



รายงานฉบับสมบูรณ์
(Final Report)

โครงการ

ศึกษาการแพร่กระจายและสะสมตัวของสาร PAHs ในตะกอนดิน
กรณีศึกษา เหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลในบริเวณชายฝั่งจังหวัดระยอง

โดย

กลุ่มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

กันยายน 2560

คณะวิจัย

หัวหน้าโครงการ

นายอัศมน ลิมสกุล

นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ

ผู้วิจัยหลัก

นายวุฒิชัย แพงแก้ว

นักวิชาการสิ่งแวดล้อม

นางสาวนิดาลักษณ์ อรุณจันทร์

นักวิชาการสิ่งแวดล้อม

นางสาวจิราภรณ์ นันทะจันทร์

นักวิชาการสิ่งแวดล้อม

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาการแพร่กระจายและสะสมตัวของสาร PAHs ในตะกอนดิน ซึ่งได้รับผลกระทบ จากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลในบริเวณชายฝั่งจังหวัดระยอง และประเมินความเสี่ยงของสิ่งแวดล้อมชายฝั่งและชุมชนต่อเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล และการปนเปื้อนของสาร PAHs รวมทั้งสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อเฝ้าระวังและติดตามปัญหาในพื้นที่

ผลการวิเคราะห์การสะสมตัวและรูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของสาร PAHs ในตะกอนดิน ด้วยเทคนิคทางสถิติแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis) สามารถจำแนกสถานีเก็บตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงขององค์ประกอบของ PAHs ที่พบในตะกอนดิน ได้เป็น 2 กลุ่ม กล่าวคือ กลุ่มที่ 1 เป็นตัวแทนถึงองค์ประกอบของ PAHs ที่มาจากแหล่งกำเนิดประเภทเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่ยังไม่ผ่านการบวนการเผาไหม้พบในบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างหน้าอ่าวพร้าว ซึ่งบ่งชี้ถึงผลกระทบจากการรั่วไหลของน้ำมันดิบ ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นตัวแทนของสถานีที่มีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งเป็นตัวอย่างส่วนใหญ่เกิน 50 % ของตัวอย่างตะกอนดินทั้งหมด ส่วนคุณภาพน้ำ พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ความเป็นกรด-ด่าง และ ความเค็ม มีค่าอยู่ในช่วงที่พบโดยทั่วไปในระบบนิเวศชายฝั่งทะเล

นอกจากนี้ การประเมินความเสี่ยงของสิ่งแวดล้อมชายฝั่งและชุมชนต่อเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล โดยใช้แบบสอบถามและการประชุมกลุ่มย่อย พบว่า เหตุการณ์จากน้ำมันดิบรั่วไหลในพื้นที่ชายฝั่ง จังหวัดระยอง ส่วนใหญ่มีผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยวในพื้นที่ และประชาชนมีความพึงพอใจต่อการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาของภาคเอกชน รวมทั้งมีข้อเสนอแนะให้เร่งฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมชายฝั่งและแนวปะการัง และควรพัฒนาเทคโนโลยีความรู้ความเข้าใจถึงความเสี่ยงด้านสุขภาพของการรั่วไหลของน้ำมันดิบและการปนเปื้อนของสาร PAHs และสร้างการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการติดตามและป้องกันการรั่วไหลของน้ำมันดิบ ควบคู่กับการออกมาตรการป้องกัน ควบคุมการขนถ่ายน้ำมันให้ได้มาตรฐานและมีความเข้มงวดเพิ่มมากขึ้น ทั้งนี้ การศึกษาการสะสมตัว และแพร่กระจายของสาร PAHs ให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของน้ำมันดิบ ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่พิจารณาถึงปัจจัยการไหลเวียนของกระแสน้ำและปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ ของสมุทรศาสตร์ รวมทั้งการศึกษาการสะสมตัวของสาร PAHs ในสิ่งมีชีวิต จะช่วยให้ข้อมูลและหลักฐานทางวิชาการมีความสมบูรณ์มากขึ้นในการสนับสนุนกระบวนการตัดสินใจในการจัดการและฟื้นฟูระบบนิเวศชายฝั่งในระยะยาว

Abstract

The research aims to study the distribution and accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediment resulting from crude oil spill incidence in the coastal area of Rayong Province, and to assess the risks of coastal environment and communities from the crude oil spill event and PAHs contamination as well as to develop the participatory process to monitor and prevent this problem in the affected area.

Analysis of accumulation and spatial distribution of PAHs in sediment using multivariate statistical technique can identify the sampling stations with similar compositions of PAHs into 2 groups. That is to say, the first group represents the compositions of PAHs originated from non-combustible petroleum fuels found at the Ao Prao sampling station which indicates contamination from crude oil leak well. Whereas, the second group which is more than 50% of all sediment samples represents the sources of incomplete combustion. In terms of water quality, dissolved oxygen, pH and salinity are observed in the range commonly found in the coastal ecosystem.

In addition, the risk assessment of coastal environment and communities from crude oil leak using questionnaire and focus group approaches shows that most of the crude oil spill incidences in the coastal area of Rayong Province have been affected tourism business and local communities, and local people are satisfied with the involvement in solving this problem of private sectors. They also provide some suggestions which include 1) the rehabilitation of coastal environment and coral reef affected from crude oil leak should be speeded up, 2) the mechanisms to increase local people's understanding of the health risk from crude oil leak and contamination of PAHs should be further developed, and 3) the involvement of multi-stakeholders to monitor and prevent the leakages of crude oil should be strengthened, together with determination of preventive measures to control oil transfer in standard and more stringent manner. Moreover, additional study on accumulation and distribution of PAHs covered all the affected areas using mathematical model which takes water current and other ocean physical factors into account as well as study on accumulation of PAHs in marine organisms will provide more comprehensive scientific information and evidence to support decision-making processes for long-term management and restoration of coastal environment.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(3)
สารบัญรูป	(5)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
1.4 ระยะเวลาการดำเนินงาน	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 สารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon; PAHs)	4
2.2 เหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลทั้งในประเทศและต่างประเทศ	10
2.3 ผลกระทบจากน้ำมันรั่วไหล	17
2.4 งานศึกษาวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง	20
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	24
3.1 กรอบแนวคิดงานวิจัย	24
3.2 การคัดเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่าง	25
3.3 การเก็บตัวอย่างตะกอนดินและคุณภาพน้ำในภาคสนามและการควบคุมคุณภาพตัวอย่างในภาคสนาม	26
3.4 การสกัดและการทำความสะอาดสาร PAHs ในตัวอย่างตะกอนดิน	28
3.5 การวิเคราะห์สาร PAHs ตกค้างปริมาณน้อยและการควบคุมคุณภาพของการวิเคราะห์	31
3.6 การวิเคราะห์การแพร่กระจายและ Hot spot ด้วยเทคนิคสถิติแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis)	33
3.7 การสำรวจและเก็บข้อมูลผลกระทบต่อชุมชนชายฝั่งทะเลจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล	34

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการศึกษา	36
4.1 ระดับความเข้มข้นของการสะสมตัวของสาร PAHs	36
4.2 รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของสาร PAHs รวมทั้งจุดที่มีการปนเปื้อนสูง (Hot spot)	38
4.3 คุณภาพน้ำในภาคสนาม	49
4.4 ผลกระทบ ความพึงพอใจ การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร และความคืบหน้าในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม	53
4.5 ความเสี่ยงด้านสุขภาพและผลกระทบด้านอื่นๆ อันเกิดจากการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมของสารพิษที่เกิด จากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลลงสู่ชายฝั่งทะเลในพื้นที่จังหวัดระยอง	67
4.6 แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาความเสี่ยงด้านสุขภาพของประชาชนในอนาคต	68
บทที่ 5 อภิปรายผลการศึกษา	69
5.1 อภิปรายผลการศึกษา	69
5.2 ข้อเสนอแนะ	70
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก ก ผลวิเคราะห์สารพีเอชในตะกอนดิน	
ภาคผนวก ข ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำ	
ภาคผนวก ค แบบสอบถาม	
ภาคผนวก ง การจัดประชุมกลุ่มย่อย	
ภาคผนวก จ การเผยแพร่ผลงานวิจัย	

สารบัญตาราง

	หน้า
บทที่ 2	
ตารางที่ 2.1 รูปแบบและโครงสร้างทางเคมีของสาร PAHs 16 ชนิด	5
ตารางที่ 2.2 สมบัติทางกายภาพ เคมีของสาร PAHs	6
ตารางที่ 2.3 แหล่งที่มาของสาร PAHs ที่สำคัญ	7
ตารางที่ 2.4 การแบ่งชนิดของสาร PAHs	8
ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสารพีเอเอชรวมที่ตกค้างในตะกอนดิน ในน่านน้ำเขตร้อน (Tropical Water)	9
ตารางที่ 2.6 ส่วนประกอบของน้ำมันดิบ (Mixture of Hydrocarbon)	18
บทที่ 3	
ตารางที่ 3.1 สภาวะการทำงานของเครื่อง Gas Chromatography–Mass Spectrophotometer–Time of flight (Agilent Technologies 5975C) ในการวิเคราะห์หาชนิดและความเข้มข้นของสาร PAHs	31
บทที่ 4	
ตารางที่ 4.1 Rotated Component Matrix ของสาร PAHs แต่ละชนิดจากตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ด	44
ตารางที่ 4.2 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามตำบล	54
ตารางที่ 4.3 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ	54
ตารางที่ 4.4 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามช่วงอายุ	54
ตารางที่ 4.5 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามสถานภาพสมรส	55
ตารางที่ 4.6 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับการศึกษา	55
ตารางที่ 4.7 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามภูมิลำเนา	56
ตารางที่ 4.8 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระยะเวลาที่อาศัยในพื้นที่	56
ตารางที่ 4.9 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพหลัก	57

สารบัญตาราง

	หน้า
บทที่ 4	
ตารางที่ 4.10 จำนวนค่าถึ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วที่ผ่านมา	57
ตารางที่ 4.11 จำนวนค่าถึ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจต่อกระบวนการการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมาของผู้ตอบแบบสอบถาม	59
ตารางที่ 4.12 จำนวนค่าถึ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจต่อผลการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมาของผู้ตอบแบบสอบถาม	60
ตารางที่ 4.13 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามแหล่งข้อมูลที่ทราบข่าวน้ำมันรั่ว	62
ตารางที่ 4.14 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระยะเวลาที่ข้อมูลที่ทราบข่าวน้ำมันรั่ว	63
ตารางที่ 4.15 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกการได้รับแจ้งเตือนการรับมือกับเหตุการณ์น้ำมันรั่ว	63
ตารางที่ 4.16 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกการทราบข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไขพื้นที่สิ่งแวดล้อมภายหลังเหตุการณ์น้ำมัน	64
ตารางที่ 4.17 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกช่องทางในการรับข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไข พื้นที่สิ่งแวดล้อมภายหลังเหตุการณ์น้ำมัน	64
ตารางที่ 4.18 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกความถี่ในการรับข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไข พื้นที่สิ่งแวดล้อมภายหลังเหตุการณ์น้ำมันรั่ว	65
ตารางที่ 4.19 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเรื่องที่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไข พื้นที่สิ่งแวดล้อมภายหลังเหตุการณ์น้ำมันรั่ว	66
ตารางที่ 4.20 จำนวนและร้อยละของข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม	66

สารบัญรูป

	หน้า
บทที่ 2	
รูปที่ 2.1 คราบน้ำมันในทะเลบริเวณอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง	10
รูปที่ 2.2 ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณน้ำมันรั่ว	11
รูปที่ 2.3 จุดศึกษาตั้งแต่บริเวณจุดเกิดเหตุและชายฝั่งมาบตาพุด	13
รูปที่ 2.4 ตำแหน่งคราบน้ำมัน วันที่ 7 เมษายน 2557 เวลาประมาณ 21.00 น.	14
รูปที่ 2.5 ตำแหน่งคราบน้ำมัน วันที่ เมษายน 2557 เวลาประมาณ 16.00 น.	15
รูปที่ 2.6 ตำแหน่งคราบน้ำมัน วันที่ เมษายน 2557 เวลาประมาณ 18.00 น.	15
รูปที่ 2.7 แสดงแผนภาพสรุปรวมผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลของน้ำมัน	19
บทที่ 3	
รูปที่ 3.1 กรอบแนวคิดในภาพรวมและขั้นตอน/ กิจกรรมหลักการศึกษาของโครงการวิจัย	24
รูปที่ 3.2 แสดงสถานีเก็บตัวอย่างตะกอนดิน จำนวน 32 สถานี โดยแสดงพื้นที่เสี่ยง (Hot spot) และพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของระดับการปนเปื้อนของสาร PAHs ตามปกติ (Background Concentration)	25
รูปที่ 3.3 เครื่องตักหน้าดิน (Grab Sampler)	26
รูปที่ 3.4 เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sampler)	28
รูปที่ 3.5 การสกัดดินตะกอนด้วยวิธีสกัดแบบ Soxhlet	29
รูปที่ 3.6 การสกัดแยกส่วนด้วยวิธี Column Chromatography โดยใช้ Silica gel column	29
รูปที่ 3.7 การเป่าด้วยแก๊สไนโตรเจน เพื่อระเหยตัวทำละลาย	30
รูปที่ 3.8 ขวด Screw Vial ชนิดฝาเป็น Silicone Septa สำหรับบรรจุสารละลาย PAHs สุกุ่ทำยก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS	30

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4	
รูปที่ 4.1 ระดับความเข้มข้นรวมของสาร PAHs ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างตะกอนดินจากสถานีเก็บตัวอย่างเรียงตามลำดับความเข้มข้น	37
รูปที่ 4.2 รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของ Σ PAHs ในตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ด	40
รูปที่ 4.3 รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของ Low Molecular Weight PAHs ในตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ด	41
รูปที่ 4.4 รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของ High Molecular Weight PAHs ในตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ด	42
รูปที่ 4.5 3D Plot ของ Loading Plot ของสาร PAHs ในตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ด	45
รูปที่ 4.6 3D Plot ของ Scoring Plot ของสาร PAHs ในตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ด	46
รูปที่ 4.7 Dendogram การจับกลุ่มข้อมูลตามสถานีเก็บตัวอย่างตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ดด้วยเทคนิค HCA	48
รูปที่ 4.8 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำบริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง จำนวน 20 สถานี	50
รูปที่ 4.9 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen: DO) บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	51
รูปที่ 4.10 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	51
รูปที่ 4.11 ความเค็ม (Salinity) บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	52
รูปที่ 4.12 ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Conductivity) บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	52
รูปที่ 4.13 อุณหภูมิ (Temperature) บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2	53

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

สืบเนื่องจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลออกจากท่อขนส่งของบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) ลงสู่ทะเลบริเวณจังหวัดระยอง ในวันที่เสาร์ที่ 27 กรกฎาคม 2556 ซึ่งจุดที่น้ำมันรั่วไหลอยู่ห่างจากชายฝั่งท่าเรือมาตาพุดไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 20 กิโลเมตร ส่งผลให้คราบน้ำมันดิบถูกพัดเข้าฝั่งบริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด และแพร่กระจายเข้าสู่พื้นที่ชายฝั่งบริเวณใกล้เคียงของจังหวัดระยอง (http://www.gistda.or.th/gistda_n/)

การรั่วไหลของน้ำมันดิบที่เกิดขึ้น ก่อให้เกิดข้อสงสัยเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตในทะเล รวมทั้งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่สัมผัสกับสารปนเปื้อนจากน้ำมันดิบทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยในช่วงแรกที่เกิดเหตุรั่วไหล คราบน้ำมันที่เป็นฟิล์มไม่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเฉียบพลัน แต่สารปนเปื้อนในน้ำมันดิบบางชนิด อาจสะสมในสิ่งมีชีวิตและถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหารในทะเลสู่ผู้บริโภคชั้นสูงได้ รวมทั้งองค์ประกอบที่สลายตัวได้ยากจะรวมตัวและสะสมเป็นก้อนน้ำมันดิน (Tar Ball) ตามชายหาดต่างๆ ในระยะยาว (Galt et al., 1991) น้ำมันดิบประกอบไปด้วยสารต่างๆ ที่มีคุณสมบัติเป็นสารพิษอยู่จำนวนมาก เช่น สารอินทรีย์ในกลุ่มอะโรมาติกและโลหะบางชนิด (Speight, 2006) โดยเฉพาะมีสารที่เป็นสารก่อมะเร็ง (Carcinogenic compound) รวมอยู่ด้วย สารก่อมะเร็งในน้ำมันดิบที่พบมาก ได้แก่ เบนซีน (Benzene) และสารในกลุ่มโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon; PAHs) (IARC, 1989)

สาร PAHs เป็นกลุ่มสารอินทรีย์ ประกอบด้วย วงแหวนเบนซีนหลายวงมารวมตัวกันโดยระดับความเป็นพิษจะรุนแรงขึ้นตามจำนวนวงแหวนที่เพิ่มขึ้น ทั้งนี้ยังมีปัจจัยอื่น ๆ เช่น รูปแบบของโครงสร้างทางเคมีซึ่งมีส่วนสำคัญต่อฤทธิ์การก่อมะเร็งของสาร PAHs ซึ่งมีมากกว่าร้อยชนิด ปัจจุบันทางสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency; US-EPA) ได้กำหนดสาร PAHs ที่เป็นอันตรายทั้งหมด 16 ชนิด โดยสารที่มีฤทธิ์ในการก่อมะเร็งมากที่สุด คือ สารเบนโซเอไพเร็น (Benzo[a]pyrene) (ATSDR, 1995)

แหล่งกำเนิดที่สำคัญของสาร PAHs มีอยู่หลากหลายทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ไฟไหม้ป่า และแหล่งกำเนิดจากมนุษย์ เช่น ไอเสียจากยานพาหนะ เขม่าควันจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งเกิดจากการรั่วไหลของน้ำมันดิบ (Sojinu et al., 2010; Mitra et al., 2009; Sauer et al., 1991; Jones et al., 1986) ผลการวิจัยที่ผ่านมา พบว่า อุบัติเหตุการรั่วไหลของน้ำมันดิบเป็นสาเหตุสำคัญในการปนเปื้อนของสาร PAHs ในตะกอนดินและสัตว์ทะเล รวมถึงการสะสมในห่วงโซ่อาหาร นอกจากนี้ สาร PAHs ยังตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้เป็นระยะเวลานาน โดยเฉพาะในวัฏภาคของตะกอนดิน จากนั้นจะเกิดการสะสมในสัตว์ทะเล

และถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหาร (Food web) ผ่านกระบวนการ Bioaccumulation และ Biomagnification (Jiang et al., 2009; Khairy et al., 2009) สุดท้ายเกิดการสะสมในร่างกายมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เมื่อได้รับสารนี้ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ดังนั้น สารในกลุ่มนี้อาจเป็นสารกลุ่มหนึ่งที่มีแนวโน้มก่อให้เกิดปัญหาในระยะยาวต่อระบบนิเวศและประชาชน ที่จำเป็นต้องใช้ทรัพยากรทางทะเลในบริเวณที่มีการปนเปื้อนจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล

ดังนั้น ข้อมูลการศึกษาการแพร่กระจาย การสะสมและระดับการปนเปื้อนของสาร PAHs ในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในตะกอนดินภายหลังจากการรั่วไหลของน้ำมันดิบเป็นสิ่งที่จะต้องดำเนินการศึกษาวิจัย เนื่องจากข้อมูลนี้นำไปสู่แนวทางในการปฏิบัติเพื่อติดตามตรวจสอบ รวมทั้งประเมินความเสี่ยงของการปนเปื้อนสาร PAHs ที่สะสมตัวตกค้างในระบบนิเวศ รวมทั้งสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ที่ต้องสัมผัสกับสาร PAHs ทั้งทางตรงและทางอ้อม นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้ยังสามารถใช้ประกอบการตัดสินใจในกระบวนการฟื้นฟูพื้นที่ (Site remediation) โดยเฉพาะในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสูง (Hot spot) รวมทั้งเป็นข้อมูลภูมิหลัง (Background data) เพื่อกำหนดค่ามาตรฐานการปนเปื้อนของสาร PAHs ในตะกอนดิน เพื่อควบคุมการปนเปื้อนที่อาจเกิดขึ้นต่อไปในอนาคต ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ได้เล็งเห็นความสำคัญและจัดทำข้อเสนอโครงการ เพื่อศึกษาการแพร่กระจายและสะสมตัวของสาร PAHs ในตะกอนดิน กรณีศึกษา เหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลในบริเวณชายฝั่งจังหวัดระยองขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 เพื่อศึกษาการแพร่กระจายและสะสมตัวของสาร PAHs ในตะกอนดิน ซึ่งได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลในบริเวณชายฝั่งจังหวัดระยอง

2.2 เพื่อประเมินความเสี่ยงของสิ่งแวดล้อมชายฝั่งและชุมชนต่อเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล และการปนเปื้อนของสาร PAHs รวมทั้งสร้างกระบวนการการมีส่วนร่วมของชุมชน เพื่อเฝ้าระวังและติดตามปัญหาในพื้นที่

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้ มีขอบเขตการศึกษาที่สอดคล้องตามแต่ละวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งประกอบด้วย

3.1 เก็บตัวอย่างตะกอนดินเพื่อวิเคราะห์หาสาร PAHs โดยทำการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างตะกอนดิน ซึ่งพิจารณาและอ้างอิงตำแหน่งจุดเก็บโดยใช้การเคลื่อนตัวของคราบน้ำมันจากภาพถ่ายดาวเทียมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ

3.2 เก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำบริเวณชายฝั่งทะเล และประเมินความเสี่ยงของสิ่งแวดล้อมชายฝั่งและชุมชนต่อเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล รวมทั้งสร้างกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนเพื่อเฝ้าระวังและติดตามปัญหาในพื้นที่

1.4 ระยะเวลาการดำเนินงาน

เดือนตุลาคม 2558 ถึงเดือนกันยายน 2560

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 5.1 ข้อมูลระดับความเข้มข้นของสาร PAHs และสถานการณ์การปนเปื้อนในพื้นที่ศึกษา
- 5.2 แผนที่รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของสาร PAHs รวมทั้งจุดที่มีการปนเปื้อนสูง (Hot spot)
- 5.3 ข้อมูลการประเมินความเสี่ยงทั้งทางสิ่งแวดล้อมและสุขภาพประชาชนจากสาร PAHs ในพื้นที่ศึกษา
- 5.4 ข้อมูลภูมิหลังสำหรับการกำหนดมาตรฐานการปนเปื้อนของสาร PAHs ในตะกอนดิน
- 5.5 แนวทางการติดตามตรวจสอบ การป้องกัน และการจัดการความเสี่ยง จากปัญหาการปนเปื้อนของสาร PAHs ในสิ่งแวดล้อม โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและชุมชนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ

บทที่ 2

ทบทวนเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

















2.1 สารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Polycyclic Aromatic Hydrocarbon; PAHs)

สาร PAHs เป็นสารพิษและเป็นสารก่อมะเร็ง ซึ่งเป็นกลุ่มของสารอินทรีย์ที่เป็นมลพิษในสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปเกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิง (Curtosi et al., 2009; Wang et al., 2010) มีคุณสมบัติในการละลายน้ำต่ำ เนื่องจากมีความคงทนในสิ่งแวดล้อมสูง สาร PAHs ที่สะสมในตะกอนดินจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตหน้าดินในระยะยาว (Liu et al., 2012) ซึ่งตะกอนดินที่ปนเปื้อนสาร PAHs อาจทำให้สิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณหน้าดินตายได้ ซึ่งหากสัตว์ขนาดเล็กในลำดับชั้นด้านล่างของห่วงโซ่อาหารตายลง จะทำให้สัตว์ขนาดใหญ่ที่อยู่ลำดับชั้นด้านบนของห่วงโซ่อาหารขาดแคลนอาหาร ในทางตรงกันข้าม หากสัตว์ขนาดเล็กมีชีวิตรอดอยู่ได้ แต่มีการสะสมสารพิษไว้ในเนื้อเยื่อ เมื่อสัตว์ขนาดใหญ่กว่าบริโภคสัตว์ดังกล่าว ทำให้อาจได้รับสารพิษในระดับที่เป็นอันตรายได้ ส่วนมนุษย์สามารถได้รับสารปนเปื้อนในระดับที่เป็นอันตรายจากการบริโภคสัตว์ในลำดับชั้นที่สูงในห่วงโซ่อาหาร

สาร PAHs ที่มีมวลโมเลกุลสูง มีจุดเดือดสูงและความดันไอต่ำ การย่อยสลายและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีเกิดขึ้นได้ยากกว่าสาร PAHs ที่มีมวลโมเลกุลต่ำ ทำให้สาร PAHs ที่มีมวลโมเลกุลสูงสามารถสะสมตัวอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้เป็นเวลานาน (Nasher et al., 2013; Retnam et al., 2013; Zong et al., 2014)

สาร PAHs เป็นสารมลพิษที่สามารถสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้เป็นเวลานาน ซึ่งในแต่ละชนิดมีลักษณะและความเป็นพิษที่แตกต่างกัน สามารถก่อให้เกิดมะเร็ง และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสารพันธุกรรม อาจนำไปสู่การกลายพันธุ์ องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (United State Environmental Protection Agency: US-EPA) กำหนดให้สาร PAHs 16 ชนิด ได้แก่ Naphthalene (Nap), Acenaphthylene (Acy), Acenaphthene (Ace), Fluorene (Fl), Phenanthrene (Phe), Anthracene (An), Fluoranthene (Fluo), Pyrene (Pyr), Benzo[a]anthracene (B[a]A), Chrysene (Chry), Benzo[b]fluoranthene (B[b]F), Benzo[k]fluoranthene (B[k]F), Benzo[a]pyrene (B[a]P), Indeno (1,2,3-cd) pyrene (Ind), Dibenz[a,h]anthracene (D[a,h]A) และ Benzo[g,h,i]perylene (B[g,h,i]P) แสดงดังตารางที่ 2.1 เป็นสารมลพิษที่ควรให้ความสำคัญและกำจัดออกจากสิ่งแวดล้อมให้เร็วที่สุด

ตารางที่ 2.1 รูปแบบและโครงสร้างทางเคมีของสาร PAHs 16 ชนิด

ชนิดของสารพีเอเอช	ชื่อย่อ	สูตรเคมี	น้ำหนักโมเลกุล	โครงสร้างทางเคมี
Naphthalene	Nap	C ₁₀ H ₈	128	
Acenaphthene	Ace	C ₁₂ H ₁₀	152	
Acenaphthylene	Acy	C ₁₂ H ₈	154	
Fluorene	Fl	C ₁₃ H ₁₀	166	
Anthracene	An	C ₁₄ H ₁₀	178	
Phenanthrene	Phe	C ₁₄ H ₁₀	178	
Fluoranthene	Fluo	C ₁₆ H ₁₀	202	
Pyrene	Py	C ₁₆ H ₁₀	202	
Benzo[a] anthracene	B[a]A	C ₁₈ H ₁₂	228	
Chrysene	Chry	C ₁₈ H ₁₂	228	
Benzo[b]fluoranthene	B[b]F	C ₂₀ H ₁₂	252	
Benzo[k]fluoranthene	B[k]F	C ₂₀ H ₁₂	252	
Benzo[a]pyrene	B[a]P	C ₂₀ H ₁₂	252	
Benzo[ghi]perylene	B[g,h,i]P	C ₂₂ H ₁₂	276	
Indeno[1,2,3cd]pyrene	Ind	C ₂₂ H ₁₂	276	
Dibenzo[a,h]anthracene	D[a,h]A	C ₂₂ H ₁₄	278	

2.1.1 คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร PAHs

สาร PAHs เป็นกลุ่มสารประเภทไฮโดรคาร์บอนที่มีโครงสร้างโมเลกุล ประกอบด้วย วงเบนซินตั้งแต่ 2 วง เชื่อมต่อกัน โดยวงเบนซิน 2 วงที่อยู่ติดกันต้องใช้คาร์บอน 2 อะตอมร่วมกัน วงเบนซินอาจมีคาร์บอน 5 หรือ 6 อะตอมก็ได้ เกิดเป็นสารประกอบที่แตกต่างกันมากกว่า 100 ชนิด ส่วนใหญ่จะมีจุดเดือดและจุดหลอมเหลวสูง ดังแสดง ในตารางที่ 2.2 สาร PAHs เป็นพวกไม่มีขั้วจึงละลายน้ำได้น้อย แต่สามารถละลายได้ในตัวทำละลายอินทรีย์ ความสามารถในการละลายน้ำและการระเหยของสาร PAHs จะลดลงตามน้ำหนักโมเลกุลหรือจำนวน

วงแหวนที่เพิ่มขึ้น และสาร PAHs แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ สาร PAHs ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ (low molecular weight PAHs) คือ สารที่มีวงแหวนเบนซีนน้อยกว่า 4 วง และสาร PAHs ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง (high molecular weight PAHs) คือ สารที่มีวงแหวนเบนซีนตั้งแต่ 4 วงขึ้นไป

ตารางที่ 2.2 สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร PAHs

PAHs	จำนวนวง แหวนเบนซีน	จุดหลอมเหลว (°C)	จุดเดือด (°C)	ความสามารถใน การละลาย (mg/l)	Log K _{ow}	ความดันไอ (torr at 20 °C)
Naphthalene	2	80	218	30	3.37	4.9 × 10 ⁻²
Acenaphthylene	3	92	265	3.93	4.07	2.9 × 10 ⁻²
Acenaphthene	3	96	279	3.47	4.33	2.0 × 10 ⁻²
Fluorene	3	116	293	1.98	4.18	1.3 × 10 ⁻²
Phenanthrene	3	101	340	1.29	4.46	6.9 × 10 ⁻⁴
Anthracene	3	216	340	0.07	4.45	1.9 × 10 ⁻⁷
Fluoranthene	4	111	-	0.26	5.33	6.0 × 10 ⁻⁶
Pyrene	4	149	360	0.14	5.32	6.9 × 10 ⁻⁷
Chrysene	4	255	-	0.002	5.61	6.3 × 10 ⁻⁷
Benzo[a]anthracene	4	158	400	0.014	5.61	5.0 × 10 ⁻⁹
Benzo[b]fluoranthene	5	167	-	1.2 × 10 ⁻⁵	6.57	5.0 × 10 ⁻⁷
Benzo[k]fluoranthene	5	217	480	5.5 × 10 ⁻⁴	6.84	5.0 × 10 ⁻⁷
Benzo[a]pyrene	5	179	496	3.8 × 10 ⁻⁵	6.04	5.0 × 10 ⁻⁷
Dibenzo[a,h]anthracene	5	262	-	5.0 × 10 ⁻⁴	5.97	1.0 × 10 ⁻¹⁰
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	6	163	-	0.062	7.66	1.0 × 10 ⁻¹⁰
Benzo[g,h,i]perylene	6	222	-	2.6 × 10 ⁻⁴	7.23	1.0 × 10 ⁻¹⁰

ที่มา : (Mabey *et al.*, 1982)

2.1.2 แหล่งกำเนิดของสาร PAHs ในสิ่งแวดล้อม

แหล่งกำเนิดของสาร PAHs ในสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่มาจาก 2 แหล่งใหญ่ ๆ คือ จากธรรมชาติ (natural source) และจากกิจกรรมของมนุษย์ (anthropogenic source) (Tolosa *et al.*, 2004) ซึ่งแต่ละแหล่งกำเนิดก่อให้เกิดสาร PAHs ที่แตกต่างกันไป ตารางที่ 2.3 ดังนี้

2.1.2.1 แหล่งกำเนิดสาร PAHs จากธรรมชาติ เกิดจากกระบวนการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ของสารอินทรีย์ เช่น การเกิดไฟฟ้า ภูเขาไฟระเบิด พืช และแบคทีเรีย (Wolska *et al.*, 2012) สาร PAHs ที่เกิดขึ้นจะสะสมอยู่ในอากาศและถูกชะล้างด้วยน้ำฝนไปสะสมอยู่ในน้ำ (Herngren *et al.*, 2010)

2.1.2.2 แหล่งกำเนิดสาร PAHs จากกิจกรรมมนุษย์ เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม การกลั่นน้ำมันดิบ รวมทั้งควันจากท่อไอเสียรถยนต์ การเผาขยะและการเผาตอฟางข้าวของเกษตรกร ความเข้มข้น

ของสาร PAHs ในสิ่งแวดล้อม ขึ้นกับระยะห่างระหว่างบริเวณที่ปนเปื้อนกับแหล่งที่ผลิตสาร PAHs ระดับของการพัฒนาอุตสาหกรรมและความสามารถในการเคลื่อนย้ายของสาร PAHs (Kanaly and Harayama, 2000) สาร PAHs จากกิจกรรมมนุษย์แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ตามกระบวนการเกิดของสาร PAHs ดังนี้

1) สาร PAHs ที่เกิดจากปิโตรเลียม (petrogenic source) คือ สาร PAHs ที่มีอยู่ในน้ำมันปิโตรเลียมและผลิตภัณฑ์จากการกลั่นน้ำมันดิบ โมเลกุลของสารกลุ่มนี้มีจำนวนวงแหวนเบนซีน 2-4 วง (Hong et al., 2016) โดยส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดจากการคมนาคมขนส่งทางเรือ ได้แก่ การขนส่งน้ำมัน การเกิดอุบัติเหตุของเรือบรรทุกน้ำมันหรือเรือสินค้า และการปล่อยทิ้งน้ำอับเฉาใต้ท้องเรือ

2) สาร PAHs ที่เกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง (pyrogenic sources) ซึ่งมีจำนวนวงแหวนเบนซีน 3-5 วง เป็นสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูง โดยมีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงที่ไม่สมบูรณ์ (incomplete combustion process) ในรถยนต์ เครื่องยนต์ เครื่องจักรต่าง ๆ โรงงานอุตสาหกรรม ถ่านหิน และไฟไหม้ป่า แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แหล่งที่มาของสาร PAHs ที่สำคัญ

แหล่งที่มา (Source)	สาร PAHs ที่พบ
กระบวนการเผาไหม้ถ่านหิน	Phe, Fluo และ Pyr
การใช้แก๊สจากบ้านเรือน	Chry, Pyr และ Fluo
กระบวนการเผาไหม้	B[a]P และ Fluo
เชื้อเพลิงจากน้ำมันในโรงงานอุตสาหกรรม	Fluo, Pyr และ Chry
การเผาไหม้ฟางข้าว	Ind, B[a]P และ D[a,b]A
เตาเผาขยะ	Pyr, Phe และ Fluo
การใช้น้ำมันเบนซินและดีเซลในยานพาหนะ	Fluo, Pyr, B[b]F และ B[k]F

ที่มา : (ATSDR, 1995)

