigate and control this kind of risk. The guideline is accomplished by calculating all concerned forces and variable factors. The result show that number of lashing strap from the calculation is greater than the number of the strap at current practice for almost kind of these materials. Therefore, to avoid any incident, the company who provide transportation service should apply this guideline to secure the material as per advice in this research.

Keywords: Risk assessment, Lashing guideline, Road transportation

1. คำนำ

การผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเพื่อการขนส่งทางถนนในประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดหรือกฎเกณฑ์ควบคุมที่ชัดเจน ปัจจุบันยึดหลักปฏิบัติขั้นพื้นฐานตามที่กฎหมายกำหนดไว้เพียงเท่านั้น โดยทั่วไปวัสดุอุปกรณ์มีลักษณะรูปร่างแตกต่างไปจากวัตถุอื่นๆ การ

ผู้กรัดยึดโยงตามแนวทางปฏิบัติตามกฎหมายและคำแนะนำเรื่องการผู้กรัดสินค้าอย่างปลอดภัยของสหภาพยุโรปนั้นไม่ได้รับรายละเอียดการปฏิบัติอย่างเฉพาะเจาะจงกับวัตถุกลุ่มนี้จึงทำให้มีการปฏิบัติที่แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพิจารณานำไปประยุกต์ใช้ของผู้ดำเนินการขนส่งแต่ละราย

เนื่องจากการปฏิบัติปัจจุบันนี้ผู้ปฏิบัติการขนส่งจะใช้หลักการคำนวณจำนวนสายรัดโดยพิจารณาจากอัตราส่วนของน้ำหนักของที่บรรทุกต่อความสามารถรับน้ำหนักของสายรัด ซึ่งความเป็นจริงแล้วความสามารถในการผู้กรัดยึดโยงวัตถุนั้นขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของอุปกรณ์ปรับแรงดึงของสายรัดมิใช่ขึ้นอยู่กับความสามารถของสายรัดที่นำมาใช้

อุบัติเหตุทางถนนที่เกิดขึ้นกับรถขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติที่เกิดขึ้นในอดีตมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัย ทั้งปัจจัยโดยตรงและปัจจัยทางอ้อม ปัจจัยทางตรง ได้แก่ สภาพถนน สภาพและโครงสร้างของรถขนส่ง พฤติกรรมการขับขี่ และที่สำคัญคือการผู้กรัดยึดโยงที่ขาดการพิจารณาถึงรูปร่าง ขนาด และน้ำหนักของวัตถุก่อนทำการขนส่ง ส่วนปัจจัยทางอ้อม ได้แก่ พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ร่วมใช้เส้นทาง สภาพดินฟ้าอากาศ เป็นต้น ซึ่งผลกระทบของอุบัติเหตุเหล่านี้ก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินทั้งตัวผู้ขับขี่ บุคคลอื่นผู้สัญจรร่วมทาง และอาจส่งผลไปถึงบุคคลอื่นผู้พักอาศัยใกล้เคียงอีกด้วย

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

2. ทฤษฎีสันับสนุนการศึกษาวิจัย

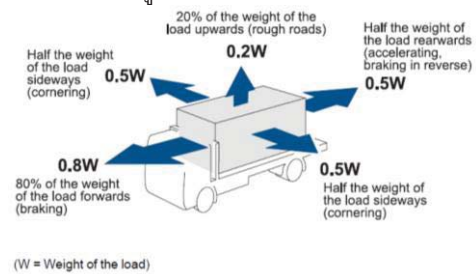
2.1 แรงกับการเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ของวัตถุที่บรรทุกอยู่บนรถขนส่งนั้นมีความสัมพันธ์แบบแปรผกผันในทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของรถขนส่ง กล่าวคือ หากรถขนส่งขับเคลื่อนไปข้างหน้าดังนั้นทิศทางเคลื่อนที่ของวัตถุที่บรรทุกอยู่จะเคลื่อนที่ไปในทิศทางด้านท้ายรถ เป็นต้น แต่ทั้งนี้แรงการเคลื่อนที่ของวัตถุที่บรรทุกอยู่บนรถขนส่งนั้นจะน้อยกว่าแรงที่เกิดขึ้นจริง ขณะที่วัตถุอยู่นางอยู่บนรถที่ไม่ได้เคลื่อนที่ ดังนั้นเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้วัตถุที่บรรทุกนั้นเคลื่อนที่ไปตามแรงต่างๆที่มากกระทำจึงต้องพิจารณาการ

