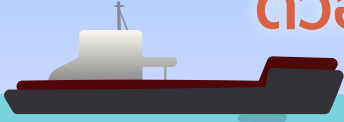


คู่มือการเก็บและวิเคราะห์ ตัวอย่างน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดิน



กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT



กรมควบคุมมลพิษ

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม



Introduction

✓ Oil fingerprint is a unique characteristic of oil that can be used to identify its origin by evaluating the ratio of biomarkers which are specific hydrocarbons derived from fossils. Biomarkers are resistant to corrosion and decomposition by microorganisms therefore they do not deteriorate with weathering. The organic biomarkers are analyzed by gas chromatography. In addition, inorganic matters e.g. heavy metals, are analyzed by X-ray fluorescence spectrometry. The properties of the unknown sample are compared to those of the suspected samples or those of the known samples collected in the Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand.

This manual for collecting and analyzing crude oil, spilled oil, and tar balls has been prepared with the objective to share knowledge of the procedures and methods for analyzing crude oil, spilled oil, and tar balls as well as the methods for collecting samples from the environment to the relevant organizations including government agencies, private sectors and other stakeholders as a guideline for the identification of crude oil, spilled oil, tar balls, and oil products in Thailand. This is in accordance with the Notification of the Pollution Control Department, Guidelines for identifying sources of crude oil, spilled oil, tar balls, and oil products in Thailand, 2022.

Pollution Control Department
September 2022



คำนำ

ลายนิ้วมือน้ำมัน (Oil Fingerprint) ถือเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของน้ำมัน ซึ่งสามารถนำมาใช้ในการหาแหล่งที่มาของน้ำมันได้ โดยสามารถประเมินจากอัตราส่วนของตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker) ซึ่งเป็นโมเลกุลของซากฟอสซิลที่คงตัวอยู่ในโครงสร้างเป็นส่วนที่คงทนต่อการกัดกร่อนและการย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ ทำให้ไม่เสื่อมสลายไปกับกระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) สามารถวิเคราะห์ได้ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatograph (GC)) เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์ และการวิเคราะห์หาความแตกต่างขององค์ประกอบสารอนินทรีย์ในน้ำมันโดยใช้เครื่องวิเคราะห์ตัวอย่างโดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ (X-ray Fluorescence Spectrometry (XRF)) และเทคนิคอื่น ๆ โดยเปรียบเทียบคุณสมบัติและคุณลักษณะของน้ำมันที่พบกับแหล่งที่ต้องสงสัย หรือลายนิ้วมือน้ำมันที่ได้มีการจัดทำและจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันและผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand)

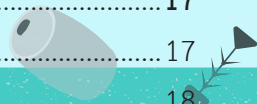
คู่มือการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดิน จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจถึงขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมันดิบ คราบน้ำมันและก้อนน้ำมันดิน รวมถึงการเก็บตัวอย่างน้ำมันและก้อนน้ำมันดินในสิ่งแวดล้อมให้แก่หน่วยงานที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางให้กับหน่วยงานภาครัฐภาคเอกชนและประชาชน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียนำไปประยุกต์ใช้ในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน คราบน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทยซึ่งจะเป็นไปตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่องแนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย พ.ศ. 2565

กรมควบคุมมลพิษ

กันยายน 2565

สารบัญ

1. บทนำ	5
2. มลพิษทางน้ำเนื่องจากน้ำมัน	7
2.1 สถิติและสาเหตุการเกิดน้ำมันรั่วไหล	7
2.2 ผลกระทบจากน้ำมันรั่วไหลลงแหล่งน้ำ	8
2.3 แหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย	11
3. การเก็บตัวอย่างน้ำมัน และก้อนน้ำมันดิน	12
3.1 กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง.....	13
3.2 ภาชนะและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง	13
3.3 การเก็บตัวอย่างน้ำมัน	15
3.4 การรักษาสภาพตัวอย่าง.....	16
3.5 การติดฉลาก และจัดบันทึกข้อมูล.....	16
3.6 การขนส่งตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการ	17
4. คำนิยาม	17
4.1 ไล่น้ำมัน (Oil Fingerprint).....	17
4.2 ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker).....	18
4.3 ก้อนน้ำมันดิน (Tar balls).....	19
4.4 กระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering)	20
4.5 ฐานข้อมูลไล่น้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้อง ในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand).....	22



5. วิเคราะห์น้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย.....	24
5.1 การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอินทรีย์.....	25
5.2 การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอนินทรีย์ (Inorganic Compound)...	33
5.3 การบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย	40
5.4 สรุปผลการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมันก้อน น้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย	44
เอกสารอ้างอิง.....	48
ภาคผนวก	49
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลของการเก็บตัวอย่าง	50
ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบฟอร์มการส่งตัวอย่างและการรับตัวอย่าง	51
ภาคผนวก ค ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง แนวปฏิบัติในการบ่งชี้ แหล่งที่มาของน้ำมัน ก้อนน้ำมัน คราบน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย	52



สารบัญรูป

รูปที่ 1	สถิติการเกิดน้ำมันรั่วไหลลงทะเลของประเทศไทย ปี 2516 - 2564 (ครั้งต่อปี)	7
รูปที่ 2	สถิติการเกิดน้ำมันรั่วไหล รายจังหวัด ในระหว่างปี 2516 - 2564	8
รูปที่ 3	ลักษณะน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดินที่พบในทะเล และบนชายหาด	12
รูปที่ 4	ตัวอย่างการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง	13
รูปที่ 5	อุปกรณ์การเก็บตัวอย่าง	14
รูปที่ 6	ฉลากสำหรับติดขวดเก็บตัวอย่าง	16
รูปที่ 7	ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker) ได้แก่ สารกลุ่มสเตอริน (Steranes) และสารกลุ่มโฮปเพน (Hopanes)	18
รูปที่ 8	ก้อนน้ำมันดิน (Tar balls)	19
รูปที่ 9	กระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering)	21
รูปที่ 10	ระบบเพื่อสนับสนุนการสืบหาแหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดิน บริเวณชายฝั่งในพื้นที่ของประเทศไทย	23
รูปที่ 11	การบรรจุตัวอย่างน้ำมันดิบที่ทำการสุ่มเพื่อวัดด้วยเทคนิค การเรืองรังสีเอกซ์ โดยการบรรจุในถุงพลาสติก Polyethylene zipper bag	38
รูปที่ 12	ภาพแสดงการติดตัวอย่างน้ำมันดิบบนแท่นติดตัวอย่าง (Sample holder) และการวางแท่น	22
รูปที่ 13	การบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย แผนผังบ่งชี้แหล่งที่มา ของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมัน ในประเทศไทย	47

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1	การแปลผลการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์ และองค์ประกอบสารอนินทรีย์	46
------------	--	----

