การวิเคราะห์ความเสี่ยง

*พุทธิพร สิงคเสลิต**

1. บทนำ

การพัฒนาคือ การนำความรู้มาประยุกต์ใช้เพื่อยกระดับความเป็นอยู่หรือที่เรียกว่าคุณภาพชีวิตของประชาชนให้สูงขึ้น ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาประเทศไทยได้พัฒนาไปอย่างมาก นับจากการสำรวจพบก๊าซธรรมชาติในอ่าวไทยที่มีปริมาณเชิงพาณิชย์ เมื่อปี 2516 อุตสาหกรรมของไทยได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็วจนก้าวไปสู่การเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ตามเป้าหมายที่รัฐบาลกำหนดไว้ในแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมช่วยลดการขาดดุลการค้า กระตุ้นให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่อง เกิดการจ้างงาน เพิ่มปริมาณสินค้าและบริการให้เพียงพอต่อความต้องการ และเกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากต่างประเทศ

อีกด้านหนึ่ง การขยายตัวของอุตสาหกรรมและการพัฒนาเทคโนโลยีก็มีผลต่อความปลอดภัยในชีวิต ทรัพย์สิน และสภาพแวดล้อมดังหลาย ๆ กรณีที่เคยปรากฏเป็นข่าว เช่น (1) ไฟไหม้สารเคมีบริเวณท่าเรือคลองเตย (2) พฤศจิกายน 2533 ชาวลำปางประมาณ 500 คน ชุมนุมที่หน้าคลังก๊าซ LPG ของการปิโตรเลียม เรียกร้องให้ย้ายคลังก๊าซออกจากพื้นที่ชุมชน (3) ตุลาคม 2533 นายวรวิทย์ บวรพงศ์ ถูกจับกุมในข้อหากระทำการโดยประมาททำให้เกิดระเบิดจากอุบัติเหตุรถก๊าซบนถนนเพชรบุรีตัดใหม่ เป็นต้น

สำหรับเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความสูญเสียที่เกิดในต่างประเทศ เช่น การรั่วไหลของสารพิษเมธิลไอโซไซยาเนต จากโรงงานผลิตยาฆ่าแมลงของบริษัท ยูเนี่ยนคาร์ไบด์ ที่เมืองโบปาล ประเทศอินเดีย เกิดการระเบิดขึ้นในคลังสำรองก๊าซที่ประเทศเม็กซิโก เกิดการรั่วไหลของกัมมันตภาพรังสีที่โรงไฟฟ้าเชอร์โนบิล ประเทศโซเวียต และกรณีน้ำมันรั่วจากเรือบรรทุกน้ำมัน Exxon Valdez ที่ Alaska เป็นต้น

อย่างไรก็ตามเมื่อการพัฒนายังต้องพึ่งพาอุตสาหกรรมและเทคโนโลยี การที่จะไม่ให้มีความเสี่ยงเลย ซึ่งมีอยู่เพียงวิธีการเดียวคือ ไม่ให้มีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรม คงเป็นสิ่งที่เป็นไปไม่ได้ ดังนั้น ความเสี่ยงต่ออันตรายที่อาจเกิดขึ้นจึงเป็นสิ่งที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้

การวิเคราะห์ความเสี่ยง เพื่อพิจารณาสภาพการณ์ที่อาจก่อให้เกิดผลเสียหายร้ายแรงต่อสาธารณชน ทราบถึงสาเหตุที่อาจก่อให้เกิดภัยพิบัติ และแนวทางการป้องกันหรือบรรเทาผลร้ายที่เกิดขึ้น จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง

*อาจารย์ สำนักพัฒนาบัณฑิตศึกษา สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์

สำหรับอุตสาหกรรมที่อาจก่อให้เกิดอันตรายที่เรียกว่า Major Hazard ซึ่งได้แก่

1. การแพร่กระจายของสารพิษ
2. การระเบิด
3. เกิดไฟไหม้

โดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติได้กำหนดให้อุตสาหกรรมที่อาจก่อให้เกิด Major Hazard ทำการวิเคราะห์ความเสี่ยง และนำมาใช้ประกอบการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้วย

2. กระบวนการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis)

การวิเคราะห์ความเสี่ยงคือ การประเมินถึงลักษณะและระดับความรุนแรงของภัยพิบัติ (Disaster) ที่อาจจะเกิดขึ้นจากเหตุการณ์หรือกิจกรรมใดกิจกรรมหนึ่ง เทคนิคนี้ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ไม่เพียงแต่ในด้านการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้น ยังสามารถนำไปใช้ในงานการควบคุมคุณภาพ ลดการสูญเสีย (Improve Loss) ในอุตสาหกรรม และใช้ทางด้านการแพทย์เกี่ยวกับระบาดวิทยา (Epidemiology)

กระบวนการวิเคราะห์ความเสี่ยงประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การระบุอันตราย (Hazard Identification) เป็นการตอบคำถามว่า อะไรคือเหตุการณ์ที่จะนำไปสู่ความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้น

2. การคาดคะเนความเสี่ยง (Risk Estimation) วิเคราะห์หาเหตุ (Cause) และผล (Outcome) ของเหตุการณ์ในข้อ 1 รวมถึงการหาโอกาสที่ (Probability) ของเหตุการณ์ต่าง ๆ จะเกิดขึ้น

3. การประเมินความเสี่ยง (Risk Evaluation) เป็นการเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงที่คาดคะเนได้กับระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้

ก่อนที่จะอธิบายถึงรายละเอียดในขั้นตอนต่าง ๆ ของการวิเคราะห์ความเสี่ยง ควรจะได้ทำความเข้าใจกับความหมายของคำต่าง ๆ เสียก่อน เนื่องจากในบางครั้งความหมายของคำว่า ความเสี่ยง (Risk) อันตราย (Hazard) และภัยพิบัติ (Disaster) ก็ทำให้เกิดความสับสนจนเราไม่แน่ใจว่าแต่ละคำนี้มีความหมายต่างกันอย่างไร ในที่นี้จะกำหนดนิยามดังนี้คือ

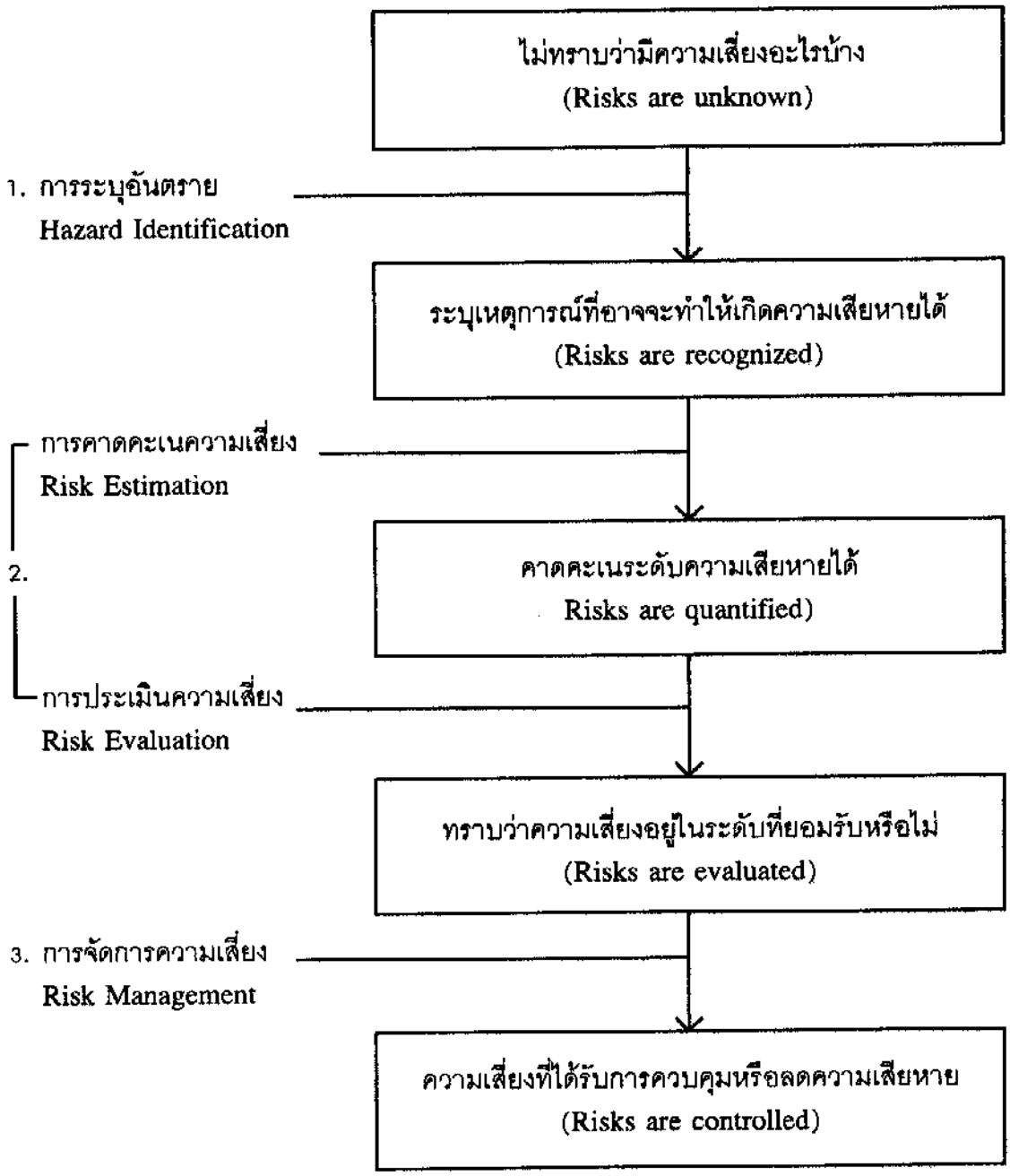
อันตราย (Hazard) หมายถึง สภาพที่มีแนวโน้มจะทำให้เกิดความสูญเสีย