เคลื่อนที่ให้สอดคล้องกับหลักการของแรงต้านต่อทิศทางการเคลื่อนที่ (Restraint against movement) ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้ (National Transport Commission and Roads & Traffic Authority NSW, 2004)

- (i) แรงต้านที่กระทำต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุไปด้านหน้า เช่น การลดความเร็ว และการหยุดรถ มีค่าเท่ากับ 80% ของน้ำหนักวัตถุนั้น
- (ii) แรงต้านที่กระทำต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุไปด้านหลัง เช่น การเร่งความเร็วรถ มีค่าเท่ากับ 50% ของน้ำหนักวัตถุนั้น
- (iii) แรงเร่งที่กระทำต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุไปด้านข้าง เช่น การเลี้ยวซ้ายและขวา มีค่าเท่ากับ 50% ของน้ำหนักวัตถุนั้น
- (iv) แรงเร่งที่กระทำต่อทิศทางการเคลื่อนที่ของวัตถุในแนวตั้ง เช่น กรณีขึ้นขีบบนถนนขรุขระ มีค่าเท่ากับ 20% ของน้ำหนักวัตถุนั้น

สรุปได้ตามภาพประกอบรูปที่ 1



รูปที่ 1 แรงต้านต่อทิศทางการเคลื่อนที่ (Restraint against movement) ที่มา: General Principles of Loads Restraint, Load Restraint Guide, National Transport Commission and Roads & Traffic Authority NSW. (2004).

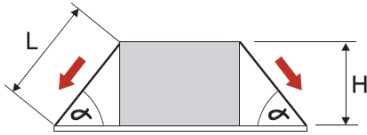
แรงเสียดทาน (Friction Coefficient) ระหว่างสองพื้นผิว คืออัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานกับน้ำหนักตั้งฉากของวัตถุที่สัมผัสกัน พื้นผิวที่เรียบและวัสดุที่ต่างกันจะมีค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานต่างกัน การเกิดประกายไฟจากการเสียดสีขณะยกเคลื่อนย้ายซึ่งเป็นอันตรายมากสำหรับสถานที่ปฏิบัติงานที่อาจมีสารไฮโดรคาร์บอนฟุ้งกระจายอยู่ พื้นผิวอีกชนิดคือ พื้นของรถขนส่งที่ มักทำด้วยวัสดุ 2 ประเภท คือ พื้นไม้ และพื้นเหล็กแผ่นเรียบ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวดังกล่าวสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิว

Combination of Materials in the contact surface	Friction Coefficient	
	Dry	Wet
Sawn timber against wood	0.25 - 0.5	0.2
Sawn timber against steel sheet	0.2 - 0.6	0.2
Steel against steel sheet	1.0	0.15 - 0.2

ที่มา: www.engineeringtoolbox.com

แรงที่กระทำต่อมุมการผูกมัด (Tie-Down Angle Effect) เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลถึงแรงที่จำเป็นต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยงวัตถุที่บรรทุกอยู่บนรถขนส่งให้มั่นคงและแข็งแรง ในกรณีที่ผูกมัดด้วยมุม (α) ที่แคบจะมีผลให้แรงของสายรัดมีค่าน้อย ในทางกลับกันหากมุม (α) ที่ผูกมัดมีขนาดกว้างก็จะส่งผลให้แรงของสายรัดนั้นมีค่ามาก วัตถุที่ผูกมัดไว้ก็จะมีน้ำหนักและมั่นคงสูง มุมของการผูกมัดนั้นสามารถทราบได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของวัตถุที่บรรทุกและความยาวของสายรัดวัดจากขอบข้างของรถขนส่งถึงขอบบนของวัตถุนั้นโดยใช้หลักคำนวณทางตรีโกณมิติ ดังภาพประกอบรูปที่ 2



รูปที่ 2 แรงที่กระทำต่อมุม (Tie-Down Angle Effect)