2.1.3 ความเป็นพิษของสาร PAHs

2.1.3.1 สารก่อมะเร็ง (Carcinogenicity)

สาร PAHs เป็นสารมลพิษที่ควรให้ความสำคัญ เนื่องจากคุณสมบัติความเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งได้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 กลุ่ม ตามความสามารถในการก่อมะเร็ง คือ สารที่น่าจะก่อมะเร็งในคน สารที่อาจก่อมะเร็งในคน และสารที่ไม่น่าจะก่อมะเร็งในคน (ตารางที่ 2.4) โดยการจัดกลุ่มดังกล่าว ใช้ข้อมูลที่แสดงศักยภาพของการก่อมะเร็งในมนุษย์และสัตว์ทดลอง และเป็นส่วนประกอบอยู่ในสารผสมที่ได้รับการยืนยันทางระบาดวิทยาแล้วว่าเป็นสาเหตุหรือมีส่วนทำให้เกิดมะเร็งในคน เช่น คันบุหรี น้ำมันดิบ เขม่าจากเตาเผาถ่านหิน หรือจากท่อไอเสีย

รณยนต์ และเป็นการยากที่จะตรวจยืนยันปริมาณความเข้มข้นของสาร PAHs แต่ละชนิดที่มนุษย์ได้รับในสารผสมเหล่านี้ นอกจากนี้ยังมีสารก่อมะเร็งอื่น ๆ ปะปนอยู่ในสารผสมดังกล่าวด้วย (Christensen and Arora, 2007)

ตารางที่ 2.4 การแบ่งชนิดของสาร PAHs

กลุ่มสารก่อมะเร็ง	กลุ่มไม่ก่อมะเร็ง
Benzo(a)anthracene	Acenaphthene
Benzo(a)pyrene	Acenaphthylene
Benzo(b)fluoranthene	Anthracene
Benzo(k)fluoranthene	Benzo(g,h,i)perylene
Chrysene	Fluoranthene
Dibenz(a,h)anthracene	Fluorene
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	Phenanthrene
	Pyrene

ที่มา : (ไมตรี, 2536)

2.1.3.2 การเป็นสารก่อกลายพันธุ์ (Mutagenicity)

สาร PAHs ที่เป็นสารก่อมะเร็งจะมีฤทธิ์เป็นสารก่อเกิดการกลายพันธุ์ด้วย โดยสาร PAHs บางชนิดเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกเมตาโบไลต์โดยเอนไซม์ Cytochrome P-450 ทำให้เกิดการเติมหมู่ไฮดรอกซี (-OH) ที่เป็นวงเบนซินได้เป็นสารอนุพันธ์ Epoxide ซึ่งเป็นสารที่ว่องไวมาก สามารถสร้างพันธะโควาเลนต์ได้ดีกับสารพวกโปรตีนและกรดนิวคลีอิก จากการศึกษาตำแหน่งบนโครงสร้าง DNA พบว่า เบสและหมู่ฟอสเฟต เป็นตำแหน่งที่เกิดการสร้างพันธะโควาเลนต์กับสารก่อมะเร็ง

2.1.4 การกระจายตัวของสาร PAHs ในสิ่งแวดล้อม

สาร PAHs สามารถเข้าสู่สิ่งแวดล้อมได้หลายทาง ทั้งจากธรรมชาติและจากกิจกรรมของมนุษย์ สาร PAHs ที่เกิดจากธรรมชาติ เช่น การซึมของน้ำมันดิบจากแหล่งน้ำมันใต้ดิน ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสาร PAHs ในแหล่งน้ำธรรมชาติและดิน ส่วนที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ที่สำคัญ คือ กิจกรรมที่มีการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ ซึ่งการเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์นี้ ทำให้เกิดสาร PAHs แตกต่างกันไป ขึ้นกับวัสดุที่นำมาเผาไหม้

สาร PAHs เป็นสารที่พบกระจายตัวอยู่ทั่วไปในดิน และอาจถูกขนถ่ายไปไกลจากแหล่งกำเนิด เช่น บริเวณที่อยู่อาศัยและเขตโรงงานอุตสาหกรรม คาดว่าปริมาณของสาร PAHs ที่ปนเปื้อนในดินส่วนใหญ่นั้น มาจากกระบวนการปล่อยควันเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม และการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของยานพาหนะ

สาร PAHs ส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำ เมื่อปนเปื้อนในน้ำจะรวมตัวกัน หรือเกาะกับคอลลอยด์ดินตตะกอนสะสมอยู่ในดินตะกอน พบว่า ปริมาณสาร PAHs ในดินตะกอนมีมากกว่าบริเวณผิวน้ำประมาณ 2.5 เท่า ความเข้มข้นของสาร PAHs ในดิน (Nasher et al., 2013; Retnam et al., 2013; Zong et al., 2014)

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสาร PAHs รวมที่ตกค้างในตะกอนดินในน่านน้ำเขตร้อน (Tropical Water)

สถานที่	ช่วงความเข้มข้น	ค่าความเข้มข้นเฉลี่ย	เอกสารอ้างอิง
ชายฝั่งเขาหลัก พังงา	12.6 - 272.0	64.5	Tipmanee et al., 2012
อ่าวไทย			
เลียบชายฝั่งทะเล	11-1,992	506	Wattayakorn, 2005
ทะเลเปิด			
อ่าวไทยตอนบน	39-95	70	
นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด	11-324	79	
อ่าวไทยตอนล่าง	14-67	51	
ชายฝั่งทะเล ประเทศมาเลเซีย	4-924	139.5	Zakaria et al., 2002
ชายฝั่งทะเลจาร์กาต้า	257-1511	-	Rinawati et al., 2012
ประเทศอินโดนีเซีย			

จากตารางที่ 2.5 ปริมาณการตกค้างของสาร PAHs ในอ่าวไทย จะขึ้นอยู่กับระยะห่างจากแหล่งกำเนิดของสาร PAHs โดยพิจารณาเปรียบเทียบค่าความเข้มข้นเฉลี่ยระหว่างบริเวณเลียบชายฝั่งทะเลกับบริเวณทะเลเปิดพบว่า ค่าความเข้มข้นบริเวณเลียบชายฝั่งทะเลจะมีค่าสูงกว่าบริเวณทะเลเปิด เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดของสาร PAHs ที่เกิดจากกิจกรรมมนุษย์ เช่น โรงงานอุตสาหกรรม การเผาไหม้จากบ้านเรือน รวมถึงยานพาหนะในขณะเดียวกัน หากพิจารณาในบริเวณทะเลเปิด พบว่า ในนิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด มีค่าความเข้มข้นสูงกว่าบริเวณอ่าวไทยตอนบนและอ่าวไทยตอนล่างอย่างมีนัยสำคัญ จากค่าเฉลี่ยรวมของสาร PAHs นี้สามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน เพื่อเปรียบเทียบกับปริมาณการตกค้างที่เกิดจากการรั่วไหลของน้ำมันดิบในชายฝั่งจังหวัดระยอง นำไปสู่การประเมินถึงระดับความรุนแรงของผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม ที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหลในครั้งนี้

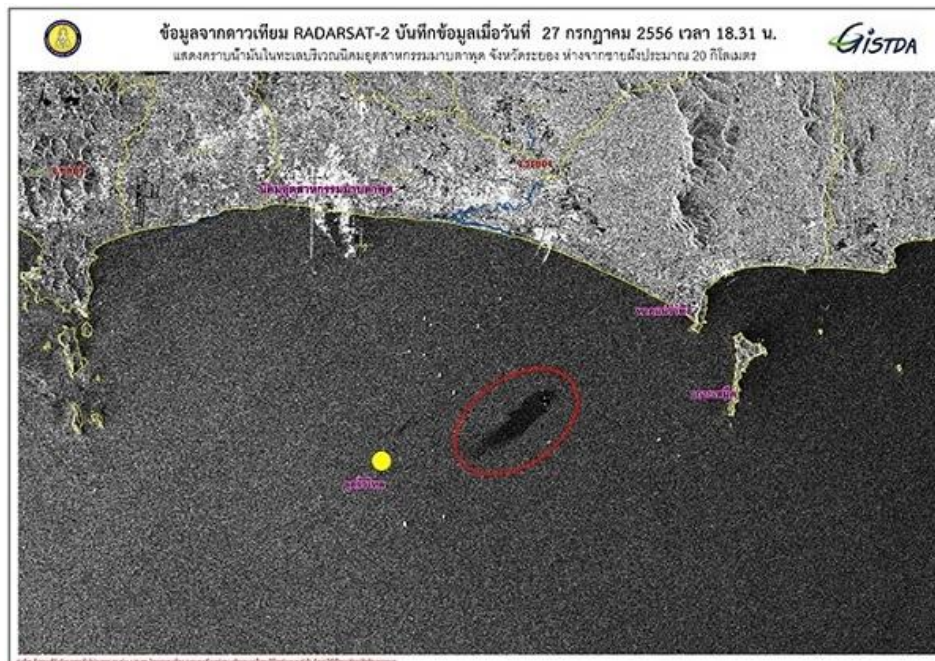
นอกจากนี้สาร PAHs ยังตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้เป็นระยะเวลานาน โดยเฉพาะในวัฏภาคของตะกอนดินจากนั้นจะเกิดการสะสมในสัตว์ทะเล และถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหาร ผ่านกระบวนการ Bioaccumulation และ Biomagnifications (Jiang et al., 2009; Khairy et al., 2009) สุดท้ายเกิดการสะสมในร่างกายมนุษย์ทั้งทางตรงและทางอ้อม เมื่อได้รับสารนี้ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน ดังนั้น สารในกลุ่มนี้อาจเป็นสารกลุ่มหนึ่งที่มีแนวโน้มก่อให้เกิดปัญหาในระยะยาวต่อระบบนิเวศน์ และประชาชนจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรทางทะเลในบริเวณที่มีการปนเปื้อนจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล การประเมินความเสี่ยงที่มีต่อระบบนิเวศน์ในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของ

สาร PAHs จำเป็นต้องดำเนินการ เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อน รวมทั้งกระบวนการวางแผนฟื้นฟูพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนสูง (Hot spot)

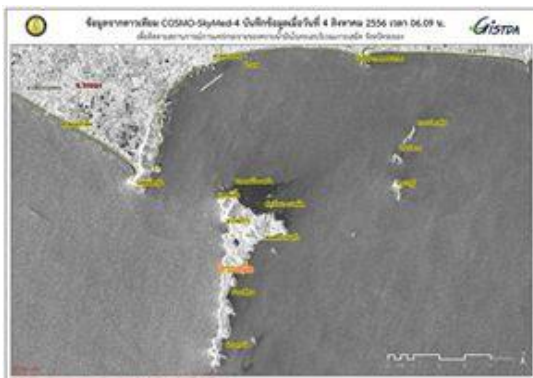
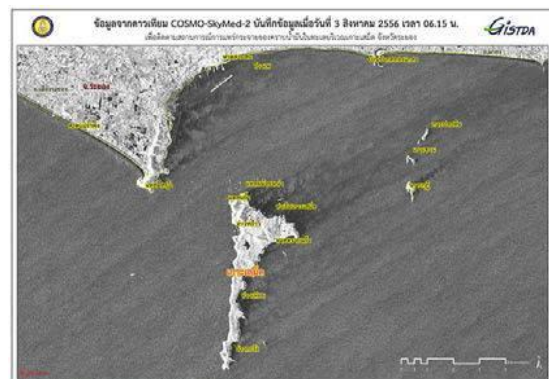
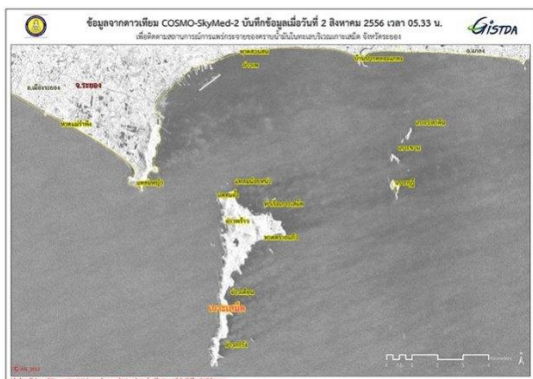
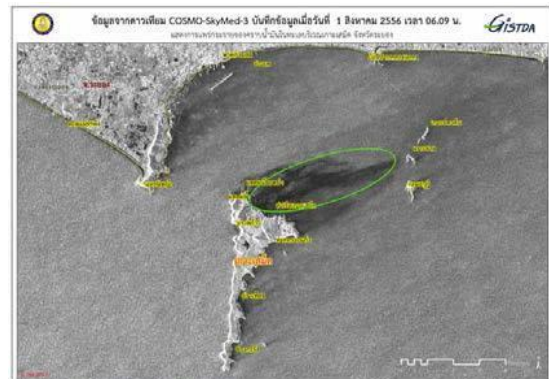
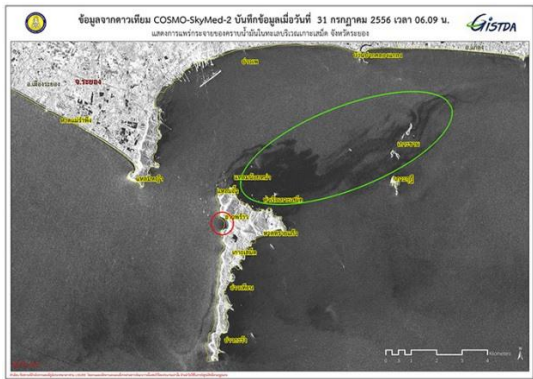
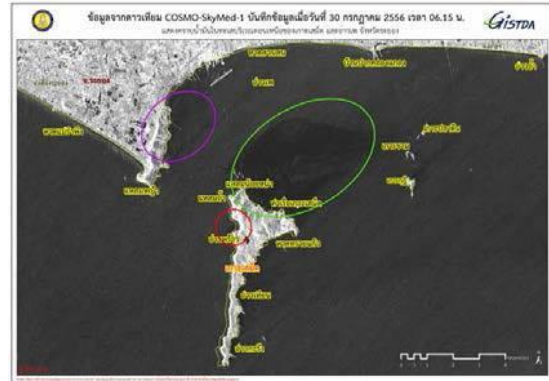
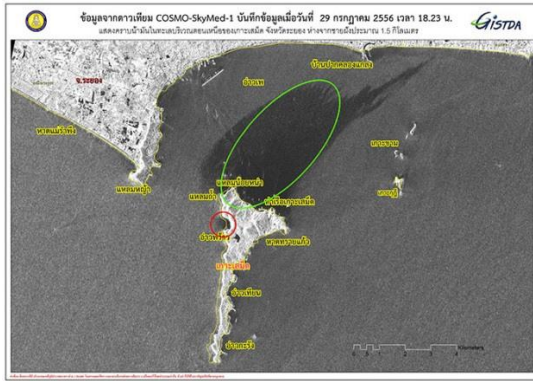
2.2 เหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลทั้งในประเทศและต่างประเทศ

2.2.1 น้ำมันดิบรั่วไหล อ่าวมะพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง

จากกรณีที่บริษัทน้ำมันดิบกลางทะเลของบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) เกิดรั่วไหล น้ำมันดิบลงในทะเล จำนวน 50,000 ลิตรหรือ 50 ตัน เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม 2556 ก่อให้เกิดคราบน้ำมันปริมาณมากทะลักเข้าอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งเหตุการณ์ดังกล่าวห่างจากท่าเรือน้ำลึกมาตามุดไปทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ ประมาณ 20 กิโลเมตร แสดงให้เห็นถึงคราบน้ำมันที่ผิวหน้าทะเล มีขนาดพื้นที่ประมาณ 15 ตารางกิโลเมตร ห่างชายฝั่งทะเลประมาณ 1.6 กิโลเมตร โดยคราบน้ำมันที่พบเป็นบริเวณกว้าง อยู่ทางตอนเหนือของเกาะเสม็ด (วงสีเขียว) ดังรูปที่ 2.2 และมีทิศทางเคลื่อนที่ไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือเข้าหาฝั่ง แต่มีลักษณะเป็นเพียงแผ่นฟิล์มบางๆ ซึ่งส่วนใหญ่จะสลายตัวด้วยกระบวนการธรรมชาติ เช่น แบคทีเรียและแสงอาทิตย์ต่อไป สำหรับพื้นที่ที่คราบน้ำมันยังมีความหนาแน่นจะเป็นหย่อม ๆ ในอ่าวที่มีลักษณะปิดทางฝั่งตะวันตกของเกาะเสม็ด โดยเฉพาะบริเวณอ่าวพร้าว (วงกลมสีแดง) ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกำลังดำเนินการขจัดอยู่อย่างรีบด่วน (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ)



รูปที่ 2.1 คราบน้ำมันในทะเลบริเวณอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ)

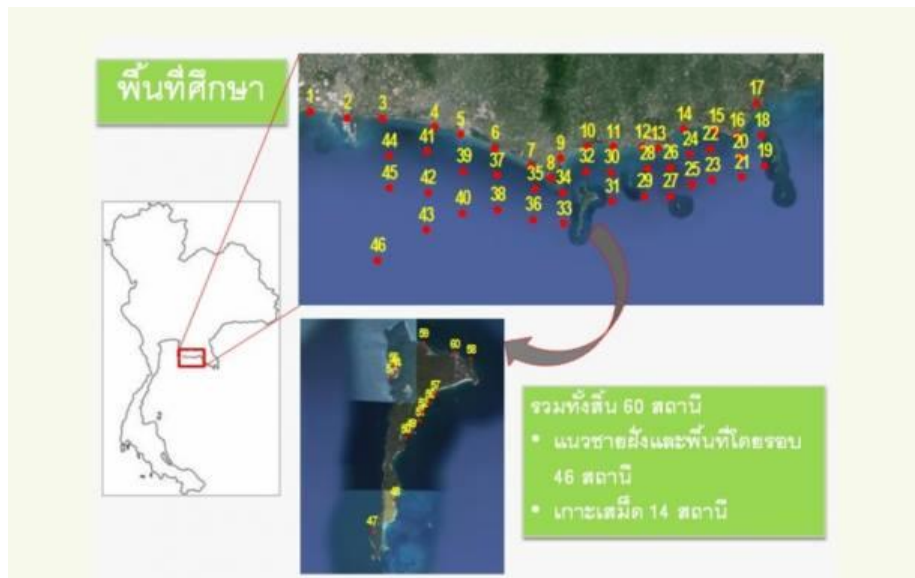


รูปที่ 2.2 ภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณน้ำม่น้ำร้อน (สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ)

เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารก่อมะเร็ง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อทั้งในระยะสั้นและระยะยาว และสารกระจายคราบน้ำมัน (Dispersant) หรือสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดน้ำมันดิบรั่วครั้งนี้ คือ ซิลิกอนไฮโพรยลงไปจำนวน 3.2 หมื่นลิตร เพื่อกำจัดน้ำมัน 5 หมื่นลิตร ตามหลักการควรใช้แค่สัดส่วน 5-10 เปอร์เซ็นต์ แต่ครั้งนี้ใช้ไปมากกว่า 6 เท่า ทำให้อนุภาคน้ำมันแตกตัวเล็กลงกว่าเดิม ก่อนตกตะกอนลงใต้ทะเล สารเคมีตัวนี้จะล้อมรอบเม็ดน้ำมันไปตลอด ทำให้ตกค้างอยู่ในระบบนิเวศและสิ่งแวดล้อม และน้ำมันที่ยังตกค้างอยู่ตามพื้นทะเล ทราายหาด ตะกอนดินใต้ชายฝั่ง น้ำมันพวกนี้จะมีโลหะหนักและสารก่อมะเร็ง ซึ่งมีสาร PAHs เป็นองค์ประกอบ (พิสุทธิ์ เพียรมนกุล, 2556)

สำหรับน้ำมันดิบรั่วไหลจนเกิดคราบน้ำมันในทะเลอ่าวไทย ก่อให้เกิดความเสียหายกับสัตว์และพืชทะเลน้ำตื้นจำนวนมาก เพราะคราบน้ำมันในทะเลจะทำให้สิ่งมีชีวิตใต้ทะเลไม่มีแสง อากาศ และอาหารในการดำรงชีวิต รวมถึงความสูญเสียทางการท่องเที่ยว ซึ่งแม้จะใช้กระบวนการทางเคมีในการกำจัดคราบน้ำมันในทะเลแล้วก็ตาม ก็ยังหลงเหลือคราบน้ำมันบางส่วนที่ต้องปล่อยให้ย่อยสลายไปเองตามธรรมชาติ ซึ่งกระบวนการตามธรรมชาตินี้ต้องใช้เวลาอย่างน้อยๆ ประมาณ 1 เดือน ในการย่อยสลาย โดยในช่วงนี้อาจจะพบเห็นทาร์บอล (Tarball) ที่มีลักษณะเป็นก้อนเหนียวสีดำคล้ายยางมะตอยอยู่ตามริมทะเล โขดหิน ซึ่งยังต้องใช้เวลาอีกนานในการย่อยสลาย และหลังจากนั้นก็เข้าสู่กระบวนการฟื้นฟู ซึ่งต้องใช้เวลาเป็นปีกว่าสารพิษจะหมดไปจากทะเลและชายหาด รวมถึงการทำให้ทราย โขดหิน ปะการังตามชายหาดกลับมาสะอาดเหมือนเดิม

ผศ.ดร.ธรรณ ฉำรงนาวาสวัสดิ์ หัวหน้าภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ศึกษาด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางทะเลโดยครอบคลุมจุดศึกษามากกว่า 40 จุด ดังรูปที่ 2.3 ตั้งแต่บริเวณจุดเกิดเหตุและชายฝั่งมาตามจุดจนถึงอ่าวพร้าว บ้านเพ และแหลมแม่พิมพ์ ตลอดทั้งแนวคราบน้ำมันที่ไหลผ่านและในพื้นที่ใกล้เคียง จากการสำรวจอย่างต่อเนื่อง พบว่า ปลาในแนวปะการัง ไม่พบการผิดปกติของประชากรปลา ส่วนระบบนิเวศน์ในบริเวณใกล้เคียง เช่น เกาะกูด อ่าวบ้านเพ แหลมหญ้าทะเล ฯลฯ ไม่พบความผิดปกติของคุณภาพน้ำและแพลงก์ตอน แต่ต้องติดตามด้านพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งอาจมีความเปลี่ยนแปลงในอนาคตต่อไปอย่างน้อย 1 ปี หรือจนกว่าระบบนิเวศน์จะฟื้นตัว ซึ่งข้อมูลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งบริเวณรอบเกาะเสม็ด ของ “กรมควบคุมมลพิษ” โดยสรุปจากการเก็บตัวอย่างน้ำทะเลมาตรวจสอบทางวิทยาศาสตร์หลายครั้งตั้งแต่เดือนสิงหาคม-เดือนกันยายน ที่ผ่านมา เพื่อหาค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าออกซิเจนละลายน้ำ โลหะหนัก สารหนู โครเมียม โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน พบว่า ทั้งหมดอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ส่วนค่าปรอท และค่าบิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน พบว่า อ่าวและชายหาดรอบเกาะเสม็ดเกือบทุกหาดมีค่าอยู่ระหว่าง 0.05-0.29 ไมโครกรัมต่อลิตร (ค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ต้องไม่เกิน 1 ไมโครกรัมต่อลิตร) ซึ่งเท่ากับว่าอยู่ในระดับปกติ มีเพียงค่าบิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในน้ำทะเลบริเวณอ่าวพร้าวเพียงจุดเดียวเท่านั้นที่มีค่าเกินมาตรฐาน คือ 3.30 ไมโครกรัม ส่วนคุณภาพน้ำทะเลบริเวณชายฝั่ง จังหวัดระยอง พบว่า คุณภาพน้ำทะเลอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

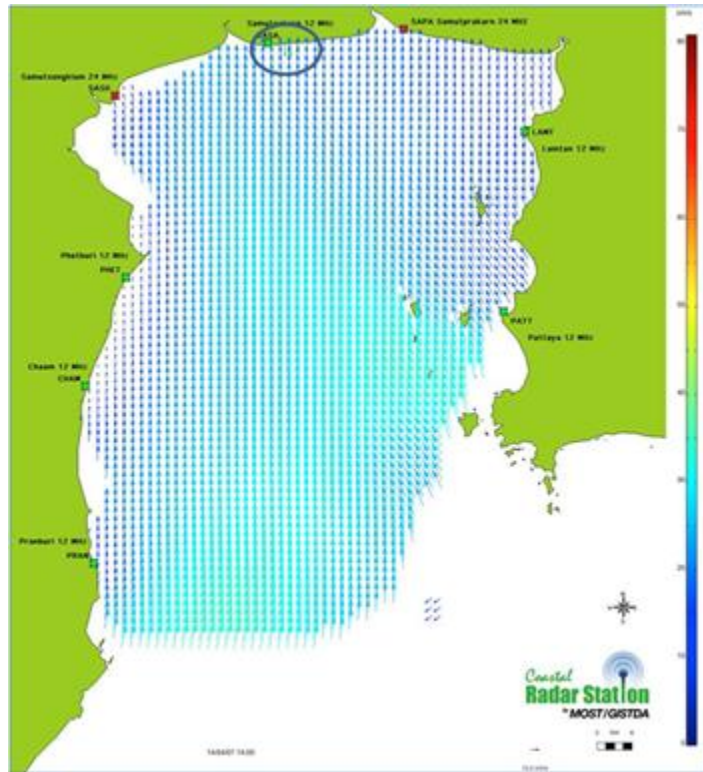


รูปที่ 2.3 จุดศึกษาตั้งแต่บริเวณจุดเกิดเหตุและชายฝั่งมาบตาพุด

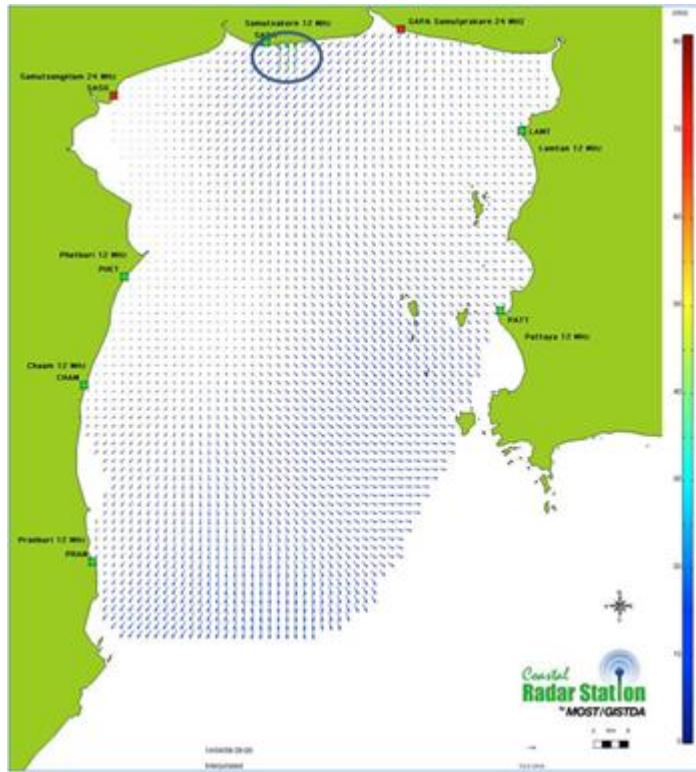
2.2.2 เรือขนน้ำมันเตาล่ม จังหวัดสมุทรสาคร

เกิดเหตุเรือน้ำมันบรรทุกน้ำมันที่จะนำไปรีไซเคิลรั่วไหลออกจากเรือในจังหวัดสมุทรสาคร ทำให้เกิดคราบน้ำมันกระจายโดยมีสัตว์ทะเล เช่น ปูและปลาในกระชัง ถูกคราบน้ำมันปนเปื้อน โดยเรือบรรทุกน้ำมันขนาด 16 เมตร บรรทุกน้ำมันได้ประมาณ 30,000-60,000 ลิตร รั่วที่ปากคลองประมง ตำบลพันท้ายนรสิงห์ จังหวัดสมุทรสาคร ห่างจากชายฝั่งประมาณ 4 กิโลเมตร เมื่อวันที่ 7 เมษายน 2557 โดยมีคราบน้ำมันลอยกระจายไปประมาณ 4-5 กิโลเมตร แพร่กระจายไปทางฝั่งสมุทรปราการ ซึ่งมีทั้งกระจายเข้าคลองและขนานกับชายฝั่ง และเมื่อวันที่ 8 เมษายน 2557 ไหลย้อนกลับมาทางสมุทรสาคร

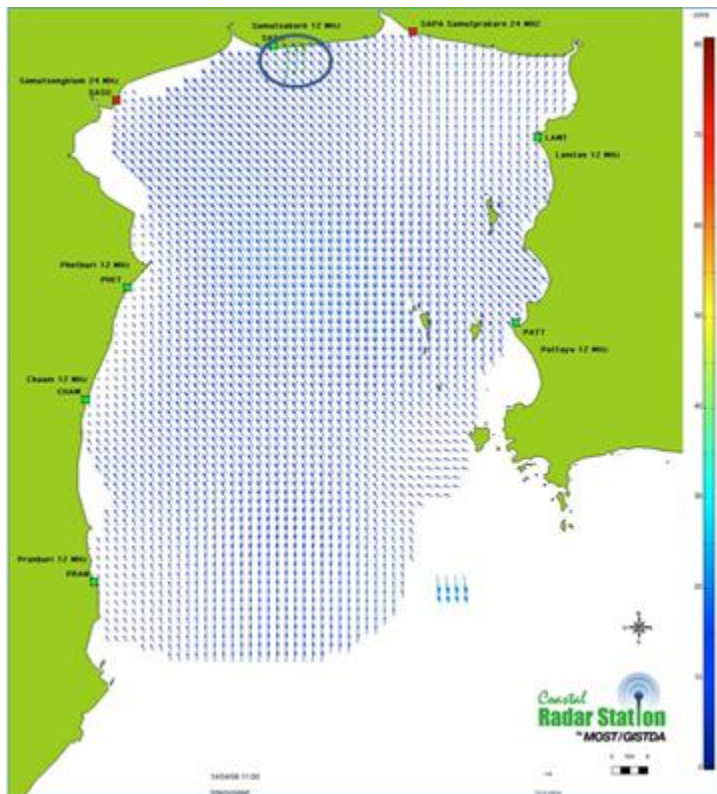
นอกจากนี้ ข้อมูลความเร็วและทิศทางกระแสน้ำเคลื่อนที่ไปทางทิศเหนือ ด้วยความเร็วประมาณ 20-30 cm/s จากการจำลองการเคลื่อนที่คาดว่าคราบน้ำมันเคลื่อนที่ปะทะชายฝั่ง เมื่อวันที่ 7 เมษายน 2557 เมื่อเวลาประมาณ 21.00 น. (ดังรูปที่ 2.4) จากนั้นกระแสน้ำค่อยๆ เปลี่ยนทิศทางเคลื่อนที่ โดยเคลื่อนที่ไปทาง ทิศใต้ด้วยความเร็วประมาณ 20 cm/s อย่างต่อเนื่อง จนถึงเวลาประมาณ 16.00 น. เริ่มเปลี่ยนทิศทางไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ ดังรูปที่ 2.5 และเปลี่ยนเป็นทิศตะวันตกเฉียงเหนือเมื่อเวลาประมาณ 17.00 น. ด้วยความเร็วประมาณ 15 cm/s โดยแนวโน้มเมื่อเวลา 18.00 น. มีทิศทางเปลี่ยนไปทางตะวันตกเฉียงเหนือ (รูปที่ 2.6)



รูปที่ 2.4 ตำแหน่งคราบน้ำมัน วันที่ 7 เมษายน 2557 เวลาประมาณ 21.00 น.



รูปที่ 2.5 ตำแหน่งคราบน้ำมัน วันที่ เมษายน 2557 เวลาประมาณ 16.00 น.



รูปที่ 2.6 ตำแหน่งคราบน้ำมัน วันที่ เมษายน 2557 เวลาประมาณ 18.00 น.