ความเสี่ยง (Risk) หมายถึง โอกาสที่สภาพการณ์นั้นจะเกิดขึ้น

ภัยพิบัติ (Disaster) ผลเสียหายที่เกิดขึ้น

เพื่อให้เข้าใจความหมายได้ดีขึ้น ขอให้พิจารณาตัวอย่างจากกรณีที่มีคน 2 คน เดินทางข้ามทะเล คนแรกใช้เรือพายพายไป คนที่ 2 ไปกับเรือเดินสมุทร ในที่นี้ ภัยพิบัติหรือผลเสียหายร้ายแรงที่อาจเกิดขึ้นกับคนทั้ง 2 ก็คือ การสูญเสียชีวิต อันตราย (Hazard) ที่จะทำให้เกิดการสูญเสียของคนทั้ง 2 ไม่ต่างกันคือการจมน้ำ แต่ความเสี่ยง (Risk) จะต่างกัน โดยคนที่ไปกับเรือเดินสมุทรจะมีความเสี่ยงน้อยกว่าคนแรก

แผนภาพกระบวนการวิเคราะห์และจัดการความเสี่ยง



2.1 การระบุอันตราย (Hazard Identification)

หากพิจารณาจากต้นเหตุของอันตราย เราจะจำแนกอันตรายเป็น 2 ประเภทคือ ภัยธรรมชาติ เช่น แผ่นดินไหว ภูเขาไฟระเบิด ฯลฯ และภัยที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การแพร่กระจายของสารกัมมันตรังสี ก๊าซพิษรั่ว ไฟไหม้คลังน้ำมัน แต่เมื่อพิจารณาจากผลที่เกิดเราสามารถระบุได้ดังนี้

ก. อันตรายที่มีต่อมนุษย์ ได้แก่ ความตาย บาดเจ็บ เป็นโรค

ข. อันตรายที่มีต่อทรัพย์สิน การที่ทรัพย์สินถูกทำลาย การสูญเสียรายได้

ค. อันตรายที่มีต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การสูญเสียชีวิตสัตว์ พืช การสูญพันธุ์ของพืชหรือสัตว์ การปนเปื้อนของสภาพแวดล้อมเนื่องจากสารพิษ การเกิดไฟไหม้ป่า

ในที่นี้ อันตรายทางสิ่งแวดล้อมจะหมายถึงข้อ ค ซึ่งในบางกรณีอาจเกิดขึ้นจากสาเหตุทั้งทางธรรมชาติและมนุษย์ทำขึ้น เช่น ในกรณีของการเกิด Landslide ที่ในภาคใต้เมื่อหลายปีก่อนก็เป็นผลจากการพัฒนา คือการปลูกยางพาราทำให้การยึดเกาะกันของดินลดลง ประกอบกับการกระทำของธรรมชาติคือ เกิดฝนตกหนัก จึงทำให้เกิดแผ่นดินถล่มขึ้น

อันตรายที่มีต่อสิ่งแวดล้อม หรือ Environmental Hazard จะมีความแตกต่างไปจากปัญหาสิ่งแวดล้อม (Environmental Problem) ในเรื่องของระยะเวลา กล่าวคือ ปัญหาสิ่งแวดล้อม เช่น ผลจากการตัดไม้ทำลายป่า การที่ชั้นโอโซนในบรรยากาศถูกทำลาย จะค่อย ๆ เพิ่มระดับความรุนแรงของปัญหาขึ้นเรื่อย ๆ แต่อันตรายที่มีต่อสิ่งแวดล้อม (หรือภัยทางสิ่งแวดล้อม) จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว มีลักษณะกำหนดไว้ประกอบการพิจารณาดังนี้ คือ

1. สามารถระบุสาเหตุ และผลกระทบได้อย่างชัดเจน
2. เกิดขึ้นรวดเร็วมาก (มีระยะเวลาเตือนภัยน้อย)
3. อันตรายที่เกิดขึ้นมิได้เป็นไปโดยสมัครใจของผู้ที่ต้องประสบภัย
4. ผลที่เกิดขึ้นต้องการการแก้ไขหรือตอบสนองอย่างฉุกเฉิน

สำหรับวิธีการระบุอันตราย หรือ Hazard Identification เป็นขั้นตอนการพิจารณาถึงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ซึ่งอาจทำได้โดยการพิจารณาจากอันตรายที่ปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนหรือคาดคะเนจากประสบการณ์ แต่วิธีที่นิยมและได้รับการนำไปใช้อย่างแพร่หลายก็คือ วิธีการบ่งชี้อันตรายที่เรียกว่า Hazop ซึ่งย่อมาจาก Hazard And Operability Study ที่หมายถึง การศึกษาลักษณะของการทำงานที่อาจก่อให้เกิดอันตราย โดยใช้วิธีการระดมสมองของทีมผู้ปฏิบัติงานจากหลาย ๆ ส่วน คือ **วิศวกร** ที่มีความรู้ในกระบวนการผลิต **นักเคมี** ที่จะบอกอันตรายของสารต่าง ๆ **เจ้าหน้าที่ฝ่ายช่าง** ที่รู้ประวัติการซ่อมโรงงาน และ **Hazop Leader** คือ ผู้ที่จะถามบุคคลอื่น ๆ เพื่อนำข้อมูลมาใช้ในการระบุอันตราย (Identify Hazard)

ขั้นตอนในการทำ HAZOP

การทำ Hazop Study เป็นกระบวนการศึกษา เพื่อระบุถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้จากกิจกรรมหรือโครงการ โดยจะต้องกำหนดจุดมุ่งหมายของการศึกษาไว้ว่า ต้องการทำ Hazop Study เพื่ออะไร เช่น

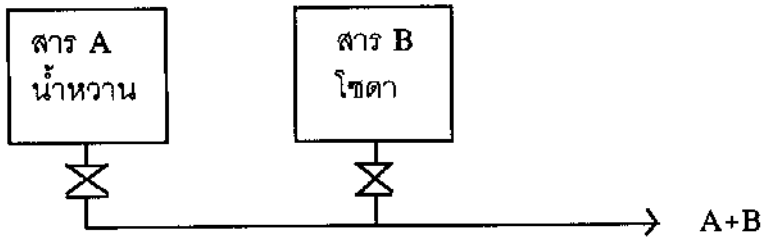
- ระบุอันตราย และปัญหาในการปฏิบัติงานต่อผู้ปฏิบัติงาน
- ตรวจสอบความปลอดภัยในการดำเนินงานของโรงงาน
- ระบุอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินงานของโครงการ

หลังจากกำหนดจุดมุ่งหมายแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ กำหนดบุคคลที่เกี่ยวข้องเพื่อตั้งทีมศึกษา เช่น วิศวกรโครงการ นักเคมี ตัวแทนฝ่ายซ่อมบำรุง และผู้ประมวลข้อมูล ซึ่งจะเรียกว่า Hazop Leader

หลังจากนั้น จะนำเอกสารที่เป็นแบบแปลน แผนผังของโรงงานมาประกอบการศึกษา โดยกำหนดขอบเขตของบริเวณที่จะทำการศึกษา ระบุจุดมุ่งหมายของอุปกรณ์ หรือส่วนที่พิจารณา เช่น ท่อ มีจุดมุ่งหมายเพื่อขนส่ง แทงค์น้ำ มีจุดมุ่งหมายเพื่อเก็บ หลังจากนั้น จะพิจารณาอาการผิดปกติที่อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการทำงาน สาเหตุของอาการผิดปกติ ผลที่จะตามมา และข้อเสนอแนะ เพื่อความสะดวกจึงได้มีผู้พัฒนา Work Sheet ดังในตารางที่ 1 ขึ้นใช้ในการศึกษา Hazop และกำหนด Guide Word ที่ใช้ระบุอาการผิดปกติไว้

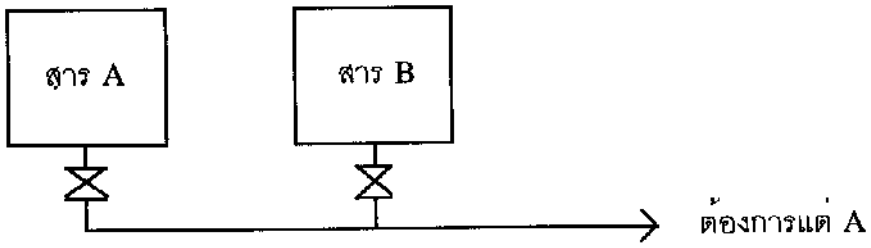
Guide Word คือคำที่ใช้แสดงอาการผิดปกติของระบบมี 7 คำ ซึ่งมีความหมาย ดังนี้

1. NO หมายถึง สิ่งที่เกิดขึ้นตรงข้ามกับที่เราต้องการ เช่น ท่อน้ำ ควรมีน้ำ NO ก็คือ NO FLOW
2. LESS การลดลง ปริมาณน้อยกว่าที่ควรจะเป็น เช่น
   LESS PRESSURE LESS TEMPERATURE
3. MORE เปลี่ยนปริมาณไปในลักษณะที่มากกว่าที่ควรจะเป็น เช่น ไหลเร็วกว่าปกติ
4. PART OF การที่คุณภาพของสิ่งที่พิจารณาผิดจากที่ควรจะเป็น เช่น