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

2.2 สมการที่ใช้ในการคำนวณ

การคำนวณจำนวนสายรัดสำหรับผูกยึดโยงวัสดุอุปกรณ์สำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ จะต้องพิจารณาตัวแปรและแรงต่างๆที่กระทำระหว่างขนส่ง เช่น น้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ที่ทำการขนส่ง (Load) ขนาดของวัสดุอุปกรณ์ (Dimension) ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวของวัสดุอุปกรณ์และพื้นของรถบรรทุก (Friction Coefficient) แรงต้านทานต่อทิศทางเคลื่อนที่แนวราบ (Horizontal Restrain against movement) แรงที่กระทำต่อมุมการผูกมัด (Angle effect) ความสามารถทำให้เกิดแรงดึงของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัด (Pre-tension force) โดยตัวแปรและแรงต่างๆที่เกี่ยวข้องดังกล่าวสามารถแสดงความสัมพันธ์ตามสมการดังต่อไปนี้

สมการหาแรงที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการผูกมัดยึดโยงโดยพิจารณาถึงแรงต้านการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

$$F = 0.8'g' \times N_w \quad (1)$$

สมการหาแรงเสียดทานที่เกิดขึ้น

$$F_w = \mu \times N_w \quad (2)$$

สมการหาแรงที่จำเป็นต้องใช้สำหรับผูกมัดยึดโยงเมื่อหักลบแรงเสียดทาน

$$F_L = F - F_w \quad (3)$$

สมการหาแรงดึงที่จำเป็นในการผูกมัด

$$N_L = F_L \div \mu \quad (4)$$

สมการหาแรงที่กระทำต่อมุมที่เกิดจากการผูกมัดยึดโยง

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

สมการหาจำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยง

$$N = N_L \div (2T \times E) \quad (6)$$

โดยที่ F คือ แรงที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการผูกมัดยึดโยง

0.8'g' คือ แรงต้านการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า

N_w คือ น้ำหนักของวัสดุอุปกรณ์ที่ขนส่ง

F_w คือ แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวที่เกิดขึ้น

μ คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิว

F_L คือ แรงที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการผูกมัดยึดโยง

N_L คือ แรงดึงที่จำเป็นในการผูกมัดยึดโยง

E คือ แรงที่กระทำต่อมุมที่เกิดจากการผูกมัดยึดโยง

H คือ ความสูงของวัสดุอุปกรณ์ที่ขนส่ง

L คือ ความยาวของสายรัดจากขอบข้างรถขนส่งถึงขอบบนของวัสดุอุปกรณ์

N คือ จำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยง

T คือ ความสามารถทำให้เกิดแรงดึงของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัด

ที่มา: Calculating Restrain Requirements, Section F, Load Restrain

Guide, National Transport Commission and Roads & Traffic Authority NSW. (2004).

2.3 การประเมินและจัดระดับความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงทำได้โดยการพิจารณาผลคูณระหว่างโอกาสของการเกิดอุบัติเหตุกับความรุนแรงที่มีผลกระทบต่อบุคคล ชุมชนทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม หากเกิดอุบัติเหตุขึ้น จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้ไปจัดระดับความเสี่ยง หากระดับความเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อบุคคล ชุมชนทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อม มีค่าแตกต่างกันให้เลือกระดับความเสี่ยงที่มีค่าสูงกว่าเป็นผลของการประเมินความเสี่ยงในเรื่องนั้นๆ (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2543) ผลลัพธ์ของการประเมินความเสี่ยงและการจัดระดับความเสี่ยงสามารถแจกแจงได้ตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การจัดระดับความเสี่ยงอันตรายตามระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การซึ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543

ระดับความเสี่ยง	ผลลัพธ์	รายละเอียด
1	1-2	ความเสี่ยงน้อย
2	3-6	ความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ต้องมีการทบทวนมาตรการควบคุม
3	8-9	ความเสี่ยงสูง ต้องมีการดำเนินงานเพื่อลดความเสี่ยง
4	12-16	ความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ ต้องหยุดดำเนินการและปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดความเสี่ยงลงทันที

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการซึ่งอันตราย ขั้นตอนการประเมินและระบุระดับความเสี่ยง และขั้นตอนการดำเนินการบริหารจัดการความเสี่ยง