1. บทนำ

จากปัญหาการรั่วไหลของน้ำมันในทะเล และการพบคราบน้ำมันในทะเล และก้อนน้ำมันดินบริเวณชายฝั่งในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทยซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทางทะเลและทรัพยากรทางทะเล การท่องเที่ยว รวมทั้งส่งผลกระทบต่อการทำประมง และประชาชนในพื้นที่ซึ่งในบางกรณียังไม่สามารถบ่งชี้แหล่งที่มาของการรั่วไหลได้ว่าเป็นมาจากแหล่งใด ซึ่งเมื่อเกิดความเสียหายบนชายหาด สภาพแวดล้อมและเกิดผลกระทบต่อประชาชนทั้งทางตรงและทางอ้อม ผู้ได้รับความเสียหายควรได้รับค่าชดเชยความเสียหายจากผลกระทบที่เกิดขึ้นและผู้ที่เกี่ยวข้องควรต้องรับผิดชอบค่าฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมให้กลับมาสู่สภาวะเดิมเพื่อสนับสนุนการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมันคราบน้ำมันและก้อนน้ำมันดิน

กรมควบคุมมลพิษร่วมกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องรวม 10 หน่วยงาน ได้แก่ กรมเจ้าท่า กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กรมศุลกากร วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) สมาคมนุรักษ์สภาพแวดล้อมของกลุ่มอุตสาหกรรมน้ำมัน (IESG) ศูนย์อำนวยการรักษาผลประโยชน์ของชาติทางทะเล (ศรชล.) และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) จัดทำฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Development of Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) เพื่อศึกษาและจัดทำฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้อง และวิเคราะห์คราบน้ำมันและก้อนน้ำมันดินในประเทศไทยบนพื้นฐานทางวิชาการภายใต้กรอบมาตรฐานสากล สามารถนำไปสนับสนุนการบ่งชี้แหล่งที่มาของคราบน้ำมันอย่างมีประสิทธิภาพและโปร่งใส สนับสนุนการดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหาการรั่วไหลของน้ำมันได้ รวมถึงสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องแก่สังคมทุกภาคส่วน



คู่มือการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดินนี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจถึงการเก็บตัวอย่างน้ำมันและก้อนน้ำมันดินในสิ่งแวดล้อม ขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดิน เพื่อเป็นแนวทางให้กับหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน ประชาชน และผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย นำไปประยุกต์ใช้ในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย รวมถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลายนิ้วมือน้ำมัน (Oil Fingerprint) ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker) ก้อนน้ำมันดิน (Tar balls) กระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) ฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) แหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย วิธีวิเคราะห์น้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย ซึ่งประกอบด้วยการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการอินทรีย์ และการวิเคราะห์ห้องปฏิบัติการอนินทรีย์ และแนวทางการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย ซึ่งเป็นไปตามประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง แนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย พ.ศ. 2565



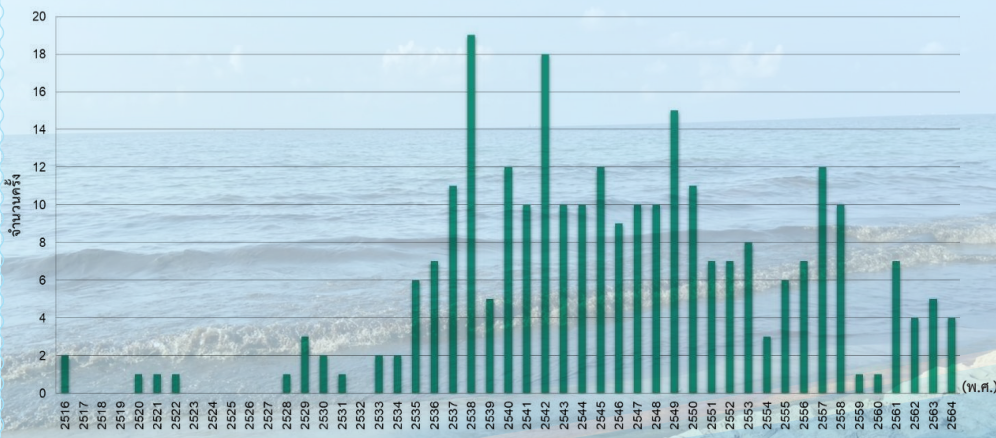
2. มลพิษทางน้ำเนื่องจากน้ำมัน

2.1 สถิติและสาเหตุการเกิดน้ำมันรั่วไหล

จากสถิติการเกิดเหตุรั่วไหลน้ำมันรั่วไหลและการพบก้อนน้ำมันดิน พบว่า ในระหว่างปี พ.ศ. 2516 - 2564 มีจำนวนรวม 273 เหตุการณ์ (รูปที่ 1) จังหวัดที่พบบ่อยที่สุดคือ กรุงเทพมหานคร (รวมกรณีที่เกิดขึ้นในแม่น้ำเจ้าพระยา) จำนวน 85 ครั้ง รองลงมา คือ ชลบุรี จำนวน 58 ครั้ง ระยอง จำนวน 33 ครั้ง และสมุทรปราการ จำนวน 32 ครั้ง ตามลำดับ (รูปที่ 2) ส่วนใหญ่เป็นการรั่วไหลในปริมาณเล็กน้อย สาเหตุของการรั่วไหลที่พบมากที่สุด คือ

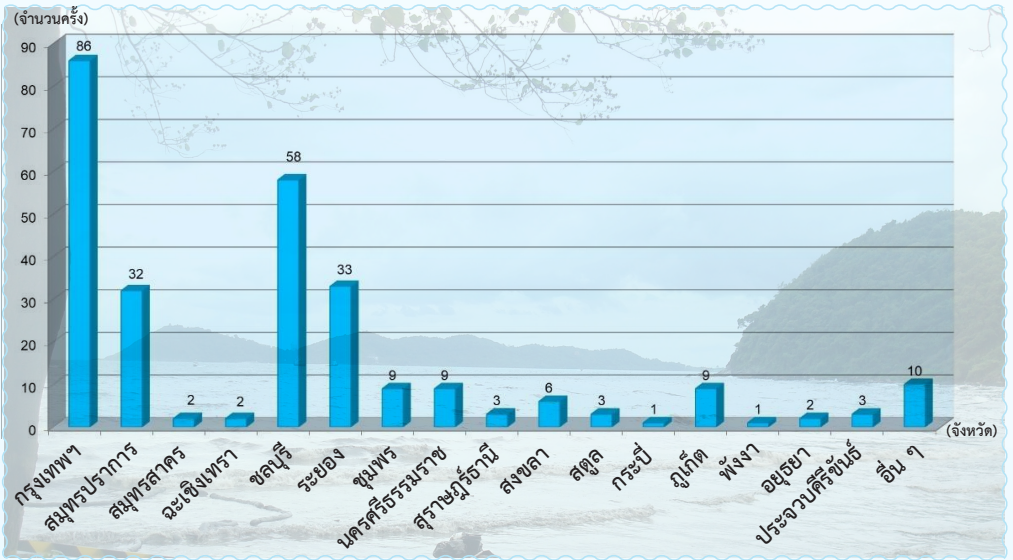
1. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินเรือ เกือบกัก หรือสูบลำน้ำมันชำรุด
2. รั่วไหลระหว่างการสูบลำน้ำมันกลางทะเลจากเรือขนาดใหญ่ลงสู่เรือขนาดเล็ก หรือระหว่างเรือกับท่าเทียบเรือ
3. การลักลอบทิ้ง เช่น ปล่อยทิ้งน้ำมันชนิดเดิมก่อนบรรทุกน้ำมันชนิดใหม่ หรือลักลอบถ่ายน้ำอับเฉา
4. เรืออับปาง เนื่องจากเรือโดนกัน ชนหินโสโครก/หินฉลาม หรือไฟไหม้
5. สาเหตุอื่น ๆ เช่น รั่วไหลจากแท่นขุดเจาะปิโตรเลียมในทะเล น้ำทิ้งจากฝั่ง หรือรั่วไหลตามธรรมชาติ