ระบบนี้ PART OF คือกรณีที่ OUTPUT เป็น A หรือ B เท่านั้น

5. AS WELL AS คือกรณีที่ตรงข้ามกับ PART OF

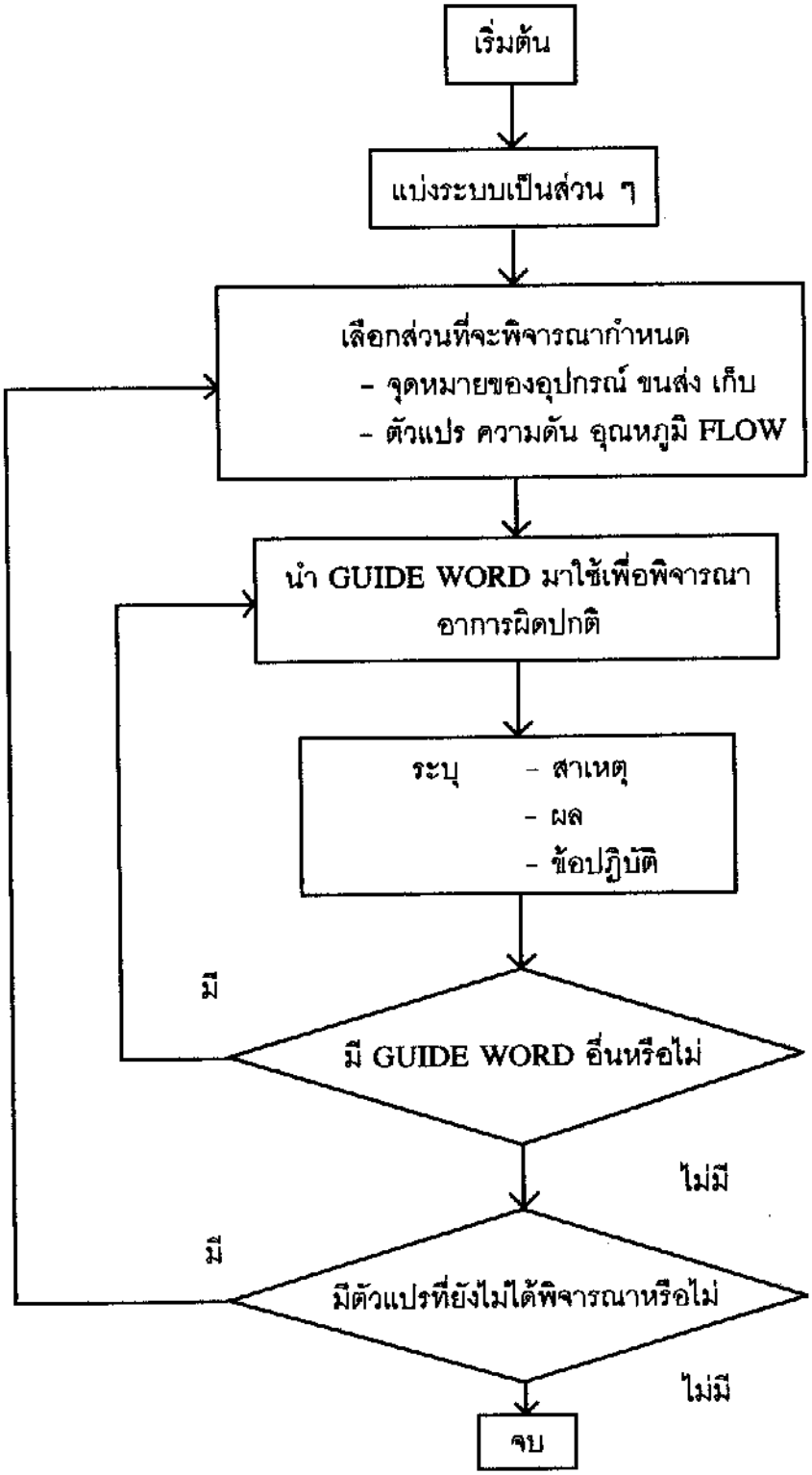


เช่น ต้องการแต่ A แต่ มี B ปนมาด้วย

6. REVERSE คือการที่ไม่เป็นไปในทิศทางที่ต้องการ เช่น จ่ายน้ำมันลงเรือ แต่น้ำมันกลับไหลกลับ
7. OTHER THAN อะไรอื่น ๆ นอกจาก 6 คำ ข้างต้น

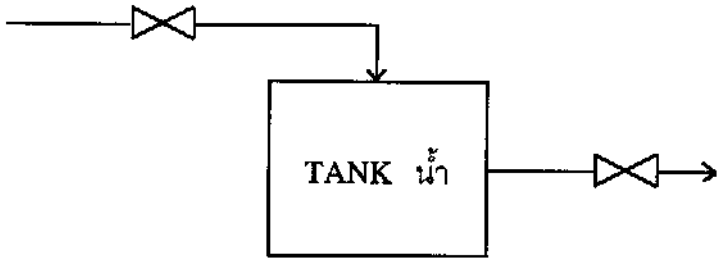
AUDIT TITLE :	DRAWING & DOCUMENT REF. NO.:			
DATE :	STUDY TEAM :			
ส่วนที่พิจารณา	อาการผิดปกติ (ใช้ GUIDE WORD)	สาเหตุ	ผล	ข้อเสนอแนะ

ตารางที่ 1 ตัวอย่าง Work Sheet ของ Hazop Study



ภาพที่ 2 แผนภาพ แสดงขั้นตอนการทำ Hazop Study

ตัวอย่างการทำ HAZOP



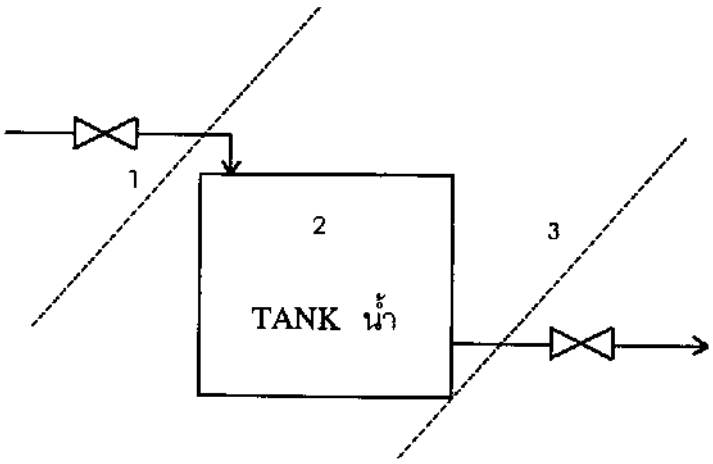
ภาพที่ 3

ศึกษากรณีเหตุการณ์ที่อาจนำไปสู่ความเสียหายจะเกิดขึ้นจากระบบเก็บและจ่ายน้ำในภาพ

ขั้นที่ 1 แบ่งระบบพิจารณาเป็น 3 ส่วนดังภาพข้างล่าง

1. ท่อเข้า
2. ถังเก็บ
3. ท่อออก

ขั้นที่ 2 ระบุวัตถุประสงค์ของระบบที่พิจารณา และทำการศึกษาดังตัวอย่างในแผนภาพ โดยการใช้ Hazop Work Sheet



ภาพที่ 4 แสดงการแบ่งระบบที่พิจารณาเป็นส่วน ๆ

AUDIT TITLE :		DRAWING & DOCUMENT REF. NO.:		
DATE :		STUDY TEAM :		
ส่วนที่พิจารณา	อาการผิดปกติ (ใช้ GUIDE WORD)	สาเหตุ	ผล	ข้อเสนอแนะ
1 ท่อน้ำเข้า	(NO) ไม่มีน้ำไหลเข้า TANK	วาวล์ปิด ท่อแตก ประปาหยุดจ่ายน้ำ	ขาดน้ำ ขาดน้ำ,สูญเสียน้ำ ขาดน้ำ	ตรวจวาวล์ ตรวจซ่อมท่อ จัดให้มีถังน้ำสำรอง
	(LESS) น้ำไหลน้อยกว่าที่ควรเป็น	ท่อรั่ว ประปาจ่ายน้ำน้อย	สูญเสียน้ำ	ตรวจซ่อมท่อ จัดให้มีถังน้ำสำรอง
2 TANK	(NO) ไม่มีน้ำใน TANK	ไม่มีน้ำเข้า TANK รั่ว	ขาดน้ำ เสียน้ำ เลอะเทอะ	จัดให้มีถังน้ำสำรอง ตรวจซ่อมบำรุงให้อยู่ในสภาพดี

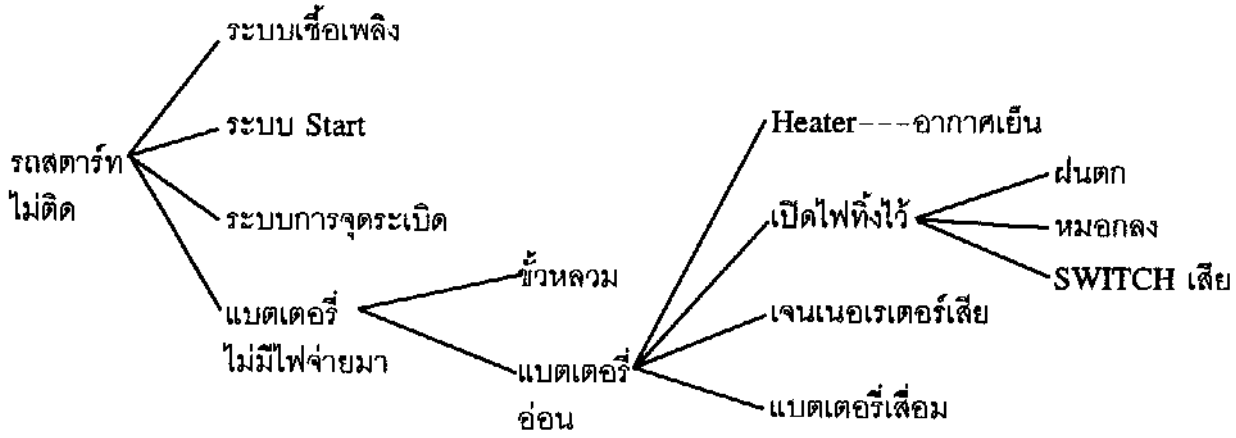
ตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์จากการทำ Hazop Study

จากขั้นตอนการพิจารณาดังกล่าวจะเห็นว่า Hazop Study มีความเป็นระบบ สามารถพิจารณาอันตรายได้อย่างละเอียด แต่ทั้งนี้ต้องขึ้นกับประสบการณ์ของ Team งานที่ช่วยกันจากตัวอย่างจะเห็นว่า หากสารที่เก็บใน Tank เป็นสารพิษ หรือก๊าซ หรือน้ำมัน ในช่องของผลก็จะเปลี่ยนเป็นกรณี Case ของ Major Hazard คือ ไฟไหม้ (Fire), ระเบิด (Exposure), หรือบาดเจ็บ (Injury) นั่นเอง การทำ Hazop จึงบอกได้ทั้ง อันตราย (Hazard) ที่จะเกิดและสาเหตุของอันตรายว่ามาจากส่วนใดของระบบได้บ้าง และเมื่อทราบแนวทางแก้ไขก็แนะนำไว้ในช่อง ข้อเสนอแนะ ทั้งที่เป็นการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมหรือเป็นแนวทางปฏิบัติก็ได้

อย่างไรก็ตาม ในการทำ Hazop Study นั้น ถึงแม้จะสามารถระบุอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นได้ (Hazard Identification) ซึ่งเป็นขั้นตอนแรกของการวิเคราะห์ความเสี่ยง แต่ก็ไม่สามารถบอกได้ว่า เหตุการณ์ต่าง ๆ มีโอกาสเกิดขึ้นมากน้อยต่างกันแค่ไหน การที่จะต้องนำโอกาสเกิดของแต่ละเหตุการณ์มาพิจารณาก็เพื่อที่จะได้นำไปใช้ในการวางแผนจัดการ จัดลำดับการแก้ไขป้องกันเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดการเสียหายรุนแรงและมีโอกาสเกิดขึ้นสูงก่อนเหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดน้อยและสูญเสียน้อยกว่า