3.1 ขั้นตอนการซึ่งอันตราย

การซึ่งอันตรายที่อาจเป็นปัจจัยให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนขณะทำการขนส่งวัสดุอุปกรณ์สำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติทำได้โดยการศึกษาทั้งในเชิงวิเคราะห์หาสาเหตุพื้นฐานของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในอดีตทั้งหมด ซึ่งมี 4 เหตุการณ์ ได้แก่ 1) ตู้คอนเทนเนอร์เกี่ยวกับสลิงสายเคเบิลที่วิงนเกือบตกลงจากรถบรรทุก 2) ท่อเหล็กกลิ้งหล่นทับพนักงานเสียชีวิตขณะถูกจัดเรียงบนรถเทรลเลอร์ 3) ท่อเหล็กเลื่อนไถลพุ่งชนแผงกันกระแทกทำให้หัวรถเทรลเลอร์เสียหาย 4) พาเลทเหล็กเกือบหล่นจากรถบรรทุกระหว่างการขนส่ง ด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) และวิเคราะห์หาสาเหตุที่อาจส่งผลกระทบต่ออุบัติเหตุในเชิงระวังป้องกันกันเกิดอุบัติเหตุด้วยวิธี What-If Analysis ผลจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้ จะพบว่าสถานการณ์ที่เป็นสาเหตุให้เกิดอุบัติเหตุได้แก่ ความสูงของสิ่งที่ยกขึ้นเกินกว่า 5 เมตร หรือมีสิ่งกีดขวางที่พาดผ่านถนนมีความสูงต่ำกว่า 5 เมตร, เสากันข้างกันตกหรือแผงกันกันกระแทกไม่ได้มาตรฐาน, พฤติกรรมการขับขี่ของทั้งพนักงานขับรถและผู้ขับขี่อื่นร่วมทาง, การขาดการควบคุมดูแลการปฏิบัติการขนส่งจากหัวหน้างาน, การขาดความตระหนักรู้ถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้หากทำการผูกยึดโยงที่ไม่ถูกต้องของผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการขนส่ง, และการไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ ซึ่งผลวิเคราะห์ได้ทั้งหมดข้างต้นนั้นสามารถพิจารณาจัดรวมกลุ่มสาเหตุพื้นฐานของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนได้เป็น 3 กลุ่มปัจจัย คือ ปัจจัยด้านกายภาพ ปัจจัยด้านบุคคล และปัจจัยด้านกระบวนการทำงาน

3.2 ขั้นตอนการประเมินและจัดระดับความเสี่ยง

เมื่อทราบสาเหตุพื้นฐานของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติจากขั้นตอนการซึ่งอันตรายแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือนำผลวิเคราะห์ดังกล่าวมาทำการประเมินและระบุระดับความเสี่ยงโดยพิจารณาตามหลักเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงตามระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยหลักเกณฑ์การซึ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. 2543 ผลจากการวิเคราะห์ในขั้นตอนนี้สามารถประเมินและระบุระดับความเสี่ยงของการขนส่งวัสดุอุปกรณ์สำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติได้ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 สาเหตุพื้นฐานของการเกิดอุบัติเหตุทางถนนสำหรับ การขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ โดยแยกตามกลุ่มปัจจัยและสถานการณ์

กลุ่มปัจจัย	สถานการณ์	ผลลัพธ์	ระดับความเสี่ยง
1) ด้านกายภาพ	1.1) ความสูงของสิ่งที่ยกขึ้นเกินกว่า 5 เมตร	2	1
	1.2) สิ่งกีดขวางที่พาดผ่านถนนมีความสูงต่ำกว่า 5 เมตร	1	1
	1.3) เสากันข้างกันตกไม่สามารถรับแรงกระแทกของวัตถุที่บรรทุกได้	8	3
	1.4) แผงกันกันกระแทกไม่สามารถรับแรงกระแทกของวัตถุที่บรรทุกได้	6	2
2) ด้านบุคคล	2.1) พฤติกรรมการขับขี่ของพนักงานขับรถ	8	3
	2.2) พฤติกรรมการขับขี่ของผู้ร่วมทาง	9	3
	2.3) ขาดการสื่อสารเพื่อการตระหนักรู้อันตราย	4	2
	2.4) การควบคุมดูแลจากหัวหน้างาน	4	2
3) ด้านกระบวนการทำงาน	3.1) ไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ	8	3