การเกิดน้ำมันรั่วไหลในประเทศไทย ระหว่างปี 2516 - 2564



รูปที่ 1 สถิติการเกิดน้ำมันรั่วไหลทะเลของประเทศไทย ปี 2516 - 2564 (ครั้งต่อปี)

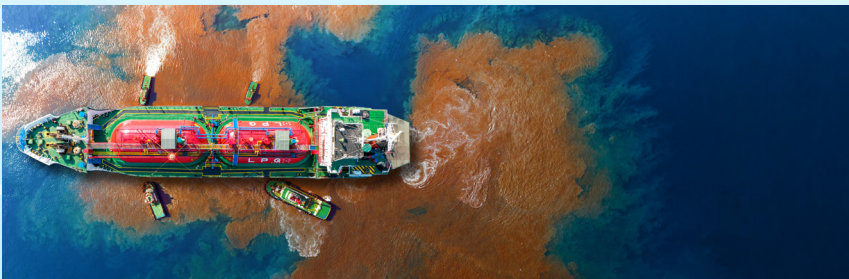




รูปที่ 2 สถิติการเกิดน้ำมันรั่วไหล รายจังหวัด ในระหว่างปี 2516 - 2564

2.2 ผลกระทบจากน้ำมันรั่วไหลลงแหล่งน้ำ

น้ำมันที่รั่วไหลอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติ ถิ่นที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตที่เป็นพันธุ์หายาก แหล่งประมง และประชาชน ซึ่งใช้ประโยชน์พื้นที่แนวชายฝั่งเพื่อที่พักอาศัยและประกอบอาชีพ รวมทั้งการใช้ประโยชน์ในรูปแบบอื่น เช่น เป็นสถานที่ท่องเที่ยวพักผ่อนหย่อนใจ เป็นต้น ทั้งนี้ ความรุนแรงของผลกระทบขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ ชนิดของน้ำมัน ปริมาณน้ำมันที่รั่วไหล สภาพทางภูมิศาสตร์ กระแสน้ำ กระแสลม ประเภทของทรัพยากร รวมถึงความหลากหลายและความอุดมสมบูรณ์ของทรัพยากร ในบริเวณที่เกิดการรั่วไหลหรือที่ได้รับผลกระทบ ซึ่งผลกระทบสามารถแบ่งได้ดังนี้



2.2.1 ผลกระทบทางกายภาพ

- บดบังการส่องผ่านของแสง เนื่องจากน้ำมันลอยอยู่เหนือผิวน้ำ จึงบดบังแสงอาทิตย์ไม่ให้ส่องผ่านลงไปใต้น้ำ และส่งผลกระทบต่อกระบวนการสังเคราะห์แสงของแพลงก์ตอนพืช สาหร่าย และพืชน้ำจืด ซึ่งเป็นผู้ผลิตขั้นต้น
- การลดลงของออกซิเจนที่ละลายน้ำ เนื่องจากคราบน้ำมันที่ปนเปื้อนมีลักษณะเป็นแผ่นปกคลุมบนผิวน้ำจึงเป็นการปิดกั้นและกีดขวางออกซิเจนจากอากาศไม่ให้สามารถละลายลงสู่น้ำได้
- ความร้อนของน้ำสูงขึ้น เนื่องจากน้ำมันที่มีสีทึบจะสามารถดูดซับความร้อนจากแสงอาทิตย์ได้ ทำให้อุณหภูมิของน้ำสูงขึ้นและอาจส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศของแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนคราบน้ำมัน

2.2.2 ผลกระทบทางชีวภาพและนิเวศวิทยา

- ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตเกิดจากน้ำมันหรือคราบน้ำมันอาจทำลายสิ่งมีชีวิตในน้ำ เช่น สัตว์น้ำ ปะการัง และพืชน้ำจืดอื่น ๆ ซึ่งสิ่งมีชีวิตเหล่านั้นได้รับอันตรายจากความเป็นพิษโดยการสัมผัสคราบน้ำมันโดยตรงหรือเกิดจากการขาดออกซิเจน เนื่องจากน้ำมันไปขัดขวางการถ่ายเทออกซิเจนระหว่างอากาศและน้ำทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงถึงระดับที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต เมื่อผู้ผลิตขั้นต้นไม่สามารถผลิตอาหารได้ จึงส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในห่วงโซ่อาหารทั้งระบบ นอกจากนี้ พืชน้ำบริเวณชายฝั่งอาจดูดซึมน้ำมันและได้รับพิษทั้งแบบเฉียบพลันและแบบสะสมในห่วงโซ่อาหารได้ โดยน้ำมันบางชนิด เช่น กลุ่มที่มีจุดเดือดต่ำ จะก่อให้เกิดพิษแบบเฉียบพลันสามารถทำให้สัตว์น้ำขนาดเล็กตายทันที หรือน้ำมันบางชนิดที่มีจุดเดือดสูงสามารถก่อให้เกิดพิษแบบเรื้อรังต่อสิ่งมีชีวิตซึ่งดูดซึมเอาหยดน้ำมันเล็ก ๆ เข้าสะสมในเนื้อเยื่อและพิษเหล่านี้สามารถถ่ายทอดไปยังสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ในระบบนิเวศของแหล่งน้ำได้
- ผลกระทบต่อปะการัง ซึ่งเป็นแหล่งที่อยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิตในทะเล เมื่อมีคราบน้ำมันตกลงบนปะการังจะไปอุดช่องโครงสร้างของปะการัง อาจทำให้ปะการังตาย ตลอดจนก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบนิเวศของสัตว์น้ำในบริเวณแหล่งปะการังได้



