

**EMISSION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM STORAGE NATURAL GAS LIQUID TANK VESSEL**

CHALEE SEEKRAMON 5636171 ENTM/M

M.Sc. (TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL MANAGEMANT)

THESIS ADVISORRY COMMITTEE: AUEMPHORN MUTCHIMWONG, Ph.D. (AIR QUALITY ASSESSMENT), SARANYA SUCHARITKUL, Ph.D., JARUWAN WONGTANET, Ph.D.

**ABSTRACT**

This study aimed to investigate the relationship between physical factors and the venting volume of volatile organic compounds (VOCs), to find the VOCs compositions, and to estimate the annual emissions of VOCs from natural gas liquids floating and storage tank (FSO) vessel in the Gulf of Thailand. The data of relevant factors were collected from 365 daily reports in 2014. The relationship between venting volume and five factors of wave height, natural gas liquid's Reid Vapor Pressure (RVP), ambient temperature, cargo tank temperature and total condensate onboard were tested by multiple regressions analysis. It was found that the factor related to the venting volume was the total condensate onboard (P value < 0.001). The regression equation was  $y = 0.187x$  ( $R^2 = 0.048$ ) which indicated poor relationship between the two variables. This finding was against the research hypothesis which assumed that 5 independent variables were related to dependent variables. It may come from the independent variables in this study were varied too narrow range to find a relationship. Moreover there may be other factors influencing the venting volume from FSO. Thirteen samples of vent gas mixture were collected to analyze gas compositions by using gas chromatography techniques. It was found that the average composition was 55% nitrogen, 7% carbondioxide, 3% oxygen and six VOCs of 2.63% ethane, 14.60% propane, 14.87% butane, 1.96% pentane, 0.26% hexane and 0.17% heptane. Butane (most found of VOCs in this study), Pentane and Hexane have odor, thus they could have adverse effects on the health of the workforce on the FSO. The others VOCs were odorless. To estimate the baseline of the VOCs emission, two calculation methods were applied, the first method used the fraction of each compound in the vent gas mixture and its molecular weight to find its density in the vent gas. It was found that the annual average of VOCs emission was 3,907 tons/year. The second method used was (Pring et al) equation which applied VOCs's emission factor from condensate and total production of VNGL a year. The calculation gave the emission of 10,172.67 tons/year as 2.6 times greater than the first method. The difference may come from the application of different factors. Finally, Screen View model was applied to predict the pollution concentration from both vent stacks in scenarios of average emission and it was found that the maximum emission scenario released 2.29 times VOCs greater than the average emission scenario.

**KEY WORDS: EMISSION/ VOCs/ STORAGE TANKS/ VESSEL**

113 pages

การปลดปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่ายจากเรือกักเก็บก๊าซธรรมชาติเหลว

EMISSION OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS FROM STORAGE NATURAL GAS LIQUID TANK VESSEL

ชาติ สีกระมล 5636171 ENTM/M

วท.ม. (เทคโนโลยีการจัดการสิ่งแวดล้อม)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์: เอี่ยมพร มัชฌิมวงศ์ Ph.D.(AIR QUALITY ASSESSMENT), ศรัณยา สุจริตกุล  
 ปร.ด. (ประชากรศาสตร์), จารุวรรณ วงศ์ทะเนตร Ph.D.(GREEN CHEMISTRY AND ENVIRONMENTAL  
 BIOTECHNOLOGY)

#### บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยทางกายภาพและปริมาณการปล่อยสารอินทรีย์ระเหยง่าย หองศ์ประกอบของสารอินทรีย์ระเหยง่ายและปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ปล่อยจากเรือกักเก็บก๊าซธรรมชาติเหลวลำหนึ่งในอ่าวไทย ทำการเก็บข้อมูลปัจจัยต่าง ๆ จากบันทึกผลการตรวจวัดรายวันจำนวน 365 วัน ในปี 2557 ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณการปล่อยไอระเหยกับปัจจัยทางกายภาพ 5 ปัจจัยคือ ความสูงของคลื่น ค่าความดันไอของก๊าซธรรมชาติเหลว อุณหภูมิอากาศพื้นผิวเหนือเรือ อุณหภูมิในถังเก็บก๊าซธรรมชาติเหลว และปริมาตรของก๊าซธรรมชาติเหลวที่มีอยู่ในถังเก็บกักในแต่ละวัน ทดสอบโดยใช้สถิติความถดถอยเชิงพหุคูณ (Multiple Regression Analysis) พบว่าปัจจัยที่มีผลต่อการปล่อยไอระเหยคือ ปริมาตรก๊าซธรรมชาติเหลวที่มีอยู่ในถังเก็บกักในแต่ละวัน โดยมีเปอร์เซ็นต์ของความแปรผันเท่ากับ 0.023 (P value <0.001) แสดงว่าตัวแปรมีความสัมพันธ์กันในระดับน้อย ซึ่งขัดแย้งกับสมมติฐานตามทฤษฎีที่คาดว่าตัวแปรต้นทั้ง 5 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กับตัวแปรตาม น่าจะมีปัจจัยอื่นนอกเหนือจาก 5 ปัจจัยดังกล่าวเข้ามาเกี่ยวข้องและมีอิทธิพลต่อปริมาณการปล่อยไอระเหยจากเรือกักเก็บก๊าซธรรมชาติเหลวในการศึกษานี้ จากการเก็บตัวอย่างอากาศในถังเก็บก๊าซธรรมชาติเหลว จำนวน 13 ตัวอย่าง ไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Gas Chromatography พบองค์ประกอบโดยเฉลี่ยดังนี้ โนโครเจน 55% คาร์บอนไดออกไซด์ 7% ออกซิเจน 3% พบสารอินทรีย์ระเหยง่าย 6 ชนิด ได้แก่ Ethane 2.63 % Propane 14.60% Butane 14.87 % Pentane 1.96% Hexane 0.26 % และ Heptane 0.17% โดยที่ Butane (พบมากที่สุดในการศึกษานี้) Pentane และ Hexane เป็นสารก่อกลิ่นที่สามารถสร้างผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ที่อยู่บนเรือ ส่วนสารอินทรีย์ระเหยง่ายตัวอื่นเป็นสารไร้กลิ่น สำหรับการหาปริมาณสารอินทรีย์ระเหยง่ายที่ถูกระบายออกสู่บรรยากาศ ใช้วิธีคำนวณ 2 วิธี วิธีแรกใช้สัดส่วนของสารประกอบที่ตรวจพบจากการตรวจวัดและน้ำหนักโมเลกุลของสารประกอบ เพื่อหาความหนาแน่นของสารประกอบเหล่านี้ในอากาศที่ระบายออกไป ผลการคำนวณพบว่าปริมาณการระบายโดยเฉลี่ยเท่ากับ 3,907 ตัน/ปี วิธีที่สองเป็นวิธีของ Pring และคณะ ซึ่งอาศัยค่าสัมประสิทธิ์การปล่อยสารอินทรีย์ระเหยโดยรวมและปริมาณก๊าซธรรมชาติเหลวที่กักเก็บในหนึ่งปี ผลการคำนวณพบว่าปริมาณการระบายเท่ากับ 10,172.67 ตัน/ปี ซึ่งสูงกว่าวิธีแรก 2.6 เท่า ความแตกต่างมาจากวิธีการคำนวณที่ใช้ตัวแปรที่ต่างกัน ขั้นตอนสุดท้ายแบบจำลองคุณภาพอากาศ สกรีนวิว ทำนายความเข้มข้นของมลพิษจากปล่อยระบาย สถานการณ์ของการปล่อยสารประกอบอินทรีย์ระเหยง่ายแบบสูงสุดพบความเข้มข้นของมลพิษสูงกว่า 2.29 เท่า เมื่อเทียบกับสภาวะการทำงานปกติ