จากผลการประเมินและระดับความเสี่ยง จะพบว่ามีจำนวน 4 สถานการณ์ที่มีความเสี่ยงระดับสูง คือ เสากันข้างกันตกไม่ได้มาตรฐาน, พฤติกรรมการขับขี่ของทั้งพนักงานขับรถและผู้ขับขี่อื่นร่วมทาง, และการไม่มีข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ ซึ่งทั้ง 4 สถานการณ์ที่สรุปมานั้นจำเป็นต้องมีการดำเนินงานเพื่อลดความเสี่ยงต่อไป

3.3 ขั้นตอนการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง

การกำหนดแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยงจะนำสถานการณ์ที่มีความเสี่ยงระดับสูงมาพิจารณาออกแบบมาตรการลดและควบคุมความเสี่ยงในการศึกษาวิจัยนี้ผู้วิจัยได้นำปัจจัยเรื่องการขาดข้อกำหนดเฉพาะสำหรับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติมาทำการพิจารณากำหนดมาตรการลดและควบคุมความเสี่ยง เนื่องจากเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุจากปัจจัยอื่นได้ กล่าวคือ หากได้รับการคำนวณจำนวนสายรัดโดยคำนึงถึงแรงและปัจจัยแปรผันต่างๆที่เกี่ยวข้องแล้ว จะสามารถป้องกันหรือลดความเสี่ยงการเกิดเหตุการณ์วัตถุที่บรรทุกตกหล่นได้หากมาตรการป้องกันด้านอื่นๆบกพร่อง เช่น เสากันข้างไม่สามารถรับแรงของวัตถุที่เคลื่อนเหวี่ยงมากระแทกขณะรถบรรทุกเคลื่อนที่

วิธีการในการผูกมัดยึดโยงวัตถุบนรถขนส่งมีหลายวิธี เช่น การยึดรั้ง (Attaching) การปิดกั้น (Blocking) การบรรจุบรรจุ (Containing) การรัดตรึง (Tie-down) โดยทางผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการรัดตรึงมาศึกษาออกแบบมาตรฐานการผูกมัดเพราะเป็นวิธีที่นิยมที่สุดในกลุ่มผู้ประกอบการขนส่งวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติเนื่องจากสะดวกรวดเร็วกว่าวิธีอื่นๆ

สายรัดที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการผูกมัดยึดโยงนั้นผลิตจากเส้นใยโพลีเอทเทอลิน มีขนาดหน้ากว้าง 50 มิลลิเมตร ความสามารถในการรับน้ำหนักยกเท่ากับ 5,500 กิโลกรัม โดยมี Hand Ratchet เป็นอุปกรณ์ส่วนควบที่ใช้ปรับแรงดึงของสายรัดซึ่งความแน่นหนาแน่นคงของการผูกมัดวัตถุบนรถขนส่งนั้นจะขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์ชิ้นนี้ นอกจากนี้ยังมีการใช้สายรัดขนาดหน้ากว้างอื่นๆบ้าง เช่น ขนาด 75 มิลลิเมตรและขนาด 100 มิลลิเมตร เป็นต้น ทั้งนี้การเลือกใช้ขนาดสายรัดนั้นขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของวัตถุที่ขนส่ง หากมีขนาดใหญ่หรือมีน้ำหนักมากก็ควรใช้สายรัดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นเพื่อเป็นการประหยัดจำนวนสายรัดและเวลาในการติดตั้ง

แต่อย่างไรก็ตามตัวแปรที่สำคัญอีกตัวหนึ่งนอกเหนือจากน้ำหนักของวัตถุที่ขนส่งและขนาดของสายรัดแล้ว แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุและพื้นรถขนส่งก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการคำนวณจำนวนสายรัดที่ต้องใช้

การคำนวณจำนวนสายรัดสำหรับการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติ สามารถแสดงตัวอย่างการคำนวณได้ดังนี้

ตัวอย่าง: ตู้คอนเทนเนอร์ขนาด 8 ฟุต ขนาดความกว้าง 2.4 เมตร ยาว 2.4 เมตร และสูง 2.4 เมตร น้ำหนัก 6,000 กิโลกรัม ใช้ไม้ท่อนแปรรูปเป็นฐานรองตู้ วางอยู่บนรถบรรทุกพ่วง 18 ล้อ ซึ่งมีแผ่นไม้กระดานเป็นวัสดุ