- ผลกระทบต่อสัตว์น้ำที่อาศัยอยู่พื้นท้องทะเล โดยน้ำมันที่ตกค้างอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตจะทำให้การเผาผลาญอาหารในร่างกายของสิ่งมีชีวิต ผิดปกติ การเจริญเติบโตลดลง การสืบพันธุ์ผิดปกติ หรือมีการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการกินอาหาร เป็นต้น อย่างไรก็ตาม ผลกระทบของน้ำมันต่อสิ่งมีชีวิตขึ้นอยู่กับชนิด แหล่งกำเนิดและปริมาณของน้ำมันรั่วไหล และละลายอยู่ในน้ำ เช่น น้ำมันเบาซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ของสารประกอบอะโรมาติก (Aromatic) สูง จะระเหยได้ง่ายและเหลือคราบน้ำมันน้อย แต่จะมีพิษรุนแรงต่อเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ส่วนน้ำมันหนักที่มีองค์ประกอบของอะโรมาติกต่ำ จะส่งผลกระทบในด้านความสกปรก และเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ เช่น สัตว์จำพวกหอยและเพรียง เป็นต้น

2.2.3 ผลกระทบต่อเศรษฐกิจและสังคม

- ผลกระทบต่อแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง เนื่องจากน้ำมันมีสารประกอบไฮโดรคาร์บอนทำให้สัตว์น้ำ ได้แก่ ปลา กุ้ง หอย ฯลฯ อาจเป็นอันตรายถึงชีวิต ซึ่งหากเป็นบริเวณที่มีการเพาะเลี้ยงหอย การเลี้ยงปลาในกระชัง การทำนากุ้ง น้ำมันที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำทะเลจะทำให้คุณภาพน้ำที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงต่ำลง และไม่สามารถใช้ในการเพาะเลี้ยงได้ สัตว์น้ำที่ทำการเพาะเลี้ยงไม่สามารถดำรงชีวิตหรือให้ผลผลิตต่อไปได้ หรือให้ผลผลิตลดลงถ้าป้องกันไม่ทันหรือไม่สามารถป้องกันได้ อาจส่งผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่งอย่างรุนแรง



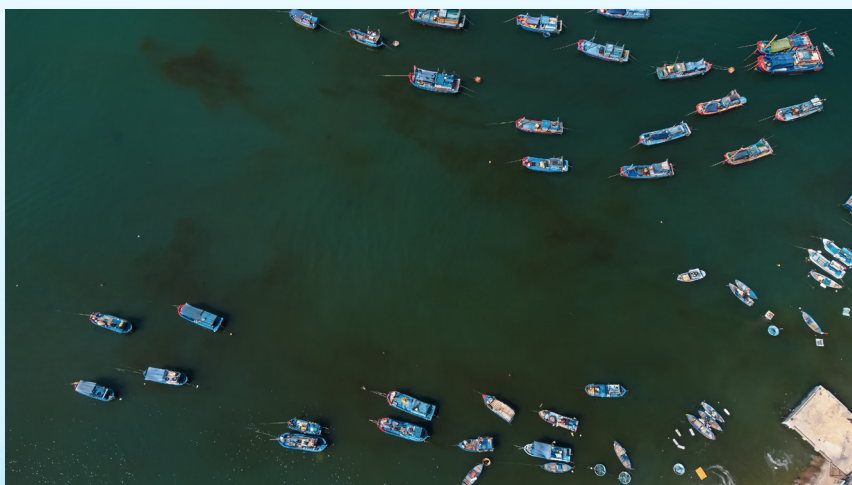
- ผลกระทบต่อระบบนิเวศป่าชายเลน ป่าชายเลนเป็นแหล่งเศรษฐกิจที่สำคัญซึ่งเป็นที่อยู่อาศัยและหากินของสัตว์น้ำชายฝั่ง สัตว์บก และนกชายฝั่งชนิดต่าง ๆ ตลอดจนจนเป็นแหล่งวางไข่และอนุบาลสัตว์น้ำวัยอ่อน ทั้งนี้ น้ำมันสามารถซึมเข้าสู่ต้นโกงกางซึ่งใช้รากหายใจทำให้ต้นโกงกางหรือพืชป่าชายเลนชนิดอื่นตายได้ ถ้าหากน้ำมันตกค้างอยู่กับตะกอนดินป่าชายเลน จะทำให้เมล็ดต้นโกงกางที่ตกสู่พื้นดินไม่สามารถเจริญเติบโตได้ตามปกติ

2.2.4 ผลกระทบด้านสุนทรียภาพ และความงามของแหล่งท่องเที่ยว

- ผลกระทบด้านสุนทรียภาพและความงามของแหล่งท่องเที่ยว คราบน้ำมันหรือก้อนน้ำมันดินที่ถูกพัดพาขึ้นสู่บริเวณชายหาด จะทำให้ชายหาดสกปรก ส่งผลกระทบต่อแหล่งท่องเที่ยวและกิจการที่ต่อเนื่องกับการท่องเที่ยว ซึ่งจะมีผลกระทบทางตรงต่อระบบเศรษฐกิจและรายได้ของประชาชน

2.3 แหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย

แหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย ได้แก่ เรือ ยานพาหนะทางน้ำ หรือกิจกรรมที่อาจผลิต หรือเททิ้ง หรือรั่วไหล ของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับน้ำมันหรือการทิ้งสิ่งปนเปื้อนน้ำมันลงสู่ทะเล หรือแหล่งน้ำจากการผลิต การขุดเจาะ การขนส่ง การขนถ่าย หรือการเก็บรักษาน้ำมัน ไม่ว่าจะเกิดขึ้นจากโดยจงใจ หรือเหตุสุดวิสัยก็ตาม



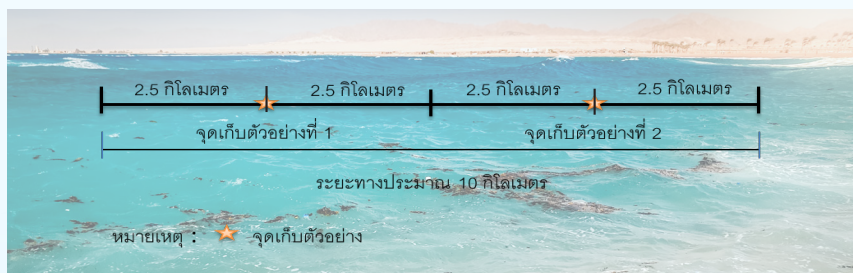
3. การเก็บตัวอย่างน้ำมัน และก้อนน้ำมันดิบ

