



การวิเคราะห์ที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม

ANALYSIS OF WASTEWATER TREATMENT POND LOCATION FOR PALM OIL EXTRACTION PLANT

จิตรา รุกิจการพานิช และสิปปวิชญ์ นามืองรักษ์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โทรศัพท์ 02-218-6814 E-mail: mr_chukiat@yahoo.com

บทคัดย่อ

บ่อบำบัดน้ำเสียแบบบ่อหมักไร้อากาศของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มเป็นแหล่งกำเนิดกลิ่นแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ที่อาจแพร่กระจายแล้วกระทบต่อประชาชน งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียสำหรับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในจังหวัดชุมพรที่มีกำลังการผลิต 360 ตันทะลายปาล์มสดต่อวัน การดำเนินงานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม ALOHA ช่วยในการวิเคราะห์รัศมีการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ผลการวิจัยพบว่าจังหวัดชุมพรมีสภาพภูมิอากาศที่ส่งผลให้เกิดรัศมีการแพร่กระจายของไฮโดรเจนซัลไฟด์ในระดับที่ประชาชนทั่วไปสามารถรับสัมผัสได้ (AEGL-1) ดังนี้ (1) ลมจากทิศเหนือทำให้มีรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สตามทิศทางลมเป็นระยะทาง 3.4 กิโลเมตร โดยมีระยะตั้งฉากกับทิศทางลม 0.32 กิโลเมตร (2) ลมจากทิศตะวันตกทำให้มีรัศมีการแพร่กระจายตามทิศทางลมเป็นระยะทาง 1.8 กิโลเมตร โดยมีระยะตั้งฉากกับทิศทางลม 0.29 กิโลเมตร และ (3) ลมจากทิศตะวันออกทำให้มีรัศมีการแพร่กระจายตามทิศทางลม 1.4 กิโลเมตร และมีระยะตั้งฉากกับทิศทางลม 0.32 กิโลเมตร อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาถึงผลกระทบต่อชุมชนให้น้อยที่สุดจะได้ว่าที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียไม่ควรอยู่ในทิศเหนือของที่อยู่อาศัยประชาชนในระยะที่น้อยกว่า 3.4 กิโลเมตร ในทำนองเดียวกัน หากกำลังการผลิตแตกต่างไปจากนี้จะต้องทำการหารัศมีการแพร่กระจายใหม่ซึ่งที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียยังคงไม่ควรอยู่ในทิศเหนือของที่อยู่อาศัยในระยะที่น้อยกว่ารัศมีการแพร่กระจายเช่นกัน

คำสำคัญ: โรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม, บ่อบำบัดน้ำเสีย, การวิเคราะห์ที่ตั้ง, ไฮโดรเจนซัลไฟด์

ABSTRACT

An anaerobic wastewater treatment pond of palm oil extraction plant is a source of hydrogen sulfide gas, that may spread and cause trouble to nearby residents. The objective of this research was to analyze the location of the wastewater treatment pond of the palm oil extraction plant in Chumphon province with a capacity of 360 tons of fresh palm per day. This research was conducted using ALOHA program to analyze the radius of dispersion of hydrogen sulfide gas. The result stated the radius of dispersion of gas at the level of the general public (AEGL-1) as follows: (1) the wind from the north had a distance along the wind direction of 3.4 km, with a perpendicular to the wind direction of 0.32 km., (2) the wind from the west, a distance was 1.8 km, with a perpendicular to the wind direction of 0.29 km., and (3) the wind from the east, a distance was 1.4 km, with a perpendicular to the wind direction of 0.32 km. However, considering the minimal impact on the community, the pond should not be located in the north

of the nearby residents for less than 3.4 km. Likewise, the radius of dispersion should be determined again for a different capacity, and the pond should not locate in the north of the nearby residents for less than the radius of dispersion as well.

KEYWORD: palm oil extraction plant, wastewater treatment pond, location analysis, hydrogen sulfide

1. บทนำ

อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อประเทศ เนื่องจากน้ำมันปาล์มดิบสามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ทั้งในการผลิตสินค้าอุปโภคและบริโภค รวมถึงเป็นวัตถุดิบสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตไบโอดีเซล จึงทำให้อุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มมีแนวโน้มที่จะมีการขยายโรงงานและมีการตั้งโรงงานใหม่เพิ่มขึ้นเพื่อให้สอดคล้องกับตลาด ส่วนใหญ่แล้วพื้นที่เพาะปลูกปาล์มน้ำมัน และโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มจะตั้งอยู่ทางภาคใต้ของประเทศไทย เช่น จังหวัดชุมพร, กระบี่ และ สุราษฎร์ธานี เป็นต้น อย่างไรก็ตามบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานมักเป็นบ่อหมักไร้อากาศหรือบ่อแอนแอโรบิก ซึ่งจะเกิดแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่มีกลิ่นเหม็นคล้ายไข่เน่า ทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญต่อประชาชนที่อยู่อาศัยใกล้เคียงบริเวณโรงงานและเกิดการร้องเรียนดังที่เคยปรากฏในหน้าหนังสือพิมพ์อยู่บ่อยครั้ง จากการสำรวจพบเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษที่กรมควบคุมมลพิษรับแจ้ง ประจำปี พ.ศ. 2556 ถึง พ.ศ. 2558 ว่าจังหวัดชุมพรมีเรื่องร้องเรียนด้านมลพิษประเภทกลิ่นเหม็น [16,17,18] รวมกันแล้วเป็นจำนวนถึง 9 ครั้งในรอบสามปี และพบว่ามีเหตุการณ์ที่เจ้าหน้าที่รัฐได้ตรวจสอบกรณีร้องเรียนกลิ่นเหม็นจากโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพรซึ่งใช้วิธีบำบัดน้ำเสียแบบบ่อหมักไร้อากาศ [19]

จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงเป็นเหตุผลสำคัญว่าในการขยายโรงงานหรือตั้งโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มนั้น ไม่ควรพิจารณาเพียงที่ตั้งโรงงานโดยรวมแต่จำเป็นต้องพิจารณาถึงที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องกลิ่นซึ่งสามารถแพร่กระจายไปตามทิศทางลม หากไม่ได้พิจารณาถึงประเด็นนี้ให้รอบคอบตั้งแต่ต้นอาจมีผลกระทบต่อประชาชนตามมาจนเกิดข้อร้องเรียนและรุนแรงจนบานปลาย จากการสำรวจงานวิจัยต่าง ๆ พบว่ามีการใช้ข้อมูลสภาพภูมิอากาศร่วมกับแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการประเมินการแพร่กระจายของสารเคมีรั่วไหลไปในอากาศ ที่รู้จักกันแพร่หลายในชื่อโปรแกรม ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) เช่นงานวิจัยของ Shao Hui [1] ใช้ในการหาระยะการแพร่กระจายของแก๊สธรรมชาติเพื่อวิเคราะห์ผลกระทบต่อชุมชน ในกรณีเกิดการรั่วไหลจากท่อขนส่งของโรงงานผลิตไฟฟ้าจากแก๊สธรรมชาติ เช่นเดียวกับ ธนรัชดา แก้วหวังสกุล และจิตรา รุ่งกิจการพานิช [2,13] ได้ใช้ ALOHA ทำนายหารัศมีการแพร่กระจายของวัตถุอันตรายในกรณีเกิดการรั่วไหลจากอุบัติเหตุระหว่างขนส่ง ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับโปรแกรม Google Earth เพื่อแสดงพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบและหามาตรการเฝ้าระวัง ต่อมา ธีรวัฒน์ สุวรรณสิน และจิตรา รุ่งกิจการพานิช [3, 13] ได้ใช้ ALOHA ร่วมกับ Google Earth เช่นกัน แต่เน้นการวิเคราะห์หารัศมีการแพร่กระจายของสารอินทรีย์ไอระเหย เพื่อกำหนดรูปแบบของพื้นที่กันชนสำหรับโรงงานที่มีสารอินทรีย์ไอระเหยรั่วไหลได้ และ J.M. Tseng [4] ได้หาการแพร่กระจายของสารเคมี 3 ชนิด จากถังกักเก็บในโรงงาน แต่อย่างไรก็ตามไม่พบว่ามีงานวิจัยที่มีการนำโปรแกรม ALOHA ไปใช้ในการหาที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานที่มีการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์

งานวิจัยนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์ที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มโดยใช้โปรแกรม ALOHA ในการจำลองสถานการณ์การแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดจากน้ำเสียในบ่อบำบัดน้ำเสีย ทั้งนี้ในการหาที่ตั้งที่เหมาะสมของบ่อบำบัดน้ำเสีย ได้พิจารณาถึงที่อยู่อาศัยของประชาชนโดยรอบโรงงาน รวมทั้งข้อมูลอุณหภูมิตามสภาพภูมิอากาศไปพร้อม ๆ กันด้วย ซึ่งงานวิจัยนี้ยังได้นำเสนอที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียร่วม สำหรับกลุ่มโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงกัน

ในเขตอำเภอท่าแซะ ของจังหวัดชุมพร ผลการศึกษานี้จะเป็นต้นแบบการเลือกที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานเพื่อให้โรงงานกับชุมชนสามารถอยู่ร่วมกันได้อย่างปกติสุข

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม

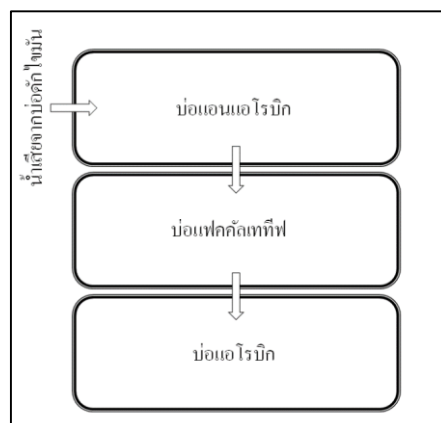
กระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มเป็นการสกัดน้ำมันจากผลปาล์ม โดยใช้ไอน้ำและเครื่องอัดแล้วไปทำให้บริสุทธิ์ โดยใช้แรงเหวี่ยง [5] ซึ่งกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มมีขั้นตอนโดยสังเขปเรียงลำดับดังนี้ กระบวนการแรกคือการรับทะลายปาล์มสดบนลานกองจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการผลิตภายใน 24 ชั่วโมง กระบวนการที่สองคือการนึ่งทะลายปาล์มสดเพื่อขยี้ยังเอนไซม์ตามธรรมชาติและทำให้ข้าวและผลของปาล์มนิ่มเพื่อง่ายต่อการสกัด กระบวนการที่สามเป็นการนวดหรือแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์มโดยใช้การนึ่ง กระบวนการที่สี่เป็นการข่อยผลปาล์ม ผลปาล์มที่แยกออกมาจากทะลายปาล์มจะเข้าสู่หม้อกวน เพื่อทำให้ปาล์มเป็นเนื้อเดียว กระบวนการที่ห้าเป็นการหีบน้ำมันปาล์มหรือการสกัดน้ำมันปาล์มออกจากผลปาล์มที่ผ่านการข่อยในหม้อกวน และกระบวนการสุดท้ายเป็นกระบวนการทำให้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ แยกสิ่งเจือปนออกจากระบบน้ำมันปาล์ม

2.2 น้ำเสียจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์ม

น้ำเสียเกิดขึ้นจากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มมาจาก 2 กระบวนการได้แก่ กระบวนการนึ่งปาล์มและกระบวนการทำให้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ จากการศึกษาปริมาณน้ำเสียต่อตันทะลายปาล์มนั้นพบว่า Orathai Chavalparit [6] ได้แสดงตัวเลขว่าโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่มีกำลังการผลิต 360 ตันทะลายปาล์มสดต่อวัน จะมีปริมาณน้ำเสียอยู่ระหว่าง 184–371 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน คิดเป็นอัตราการเกิดน้ำเสียต่อหน่วยผลผลิตอยู่ระหว่าง 0.51–1.03 ลูกบาศก์เมตรต่อตันทะลายปาล์มสด และจากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน พ.ศ. 2560 [7] มีการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งโดยกำหนดให้ปริมาณซัลไฟด์ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร [8] ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้นำมาใช้คิดเทียบเป็นปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดการแพร่กระจายในสถานะแก๊ส

2.3 ระบบบ่อบำบัดเสถียร

การบำบัดน้ำเสียจากกระบวนการผลิตของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่นิยมใช้คือระบบบ่อบำบัดเสถียร (Stabilization Pond) เพราะใช้เทคนิคไม่สูงอาศัยธรรมชาติในการบำบัดสารอินทรีย์ในน้ำเสีย และมีค่าใช้จ่ายในการดำเนินการต่ำกว่าวิธีอื่น ๆ โดยระบบบ่อบำบัดเสถียรประกอบด้วยบ่อ 3 ประเภทเรียงต่อกันเป็นอนุกรมดังรูปที่ 1 น้ำเสียจากกระบวนการผลิตจะเข้าสู่บ่อดักไขมันก่อน ซึ่งมีตะแกรงดักสิ่งสกปรกและตะกอนแขวนลอยขนาดใหญ่ จากนั้นจึงไหลเข้าสู่ระบบบ่อบำบัดเสถียร โดยเริ่มที่บ่อแรกเป็นบ่อแอนแอโรบิก (Anaerobic pond) หรือบ่อหมักไร้อากาศซึ่งจะมีกลิ่นเหม็นของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ ต่อจากนั้นไหลเข้าสู่บ่อที่สองเป็นบ่อแฟคัลทีฟ (Facultative pond) หรือบ่อกึ่งไร้อากาศ และบ่อสุดท้ายเป็นบ่อแอโรบิก (Aerobic pond) หรือบ่อเติมอากาศตามลำดับ ระบบนี้มีระยะเวลาเก็บกักรวมกันไม่ต่ำกว่า 90 วัน [9]