2.2.3 น้ำมันรั่วในทะเลใกล้นครริโอ เดอ จาเนโร ประเทศบราซิล

เดือนพฤศจิกายน 2554 บริษัท น้ำมันเชฟรอนของสหรัฐอเมริกา เกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล จากบ่อสำรวจน้ำมัน จากแหล่งขุดเจาะน้ำมันเฟรด นอกชายฝั่งนครริโอ เดอ จาเนโร ระยะทางประมาณ 370 กิโลเมตร ซึ่งเป็นเส้นทางสัญจรของปลาวาฬและปลาโลมา บริษัทเชฟรอน ได้ให้ข้อมูลว่าน้ำมันที่รั่วไหลเกิดจากการที่วิศวกรประเมินแรงดันของน้ำมันในบ่อต่ำเกินไปภายหลังการขุดเจาะ จึงไม่ได้นำโคลนมาอุดบริเวณปากบ่ออย่างเพียงพอ ส่งผลให้เกิดการรั่วไหลออกมา พบว่า น้ำมันรั่วไหลจากหินใต้ทะเลใกล้กับโครงการบ่อน้ำมันเฟรด ทำให้ทางการบราซิลต้องสั่งระงับการขุดเจาะน้ำมันทั้งหมดของบริษัทเชฟรอน ซึ่งน้ำมันดิบที่รั่วไหล มีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ในทะเล และอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในทะเลบางสปีชีส์สูญพันธุ์ได้ และก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจ ได้แก่ การประกาศปิดพื้นที่ทำประมง จำนวนนักท่องเที่ยวลดลง และเกิดการปนเปื้อนของสารเคมี โดยเฉพาะสาร PAHs ซึ่งสาร PAHs บางส่วนได้ละลายปนไปกับน้ำทะเล ทำให้องค์กรอาหารและยาของสหรัฐอเมริกา (Food and Drug Administration; FDA) กังวลเรื่องการปนเปื้อนของสารเคมีในอาหารทะเล

2.2.4 น้ำมันรั่วไหลในอ่าวเม็กซิโก

เมื่อวันที่ 20 เมษายน 2553 เกิดเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลในอ่าวเม็กซิโก ซึ่งมีน้ำมันดิบรั่วไหลสู่ทะเล ประมาณ 800 ล้านลิตร มีการประกาศห้ามจับสัตว์น้ำเพื่อบริโภคหรือจำหน่ายในบริเวณที่พบคราบน้ำมันและบริเวณใกล้เคียงหลังจากเกิดเหตุการณ์ไม่กี่วัน จากนั้นเจ้าหน้าที่ของรัฐบาลเริ่มสุ่มเก็บตัวอย่าง ปลา กุ้ง ปู และหอยนางรม ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบ บริเวณใกล้เคียงและบริเวณเฝ้าระวัง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่หลายร้อยตารางกิโลเมตร จำนวนมากกว่า 8,000 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาสารจากน้ำมันดิบและสารเคมีที่ใช้สลายคราบน้ำมันที่อาจตกค้างหรือสะสมอยู่ในสัตว์ทะเล

นอกจากนี้ ยังมีนักวิทยาศาสตร์จากสถาบันวิจัยและมหาวิทยาลัยอีกหลายแห่งออกเก็บตัวอย่างสัตว์ทะเล เพื่อนำมาวิเคราะห์หาสารตกค้างเช่นเดียวกัน ในน้ำมันดิบมีสารเคมีต่างๆ หลายร้อยชนิด สารที่นักวิทยาศาสตร์ให้ความสนใจ คือ สาร PAHs เนื่องจากมีข้อมูลทางวิทยาศาสตร์บ่งชี้ว่าสารกลุ่ม PAHs นี้ มีพิษก่อให้เกิดมะเร็งได้หลายชนิด เช่น มะเร็งผิวหนังและมะเร็งปอด รวมทั้งสามารถตกค้างและสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อม สัตว์ทะเลและในร่างกายมนุษย์ได้เป็นระยะเวลานาน โดยทั่วไปแล้วสัตว์ทะเลที่มีโอกาสเสี่ยงที่จะมีสารกลุ่ม PAHs สะสม ได้แก่ กุ้ง ปู และหอยนางรม เนื่องจากสัตว์จำพวกนี้มีความสามารถในการกำจัดสารพิษออกจากร่างกายน้อยกว่าสัตว์ที่เป็นอาหารทะเลชนิดอื่น นอกจากนี้ ยังมีการวัดหาปริมาณธาตุโลหะหลายชนิดที่มาจากน้ำมันดิบและวัดหาปริมาณสารตกค้างจากน้ำยาเคมีที่ใช้ขจัดคราบน้ำมัน เพื่อใช้ชี้วัดความปลอดภัยของอาหารทะเล

ผลการสำรวจหาสารตกค้าง พบว่า ภายหลังจากน้ำมันดิบรั่วไหล ตรวจพบสารในกลุ่ม PAHs สูงขึ้นในสัตว์ทะเลแทบทุกชนิด โดยพบในระดับที่แตกต่างกันไป เช่น ในปลาแซลมอน พบระดับสารกลุ่ม PAHs สูงขึ้นกว่าระดับปกติ 2 เท่า ส่วนในหอยเชลล์ พบระดับสารในกลุ่ม PAHs สูงขึ้นกว่าระดับปกติถึง 100 เท่า แต่โดยเฉลี่ยสำหรับตัวอย่างสัตว์ทะเลที่นำมาตรวจทั้งหมด พบระดับสารกลุ่ม PAHs สูงขึ้นกว่าระดับปกติ 2-17 เท่า โดยเฉพาะ

สัตว์ที่จับมาจากบริเวณที่มีคราบน้ำมัน ในช่วง 3 สัปดาห์แรกหลังเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่ว ส่วนระยะเวลาที่ระดับสารกลุ่ม PAHs ลดลงสู่ระดับปกติในสัตว์ทะเลแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกัน เช่น ปลา กุ้งและปู ใช้เวลา 2-4 เดือน ส่วนสัตว์จำพวกหอย ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 6 เดือน ระดับสารพิษนี้จึงจะลดลงสู่ระดับปกติ

2.3 ผลกระทบจากน้ำมันรั่วไหล

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น โดยทั่วไปมักจะแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่

1) ข้อมูลด้านปริมาณ (ปริมาณและอัตราการไหลของน้ำมันที่รั่วไหลลงสู่ทะเลรวมถึงความเข้มข้นของน้ำมันในเฟสของเหลว) โดยข้อมูลในส่วนนี้จะมีสำคัญอย่างยิ่งต่อการประเมินผลลัพธ์การดำเนินการโดยรวม (เพื่อยืนยันว่าสามารถหยุดการรั่วไหลของน้ำมันได้จริง) รวมไปถึงการประยุกต์ใช้เพื่อพิจารณาแนวทางการแยกรวมไปถึงการบำบัดและกำจัด

2) ข้อมูลด้านคุณภาพ (คุณภาพแหล่งน้ำและลักษณะของสัตว์น้ำ) ซึ่งจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญในการเปรียบเทียบและประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมมนุษย์และสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นทั้งในระยะสั้น และระยะยาว

3) ข้อมูลด้านปัจจัยทางกายภาพ (สภาพภูมิประเทศสภาพอากาศความเร็วลมลักษณะคลื่นอุณหภูมิ) ซึ่งเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นและมีความสำคัญต่อการออกแบบและปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น อย่างเหมาะสมและทันที่ในปัจจุบัน กล่าวได้ว่าข้อมูลทางดาวเทียมจัดเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สามารถมีบทบาทอย่างมากต่อการดำเนินการในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับน้ำมันทางทะเล

จากข้อมูลที่รวบรวม สามารถแบ่งตามผลกระทบของสิ่งที่เกี่ยวข้องที่ได้รับ ดังนี้

2.3.1 ผลกระทบต่อร่างกายมนุษย์

ผู้ที่ได้รับสัมผัสน้ำมันจะส่งผลกระทบต่อผู้มีสภาพร่างกายอ่อนแอ เช่น เด็ก หญิงมีครรภ์ ผู้สูงอายุ มีโรคเรื้อรังประจำตัว เป็นต้น ซึ่งผลกระทบจะขึ้นกับส่วนประกอบของน้ำมันดิบ (mixture of hydrocarbon) มีส่วนประกอบ ดังนี้

ตารางที่ 2.6 ส่วนประกอบของน้ำมันดิบ (mixture of hydrocarbon)

ประเภทน้ำมัน	คุณสมบัติ
น้ำมันดีเซล (Diesel Fuel)	ติดไฟยาก คงอยู่ได้นาน และรับสัมผัสโดยกลืน
น้ำมันดิบ (Crude Oil)	เป็นส่วนประกอบที่อยู่ในระดับลึกจากพื้นผิวลงไป 5,000 ฟุต
น้ำมันดิบที่มีสารเจือปนน้อย (Medium Sweet Crude)	แบ่งเป็น 2 ชนิด <ul style="list-style-type: none"> ● ส่วนที่มีกำมะถันเจือปนน้อย (Sweet) : ใช้เรียกได้ทั้ง Gas และ Oil มีปริมาณ CH ที่สูงไม่มีธาตุอื่นเจือปนหรือมีน้อย ● ส่วนประกอบที่มีการเจือปนปานกลาง (Medium Crude): มีส่วนประกอบของสารเคมีที่ระเหยในอากาศและมีผลกระทบต่ออยู่ไม่นานซึ่งส่วนนี้จะมีองค์ประกอบของเบนซีนและกำมะถันน้อย < 1% องค์ประกอบอื่น (SDS): CO, CO₂, SO₂, SO₃, NO, NO₂ etc.

ส่วนประกอบของน้ำมันดิบที่เป็นสารก่อมะเร็ง มีการจัดความรุนแรงไว้โดย International Agency for Cancer Research (IARC) ซึ่งการจัดแบ่งประเภทของสารก่อมะเร็ง ดังนี้

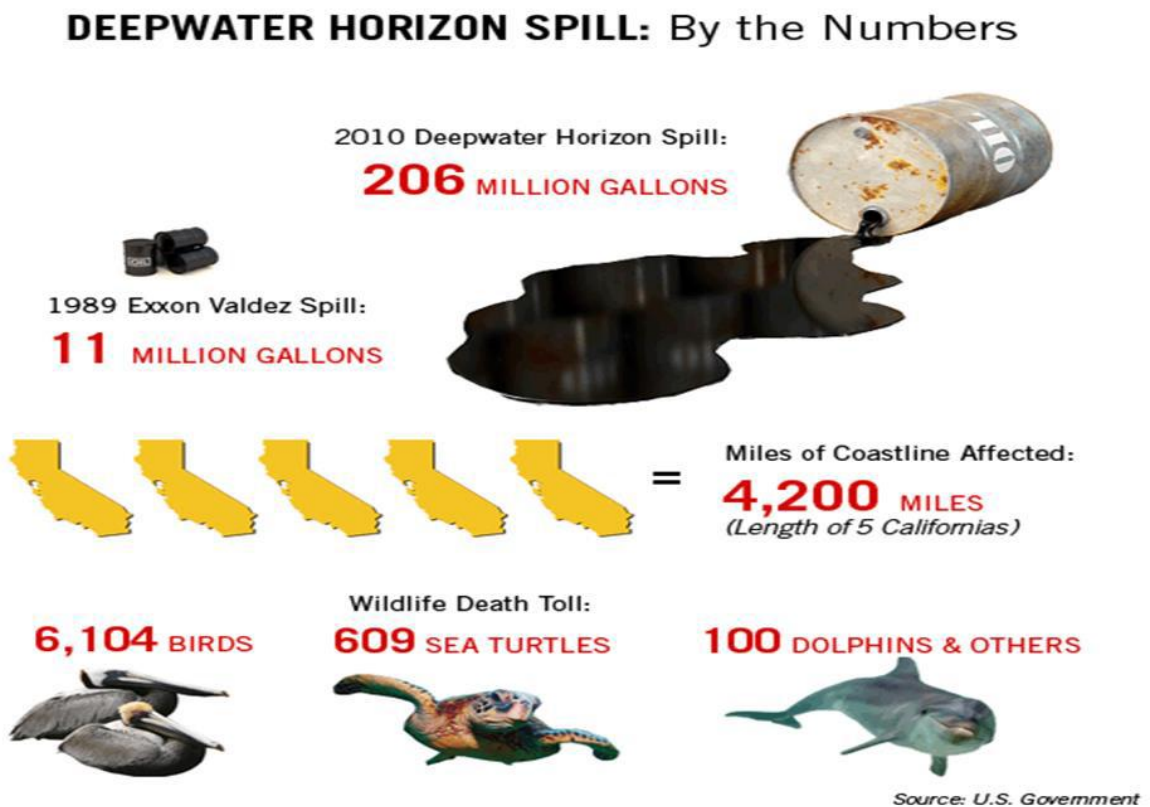
- Group 1 Carcinogenic to humans
- Group 2A Probably carcinogenic to humans
- Group 2B Possibly carcinogenic to humans
- Group 3 Not classifiable as to its carcinogenicity to humans
- Group 4 Probably not carcinogenic to humans

2.3.2 ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ

น้ำมันที่รั่วไหลสู่แหล่งน้ำจะเกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงสภาพทั้งทางกายภาพ เคมีและชีวภาพ เริ่มจากน้ำมันบางส่วนระเหยไป น้ำมันที่เหลือจะเปลี่ยนสภาพไปตามคุณสมบัติเฉพาะของชนิดน้ำมันนั้น ๆ และปัจจัยต่าง ๆ เช่น แสงแดด กระแสน้ำ อุณหภูมิ ฯลฯ

คราบน้ำมันที่ลอยอยู่บนผิวน้ำจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลงและปิดกั้นการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช สาหร่าย และพืชน้ำต่าง ๆ เปลี่ยนแปลงสภาวะการย่อยสลายของแบคทีเรียในน้ำซึ่งการเปลี่ยนแปลงทั้งหมดล้วนส่งผลเสียต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำที่อาศัยอยู่บริเวณนั้น ปลา สัตว์หน้าดิน ปะการัง และนกน้ำ เกิดการสะสมสารพิษในห่วงโซ่อาหาร

คราบน้ำมัน สามารถจับตามตัวสัตว์ทะเลขนาดเล็ก เช่น ปูลม หอยยังทำให้สัตว์ทะเลที่ฝังอยู่ในทรายไม่สามารถแลกเปลี่ยนออกซิเจนได้ง่ายๆ ทำให้สัตว์เหล่านั้น เสียชีวิต นอกจากนี้ พบว่า การประเมินผลกระทบนั้นมากหรือน้อย ต้องอาศัยระยะเวลาอย่างน้อยประมาณ 3 เดือนจึงเห็นผลชัดเจน ต่อการส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ โดยผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตสามารถสรุปเป็นแผนภาพได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงแผนภาพสรุปรวมผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลของน้ำมัน

2.3.3 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศ

อนุภาคน้ำมันที่สะสมหรือแขวนลอยอยู่ในสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่ปนเปื้อนอยู่บริเวณชายฝั่ง ส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตของสิ่งมีชีวิต นอกจากนี้ การโพรยและใส่สารเคมีหรือสารดูดซับเพื่อจัดการคราบน้ำมันนั้น ก็เป็นองค์ประกอบหนึ่งที่สะสมอยู่ในสภาพแวดล้อมและส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของพื้นที่โดยรวม

ระบบนิเวศที่ได้รับผลต่อไป คือ แนวปะการังและหาดหินที่อยู่รอบบริเวณ ตัวอย่างเช่น สัตว์ที่เกาะอยู่ตามหิน ไม่สามารถหนีได้ ก็จะได้รับสารพิษ หรือสัตว์ที่อาศัยอยู่ในเขตน้ำขึ้น น้ำลง ก็จะได้รับผลกระทบเช่นกัน

แนวปะการังที่เป็นแนวปะการังน้ำตื้น เมื่อน้ำลงอาจเกิดผลกระทบจากน้ำมัน เช่น น้ำมันลงมาโดนปะการัง หายใจไม่ออกเป็นต้น สัตว์เกาะติดพวกนี้ จะเกิดผลกระทบไปด้วย เพราะฉะนั้น ถ้าทำให้ระบบนิเวศทั้งหมดกลับมาอยู่ในสภาพเดิม คงต้องใช้เวลานานและจำเป็นต้องมีข้อมูลประกอบในหลายด้าน

2.4 งานศึกษาวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ธีระ วรรณารัตน์ (2558) ได้ทำการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการรับรู้ผลกระทบและการจัดการวิกฤติน้ำมันรั่วบริเวณอ่าวพร้าว จังหวัดระยอง พบว่า ชุมชนชาวประมง มาแจ้งเรื่องมากที่สุด รองลงมาเป็นผู้ประกอบการร้านอาหาร โดยประชาชนได้รับผลกระทบ เรื่องการขาดรายได้ และในการจัดการวิกฤติน้ำมันรั่วไหลพบว่า มาตรการในการดูแลผู้เข้าปฏิบัติหน้าที่ยังไม่ชัดเจน ซึ่งจากการปฏิบัติงานของภาครัฐพบอุปสรรคในด้านการควบคุมสถานการณ์ทั้งกำลังคนและการจำกัดพื้นที่เป็นเหตุให้ผู้เข้าไปปฏิบัติหน้าที่บริเวณดังกล่าวมีความเสี่ยงทางด้านสุขภาพ เนื่องจากขาดความรู้ในเรื่องของสารเคมีและไม่มีกำบังที่เหมาะสม สำหรับข้อคิดเห็นต่อเหตุการณ์น้ำมันรั่วในมุมมองของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ส่วนใหญ่เกิดผลกระทบในเรื่องการประกอบอาชีพ

ฐิติศักดิ์ เวชกามา (2556) ได้ทำการศึกษาการเกิดน้ำมันรั่วกลางทะเลใกล้ชายฝั่งมาบตาพุด จังหวัดระยอง เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2556 ของบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) ได้สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อสภาพแวดล้อม แหล่งอาหาร ธุรกิจการท่องเที่ยว ทรัพยากร และระบบนิเวศในทะเลอ่าวไทย ถึงแม้จะสามารถกำจัดน้ำมันและทำความสะอาดบริเวณที่ได้รับผลกระทบแล้ว เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษต้องรับผิดชอบใช้ค่าสินไหมทดแทนในความเสียหายที่เกิดจากการรั่วไหล หรือแพร่กระจายของมลพิษจนก่อให้เกิดอันตรายแก่ชีวิต ร่างกาย สุขภาพอนามัย หรือทรัพย์สิน นอกจากนี้ ผู้ก่อความเสียหายยังมีหน้าที่ต้องชดเชยค่าเสียหายในการจัดมลพิษที่เกิดขึ้น โดยค่าเสียหายบางส่วนอาจต้องนำหลักการทางเศรษฐศาสตร์เข้ามาช่วยในการคำนวณตามหลักผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่ายที่กำหนดให้ผู้ประกอบการต้องมีความรับผิดชอบต่อสังคม และสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ไม่จำเพาะแต่มูลค่าของทรัพยากรที่สูญเสียไปเท่านั้นแต่ต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อระบบนิเวศ และการสูญเสียความหลากหลายทางชีวภาพด้วย

กรมควบคุมมลพิษ (2559) ได้ทำการศึกษา ติดตาม และประเมินสถานภาพทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากคราบน้ำมัน จังหวัดระยอง (เดือนสิงหาคม 2556 ถึงเดือนธันวาคม 2557) เพื่อศึกษาผลกระทบของน้ำมันดิบที่รั่วไหลต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเล ในระยะ 1 ปี พบว่า ในช่วง 3 เดือนแรกหลังเกิดเหตุการณ์ ระดับความเข้มข้นของน้ำมันที่ปนเปื้อนในน้ำทะเลและดินตะกอนบริเวณอ่าวพร้าวมีแนวโน้มลดลงอย่างรวดเร็ว จากนั้นในช่วง 3 ถึง 6 เดือน ระดับความเข้มข้นน้ำมันในดินตะกอนยังคงลดลงอย่างต่อเนื่อง จนมีค่าเข้าใกล้ระดับที่ตรวจพบในพื้นที่ใกล้เคียง ได้แก่ เกาะสีชัง และศรีราชา ที่ศึกษาโดยหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีการติดตามการเปลี่ยนแปลงระดับความเข้มข้นของน้ำมันในดินตะกอนอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม การปนเปื้อนของน้ำมันในน้ำอาจเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น คลื่น กระแสน้ำ ในช่วงฤดูมรสุมที่สามารถพัดพาคราบน้ำมันที่อาจเกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การขนส่งทางน้ำ การท่องเที่ยว ฯลฯ ที่สะสมอยู่ในชั้นดินบริเวณชายหาดกลับมาสู่มวลน้ำได้ ซึ่งทำให้ตรวจพบระดับความเข้มข้นของน้ำมันในน้ำทะเลเพิ่มขึ้นได้ในบางพื้นที่ โดยเฉพาะอย่างยิ่งบริเวณอ่าวพร้าว แต่การปนเปื้อนพบในน้ำอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการนันทนาการตามมาตรฐานน้ำทะเลชายฝั่ง

การศึกษาผลกระทบของน้ำมันดิบที่รั่วไหลต่อระบบนิเวศต่าง ๆ ในบริเวณที่ได้รับผลกระทบ และพื้นที่ใกล้เคียง พบว่า ภาพรวมของระบบนิเวศชายฝั่งสามารถฟื้นตัวได้ แม้ว่าในระยะแรกจะพบผลกระทบเฉียบพลันที่เกิดขึ้นอย่างชัดเจนกับสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในพื้นที่อ่าวพร้าว เช่น การฟอกขาวของปะการังโขด การสร้างเมือกเพิ่มขึ้นในปะการังและหอยนางรม เป็นต้น หลังจากนั้น พบปะการังฟอกขาวในบริเวณที่ได้รับผลกระทบมีการฟื้นตัวได้บางส่วนและไม่พบความผิดปกติของการเจริญพันธุ์ในปะการัง

สำหรับการศึกษาหอยนางรมปากจีบในอ่าวพร้าวเปรียบเทียบกับหอยนางรมในพื้นที่อ้างอิงทางด้านตะวันออกของเกาะเสม็ดที่ไม่ได้รับการปนเปื้อน ได้แก่ บริเวณอ่าวหวาย อ่าววงเดือน และอ่าวทับทิม พบว่าน้ำมันที่รั่วไหลไม่มีผลกระทบต่ออัตราการตายของหอยนางรมในพื้นที่อ่าวพร้าว อย่างไรก็ตาม ผลการศึกษาทางเนื้อเยื่อแสดงให้เห็นว่าภายหลังเหตุการณ์เป็นระยะเวลา 35 วัน หอยอยู่ในภาวะเครียด อันเป็นผลกระทบในระดับเซลล์ ซึ่งเป็นกลไกในการปรับตัวเพื่อตอบสนองต่อการปนเปื้อน แต่ไม่ส่งผลกระทบต่ออัตราการตาย

จากสถิติของนักท่องเที่ยวที่เข้ามาเที่ยวที่อุทยานแห่งชาติเขาแหลมหญ้า-หมู่เกาะเสม็ด ตั้งแต่ปี 2552-2556 ส่วนใหญ่เป็นนักท่องเที่ยวชาวไทย และนักท่องเที่ยวรวม (ทั้งชาวไทยและต่างชาติ) มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันทุกปี โดยฤดูกาลการท่องเที่ยวปริมาณนักท่องเที่ยวชาวไทยจะสูงในช่วงเดือน มกราคม กุมภาพันธ์ มีนาคม และสูงมากในเดือนเมษายน และปริมาณนักท่องเที่ยวมีแนวโน้มลดลง ในช่วงเดือนมิถุนายน กรกฎาคม สิงหาคม กันยายน และเริ่มเพิ่มขึ้นอีกครั้งในเดือนตุลาคม และธันวาคม หลังจากเกิดเหตุน้ำมันรั่วในเดือน กรกฎาคม 2556 จำนวนนักท่องเที่ยวไม่แตกต่างจากแนวโน้มของนักท่องเที่ยวปีอื่น ๆ ในภาพรวมหลังเกิดเหตุ น้ำมันรั่ว 2 เดือน ปริมาณนักท่องเที่ยวเริ่มมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แม้ว่าในช่วงเดือนมกราคม 2557 นักท่องเที่ยวลดลง

เมื่อเทียบกับในปี 2556 ลดลง ทั้งนี้เนื่องจากภาคการท่องเที่ยวยังคงมีความอ่อนไหวต่อสถานการณ์ทางการเมือง ทำให้จำนวนนักท่องเที่ยวในภาพรวมของประเทศในไตรมาสแรกของปี 2557 ลดลง

Boonyatumanond et al. (2006) ศึกษาสาร PAHs ในตะกอนดินในคลอง แม่น้ำ ปากแม่น้ำ และบริเวณชายฝั่งทะเลของประเทศไทย พบว่า ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสาร PAHs ที่อยู่ในช่วง 2290 ± 2556 ng/g dry weight โดยแหล่งกำเนิดของสาร PAHs ที่พบมีทั้ง petrogenic source และ pyrogenic source

Chunharat et al. (2015) ศึกษาตะกอนดินในพื้นที่มาบตาพุด จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีนิคมอุตสาหกรรม เก็บตัวอย่างตะกอนดินในช่วงเดือนสิงหาคม 2553 - พฤษภาคม 2554 พบว่า ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสาร PAHs ที่พบอยู่ในช่วง $1,527.07 \pm 100.26$ ng/g dry weight ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลไม่มีผลต่อการกระจายตัวและการสะสมของสาร PAHs แหล่งกำเนิดของสาร PAHs ที่พบมาจาก pyrogenic source ที่เกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงฟอสซิล

Zhang et al. (2016a) ศึกษาสาร PAHs ในน้ำทะเลและในตะกอนดิน บริเวณทางตอนเหนือของอ่าวหลาวดงในประเทศจีน ตรวจวัดความเข้มข้น PAHs ที่แปรผันตามฤดูกาล ความเข้มข้นของสาร PAHs ที่พบในน้ำทะเลมีค่าอยู่ในช่วง 145.96– 896.58 ng/L ส่วนในตะกอนดินนั้นมีค่าอยู่ในช่วง 191.99–624.44 ng/g dry weight แหล่งกำเนิดหลักของสาร PAHs มาจากการเผาในที่โล่งบริเวณพื้นที่เกษตรกรรมและการเผาไหม้ถ่านหิน (Xu et al., 2006)

Zhang et al. (2016b) ศึกษาสาร PAHs ในตะกอนดิน บริเวณปากแม่น้ำลู่อาน ซึ่งตั้งอยู่ทางใต้ของอ่าวหลาวดง ในประเทศจีน พบว่า ค่าความเข้มข้นของสาร PAHs ที่พบอยู่ในช่วง 5.1-545.1 ng/g dry weight เมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่นทั่วโลก ค่าความเข้มข้นของสาร PAHs ของแม่น้ำลู่อานอยู่ในระดับต่ำ แหล่งกำเนิดหลักของสาร PAHs มาจาก pyrogenic source ซึ่งตรงกับงานวิจัยของ He et al. (2014) ที่พบว่าค่าความเข้มข้นของสาร PAHs อยู่ในระดับต่ำเพื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่อื่น ๆ และแหล่งกำเนิดมาจาก pyrogenic source เช่นกัน

Qian et al. (2016) ศึกษาสาร PAHs ในตะกอนดิน บริเวณเขตน่าน้ำขึ้นน้ำลงบริเวณชายฝั่งอ่าว Bohai ทางตอนเหนือของประเทศจีน พบว่า ค่าความเข้มข้นของสาร PAHs ที่พบอยู่ในช่วง 37.2–206.6 ng/g dry weight โดยแหล่งกำเนิดของสาร PAHs ที่วิเคราะห์นั้นมาจากหลายแหล่ง แต่แหล่งกำเนิดหลัก ๆ ที่วิเคราะห์ออกมาได้นั้นมาจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์

Gu et al. (2016) ศึกษาสาร PAHs ของตะกอนดินในประเทศจีนเช่นเดียวกัน แต่เป็นในบริเวณอ่าว Zhelin ซึ่งแหล่งกำเนิดหลักมาจากแหล่งน้ำมันปิโตรเลียมและการเผาไหม้พวกชีวมวลจากการเกษตร

Hong et al. (2016) ศึกษา PAHs ในน้ำทะเล ตะกอนดิน และในหอยนางรม บริเวณชายฝั่ง Dalian ทางตอนเหนือของประเทศจีน โดยเก็บตัวอย่างในฤดูหนาวและฤดูร้อน ความเข้มข้นของสาร PAHs ที่มีแหล่งกำเนิดจากอุตสาหกรรมมีค่าความเข้มข้นของสาร PAHs ที่มีแหล่งกำเนิดจากบ้านเรือนในทั้ง 2 ฤดู

Arias et al. (2010) พบว่า แหล่งกำเนิดหลักของสาร PAHs มาจากอุตสาหกรรมเช่นกัน แต่ก็มีบางส่วนที่มีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ชีวมวล เนื่องจากทางตอนใต้ของพื้นที่ที่ศึกษานั้นมีการทำเกษตรกรรมทำให้วิเคราะห์ได้ว่าสาร PAHs มาจากส่วนนี้ด้วย โดยแหล่งเกิดที่กล่าวมาข้างต้นล้วนเป็น pyrogenic source ทั้งสิ้น

Li et al. (2012) ศึกษาตะกอนดินในอ่างเก็บน้ำ และลำธารซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 28 สถานี เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา พบว่า ค่าความเข้มข้นของสาร PAHs ที่พบอยู่ในช่วง 539 - 6281.7 ng/g dry weight แหล่งกำเนิดของสาร PAHs ที่พบในการศึกษานี้ค่อนข้างซับซ้อน แต่ที่มีส่งผลมากที่สุดมาจากการเผาไหม้ถ่านหินในโรงงานอุตสาหกรรม

Chizhova et al. (2013) ศึกษาสาร PAHs ในน้ำทะเล บริเวณทะเลญี่ปุ่น วิเคราะห์โดยใช้เครื่อง HPLC เนื่องจากตัวอย่างอยู่ในสถานะของเหลว พบว่า ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของสาร PAHs อยู่ที่ 8.5 ng/L ซึ่งแหล่งที่มาของสาร PAHs มาจากบรรยากาศและสมอยู่ในน้ำ

Ren et al. (2010) ศึกษาสาร PAHs ในน้ำทะเลและวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC เช่นเดียวกัน พบว่า ค่าความเข้มข้นของสาร PAHs อยู่ในช่วง 30.40-120.29 ng/L ซึ่งการกระจายตัวของสาร PAHs กระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ศึกษา เนื่องจากพื้นที่ศึกษาเป็นทะเลเปิดทำให้สาร PAHs มีการกระจายตัวอยู่ทั่วไปในบริเวณที่ศึกษา

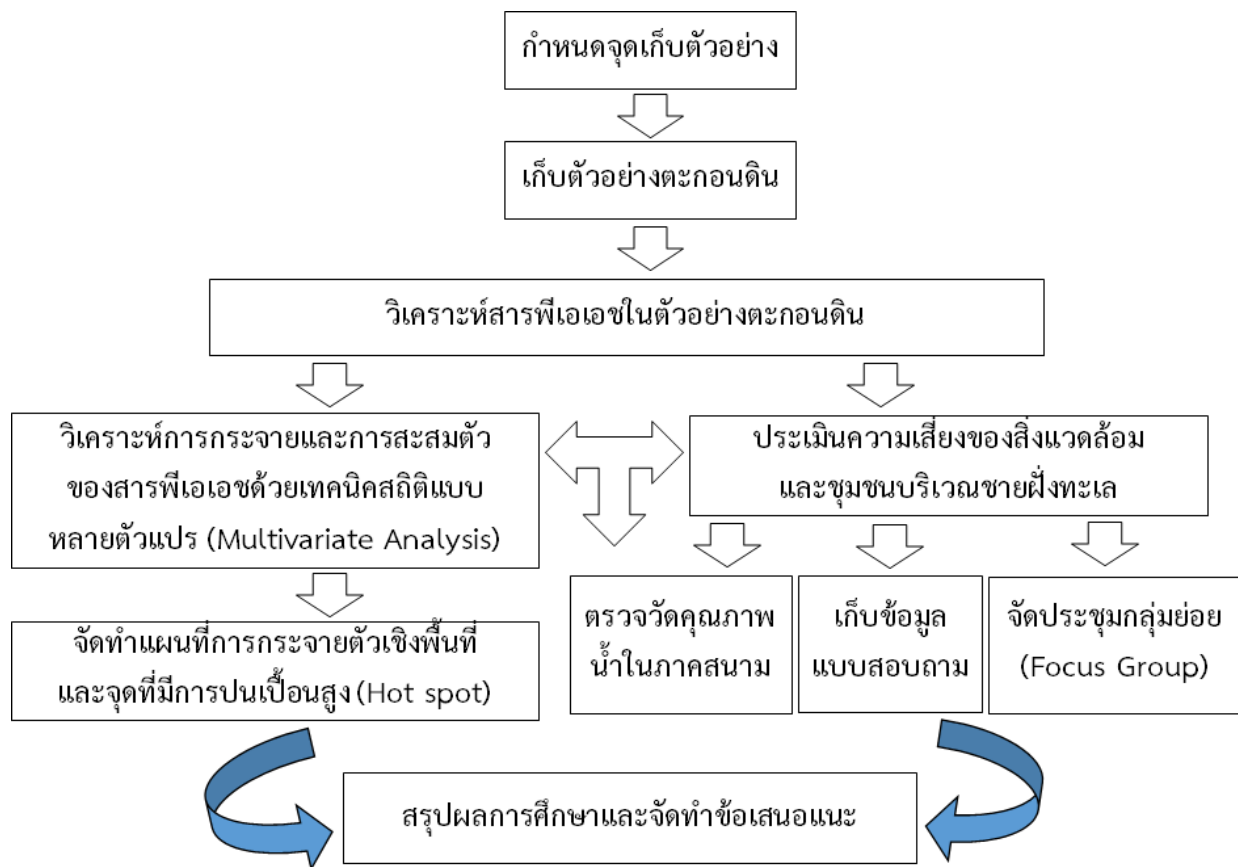
Yan et al. (2016) ศึกษาสาร PAHs ในน้ำเช่นเดียวกัน แต่ตัวอย่างที่เก็บจะเก็บจากปากแม่น้ำที่มีกิจกรรมของมนุษย์ที่แตกต่างกันออกไป โดยเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล พบว่า ค่าความเข้มข้นของสาร PAHs ที่พบมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญตามฤดูกาล

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

3.1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

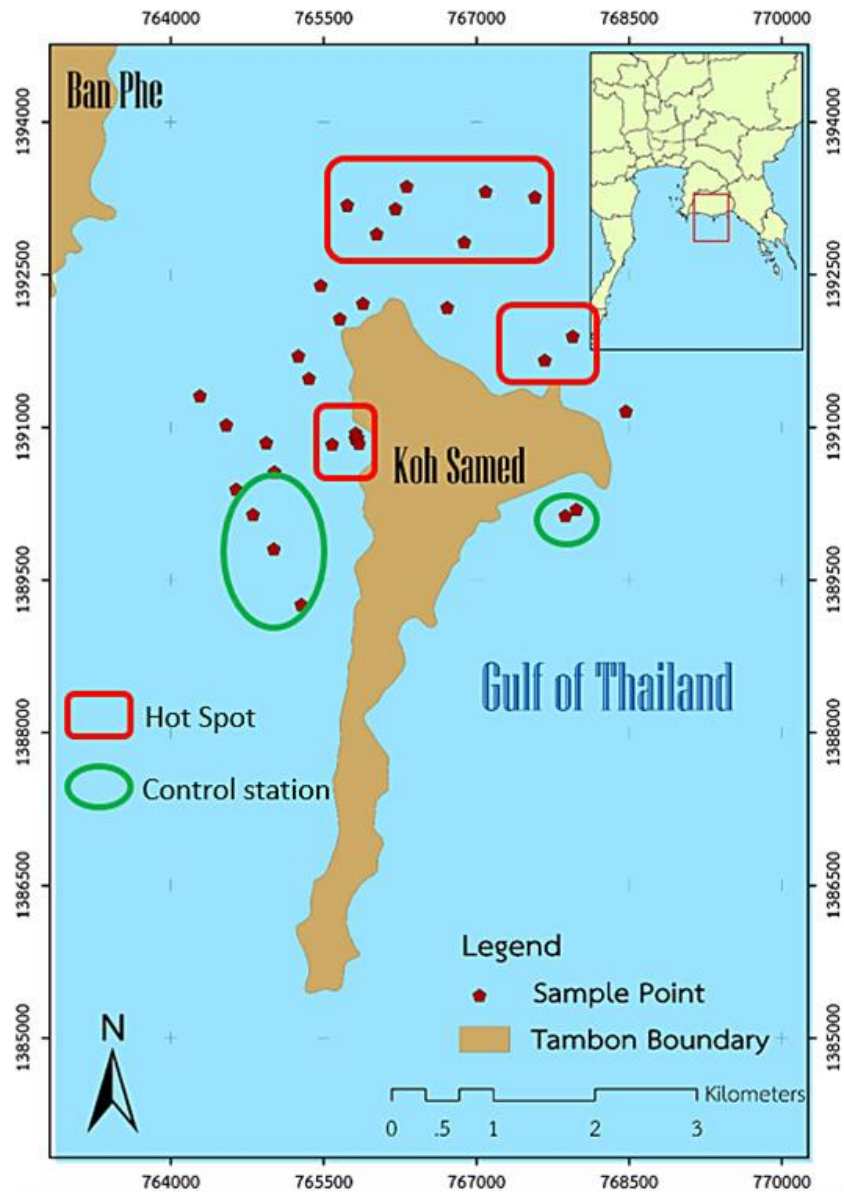
การศึกษาวิจัยภายใต้โครงการนี้ อาศัยกรอบแนวคิดเชิงบูรณาการสหสาขา เพื่อศึกษาการแพร่กระจายและสะสมตัวของสาร PAHs ซึ่งเป็นสารประกอบหลักของน้ำมันดิบที่เกิดรั่วไหล ในตะกอนดินและสิ่งมีชีวิต โดยการแพร่กระจายและสะสมตัวของสาร PAHs พิจารณาจากบริบทของลักษณะสมุทรศาสตร์กายภาพและการไหลเวียนของกระแสในบริเวณพื้นที่ชายฝั่งเป็นหลัก ซึ่งมีกรอบแนวคิดในภาพรวมและขั้นตอน/ กิจกรรมหลักการศึกษาของโครงการวิจัย แสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 กรอบแนวคิดในภาพรวมและขั้นตอน/ กิจกรรมหลักการศึกษาของโครงการวิจัย