น้ำมันที่รั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำ เมื่อผ่านกระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) จะเปลี่ยนสภาพเป็นก้อนน้ำมันดิบ (Tar balls) จึงทำให้สามารถพบก้อนน้ำมันในสิ่งแวดล้อมได้ โดยในรูปที่ 3 แสดงลักษณะของก้อนน้ำมันดิบที่พบในสิ่งแวดล้อมซึ่งการสืบหาแหล่งที่มาทำได้โดยการเก็บตัวอย่างน้ำมัน คราบน้ำมันหรือก้อนน้ำมันดิบที่พบในสิ่งแวดล้อมแล้วนำมาวิเคราะห์หาองค์ประกอบ เปรียบเทียบคุณสมบัติและคุณลักษณะของน้ำมัน หรือองค์ประกอบลายนิ้วมือน้ำมัน (Oil Fingerprint) โดยนำตัวอย่างน้ำมันหรือก้อนน้ำมันดิบที่พบในสิ่งแวดล้อมไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิคแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography) เปรียบเทียบคุณสมบัติและคุณลักษณะของน้ำมันที่พบกับแหล่งที่มาของน้ำมันที่ต้องสงสัย หรือลายนิ้วมือน้ำมันที่ได้มีการจัดทำและจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งการปฏิบัติตามคู่มือจะช่วยทำให้การเก็บตัวอย่างได้อย่างถูกต้อง ลดการปนเปื้อน และสามารถนำไปหาแหล่งที่มาของน้ำมันได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยการเก็บตัวอย่างมีแนวทางการปฏิบัติ ดังนี้



3.1 กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง และจำนวนตัวอย่าง ควรพิจารณาให้ครอบคลุมพื้นที่ที่พบคราบน้ำมันหรือก้อนน้ำมันดิน ซึ่งหากพบก้อนน้ำมันดินในระยะสั้น ๆ และไม่ห่างกันมากสามารถเก็บตัวอย่าง จำนวน 1 ตัวอย่างเพื่อส่งวิเคราะห์ แต่หากพบก้อนน้ำมันดินเป็นระยะทางยาวสามารถเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ตัวอย่าง ตามแนวชายฝั่งทะเลดังแสดงในรูปที่ 4 ทั้งนี้ระยะทางและจุดเก็บตัวอย่างสามารถปรับเปลี่ยนได้ โดยให้ครอบคลุมพื้นที่ที่พบคราบน้ำมันหรือก้อนน้ำมันดิน



รูปที่ 4 ตัวอย่างการกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง

3.2 ภาชนะและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

ภาชนะที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างควรเป็นขวดแก้วที่มีปากกว้างพร้อมฝาปิดแบบพลาสติกที่เคลือบด้วยเทฟลอน หลีกเลี่ยงการใช้ขวดเก็บตัวอย่างที่ทำจากพลาสติก และฝาปิดแบบโลหะหรือแบบยางเพราะอาจทำปฏิกิริยาหรือปนเปื้อนกับตัวอย่างได้ ภาชนะบรรจุโดยทั่วไปใช้ขนาด 100 - 500 มิลลิลิตร หากเก็บตัวอย่างก้อนน้ำมันดิน ควรใช้ภาชนะที่มีปากกว้างเพียงพอต่อการบรรจุตัวอย่าง สำหรับกล่องที่ใช้ในการบรรจุขวดแก้วของตัวอย่างน้ำมัน และก้อนน้ำมันดินนั้น ควรใช้วัสดุทำมาจากไม้ กระดาษ หรือโฟม หากตัวอย่างมีทรายปนมาให้ใช้ตะแกรงในการร่อนทรายออกไป



อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำมันและก้อนน้ำมันดิน ได้แก่ ถุงมือไนไตรแบบใช้แล้วทิ้งป้องกันมือไม่ให้สัมผัสตัวอย่าง ฉลากขวดเก็บตัวอย่าง (Sealing of Sample) ขวดแก้วปากกว้าง (Wide mouth glass jar) และอุปกรณ์ตักน้ำมัน ซึ่งควรเป็นวัสดุที่ทำมาจากเทฟลอน (Polytetrafluoroethylene: PTFE) หรือสแตนเลส (Stainless Steel) หรือไม้แบบใช้แล้วทิ้ง ตะแกรงร่อนทรายและรองเท้าบูทกันน้ำดังแสดงในรูปที่ 5 ทั้งนี้ อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำมันและก้อนน้ำมันดินนั้นจำเป็นต้องมีความสะอาดเพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อนของตัวอย่าง ในกรณีที่มีการรั่วไหลปริมาณมากและมีการปนเปื้อนเป็นวงกว้าง ผู้เก็บตัวอย่างจำเป็นต้องใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment : PPE) และรองเท้าบูท



รูปที่ 5 อุปกรณ์การเก็บตัวอย่างน้ำมัน คราบน้ำมัน หรือก้อนน้ำมันดิน

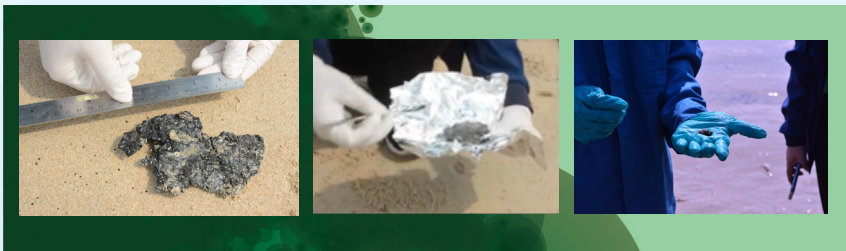
3.3 การเก็บตัวอย่างน้ำมัน

การเก็บตัวอย่างน้ำมันควรเก็บให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้หลังจากที่พบการรั่วไหลของน้ำมัน กรณีการเก็บตัวอย่างน้ำมันบนผิวน้ำ ทำได้โดยเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Scoop up) โดยเก็บใส่ขวดแก้วปากกว้าง (Wide mouth glass jar) โดยปริมาณที่เก็บไม่ควรเกิน $\frac{3}{4}$ ของขวดเก็บตัวอย่าง สำหรับก้อนน้ำมันดิน (Tar balls) บนหาดทราย หรือก้อนน้ำมันดินที่ติดตามโขดหิน หรือลอยอยู่ในแหล่งน้ำ ให้ใช้ที่คีบหรือมือหีบจับเก็บใส่ขวดแก้วปากกว้าง แล้วปิดฝาให้สนิท ห่อหุ้มขวดด้วยแผ่นฟอยล์และพลาสติกกันกระแทก แล้วใส่ลงในถุงพลาสติกปิดปากถุงให้สนิทเพื่อป้องกันอากาศเข้า โดยขณะทำการเก็บควรสวมถุงมือทุกครั้ง และรีบนำไปเก็บในที่มืดทันทีไม่ควรให้โดนแสงแดด จำนวนตัวอย่างที่เก็บมีข้อพิจารณา ดังนี้

(1) การเก็บตัวอย่างน้ำมันบริเวณชายฝั่งหรือบนพื้นที่ทั่วไป ควรเก็บไม่น้อยกว่า 1 ตัวอย่าง