ดังนั้น หลังจากที่ได้ทราบถึงอันตรายที่จะเกิดขึ้นแล้ว ในขั้นต่อไปจะต้องทำการศึกษาโอกาสที่เหตุการณ์นั้นจะเกิดขึ้น โดยการคาดคะเนความเสี่ยง ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อการคาดคะเนความเสี่ยง (Risk Estimation)

2.2 การคาดคะเนความเสี่ยง (Risk Estimation) เป็นขั้นตอนที่ 2 ในกระบวนการวิเคราะห์ความเสี่ยง เพื่อคำนวณโอกาสเกิดขึ้นของเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดความเสียหาย ซึ่งทราบจากการศึกษาเพื่อระบุอันตราย (Hazop Identification) ในหัวข้อ 2.1 เทคนิคที่นิยมใช้ในการคำนวณความเสี่ยงคือ เทคนิคที่เรียกว่า Tree Analysis ซึ่งเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ที่ใช้ในการจัดการเพื่อตัดสินใจ เป็นการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ (System Analysis) โดยเทคนิคนี้ โอกาสที่จะเกิดขึ้นของเหตุการณ์ที่สนใจจะคำนวณจากโอกาสของเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุ ตัวอย่างของการวิเคราะห์แบบ Tree Analysis เช่น เมื่อรถยนต์สตาร์ทไม่ติด อาจเนื่องมาจากแบตเตอรี่, ระบบจุดสตาร์ท เชื้อเพลิง หรือระบบจุดระเบิด ในกรณีของแบตเตอรี่อาจเป็นเพราะ แบตเตอรี่เสีย ขั้วแบตเตอรี่หลวม หรือแบตเตอรี่อ่อน ในกรณีที่แบตเตอรี่อ่อนอาจเป็นผลมาจาก เปิดไฟในรถทิ้งไว้ อากาศเย็นหรือเจนเนอเรเตอร์ไม่ทำงาน ไฟแสงสว่างถูกเปิดทิ้งไว้ อาจเป็นเพราะฝนตก หมอกลง หรือสวิทช์เสียจากตัวอย่างนี้ สามารถนำมาเขียนเป็น Tree Diagram ได้ดังนี้การวิเคราะห์แบบ Tree Analysis นี้ จะได้ผลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงใด ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ จินตนาการ และความละเอียดรอบคอบของผู้วิเคราะห์



การวิเคราะห์แบบ Tree Analysis นี้ จะได้ผลที่ถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงใด ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ จินตนาการ และความละเอียดรอบคอบของผู้วิเคราะห์

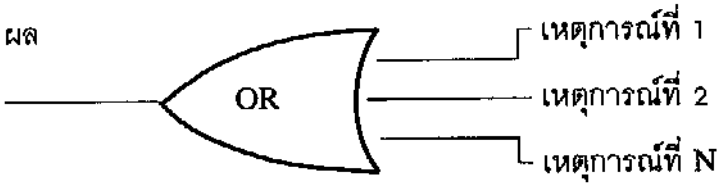
2.2.1 FAULT TREE ANALYSIS เป็นการนำเทคนิคการวิเคราะห์แบบ Tree Analysis มาใช้หาโอกาสเกิดขึ้นของเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งที่สนใจ (Top Event) โดยคำนวณจากโอกาสเกิดขึ้นของความผิดพลาดเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่เป็นสาเหตุของเหตุการณ์ดังกล่าว มีขั้นตอนคือ

1) วิเคราะห์หาสาเหตุไปทีละขั้น จนกระทั่งไม่มีข้อมูลหรือ ข้อผิดพลาดนั้นไม่สามารถวิเคราะห์ต่อไปได้

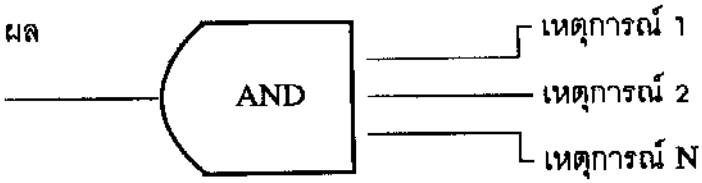
2) ระบุโอกาสเกิดขึ้นของข้อผิดพลาดดังกล่าว ซึ่งส่วนใหญ่จะมีมาตรฐานจัดทำขึ้นไว้โดยการทดสอบเก็บข้อมูลทางสถิติโดยบริษัทผู้ผลิตอุปกรณ์หรือสถาบันองค์การบางแห่ง เช่น The Institution of Chemical Engineers, UK หรือ U.S. Atomic Energy Commission

3) คำนวณหาโอกาสเกิดขึ้นของ Top Event โดยกำหนดว่า

- ถ้าผลที่พิจารณาเกิดขึ้นได้จากเหตุการณ์ที่ 1 หรือ 2 หรือ เหตุการณ์ที่ N โอกาสเกิดขึ้นของผลที่พิจารณาจะเท่ากับผลบวกของโอกาสเกิดขึ้นของทุกเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุใช้สัญลักษณ์ดังนี้



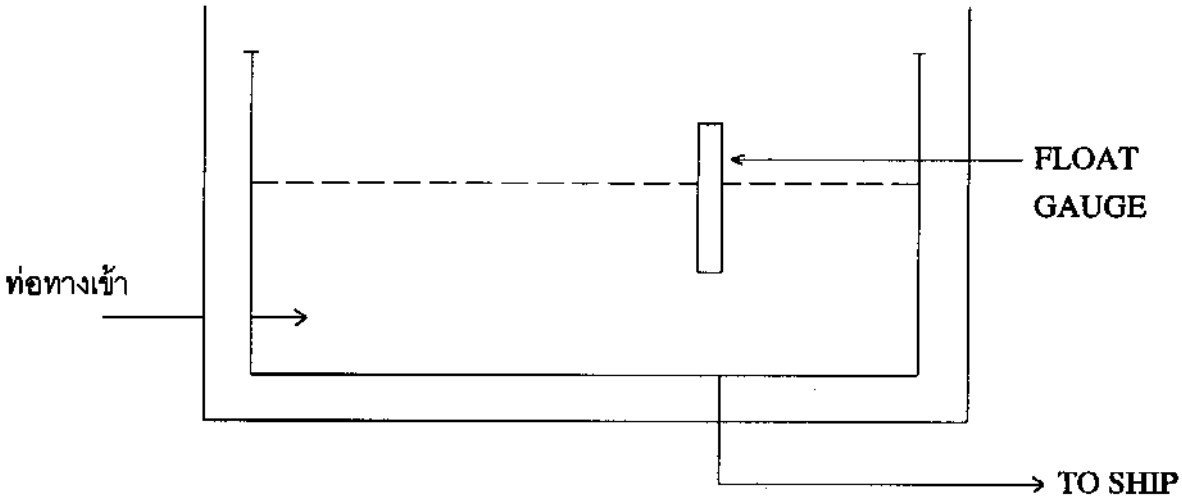
- ถ้าผลที่พิจารณาเกิดขึ้นเมื่อเหตุการณ์ที่ 1 ที่ 2 และที่ N เกิดขึ้นพร้อมกัน โอกาสเกิดของผลที่พิจารณาจะเท่ากับผลคูณของโอกาสเกิดขึ้นของทุกเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุใช้สัญลักษณ์



สรุปขั้นตอนของ Fault Analysis คือ

1. กำหนดเหตุการณ์ที่สนใจเรียกว่า Top Event
2. วิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิด Top Event โดยใช้ Tree Diagram
3. นำผลที่วิเคราะห์ได้ในข้อ 2 มาเขียนเป็น Logic Diagram