3.2 การคัดเลือกพื้นที่เก็บตัวอย่าง

บริเวณเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง โดยพิจารณาถึงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ (spatial distribution) ของสาร PAHs ในช่วงที่เกิดการรั่วไหลของน้ำมันดิบ จากภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณน้ำมันรั่วของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (รูปที่ 2.2) ทางคณะผู้วิจัยได้ออกแบบสถานีเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยง (Hot spot) ที่มีระดับของการสะสมตัวของสาร PAHs ที่มีความเข้มข้นสูง เนื่องจากการรั่วไหลของน้ำมันดิบและพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของระดับการปนเปื้อนของสาร PAHs ตามปกติ (background concentration) ดังแสดงในรูปที่ 3.2



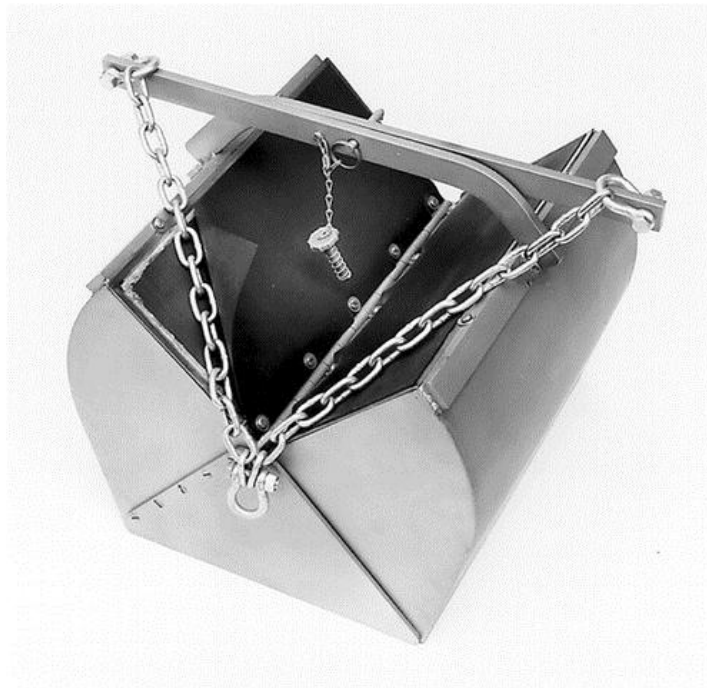
รูปที่ 3.2 แสดงสถานีเก็บตัวอย่างตะกอนดิน จำนวน 32 สถานี โดยแสดงพื้นที่เสี่ยง (Hot spot) และพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของระดับการปนเปื้อนของสารพีเอเอชตามปกติ (background concentration)

3.3 การเก็บตัวอย่างตะกอนดินและคุณภาพน้ำในภาคสนาม และการควบคุมคุณภาพตัวอย่างในภาคสนาม

3.3.1 การเก็บตัวอย่างตะกอนดิน

3.3.1.1 ออกแบบการเก็บตัวอย่างตะกอนดิน (sampling design) โดยพิจารณาและอ้างอิงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างที่สอดคล้องกับตำแหน่งการตกค้างของน้ำมันดิบที่รั่วไหล โดยใช้ข้อมูลทุติยภูมิ ได้แก่ การติดตามการเคลื่อนตัวของคราบน้ำมันจากภาพถ่ายดาวเทียมของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ และรายงานของระดับการปนเปื้อนของสาร PAHs จากหน่วยงานที่มีหน้าที่ตรวจสอบ เช่น รายงานของกรมควบคุมมลพิษ และสถาบันวิจัยน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.1.2 การเก็บตัวอย่างตะกอนดินด้วยวิธีการเก็บตะกอนดินใต้ท้องน้ำแบบ Van Veen Grab Sampling ดำเนินการเก็บตัวอย่างตะกอนดิน จำนวน 32 สถานีเก็บตัวอย่าง รวมทั้งสิ้น จำนวน 50 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องตักหน้าดิน (Grab Sampler) ดังแสดงในรูปที่ 3.3 โดยพิจารณาถึงการกระจายตัวเชิงพื้นที่ (spatial distribution) ของสาร PAHs ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยง (Hot spot) ที่มีระดับของการสะสมตัวของสาร PAHs ที่มี ความเข้มข้นสูง เนื่องจากการรั่วไหลของน้ำมันดิบและพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของระดับการปนเปื้อนของสาร PAHs ตามปกติ (background concentration)



รูปที่ 3.3 เครื่องตักหน้าดิน (Grab Sampler)

3.3.1.3 การจัดการตัวอย่างตะกอนดินในภาคสนามเพื่อการวิเคราะห์ต่างๆ โดยการเก็บตัวอย่างตะกอนดินด้วยเครื่องตักหน้าดิน (Grab Sampler) ถ่ายลงในภาชนะพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นตักตะกอนจากตรงกลาง Grab ด้วยช้อนพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อ บรรจุลงพลาสติกสะอาด ปิดผนึกให้แน่นและสวมทับด้วยถุงพลาสติกอีกชั้นหนึ่งก่อนเก็บรักษาในถุงน้ำแข็ง เพื่อนำกลับมาห้องปฏิบัติการ เมื่อมาถึงห้องปฏิบัติการเตรียมตัวอย่าง โดยดำเนินการในตู้ปลอดฝุ่น (Laminar Flow Cabinet) ถ่ายตะกอนจากถุงพลาสติกลงในภาชนะพลาสติกที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว จากนั้นปิดผนึกด้วย Plastic Wrap และเก็บรักษาในตู้แช่แข็งก่อนนำไปทำให้แห้งโดยการทำให้แห้งเยือกแข็ง (Freeze Dry) ด้วยเครื่อง Lyophilizer

3.3.1.4 การควบคุมคุณภาพตัวอย่างในภาคสนาม เมื่อเก็บตัวอย่างตะกอนดินขึ้นมาบนเรือแล้วทำการเปิดปากเครื่องเก็บตะกอนดินเพื่อนำตัวอย่างตะกอนดินออกมา ซึ่งก่อนเก็บตัวอย่างจะต้องสังเกตว่าเครื่องเก็บตะกอนดินจะต้องไม่มีตะกอนดินล้นออกมาจากเครื่องตักหน้าดินเพื่อเป็นการบ่งชี้ว่าไม่มีการสูญหายของตัวอย่างตะกอนดินบางส่วนไปและควรเหลือตะกอนดินด้านล่างหน้าอย่างน้อย 1 – 2 เซนติเมตร หลังจากเก็บตัวอย่างตะกอนดินขึ้นบนแล้ว นอกจากนี้ ควรมีน้ำอยู่ด้านบนของตัวอย่างตะกอนดินเพื่อเป็นการบ่งชี้ว่าตัวอย่างมีความสมบูรณ์ ถ้าหากตัวอย่างตะกอนดินที่เก็บมาไม่มีความสมบูรณ์ขั้นตอนการดำเนินงานต่อไปมี ดังนี้

(1) การนำน้ำเหนือผิวดินตะกอนออกด้วยท่อเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายของตะกอนดินเมื่อทำการเก็บตัวอย่าง (แต่ถ้าน้ำเหนือผิวดินตะกอนมีลักษณะขุ่นให้ตั้งทิ้งไว้สักพักเพื่อให้ตะกอนที่ฟุ้งอยู่ตกตะกอน) ภายหลังจากนำน้ำออกแล้วจึงเก็บตัวอย่างตะกอนดิน

(2) ตรวจวัดและบันทึกค่าพารามิเตอร์ในภาคสนาม เช่น ความลึก, pH, ค่ารีดอกซ์โพเทนเชียล (Redox; Eh), ค่าความเค็มของน้ำ เป็นต้น

(3) บันทึกลักษณะของตะกอนดินที่สามารถสังเกตได้ เช่น เนื้อตะกอนดิน สัตว์หน้าดินที่พบ เศษซากต่างๆ กลิ่นของตะกอนดินที่เก็บได้ และสิ่งแปลกปลอมที่แสดงถึงการปนเปื้อน เช่น เศษสี และคราบน้ำมัน

(4) การตรวจวัดค่าอื่นๆ เช่น อุณหภูมิของน้ำ ความลึก ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ค่าความนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ ทั้งนี้ ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ในการเก็บตัวอย่างตะกอนภาคสนาม

3.3.2 การเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในภาคสนาม

3.3.2.1 ออกแบบการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำในภาคสนาม โดยพิจารณาและอ้างอิงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างที่สอดคล้องกับตำแหน่งการเก็บตัวอย่างตะกอนดิน

3.3.2.2 เก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวัดคุณภาพน้ำในภาคสนาม ด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sampler) ดังแสดงในรูปที่ 3.4 จำนวน 20 สถานีเก็บตัวอย่าง โดยมีพารามิเตอร์ ดังนี้

- 1) ตรวจวัดปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ ด้วยเครื่องวัดปริมาณออกซิเจนในน้ำ (DO Meter)
- 2) ตรวจวัดความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH Meter)

3) ตรวจวัดค่าความนำไฟฟ้า ความเค็ม และอุณหภูมิ ด้วยเครื่องวัดความเค็ม ความนำไฟฟ้าและอุณหภูมิ ภาคสนาม (SCT Meter)



รูปที่ 3.4 เครื่องเก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sampler)

3.4 การสกัดและการทำความสะอาด PAHs ในตัวอย่างตะกอนดิน

3.4.1 การสกัดและการทำความสะอาด (Extraction and Clean-up Process) สาร PAHs ในตัวอย่างตะกอนดิน โดยใช้วิธีการสกัดและทำความสะอาดตามมาตรฐานการวิเคราะห์ของ U.S. EPA Standard Method

ดำเนินการชั่งดินตะกอนแห้งประมาณ 5 กรัม ลงใน Cellulose Thimble ด้วยเครื่องชั่งความละเอียด 4 ตำแหน่ง สกัดตัวอย่างดินตะกอน ด้วยวิธีสกัดแบบ Soxhlet โดยใช้ไดคลอโรมีเทนเป็นตัวทำละลาย และเติมสารละลายผสมของสารมาตรฐาน Deuterated-PAHs 3 ชนิด ได้แก่ Deuterated-Acenaphthene (D_{10} -Ace), Deuterated-Fluorene (D_{10} -Flu) และ Deuterated-perylene (D_{12} -Per) ที่ทราบปริมาณแน่นอน เพื่อเป็น Internal Standards สกัดดินตะกอนต่อเนื่องเป็นเวลา 6 ชั่วโมง



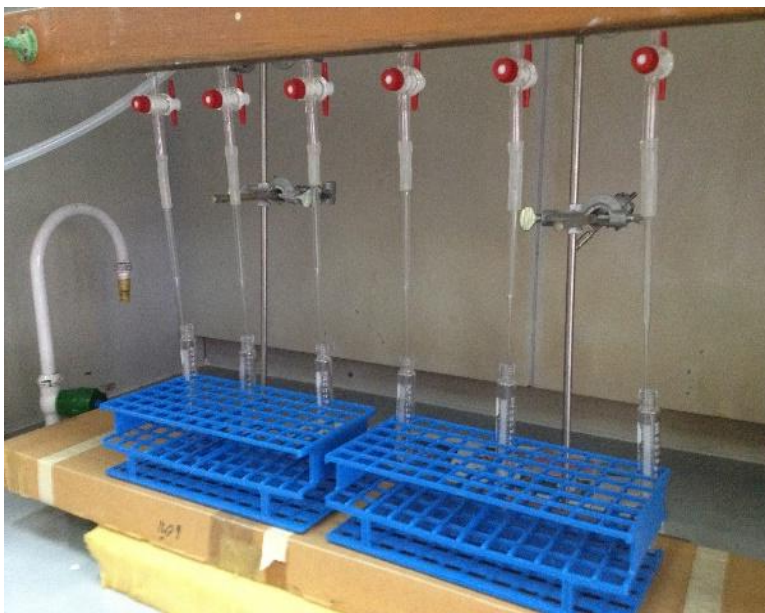
รูปที่ 3.5 การสกัดดินตะกอนด้วยวิธีสกัดแบบ Soxhlet

นำสารละลายที่สกัดได้ไปลดปริมาตรภายใต้สุญญากาศด้วยเครื่อง Rotary Evaporator ถ้ายใส่ขวดสีชา แล้วนำไปเป่าด้วยแก๊สไนโตรเจน เพื่อระเหยตัวทำละลายให้เหลือประมาณ 100-200 μl เปลี่ยนตัวทำละลายเป็น Hexane นำสารละลาย Hexane ที่ได้ไปสกัดแยกส่วนไฮโดรคาร์บอน และ Clean-up ด้วยวิธี Column Chromatography โดยใช้ Silica gel column ชะด้วยสารละลายผสมระหว่าง Hexane : Toluene ในสัดส่วน 6 : 4 เพื่อแยก Aliphatic Hydrocarbon และ PAHs ออกจากกัน



รูปที่ 3.6 การสกัดแยกส่วนด้วยวิธี Column Chromatography โดยใช้ Silica gel column

นำสารละลายที่ผ่าน Column ไปลดปริมาตรภายใต้สุญญากาศด้วยเครื่อง Rotary Evaporator ถ่ายใส่หลอด Centrifuge Tube และเป่าด้วยแก๊สไนโตรเจน เพื่อระเหยตัวทำละลายจนเกือบแห้ง เปลี่ยนตัวทำละลายเป็น Cyclo-Hexane และปรับปริมาตรให้เป็นประมาณ 100-200 μ l ถ่ายใส่ขวด Screw Vial ชนิดฝาเป็น silicone septa (Gogou et al., 1997)



รูปที่ 3.7 การเป่าด้วยแก๊สไนโตรเจน เพื่อระเหยตัวทำละลาย



รูปที่ 3.8 ขวด Screw Vial ชนิดฝาเป็น Silicone Septa สำหรับบรรจุสารละลาย PAHs
สุดท้ายก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS

3.5 การวิเคราะห์สาร PAHs ตกค้างปริมาณน้อยและการควบคุมคุณภาพของการวิเคราะห์

3.5.1 การวิเคราะห์สาร PAHs ตกค้างปริมาณน้อย (Ultra-trace level) โดยใช้เครื่องแก๊สโครมาโตกราฟีต่อพ่วงกับแมสสเปกโตรมิเตอร์ (GC/MS)

วิเคราะห์ชนิดและปริมาณ PAHs ในสารละลาย Cyclohexane ด้วยเครื่อง Gas Chromatography–Mass Spectrophotometer Time of Flight Detector (GC-TOFMS) โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph ของ Agilent Technologies model 6890N ต่อพ่วงกับ Mass Spectrometer ของ LECO model Pegasus III ใน mode selective ion monitor ซึ่ง target compound จะถูกแยกโดย Agilent J&W Scientific DB-5MS GC column (30 m × 0.32 mm i.d. Capillary column, 1.00 µm thickness film) โดยกำหนดสภาวะการทำงานของเครื่อง ตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 สภาวะการทำงานของเครื่อง Gas Chromatography–Mass Spectrophotometer–Time of flight (Agilent Technologies 5975C) ในการวิเคราะห์หาชนิดและความเข้มข้นของสาร PAHs

GC	ชนิดของคอลัมน์ (Column type)	Capillary column รุ่น CP-5865 ยาว 30 m i.d. 0.32 mm ความหนาของฟิล์มเหลว µ 1m
	เฟสเคลื่อนที่ (Mobile phase)	ใช้ก๊าซฮีเลียม (He) ความบริสุทธิ์ 99.999% อัตราการไหลของก๊าซ 1.0 mL/min
	อุณหภูมิของ Injector	250°C
	อุณหภูมิของ Transfer line	300°C
	โหมดการฉีดตัวอย่าง	ตัวอย่างที่ฉีดเข้าเครื่อง 1 µm (splitless liner)
MS	ชนิดของตัววิเคราะห์มวลสาร	Time of Flight
	โหมดการแตกตัวเป็นไอออน	อิเล็กตรอนอิมแพค (EI ⁺)
	พลังงานของอิเล็กตรอน	1800 V
	โหมดการบันทึกโครมาโตแกรมแบบไอออน	SIS (Selected Ion Spectrum)

การคำนวณหาความเข้มข้นของสาร PAHs ในตัวอย่างดินตะกอน อาศัย Deuterated-PAHs 3 ชนิดที่ใช้เป็น Internal Standard ดังรายละเอียดในหัวข้อ 2 โดยอัตราส่วนระหว่าง Peak Area ของ Native-PAHs ในตัวอย่าง กับ Deuterated-PAHs ในตัวอย่าง มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างน้ำหนักของ Native-PAHs ในตัวอย่างกับน้ำหนักของ Deuterated-PAHs ในตัวอย่าง ดังสมการ 1 และ 2

$$\frac{W_{Nat}}{W_{Deut}} = \frac{A_{Nat}}{A_{Deut}} \quad (1)$$

$$W_{Nat} = \frac{A_{Nat} \times W_{Deut}}{A_{Deut}} \quad (2)$$

น้ำหนักของ Native-PAHs ในตัวอย่าง มีค่าเท่ากับ ความเข้มข้นของ Native-PAHs คูณด้วย Relative Response Factor และปริมาณตัวอย่างดินตะกอน ดังสมการ 3

$$W_{Nat} = C_{Nat} \times RRF \times V \quad (3)$$

แทนค่าสมการ 2 ในสมการ 3 จะได้สมการ 4 เพื่อใช้คำนวณความเข้มข้นของ PAHs ในตัวอย่างดินตะกอน

$$C_{Nat} = \frac{A_{Nat} \times W_{Deut}}{A_{Deut}} \times \frac{1}{RRF} \times \frac{1}{V} \quad (4)$$

- กำหนดให้ C_{Nat} = ความเข้มข้นของ Native-PAHs ในตัวอย่าง (ng/g)
 A_{Nat} = พื้นที่ peak ของ Native-PAHs ในตัวอย่าง
 A_{Deut} = พื้นที่ peak ของ Deuterated-PAHs ในตัวอย่าง
 W_{Nat} = น้ำหนักของ Native-PAHs ในตัวอย่าง
 W_{Deut} = น้ำหนักของ Deuterated-PAHs ในตัวอย่าง (ng)
 RRF = Relative Response ปริมาณตัวอย่างตะกอนดิน Factor
 V = ปริมาณตะกอนที่ใช้ในการวิเคราะห์ (g)

$$\% \text{ recovery} = \frac{C_1 - C_0}{C_A} \times 100 \quad (5)$$

- กำหนดให้ C_1 = ความเข้มข้นของสารในตัวอย่างรวมกับความต้องการของสารมาตรฐานที่เติมแล้ววิเคราะห์ได้
 C_0 = ความเข้มข้นของสารในตัวอย่างที่วิเคราะห์ได้
 C_A = ความเข้มข้นของสารมาตรฐานที่เติม

3.5.2 การควบคุมคุณภาพของการวิเคราะห์ (Quality Assurance, QA) ตามมาตรฐานการวิเคราะห์ตะกอนดิน

(1) ความแม่นยำ (Precision) ในการวิเคราะห์

ตรวจสอบความแม่นยำในการวิเคราะห์ โดยสกัดและวิเคราะห์ Standard Reference Material (SRM) 1941b organic in marine sediment 0.5 กรัม จากสกัดและวิเคราะห์ซ้ำ 8 ตัวอย่าง เพื่อตรวจสอบความแม่นยำในการวิเคราะห์ PAHs ได้ค่าเฉลี่ยของ %RPD เท่ากับ $15 \pm 11.4\%$ น้อยกว่า 20% ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ยอมรับได้สำหรับสารปนเปื้อนปริมาณน้อย

(2) ความถูกต้อง (Accuracy) ในการวิเคราะห์ ตรวจสอบความถูกต้องของการวิเคราะห์ PAHs 2 วิธี คือ

- โดยการเติม Internal Standard ในทุกตัวอย่าง ที่สกัดและวิเคราะห์ด้วย GC-MS
- โดยการสกัดและวิเคราะห์ Standard Reference Material (SRM) 1941b organic in marine sediment 0.5 กรัม ด้วยวิธีการเดียวกับตัวอย่าง จากนั้นคำนวณ %recovery ได้จากสมการ 5

3.6 การวิเคราะห์การแพร่กระจายและ Hot spot ด้วยเทคนิคสถิติแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis)

3.6.1 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติเชิงพรรณนา

วิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่ากลาง (Median) ของข้อมูล

3.6.2 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis)

นำข้อมูลความเข้มข้นของสาร PAHs ในตะกอนดินมาวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis) 2 แบบ คือ Principal Component Analysis (PCA) และ Hierarchical Cluster Analysis (HCA) ซึ่งจะถูกนำมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์การแพร่กระจายตัวเชิงพื้นที่ (spatial distribution) ของสาร PAHs และจัดทำแผนที่ลักษณะการกระจายตัว และสะสมตัวของสาร PAHs (Tipmanee et al., 2002)

1) เทคนิค Principal Component Analysis (PCA)

การวิเคราะห์องค์ประกอบหรือปัจจัย (Factor Analysis) ทางสถิติของการวิจัยที่มุ่งลดจำนวนตัวแปรที่มีอยู่มาก เนื่องจากตัวแปรที่มีบางตัวมีลักษณะหรือมีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน จะถูกจัดรวมกลุ่มเดียวกัน ส่วนตัวแปรบางตัวไม่สามารถจัดเข้ากลุ่มตัวแปรในลักษณะนี้ได้จึงต้องตัดทิ้งไป ซึ่งลักษณะของข้อมูลที่จะนำมาวิเคราะห์นั้นจะต้องเป็นข้อมูลเชิงปริมาณหรืออันตรภาค (Interval Scale) โดยการวิเคราะห์องค์ประกอบมีเหตุผลให้ได้จำนวนองค์ประกอบน้อยที่สุด เพื่ออธิบายความผันแปรของข้อมูล ดังนั้น ในการวิเคราะห์จะเป็นการศึกษา ลักษณะการรวมกลุ่มตัวแปรในลักษณะเชิงเส้นตรง (Linear Combination) (ยูทธ ไกยวรรณ, 2556)

การศึกษาคั้งนี้ใช้เทคนิค PCA ในการวิเคราะห์องค์ประกอบพื้นฐานเพื่อบ่งชี้แหล่งกำเนิด การรวมกลุ่มของสาร PAHs ที่มีความแปรปรวนใกล้เคียงกัน และการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของสาร PAHs โดยใช้โปรแกรม SPSS 20.0 เลือกใช้องค์ประกอบที่มีค่า Eigenvalue มากกว่า 1.0 เท่านั้น

2) เทคนิค Hierarchical Cluster Analysis (HCA)

การวิเคราะห์การจัดกลุ่ม (Cluster Analysis) ทางสถิติวิธีหนึ่งที่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถจัดกลุ่มคุณสมบัติตัวแปรของหน่วยงานที่นำมาวิเคราะห์โดยยึดหลักของสิ่งที่เหมือนกันควรจะต้องอยู่กลุ่มเดียวกัน โดยสิ่งที่เหมือนกันอาจไม่เหมือนกันทุกประการ ถือเป็นความเหมือนกันในเชิงสัมพัทธ์ (Relative Homogeneity) และสำหรับการวิเคราะห์การจัดกลุ่มด้วยวิธีวอร์ด (Ward's method) เป็นวิธีการจัดกลุ่มด้วยการคำนวณหาค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรในกลุ่ม จากนั้นจะคำนวณหาค่าความห่างยูคลิเดียนกำลังสอง (Square Euclidean Distance) จากค่าเฉลี่ยทุกกลุ่ม (Cluster Mean) ของแต่ละสมาชิกและเอาความห่างเหล่านี้มารวมกันในแต่ละชั้น (ยูทท โถยววรรณ, 2556)

การศึกษาคั้งนี้ใช้โปรแกรม SPSS 20.0 เลือกใช้ Square Euclidean Distance วัดระยะห่างระหว่าง case แต่ละคู่และเลือกใช้ Ward's method เป็นหลักเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่ม แสดงผลการแบ่งกลุ่มของสถานีด้วยกราฟ Dendrogram และจำแนกการแบ่งกลุ่มโดยเลือกจากการรวมกลุ่ม

3.7 การสำรวจและเก็บข้อมูลผลกระทบต่อชุมชนชายฝั่งทะเลจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล

3.7.1 การสำรวจและเก็บข้อมูลแบบสอบถาม

1) สำรวจและเก็บข้อมูลผลกระทบต่อชุมชนชายฝั่งทะเลจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลด้วยแบบสอบถามที่กำหนดไว้ในภาคผนวก โดยทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างชุมชนชายฝั่งทะเลจังหวัดระยองด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูลชุมชนชายฝั่งทะเลจังหวัดระยอง ด้วยแบบสอบถามในด้านข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม ผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลที่ผ่านมา ระดับความพึงพอใจต่อการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา และการรับรู้ข้อมูลข่าวสารเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลและความก้าวหน้าในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

2) วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม ด้วยวิธีทางสถิติพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าร้อยละ (Percent) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) และค่ากลาง (Median) ของข้อมูลจากแบบสอบถาม

3.7.2 การจัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group)

1) จัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) เรื่อง ประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความเสียด้านสุขภาพของประชาชน จากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะในประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความเสียด้านสุขภาพของประชาชน และผลกระทบด้านอื่นๆ อันเกิดจากการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศของสารพิษที่เกิดจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลลงสู่ชายฝั่งทะเลในพื้นที่จังหวัดระยอง และเพื่อหา

แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาความเสี่ยงด้านสุขภาพของประชาชนในอนาคต ด้วยเทคนิคการพูดคุยและรับฟังความคิดเห็นแบบมีส่วนร่วมของชุมชน (Participatory Approach) จำนวน 2 ครั้ง โดยมีกลุ่มเป้าหมายครั้งละ 30 คน ประกอบด้วย ผู้แทนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ส่วนราชการในพื้นที่ ผู้นำชุมชน ผู้ประกอบการ และชาวประมงชายฝั่งในพื้นที่ ตำบลตะพง ตำบลเพ และตำบลแกลง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง พร้อมทั้งนำผลการสำรวจแบบสอบถามในข้อ 3.7.1 มาประกอบพิจารณาเพิ่มเติม

2) สรุปและวิเคราะห์ผลการประชุมกลุ่มย่อยทั้งสองครั้ง

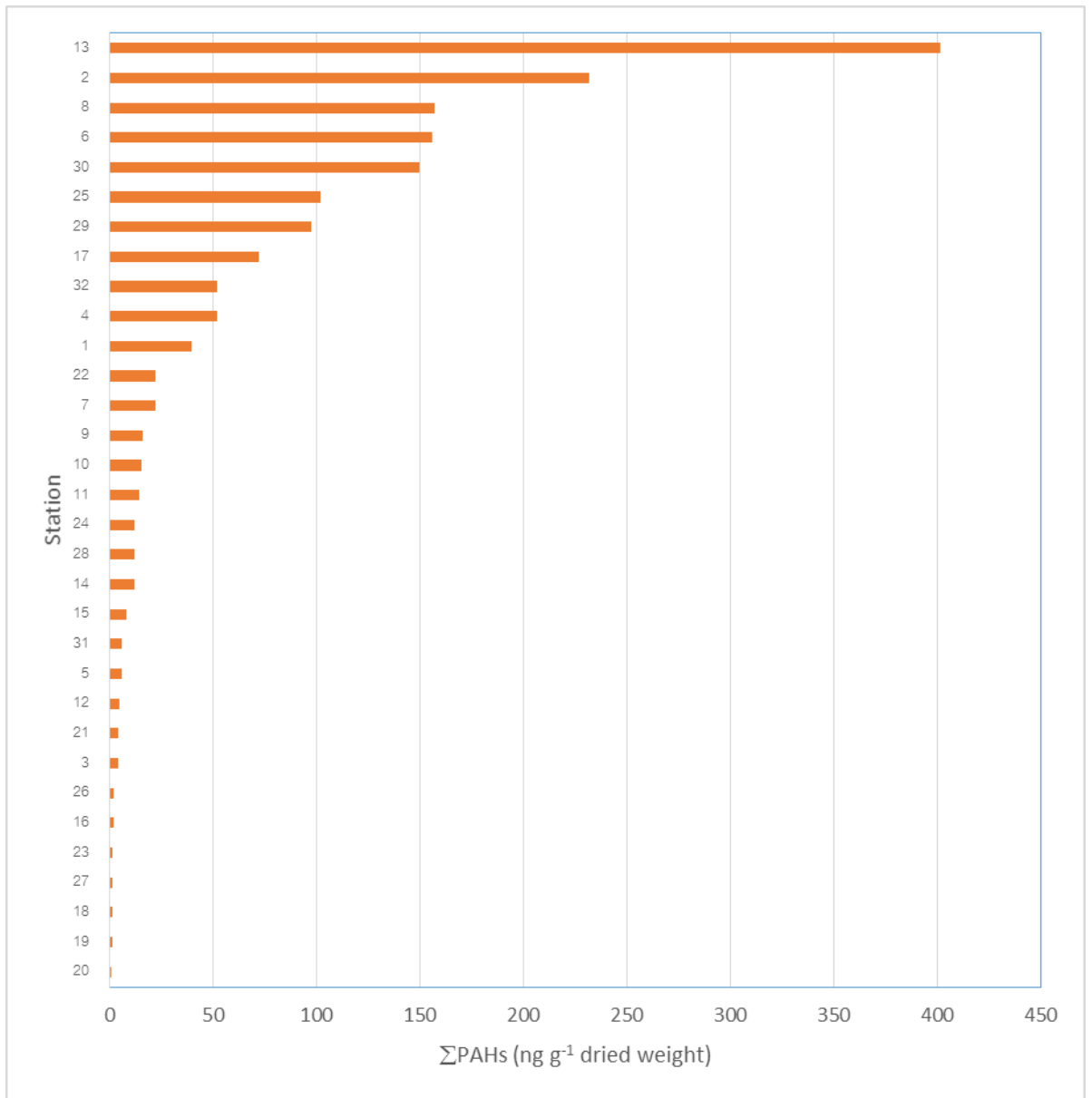
บทที่ 4

ผลการศึกษา

4.1 ระดับความเข้มข้นของการสะสมตัวของสาร PAHs

จากผลการศึกษาตัวอย่างตะกอนดินจากบริเวณรอบเกาะเสม็ด จำนวน 32 สถานี พบการปนเปื้อนของสาร PAHs (\sum PAHs) ทั้ง 16 ชนิด ในทุกตัวอย่าง โดยมีระดับความเข้มข้นของสาร PAHs อยู่ในช่วง 0.71- 401.5 ng g⁻¹ dried weight และมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 52.40 ± 86.58 ng g⁻¹ dried weight ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงดังภาคผนวก ก

จากแผนภูมิแท่งเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของ \sum PAHs แสดงดังรูปที่ 4.1 พบว่า สถานีที่มี \sum PAHs มากที่สุด คือ สถานี 13, 2, 8, 6 และ 30 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 401.5, 231.6, 156.8, 155.6 และ 149.5 ng g⁻¹ dried weight ตามลำดับ โดยสถานี 6, 8 และ 13 เป็นสถานีที่อยู่บริเวณหน้าอ่าวพร้าว ซึ่งคาดว่าจะจะเป็นจุดเสี่ยงในการปนเปื้อนของสาร PAHs จากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล ส่วนสถานี 2 เป็นจุดหน้าท่าเทียบเรือเกาะเสม็ด ซึ่งมีปริมาณกิจกรรมทางเรื่อค่อนข้างสูง และสถานีที่ 30 เป็นจุดที่เป็นเส้นทางเดินเรือไปยังหาดทรายแก้ว



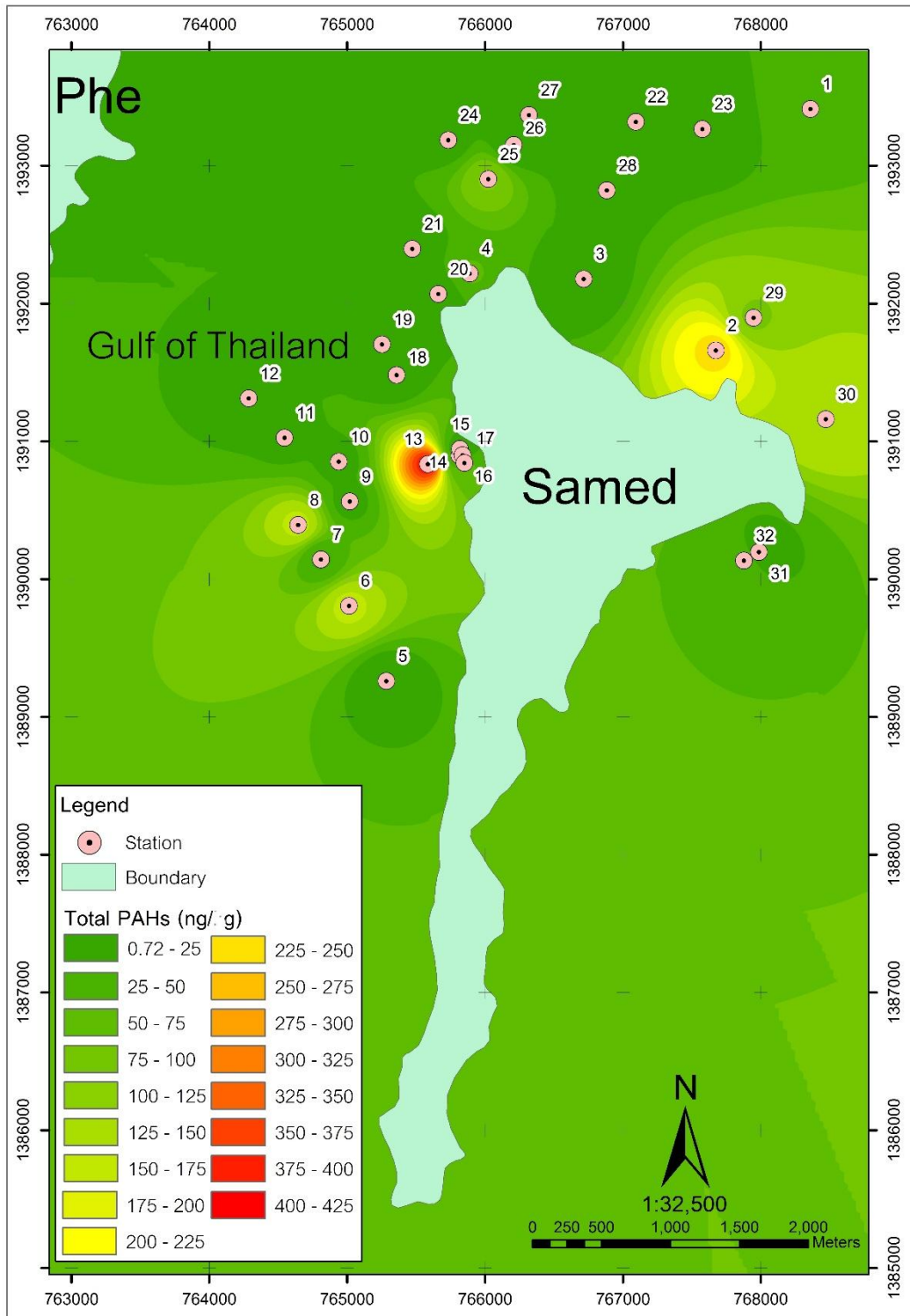
รูปที่ 4.1 ระดับความเข้มข้นรวมของสาร PAHs ที่ตรวจวัดได้ในตัวอย่างตะกอนดินจากสถานีเก็บตัวอย่างเรียงตามลำดับความเข้มข้น