(2) การเก็บตัวอย่างที่มีลักษณะไม่เป็นเนื้อเดียวกัน หมายถึง ตัวอย่างที่มองเห็นด้วยตาเปล่าไม่เป็นเนื้อเดียวกันตลอดทุกส่วน เป็นตัวอย่างที่เกิดจากสารตั้งแต่ 2 ชนิดมารวมกัน โดยมีอัตราส่วนที่ไม่แน่นอน อาจเป็นสารที่อยู่ในสถานะเดียวกันหรือต่างสถานะมารวมกัน ควรเก็บไม่น้อยกว่า 1 ตัวอย่าง

(3) การเก็บตัวอย่างจากบริเวณที่น้ำมันรั่วไหล ควรเก็บไม่น้อยกว่า 2 ตัวอย่าง ในกรณีที่พบน้ำมันรั่วไหลกระจายเป็นวงกว้าง ควรกำหนดจุดเก็บตัวอย่างที่เหมาะสมให้ครอบคลุมพื้นที่ที่มีการรั่วไหลของน้ำมัน



3.4 การรักษาสภาพตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างไว้ในถังน้ำแข็งหรือเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ให้มีการเก็บพ้นจากแสงทันที และควรเก็บในขวดสีชา ซึ่งสามารถเก็บไว้ได้นานถึง 6 เดือน กรณีวิเคราะห์หลายน้ำมันสามารถเก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิห้องปกติได้

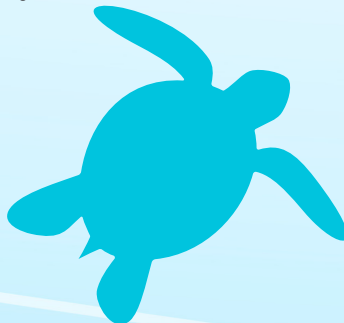
3.5 การติดฉลาก และจัดบันทึกข้อมูล

ติดฉลากและกรอกข้อมูลลงในฉลากให้ครบถ้วน ฉลากสำหรับติดขวดเก็บตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 6

เลขรหัสตัวอย่าง :
วันที่เก็บตัวอย่าง : เวลา
สถานที่เก็บตัวอย่าง :
การรักษาสภาพตัวอย่าง :
ผู้เก็บตัวอย่าง :

รูปที่ 6 ฉลากสำหรับติดขวดเก็บตัวอย่าง

จัดบันทึกข้อมูล โดยกรอกรายละเอียดข้อมูลของการเก็บตัวอย่าง และการรับ-ส่งตัวอย่าง พร้อมทั้ง ควรบันทึกภาพเป็นข้อมูลประกอบเพื่อเป็นข้อมูลอ้างอิง โดยตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลของการเก็บตัวอย่างน้ำมัน ดังแสดงในภาคผนวก ก และตัวอย่างแบบฟอร์มการส่งตัวอย่างและการรับตัวอย่าง ดังแสดงในภาคผนวก ข



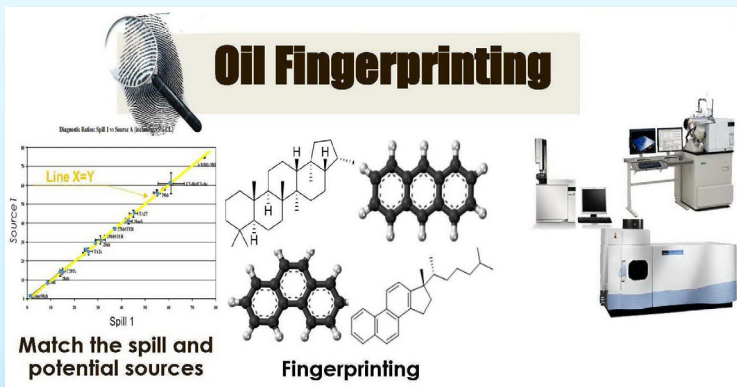
3.6 การขนส่งตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการ

การส่งตัวอย่างไปยังห้องปฏิบัติการ เพื่อวิเคราะห์ลายนิ้วมือน้ำมัน (Oil Fingerprint) โดยภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำมันควรมีการปิดผนึกโดยใช้ เทปกาวยึดให้แน่นหนา และระบุเลขรหัสที่ปิดผนึก (Seal number) ให้เรียบร้อย เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างน้ำมันไหลออกจากภาชนะระหว่างการขนส่งตัวอย่าง โดยนำส่งไปห้องปฏิบัติการให้เร็วที่สุด และเพื่อป้องกันความเสียหายของ ตัวอย่าง และควรเก็บตัวอย่างในที่มืด และควรมีการควบคุมอุณหภูมิไม่เกิน 4 องศาเซลเซียส โดยควรเก็บพ้นจากแสง ดังแสดงในภาคผนวก ข

4. คำนิยาม

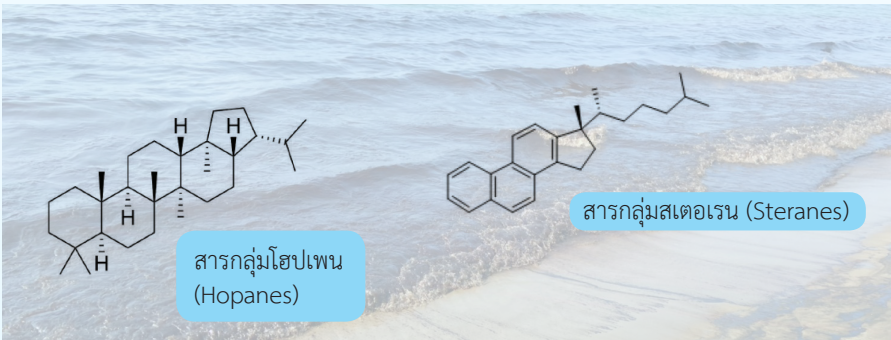
4.1 ลายนิ้วมือน้ำมัน (Oil Fingerprint)

ลายนิ้วมือน้ำมัน (Oil Fingerprint) หมายความว่า เป็นเอกลักษณ์ เฉพาะของน้ำมันซึ่งสามารถนำมาใช้ในการหาแหล่งที่มาของน้ำมันได้ โดยสามารถประเมินจากอัตราส่วนของตัวชี้วัดทางชีวภาพที่สามารถวิเคราะห์ได้ ซึ่งเป็นโมเลกุลของซากฟอสซิลที่คงตัวอยู่ในโครงสร้าง จะคงทนต่อการกัดกร่อน การย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์และไม่เสื่อมสลายไปกับกระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟและเครื่องวิเคราะห์ตัวอย่าง โดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ หรือเครื่องมืออื่นตามที่กรมควบคุมมลพิษกำหนด