รูปที่ 1 ภาพจำลองระบบบ่อน้ำมันดิบในอุตสาหกรรมสกัดน้ำมันปาล์ม

2.4 แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์

แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์เป็นแก๊สที่ไม่มีสี แต่มีกลิ่นคล้ายกลิ่นของไข่เน่าที่ความเข้มข้นต่ำ ปริมาณหรือความเข้มข้นต่ำสุดในน้ำที่สามารถได้กลิ่นแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ระเหยออกมามีค่าอยู่ระหว่าง 0.025–0.25 ไมโครกรัมต่อลิตร [10] ซึ่งมักทราบกันทั่วไปว่าเป็นสาเหตุของกลิ่นเหม็นจากน้ำเสีย มีลักษณะสมบัติเป็นแก๊สที่มีพิษ แต่ความเข้มข้นที่พบในพื้นที่ใกล้เคียงโดยรอบระบบบำบัดน้ำเสียมักต่ำกว่าระดับที่ทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ อย่างไรก็ตามแก๊สดังกล่าวยังคงก่อให้เกิดเหตุเดือดร้อนรำคาญ ตารางที่ 1 ได้แสดงถึงระดับของความเป็นพิษของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์

ตารางที่ 1 ลักษณะความเป็นพิษของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ต่อมนุษย์ [11]

ความเข้มข้นแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ส่วนในล้านส่วน)	อาการที่ปรากฏ
10	เริ่มมีอาการระคายเคืองที่ตา
50–100	ระบบทางเดินหายใจเกิดอาการระคายเคืองเล็กน้อย หลังสัมผัส 1 ชั่วโมง
100–200	เกิดอาการระคายเคืองที่ตา ไอ สูญเสียประสาทสัมผัสการรับกลิ่น หลังสัมผัสเป็นเวลา 2–15 นาที จะเจ็บปวดบริเวณตา ลำคอ เมื่อสัมผัสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
200–300	เกิดอาการระคายเคืองที่ระบบทางเดินหายใจมากขึ้นโดยเฉพาะบริเวณลำคอ เมื่อสัมผัสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
500–700	หมดสติและอาจเสียชีวิตหลังสัมผัสแก๊สเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
700–1,000	ระบบทางเดินหายใจหยุดการทำงาน หมดสติ และเสียชีวิต โดยเฉียบพลัน หลังสัมผัสแก๊ส

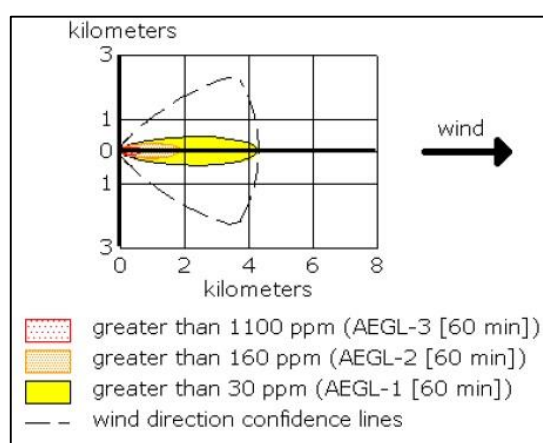
2.5 แบบจำลองการแพร่กระจายในอากาศของสารเคมีด้วยโปรแกรม ALOHA

โปรแกรม ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) คือโปรแกรมสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่อาศัยข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยาในการประเมินการแพร่กระจายของสารเคมีกรณีรั่วไหลไปในอากาศ ซึ่งโปรแกรมนี้นี้พัฒนาขึ้นโดยองค์การบริหารสมุทรศาสตร์และบรรยากาศแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (National Oceanic and Atmospheric Administration : NOAA) ร่วมกับสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency : US EPA) [12] ซึ่งมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายในการหาระยะการแพร่กระจายของสารเคมีโดยผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม ALOHA จะเป็นรัศมีการแพร่กระจายและความเข้มข้นของสารเคมีในรูปแบบของฟุตพริ้นท์ (Footprint) รูปที่ 2 ได้แสดงตัวอย่างฟุตพริ้นท์ของสารเคมีชนิดหนึ่งด้วยโปรแกรม ALOHA ทั้งนี้สามารถแบ่งบริเวณตามระดับอันตรายของการได้รับสัมผัสสารเคมีแบบเฉียบพลัน (Acute Exposure Guideline Levels: AEGL) ได้เป็น 3 ระดับ ดังนี้ [14]

1) ระดับ AEGL-1 คือบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศซึ่งหากสูงกว่าค่านี้ คาดว่าสำหรับประชาชนทั่วไปซึ่งรวมถึงคนที่อ่อนแอกว่าปกติอาจรู้สึกไม่สบาย ระคายเคืองหรือมีผลกระทบใดอย่างหนึ่ง อย่างไรก็ตามผลกระทบหรืออาการนั้นคงอยู่ชั่วคราว

2) ระดับ AEGL-2 คือบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศซึ่งหากสูงกว่าค่านี้ คาดว่าสำหรับประชาชนทั่วไปซึ่งรวมถึงคนที่อ่อนแอกว่าปกติ อาจได้รับผลกระทบที่ไม่สามารถรักษาให้หายได้ หรือผลกระทบคงอยู่เป็นเวลานาน

3) ระดับ AEGL-3 คือบริเวณที่มีความเข้มข้นของสารเคมีในอากาศซึ่งหากสูงกว่าค่านี้ คาดว่าสำหรับประชาชนทั่วไปซึ่งรวมถึงคนที่อ่อนแอกว่าปกติ อาจได้รับผลกระทบต่อสุขภาพที่เป็นอันตรายถึงแก่ชีวิต



รูปที่ 2 ตัวอย่างลักษณะการแพร่กระจายของสารเคมีในรูปแบบของฟุตพริ้นท์

3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 กำหนดขนาดของบ่อน้ำบาดน้ำเสีย แล้วคำนวณปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ เพื่อใช้ในการจำลองการแพร่กระจายของแก๊สโดยโปรแกรม ALOHA

3.2 ทำการจำลองการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากบ่อหมักหมักไร้อากาศด้วยโปรแกรม ALOHA โดยใช้ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม ปริมาณเมฆปกคลุม ความชื้นสัมพัทธ์ และทิศทางลม ซึ่งได้มาจากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลอุตุนิยมวิทยาที่เกิดขึ้นราย 3 ชั่วโมงของสถานีจังหวัดชุมพรปี พ.ศ. 2558 จากกรมอุตุนิยมวิทยา ระยะทางการแพร่กระจายคิดที่ค่าความเข้มข้น AEGL-1 ซึ่งระยะทางดังกล่าวจะกำหนดเป็นระยะกันชน