4.2 รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของสาร PAHs รวมทั้งจุดที่มีการปนเปื้อนสูง (Hot spot)

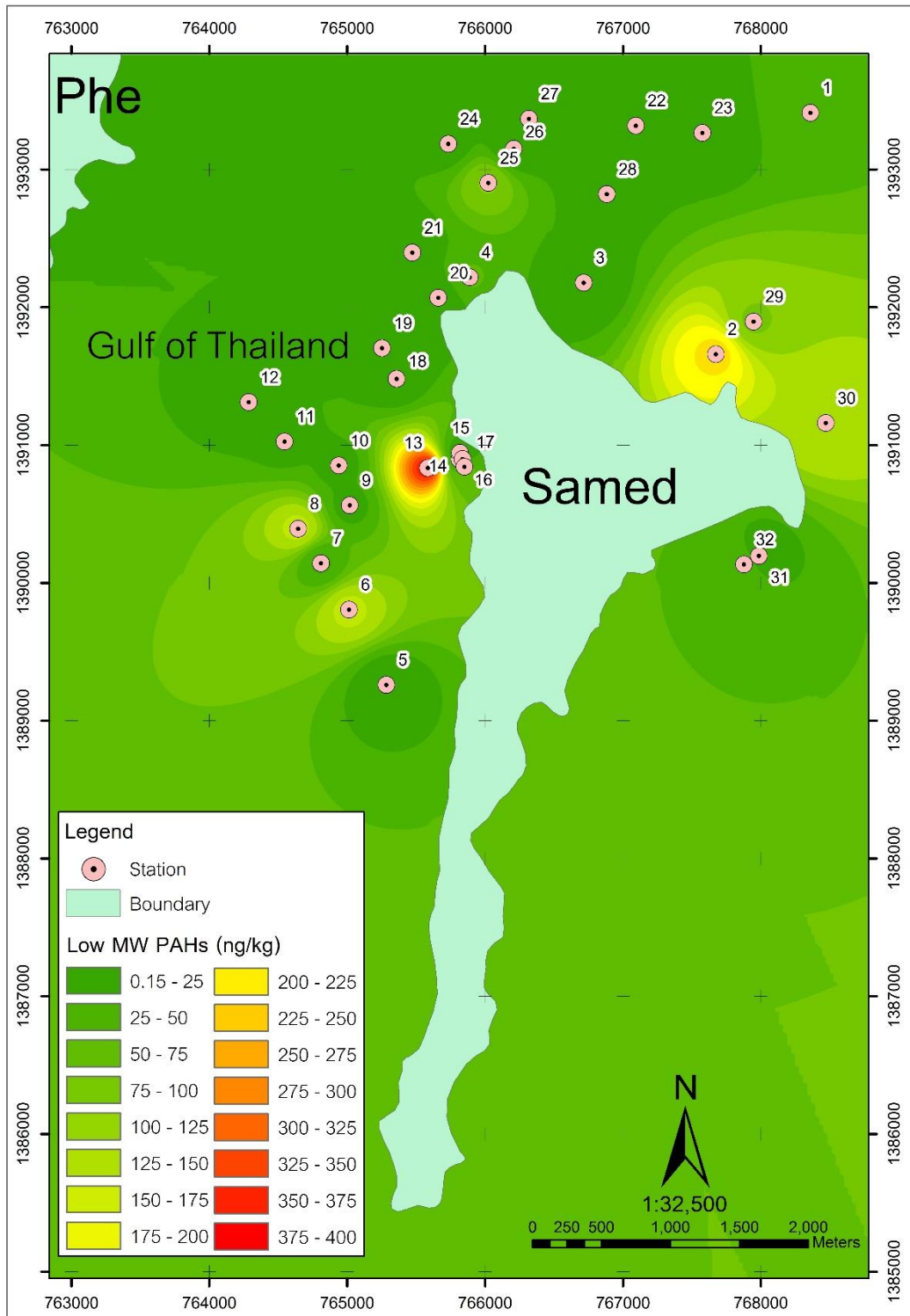
จากผลการวิเคราะห์ระดับความเข้มข้นของ Σ PAHs ดังที่ได้กล่าวไปแล้ว ได้ทำการจัดทำแผนที่การกระจายตัวเชิงพื้นที่ของสาร PAHs ในพื้นที่ศึกษาแสดงในรูปที่ 4.2 โดยเมื่อพิจารณาการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของสาร PAHs ในช่วงที่เกิดการรั่วไหลของน้ำมันดิบ จากภาพถ่ายดาวเทียมบริเวณน้ำมันรั่วของสำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ ทางคณะผู้วิจัยได้ออกแบบสถานีเก็บตัวอย่างให้ครอบคลุมพื้นที่เสี่ยง (Hot spot) ที่มีระดับของการสะสมตัวของสาร PAHs ความเข้มข้นสูง เนื่องจากการรั่วไหลของน้ำมันดิบและพื้นที่ที่เป็นตัวแทนของระดับการปนเปื้อนของสาร PAHs ตามปกติ (background concentration) ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของ Σ PAHs พบว่า มีค่าสูงบริเวณหน้าอ่าวพร้าว ซึ่งตรงกับพื้นที่ที่คาดว่าจะเกิดจุดเสี่ยงที่เกิดจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล คือ เป็นพื้นที่ที่รับคราบน้ำมันที่เข้าสู่บริเวณอ่าวพร้าว จากนั้นจมตัวลงและคงตัวอยู่ในตะกอนดินหน้าอ่าวพร้าวดังรูปแบบการกระจายตัวของสาร PAHs ที่เห็นได้อย่างชัดเจน ในขณะที่อีกจุดที่มีระดับความเข้มข้นของ Σ PAHs สูง คือ บริเวณหน้าท่าเรือข้ามฝากของเกาะเสม็ด ซึ่งมีกิจกรรมทางเรือในปริมาณค่อนข้างสูง จึงได้สะท้อนออกมาในรูปแบบการกระจายตัวที่เห็นได้อย่างชัดเจน

เมื่อทำการวิเคราะห์ลงในรายละเอียดเพิ่มเติม โดยทำการพล็อตรูปแบบการกระจายตัวของสาร PAHs โดยเปลี่ยนจาก Σ PAHs เป็น Low Molecular Weight PAHs กลุ่มที่มีโครงสร้างเล็กมีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ โครงสร้างโมเลกุล ประกอบด้วย วงแหวน 2-3 วง ได้แก่ Nap, Acy, Ace, Fl, Phe, An โดยสารพีเอเอชกลุ่มนี้เป็นตัวแทนของ PAHs ที่มีแหล่งกำเนิดแบบ Petrogenic มีแหล่งกำเนิดมาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม (Mai et al., 2002) ดังแสดงดังรูปที่ 4.3 ผลการศึกษาพบว่า รูปแบบการกระจายตัวของ Low Molecular Weight PAHs มีความใกล้เคียงกับรูปแบบการกระจายตัวของ Σ PAHs คือ มีค่าสูงบริเวณหน้าอ่าวพร้าวซึ่งตรงกับพื้นที่ที่คาดว่าจะเกิดจุดเสี่ยงที่เกิดจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหล คือ เป็นพื้นที่ที่รับคราบน้ำมันที่เข้าสู่บริเวณอ่าวพร้าว จากนั้นจมตัวลงและคงตัวอยู่ในตะกอนดินหน้าอ่าวพร้าวดังรูปแบบการกระจายตัวของ PAHs ที่เห็นได้อย่างชัดเจน ในขณะที่อีกจุดที่มีระดับความเข้มข้นของ Low Molecular Weight PAHs สูง คือ บริเวณหน้าท่าเรือข้ามฝากของเกาะเสม็ด ซึ่งมีกิจกรรมทางเรือในปริมาณค่อนข้างสูง อย่างไรก็ตามจากแหล่งกำเนิดที่มาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม สามารถสรุปผลให้เห็นภาพของการตกค้างของน้ำมันดิบที่รั่วไหลลงสู่ตะกอนดินในบริเวณหน้าอ่าวพร้าว เนื่องจากไม่ได้มีแหล่งกำเนิดจากกิจกรรมทางเรือเหมือนในตอนเหนือและตะวันออกของเกาะเสม็ดที่เป็นเส้นทางเดินเรือที่มีความหนาแน่นของจำนวนเรือค่อนข้างสูง

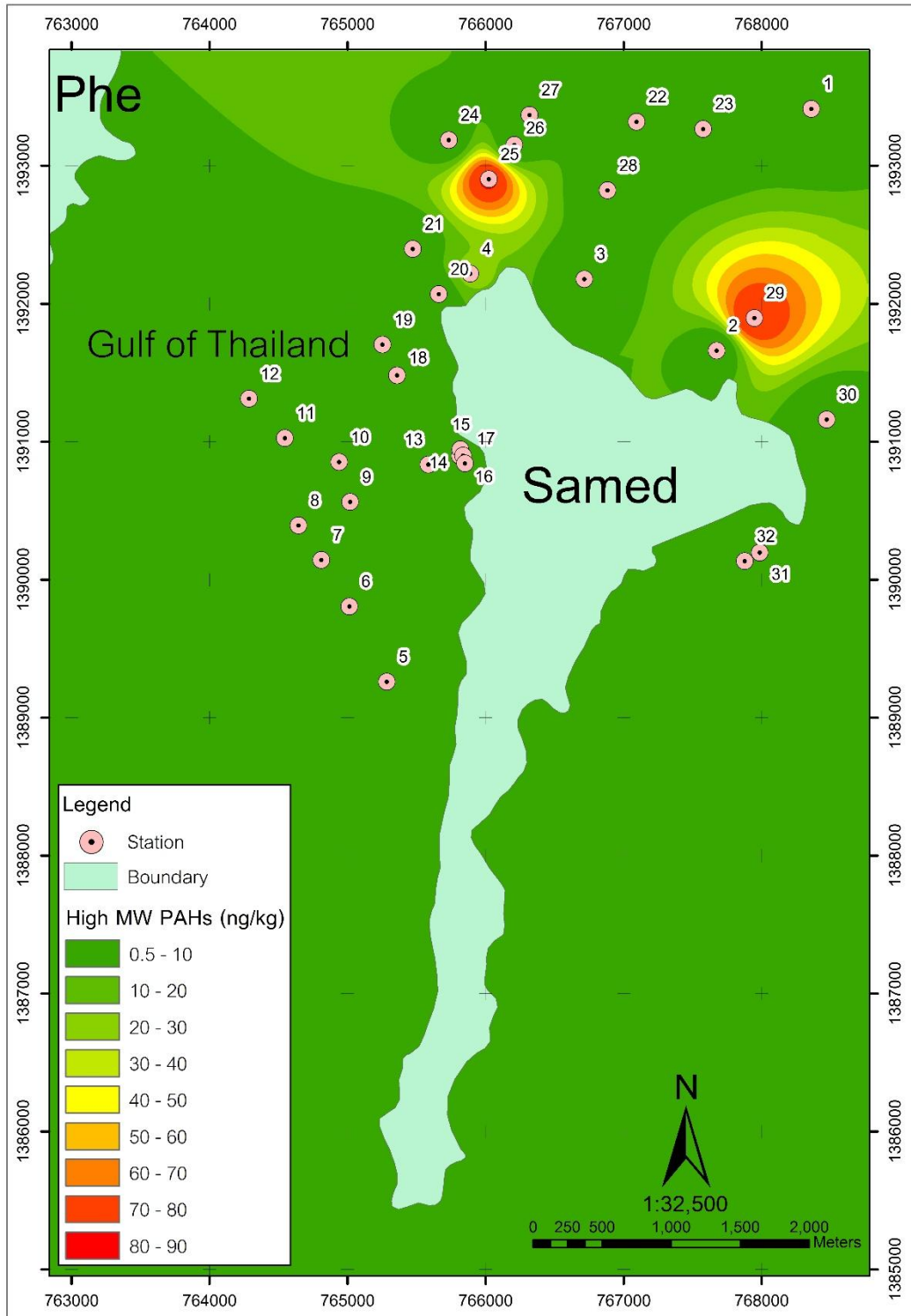
เมื่อพิจารณารูปแบบของ High Molecular Weight PAHs เป็นกลุ่มที่มีโครงสร้างใหญ่ มีน้ำหนักโมเลกุลสูง ประกอบด้วย วงแหวน 4-6 วง ได้แก่ Fluo, Pyr, B[a]A, Chry, B[b]F, B[k]F, B[a]P, Ind, D[a,h]A และ B[g,h,i] เป็นสาร PAHs ที่มีแหล่งกำเนิดจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ (Mai et al., 2002; Wang et al., 1995; Zeng and Vista, 1997) ดังแสดงดังรูปที่ 4.4 ผลการศึกษา พบว่า ระดับความเข้มข้นของ High Molecular Weight PAHs มีความแตกต่างจากรูปแบบของ Σ PAHs และ Low Molecular Weight PAHs กล่าวคือ บริเวณที่มีความเสี่ยงสูงพบในตอนเหนือและตะวันออกของเกาะเสม็ดที่เป็นเส้นทางเดินเรือที่มีความหนาแน่นของจำนวนเรือค่อนข้างสูง สะท้อนให้เห็นถึงแหล่งกำเนิดที่มีความแตกต่างจากเหตุการณ์น้ำดิบรั่วไหล กล่าวคือ เป็นตัวแทนของการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ที่เกิดจากควันของเรือประมงที่ใช้น้ำมันดีเซล รวมถึงเรือสปีดโบ๊ทที่ใช้เชื้อเพลิงประเภทน้ำมันเบนซิน



รูปที่ 4.2 รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของ Σ PAHs ในตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ด



รูปที่ 4.3 รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของ Low Molecular Weight PAHs ในตะกอนดิน บริเวณเกาะเสม็ด



รูปที่ 4.4 รูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของ High Molecular Weight PAHs ในตะกอนดิน บริเวณเกาะเสม็ด

จากผลดำเนินการประยุกต์ใช้เทคนิคสถิติเชิงพหุ ได้แก่ เทคนิค Principal Component Analysis (PCA) และ Hierarchy Cluster Analysis (HCA) เพื่อจำแนกแหล่งกำเนิดของสาร PAHs โดยทำการวิเคราะห์ข้อมูลความเข้มข้นของสาร PAHs ทั้ง 16 ชนิดในตะกอนดิน เทคนิค PCA จะบ่งชี้ข้อมูลในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักของสาร PAHs ที่มีค่าเปอร์เซ็นต์สูงที่สุด เพื่อจำแนกแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกันดังที่ได้อภิปรายไปแล้วในรูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของสาร PAHs การจับกลุ่มของสถานีเก็บตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงกันของแหล่งกำเนิดชนิดเดียวกัน PAHs ส่วนเทคนิค HCA เป็นวิธีแบ่งกลุ่มสถานีที่ทำการวิเคราะห์ปริมาณการปนเปื้อนของสาร PAHs ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์สถิติแบบหลายตัวแปร โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS 20.0

จากการวิเคราะห์ข้อมูลระดับความเข้มข้นของสาร PAHs ในตะกอนดินบริเวณพื้นที่ศึกษาจำนวน 32 สถานี และวิเคราะห์ชนิดของสาร PAHs จำนวน 16 ชนิด โดยใช้องค์ประกอบที่มีค่า Eigenvalue > 1 ด้วยวิธีหมุนแกนแบบ Varimax with Kaiser Normalization แบบ 3 มิติ ผลการวิเคราะห์การจับกลุ่มข้อมูลสาร PAHs แต่ละชนิด แสดงดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.5 พบว่า PAHs ที่มีค่า Rotated Component Matrix ในแต่ละชนิด > 0.7 มีการจัดกลุ่มดังนี้

ตารางที่ 4.1 Rotated Component Matrix ของสาร PAHs แต่ละชนิดจากตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ด

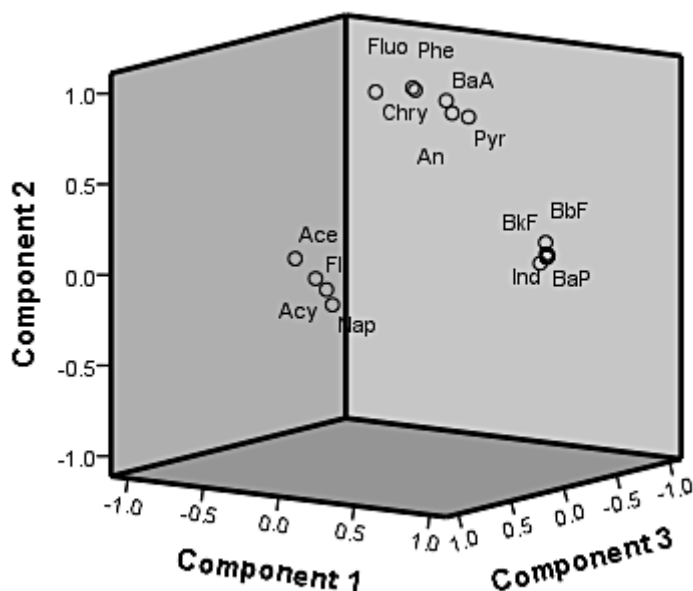
PAHs	Component		
	1	2	3
Nap	-0.043	-0.139	0.541
Acy	0.055	-0.018	0.736
Ace	-0.070	0.158	0.854
Fl	0.008	0.044	0.773
Phe	0.103	0.993	-0.009
An	0.411	0.893	0.056
Fluo	0.079	0.968	-0.069
Pyr	0.485	0.872	0.007
B[a]A	0.273	0.928	-0.085
Chry	-0.073	0.967	0.090
B[b]F	0.987	0.145	-0.018
B[k]F	0.971	0.224	-0.027
B[a]P	0.987	0.146	-0.016
Ind	0.986	0.154	-0.030
D[a,h]A	0.983	0.165	-0.016
B[g,h,i]P	0.964	0.115	0.014
Variance (%)	42.6	25.7	19.4

จาก Rotated Component Matrix ของสาร PAHs แต่ละชนิด ผลการศึกษาสามารถสกัด องค์ประกอบหลัก Principle Component (PC) จำนวน 3 องค์ประกอบโดยมีค่า Cumulative Variance สูงถึง 87.7 % ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด

องค์ประกอบที่ 1 (PC1) ให้ค่า Variance เท่ากับ 42.6 % ชนิดของสาร PAHs ที่มีความโดดเด่นได้แก่ B[b]F, B[k]F, B[a]P, Ind, D[a,h]A และ B[g,h,i]P ซึ่งเป็นสาร PAHs ที่มีวงแหวน 5-6 วง สาร PAHs ในกลุ่มนี้มีที่มาจาก การเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์และการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซล (Wang et al., 1995; Zeng and Vista, 1997) สามารถอธิบายได้ว่า จำนวนตัวอย่าง 42.6 % มีแหล่งกำเนิด มาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ดังแสดงในรูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ในตอนเหนือและฝั่ง ตะวันออกของเกาะเสม็ด

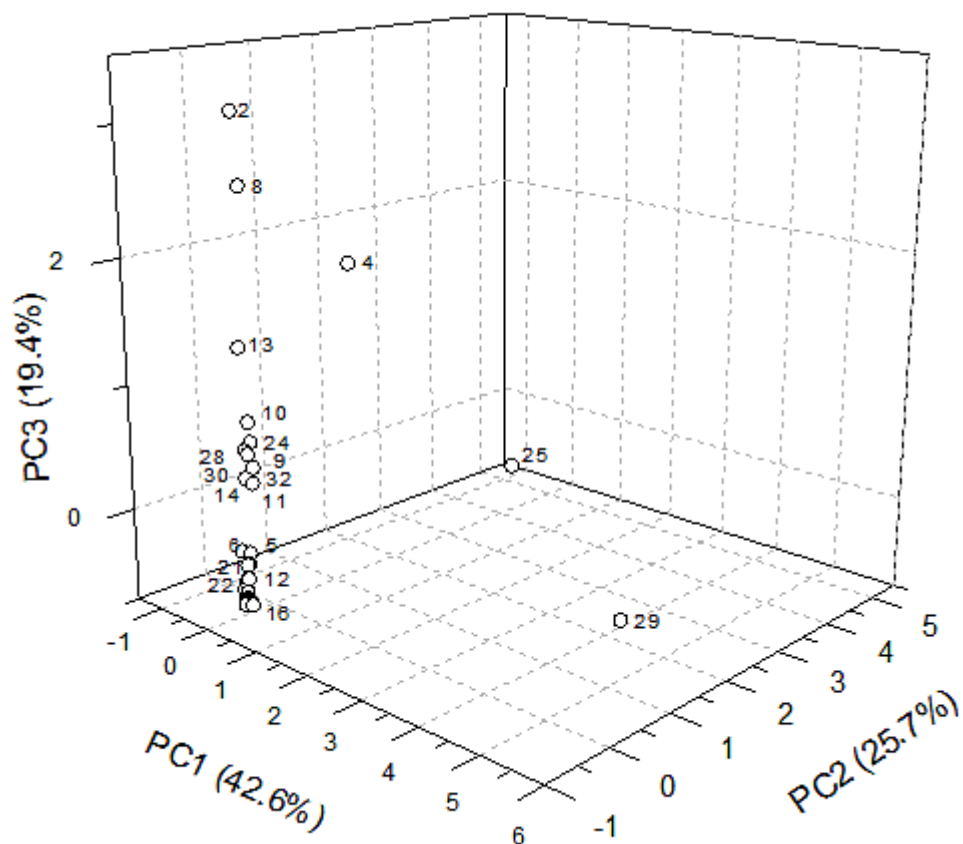
องค์ประกอบที่ 2 (PC2) ให้ค่า Variance เท่ากับ 25.7 % ชนิดของสาร PAHs ที่มีความโดดเด่นได้แก่ Phe, An, Fluo, Pyr, B[a]A และ Chry เป็นสาร PAHs ที่มีวงแหวน 3-5 วง มีที่มาจาก ปิโตรเลียมและการเผาไหม้ของน้ำมันและถ่านหิน (Fang et al., 2006; Larsen and Baker, 2003)

องค์ประกอบที่ 3 (PC3) ให้ค่า Variance เท่ากับ 19.4 % ชนิดของ PAHs ที่มีความโดดเด่น ได้แก่ Acy, Ace และ Fl เป็นสาร PAHs ที่มีวงแหวน 3 วง มีที่มาจากเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่ยังไม่ผ่าน กระบวนการเผาไหม้ (Yunker et al., 1996) มีแหล่งกำเนิดมาจากการรั่วไหลของผลิตภัณฑ์ ปิโตรเลียม ซึ่งอาจจะสะท้อนถึงเหตุการณ์การรั่วไหลของน้ำมันดิบในการศึกษาครั้งนี้



รูปที่ 4.5 3D Plot ของ Loading Plot ของสาร PAHs ในตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ด

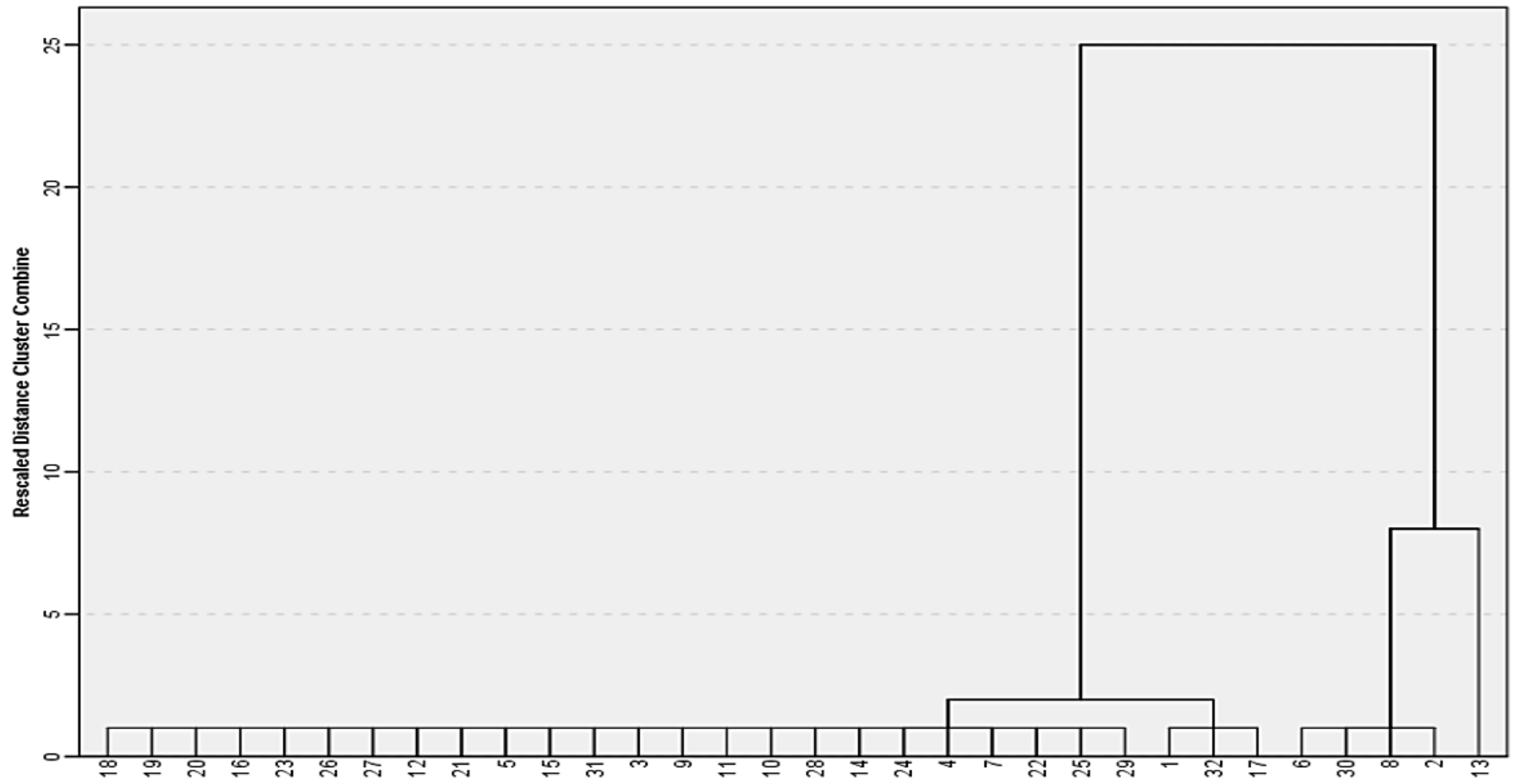
เมื่อทำการพล็อตกราฟ 3 มิติ ของ Loading ทั้ง 3 องค์ประกอบหลัก พบว่า สามารถจำแนกแหล่งกำเนิดของสาร PAHs ในตะกอนดินได้จำนวน 3 กลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มแหล่งกำเนิดอย่างชัดเจน โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย Nap, Acy, Ace และ Fl บ่งชี้ถึงแหล่งกำเนิดประเภทเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่ยังไม่ผ่านกระบวนการเผาไหม้ กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วย B[b]F, B[k]F, B[a]P และ Ind มีที่มาจากเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์และการเผาไหม้ของน้ำมันดีเซล และกลุ่มสุดท้ายประกอบด้วย Phe, An, Fluo, Pyr, B[a]A, Chry, D[a,h]A และ B[g,h,i]P เป็นสาร PAHs ที่มีวงแหวน 3-5 วง มีที่มาจากปิโตรเลียมและการเผาไหม้ของน้ำมันและถ่านหิน



รูปที่ 4.6 3D Plot ของ Scoring Plot ของสาร PAHs ในตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ด

เมื่อทำการพล็อตกราฟ 3 มิติ ของ Scoring Plot ทั้ง 3 องค์ประกอบหลัก แสดงดังรูปที่ 4.6 พบว่า สามารถจำแนกสถานีเก็บตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงขององค์ประกอบของสาร PAHs ที่พบในตะกอนดินจำนวน 2 กลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มแหล่งกำเนิดอย่างชัดเจน โดยกลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยสถานี 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 24, 28, 30 และ 32 กลุ่มนี้จะสะท้อนถึงองค์ประกอบของสาร PAHs ที่มาจากแหล่งกำเนิดประเภทเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่ยังไม่ผ่านกระบวนการเผาไหม้ ดังเช่นบริเวณสถานีเก็บตัวอย่างหน้าอ่าวพร้าว ซึ่งบ่งชี้ถึงผลกระทบจากการรั่วไหลของน้ำมันดิบ อย่างไรก็ตามในบางสถานีของตอนเหนือและฝั่งตะวันออก (บริเวณท่าเรือและจุดจอดเรือสปีดโบ๊ท) ของเกาะเสม็ดก็ยังมีผลกระทบจากการปล่อยทิ้งผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมลงสู่ตะกอนดินโดยตรง หรือมาจากคราบน้ำมันดิบที่สะสมตัวในพื้นที่ดังกล่าว กลุ่มที่ 2 จะเป็นตัวแทนของสถานีที่มีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ได้แก่ สถานี 5, 6, 12, 16, 21 และ 22 ซึ่งเป็นตัวอย่างส่วนใหญ่เกิน 50 % ของตัวอย่างตะกอนดินทั้งหมด อย่างไรก็ตามหากพิจารณาเฉพาะสถานี 5 และ 6 ซึ่งอยู่ด้านตะวันตกของเกาะเสม็ด แต่ไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำมันดิบที่สะสมตัวเหมือนในสถานีของกลุ่มที่ 1 สะท้อนให้เห็นถึงทิศทางของกระแสน้ำที่อาจจะส่งผลให้คราบน้ำมันพุ่งไปยังทิศทางด้านเหนือของเกาะเสม็ด จึงสามารถสรุปได้ว่า แหล่งกำเนิดของสถานีที่ 5 และ 6 เป็นพื้นที่ควบคุม (control site) ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการสะสมตัวของคราบน้ำมันดิบ

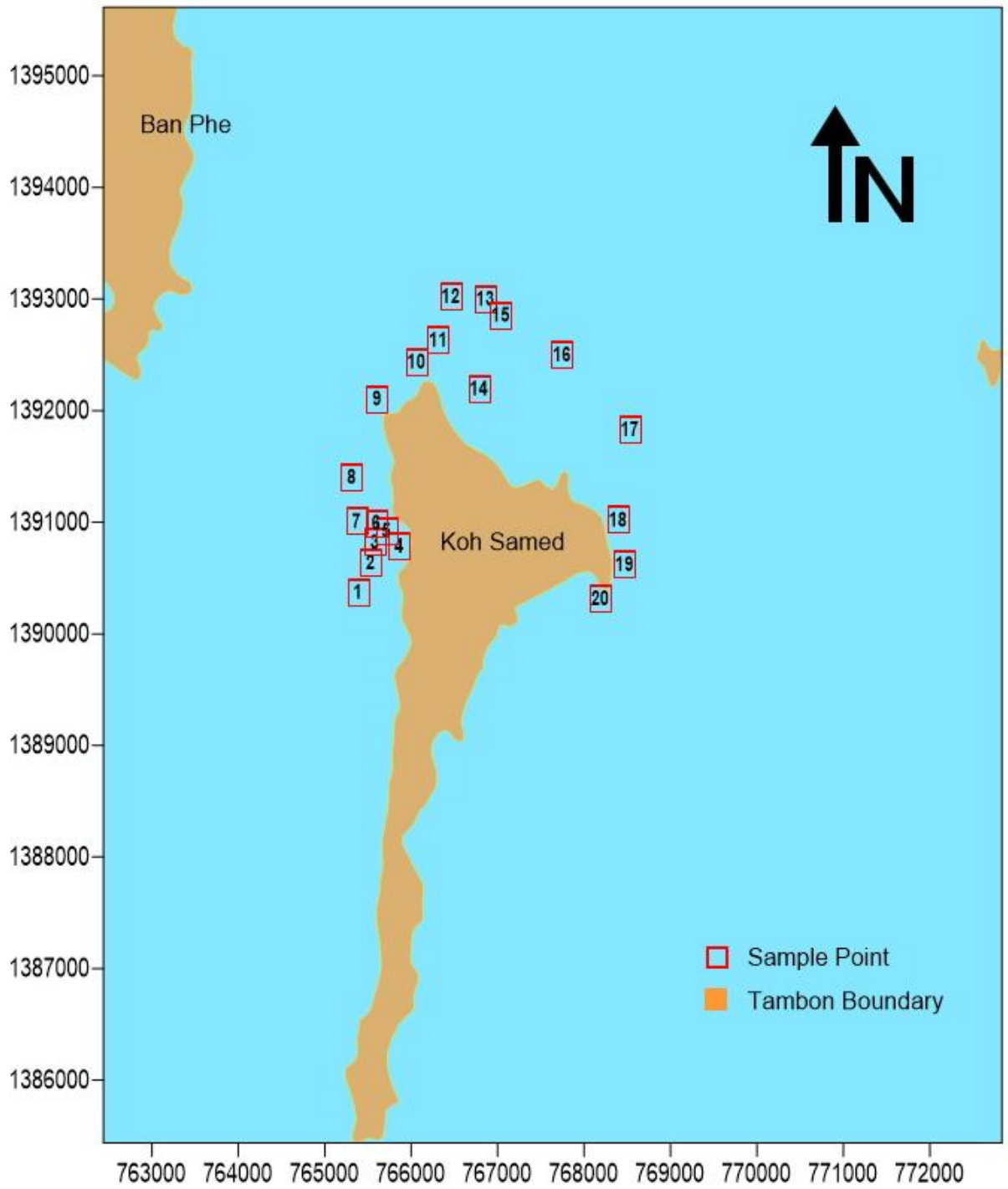
จากการประยุกต์ใช้เทคนิค HCA เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลสาร PAHs โดยเลือกใช้ Square Euclidean Distance วัดระยะห่างระหว่าง case แต่ละคู่ และเลือกใช้ Ward's method เป็นเกณฑ์ในการแบ่งกลุ่มโดยอาศัยความสัมพันธ์ของสาร PAHs ในแต่ละชนิดในแต่ละสถานี ผลการวิเคราะห์การแบ่งกลุ่มข้อมูลตามสถานี แสดงโดย Dendrogram แสดงดังรูปที่ 4.7 โดยสามารถแบ่งกลุ่มได้ 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกได้แก่ 2, 6, 8, 16 และ 30 กลุ่มนี้จะสะท้อนถึงองค์ประกอบของสาร PAHs ที่มาจากแหล่งกำเนิดประเภทเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่ยังไม่ผ่านกระบวนการเผาไหม้ ในขณะที่สถานี 1, 17 และ 32 ก็มีความคล้ายคลึง (similarity) ของแหล่งกำเนิดที่ใกล้เคียงกัน และในสถานีอื่นๆ จะมีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์