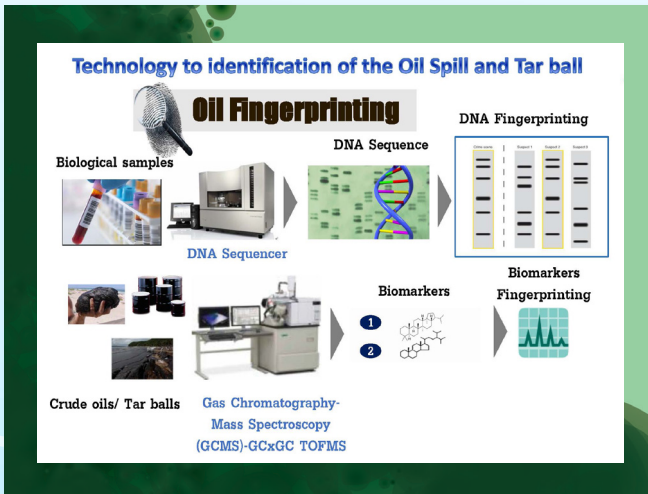
4.2 ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker)

ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker) หมายความว่า โมเลกุลของซากฟอสซิลที่คงตัวอยู่ในโครงสร้างที่คงทนต่อการกัดกร่อน การย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ และไม่เสื่อมสลายไปกับกระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) เช่น สารกลุ่มสเตอเรน (Steranes) และสารกลุ่มโฮปเพน (Hopanes) ดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 ตัวชี้วัดทางชีวภาพ (Biomarker) ได้แก่ สารกลุ่มสเตอเรน (Steranes) และสารกลุ่มโฮปเพน (Hopanes)

ที่มา : Zhendi Wang, Scott A. Stout & MervFingas [7]



4.3 ก้อนน้ำมันดิน (Tar balls)

ก้อนน้ำมันดิน (Tar balls) หมายความว่าก้อนน้ำมันสีดำขนาดเล็ก มีลักษณะเป็นก้อนสีดำคล้ำมีความหนืดสูงคล้ายยางมะตอยมีขนาดตั้งแต่เล็กเท่าหัวเข็มหมุดจนถึงมีขนาดใหญ่ประมาณ 10 เซนติเมตร เกิดจากการแปรสภาพตามธรรมชาติของน้ำมัน หรือคราบน้ำมันที่รั่วไหลลงสู่ทะเล จากกิจกรรมต่าง ๆ และผ่านกระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) มักพบอยู่บริเวณชายหาดหรือลอยบนผิวน้ำ หรือจมตัวในท้องทะเล ดังแสดงในรูปที่ 8

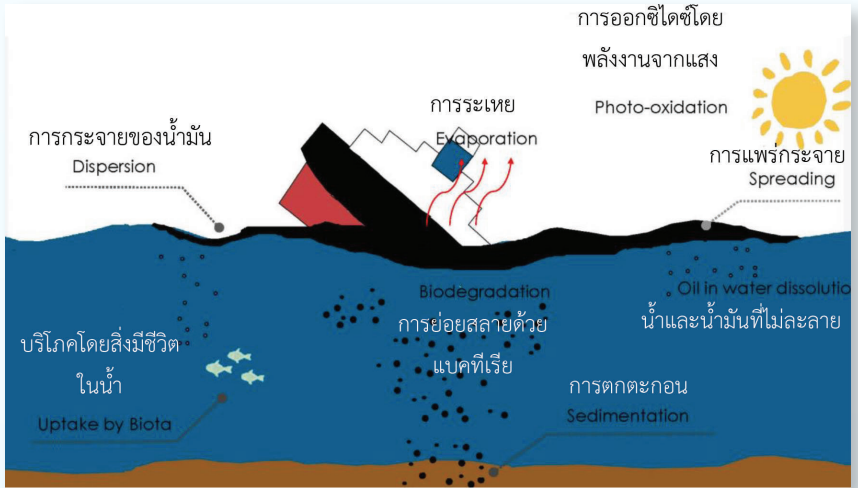


รูปที่ 8 ก้อนน้ำมันดิน (Tar balls)

4.4 กระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering)

กระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) หมายถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับน้ำมันหรือคราบน้ำมันที่รั่วไหลลงสู่ทะเล ได้แก่ กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ (Physical process) กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมี (Chemical process) และกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ (Biological process) ที่ทำให้น้ำมันเกิดการแปรสภาพตามธรรมชาติ โดยคุณสมบัติทางกายภาพเคมี และชีวภาพของน้ำมันมีการเปลี่ยนแปลงด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่นการแพร่กระจาย (spreading) การระเหย (evaporation) การผสมกับน้ำ (emulsification) การละลายและการกระจายของน้ำมัน (solution and dispersion) การออกซิไดซ์โดยพลังงานจากแสง (Photo-oxidation) การตกตะกอน (Sedimentation) และการย่อยสลายด้วยแบคทีเรีย (Biodegradation) และเมื่อน้ำมันแพร่กระจายสู่ผิวน้ำส่วนประกอบของน้ำมันที่มีน้ำหนักเบาจะระเหยสู่บรรยากาศ ทำให้น้ำมันที่เหลือมีความหนาแน่นและความหนืดเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกัน ก็มีการผสมรวมกับน้ำทำให้มีลักษณะคล้ายช็อกโกแลตเหลว (Chocolate mousse) ด้วยอิทธิพลของคลื่นและกระแสน้ำ รวมทั้งแบคทีเรียจะทำให้น้ำมันดังกล่าวแตกออกเป็นก้อนเล็ก ๆ เกิดสภาพเป็นก้อนน้ำมันดิน (Tar balls) ซึ่งมีความคงตัวในสิ่งแวดล้อมอยู่ในมวลน้ำหรือจมสู่ท้องทะเลและอาจถูกพัดพาสู่ชายฝั่งได้ (ดังแสดงในรูปที่ 9) โดยปัจจัยสำคัญที่ควบคุมอัตราและขนาดของการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว คือ คุณสมบัติของน้ำมัน และสภาพแวดล้อม อันได้แก่ อุณหภูมิ ความเร็วลม และสภาพของทะเล





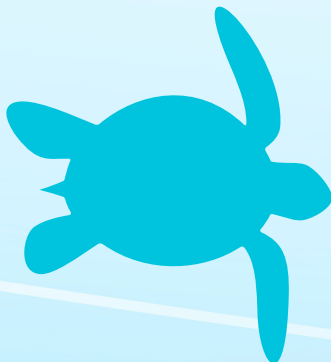
รูปที่ 9 กระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering)
ที่มา : Ali cemaToz, MügeBüber (DokuzEylul University)[8]