3.3 ทำการสำรวจที่อยู่อาศัยชุมชนและพิจารณาที่ตั้งของบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียสำหรับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ในเขตอำเภอท่าแซะของจังหวัดชุมพร แล้วประเมินผลกระทบของกลิ่นจากรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สเทียบกับระยะห่างของที่อยู่อาศัยของชุมชนรอบบริเวณโรงงาน

3.4 หากระยะกันชนไม่เพียงพอเนื่องจากระยะทางที่บ่อน้ำบาดาลน้ำเสียห่างจากบ้านเรือนพักอาศัยน้อยกว่ารัศมีการแพร่กระจายแล้วให้หาคำนวณแบบย้อนกลับ เพื่อหาปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ในบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียที่มีรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สไม่เกินระยะกันชนนั้นและเพื่อกำหนดเป็นค่าควบคุมของขนาดบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียสำหรับใช้เป็นมาตรการควบคุมรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ไม่ให้ไปรบกวนชุมชนที่อยู่ในบริเวณนั้น

3.5 นำเสนอตัวอย่างที่ตั้งของบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียร่วมกัน ระหว่างกลุ่มโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม ที่ตั้งอยู่บริเวณใกล้เคียงกัน เพื่อแก้ไขปัญหาดินที่กันชนไม่เพียงพอ

4. ผลการดำเนินงานวิจัย

อ้างอิง Orathai Chavalparit [6] ได้แสดงข้อมูลว่าโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่มีกำลังการผลิต 360 ตันทะลายปาล์มสดต่อวันจะมีปริมาณน้ำเสียอยู่ระหว่าง 184–371 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในงานวิจัยนี้จึงได้คำนวณหาปริมาณของน้ำเสียที่อยู่ในบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียเป็นเวลา 90 วัน จาก 371 ลูกบาศก์เมตรต่อวันคูณด้วย 90 วัน จะได้ปริมาตรของน้ำเสียเท่ากับ 33,390 ลูกบาศก์เมตร และจากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากโรงงาน [7] ที่มีการกำหนดมาตรฐานน้ำทิ้งโดยกำหนดให้ซัลไฟด์คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ ที่จะใช้ในการจำลองการแพร่กระจายจากบ่อน้ำบาดาลน้ำเสียบ่อหมักไร้อากาศสำหรับงานวิจัยนี้จึงมีปริมาณเท่ากับ 33.39 กิโลกรัม

จากการศึกษาข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ในงานวิจัยนี้ เวลากลางวัน หมายถึงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในเวลา 07.00 น., 10.00 น., 13.00 น. และ 16.00 น. ส่วนเวลากลางคืน หมายถึงสภาพภูมิอากาศที่เกิดขึ้นในเวลา 19.00 น., 22.00 น., 01.00 น. และ 04.00 น. สามารถสรุปได้ตามตารางที่ 2 ตัวอย่างการอ่านค่าเช่น เดือนมกราคมในเวลากลางวันมีโอกาสดเกิดอุณหภูมิในช่วง 26–30 องศาเซลเซียส มีความเร็วลมในช่วง 4–6 นอต ปริมาณเมฆปกคลุม 2 ส่วน ความชื้นสัมพัทธ์ในช่วง 61–70 เปอร์เซ็นต์ โดยเป็นลมมาจากทิศเหนือ เมื่อนำข้อมูลสภาพภูมิอากาศของจังหวัดชุมพรมาใช้ในการหารัศมีการแพร่กระจายของแก๊สด้วยโปรแกรม ALOHA ที่ระดับ AEGL-1 จะได้ผลดังแสดงในตารางที่ 3 ตัวอย่างการอ่านค่าเช่น เดือนมกราคม พ.ศ. 2558 มีลมจากทิศเหนือทำให้เกิดรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนที่ AEGL-1 สำหรับกำลังการผลิตของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่ 360 ตันทะลายปาล์มสดต่อวัน มีรัศมีการแพร่กระจาย 1.4 กิโลเมตรในเวลากลางวัน และมีรัศมีการแพร่กระจาย 3.4 กิโลเมตรในเวลากลางคืน

ตารางที่ 2 สถานการณ์สภาพภูมิอากาศของจังหวัดชุมพร (ปี พ.ศ. 2558) [15]

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		ความเร็วลม (นอต)		ปริมาณเมฆ (ส่วน)		ความชื้นสัมพัทธ์ (เปอร์เซ็นต์)		ทิศทางลม	
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน
ม.ค.	26-30	21-25	4-6	< 1	2	2	61-70	91-100	เหนือ	เหนือ
ก.พ.	26-30	26-30	4-6	< 1	3	2	61-70	71-80	เหนือ	เหนือ
มี.ค.	31-35	26-30	4-6	< 1	3	2	61-70	81-90	ตะวันออก	เหนือ
เม.ย.	31-35	26-30	4-6	< 1	3	3	61-70	81-90	เหนือ	เหนือ
พ.ค.	31-35	26-30	4-6	< 1	9	2	61-70	81-90	เหนือ	เหนือ
มิ.ย.	31-35	26-30	4-6	< 1	10	10	61-70	91-100	เหนือ	เหนือ
ก.ค.	26-30	26-30	< 1	< 1	10	10	61-70	91-100	เหนือ	เหนือ
ส.ค.	26-30	26-30	4-6	< 1	10	10	91-100	91-100	ตะวันตก	เหนือ
ก.ย.	26-30	26-30	4-6	< 1	10	10	91-100	91-100	ตะวันตก	เหนือ
ต.ค.	31-35	26-30	4-6	< 1	9	7	91-100	91-100	เหนือ	เหนือ
พ.ย.	26-30	26-30	< 1	< 1	10	3	91-100	91-100	เหนือ	เหนือ
ธ.ค.	26-30	26-30	4-6	< 1	3	2	91-100	91-100	เหนือ	เหนือ

ตารางที่ 3 รัศมีการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (ปี พ.ศ. 2558)