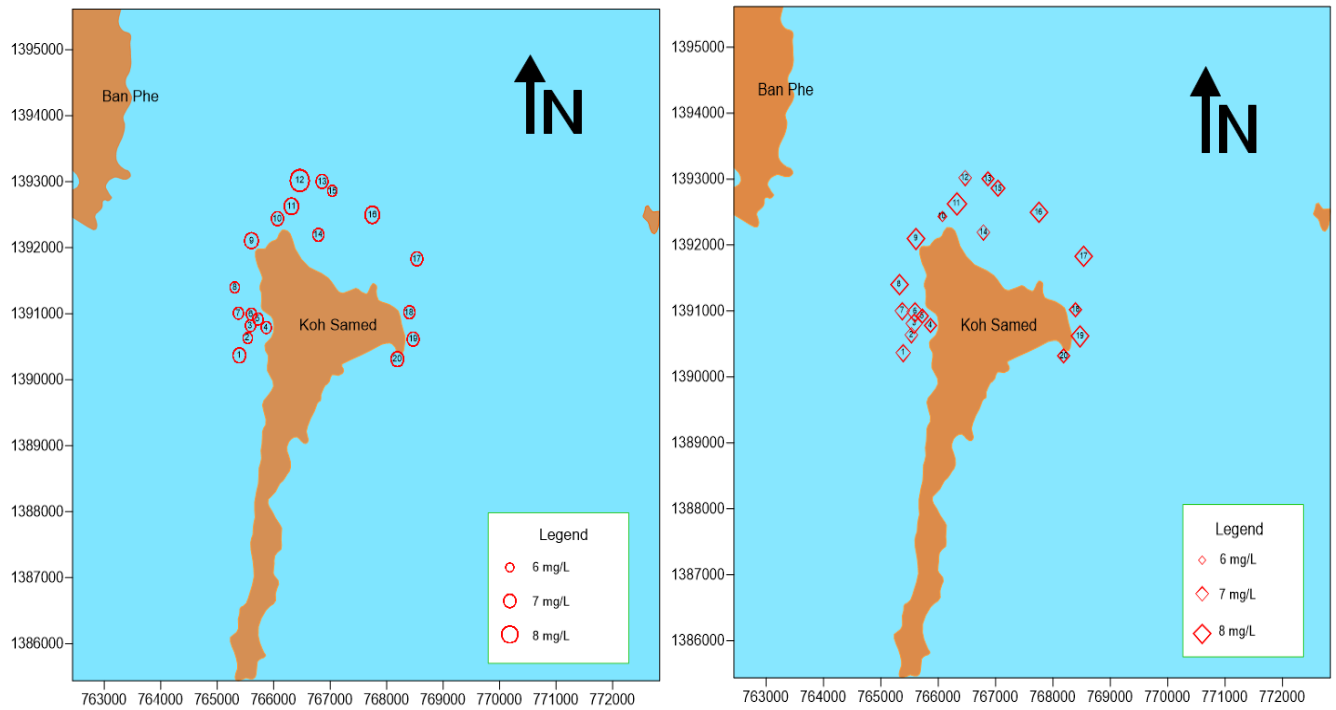
รูปที่ 4.7 Dendogram การจับกลุ่มข้อมูลตามสถานีเก็บตัวอย่างตะกอนดินบริเวณเกาะเสม็ดด้วยเทคนิค HCA

4.3 คุณภาพน้ำในภาคสนาม

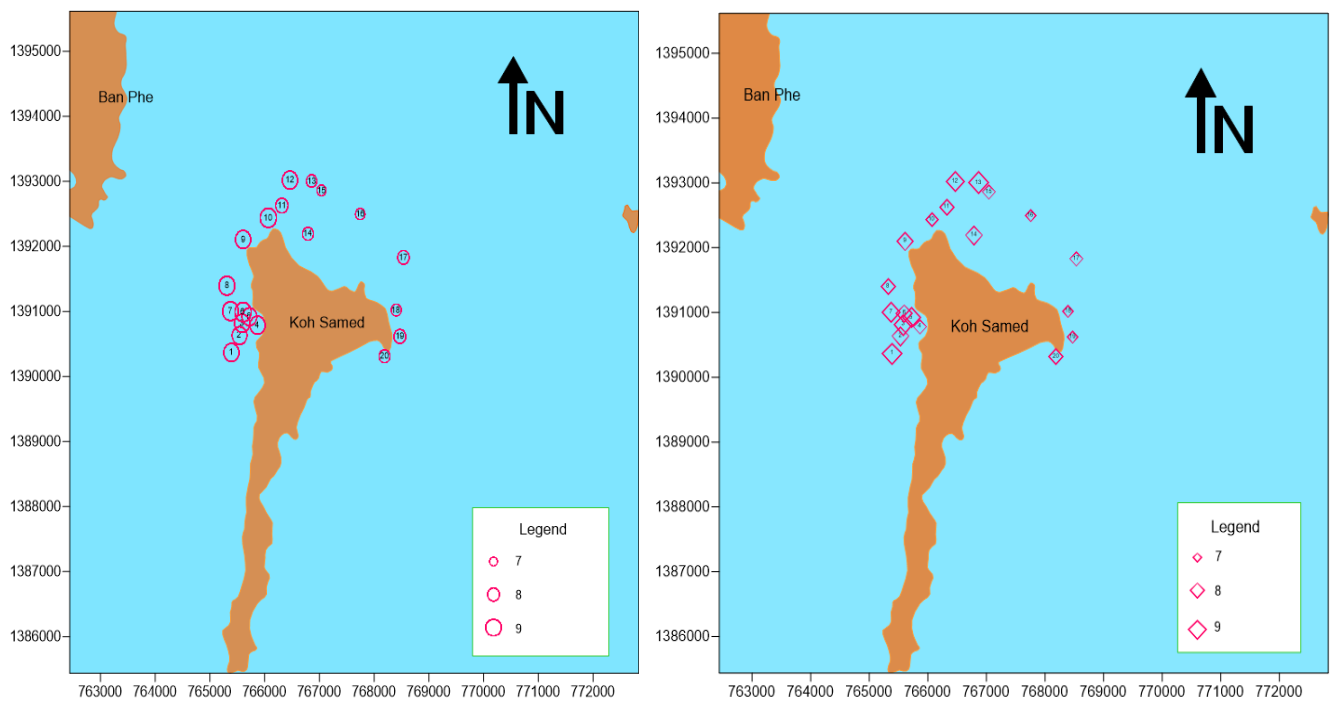
ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำ บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง จำนวน 20 สถานี ในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคมและเดือนเมษายน 2560) จำนวน 2 ครั้ง แสดงดังรูปที่ 4.8 และภาคผนวก ข พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) ครั้งที่ 1 มีค่าในช่วง 6.70-7.80 มิลลิกรัมต่อลิตร และครั้งที่ 2 มีค่าในช่วง 6.00-6.60 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงดังรูปที่ 4.9 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ครั้งที่ 1 มีค่าอยู่ในช่วง 8.04-8.16 และครั้งที่ 2 มีค่าอยู่ในช่วง 8.08-8.28 แสดงดังรูปที่ 4.10 ความเค็ม (Salinity) ครั้งที่ 1 มีค่าในช่วง 23.70 ถึง 29.60 กรัมต่อกิโลกรัม และครั้งที่ 2 มีค่าอยู่ในช่วง 22.10 ถึง 32.30 กรัมต่อกิโลกรัม แสดงดังรูปที่ 4.11 ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Conductivity) ครั้งที่ 1 มีค่าในช่วง 42.31-53.40 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และครั้งที่ 2 มีค่าอยู่ในช่วง 40.35 ถึง 55.40 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร แสดงดังรูปที่ 4.12 อุณหภูมิ (Temperature) ครั้งที่ 1 มีค่าในช่วง 30.60 ถึง 31.70 องศาเซลเซียส และครั้งที่ 2 มีค่าอยู่ในช่วง 30.80 ถึง 31.20 องศาเซลเซียส แสดงดังรูปที่ 4.13



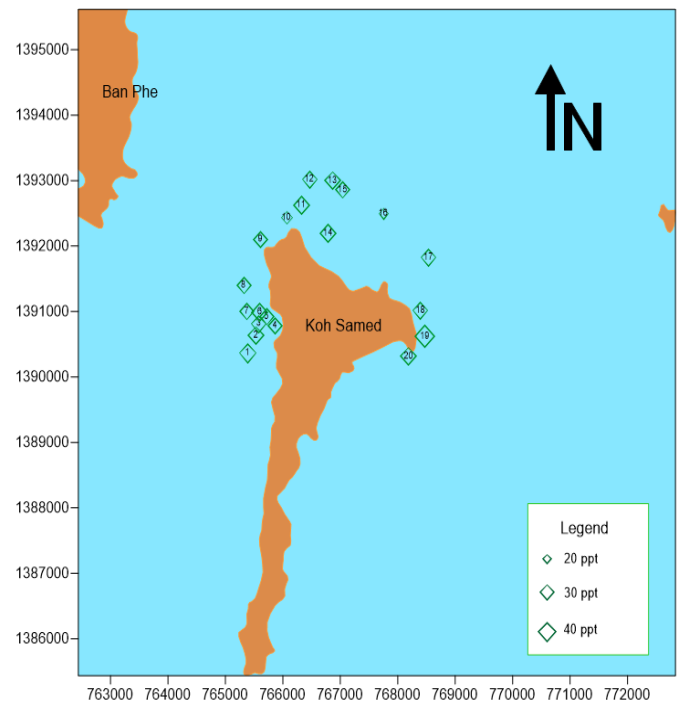
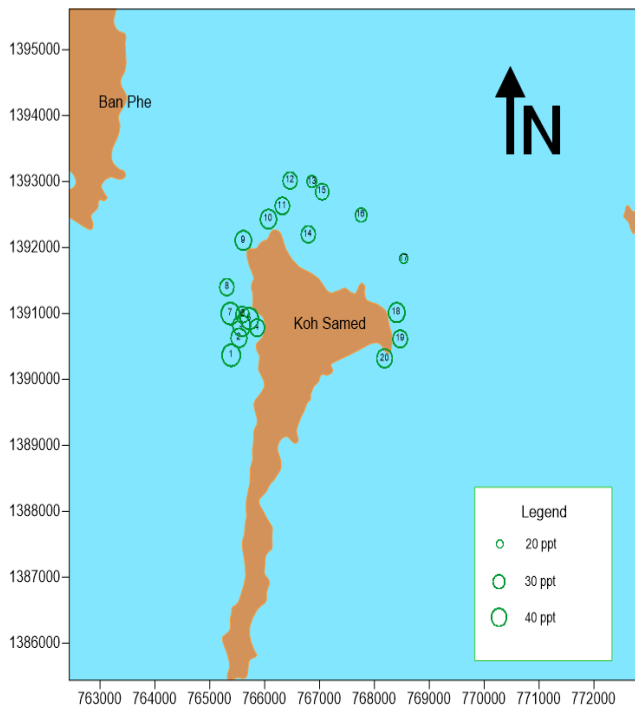
รูปที่ 4.8 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำบริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง จำนวน 20 สถานี



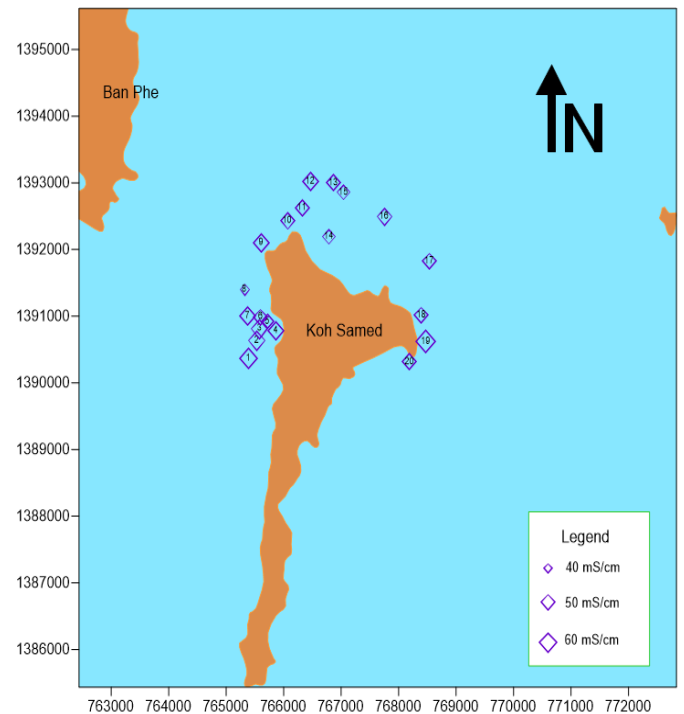
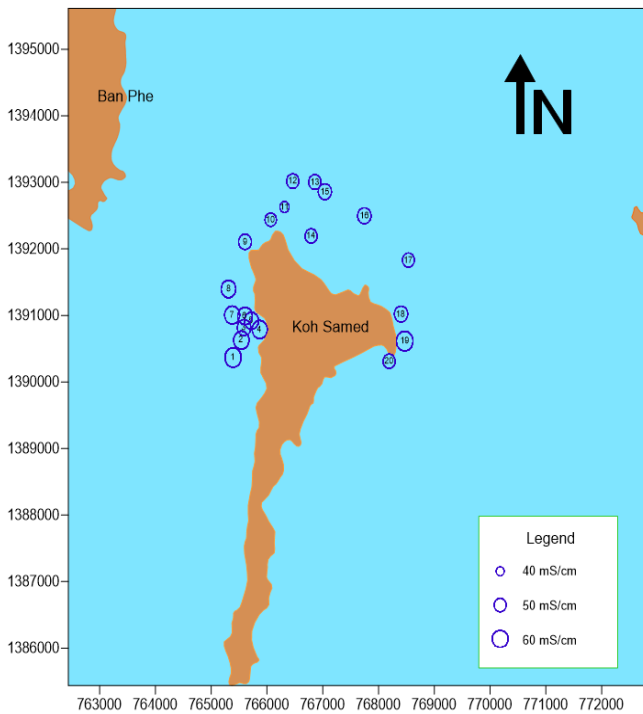
รูปที่ 4.9 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



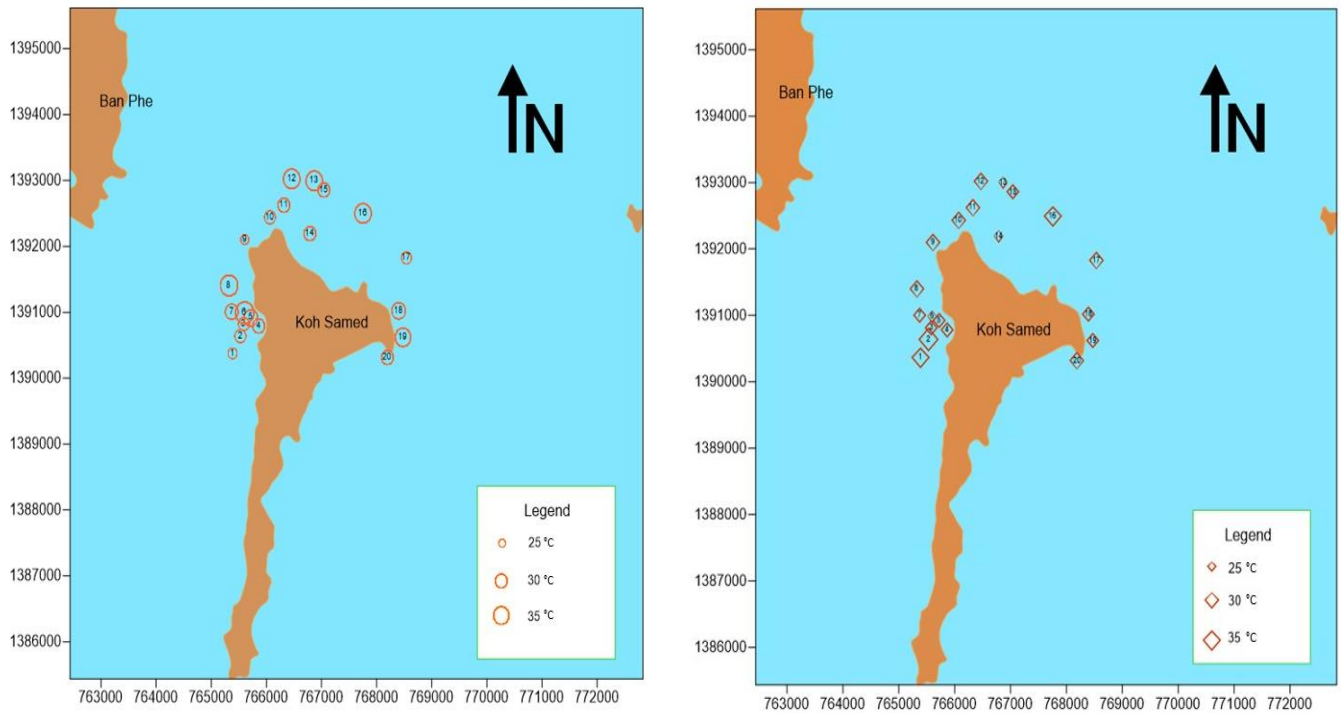
รูปที่ 4.10 ความเป็นกรด-ด่าง (pH) บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



รูปที่ 4.11 ความเค็ม (Salinity) บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



รูปที่ 4.12 ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Conductivity) บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2



รูปที่ 4.13 อุณหภูมิ (Temperature) บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง ครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

4.4 ผลกระทบ ความพึงพอใจ การรับรู้ข้อมูลข่าวสาร และความคืบหน้าในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

4.4.1 การสำรวจและเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามและวิเคราะห์ข้อมูล

โดยทำการเก็บรวบรวมกลุ่มตัวอย่างทั้งสิ้น 302 คน จากประชากรในพื้นที่ 3 ตำบล อันได้แก่ ตำบลเพ ตำบลตะพง ตำบลแกลง ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของอำเภอเมืองจังหวัดระยอง และเป็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลบริเวณชายฝั่งจังหวัดระยอง เมื่อเดือนกรกฎาคม 2556 โดยในการสำรวจและเก็บข้อมูลในครั้งนี้แบ่งการนำเสนอผลการศึกษาออกเป็น 5 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ตอนที่ 2 ผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วที่ผ่านมา
- ตอนที่ 3 ระดับความพึงพอใจต่อการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา
- ตอนที่ 4 การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเหตุการณ์น้ำมันรั่ว และความคืบหน้าในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม
- ตอนที่ 5 ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และความต้องการ

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.2 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามตำบล

ตำบล	จำนวน	ร้อยละ
ตำบลเพ	101	33.44
ตำบลตะพง	101	33.44
ตำบลแกลง	100	33.12
รวม	302	100.00

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามทั้ง 3 พื้นที่ที่มีสัดส่วนใกล้เคียงกัน โดยผู้ตอบแบบสอบถามที่อาศัยในตำบลเพ มีจำนวน 101 คน คิดเป็นร้อยละ 33.44 ผู้ตอบแบบสอบถามในตำบลตะพง มีจำนวน 101 คน คิดเป็นร้อยละ 33.44 ผู้ตอบแบบสอบถามในตำบลแกลง มีจำนวน 100 คน คิดเป็นร้อยละ 32.12

ตารางที่ 4.3 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเพศ

เพศ	จำนวน	ร้อยละ
ชาย	161	53.31
หญิง	141	46.69
รวม	302	100.00

จากตารางที่ 4.3 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย จำนวน 161 คน คิดเป็นร้อยละ 53.31 และผู้ตอบแบบสอบถามเพศหญิง มีจำนวน 141 คน คิดเป็นร้อยละ 46.69

ตารางที่ 4.4 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามช่วงอายุ

ช่วงอายุ	จำนวน	ร้อยละ
ไม่เกิน 25 ปี	33	10.93
26-35 ปี	67	22.19
36-45 ปี	99	32.78
46-55 ปี	66	21.85
56 ปีขึ้นไป	37	12.25
รวม	302	100.0

$$\bar{X} = 41.03 \text{ ปี}$$

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีช่วงอายุระหว่าง 36 – 45 ปี คิดเป็นร้อยละ 32.78 รองลงมาคือ ช่วยอายุระหว่าง 26-35 ปี คิดเป็นร้อยละ 22.19 ช่วยอายุระหว่าง 46-55 ปี คิดเป็นร้อยละ 21.85 ช่วงอายุ 56 ปีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 12.25 และช่วงอายุไม่เกิน 25 ปี คิดเป็นร้อยละ 10.93

ตารางที่ 4.5 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามสถานภาพสมรส

สถานภาพสมรส	จำนวน	ร้อยละ
โสด	79	26.16
สมรส	219	72.52
หม้าย	4	1.32
รวม	302	100.0

จากตารางที่ 4.5 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรส คิดเป็นร้อยละ 72.52 รองลงมา คือ สถานภาพโสด คิดเป็นร้อยละ 26.16 และสถานภาพหม้าย คิดเป็นร้อยละ 1.32

ตารางที่ 4.6 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระดับการศึกษา

ระดับการศึกษา	จำนวน	ร้อยละ
ไม่ได้ศึกษา	3	0.99
ประถมศึกษา	94	31.13
มัธยมศึกษาตอนต้น	23	7.62
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ป.ว.ช.	61	20.20
อนุปริญญาหรือเทียบเท่า	39	12.91
ปริญญาตรีขึ้นไป	82	27.15
รวม	302	100.0

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีระดับการศึกษาประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 31.13 รองลงมา คือ มีการศึกษาระดับปริญญาตรีขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 27.15 ถัดไปคือมีการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ ปวช. คิดเป็นร้อยละ 20.20 การศึกษาระดับอนุปริญญาหรือเทียบเท่าคิดเป็นร้อยละ 12.91 การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น คิดเป็นร้อยละ 7.62 และกลุ่มที่ไม่ได้รับการศึกษา คิดเป็นร้อยละ 0.99

ตารางที่ 4.7 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามภูมิลำเนา

ภูมิลำเนา	จำนวน	ร้อยละ
มีภูมิลำเนาอยู่ในพื้นที่	233	77.15
ย้ายมาจากพื้นที่อื่น	69	22.85
รวม	302	100.0

จากตารางที่ 4.7 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาอยู่ในพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 77.15 และย้ายมาจากพื้นที่อื่น คิดเป็นร้อยละ 22.85

ตารางที่ 4.8 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระยะเวลาที่อาศัยในพื้นที่

ระยะเวลาที่อาศัยในพื้นที่	จำนวน	ร้อยละ
ไม่เกิน 10 ปี	35	11.59
11 – 20 ปี	31	10.26
21 – 30 ปี	50	16.56
31 – 40 ปี	66	21.85
41 – 50 ปี	73	24.17
51 ปีขึ้นไป	47	15.56
รวม	302	100.0

$$\bar{X} = 34.86 \text{ ปี}$$

จากตารางที่ 4.8 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีระยะเวลาที่อาศัยในพื้นที่ระหว่าง 41-50 ปี คิดเป็นร้อยละ 24.17 รองลงมาคือกลุ่มที่อาศัยในพื้นที่ระหว่าง 31-40 คิดเป็นร้อยละ 21.85 กลุ่มที่อาศัยในพื้นที่ ระหว่าง 21-30 ปี คิดเป็นร้อยละ 16.56 กลุ่มที่อาศัยในพื้นที่ 51 ปี ขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 15.56 กลุ่มที่อาศัยในพื้นที่ไม่เกิน 10 ปี คิดเป็นร้อยละ 11.56 และกลุ่มที่อาศัยในพื้นที่ 11-20 ปี คิดเป็นร้อยละ 10.26 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.9 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามอาชีพหลัก

อาชีพ	จำนวน	ร้อยละ
รับราชการ	46	15.23
รัฐวิสาหกิจ	16	5.30
ค้าขาย	78	25.83
เกษตรกรรม	52	17.22
ประมง	17	5.63
เรือรับจ้าง	3	0.99
รับจ้างทั่วไป	52	17.22
อื่น ๆ	38	12.58
รวม	302	100.0

จากตารางที่ 4.9 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ประกอบอาชีพค้าขาย คิดเป็นร้อยละ 25.83 รองลงมา คือ กลุ่มอาชีพรับจ้างทั่วไป และกลุ่มเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 17.22 กลุ่มอาชีพรับราชการคิดเป็นร้อยละ 15.23 กลุ่มอาชีพอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 12.58 กลุ่มอาชีพประมง คิดเป็นร้อยละ 5.63 กลุ่มอาชีพรัฐวิสาหกิจ คิดเป็นร้อยละ 5.30 และกลุ่มอาชีพเรือรับจ้าง คิดเป็นร้อยละ 0.99 ตามลำดับ

ตอนที่ 2 ผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วที่ผ่านมา

ตารางที่ 4.10 จำนวนค่าถึ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็นของผู้ตอบแบบสอบถามเกี่ยวกับผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วที่ผ่านมา

ผลกระทบจาก เหตุการณ์น้ำมันรั่ว	ระดับความรุนแรง					\bar{X}	S.D.	ระ ดับ	อับ ดับ
	มาก ที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด				
1. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมี ผลกระทบต่ออาชีพ และรายได้ของท่าน	41 (13.58)	132 (43.71)	110 (36.42)	19 (6.29)	0 (0.00)	3.64	0.79	มาก	6
2. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมี ผลกระทบต่อจิตใจของ ท่าน (เครียด, กังวล,	76 (25.17)	94 (31.13)	123 (40.73)	9 (2.98)	0 (0.00)	3.78	0.86	มาก	5

ผลกระทบจาก เหตุการณ์น้ำมันรั่ว	ระดับความรุนแรง					\bar{X}	S.D.	ระดับ	อันดับ
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด				
นอนไม่หลับ กลัว, ตกใจ)									
3. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่อสุขภาพของท่าน (แสบตา, มีน้ตา, คันตา, คลื่นไส้, อาเจียน, ผื่นแพ้)	29 (9.60)	62 (0.53)	158 (52.32)	46 (15.23)	7 (2.32)	3.19	0.89	ปานกลาง	7
4. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่อแหล่งอาหารจากทะเล	99 (32.78)	111 (36.75)	85 (28.15)	7 (2.32)	0 (0.00)	4.00	0.84	มาก	4
5. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมชายฝั่งทะเล	104 (34.44)	112 (37.09)	77 (25.50)	9 (2.98)	0 (0.00)	4.03	0.85	มาก	2
6. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมใต้ทะเล (ปะการัง)	101 (33.44)	116 (38.41)	77 (25.50)	8 (2.65)	0 (0.00)	4.02	0.83	มาก	3
7. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยวในพื้นที่ (นักท่องเที่ยวลดลง, ภาพลักษณ์/ชื่อเสียงของชุมชนลดลง)	110 (36.42)	125 (41.39)	59 (19.54)	8 (2.65)	0 (0.00)	4.11	0.81	มาก	1
						3.82	0.59	มาก	

จากตารางที่ 4.10 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความคิดเห็นว่าเหตุการณ์น้ำมันรั่ว มีผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยวในพื้นที่ (นักท่องเที่ยวลดลง, ภาพลักษณ์/ชื่อเสียงของชุมชนลดลง) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.11$) รองลงมาคือ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเลอยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.03$) ถัดไปคือ มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมใต้ทะเล (ปะการัง) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.02$) มีผลกระทบต่อแหล่งอาหารจากทะเล อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 4.00$) มีผลกระทบต่อจิตใจของผู้ตอบแบบสอบถาม (เครียด, กังวล, นอนไม่หลับ, กลัว, ตกใจ) อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.78$) มีผลกระทบต่ออาชีพและรายได้ของผู้ตอบแบบสอบถาม อยู่ระดับมาก ($\bar{X} = 3.64$) และมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ตอบแบบสอบถาม (แสบตา, มีน้ต้อกระจก, คลื่นไส้, อาเจียน, ผื่นแพ้) อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.19$)

ตอนที่ 3 ระดับความพึงพอใจต่อผลการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา

ตารางที่ 4.11 จำนวนค่าถ้อยคำเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจต่อกระบวนการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมาของผู้ตอบแบบสอบถาม

ระดับความพึงพอใจ ต่อผล การแก้ไขปัญหา	ระดับความพึงพอใจ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ พึง พอใจ	อันดับ
	มากที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด				
1. การมีส่วนร่วมใน การแก้ไขปัญหาของ ชุมชนในพื้นที่	20 (6.62)	155 (51.32)	99 (32.78)	20 (6.62)	8 (2.65)	3.52	0.82	มาก	2
2. การมีส่วนร่วมใน การแก้ไขปัญหาของ หน่วยงานราชการ	25 (8.28)	118 (39.07)	128 (42.38)	28 (9.27)	3 (0.99)	3.44	0.81	มาก	3
3. การมีส่วนร่วมใน การแก้ไขปัญหาของ หน่วยงาน ภาคเอกชน	64 (21.19)	133 (44.04)	82 (27.15)	19 (6.29)	4 (1.32)	3.77	0.90	มาก	1
4. การมีส่วนร่วมใน การแก้ไขปัญหาของ หน่วยงานภาค	20 (6.62)	106 (35.10)	148 (49.01)	25 (8.28)	3 (0.99)	3.38	0.77	ปาน กลาง	4

ระดับความพึงพอใจ ต่อผล การแก้ไขปัญหา	ระดับความพึงพอใจ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ พึง พอใจ	อันดับ
	มากที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด				
ประชาสังคม									
		รวม				3.53	0.67	มาก	

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ประชาชนผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อกระบวนการแก้ไขปัญหาในระดับ “มาก” ($\bar{X} = 3.53$) เมื่อจำแนกรายข้อพบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่พึงพอใจต่อการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาของหน่วยงานภาคเอกชน อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.77$) รองลงมาคือ ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาของชุมชนในพื้นที่ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.52$) ผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในการมีส่วนร่วมของหน่วยงานราชการ อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.44$) และผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจในการมีส่วนร่วมของหน่วยงานภาคประชาสังคม อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.38$)

ตารางที่ 4.12 จำนวนค่าถี่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความพึงพอใจต่อผลการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมาของผู้ตอบแบบสอบถาม

ระดับความพึงพอใจ ต่อผล การแก้ไขปัญหา	ระดับความพึงพอใจ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ พึง พอใจ	อันดับ
	มากที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด				
1. ในปัจจุบันท่าน คลายความกังวลจาก ผลกระทบของ เหตุการณ์น้ำมันรั่ว	24 (7.95)	150 49.67()	104 (34.44)	21 (6.95)	3 (0.99)	3.5	0.78	มาก	1
2. ในปัจจุบันท่าน สามารถประกอบ อาชีพและมีรายได้ เป็นปกติ	20 (6.62)	106 (35.10)	142 (47.02)	32 (10.60)	2 (0.66)	3.3	0.79	ปาน กลาง	2
3. ในปัจจุบันท่านพึง	18	114	121	46	3	3.3	0.84	ปาน	3

ระดับความพึงพอใจ ต่อผล การแก้ไขปัญหา	ระดับความพึงพอใจ					\bar{X}	S.D.	ระดับ ความ พึง พอใจ	อันดับ
	มากที่สุด	มาก	ปาน กลาง	น้อย	น้อย ที่สุด				
พอใจกับการแก้ไข ปัญหาด้าน ทัศนียภาพของ สิ่งแวดล้อม	(5.96)	(37.75)	(40.07)	(15.23)	(0.99)	3		กลาง	
4. ในปัจจุบันท่านมี ความพึงพอใจกับการ ฟื้นตัวของธุรกิจด้าน การท่องเที่ยว (นักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น ,ภาพลักษณ์/ ชื่อเสียง ของชุมชนดีขึ้น)	19 (6.29)	108 (35.76)	111 (36.75)	63 (20.85)	1 (0.33)	3. 2	0.87	ปาน กลาง	4
5. ในปัจจุบันท่านมี ความพึงพอใจกับ ความปลอดภัยใน อาหารทะเลในพื้นที่	12 (3.97)	110 (36.42)	110 (36.42)	64 (21.9)	6 (1.99)	3. 1	0.88	ปาน กลาง	5
						3. 3 4	0.66	ปาน กลาง	

จากตารางที่ 4.12 พบว่า ประชาชนผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีความพึงพอใจต่อผลการแก้ไขปัญหาด้าน “ปานกลาง” ($\bar{X} = 3.34$) เมื่อจำแนกรายข้อพบว่า ในปัจจุบันผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่คลายความกังวลจากผลกระทบของเหตุการณ์น้ำมันรั่ว อยู่ในระดับมาก ($\bar{X} = 3.56$) รองลงมาคือ ในปัจจุบันผู้ตอบแบบสอบถามสามารถประกอบอาชีพและมีรายได้เป็นปกติ อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.36$) ในปัจจุบันผู้ตอบแบบสอบถามพึงพอใจกับการแก้ไขปัญหาด้านทัศนียภาพของสิ่งแวดล้อม อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.32$) ในปัจจุบันผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจกับการฟื้นตัวของธุรกิจด้านการท่องเที่ยว (นักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น,ภาพลักษณ์/ ชื่อเสียงของชุมชนดีขึ้น)

อยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X} = 3.26$) และในปัจจุบันผู้ตอบแบบสอบถามมีความพึงพอใจกับความปลอดภัยในอาหารทะเลในพื้นที่ ($\bar{X} = 3.19$)