ปูพื้นรถในวันอากาศแจ่มใสไม่มีฝนตก สามารถคำนวณจำนวนสายรัดที่จำเป็นต้องใช้ได้ดังนี้

หมายเหตุ: (i) มาตรฐานขนาดความกว้างของพื้นรถขนส่ง คือ 2.5 เมตร

(ii) ความสามารถทำให้เกิดแรงดึงของอุปกรณ์ยึดรั้งสายรัดเท่ากับ 600 กิโลกรัม

วิธีการ: หาแรงที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการผูกมัดยึดโยงโดยพิจารณาถึงแรงต้านการเคลื่อนที่ไปข้างหน้า โดยคำนวณตามสมการที่ (1)

$$F = 0.8'g' \times N_w$$

$$F = 0.8 \times 6,000 = 4,800 \text{ กิโลกรัม}$$

จากตารางที่ 1 สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างไม้ต่อไม้ คือ 0.5 สามารถหาแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นระหว่างผิวสัมผัสของตู้คอนเทนเนอร์และพื้นรถขนส่ง โดยคำนวณตามสมการที่ (2)

$$F_w = \mu \times N_w$$

$$F_w = 0.5 \times 6,000 = 3,000 \text{ กิโลกรัม}$$

หาแรงที่จำเป็นต้องใช้สำหรับผูกมัดยึดโยงได้จากผลต่างของแรงที่ต้องการในการผูกมัดกับแรงเสียดทาน

$$F_L = F - F_w$$

$$F_L = 4,800 - 3,000 = 1,800 \text{ กิโลกรัม}$$

หาแรงดึงที่จำเป็นในการผูกมัดตามสมการที่ (4)

$$N_L = F_L \div \mu$$

$$N_L = 1,800 \div 0.5 = 3,600 \text{ กิโลกรัม}$$

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

$$E = H \div L$$

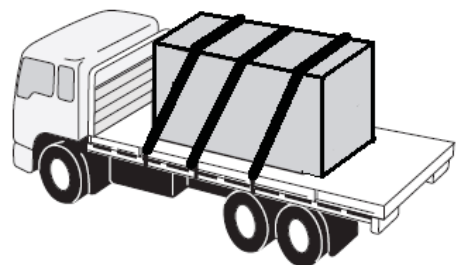
$$E = 2.4 \div 2.4 = 1$$

สมการหาจำนวนสายรัดที่ต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยง

$$N = N_L \div (2T \times E)$$

$$N = 3,600 \div ((2 \times 600) \times 1) = 3 \text{ เส้น}$$

ดังนั้นสายรัดที่ต้องการใช้สำหรับผูกมัดยึดโยงตู้คอนเทนเนอร์นี้เพื่อการขนส่งทางถนนอย่างปลอดภัยเป็นจำนวนทั้งสิ้น 3 เส้น โดยแสดงตัวอย่างการผูกมัดยึดโยงด้วยวิธีการรัดตรึงไว้ตามภาพประกอบรูปที่ 3



รูปที่ 3 ตัวอย่างการผูกมัดยึดโยงตู้คอนเทนเนอร์ด้วยสายรัด 3 เส้น

4. ผลการวิจัย

จากขั้นตอนการคำนวณจำนวนสายรัดที่ต้องใช้กับพื้นผิวทั้ง 2 ประเภทของอุปกรณ์ประเภทต่าง ๆ ได้มาตรฐาน ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนสายรัดที่จำเป็นต้องใช้ในการผูกมัดยึดโยงวัสดุอุปกรณ์การสำรวจและผลิตก๊าซธรรมชาติโดยแยกตามลักษณะประเภทของวัตถุ

ประเภทอุปกรณ์	น้ำหนัก (กิโลกรัม)	ขนาด (กว้างxยาวxสูง) (เมตร)	จำนวนสายรัดที่ใช้กับพื้นผิวต่าง ๆ (เส้น)	
			ไม้/ไม้	ไม้เหล็ก
ตู้คอนเทนเนอร์ ขนาด 8 ฟุต	6,000	2.4 x 2.4 x 2.4	3	5
ตะกร้าเหล็ก ขนส่งอุปกรณ์	5,000	1.7 x 1.7 x 1.4	3	5
แพ็คถังก๊าซ ไนโตรเจน	1,500	0.8 x 1.3 x 1.9	1	2
ถังบรรจุน้ำมัน อากาศยาน	4,100	1.8 x 1.9 x 1.4	3	4
แพ็คท่อเหล็ก ขนาด 3-1/2 นิ้ว	4,400	0.8 x 1.3 x 0.6	4	7