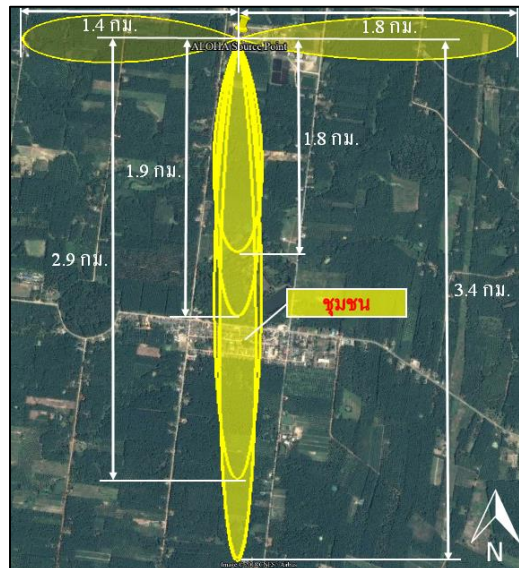
เดือน	ทิศทางลม		รัศมีการแพร่กระจายที่ AEGL-1 (กิโลเมตร)		เดือน	ทิศทางลม		รัศมีการแพร่กระจายที่ AEGL-1 (กิโลเมตร)	
	กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน		กลางวัน	กลางคืน	กลางวัน	กลางคืน
ม.ค.	เหนือ	เหนือ	1.4	3.4	ก.ค.	เหนือ	เหนือ	1.9	1.9
ก.พ.	เหนือ	เหนือ	1.4	3.4	ส.ค.	ตะวันตก	เหนือ	1.8	1.9
มี.ค.	ตะวันออก	เหนือ	1.4	3.4	ก.ย.	ตะวันตก	เหนือ	1.8	1.9
เม.ย.	เหนือ	เหนือ	1.4	3.4	ต.ค.	เหนือ	เหนือ	1.4	2.9
พ.ค.	เหนือ	เหนือ	1.4	3.4	พ.ย.	เหนือ	เหนือ	1.9	3.4
มิ.ย.	เหนือ	เหนือ	1.9	1.9	ธ.ค.	เหนือ	เหนือ	1.4	3.4

ตารางที่ 4 ได้แสดงให้เห็นว่าทิศทางลมจากทิศเหนือมีความถี่ในการเกิดขึ้นบ่อยที่สุด ส่วนลมจากทิศตะวันตกและตะวันออก มีจำนวนครั้งในการเกิดน้อย งานวิจัยนี้จึงใช้ข้อมูลทิศทางลมจากทิศเหนือในการวิเคราะห์ที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียต่อไป ซึ่งจะพบว่ารัศมีการแพร่กระจายไกลที่สุดคือ 3.4 กิโลเมตรและเกิดขึ้นในเวลากลางคืน

ตารางที่ 4 สรุปลักษณะรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์

ทิศทางลม	ความถี่ (ครั้ง)	รัศมีการแพร่กระจายไกลสุด (กิโลเมตร)	ระยะตั้งฉากกับทิศทางลมกว้างสุด (กิโลเมตร)
เหนือ	21	3.4	0.32
ตะวันตก	2	1.8	0.29
ตะวันออก	1	1.4	0.32

เมื่อนำฟูตพรีนซ์ของการจำลองสถานการณ์จากโปรแกรม ALOHA มาประยุกต์ใช้กับโปรแกรม Google Earth โดยกำหนดให้ตำแหน่งของบ่อหมักไร้อากาศของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มนั้นตั้งอยู่ที่พิกัดละติจูด $10^{\circ}42'45.5''$ เหนือ และพิกัดลองจิจูด $99^{\circ}08'25.5''$ ตะวันออก ซึ่งอยู่ในเขตอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร ลมที่พัดผ่านเป็นประจำคือลมจากทิศเหนือ จากการสำรวจพบว่ามีบ้านเรือนชุมชนตั้งอยู่ในทิศใต้ของโรงงานมีระยะห่างประมาณ 1.8 กิโลเมตร ซึ่งมีระยะห่างน้อยกว่ารัศมีการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ 3.4 กิโลเมตร ดังรูปที่ 3 ในที่นี้คำนวณได้ว่าพื้นที่บ้านเรือนชุมชนได้รับผลกระทบประมาณ 0.1 ตารางกิโลเมตร (คำนวณพื้นที่โดยโปรแกรม Google Earth) และเมื่อนำมาขยายภาพให้ชัดเจนจะแสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบดังรูปที่ 4 ดังนั้นจึงควรหาที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียที่เหมาะสมแห่งใหม่ เช่น ขึ้นไปทางทิศเหนือจากพิกัดเดิมอีก 1.6 กิโลเมตร จึงจะทำให้ประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้นพ้นรัศมีการแพร่กระจายของแก๊ส



รูปที่ 3 ฟูตพรีนซ์ของการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์จากบ่อบำบัดน้ำเสียที่อำเภอท่าแซะ



รูปที่ 4 พื้นที่ชุมชนที่ได้รับผลกระทบจากแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์

เมื่อทำการคิดแบบย้อนกลับเพื่อหาปริมาณของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่แพร่กระจายจากบ่อน้ำบาดาลเสียแล้วไม่รบกวนชุมชน โดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างบ่อน้ำบาดาลเสียของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มกรณีศึกษากับชุมชนประมาณ 1.8 กิโลเมตร ซึ่งเป็นระยะเท่ากับรัศมีการแพร่กระจายของแก๊ส ทั้งนี้ทิศทางลมที่เกิดขึ้นบ่อยของจังหวัดชุมพรยังคงเป็นลมจากทิศเหนือ ส่วนค่าอุณหภูมิอื่น ๆ พิจารณาจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยเป็นดังนี้ ความเร็วลมน้อยกว่า 1 นอต อุณหภูมิ 26–30 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 91–100 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณเมฆ 2–3 ส่วน จะคำนวณได้ว่าปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ของบ่อน้ำบาดาลเสียต้องไม่เกิน 7 กิโลกรัม คิดเป็นปริมาตรบ่อน้ำบาดาลเสียที่ 7,000 ลูกบาศก์เมตรหรือคิดเป็นกำลังการผลิตที่ 75.51 ตันทะลายน้ำมันสดต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตัวเลขในตารางที่ 5 ได้แสดงรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยลมจากทิศเหนือสำหรับบ่อน้ำบาดาลเสีย ขนาด 1,000 ถึง 110,000 ลูกบาศก์เมตร (หรือกำลังการผลิตทะลายน้ำมันสด 10.79 ถึง 1089.54 ตันต่อวัน) คิดเป็นปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ต่าง ๆ ตั้งแต่ 1–100 กิโลกรัม โดยมีรัศมีการแพร่กระจายตั้งแต่ 0.86 ถึง 5.70 กิโลเมตร จะเห็นได้ว่ารัศมีการแพร่กระจายขึ้นอยู่กับปริมาณของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดจากปริมาณน้ำเสียและกำลังการผลิตโดยตรง หากมีกำลังการผลิตที่มากไปกว่าค่าที่แสดงในตารางที่ 5 แล้วสามารถทำการหารรัศมีการแพร่กระจายตามขั้นตอนที่นำเสนอในงานวิจัยนี้