ตอนที่ 4 การรับรู้ข้อมูลข่าวสารเหตุการณ์น้ำมันรั่ว และความคืบหน้าในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

ส่วนที่ 4.1 การรับข้อมูลข่าวสารขณะเกิดเหตุ

ตารางที่ 4.13 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามแหล่งข้อมูลที่ทราบข่าวน้ำมันรั่ว

แหล่งข่าว	จำนวน	ร้อยละ
ข่าวโทรทัศน์	271	89.74
ข่าววิทยุ	86	28.48
เจ้าหน้าที่ของรัฐ	38	12.58
หัวหน้างาน	7	2.32
เพื่อนร่วมงาน	46	15.23
ทสม.	0	0.00
อสม.	3	0.99
เพื่อนบ้าน	109	36.09
สื่อออนไลน์ (Line/Facebook)	47	15.56
อื่น ๆ	5	1.66

n = 302

จากตารางที่ 4.13 พบว่า แหล่งข้อมูลที่ผู้ตอบแบบสอบถามได้รับทราบข่าวน้ำมันรั่วมากที่สุด คือ ข่าวโทรทัศน์ คิดเป็นร้อยละ 89.74 รองลงมาคือ เพื่อนบ้าน 36.09 ข่าววิทยุ คิดเป็นร้อยละ 28.48 สื่อออนไลน์ (Line/Facebook) คิดเป็นร้อยละ 15.56 เพื่อนร่วมงาน คิดเป็นร้อยละ 15.23 เจ้าหน้าที่ของรัฐ คิดเป็นร้อยละ 12.58 หัวหน้างาน คิดเป็นร้อยละ 2.32 สื่ออื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 1.66 อาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.) คิดเป็นร้อยละ 0.99 และไม่ได้รับทราบข่าวสารจากอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน (ทสม.) เลย คิดเป็นร้อยละ 0.00

ตารางที่ 4.14 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามระยะเวลาที่ข้อมูลที่ทราบ
 ชำรน้ำมันรั่ว

ระยะเวลา	จำนวน	ร้อยละ
หลังเกิดเหตุการณ์ไม่เกิน 3 ชม.	120	39.74
หลังเกิดเหตุการณ์มากกว่า 4 ชม. แต่ไม่เกิน 1 วัน	95	31.46
หลังเกิดเหตุการณ์ 2 วัน	41	13.58
หลังเกิดเหตุการณ์ 3 วัน	33	10.93
หลังเกิดเหตุการณ์ตั้งแต่ 4 วันขึ้นไป	11	3.64
อื่น ๆ	2	0.66
รวม	302	100.00

จากตารางที่ 4.14 พบว่า ระยะเวลาหลังเกิดเหตุที่ผู้ตอบแบบสอบถามรับทราบข่าว
 เหตุการณ์น้ำมันรั่วมากที่สุด คือ หลังเกิดเหตุการณ์ไม่เกิน 3 ชม. คิดเป็นร้อยละ 39.74 รองลงมา คือ
 รับทราบข่าวหลังเกิดเหตุการณ์มากกว่า 4 ชม. แต่ไม่เกิน 1 วัน คิดเป็นร้อยละ 31.46 ถัดไป คือ
 รับทราบข่าวหลังเกิดเหตุการณ์ 2 วัน คิดเป็นร้อยละ 13.58 รับทราบข่าวหลังเกิดเหตุการณ์ 3 วัน
 คิดเป็นร้อยละ 10.93 และรับทราบข่าวหลังเกิดเหตุการณ์ตั้งแต่ 4 วันขึ้นไป คิดเป็นร้อยละ 3.64

ตารางที่ 4.15 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกการได้รับแจ้งเตือนการรับมือกับ
 เหตุการณ์น้ำมันรั่ว

การได้รับการแจ้งเตือน	จำนวน	ร้อยละ
ไม่ได้รับ	66	21.85
ได้รับแจ้ง เรื่อง การงดจับสัตว์น้ำในทะเล	114	37.75
ได้รับแจ้ง เรื่อง การงดลงเล่นน้ำในทะเล	74	24.50
ได้รับแจ้ง เรื่อง งดออกเรือประมงและเรือท่องเที่ยว	46	15.23
อื่นๆ	5	1.66

n = 302

จากตารางที่ 4.15 พบว่า ภายหลังจากเกิดเหตุผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ได้รับการแจ้งเตือนให้กดจับสวิตว์น้ำในทะเลมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 37.75 รองลงมา คือ ไม่ได้รับการแจ้งเตือนเรื่องใดๆ เลย คิดเป็นร้อยละ 21.85 ถัดไป คือ ได้รับการแจ้งเตือนเรื่องการงดลงเล่นน้ำในทะเล คิดเป็นร้อยละ 24.50 ได้รับการแจ้งเตือนเรื่องการงดออกเรือประมงและเรือท่องเที่ยว คิดเป็นร้อยละ 15.23 และได้รับการแจ้งเตือนเรื่องอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 1.66

ส่วนที่ 4.2 การรับข้อมูลข่าวสารความคืบหน้าในการแก้ไข พื้นที่สิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 4.16 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกการทราบข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไข พื้นที่สิ่งแวดล้อมภายหลังเหตุการณ์น้ำมัน

การทราบข่าว	จำนวน	ร้อยละ
ไม่ได้รับทราบข่าวสาร	23	7.62
ได้รับทราบข่าวสาร	279	92.38
รวม	302	100.0

จากตารางที่ 4.16 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ได้รับทราบข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไขพื้นที่สิ่งแวดล้อมภายหลังเหตุการณ์น้ำมัน คิดเป็นร้อยละ 92.38 และไม่ได้รับทราบข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไข พื้นที่สิ่งแวดล้อมภายหลังเหตุการณ์น้ำมัน คิดเป็นร้อยละ 7.62

ตารางที่ 4.17 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกช่องทางในการรับข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไข พื้นที่สิ่งแวดล้อมภายหลังเหตุการณ์น้ำมัน

แหล่งข่าว	จำนวน	ร้อยละ
ข่าวโทรทัศน์	251	89.96
ข่าววิทยุ	88	31.54
เจ้าหน้าที่ของรัฐ	46	16.49
หัวหน้างาน	11	3.94
เพื่อนร่วมงาน	47	16.85
ทสม.	2	0.72
อสสม.	4	1.43
เพื่อนบ้าน	99	35.48
สื่อออนไลน์ (Line/Facebook)	43	15.41
อื่น ๆ	2	0.72

n = 279

จากตารางที่ 4.17 พบว่า ช่องทางในการรับข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไข ฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม ภายหลังเหตุการณ์น้ำมันที่ผู้ตอบแบบสอบถามได้รับทราบมากที่สุด คือ ชาวโทรทัศน์ คิดเป็นร้อยละ 89.96 รองลงมา คือ เพื่อนบ้าน 35.48 ชาววิทยุ คิดเป็นร้อยละ 31.54 เพื่อนร่วมงาน คิดเป็นร้อยละ 16.85 เจ้าหน้าที่ของรัฐ คิดเป็นร้อยละ 16.49 สื่อออนไลน์ (Line/Facebook) คิดเป็นร้อยละ 15.41 หัวหน้างาน คิดเป็นร้อยละ 3.94 อาสาสมัครสาธารณสุข (อสม.) คิดเป็นร้อยละ 1.43 และได้รับทราบ ข่าวสารจากอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน (ทสม.) และ สื่ออื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 0.72 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.18 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกความถี่ในการรับข่าวสาร เกี่ยวกับการแก้ไข ฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมภายหลังเหตุการณ์น้ำมันรั่ว

แหล่งข่าว	จำนวน	ร้อยละ
ทุกวัน	110	39.43
ทุกสัปดาห์	94	33.69
2-3 สัปดาห์	23	8.24
ทุกเดือน	25	8.96
2-3 เดือนครั้ง	27	9.68

n = 279

จากตารางที่ 4.18 พบว่า มีความถี่ในการรับข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไข ฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม ภายหลังเหตุการณ์น้ำมันรั่วของผู้ตอบแบบสอบถามมีหลายกลุ่ม โดยพบว่ากลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม มีความถี่ในการรับข่าวสารทุกวันมีจำนวนมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 39.43 รองลงไป คือ กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่ได้รับข่าวสารทุกสัปดาห์ คิดเป็นร้อยละ 33.69 ถัดไป คือ กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถาม 2-3 เดือนครั้ง คิดเป็นร้อยละ 9.68 กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีความถี่ในการรับข่าวสารทุกเดือน คิดเป็นร้อยละ 8.96 กลุ่มผู้ตอบแบบสอบถามที่มีความถี่ในการรับข่าวสาร 2-3 สัปดาห์ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 8.24 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.19 จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามจำแนกตามเรื่องที่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไข ฟันฟูสิ่งแวดลอมภายหลังเหตุการณ์น้ำมันรั่ว

เรื่อง	จำนวน	ร้อยละ
เรื่องการฟื้นฟูผลกระทบต่อระบบนิเวศ (ฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง)	75	26.88
เรื่องการฟื้นฟูผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต	58	20.79
เรื่องการฟื้นฟูผลกระทบต่อบริการของระบบนิเวศ (แหล่งที่อยู่อาศัยการแพร่ขยายพันธุ์ของสัตว์น้ำ)	95	34.05
เรื่องการติดตามเฝ้าระวังผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต	76	27.24
เรื่องการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนของเกาะเสม็ด (การจัดการ ขยะ/น้ำเสียบนเกาะเสม็ด)	82	29.39
อื่นๆ	7	2.51

n = 279

จากตารางที่ 4.19 พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ได้รับข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไข ฟันฟู สิ่งแวดลอมภายหลังเหตุการณ์น้ำมันรั่ว ในเรื่องการฟื้นฟูผลกระทบต่อบริการของระบบนิเวศ (แหล่งที่อยู่อาศัยการแพร่ขยายพันธุ์ของสัตว์น้ำ) คิดเป็นร้อยละ 34.05 รองลงมา คือ เรื่องการฟื้นฟู สภาพแวดล้อมเพื่อการท่องเที่ยวอย่างยั่งยืนของเกาะเสม็ด (การจัดการ ขยะ/น้ำเสียบนเกาะเสม็ด) คิดเป็นร้อยละ 29.39 ถัดไป คือ เรื่องการติดตามเฝ้าระวังผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในอนาคต คิดเป็นร้อยละ 27.24 เรื่องการฟื้นฟูผลกระทบต่อระบบนิเวศ (ฟื้นฟูระบบนิเวศแนวปะการัง) คิดเป็นร้อยละ 26.88 เรื่องการฟื้นฟูผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิต คิดเป็นร้อยละ 20.79 และเรื่องอื่น ๆ คิดเป็นร้อยละ 2.51

ตอนที่ 5 ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และความต้องการ

ตารางที่ 4.20 จำนวนและร้อยละของข้อเสนอแนะจากผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อเสนอแนะ	จำนวน
ควรดำเนินการเร่งฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมชายฝั่งและแนวปะการัง	4
ควรให้ความช่วยเหลือชาวประมงพื้นบ้าน/ชายฝั่ง	1
ควรดำเนินการให้ความรู้กับชุมชน พร้อมรับฟังความคิดเห็นของชุมชนไปปรับใช้ในการดำเนินงาน	1
ควรเร่งประชาสัมพันธ์เชิญชวนนักท่องเที่ยวให้เดินทางมาเที่ยวในพื้นที่	1
ควรดำเนินการเยียวยาผู้ได้รับผลกระทบให้ทั่วถึงทุกภาคส่วน /ทุกกลุ่มอาชีพ	4
ควรมีการออกมาตรการป้องกัน ควบคุมการขนถ่ายน้ำมันให้ได้มาตรฐาน และมีความเข้มงวดเพิ่มขึ้น	5

4.5 ความเสี่ยงด้านสุขภาพและผลกระทบด้านอื่นๆ อันเกิดจากการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมของสารพิษที่เกิด จากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลลงสู่ชายฝั่งทะเลในพื้นที่จังหวัดระยอง

ดำเนินการจัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ในประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความเสี่งด้านสุขภาพของประชาชน โดยมีตัวแทนจากภาคส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ประกอบด้วย ผู้แทนขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผู้นำชุมชน ผู้ประกอบการ และชาวประมงชายฝั่งในพื้นที่ ตำบลตะพง ตำบลเพ และตำบลแกลง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง เพื่อรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะในประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความเสี่งด้านสุขภาพของประชาชน และผลกระทบด้านอื่นๆ อันเกิดจากการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์ของสารพิษที่เกิดจากเหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลลงสู่ชายฝั่งทะเลในพื้นที่จังหวัดระยอง และหาแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาความเสี่งด้านสุขภาพของประชาชนในอนาคต จำนวน 2 ครั้ง โดยครั้งที่ 1 จัดประชุมในวันที่ 29 มิถุนายน 2560 ณ โรงแรมเคียงทะเล รีสอร์ท จังหวัดระยอง มีนักวิชาการ กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน และชาวประมง ผู้เข้าร่วมจำนวน 41 คน และครั้งที่ 2 ในวันที่ 20 กรกฎาคม 2560 ณ โรงแรมพร้อมพงศ์ หาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง มีนักวิชาการ กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน และชาวประมง ผู้เข้าร่วม จำนวน 42 คน จากการรับฟังข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการจัดประชุมกลุ่มย่อยทั้ง 2 ครั้ง สามารถสรุปได้ ดังนี้

4.5.1 การจัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ครั้งที่ 1

1) ประเด็น ปัญหา/ ผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำมันรั่ว ด้านเศรษฐกิจ พบว่า มีจำนวนนักท่องเที่ยวลดน้อยลง และชาวประมงจับสัตว์น้ำได้น้อยลง ด้านสุขภาพ พบว่า ชาวประมงยังฝังใจในเรื่องสารเคมีตกค้างในทะเล ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระยะยาวของคนในพื้นที่และนักท่องเที่ยว และไม่มั่นใจในด้านการบริหารจัดการด้านการป้องกัน เพื่อไม่ให้เกิดเหตุขึ้นอีก และด้านสิ่งแวดล้อม พบว่า ยังไม่มีการฟื้นฟูสภาพแวดล้อมได้ทะเล โดยเฉพาะปะการัง และสัตว์ทะเล

2) บทบาทและการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา พบว่า ชุมชน และชาวประมงได้รับความร่วมมือจากภาคเอกชน มากกว่าภาครัฐ

3) ความพึงพอใจต่อผลการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา พบว่า ด้านการท่องเที่ยว ยังไม่สามารถกระตุ้นการท่องเที่ยวได้ ยังมีนักท่องเที่ยวน้อยมากเมื่อเทียบกับก่อนเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่ว ส่วนด้านการประมง ยังไม่ค่อยพอใจในเรื่องการจับสัตว์น้ำ ซึ่งชาวประมงยังฝังใจว่ายังมีสารเคมีตกค้างในทะเล และอาจเป็นสาเหตุทำให้ปลาป่วย ยังพบว่า มีผู้ป่วยเป็นโรคมะเร็งมากขึ้น ซึ่งคาดว่ามาจากเหตุการณ์น้ำมันรั่ว ผู้มีส่วนได้เสีย ไม่พอใจในการดำเนินการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ ชาวประมงยังไม่เห็นด้วยกับมาตรการในการฟื้นฟูแนวปะการัง และสารเคมีที่ตกค้างในทะเล ซึ่งยังพบว่ามีปะการังตายในบริเวณอ่าวพร้าว ทำให้ขาดความเชื่อมั่นในการจัดการของภาครัฐ

4.5.2 การประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) ครั้งที่ 2

1) ประเด็น ปัญหา/ ผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหล พบว่า ปริมาณสัตว์น้ำลดลง ขยายเขตของอ่าวพร้าวปะการังตายหมด การท่องเที่ยวได้รับผลกระทบมากในหลายพื้นที่ รวมทั้ง เกาะเสม็ดและพื้นที่ใกล้เคียง และการเก็บรวบรวมข้อมูล เก็บตัวอย่างในการวิเคราะห์ไม่ได้รับการคืน ข้อมูลตอบกลับมาในพื้นที่ ซึ่งปัจจุบันยังคงพบคราบน้ำมันลอยขึ้นมาตลอดเวลา โดยผู้เกี่ยวข้องไม่ได้ให้ข้อมูลเกี่ยวกับคราบน้ำมันที่ลอยขึ้นมาแก่องค์การปกครองส่วนท้องถิ่น

2) บทบาทและการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา ด้านการท่องเที่ยว พบว่า มีการจัดตั้งกองอำนวยการเพื่อช่วยเหลือเยียวยา ด้านสุขภาพ พบว่า อาหารทะเล ตรวจสอบปนเปื้อน ค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ไม่แตกต่างจากอาหารในแหล่งอื่น มีการทำแผน 5 ปี ในการดูแลสุขภาพ ทั้งระยะสั้น ระยะกลาง ระยะยาว

3) แนวทางการแก้ไขปัญหา พบว่า ควรเพิ่มมาตรการที่กำหนดใน EIA ให้เข้มงวดมากขึ้น ควรมีการนำข้อมูลในรายงานวิจัยมานำเสนอต่อสังคมและสรุปบทเรียน ให้มีการซ่อมแผนฉุกเฉิน กรณีเกิดเหตุการณ์น้ำมันรั่วไหลให้บ่อยขึ้น ควรมีการวิจัยเรื่องสุขภาพของสัตว์น้ำ ควรให้ผู้ก่อมลพิษ รับผิดชอบต่อเนื่องจากผลของการกระทำควรมีกฎหมายและมาตรการที่เคร่งครัด และหน่วยงานภาครัฐควรมีการแก้ไขปัญหาแบบบูรณาการ

4.6 แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาความเสี่ยงด้านสุขภาพของประชาชนในอนาคต

1) ควรมีระบบประชาสัมพันธ์ที่มีประสิทธิภาพในช่องทางต่างๆ เพื่อให้ประชาชนทราบถึง สถานการณ์ที่เกิดขึ้น ตั้งแต่วันที่เกิดเหตุการณ์ ระหว่างดำเนินการปรับปรุง จนถึงปัจจุบันที่มีสภาพ ทางกายภาพอยู่ในสภาพเป็นปกติ รวมทั้งมีหน่วยงานที่รับผิดชอบที่ชัดเจน

2) ควรมีการชี้แจงประเด็นที่ประชาชนวิตกกังวลโดยหน่วยงานที่เชื่อถือได้และเป็นที่ยอมรับ ทั้งสัตว์น้ำที่นำมาประกอบอาหารมีความปลอดภัย และด้านสิ่งแวดล้อมที่ไม่สารพิษตกค้างที่เป็น อันตราย ต่อสุขภาพ

3) ควรมีการตรวจสอบและแจ้งผลคุณภาพของสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง

4) ควรมีการตรวจสอบสุขภาพของประชาชนในพื้นที่อย่างต่อเนื่อง

5) ควรมีการจัดทำแผนการป้องกันไม่ให้น้ำมันดิบรั่วไหลลงสู่ทะเล และมีระบบบริหารจัดการ ต่างๆ กรณีเกิดเหตุการณ์ขึ้น

6) ควรมีแผนในการฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และการท่องเที่ยวอย่างเป็นรูปธรรม

7) ควรให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการติดตามความคืบหน้าในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

8) ควรมีการออกมาตรการ ป้องกัน ควบคุมการขนถ่ายน้ำมันให้ได้มาตรฐาน และมีความ เข้มงวดเพิ่มขึ้น

บทที่ 5

อภิปรายผลการศึกษา

5.1 อภิปรายผลการศึกษา

5.1.1 ระดับความเข้มข้นของการสะสมตัวและรูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของสาร PAHs

จากผลการศึกษาระดับความเข้มข้นของการสะสมตัวและรูปแบบการกระจายตัวเชิงพื้นที่ของสาร PAHs ในตะกอนดิน โดยใช้วิธีทางสถิติแบบหลายตัวแปร (Multivariate Analysis) ในการวิเคราะห์สามารถจำแนกสถานีเก็บตัวอย่างที่มีความคล้ายคลึงขององค์ประกอบของสาร PAHs ที่พบในตะกอนดินได้เป็น 2 กลุ่ม โดยแบ่งกลุ่มตามแหล่งกำเนิดอย่างชัดเจน กล่าวคือ กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วย สถานี 4, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 24, 28, 30 และ 32 กลุ่มนี้สะท้อนถึงองค์ประกอบของสาร PAHs ที่มาจากแหล่งกำเนิดประเภทเชื้อเพลิงปิโตรเลียมที่ยังไม่ผ่านกระบวนการเผาไหม้ ดังเช่น บริเวณสถานีเก็บตัวอย่างหน้าอ่าวพร้าว ซึ่งบ่งชี้ถึงผลกระทบจากการรั่วไหลของน้ำมันดิบ อย่างไรก็ตามในบางสถานีทางตอนเหนือและฝั่งตะวันออก (บริเวณท่าเรือและจุดจอดเรือสปีดโบ๊ท) ของเกาะเสม็ดก็ยังมีผลกระทบจากการปล่อยทิ้งผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมลงสู่ตะกอนดินโดยตรง หรือมาจากคราบน้ำมันดิบที่สะสมตัวในพื้นที่ดังกล่าว ส่วนกลุ่มที่ 2 เป็นตัวแทนของสถานีที่มีแหล่งกำเนิดมาจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ ได้แก่ สถานี 5, 6, 12, 16, 21 และ 22 ซึ่งเป็นตัวอย่างส่วนใหญ่เกิน 50 % ของตัวอย่างตะกอนดินทั้งหมด อย่างไรก็ตามหากพิจารณาเฉพาะสถานี 5 และ 6 ซึ่งอยู่ด้านตะวันตกของเกาะเสม็ด แต่ไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำมันดิบที่สะสมตัวเหมือนในสถานีของกลุ่มที่ 1 สะท้อนให้เห็นถึงทิศทางของกระแสน้ำที่อาจจะส่งผลให้คราบน้ำมันแพร่กระจายไปยังทิศทางด้านเหนือของเกาะเสม็ด จึงสามารถสรุปได้ว่า แหล่งกำเนิดของสถานีที่ 5 และ 6 เป็นพื้นที่ควบคุม (control site) ที่ไม่ได้รับผลกระทบจากการสะสมตัวของคราบน้ำมันดิบ

5.1.2 คุณภาพน้ำในภาคสนาม

จากผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำ บริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง จำนวน 20 สถานี ในช่วงฤดูร้อน (เดือนมีนาคมและเดือนเมษายน 2560) จำนวน 2 ครั้ง พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; DO) มีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน คือ ตั้งแต่ 6.00-7.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ในขณะที่การอิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำอยู่ในช่วง 96.57-122.83 % จากลักษณะการเปลี่ยนแปลงของค่าออกซิเจนละลายน้ำและเปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวดังกล่าว ส่วนใหญ่เปอร์เซ็นต์การอิ่มตัวของออกซิเจนละลายน้ำสูงกว่าค่าอิ่มตัว แสดงให้เห็นว่าออกซิเจนในระบบนิเวศบริเวณโดยรอบเกาะเสม็ดถูกผลิตผ่านกระบวนการสังเคราะห์แสงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ผ่านกระบวนการการย่อยสลายสารอินทรีย์ ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำอยู่ในช่วง ตั้งแต่ 8.04-8.28 โดยมีค่าเฉลี่ยมากกว่า 8 ซึ่งอยู่เกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทะเล จะเห็นได้ว่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

แหล่งน้ำที่มีความเค็ม เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่าง มีคุณสมบัติเป็นบัฟเฟอร์และสามารถสะท้อนอิทธิพลของน้ำจืด ในพื้นที่ปากแม่น้ำได้ ส่วนค่าความเค็ม (Salinity) ของน้ำอยู่ในช่วง ตั้งแต่ 22.10-32.30 กรัมต่อ-กิโลกรัม โดยค่าความเค็มของน้ำในแต่ละสถานี ส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกัน ยกเว้นในบางสถานีมีน้ำจากแม่น้ำลำคลองไหลจากแผ่นดินลงทะเล ทำให้น้ำทะเลในบริเวณดังกล่าว มีค่าความเค็มต่ำกว่าบริเวณอื่น

5.1.3 การสำรวจและเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถามและจัดประชุมกลุ่มย่อย

จากผลการสำรวจและเก็บข้อมูลด้วยแบบสอบถาม รวมทั้งจัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus Group) โดยมีกลุ่มเป้าหมาย ประกอบด้วย องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ผู้นำชุมชน ผู้ประกอบการ และชาวประมงชายฝั่งในพื้นที่ ตำบลตะพง ตำบลเพ และตำบลแกลง อำเภอเมือง จังหวัดระยอง พบว่า เหตุการณ์จากน้ำมันดิบรั่วไหลในพื้นที่ชายฝั่ง จังหวัดระยอง ส่วนใหญ่มีผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยวในพื้นที่ และประชาชนมีความพึงพอใจต่อการมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาของภาคเอกชน และมีข้อเสนอแนะให้เร่งฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมชายฝั่งและแนวปะการัง พร้อมทั้งให้ความรู้ความเข้าใจถึงวิธีการจัดการคราบน้ำมัน และผลกระทบต่าง ๆ จากคราบน้ำมัน รวมทั้งออกมาตรการ ป้องกัน ควบคุมการขนถ่ายน้ำมันให้ได้มาตรฐาน และมีความเข้มงวดเพิ่มขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) ควรมีระบบ กลไก การประชาสัมพันธ์ถึงสถานการณ์ และการปนเปื้อนน้ำมันดิบในช่องทางต่างๆ เพื่อให้ประชาชนทราบ ตั้งแต่วันที่เกิดเหตุการณ์ ระหว่างดำเนินการปรับปรุง จนถึงปัจจุบันที่มีสภาพทางกายภาพอยู่ในสภาพเป็นปกติ รวมทั้งมีหน่วยงานที่รับผิดชอบที่ชัดเจน

2) ควรชี้แจง และให้ความรู้ในประเด็นสำคัญที่เกี่ยวข้องกับความเสียด้านสุขภาพของการรั่วไหลของน้ำมันดิบและการปนเปื้อนของสาร PAHs

3) ควรมีการจัดทำแผนการป้องกันไม่ให้น้ำมันดิบรั่วไหลลงสู่ทะเล และมีระบบบริหารจัดการต่างๆ กรณีเกิดเหตุการณ์ขึ้น โดยการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วน

4) ควรมีการศึกษาการสะสมตัวของสาร PAHs ให้ครอบคลุมทุกพื้นที่ และศึกษาการแพร่กระจายของสาร PAHs ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งพิจารณาการไหลเวียนของกระแสน้ำและปัจจัยทางกายภาพอื่นๆ ของสมุทรศาสตร์

5) ควรศึกษาการสะสมตัวของสาร PAHs ในสิ่งมีชีวิต

6) ควรมีการออกมาตรการ ป้องกัน ควบคุมการขนถ่ายน้ำมันให้ได้มาตรฐาน และมีความเข้มงวดเพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2557. แผนงานแก้ไขและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมบริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากคราบน้ำมัน จังหวัดระยอง. กรมควบคุมมลพิษ. 2557. คู่มือการเก็บตัวอย่างตะกอนดินชายฝั่งทะเล. กรุงเทพมหานคร.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2559. รายงานสรุปผลการศึกษาติดตามและประเมินสถานภาพทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม บริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากคราบน้ำมัน จังหวัดระยอง สิงหาคม 2556- ธันวาคม 2557.
- ฐิติศักดิ์ เวชกามา. 2556. Environmental Economics and Management of Environmental Problems : Case of Oil Spill. Faculty of Veterinary Science, Mahasarakham University, Mahasarakham Province.
- ธีระ วรณารัตน์. 2558. Catastrophic oil spill anywhere in the world the same Petroleum industry Gallen awkward Government crippling fatigue. [In Thai: หายนะน้ำมันรั่วที่ใดในโลกเหมือนกันหมด อุตสาหกรรมปิโตรเลียม]. from <http://taragraphies.org/2013/08/page/2>
- ผู้จัดการออนไลน์. 2556. น้ำมันดิบรั่วทะเลระยอง สู่กรณีศึกษาอ่าวเม็กซิโก. (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://www.manager.co.th/asp-bin/PrintNews.aspx?NewID=9560000095840> (วันที่ 1 สิงหาคม 2560)
- พิสุทธิ์ เพียรมนกุล. 2556. Overall management of the oil spill into the sea. [In Thai: ภาพรวมแนวทางจัดการน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเล]. Retrieved August 21, 2013, from http://www.eng.chula.ac.th/sites/default/files/phaaphrwmaenwthaangcchadkaarnammanrawaihl_oil_spill_lngsuuthael.pdf
- ไมตรี สุทธจิตต์. 2532. โพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน: พิษวิทยาและการตรวจวัด. ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่.
- ยุทธ ไกยวรรณ. 2556. การวิเคราะห์สถิติหลายตัวแปรสำหรับงานวิจัย. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ.
- สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ(องค์การมหาชน). 2559. เรือขนส่งน้ำมันเตาล่ม (ออนไลน์) เข้าถึงได้ที่ <http://coastalradar.gistda.or.th/index.php/83-new-update/104-hot-new> (วันที่ 4 สิงหาคม 2560)
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 1995. Toxicological profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

- Arias, A., Vazquez-Botello, N., Tombesi, G., Ponce-Vélez, H., and Freije J. 2010. Marcovecchio Presence distribution and origins of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in sediments from Bahía Blanca estuary, Argentina. *Environ Monit Assess.* 160, 301-314.
- Boonyatumanond, R., G. Wattayakorn, A., Togo and Takada, H. 2006. “ Distribution and Origins of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Riverine, Estuarine, and Marine Sediments in Thailand.” *Marine Pollution Bulletin*, 52, 942-956.
- Chizhova, K., Hayakawa, P., Tishchenko, H., Nakase, Y. 2013. Koudryashova Distribution of PAHs in the northwestern part of the Japan Sea. *Deep Sea Res Part II*, 86–87, 19-24.
- Christensen, E. R., and S. Arora. 2007. Source apportionment of PAHs in sediments using factor analysis by time records: Application to Lake Michigan USA. *Water Res*, 41(1), 168–176.
- Chunharat, S., Wattayagorn, G., Suthanaruk, P., Salaenoi, J. 2015. Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Sediments in Map Ta Phut Industrial Estate Area, Rayong Province, Thailand. *Nat Sci*, 49, 747-760.
- Curtosi, A., Pelletier, E., Vodopivec, C.L., Mac Cormack, W.P. 2009. Distribution of PAHs in the water column, sediments and biota of Potter Cove, South Shetland Islands Antarctica. *Antarctic Science*, 21, 329-339.
- Feng, J., Chan, C.K., Fang, M., Hu M., He L., and Tang X. 2006. Characteristics of organic matter in PM_{2.5} in Shanghai. *Chemosphere*, 64, 1393-1400.
- Galt, J.A., W.A., Lehr and D.L. Payton. 1991. Fate and transport of the Exxon Valdez oil spill, Part 4. *Environmental Science & Technology*, 25, 202–209.
- Gogou, I., and Bouloubassi, E.G. 2000. Stephanou Marine organic geochemistry of the Eastern Mediterranean: aliphatic and polyaromatic hydrocarbons in Cretan Sea surficial sediments. *Mar Chem*, 68, 265-282.
- Gu, Q., Lin, S.J., Jiang, Z.H., and Wang. 2016. Metal pollution status in Zhelin Bay surface sediments inferred from a sequential extraction technique, South China Sea. *Mar Pollut Bull*, 81, 256-261.
- Herngren, L., A. Goonetilleke, G.A. Ayoko, and M.M.M. Mostert. 2010. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban stormwater in Queensland. *Australia Environ. Pollut*, 158, 2848–2856.

- Hong, W.J., Jia, H.L., Li, Y.F., Sun, Y.Q., Liu, X.J., Wang, L. 2016. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and alkylated PAHs in the coastal seawater, surface sediment and oyster from Dalian, Northeast China. *Ecotoxicol Environ Saf*, 128, 11–20.
- IARC. 1989. Occupational exposures in petroleum refining: Crude oil and major petroleum Fuels. Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 45, 119-158.
- Jiang, Y.F., Wang, X.T., Wang, F., Jia, Y., Wu, M.H., Sheng, G.Y., and Fu J.M. 2009. Levels composition profiles and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban soil of Shanghai, China. *Chemosphere*, 75, 1112.
- Jones, D.M., S.J. Rowland, A.G., Douglas and S. Howells. 1986. An examination of the fate of Nigerian crude oil in surface sediments of the Humber estuary by gas chromatography and gas chromatography mass spectrometry. *Environmental Analytical Chemistry*, 24, 227–247.
- Kanaly, RA., and Harayama S. 2000. Biodegradation of High molecular weight polycyclic aromatic hydrocarbons by bacteria. *J Bacteriol*, 182, 2059–2067.
- Khairy, M.A., Kolb, M., Mostafa, A.R., EL-Fiky, A., and Bahadir, M. 2009. Risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in a Mediterranean semi-enclosed basin affected by human activities. *Hazard Mater*, 170, 389–397.
- Khairy, M. A., M., Kolb, A.R., Mostafa, A., EL-Fiky and M. Bahadir. 2009. Risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons in a Mediterranean semi-enclosed basin affected by human activities (Abu Qir Bay, Egypt). *Journal of Hazardous Materials*, 170, 389–397.
- Larsen R.K. III., and Baker J.E. 2003. Source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons in the urban atmosphere: a comparison of three methods. *Environ Sci Technol*, 37, 1873-1881.
- Li, Y.Z. Tian, G.L. Shi, C.S. Guo, X. Li, Y.C. Feng. 2012. Concentrations and sources of PAHs in surface sediments of the Fenhe reservoir and watershed China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 75 (1), 198-206.
- Liu, L.-Y.; Wang, J.-Z.; Wei, G.-L.; Guan, Y.-F.; Zeng, E. Y. 2012. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in continental shelf sediment of China: Implications for anthropogenic influences on coastal marine environment. *Environ. Pollut*, 10,1016.
- Mabey, W. 1982. Aquatic Fate Process for Organic Priority Pollutants. 440, 4-81.