จากที่กล่าวไว้เบื้องต้นว่าการปฏิบัติในปัจจุบันพนักงานขับรถจะคำนวณจำนวนสายรัดอย่างง่ายโดยใช้น้ำหนักวัตถุที่ขนส่งหารด้วยความสามารถรับน้ำหนักของสายรัด ตัวอย่างเช่น ตู้คอนเทนเนอร์จากตัวอย่างข้างต้น น้ำหนัก 6,000 กิโลกรัม สายรัดขนาด 50 มิลลิเมตรนี้สามารถรับน้ำหนักได้ 5,500 ตัน เพราะฉะนั้น จำนวนสายรัดที่พนักงานขับรถใช้ผูกมัดยึดโยงตู้คอนเทนเนอร์จะใช้เพียงแค่ 2 เส้นเท่านั้นซึ่งต่างจากการคำนวณที่ต้องการทั้งหมด 3 เส้น ทั้งนี้เนื่องจากการคำนวณอย่างง่ายนั้นไม่ได้พิจารณาถึง แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส รวมถึงความสามารถจริงของสายรัดในการยึดรั้งวัตถุบนรถขนส่งขณะเคลื่อนที่

ดังนั้นหากเกิดเหตุรถขนส่งเคลื่อนที่ด้วยความเร็ว หยุดรถกะทันหัน หรือเสียการทรงตัว การคำนวณอย่างง่ายนั้นจะไม่สามารถยึดรั้งวัตถุที่ขนส่งอาจเป็นเหตุให้วัตถุนั้นตกลงงอกลงได้รับความเสียหายหรือเกิดอันตรายกับบุคคลอื่นที่อยู่ใกล้เคียงได้

5. สรุป

จำนวนสายรัดที่ได้จากการคำนวณนี้ได้พิจารณาถึงแรงและตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องตามหลักทฤษฎีการเคลื่อนที่ ซึ่งได้พิจารณาแรงและตัวแปรต่างๆ เช่น แรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัส รวมถึงความสามารถจริงของสายรัดในการยึดรั้งวัตถุบนรถขนส่งขณะเคลื่อนที่ ซึ่งผลคำนวณทราบได้ว่าต้องการจำนวนสายรัดมากกว่าที่ใช้ในปัจจุบันซึ่งมีความเสี่ยงที่อาจจะ

ก่อให้เกิดอุบัติเหตุทางถนนขณะขนส่งได้ ดังนั้น จำนวนสายรัดที่ใช้วิธีคำนวณอย่างง่ายในปัจจุบัน โดยการพิจารณาเพียงแค่นำน้ำหนักวัตถุหารแรงดึงเชือกจึงไม่เหมาะสม มาตรฐานที่สร้างขึ้นสามารถใช้เป็นแนวทางในการใช้จำนวนสายรัดที่เหมาะสมได้ แต่ทั้งนี้ผู้ปฏิบัติการขนส่งควรพิจารณาเสริมมาตรการควบคุมพฤติกรรมของผู้ขับขี่ยานพาหนะเพื่อลดความเสี่ยงการเกิดอุบัติเหตุอันมีปัจจัยเกี่ยวข้องกับด้านบุคคลด้วย เช่น จำกัดความเร็วการขับขี่ หรือควบคุมพฤติกรรมการขับขี่ด้วยการติดตั้งระบบจีพีเอสประจำรถ เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] National Transport Commission and Roads & Traffic Authority NSW. (2004). "Load Restraint Guide", Second edition. Australia
- [2] General for Energy and Transport. 2006. "European Best Practice Guidelines on Cargo Securing for Road Transport", European Commission Directorate.
- [3] Friction and Coefficient of Frictions. February 9, 2013. http://www.engineeringtoolbox.com/friction-coefficients-d_778.html
- [4] ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยงและการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ.2543