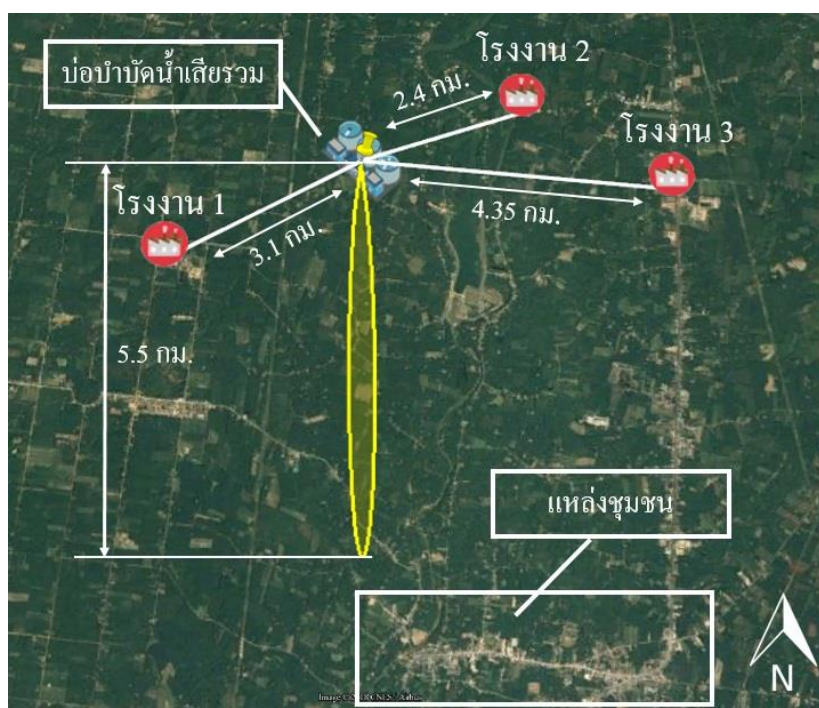
ในกรณีที่ตั้งโรงงานโดยไม่ได้นิ่งถึงตำแหน่งของบ่อน้ำบาดาลเสีย ปริมาณและทิศทางของการแพร่กระจายของแก๊สดังกล่าว ตั้งแต่ก่อนตั้งโรงงานอาจเป็นไปได้ยากที่จะทำการควบคุมหรือแก้ไขเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อชุมชนในภายหลัง และปัจจุบันการหาพื้นที่ที่ไม่มีชุมชนอาศัยอยู่นั้นเป็นไปได้ยาก งานวิจัยนี้จึงได้แสดงตัวอย่างเพื่อนำเสนอตำแหน่งบ่อน้ำบาดาลเสียที่ใช้ร่วมกันของกลุ่มโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มที่อยู่ใกล้เคียงกัน น้ำเสียจะไหลผ่านท่อน้ำเสียจากโรงงานแต่ละแห่งมาลงบ่อน้ำบาดาลเสียร่วมกัน โดยกำหนดที่ตั้งของโรงงานทั้งสามแห่งและบ่อน้ำบาดาลเสียร่วมเป็นดังนี้ โรงงานที่หนึ่งตั้งอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ของบ่อน้ำบาดาลเสียและมีระยะห่าง 3.1 กิโลเมตร โรงงานที่สองตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือของบ่อน้ำบาดาลเสียและมีระยะห่าง 2.4 กิโลเมตร โรงงานที่สามตั้งอยู่ทางทิศตะวันออกของบ่อน้ำบาดาลเสียและมีระยะห่าง 4.35 กิโลเมตร ดังแสดงในรูปที่ 5

ตารางที่ 5 รัศมีการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์โดยลมจากทิศเหนือ

ปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (กิโลกรัม)	ระยะรัศมีการแพร่กระจาย (กิโลเมตร)	ปริมาตรบ่อบำบัดน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร)	กำลังการผลิต (ตันต่อวัน)	ปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (กิโลกรัม)	ระยะรัศมีการแพร่กระจาย (กิโลเมตร)	ปริมาตรบ่อบำบัดน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร)	กำลังการผลิต (ตันต่อวัน)
1	0.86	1,000.00	10.79	31	3.30	31,000.00	334.41
2	1.10	2,000.00	21.57	32	3.40	32,000.00	345.20
3	1.30	3,000.00	32.36	33	3.40	33,000.00	355.99
4	1.50	4,000.00	43.15	34	3.50	34,000.00	366.77
5	1.60	5,000.00	53.94	35	3.50	35,000.00	377.56
6	1.70	6,000.00	64.72	36	3.50	36,000.00	388.35
7	1.80	7,000.00	75.51	37	3.60	37,000.00	399.14
8	1.90	8,000.00	86.30	38	3.60	38,000.00	409.92
9	2.00	9,000.00	97.09	39	3.70	39,000.00	420.71
10	2.10	10,000.00	107.87	40	3.70	40,000.00	431.50
11	2.20	11,000.00	118.66	41	3.70	41,000.00	442.29
12	2.30	12,000.00	129.45	42	3.80	42,000.00	453.07
13	2.30	13,000.00	140.24	43	3.80	43,000.00	463.86
14	2.40	14,000.00	151.02	44	3.90	44,000.00	474.65
15	2.50	15,000.00	161.81	45	3.90	45,000.00	485.44
16	2.50	16,000.00	172.60	46	3.90	46,000.00	496.22
17	2.60	17,000.00	183.39	47	4.00	47,000.00	507.01
18	2.70	18,000.00	194.17	48	4.00	48,000.00	517.80
19	2.70	19,000.00	204.96	49	4.00	49,000.00	528.59
20	2.80	20,000.00	215.75	50	4.10	50,000.00	539.37
21	2.80	21,000.00	226.54	51	4.10	51,000.00	550.16
22	2.90	22,000.00	237.32	52	4.10	52,000.00	560.95
23	3.00	23,000.00	248.11	53	4.20	53,000.00	571.74
24	3.00	24,000.00	258.90	54	4.20	54,000.00	582.52
25	3.10	25,000.00	269.69	55	4.20	55,000.00	593.31
26	3.10	26,000.00	280.47	56	4.30	56,000.00	604.10
27	3.20	27,000.00	291.26	57	4.30	57,000.00	614.89
28	3.20	28,000.00	302.05	58	4.30	58,000.00	625.67
29	3.20	29,000.00	312.84	59	4.40	59,000.00	636.46
30	3.30	30,000.00	323.62	60	4.40	60,000.00	647.25