- Mai, J. Fu, G. Sheng, Y. Kang, Z. Lin, G. Zhang, Y. Min, E.Y. Zeng. 2002. Chlorinated and polycyclic aromatic hydrocarbons in riverine and estuarine sediments from Pearl River Delta China. *Environmental Pollution*, 117, 457-474.
- Mitra, S., J.J., Lalicata, M.A., Allison and T.M. Dellapenna. 2009. The effects of Hurricanes Katrina and Rita on seabed polycyclic aromatic hydrocarbon dynamics in the Gulf of Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 58, 851–857.
- Nasher, E., Heng, L.Y., Zakaria, Z., and Surif, S. 2013. Assessing the ecological risk of polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments at Langkawi Island Malaysia. *Sci World*, 12.
- Qian, X., Liang, B., Fu, W., Liu, X., Cui, B. 2016. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in surface sediments from the intertidal zone of Bohai Bay, Northeast China: Spatial distribution, composition, sources and ecological risk assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 112, 349–358.
- Retnam A, Zakaria MP, Juahir H, Aris AZ, Zali MA, Kasim MF. 2013. Chemometric techniques in distribution, characterisation and source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHS) in aquaculture sediments in Malaysia. *Marine pollution bulletin*.
- Ren, J. Zhang, D.D. Li, Y. Cheng, S.M. Liu. 2010. Behavior of dissolved inorganic arsenic in the Yellow Sea and East China Sea. *Deep Sea Res II*, 57, 1035-1046.
- Rinawati, Koike, T., H., Koike, R., Kurumisawa, M., Ito, S., Sakurai, A., Togo, M., Saha, Z., Arifin and H. Takada. 2012. Distribution, source identification, and historical trends of organic micropollutants in coastal sediment in Jakarta Bay, Indonesia. *Journal of Hazardous Materials*, 217-218, 208–216.
- Sauer, T.C., and P.D. Boehm. 1991. The use of defensible analytical chemical measurements for oil spill natural resource damage assessment. *Proceeding of the 1991 International Oil Spill Conference*, San Diego, CA, USCG, API, and EPA, (March 1991): 363–369.
- Sojiniu, O.S.S., J.Z., Wang, O.O., Sonibared and E.Y. Zeng. 2010. Polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments and soils from oil exploration areas of the Niger Delta, Nigeria. *Journal of Hazardous Materials*, 174, 641–647.
- Speight, J.G. 2006. *The Chemistry and Technology of Petroleum*, 4th Edition, CRC Press, ISBN 0-8493-9067-2.

- Tipmanee, D., Deelaman, W., Pongpiachan, S., Schwarzer, K., and Sompongchaiyakul P. 2012. Polycyclic aromatic hydrocarbons (pahs) as a chemical proxy to indicate tsunami 2004 backwash in Khao Lak coastal area, Thailand. *Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 1441-1451.
- Tipmanee, D., W., Deelaman, S., Pongpiachan, K., Schwarzer and P. Sompongchaiyakul. 2012. Using Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) as a Chemical Proxy to Indicate Tsunami 2004 Backwash in Khao Lak Coastal Area, Thailand. *Natural Hazards and Earth System Science*, 12, 1441–1451.
- Tolosa, I., De Mora, S., Sheikholeslami, M.R., Villeneuve, J.P., Bartocci, J. and Cattini, C. 2004. “Aliphatic and aromatic hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments.” *Marine Pollution Bulletin*, 48, 44–60.
- Wang, M Fingas, Y.Y Shu, L Sigouin, M Landriault, P Lambert, R Turpin, P Campagna, J Mullin. 1995. Quantitative characterization of PAHs in burn residue and soot samples and differentiation of pyrogenic PAHs from petrogenic PAHs—the 1994 Mobile burn study. *Environ. Sci. Technol.*, 33, 3100-3109.
- Wang, X.L., Chen, H., Wu, Y., Feng, Y., Pu, Q. 2010. New techniques for the detection and adjustment of shifts in daily precipitation. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 49, 2416-2436.
- Wattayakorn, G. 2005. Marine environmental status in the Yhai waters. *Coastal Marine Science*, 29, 87-94.
- Wolska, L., Mechlin´ska, A., Rogowska, J., Namies´nik, J. 2012. Sources and fate of PAHs and PCBs in the marine environment.” *Crit. Rev. Environ. Sci. Technol.*, 42, 1172–1189.
- Yan, J., Liu, J., Shi, X., You, X., Cao, Z. 2016. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in water from three estuaries of China: Distribution, seasonal variations and ecological risk assessment. *Marine Pollution Bulletin*, 109, 471–479.
- Yunker, L.R Snowdon, R.W Macdonald, J.N Smith, M.G Fowler, D.N Skibo, F.A McLaughlin, A.I Danyushevskaya, V.I Petrova, G.I Ivanov. 1996. Polycyclic aromatic hydrocarbon composition and potential sources for sediment samples from the Beaufort and Barents Seas. *Environ. Sci. Technol.*, 30, 1310-1320.
- Zakaria, M.P., H., Takada, K., Ohno, J., Yamada, E., Kouno and H. Kumata. 2002. Distribution of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) in rivers and estuaries in Malaysia: A

- Widespread input of Petrogenic PAHs. *Environmental Science and Technology*, 36, 1907-1918.
- Zeng, C.L. Vista. 1997. Organic pollutants in the coastal environment off San Diego, California. 1. Source identification and assessment by compositional indices of polycyclic aromatic hydrocarbons. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 16, 179-188.
- Zhang, D., Liu, J., Jiang, X., Cao, K., Yin, P., Zhang. 2016a. Distribution, sources and ecological risk assessment of PAHs in surface sediments from the Luan River Estuary, China. *Marine Pollution Bulletin*, 102, 223–229.
- Zhang, D., Wang, J.J., Zeng, H. 2016b. Soil polycyclic aromatic hydrocarbons across urban density zones in Shenzhen, China: occurrences, source apportionments, and spatial risk assessment. *Pedosphere* 26 (5), 676–686.
- Zong, H., Ma, X., Na, G., Huo, C., Yuan, X., Zhang, Z. 2014. Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in the mariculture zones of China's northern Yellow Sea. *Mar Pollut Bull*, 85 (1), 172–178.

ภาคผนวก ก

ผลวิเคราะห์สารพีเอชในตะกอนดิน

ตารางที่ 1 แสดงระดับความเข้มข้นของสาร PAHs 16 ชนิดที่ปนเปื้อนในตะกอนดินบริเวณพื้นที่ศึกษา (ng g⁻¹ dried weight)

Station	Nap	Acy	Ace	Fl	Phe	An	Fluo	Pyr	B[a]A	Chry	B[b]F	B[k]F	B[a]P	Ind	D[a,h]A	B[g,h,i]P	Total PAHs
1	38.40	0.12	0.04	0.07	0.04	0.02	0.03	0.02	0.06	0.03	0.02	0.23	0.03	0.03	0.01	0.05	39.19
2	200.11	21.01	4.35	5.12	0.07	0.07	0.04	0.02	0.14	0.11	0.07	0.26	0.05	0.05	0.02	0.07	231.57
3	2.99	0.03	0.12	0.09	0.02	0.03	0.07	0.05	0.21	0.10	0.06	0.16	0.04	0.02	0.04	0.03	4.06
4	4.35	3.20	6.68	7.60	2.39	5.67	1.56	2.33	3.47	13.77	0.05	0.54	0.04	0.03	0.04	0.01	51.72
5	0.45	1.02	1.21	1.09	0.10	0.09	0.05	0.03	0.13	0.18	0.06	0.88	0.09	0.16	0.06	0.07	5.68
6	154.70	0.05	0.05	0.03	0.01	0.02	0.03	0.05	0.10	0.04	0.07	0.23	0.02	0.09	0.03	0.06	155.58
7	21.01	0.01	0.23	0.11	0.04	0.03	0.03	0.06	0.06	0.08	0.05	0.22	0.08	0.02	0.07	0.10	22.19
8	126.46	2.82	4.23	22.13	0.03	0.03	0.02	0.02	0.06	0.07	0.07	0.42	0.10	0.07	0.12	0.11	156.78
9	1.95	1.26	1.67	9.94	0.02	0.02	0.03	0.03	0.18	0.17	0.02	0.39	0.11	0.02	0.04	0.07	15.92
10	2.49	1.30	4.26	5.46	0.04	0.04	0.02	0.04	0.12	0.07	0.26	0.92	0.02	0.05	0.10	0.08	15.27
11	1.31	2.16	1.16	7.23	0.05	0.03	0.04	0.07	0.26	0.40	0.08	0.60	0.21	0.09	0.05	0.22	13.97
12	0.78	0.88	0.87	0.99	0.08	0.08	0.04	0.10	0.16	0.18	0.08	0.24	0.03	0.10	0.16	0.06	4.81

Station	Nap	Acy	Ace	Fl	Phe	An	Fluo	Pyr	B[a]A	Chry	B[b]F	B[k]F	B[a]P	Ind	D[a,h]A	B[g,h,i]P	Total PAHs
13	391.67	1.40	2.19	4.07	0.14	0.17	0.31	0.23	0.49	0.27	0.04	0.27	0.02	0.04	0.13	0.06	401.48
14	0.92	2.50	2.08	4.49	0.05	0.05	0.04	0.07	0.07	0.23	0.03	1.01	0.06	0.03	0.03	0.02	11.67
15	5.54	0.02	0.03	0.02	0.04	0.04	0.05	0.08	0.29	0.29	0.10	1.29	0.10	0.05	0.11	0.11	8.16
16	0.09	0.08	0.07	0.11	0.04	0.17	0.05	0.06	0.19	0.11	0.08	0.35	0.03	0.06	0.17	0.11	1.78
17	69.74	0.12	0.09	0.14	0.04	0.03	0.05	0.05	0.12	0.12	0.07	1.22	0.07	0.13	0.12	0.07	72.19
18	0.05	0.05	0.12	0.05	0.04	0.06	0.04	0.05	0.04	0.09	0.05	0.34	0.09	0.02	0.06	0.05	1.23
19	0.02	0.03	0.08	0.06	0.04	0.03	0.09	0.04	0.11	0.04	0.03	0.33	0.04	0.07	0.02	0.07	1.11
20	0.01	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.06	0.05	0.03	0.23	0.05	0.06	0.02	0.02	0.71
21	0.52	0.82	0.78	1.21	0.03	0.02	0.07	0.05	0.13	0.09	0.04	0.28	0.05	0.10	0.07	0.06	4.31
22	21.37	0.01	0.02	0.03	0.02	0.04	0.02	0.04	0.07	0.05	0.08	0.37	0.02	0.05	0.02	0.09	22.29
23	0.06	0.09	0.05	0.17	0.03	0.06	0.03	0.08	0.15	0.16	0.04	0.28	0.04	0.10	0.03	0.02	1.40
24	0.62	1.85	4.32	2.74	0.05	0.10	0.10	0.08	0.16	0.13	0.08	0.83	0.24	0.13	0.35	0.04	11.82
25	0.75	0.60	0.87	1.98	7.45	8.97	12.18	5.40	41.04	19.96	0.09	2.26	0.11	0.13	0.27	0.08	102.13
26	0.01	0.04	0.03	0.18	0.08	0.05	0.07	0.08	0.30	0.12	0.05	0.63	0.05	0.13	0.12	0.07	2.01
27	0.04	0.05	0.07	0.23	0.02	0.03	0.01	0.04	0.13	0.02	0.06	0.50	0.04	0.07	0.04	0.02	1.37

Station	Nap	Acy	Ace	Fl	Phe	An	Fluo	Pyr	B[a]A	Chry	B[b]F	B[k]F	B[a]P	Ind	D[a,h]A	B[g,h,i]P	Total PAHs
28	0.73	0.90	3.32	5.38	0.04	0.04	0.07	0.05	0.09	0.10	0.07	0.49	0.05	0.08	0.26	0.06	11.72
29	2.34	2.14	0.77	2.56	2.27	7.15	3.11	4.67	19.23	2.88	9.19	20.23	9.21	3.14	7.47	0.96	97.34
30	139.39	3.11	0.97	3.38	0.12	0.09	0.09	0.15	0.31	0.15	0.04	1.05	0.16	0.20	0.09	0.25	149.54
31	4.66	0.03	0.03	0.06	0.03	0.03	0.03	0.04	0.18	0.13	0.10	0.33	0.06	0.08	0.08	0.06	5.92
32	50.21	0.11	0.18	0.27	0.02	0.02	0.05	0.04	0.20	0.04	0.07	0.38	0.06	0.09	0.05	0.06	51.84
33	25.00	0.12	0.04	0.07	0.03	0.02	0.03	0.02	0.06	0.03	0.02	0.17	0.03	0.03	0.01	0.04	25.71
34	175.00	15.00	4.01	3.75	0.04	0.07	0.04	0.02	0.14	0.11	0.07	0.12	0.05	0.05	0.03	0.04	198.55
35	3.78	6.51	4.81	5.45	1.63	4.21	1.32	1.78	4.47	10.48	0.05	0.36	0.07	0.01	0.03	0.01	44.98
36	0.87	0.97	1.38	0.97	0.10	0.08	0.05	0.03	0.27	0.19	0.05	0.78	0.09	0.18	0.06	0.07	6.15
37	124.21	0.05	0.05	0.03	0.05	0.02	0.02	0.05	0.10	0.04	0.07	0.37	0.02	0.09	0.03	0.06	125.26
38	23.08	0.01	0.18	0.11	0.04	0.03	0.03	0.12	0.06	0.17	0.05	0.22	0.08	0.02	0.05	0.10	24.34
39	1.78	1.54	1.50	4.85	0.02	0.02	0.03	0.03	0.18	0.17	0.02	0.14	0.18	0.02	0.04	0.04	10.56
40	2.49	1.30	4.26	5.46	0.04	0.04	0.02	0.04	0.12	0.07	0.26	0.92	0.02	0.05	0.10	0.08	15.27
41	1.54	2.51	1.23	5.54	0.05	0.03	0.04	0.07	0.16	0.14	0.08	0.38	0.43	0.08	0.05	0.26	12.59
42	0.45	0.88	0.62	0.99	0.07	0.08	0.04	0.10	0.23	0.18	0.08	0.45	0.03	0.10	0.12	0.04	4.44

Station	Nap	Acy	Ace	Fl	Phe	An	Fluo	Pyr	B[a]A	Chry	B[b]F	B[k]F	B[a]P	Ind	D[a,h]A	B[g,h,i]P	Total PAHs
43	385.12	2.28	4.17	3.62	0.17	0.17	0.21	0.23	0.75	0.74	0.04	0.19	0.02	0.04	0.13	0.06	397.94
44	1.28	3.74	3.65	5.03	0.05	0.05	0.04	0.15	0.07	0.23	0.03	0.85	0.06	0.03	0.03	0.02	15.30
45	6.78	1.03	0.71	0.02	0.04	0.12	0.05	0.08	0.29	0.64	0.10	1.53	0.10	0.12	0.11	0.11	11.82
46	0.03	0.05	0.12	0.05	0.04	0.06	0.04	0.05	0.04	0.09	0.05	0.29	0.12	0.02	0.06	0.05	1.17
47	0.06	0.03	0.08	0.06	0.04	0.03	0.09	0.04	0.11	0.04	0.03	0.33	0.04	0.07	0.02	0.07	1.15
48	0.04	0.02	0.02	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.06	0.05	0.03	0.54	0.05	0.06	0.02	0.10	1.13
49	1.54	1.12	3.06	5.45	0.70	0.04	0.07	0.05	0.09	0.10	0.07	0.56	0.05	0.08	0.38	0.06	13.40
50	125.84	5.03	5.27	4.39	0.12	0.12	0.09	0.21	0.43	0.15	0.04	1.23	0.16	0.18	0.09	0.31	143.66

ภาคผนวก ข

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

ตารางที่ 1 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำบริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง จำนวน 20 สถานี ครั้งที่ 1 (เดือนมีนาคม 2560)

station	Latitude	Longitude	DO (mg/L)	pH	Conductivity (μ s/cm)	Salinity (ppt)	Temp ($^{\circ}$ C)	Percent saturation DO
1	765391	1390372	7.11	8.14	52.80	29.60	30.70	111.97
2	765535	1390636	6.70	8.13	51.30	28.20	30.90	105.02
3	765585	1390818	6.80	8.14	48.70	29.20	30.90	107.09
4	765865	1390785	6.80	8.14	51.20	27.50	31.00	106.42
5	765719	1390923	6.81	8.13	49.86	29.40	31.20	107.92
6	765603	1390992	6.80	8.16	50.30	26.80	31.70	107.09
7	765375	1391006	6.80	8.15	51.10	29.60	31.10	107.77
8	765319	1391403	6.71	8.15	50.40	27.20	31.60	105.84
9	765613	1392104	7.21	8.14	47.82	28.40	30.60	112.66
10	766066	1392436	7.01	8.16	45.61	28.30	30.90	109.87
11	766321	1392630	7.26	8.08	42.31	27.30	31.00	113.44
12	766466	1393022	7.80	8.14	46.87	27.20	31.50	122.83
13	766866	1393000	7.00	8.04	47.01	24.60	31.50	108.70
14	766790	1392196	6.91	8.05	46.71	27.20	31.00	107.80
15	767044	1392855	6.71	8.01	48.34	26.80	31.00	104.52
16	767753	1392498	7.31	8.02	48.62	25.70	31.50	114.04
17	768538	1391828	7.00	8.06	46.42	23.70	30.80	106.87
18	768400	1391019	6.91	8.03	48.52	28.50	31.20	108.99
19	768475	1390619	7.00	8.07	53.40	27.40	31.40	110.06
20	768193	1390316	7.10	8.05	46.69	28.10	31.00	111.46

ตารางที่ 2 ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำบริเวณรอบเกาะเสม็ด จังหวัดระยอง จำนวน 20 สถานี ครั้งที่ 2 (เดือนเมษายน 2560)

station	Latitude	Longitude	DO (mg/L)	pH	Conductivity (μ s/cm)	Salinity (ppt)	Temp ($^{\circ}$ C)	Percent saturation DO
1	765391	1390372	6.35	8.27	52.80	29.60	31.10	100.63
2	765535	1390636	6.25	8.22	51.30	28.20	31.20	98.43
3	765585	1390818	6.45	8.26	51.20	27.50	30.90	100.78
4	765865	1390785	6.20	8.13	49.44	26.80	30.90	97.48
5	765719	1390923	6.20	8.24	44.46	27.20	30.90	96.57
6	765603	1390992	6.45	8.19	46.47	28.30	30.80	100.94
7	765375	1391006	6.35	8.25	50.40	27.30	30.90	99.06
8	765319	1391403	6.50	8.15	40.35	27.20	31.00	101.40
9	765613	1392104	6.55	8.21	49.63	26.80	31.00	102.02
10	766066	1392436	6.00	8.11	47.78	23.70	31.00	91.88
11	766321	1392630	6.60	8.16	46.87	28.50	31.00	103.77
12	766466	1393022	6.25	8.24	49.49	27.40	31.00	97.66
13	766866	1393000	6.20	8.28	47.01	28.10	30.80	97.03
14	766790	1392196	6.25	8.22	45.14	28.30	30.80	97.81
15	767044	1392855	6.30	8.13	45.13	27.30	30.90	98.28
16	767753	1392498	6.50	8.08	48.63	22.10	31.10	98.63
17	768538	1391828	6.50	8.13	46.42	27.70	31.00	101.72
18	768400	1391019	6.20	8.08	46.54	27.80	30.90	97.03
19	768475	1390619	6.55	8.08	55.40	32.30	30.90	104.97
20	768193	1390316	6.20	8.16	46.69	28.00	31.00	97.18

ภาคผนวก ค

แบบสอบถาม

แบบสอบถาม

เรื่อง ศึกษาการแพร่กระจายและสะสมตัวของสาร PAHs ในตะกอนดิน กรณีศึกษา
เหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลในบริเวณชายฝั่งจังหวัดระยอง

คำชี้แจง ให้ตอบคำถามและทำเครื่องหมาย ✓ ในคำตอบที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

ส่วนที่ 2 เหตุการณ์น้ำมันรั่วที่ผ่านมา ท่านคิดว่าครั้งใดร้ายแรงที่สุด

ส่วนที่ 3 ระดับความพึงพอใจต่อผลการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา

ส่วนที่ 4 การรับข้อมูลข่าวสาร

ส่วนที่ 5 ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และความต้องการ

ส่วนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคล

1) ชุมชน.....หมู่ที่.....ถนน.....ตำบล.....

อำเภอ จังหวัด วันที่

2) เพศ 1. ชาย 2. หญิง

3) อายุ.....ปี

4) สถานภาพสมรส 1. โสด 2. สมรส 3. หม้าย/หย่า/แยก

5) ระดับการศึกษาสูงสุด 1. ไม่ได้เรียน 2. ประถมศึกษา
 3. มัธยมศึกษาตอนต้น 4. มัธยมศึกษาตอนปลาย,ปวช.
 5. อนุปริญญาตรีหรือเทียบเท่า 6. ปริญญาตรีขึ้นไป
 7. อื่นๆ ระบุ

6) ภูมิลำเนา

1. ท่านเกิดในชุมชนนี้ใช่หรือไม่ 1. ใช่ 2. ไม่ใช่ ย้ายมาจากที่ไหน โปรดระบุ.....

2. ท่านอาศัยอยู่ในพื้นที่นานกี่ปีปี

7) อาชีพ (แหล่งรายได้หลัก)

1. รับราชการ 2. รัฐวิสาหกิจ 3. ค้าขาย 4. เกษตรกรรม
 5. ประมง 6. เรือรับจ้าง 7. รับจ้างทั่วไป 8. อื่นๆ ระบุ.....

ส่วนที่ 2 ท่านได้รับผลกระทบอะไรบ้างจากเหตุการณ์น้ำมันรั่วที่ผ่านมา

ผลกระทบจากเหตุการณ์น้ำมันรั่ว	ระดับความรุนแรง				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่ออาชีพและรายได้ของท่าน					
2. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่อจิตใจของท่าน (เครียด, กังวล, นอนไม่หลับ, กลัว, ตกใจ)					
3. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่อสุขภาพของท่าน (แสบตา, มีน้ตา, คลื่นไส้, อาเจียน, ผื่นแพ้)					
4. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่อแหล่งอาหารจากทะเล					
5. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณชายฝั่งทะเล					
6. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมใต้ทะเล (ปะการัง)					
7. เหตุการณ์น้ำมันรั่วมีผลกระทบต่อธุรกิจการท่องเที่ยวในพื้นที่ (นักท่องเที่ยวลดลง, ภาพลักษณ์/ ชื่อเสียงของชุมชนลดลง)					

ส่วนที่ 3 ท่านมีความพึงพอใจกับกระบวนการและผลการแก้ไขปัญหาในระดับใด

ผลการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
ความพึงพอใจต่อกระบวนการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา					
1. การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาของชุมชนในพื้นที่					
2. การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาของหน่วยงานราชการ					
3. การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาของหน่วยงานภาคเอกชน					
4. การมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาของหน่วยงานภาคประชาสังคม					
ความพึงพอใจต่อผลการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา					
5. ในปัจจุบันท่านคลายความกังวลจากผลกระทบของเหตุการณ์น้ำมันรั่ว					
6. ในปัจจุบันท่านสามารถประกอบอาชีพและมีรายได้เป็นปกติ					
7. ในปัจจุบันท่านพึงพอใจกับการแก้ปัญหาด้านทัศนียภาพของสิ่งแวดล้อม					

ผลการแก้ไขปัญหาที่ผ่านมา	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
8. ในปัจจุบันท่านมีความพึงพอใจกับการฟื้นตัวของธุรกิจด้านการท่องเที่ยว (นักท่องเที่ยวเพิ่มขึ้น, ภาพลักษณ์/ ชื่อเสียงของชุมชนดีขึ้น)					
9. ในปัจจุบันท่านมีความพึงพอใจกับความปลอดภัยในอาหารทะเลในพื้นที่					

ส่วนที่ 4 การรับข้อมูลข่าวสาร

ส่วนที่ 4.1 การรับข้อมูลข่าวสารขณะเกิดเหตุการณ์

1) ท่านทราบข่าวน้ำมันรั่วจากที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

1. ข่าวโทรทัศน์ 2. ข่าววิทยุ 3. เจ้าหน้าที่ของรัฐ 4. หัวหน้างาน
 5. เพื่อนร่วมงาน 6. ทสม. 7. อสม. 8. เพื่อนบ้าน
 9. สื่อออนไลน์ เช่น Line/Facebook 10. อื่นๆ ระบุ.....

2) ท่านทราบข่าวเหตุการณ์น้ำมันรั่วเมื่อใด

1. หลังเกิดเหตุการณ์ไม่เกิน 3 ชม. 2. หลังเกิดเหตุการณ์มากกว่า 4 ชม. แต่ไม่เกิน 1 วัน
 3. หลังเกิดเหตุการณ์ 2 วัน 4. หลังเกิดเหตุการณ์ 3 วัน
 5. หลังเกิดเหตุการณ์ตั้งแต่ 4 วันขึ้นไป 6. อื่นๆ ระบุ.....

3) ท่านได้รับการแจ้งเตือนรับมือกับเหตุการณ์น้ำมันรั่วหรือไม่

1. ไม่ได้รับ 2. ได้รับแจ้ง เรื่อง การงดจับสัตว์น้ำในทะเล
 3. ได้รับแจ้ง เรื่อง การงดเล่นน้ำในทะเล 4. ได้รับแจ้ง เรื่อง งดออกเรือประมงและเรือท่องเที่ยว
 5. อื่นๆ ระบุ.....

ส่วนที่ 4.2 การรับข้อมูลข่าวสารความคืบหน้าในการแก้ไข ฟันฟูสิ่งแวดล้อม

1) ท่านทราบข่าวสารเกี่ยวกับการแก้ไข ฟันฟูสิ่งแวดล้อมภายหลังเหตุการณ์น้ำมันรั่วหรือไม่

1. ไม่ได้รับ 2. ได้รับ (หากได้รับข่าวสาร โปรดระบุช่องทางที่ได้รับ)

(ตอบได้มากกว่า 1 คำตอบ)

1. ข่าวโทรทัศน์ 2. ข่าววิทยุ 3. เจ้าหน้าที่ของรัฐ 4. หัวหน้างาน
 5. เพื่อนร่วมงาน 6. ทสม. 7. อสม. 8. เพื่อนบ้าน
 9. สื่อออนไลน์ เช่น Line/Facebook 10. อื่นๆ ระบุ.....

ภาคผนวก ง

การจัดประชุมกลุ่มย่อย

การจัดประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) ครั้งที่ 1
ในวันที่ 29 มิถุนายน 2560
ณ โรงแรมเคียงทะเล รีสอร์ท จังหวัดระยอง



การประชุมกลุ่มย่อย (Focus group) ครั้งที่ 2
ในวันที่ 20 กรกฎาคม 2560
ณ โรงแรมพร้อมพงศ์ หาดแม่รำพึง จังหวัดระยอง



ภาคผนวก จ

การเผยแพร่ผลงานวิจัย

เผยแพร่ผลการศึกษากการแพร่กระจายและสะสมตัวของสาร PAHs ในตะกอนดิน กรณีศึกษา เหตุการณ์น้ำมันดิบรั่วไหลบริเวณชายฝั่งทะเลจังหวัดระยอง ให้กับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โรงเรียน และชุมชนชายฝั่งจังหวัดระยอง โดยการเผยแพร่ผ่านทาง การจัดประชุม กลุ่มย่อย แผ่นพับ และโปสเตอร์

รู้ทัน

สารโพลีไซคลิกอะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)






- 1. สาร PAHs คืออะไร**
 - เป็นสารก่อมะเร็ง ทั้งในมนุษย์และสัตว์
 - เป็นสารที่ทำให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม
 - เป็นสารที่เกิดจากธรรมชาติ และกิจกรรมของมนุษย์
 - เป็นสารที่สะสมอยู่ใน ดิน น้ำ อากาศ พืช และสัตว์ ได้เป็นเวลานาน
- 2. โครงสร้างของสาร PAHs**
 - สาร PAHs เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วย วงเบนซีน ตั้งแต่ 2 วงเชื่อมต่อกัน จำนวนวงแหวนมากก็จะมีความเป็นพิษมาก
- 3. แหล่งกำเนิดสาร PAHs**
 - จากธรรมชาติ เช่น การเกิดไฟป่า ภูเขาไฟระเบิด
 - จากกิจกรรมของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง ในโรงงานอุตสาหกรรม และการกลั่นน้ำมันดิบ
- 4. การป้องกันการปนเปื้อนของสาร PAHs ในสิ่งแวดล้อม**
 - หลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่ไหม้หรือรมจนเกินไป
 - ควรตรวจสภาพเครื่องยนต์ เครื่องจักร เป็นประจำ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วไหลของน้ำมัน
 - ไม่ควรเผาเศษวัสดุเหลือใช้ในที่โล่ง
 - ลดการใช้ยาฆ่าแมลง และยาฆ่าศัตรูพืช

ปฏิทินวันสำคัญเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

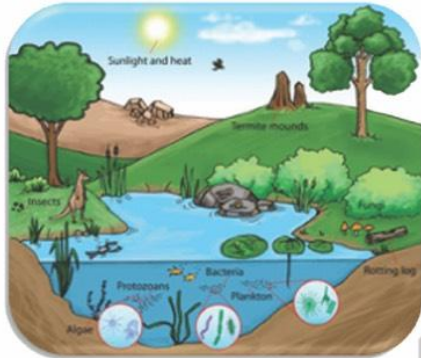
<ul style="list-style-type: none"> 14 มกราคม - วันทรัพยากรป่าไม้แห่งชาติ 2 กุมภาพันธ์ - วันพื้นที่ชุ่มน้ำโลก 21 มีนาคม - วันป่าไม้โลก 22 มีนาคม - วันน้ำโลก 22 มีนาคม - วันอนุรักษ์ชีโลก 23 มีนาคม - วันอนุสัญญาวิทยาศาสตร์ 2 เมษายน - วันอนุรักษ์มรดกวัฒนธรรมแห่งชาติ 12 เมษายน - วันป่าชุมชนชายแดนไทย 13 เมษายน - วันประมงแห่งชาติ 22 เมษายน - วันคุ้มครองโลก 1 พฤษภาคม - วันก่อตั้งมูลนิธิกองทุนเพื่อสิ่งแวดล้อมไทย 5 มิถุนายน - วันสิ่งแวดล้อมโลก 	<ul style="list-style-type: none"> 8 มิถุนายน - วันทะเลโลก 17 มิถุนายน - วันต่อต้านปัญหาภัยแล้งและฝนแล้งของโลก 1 กันยายน - วันสืบ นาคะเสถียร 16 กันยายน - วันโอโซนโลก 18 กันยายน - วันสถาปนากรมป่าไม้ 20 กันยายน - วันรักต้นไม้ 21 ตุลาคม - วันรักษาดินไม่ประจำของชาติ 16 พฤศจิกายน - วันพิทักษ์มรดกทางวัฒนธรรมและธรรมชาติของโลก 4 ธันวาคม - วันสิ่งแวดล้อมไทย 5 ธันวาคม - วันพ่อสร้างสรรค ป่าสวย น้ำใส สิ่งแวดล้อมไทยงดงาม 2 ธันวาคม - วันคุ้มครองสัตว์ป่าแห่งชาติ
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม
 กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

การสะสมตัวของสาร PAHs

1. สิ่งแวดล้อม เช่น สะสมในดิน น้ำ อากาศ พืช และสัตว์



2. มนุษย์ได้รับทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น สูบบุหรี่ ควันรถยนต์ และเขม่าควันไฟ รวมทั้งรับประทานอาหารที่มีการปนเปื้อนสาร PAHs



ความเป็นพิษของสาร PAHs

สารก่อมะเร็ง

ทำให้เกิดการผิดปกติของร่างกาย เช่น พบก้อนเนื้อในร่างกาย ท้องผูกเรื้อรัง อุจจาระมีเลือด ไอมีเลือด และน้ำหนักลดโดยไม่ทราบสาเหตุ

สารก่อกลายพันธุ

ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของยีน ส่งผลให้เด็กแรกเกิดมีร่างกายผิดปกติหรือมีอาการทางระบบประสาท เช่น หน้าอกกว้าง หัวนมอยู่ห่างกันกว่าปกติ หูอยู่ต่ำ หางตาขึ้น นิ้วหัวแม่มือและนิ้วชี้ห่าง และมีสติปัญญาบกพร่อง



การป้องกันการปนเปื้อนของสาร PAHs ในสิ่งแวดล้อม

- ตรวจสอบสภาพเครื่องยนต์ เครื่องจักรเป็นประจำ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วไหลของน้ำมัน
- ไม่ควรเผาเศษวัสดุเหลือใช้ในที่โล่ง
- หลีกเลี่ยงการรับประทานอาหารที่ไหม้จนเกินไป
- ลดการใช้น้ำมันทอด และยาฆ่าศัตรูพืช

PAHs

มารู้จัก
สารโพลีไซคลิก
อะโรมาติก
ไฮโดรคาร์บอน
(พีเอเอช)
กันเถอะ !

Polycyclic
Aromatic
Hydrocarbons
(PAHs)



กลุ่มการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ
ศูนย์วิจัยและมีกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม
กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม

โทรศัพท์
02 5771136 ต่อ 1129, 1124

PAHs คืออะไร ?

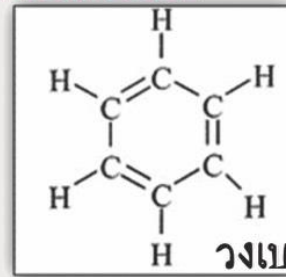
- เป็นสารก่อมะเร็ง ทั้งในมนุษย์และสัตว์
- เป็นสารที่ทำให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม
- เป็นสารที่เกิดจากธรรมชาติ และกิจกรรมของมนุษย์
- เป็นสารที่สะสมอยู่ใน ดิน น้ำ อากาศ พืชและสัตว์ ได้เป็นเวลานาน



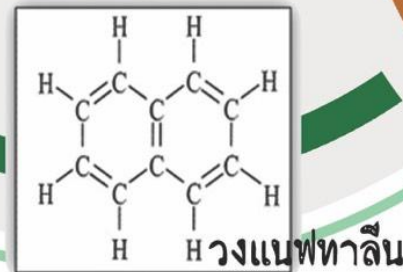
โครงสร้างของสาร PAHs

เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วย
วงเบนซีนตั้งแต่ 2 วงเชื่อมต่อกัน
จำนวนวงแหวนมากก็จะมีความเป็นพิษมาก

มีความเป็นพิษน้อย

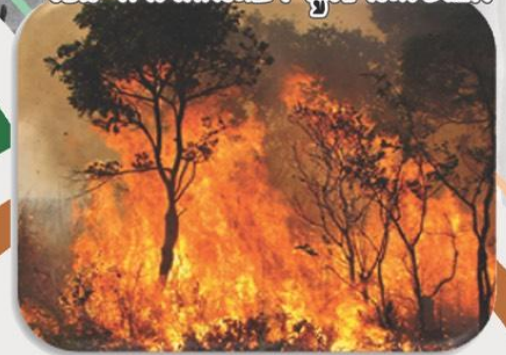


มีความเป็นพิษมาก



แหล่งกำเนิดสาร PAHs

- จากธรรมชาติ
เช่น การเกิดไฟป่า ภูเขาไฟระเบิด



- จากกิจกรรมของมนุษย์
เช่น การเผาไหม้ของเชื้อเพลิง
ในโรงงานอุตสาหกรรม
และการกลั่นน้ำมันดิบ