ตัวอย่างการวิเคราะห์ Fault Tree Analysis



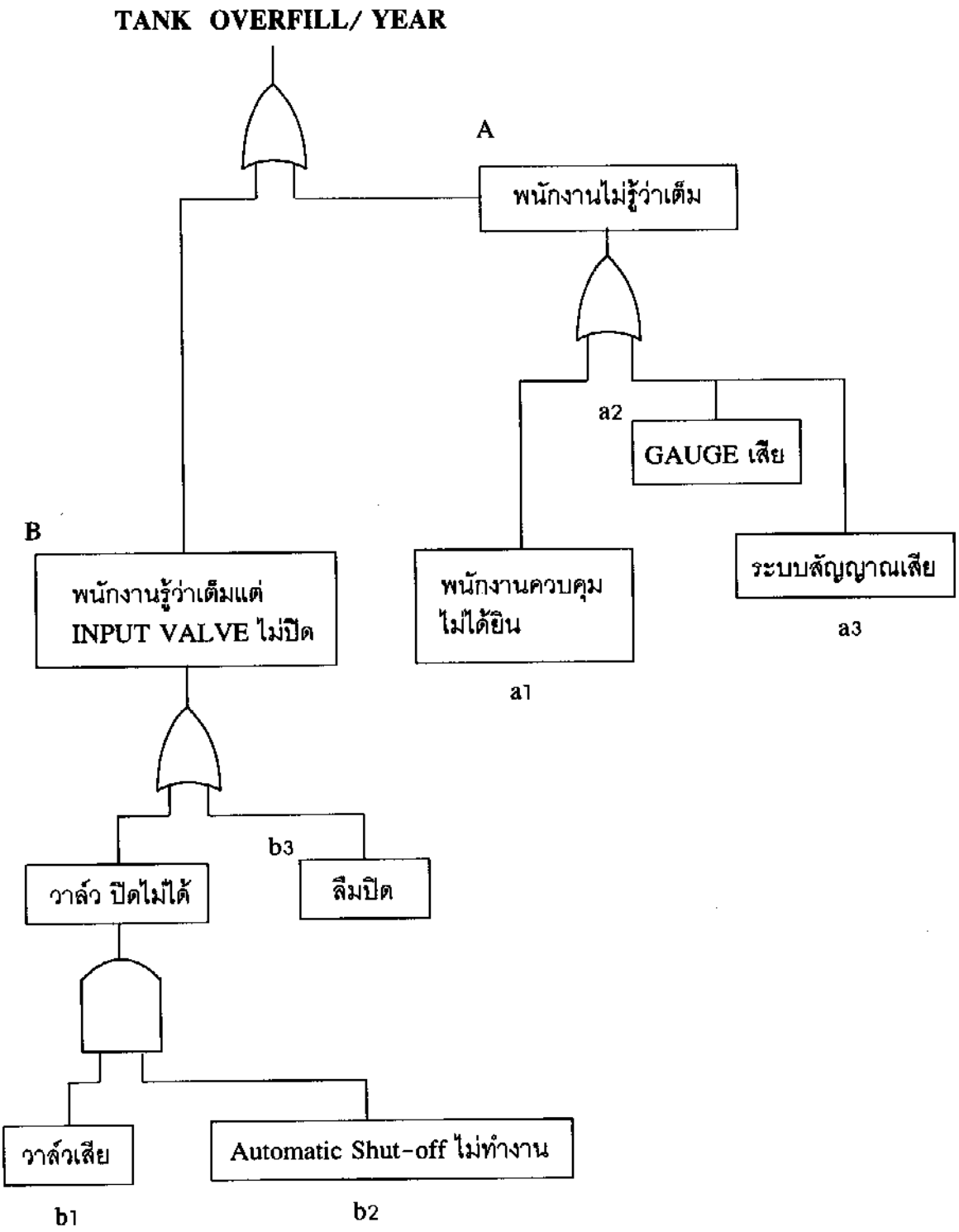
ภาพที่ 5 ระบบถังเก็บน้ำมัน

จากภาพที่เห็นคือ ระบบจำลองของถังสำรองน้ำมัน ซึ่งประกอบด้วย ท่อทางเข้า มาตรวัดระดับน้ำมัน (Float Gauge) และท่อลำเลียงน้ำมันลงไปยังเรือ

กรณีที่จะทำให้เกิดความเสียหายที่จะพิจารณาคือ กรณีที่น้ำมันในถังมีปริมาณมากเกินระดับควบคุม (Tank Overfill) ต้องการทราบว่าเหตุการณ์ดังกล่าวมีโอกาสเกิดขึ้นกี่ครั้งใน 1 ปี มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการทำงานและอัตราการเสียของอุปกรณ์ต่าง ๆ คือ

1.	มีการเติมน้ำมัน	120	ครั้ง/ปี
2.	อัตราการเสียของ Float Gauge	10^{-6}	/ชั่วโมง
	ระบบสัญญาณ	10^{-6}	ครั้ง/ชั่วโมง
	Automatic Shut-off	10^{-6}	/ชั่วโมง
	วาล์วเสีย	10^{-6}	/ชั่วโมง
	พนักงานทำงานผิดพลาด	10^{-3}	/ครั้ง

จากการวิเคราะห์โดยใช้ Fault Tree Analysis สามารถเขียน Logic Diagram แสดงเงื่อนไขที่จะทำให้เกิดเหตุการณ์ที่น้ำมันในถังจะเกินกว่าระดับควบคุมได้ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 แผนภาพแสดง Logic Diagram แสดงสาเหตุที่นำไปสู่กรณีที่น้ำมันในถังสูงกว่าระดับควบคุม

จาก Logic Diagram และเงื่อนไขที่ทราบในข้อกำหนด นำมาคำนวณหาโอกาสที่ Top Evvent คือกรณีที่น้ำมันสูงมากเกินกว่าระดับควบคุมได้ดังนี้

โอกาสของเหตุการณ์ที่พนักงานไม่รู้ว่าเต็ม (A) = Pa1 + Pa2 + Pa3
= $(10^{-3} \times 120) + 2(10^{-6} \times 8760)$ ครั้ง/ปี
= 0.14 ครั้ง/ปี

โอกาสของเหตุการณ์ที่พนักงานรู้ว่าเต็มแต่ INPUT VALVE ไม่ปิด = (Pb1 x Pb2) + Pb3
= $(10^{-6} \times 10^{-6} \times 8760) + (10^{-3} \times 120)$
= $(8.8 \times 10^{-9}) + 0.12$
= 0.12 ครั้ง/ปี

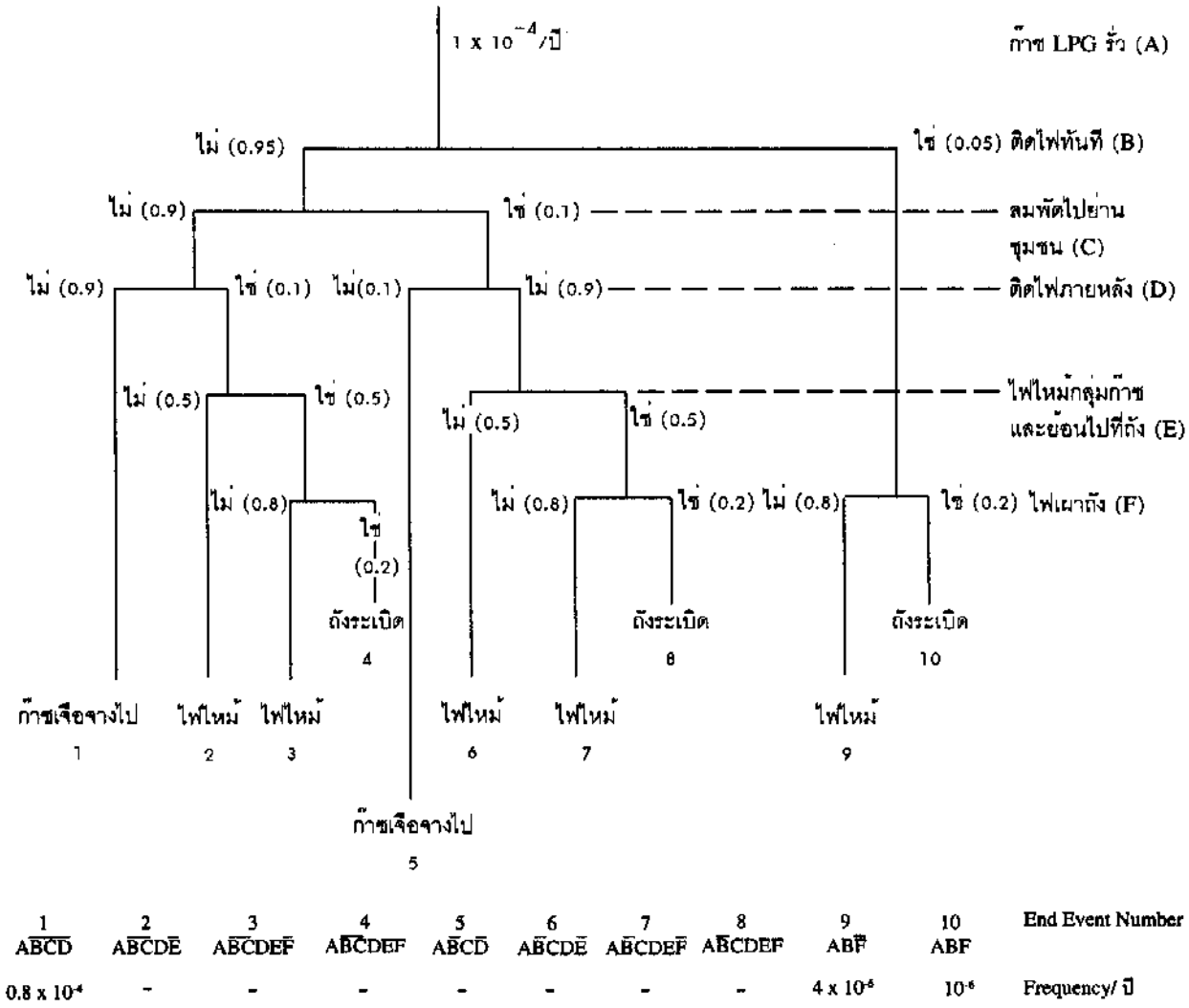
โอกาสที่น้ำมันในถังสูงกว่าระดับควบคุม = 0.26 ครั้ง/ปี

จากตัวอย่างข้างต้นจะเห็นว่าข้อผิดพลาดที่ทำให้เกิดความเสียหายส่วนใหญ่จะมาจากความผิดพลาดในการทำงานของพนักงาน ซึ่งในความเป็นจริงก็เป็นเช่นนั้น โดยในระยะแรกพนักงานยังไม่มีความรู้ความชำนาญเพียงพอจะมีความกลัว ทำให้ปฏิบัติงานอย่างระมัดระวังตามขั้นตอนต่าง ๆ แต่หลังจากเวลาผ่านไปหลาย ๆ ปี มีความชำนาญมากขึ้น จะมีการดำเนินงานที่ต้องการความรวดเร็วและลัดขั้นตอน จึงมักทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์โดยใช้ Fault Tree ซึ่งอธิบายสาเหตุของความเสียหายอย่างชัดเจนจะช่วยในการออกแบบระบบเพื่อป้องกันอันตรายได้มาก เช่น ในระบบที่ยกตัวอย่างพิจารณาในส่วนของกรณีที่วาล์วปิดไม่ได้ ในการออกแบบของวิศวกรได้ใช้ Fault Tree วิเคราะห์แล้ว จึงได้ออกแบบให้มี Automatic Shut-off ขึ้น เพื่อลดโอกาสเกิดขึ้นของเหตุการณ์วาล์วเสีย สำหรับในส่วนของความผิดพลาดของพนักงานก็อาจแก้ไขได้โดยมาตรการต่าง ๆ เช่น ตรวจตราความปลอดภัย ทำแผนปฏิบัติงาน

การวิเคราะห์โดยใช้ Fault Tree นั้น เป็นการวิเคราะห์จากสาเหตุที่นำไปสู่ผลคือเหตุการณ์ที่เราไม่ต้องให้เกิดขึ้น (Top Event) ซึ่งอาจพิจารณาว่า เป็นครึ่งหนึ่งของการคาดคะเนความเสี่ยงทำให้ทราบว่า โอกาสเกิดขึ้นของเหตุการณ์ที่ไม่ต้องการเป็นเท่าไร ซึ่งจะต้องนำมาใช้พิจารณาในขั้นต่อไปเพื่อหาว่าความเสียหายที่จะเกิดเหตุการณ์ที่พิจารณาหรือผลของเหตุการณ์ดังกล่าวจะนำไปสู่เหตุการณ์อะไรได้บ้าง และแต่ละเหตุการณ์จะมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าไร ซึ่งในขั้นนี้ก็ยังคงใช้เทคนิค Tree Analysis ซึ่งจะเรียกการวิเคราะห์ในขั้นนี้ว่า Event Tree