ปริมาณแก๊ส ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (กิโลกรัม)	ระยะรัศมีการ แพร่กระจาย (กิโลเมตร)	ปริมาตรบ่อ บำบัดน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร)	กำลังการผลิต (ตันต่อวัน)	ปริมาณแก๊ส ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (กิโลกรัม)	ระยะรัศมีการ แพร่กระจาย (กิโลเมตร)	ปริมาตรบ่อ บำบัดน้ำเสีย (ลูกบาศก์เมตร)	กำลังการผลิต (ตันต่อวัน)
61	4.40	61,000.00	658.04	86	5.10	86,000.00	927.72
62	4.50	62,000.00	668.82	87	5.10	87,000.00	938.51
63	4.50	63,000.00	679.61	88	5.20	88,000.00	949.30
64	4.50	64,000.00	690.40	89	5.20	89,000.00	960.09
65	4.50	65,000.00	701.19	90	5.20	90,000.00	970.87
66	4.50	66,000.00	711.97	91	5.20	91,000.00	981.66
67	4.60	67,000.00	722.76	92	5.30	92,000.00	992.45
68	4.60	68,000.00	733.55	93	5.30	93,000.00	1,003.24
69	4.70	69,000.00	744.34	94	5.30	94,000.00	1,014.02
70	4.70	70,000.00	755.12	95	5.30	95,000.00	1,024.81
71	4.70	71,000.00	765.91	96	5.40	96,000.00	1,035.60
72	4.70	72,000.00	776.70	97	5.40	97,000.00	1,046.39
73	4.80	73,000.00	787.49	98	5.40	98,000.00	1,057.17
74	4.80	74,000.00	798.27	99	5.40	99,000.00	1,067.96
75	4.80	75,000.00	809.06	100	5.40	100,000.00	1,078.75
76	4.80	76,000.00	819.85	101	5.50	101,000.00	1,089.54
77	4.90	77,000.00	830.64	102	5.50	102,000.00	1,100.32
78	4.90	78,000.00	841.42	103	5.50	103,000.00	1,111.11
79	4.90	79,000.00	852.21	104	5.50	104,000.00	1,121.90
80	5.00	80,000.00	863.00	105	5.60	105,000.00	1,132.69
81	5.00	81,000.00	873.79	106	5.60	106,000.00	1,143.47
82	5.00	82,000.00	884.57	107	5.60	107,000.00	1,154.26
83	5.00	83,000.00	895.36	108	5.60	108,000.00	1,165.05
84	5.10	84,000.00	906.15	109	5.70	109,000.00	1,175.84
85	5.10	85,000.00	916.94	110	5.70	110,000.00	1,186.62

การวิเคราะห์ที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียได้ดำเนินการดังนี้ นำค่ากำลังการผลิตของโรงงานทั้งสามแห่งมาคิดรวมกันเพื่อคำนวณปริมาณน้ำเสียของบ่อบำบัดรวมและปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้น สมมติว่าโรงงานแต่ละแห่งมีกำลังการผลิตเท่ากัน ดังนั้นมีปริมาณน้ำเสียทั้งหมดเท่ากับ $33,390 \times 3 = 100,170$ ลูกบาศก์เมตร คิดเป็นปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ 100.17 กิโลกรัม ต่อจากนั้นได้ทำการสำรวจที่ตั้งบ้านเรือนที่อยู่อาศัยของประชาชนที่อยู่ใกล้เคียงพร้อมทั้งหารัศมีการแพร่กระจายของแก๊ส จากตารางที่ 5 จะได้รับรัศมีการแพร่กระจาย 5.5 กิโลเมตร ทั้งนี้เป็นผลมาจากทิศเหนือซึ่งเกิดขึ้นบ่อขุด และสำรวจพบว่ามีย่านเรือนอยู่ทางทิศใต้ของบ่อบำบัดโดยมีระยะห่าง 6.5 กิโลเมตร ซึ่งไม่อยู่ในรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สจากบ่อบำบัดน้ำเสียร่วม จึงสรุปได้ว่าตำแหน่งของบ่อบำบัดน้ำเสียดังกล่าวมีความเหมาะสม ถ้าหากพบว่ามีบ้านเรือนอยู่ในบริเวณรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สแล้ว ก็ควรเปลี่ยนตำแหน่งของบ่อบำบัดน้ำเสียร่วมใหม่



รูปที่ 5 ตำแหน่งที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียรวมของโรงงานสามแห่งและรัศมีการแพร่กระจายของแก๊ส

5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากกระบวนการสกัดน้ำมันปาล์มที่ก่อให้เกิดน้ำเสียปริมาณค่อนข้างมากอีกทั้งมักใช้ระบบบ่อปรับเสถียรในการจัดการน้ำเสียซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดจากน้ำเสียในบ่อบำบัดแบบแอนแอโรบิกส่งผลกระทบต่อชีวิตความเป็นอยู่ของชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงบริเวณบ่อบำบัดน้ำเสียนั้น ดังนั้นการเลือกที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มจึงเป็นเรื่องสำคัญต่อการพิจารณาตั้งหรือขยายโรงงาน

ในการพิจารณาเลือกที่ตั้งของบ่อบำบัดน้ำเสียนั้น ได้นำเสนอให้มีระยะกันชนโดยระยะกันชนมีค่าไม่น้อยกว่ารัศมีการแพร่กระจายของแก๊สในทิศทางลมนั้น งานวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรม ALOHA และ Google Earth เพื่อใช้ในการวิเคราะห์การแพร่กระจายของแก๊สว่าส่งผลกระทบต่อประชาชนที่ตั้งบ้านเรือนอาศัยในบริเวณใกล้เคียงบ่อบำบัดน้ำเสียในระดับที่ประชาชนทั่วไปสามารถรับสัมผัสได้ (AEGL-1) หรือไม่ ทำให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการพิจารณาที่ตั้งบ่อบำบัดน้ำเสียประเภทบ่อหมักไร้อากาศของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มขนาด 360 ตันทะเลสาปาล์มสดต่อวัน ดังนี้ (1) ลมที่มาจากทิศเหนือสามารถทำให้มีรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สจากบ่อบำบัดน้ำเสียตามทิศทางลมเป็นระยะทาง 3.4 และมีระยะตั้งฉากกับทิศทางลม 0.32 กิโลเมตร (2) ลมที่มาจากทิศตะวันตกทำให้มีรัศมีการแพร่กระจายตามทิศทางลมเป็นระยะทาง 1.8 กิโลเมตร มีระยะตั้งฉากกับทิศทางลม 0.29 กิโลเมตร และ (3) ลมที่มาจากทิศตะวันออกทำให้มีรัศมีการแพร่กระจาย 1.4 กิโลเมตร และมีระยะตั้งฉากกับทิศทางลม 0.32 กิโลเมตร แต่หากกำลังการผลิตเปลี่ยนแปลงไปย่อมส่งผลต่อการเกิดขึ้นของปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ไปด้วย

ในงานวิจัยนี้ได้ข้อสรุปว่าตำแหน่งที่ตั้งของบ่อแอนแอโรบิกที่เหมาะสมสำหรับโรงงานสกัดน้ำมันปาล์มในอำเภอท่าแซะของจังหวัดชุมพรเป็นดังนี้ ระยะรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดจากบ่อบำบัดน้ำเสียต้องไม่ทับซ้อนกับพื้นที่อยู่

อาศัยของชุมชน ตำแหน่งของบ่อบำบัดน้ำเสียไม่ควรอยู่ในตำแหน่งทิศเหนือของบ้านเรือนที่อยู่อาศัย ควรมีระยะกันชนของบ่อบำบัดน้ำเสียนั้นกับบ้านเรือนประชาชนไม่ต่ำกว่า 3.4 กิโลเมตร และมีระยะตั้งฉากกับทิศทางลมกว้างสุด 0.32 กิโลเมตร สำหรับกำลังการผลิตของโรงงานสกัดน้ำมันปาล์ม 360 ตันทะลายปาล์มสดต่อวัน แม้ว่าผลการวิเคราะห์หรัศมีการแพร่กระจายนั้นจะเป็นค่าที่เกิดขึ้นในช่วงเวลากลางคืนก็ตาม แต่ก็ยังเป็นช่วงเวลาที่ประชาชนอาศัยอยู่ที่บ้านเรือนของตนเอง ซึ่งสามารถใช้เป็นมาตรการลดความเสี่ยงต่อการเกิดข้อร้องเรียนตามมาภายหลังที่ดี

ในกรณีที่กำลังการผลิตหรืออุตสาหกรรมประเภทอื่น ๆ ที่แตกต่างกันจากกรณีศึกษานี้ ให้คำนวณหาปริมาณของน้ำเสียและปริมาณไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่เกิดขึ้น และหาข้อมูลอุณหภูมิจากเพื่อนำไปวิเคราะห์หรัศมีการกระจายของแก๊สต่อไป ส่วนกรณีที่มีข้อจำกัดเรื่องระยะกันชนเมื่อทำการคิดคำนวณแบบย้อนกลับ จะสามารถหาปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ที่ต้องควบคุม นอกจากนี้ยังสามารถนำหลักการนี้ไปใช้กับการหรัศมีการแพร่กระจายของแก๊สชนิดอื่นที่กระทบต่อประชาชนที่อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียงได้ด้วย

ในอนาคตหากมีการขยายตัวของบ้านเรือนที่อยู่อาศัยของชุมชนย่อมส่งผลให้การพิจารณาเลือกที่ตั้งของโรงงานมีข้อจำกัดเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นการเลือกใช้บ่อบำบัดน้ำเสียร่วมจึงถือเป็นทางเลือกที่คุ้มค่าในการจัดการน้ำเสีย โดยนำกำลังการผลิตมาคิดรวมกันจะทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำเสียรวมและคำนวณหาปริมาณแก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์เพื่อมาจำลองหาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและคำนวณหาระยะกันชน แต่การเลือกใช้บ่อบำบัดน้ำเสียร่วมนี้อาจมีจุดอ่อนเรื่องระยะทางและค่าใช้จ่ายที่โรงงานสามารถส่งน้ำเสียทางท่อมายังบ่อรวมทั้งการผ่านที่ต่างครอบครอง จึงอาจต้องทำในลักษณะของการนิคมอุตสาหกรรม หรือในอนาคตหากไม่สามารถจัดการเรื่องระยะกันชนได้แล้วอาจต้องมีการลงทุนปรับปรุงบ่อบำบัดน้ำเสียให้เป็นระบบปิดเพื่อกักเก็บแก๊สชีวภาพที่สามารถนำไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าสำหรับใช้หรือจัดจำหน่ายได้

ข้อเสนอแนะอื่น ๆ ของงานวิจัยนี้ได้แก่ การใช้โปรแกรม Google Earth ที่เป็นรุ่น (version) ล่าสุด เพื่อให้ใกล้เคียงกับสภาพปัจจุบันของบริเวณที่อยู่อาศัยของประชาชนมากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

- [1] Shao, H. and Duan, G. Risk Quantitative Calculation and ALOHA Simulation on the Leakage Accident of Natural Gas Power Plant. *Procedia Engineering*, 2012, 45, pp.352–359.
- [2] Kaewwangsakool, T. and Rukijkanpanich, J. Risk Assessment for Hazardous Substances Transport on Road. *Engineering Journal of Research and Development*, 2014, 25 (2), pp 61-68.
- [3] Suwannasin, T. and Rukijkanpanich, J. Analysis of Buffer Areas of Volatile Organic Compounds Factories. *Engineering Journal of Research and Development*, 2015, 26 (4), pp 93-100.
- [4] Tseng, J.M., Su, T.S. and Kuo, C.Y. Consequence Evaluation of Toxic Chemical Releases by ALOHA, *Procedia Engineering*, 2012, 45, pp.384–389.
- [5] Department of industrial works, *Palm Oil Industry Supervision Handbook*. Bangkok: D M Printing, 2009
- [6] Chavalparit, O. *Clean Technology for the Crude Palm Oil Industry in Thailand*. PhD Thesis, Netherlands Wageningen University, 2006.
- [7] Ministry of Industry. *Notification of Ministry of Industry, Industrial Effluent Standards B.E. 2560*, Ministry of industry, 2017.
- [8] Ministry of Industry. *Notification of Ministry of Industry, Industrial Effluent Standards B.E. 2539*, Ministry of industry, 1996.
- [9] Council of Engineers. *Wastewater System*. Available from: http://www.coe.or.th/_coe/_product/20140411145832-3.%20ระบบน้ำเสีย.pdf [Accessed 1 May 2017].

-
- [10] American Industrial Hygiene Association. *American National Standard Acceptable Concentrations of Hydrogen Sulfide*. New York, 1972.
- [11] American Water Works Association. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22nd ed. Washington, D.C., 2012.
- [12] United States Environmental Protection Agency and National Oceanic and Atmospheric Administration. *ALOHA User's Manual*, 2007. Available from: <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P1003UZB.PDF?Dockey=P1003UZB.PDF> [Accessed 1 May 2017].
- [13] Rukijkanpanich, J. *Safety Engineering for Industrial Engineering*, Bangkok: Chulalongkorn University Press, 2018
- [14] National Research Council. *Standing Operating Procedures for Developing Acute Exposure Guideline Levels for Hazardous Chemicals*. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2001.
- [15] Metrological Department, Ministry of Digital Economy and Society. *Meteorological information, 2015*. Available from: <https://www.tmd.go.th/services/services.php> [Accessed 1 May 2017].
- [16] Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment. *Pollution Complaint Statistics, 2013*. Available from: http://www.pcd.go.th/info_serv/pol2_stat2556.html [Accessed 1 May 2017].
- [17] Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment. *Pollution Complaint Statistics, 2014*. Available from: http://www.pcd.go.th/info_serv/pol2_stat2557.html [Accessed 1 May 2017].
- [18] Pollution Control Department, Ministry of Natural Resources and Environment. *Pollution Complaint Statistics, 2015*. Available from: http://www.pcd.go.th/info_serv/pol2_stat2558.html [Accessed 1 May 2017].
- [19] Chumphon Provincial Industry Office, Ministry of Industry. *Complaints about Odors from the Wastewater Treatment of Palm Oil Extraction Plant*, 2016. Available from: <http://www.industry.go.th/chumphon/index.php/component/k2/item/405> [Accessed 1 May 2017].