2.2.2 Event Tree การวิเคราะห์โดยใช้ Event Tree เป็นการนำเทคนิค Tree Analysis มาใช้การวิเคราะห์ว่า ถ้าหากเกิดเหตุการณ์ใดเหตุการณ์หนึ่งขึ้นแล้ว เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนั้น จะทำให้เกิดความสูญเสียอะไรบ้าง และโอกาสเกิดขึ้นของแต่ละเหตุการณ์เป็นเท่าไร โดยจะคำนวณได้จากผลคูณของโอกาสเกิดขึ้นของเหตุการณ์ที่อยู่บนเส้นทาง(PATH)ที่มีจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายเดียวกัน ตัวอย่างการวิเคราะห์ Event Tree ของกรณีก๊าซ LPG รั่ว แสดงในภาพที่ 7



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	End Event Number
$A\bar{B}\bar{C}D$	$A\bar{B}\bar{C}D\bar{E}$	$A\bar{B}\bar{C}DE\bar{F}$	$A\bar{B}\bar{C}DEF$	$A\bar{B}\bar{C}\bar{D}$	$A\bar{B}CD\bar{E}$	$A\bar{B}CDE\bar{F}$	$A\bar{B}CDEF$	$AB\bar{F}$	ABF	
0.8×10^{-4}	-	-	-	-	-	-	-	4×10^{-5}	10^{-6}	Frequency/ ปี

ภาพที่ 7 ตัวอย่างการวิเคราะห์ Event Tree

จากการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบ Tree Analysis ทำให้ทราบว่า โอกาสที่เหตุการณ์ที่เป็นอันตรายมีโอกาสเกิดขึ้นเท่าไร โดยการทำ Fault Tree Analysis วิเคราะห์จากสาเหตุผิดพลาดเล็ก ๆ น้อย ๆ ที่ทำให้เกิดเหตุการณ์นั้น (Top Event)

หลังจากได้คำตอบในขั้นนี้จะทำการวิเคราะห์เพื่อหาโอกาสของเหตุการณ์ที่เป็นผลเนื่องจากเหตุการณ์ (Top Event) ดังกล่าว โดยวิธีการวิเคราะห์ที่เรียกว่า Event Tree Analysis ซึ่งก็จะสามารถอธิบายลักษณะและระดับความเสี่ยงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากกิจกรรมหรือจากการดำเนินโครงการได้ ในขั้นต่อไปจะกล่าวถึงหลักเกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาว่าจะยอมรับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นหรือไม่

2.3 การประเมินความเสี่ยง (Risk Assessment)

หลังจากที่ได้ทราบโอกาสของเหตุการณ์แต่ละเหตุการณ์ที่จะทำให้เกิดการสูญเสียแล้วขั้นตอนต่อไปคือการประเมินความสูญเสีย เช่น จำนวนผู้เสียชีวิต มูลค่าทรัพย์สิน คุณภาพสิ่งแวดล้อมที่จะเสียของแต่ละกรณี จากนั้นนำมาคิดเป็นระดับความเสี่ยงในด้านต่าง ๆ ของโครงการ เพื่อนำมาเปรียบเทียบระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ (Risk Criteria) เพื่อพิจารณาหาแนวทางลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นหรือลดอันตรายที่จะเกิดตามมาให้น้อยที่สุด เช่น การจัดทำแผนผังแสดงบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติภัยดังตัวอย่างในภาพที่ 8 เพื่อนำไปในการจัดการความเสี่ยง

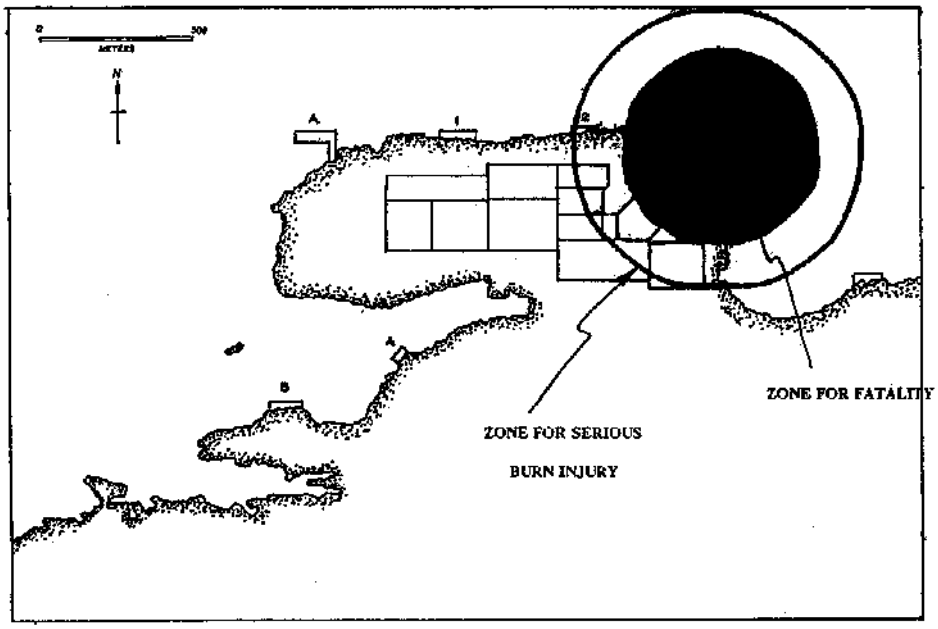
สำหรับระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้จะต้องน้อยจนไม่มีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับความเสี่ยงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน เช่น โรงงานปิโตรเคมีแห่งชาติ (NPC) ได้กำหนดค่าความเสี่ยงของคนงาน (Fatal Accident Rate: FAR) ไว้เท่ากับ 4 ตามมาตรฐานของประเทศอังกฤษ ซึ่งหมายความว่า ในการประกอบการของโรงงานแห่งนี้ คนงานมีโอกาสเสียชีวิต 4 คน ใน 100 ล้านชั่วโมงการทำงาน ซึ่งในอัตราการทำงานปัจจุบันก็จะประมาณ 100 ปี ค่าความเสี่ยงที่กำหนดไว้ 4×10^{-8} นี้จะถูกนำมาใช้ในการออกแบบ และปรับปรุงโรงงาน

เมื่อเปรียบเทียบกับกิจกรรมอื่น ๆ ในตารางที่ 3 จะพบว่า ค่า FAR = 4 นี้จะไม่สูงเลย

กิจกรรม	FAR (คิดจากชั่วโมงที่ทำกิจกรรม 10^8 ชั่วโมง)
1. อยู่กับบ้าน	3
2. เดินทางโดยรถโดยสาร	3
3. เดินทางโดยรถไฟ	5
4. เดินทางโดยรถยนต์	57
5. จักรยาน	96
6. เดินทางโดยเครื่องบิน	250
7. จักรยานยนต์	660
8. เรือแคนนู	1000
9. มีนเมา	4000

ตารางที่ 3 แสดงค่าความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ

ภาพที่ 8 Risk Contour แสดงบริเวณที่จะเกิดอันตรายในระดับต่างกัน: กรณีที่ก๊าซ LPG ในขนาด 150 ms เกิดการรั่วและเกิดไฟไหม้



นอกจากความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตของพนักงานที่จะต้องคำนึงถึงแล้ว ในการออกแบบหรือพิจารณาโครงการควรจะต้องคำนึงถึง Criteria อื่น ๆ ด้วย เช่น

1. ความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตของสาธารณชน
2. ความเสี่ยงต่อความเสียหายของโรงงาน ทั้งที่เป็นทางตรง เช่น อุปกรณ์ก่อสร้าง และทางอ้อมคือ ชื่อเสียง ภาพพจน์
3. ความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อม

การประเมินความเสี่ยงเป็นขั้นตอนที่มีความยุ่งยากมาก เพราะจะขึ้นอยู่กับค่านิยมมาตรฐานของแต่ละคน หรือแต่ละสังคม ว่าจะกำหนดระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ไว้ที่ระดับใด เปรียบเทียบโดยใช้อะไรเป็นมาตรฐาน อย่างไรก็ตามพฤติกรรมที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง อาจจำแนกออกได้เป็น 4 ลักษณะคือ

1. การหลีกเลี่ยงความเสี่ยง หมายถึง การที่ไม่ได้มีการพิจารณาเปรียบเทียบความเสี่ยงกับความเสี่ยงอื่นหรือประโยชน์ที่จะได้รับ กระบวนการวิเคราะห์จะขึ้นกับเงื่อนไขทางสังคม เช่น ทัศนคติความเชื่อ ตัวอย่างเช่นในกรณีของการปฏิเสธไม่ให้มีการตั้งโรงงานแทนทาลัม
2. เปรียบเทียบความเสี่ยงที่คาดคะเนได้กับค่าความเสี่ยงที่กำหนดไว้เป็นมาตรฐาน เนื่องจากในความเป็นจริง ไม่ว่าเราจะทำกิจกรรมใด ๆ ย่อมต้องมีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตอยู่แล้ว เช่นที่เคยปรากฏเป็นข่าว แม้แต่คนนั่งทานข้าวอยู่กับบ้าน ยังมีคนโดดร่มตกลงมาทำให้เสียชีวิตได้ การ

ประเมินความเสี่ยงนี้มีหลักในการพิจารณาว่า ถ้าความเสี่ยงที่เกิดจากกิจกรรมที่พิจารณาไม่มากกว่าระดับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรมปกติในชีวิตประจำวัน หรือเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ก็ให้ถือว่าความเสี่ยงที่เกิดขึ้นเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้

3. การประเมินความเสี่ยงโดยพิจารณาจากค่าใช้จ่ายที่จะต้องสูญเสียไปในการป้องกันไม่ให้ความเสี่ยงนั้นเกิดขึ้น เช่น ในการตั้งโรงงานยาสูบทำให้คนเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งมากขึ้น จึงต้องนำค่าใช้จ่ายทางสาธารณสุขที่เสียไปมาคิดด้วย

หรือในกรณีโรงแยกก๊าซ จะประเมินค่าใช้จ่ายในการป้องกันความเสี่ยงจากอุปกรณ์ป้องกันและค่าใช้จ่ายสำหรับระบบความปลอดภัยทั้งหมด

4. การประเมินความเสี่ยงโดยตัดสินใจจากผลตอบแทนที่ได้รับ เช่น ในการเดินทางบนท้องถนน ถ้าขับรถเร็ว หรือใช้มอเตอร์ไซค์มีความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตสูง แต่ได้รับผลตอบแทนคือประหยัดเวลา หรือในการพิจารณาโครงการ จะเห็นว่าอุตสาหกรรมหลายประเภทมีความเสี่ยงสูง เป็นอุตสาหกรรมเคมี จากการพิจารณาอุตสาหกรรมดังกล่าวก็มีผลตอบแทนสูง ทั้งด้านการจ้างงานและประหยัดเงินตราต่างประเทศ หากประเมินโดยวิธีนี้ ก็ควรตัดสินใจดำเนินโครงการที่ให้ผลตอบแทนสูง แม้จะมีความเสี่ยงมาก

อย่างไรก็ตาม ในการพิจารณาโครงการที่มีผลกระทบต่อสังคมควรที่จะลดต้นทุนของสังคมให้เหลือน้อยที่สุดและทำให้สังคมได้รับประโยชน์มากที่สุด (Minimize Social Cost-Maximize Social Benefit)

3. การจัดการความเสี่ยง (Risk Management)

ภัยพิบัติที่เกิดจากกิจกรรมที่มีความเสี่ยงต่อคนส่วนใหญ่ กระตุ้นให้เกิดความพยายามที่จะจัดการเพื่อจะลดความสูญเสียหรือบรรเทาความเดือดร้อนที่เกิดขึ้นต่อผู้ที่ประสบกับภัยพิบัตินั้น มาตรการในการจัดการความเสี่ยง โดยทั่วไปสามารถจัดได้เป็น 3 ประเภทคือ

1. การให้ความช่วยผู้ประสบภัย โดยการชดใช้ความสูญเสีย หรือให้สิ่งของเครื่องใช้ที่จำเป็น เป็นการกระจายภาระการสูญเสียของผู้ประสบภัยให้กับสังคมโดยรวมร่วมรับผิดชอบ ซึ่งจะอยู่ในรูปขององค์กรที่ให้การสงเคราะห์ การประกันภัย ซึ่งโดยแท้จริงยังไม่ใช่การลดความสูญเสีย

2. การบรรเทาความร้ายแรงของเหตุการณ์ มาตรการที่ใช้ลดความสูญเสียโดยการออกแบบปรับปรุงระบบความปลอดภัย เช่น ใช้โครงสร้างที่มีความแข็งแรงต่อแรงระเบิดในห้องควบคุมของอุตสาหกรรมก๊าซ การจัดให้มีและซ้อมแผนควบคุมภาวะฉุกเฉิน เช่น แผนการอพยพผู้คน การสกัดกั้นเพลิงไหม้ การควบคุมการใช้วัตถุอันตราย

3. การปลูกฝังทัศนคติและลดสภาพการณ์ที่ทำให้เกิดอันตราย เป็นการลดการสูญเสียโดยแก้ไขที่ต้นเหตุ เนื่องจากอุบัติเหตุส่วนใหญ่จะเป็นผลมาจาก Human Error นอกจากนี้ยังรวมกับการจัดให้มีระบบเตือนภัยสาธารณะ และที่สำคัญคือการวางแผนการใช้ประโยชน์ที่ดิน ทั้ง 3 มาตรการที่กล่าวมามาตรการที่ 3 เป็นวิธีที่สามารถป้องกันการสูญเสียได้ดีที่สุด เป็นแผนระยะยาว ในขณะที่มาตรการที่ 2 เป็นแผนระยะสั้นใช้แก้ไขสถานการณ์เฉพาะหน้าที่กำลังเกิดขึ้น

4. ข้อดี และข้อเสียของเทคนิคการวิเคราะห์ความเสี่ยง

การวิเคราะห์ความเสี่ยงเป็นกระบวนการคาดคะเนอย่างมีหลักการ เพื่อประเมินว่าผลเสียหายอันเนื่องมาจากกิจกรรมหรือโครงการที่ต้องการดำเนินการนั้นมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นมากหรือน้อยเพียงไร

ข้อเสียของวิธีนี้ก็คือ จะต้องมีข้อมูลพื้นฐานที่เชื่อถือได้และมากเพียงพอ การรวบรวมและนำข้อมูลมาใช้จึงต้องพิจารณาอย่างเหมาะสม โดยไม่มีอคติและไม่ถูกแทรกแซงโดยอิทธิพลภายนอก มิฉะนั้นจะทำให้ผลการวิเคราะห์ผิดพลาดไป โดยอาจทำให้ค่าความเสี่ยงจากการคำนวณมากหรือน้อยไปจากค่าที่เป็นจริง

นอกจากนี้ ในส่วนของการพิจารณาระดับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ก็ยังจำกัดอยู่แต่ในกลุ่มของผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีอำนาจตัดสินใจที่จะเป็นผู้เลือกเกณฑ์หรือค่ามาตรฐานต่าง ๆ มาใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบ ดังนั้นผลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงจึงมิได้สะท้อนให้เห็นว่าคนในสังคมหรือผู้ที่เกี่ยวข้องที่จะได้รับผลจากอันตรายที่อาจเกิดขึ้น มีเกณฑ์การยอมรับความเสี่ยงเป็นอย่างไรและยอมรับความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นจากโครงการหรือไม่

ดังนั้น หากพิจารณาแต่เฉพาะข้อมูลทางเทคนิคที่วิเคราะห์ได้โดยไม่คำนึงถึงการยอมรับของคนในสังคมจะทำให้โครงการที่กำลังพิจารณามีความเสี่ยงที่จะไม่ได้รับการยอมรับจากประชาชนอยู่ในระดับสูง อย่างไรก็ตาม ข้อจำกัดนี้สามารถแก้ไขได้โดยการประชาสัมพันธ์ให้เกิดความเข้าใจและเปิดให้มีการไต่สวนสาธารณะ หรือดำเนินโครงการสำรวจประชามติก่อน

สำหรับข้อดีของการวิเคราะห์ความเสี่ยงก็คือ ช่วยทำให้ผู้บริหารสามารถคาดคะเนถึงความเสียหายต่อความปลอดภัยในชีวิต ทรัพย์สิน และสภาพสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการของโครงการได้ในระดับหนึ่ง ทำให้สามารถกำหนดมาตรการป้องกัน หรือการออกแบบระบบความปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพได้

5. บทสรุป

ตราบใดก็ตามที่สังคมยังต้องดำรงอยู่ด้วยการพึ่งพาอุตสาหกรรม ความเสี่ยงต่อความสูญเสียก็เป็นสิ่งที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ การวิเคราะห์ความเสี่ยงซึ่งประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1. การระบุเหตุการณ์ (Hazard Identification) ที่อาจทำให้เกิดความเสียหายกิจกรรมหรือโครงการ

2. การวิเคราะห์โอกาสเกิดขึ้นของเหตุการณ์ดังกล่าวและผลเสียหายที่เนื่องมาจากเหตุการณ์นั้น ซึ่งเรียกว่าการคาดคะเนความเสี่ยง (Risk Estimation)

3. การประเมินว่าจะสามารถยอมรับความเสี่ยงนั้นได้หรือไม่ (Risk Evaluation)จึงยังคงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องทำ เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาใช้ในการบริหารจัดการ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ก็ต่อเมื่อผู้เชี่ยวชาญและผู้บริหารโครงการได้ทำการพิจารณาและตัดสินใจภายใต้กรอบความคิดที่จะ

ดำเนินโครงการให้เกิดผลกำไร โดยไม่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อส่วนรวมหรือหากจำเป็นต้องมีความเสี่ยงเกิดขึ้น ก็จะพยายามลดระดับลงให้เหลือน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

6. กรณีศึกษา: เรียบเรียงจาก Case Study No.19 "The Valdez Oil Spill" จากหนังสือ Environmental Science: The Way The World Works โดย Bernard J. Nebel หน้า 459-460 เรื่องการวิเคราะห์ความเสี่ยง "THE VALDEZ OIL SPILL"

เมื่อเวลาค่ำวันที่ 23 มีนาคม 2532 เรือบรรทุกน้ำมัน Exxon Valdez ได้บรรทุกน้ำมันดิบ 1.2 ล้านบาร์เรล มุ่งหน้าไปยังโรงกลั่นน้ำมันใน California

เรือ Exxon Valdez สร้างในปี 2529 มีอุปกรณ์การเดินเรือและอุปกรณ์ความปลอดภัยที่นับว่าทันสมัยมาก นอกจากนั้นยังมีสถานีชายฝั่งที่ใช้เรดาร์คอยช่วยเหลือประสานงานกับเรือจนกว่าจะออกสู่มหาสมุทร

ในคืนที่เกิดเหตุนั้น เหตุการณ์ทุกอย่างดำเนินไปตามปกติ แต่แล้วสิ่งที่ไม่คาดคิดก็เกิดขึ้นเมื่อเข้าสู่วันใหม่ได้เพียง 4 นาที เรือ Exxon Valdez ได้แล่นไปชนเข้ากับหินใต้น้ำ เกิดรูรั่วขนาด 6 x 20 ฟุต น้ำมันดิบกว่า 11 ล้านแกลลอนทะลักออกมา สร้างความเสียหายอย่างใหญ่หลวงให้กับระบบนิเวศน์ที่มีความเปราะบางแต่ดำรงอยู่มาเนิ่นนานของน่านน้ำตอนเหนือของอเมริกา

อันที่จริง OIL SPILL นี้สามารถป้องกันไม่ให้ทำความเสียหายให้กับบริเวณใกล้เคียงได้โดยการใช้ทุ่นลอยล้อมรอบน้ำมันที่ลอยอยู่เหนือผิวน้ำ แต่เนื่องจากน้ำมันบนน้ำแผ่กระจายออกไปเป็นวงกว้างในเวลาที่รวดเร็วมาก และในกรณีของ Exxon Valdez กว่าที่ปฏิบัติการแก้ไขสถานการณ์จะเริ่มขึ้นก็ใช้เวลาเกือบ 10-12 ชั่วโมง ซึ่งก็สายเกินไปแล้ว เพราะน้ำมันได้ถูกพัดพาแผ่กระจายไปกว้าง จนอุปกรณ์ที่มีไม่เพียงพอที่จะแก้ไขอะไรได้ อีกทั้งอุปกรณ์บางส่วนยังชำรุดเสียหายไม่สามารถนำไปใช้ได้ พวกชาวประมงในพื้นที่ได้เข้ามาช่วยเพื่อป้องกันพื้นที่บางส่วน เช่น บริเวณที่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์ปลาแซลมอน แต่น้ำมันก็ได้กระจายจนเกือบครอบคลุมทั่วบริเวณนั้นแล้วเช่นกัน น้ำมันที่รั่วในครั้งนี้ถูกนำขึ้นมาจากทะเลได้ไม่ถึง 4%

เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นนับเป็นความสูญเสียครั้งใหญ่ของธรรมชาติ นกทะเลเป็นพัน ๆ ตัวตายลงด้วยสภาพขนที่ชุ่มไปด้วยน้ำมัน นากทะเลนับเป็นร้อยตัว และปลาอีกนับล้านต้องตายไป เพราะเหตุการณ์ในครั้งนี้ มีน้ำมันลอยอยู่บนผิวน้ำเป็นบริเวณกว้างเท่าใดไม่อาจประเมินได้ คาดว่าคงไม่ต่ำกว่า 900 ตารางไมล์ น้ำมันบางส่วนถูกซัดเข้าไปยังชายฝั่ง ทำให้เกิดมลพิษ เนื่องจากสารเคมีและความข้นเหนียวของน้ำมันได้ทำลายสภาพดินบริเวณชายฝั่ง บริษัท Exxon ได้ส่งพนักงานลงไปทำความสะอาด เมื่อผ่านไป 6 สัปดาห์ ได้ไม่ถึง 1 ใน 400 ไมล์ของชายหาดที่ถูกปนเปื้อนด้วยน้ำมันดิบ มาตรการแก้ไขปัญหาดูเหมือนว่าจะเทียบไม่ได้เลยกับภัยพิบัติที่เกิดขึ้น พวกนก แมวน้ำ และสิ่งโตทะเลจะดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างไร บนชายฝั่งที่มีสภาพเช่นนี้ นอกจากนี้ยังมีกวาง หมี และนกอินทรีย์ ที่ตายเพราะน้ำมันเข้าไปทำลายระบบอวัยวะภายใน

อะไรจะเกิดขึ้นกับปลาวาฬที่อพยพเข้าไปหาอาหารในบริเวณดังกล่าว สิ่งมีชีวิตที่มีความสัมพันธ์กันในระบบของใช่อาหารที่ซับซ้อนอีกนับไม่ถ้วนที่จะต้องตายไป แม้แต่พวกสัตว์หน้าดินก็ยังถูกทำลายเพราะน้ำมันดิบที่จมลงสู่ก้นทะเล นักชีววิทยาทางทะเลได้ประมาณว่า สภาพมลภาวะที่เกิดขึ้นในครั้งนี้จะคงอยู่นานถึง 10-20 ปี

เราได้เรียนรู้อะไรจากเหตุการณ์นี้ สิ่งที่ทำให้เราได้ตระหนักก็คือ ภัยพิบัติที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยมีแนวโน้มที่จะทำให้ผู้คนไม่เชื่อว่าจะเกิดขึ้นได้จึงขาดความระมัดระวัง จนทำให้เกิดหายนะภัยที่ไม่อาจหลีกเลี่ยงได้

นักสิ่งแวดล้อมได้วิตกกังวลถึงอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในครั้งนี้ ตั้งแต่ที่การสร้างท่อลำเลียงน้ำมันใน Alaska ยังเป็นเพียงโครงการ แต่ความวิตกกังวล เสียงที่พยายามเรียกร้องให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องตระหนักถึงความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อมก็ถูกกลบให้เงียบไปด้วยเสียงที่ดังกว่าของบริษัทน้ำมันที่กล่าวว่า ภัยพิบัติที่นักสิ่งแวดล้อมเหล่านั้นกังวลไม่มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นอย่างแน่นอน

แต่แล้วในที่สุดสิ่งที่นักสิ่งแวดล้อมกลัวว่าจะเกิดขึ้น ก็ได้เกิดขึ้นจริง ๆ เมื่อกัปตันเรือมีสติสัมปชัญญะบกพร่องด้วยแอลกอฮอล์ เรือถูกควบคุมด้วยผู้ที่ไม่มีอำนาจหน้าที่ และเจ้าหน้าที่บนสถานีชายฝั่งไม่ได้เฝ้าติดตามเหตุการณ์บนจอเรดาร์ เพราะไม่คิดว่าจะมีอะไรเกิดขึ้น จนกระทั่งเรือ Exxon Valdez ได้แจ้งมาทางยามฝั่งว่า เกิดอุบัติเหตุ และมีน้ำมันรั่ว ถึงกระนั้นก็ยังไม่มีการดำเนินการใด ๆ ในช่วงแรก เพราะแต่ละฝ่ายต่างก็ไม่ทราบว่าใครควรจะเข้าไปแก้ไขหรือมีอำนาจสั่งการภายใต้ภาวะฉุกเฉินที่เกิดขึ้น ขาดการประสานงาน ขาดการเตรียมพร้อม ดังนั้น กว่าจะได้เรือที่มาขนถ่ายน้ำมันเหตุการณ์ก็เลวร้ายจนเกินกว่าที่จะแก้ไขได้ สิ่งนี้แสดงให้เห็นว่า พนักงานและบริษัทน้ำมันขาดความเอาใจใส่และการตรวจตราเตรียมพร้อมเพื่อแก้ไขเหตุฉุกเฉิน จึงไม่มีเหตุผลอะไรเลยที่เราจะเชื่อว่าเหตุการณ์อย่าง Exxon Valdez จะไม่เกิดขึ้นอีก เพราะมันได้แสดงให้เห็นแล้วถึงความเชื่องช้า ไม่เอาใจใส่ และไม่เห็นความสำคัญของการระวังและปกป้องสิ่งแวดล้อมของผู้ที่เกี่ยวข้อง ซึ่งมีบริษัทน้ำมันเป็นผู้รับผิดชอบโดยตรง ทัศนคตินี้ได้ปรากฏชัดเจนขึ้นในเวลา 4 เดือนต่อมา หลังจากที่ (ทีกทักว่า) ได้ทำความสะอาดบริเวณที่น้ำมันปนเปื้อนหมดแล้ว ขณะที่เรือ Exxon Valdez ถูกลากไปที่อ่าว San Diego เพื่อทำการซ่อมได้มีน้ำมันไหลซึมออกมา เกิดเป็นฝ้าลอยไปบนผิวน้ำอีก

กับคำที่อ้างว่า จะสามารถดำเนินการโดยไม่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมและเงื่อนไขทางเศรษฐกิจทำให้บริษัทน้ำมันและแร่ธาตุต่าง ๆ สามารถสร้างแรงกดดันจนได้รับอนุญาตให้เข้าไปทำการสำรวจหาน้ำมันและแร่ธาตุ แม้แต่ในที่ที่มีระบบนิเวศน์ที่บอบบางยิ่งกว่าที่ Alaska เช่น ในทวีป Antarctic และที่อื่น ๆ อีกมากมาย

จำเป็นหรือที่จะต้องเผชิญกับความเสี่ยงทางสิ่งแวดล้อม เพื่อที่จะได้ไม่ต้องเสี่ยงกับการขาดแคลนพลังงาน

ในขณะที่เรายังมีทางเลือกอื่น ๆ อีกมากที่จะทำให้มีพลังงานใช้อย่างเพียงพอ ถ้าหากการพัฒนาแหล่งพลังงานในรูปอื่น ไม่เป็นไปอย่างเชื่องช้า ความพยายามรณรงค์ให้มีการประหยัดพลังงานไม่ไร้ผล และกว่า 50 เปอร์เซนต์ของเชื้อเพลิงไม่ต้องถูกเผาพลาญไปอย่างไร้ประโยชน์เช่นที่เป็นอยู่ทุกวันนี้

แท้ที่จริงการสูญเสียที่เกิดจากกรณีของ Exxon Valdez เป็นเพียงหนึ่งในหลาย ๆ กรณีที่เราต้องสูญเสียไป เพื่อสังคมที่ดำรงอยู่ด้วยพลังงานหลักคือน้ำมันสามารถดำเนินต่อไปได้ และเพื่อวิถีชีวิตที่บริโภคพลังงานอย่างไม่รู้จักเหน็ดเหนื่อยและเพียงพอได้คงอยู่อย่างอิ่มหนำสำราญอย่างที่เคยเป็นมา และมีแนวโน้มว่าจะเพิ่มการบริโภคขึ้นเรื่อย ๆ

และหากจะพิจารณาผลระยะยาวที่อุตสาหกรรมพลังงานมีต่อสภาพแวดล้อม สิ่งที่เราจะต้องจ่ายเพื่อซื้อความมั่นคงทางพลังงาน ก็คือภัยพิบัติที่จะเกิดขึ้นจากปรากฏการณ์เรือนกระจก

ดังนั้น หากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในกรณีของ Exxon Valdez นี้ ทำให้เราทุกคนคำนึงถึงความเสี่ยงของสิ่งแวดล้อมมากขึ้นและนำไปสู่การกำหนดนโยบายพลังงานใหม่ที่สมเหตุสมผล (rational) เพื่อการดำเนินไปอย่างยั่งยืนถาวร (sustainable) ของสังคมและสิ่งแวดล้อม แล้วสิ่งที่เราเสียไปในครั้งนี้ก็นับได้ว่าไม่เสียเปล่า

เอกสารอ้างอิง

1. ฝ่ายอุตสาหกรรม กองวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2532 . *การวิเคราะห์ความเสี่ยง* กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และการพลังงาน.
2. สิปปนนท์ เกตุทัต และ ประกอบ เพชรรัตน์, *การควบคุมอุบัติภัยร้ายแรงในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี*, เอกสารประกอบการสัมมนาวิชาการ สัปดาห์ความปลอดภัยแห่งชาติ ครั้งที่ 4, 24 สิงหาคม – 2 กันยายน 2533, กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมความปลอดภัยและอนามัยในการทำงาน.
3. Drank, E., 1984. "Safety And Handling of Natural Gas and Gas Liquid." (Pre-Symposium Seminar, Thailand – U.S. Natural Gas Utilization Symposium February 6, 1984) Northeastern University.
4. Kates, R.W., 1987. *Risk Assessment of Environmental Hazard,* Worcester, Massachusetts, USA: Clark University.
5. Schreiber, A.M., 1982. "Using Event Tree and Fault Trees." *Chemical Engineering,* October 4, 1982.
6. Smith K., 1992. *Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster,* London: Routledge.