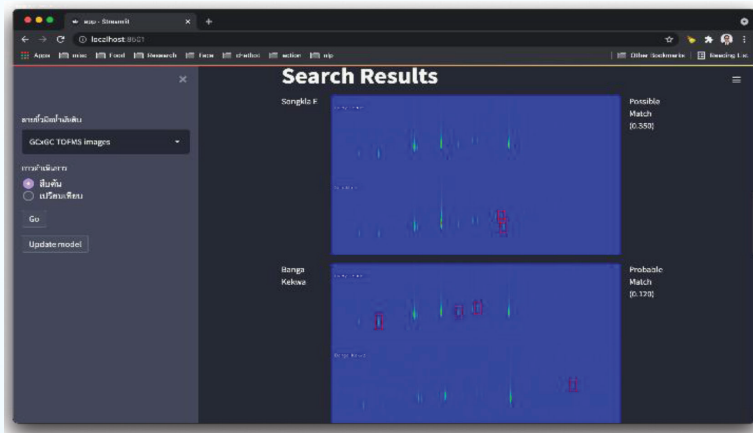


4.5 ฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand)

ฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันและผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หมายความว่า ข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของน้ำมันซึ่งสามารถนำมาใช้ในการหาแหล่งที่มาของน้ำมันได้ ประกอบด้วยข้อมูลองค์ประกอบสารอินทรีย์ และองค์ประกอบสารอนินทรีย์ของน้ำมัน

ฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันฯ เป็นฐานข้อมูลที่กรมควบคุมมลพิษพัฒนาร่วมกับศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ในการจัดทำระบบเพื่อสนับสนุนการสืบหาแหล่งที่มาของน้ำมันคราบน้ำมันและก๊อมน้ำมันดินบริเวณชายฝั่งในพื้นที่ของประเทศไทย ระยะที่ 1 โดยประยุกต์ใช้นวัตกรรมปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence : AI) หรือระบบคอมพิวเตอร์ที่ถูกออกแบบให้เลียนแบบพฤติกรรมความฉลาดของมนุษย์ที่ถูกเขียนและพัฒนาให้มีความสามารถคิด วิเคราะห์ วางแผน และตัดสินใจจากการประมวลผลของฐานข้อมูลขนาดใหญ่ และสามารถดัดแปลงการประมวลผลและประยุกต์ให้เป็นไปตามสถานการณ์ต่างๆ ประกอบไปด้วยระบบการเรียนรู้ของเครื่องคอมพิวเตอร์ (Machine Learning : ML) เพื่อใช้การค้นหาชนิดของน้ำมัน (Crude Oil Search) โดยหลักการ Random Forest เพื่อสอนระบบให้วิเคราะห์ข้อมูล จัดจำ และสร้างแบบจำลอง (Model) ซึ่งผลการตัดสินใจของโมเดลเหล่านั้นจะเป็นผลของการนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันว่าชุดข้อมูลไหนที่ตรงกันมากที่สุด ทั้งนี้ระบบแยกการวิเคราะห์ตามชุดข้อมูล (ดังแสดงในรูปที่ 10) ดังนี้

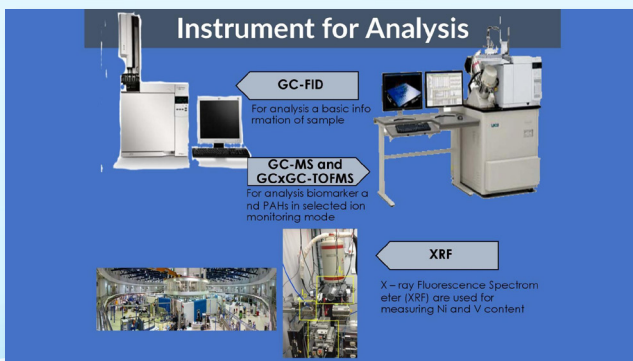




รูปที่ 10 ระบบเพื่อสนับสนุนการสืบหาแหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดิน บริเวณชายฝั่งในพื้นที่ของประเทศไทย

1) ชุดข้อมูลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอินทรีย์ ได้แก่ ส่วนของการวิเคราะห์ภาพโครมาโตแกรมของเครื่อง Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatograph with Time-of-Flight Mass Spectrometer (GCxGC-TOFMS) และส่วนของข้อมูลตัวเลขในการวิเคราะห์ค่า Diagnostic Ratio ที่ได้จากเครื่อง GCxGC-TOFMS

2) ชุดข้อมูลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอนินทรีย์ ได้แก่ ส่วนของข้อมูลตัวเลขที่ได้จากการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอนินทรีย์จากเครื่อง X-ray Fluorescence Spectrometer (XRF)



โดยระบบจะแสดงผลการดำเนินการวิเคราะห์เปรียบเทียบข้อมูลจากแหล่งที่สงสัย และจากฐานข้อมูลลายนิ้วมีอน้ำมันดิบ ทั้งจากแหล่งผลิตในประเทศและที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ รวมทั้งผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องที่มีอยู่่ามีความเหมือน (Possible Match) มีความคล้าย (Probable Match) สรุป์ไม่ได้ (Inconclusive) และไม่เหมือน (Non-Match) ทั้งนี้ ผู้ใช้สามารถเลือกที่จะสืบค้นแหล่งน้ำมันโดยใช้ข้อมูลตัวอย่างน้ำมันเปรียบเทียบจากฐานข้อมูลฯ หรือเปรียบเทียบความคล้ายระหว่างแหล่งน้ำมัน 2 แหล่งได้

ผลที่คาดว่าจะได้รับในการจัดทำระบบดังกล่าวจะช่วยสนับสนุนเมื่อเกิดเหตุการณ์การรั่วไหลของน้ำมันในทะเล และการพบคราบน้ำมันในทะเล และก๊อนน้ำมันบริเวณชายฝั่งในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย สามารถใช้ข้อมูลลายนิ้วมีอน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย เพื่อสืบหาแหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน และก๊อนน้ำมันดิน และสามารถบ่งชี้แหล่งที่มาของการรั่วไหลได้ว่ามาจากแหล่งใด สามารถใช้ข้อมูล และสังเคราะห์ข้อมูลอย่างแม่นยำ และมีความน่าเชื่อถือของข้อมูลสามารถใช้ข้อมูลเพื่อสนับสนุนในการบังคับใช้กฎหมาย รวมถึงสนับสนุนการดำเนินการป้องกันและแก้ไขปัญหาการรั่วไหลของน้ำมันได้ และสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องต่อสังคมทุกภาคส่วน

5. วิธีวิเคราะห์น้ำมัน คราบน้ำมัน ก๊อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย



วิธีวิเคราะห์น้ำมัน คราบน้ำมัน ก๊อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทยในคู่มือนี้เป็นวิธีหลักที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์หาลายนิ้วมีอน้ำมันที่พบเพื่อบ่งชี้แหล่งที่มาโดยการเปรียบเทียบผลที่ได้กับข้อมูลในฐานข้อมูลลายนิ้วมีอน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือลายนิ้วมีอน้ำมันที่สงสัย ซึ่งข้อมูลลายนิ้วมีอน้ำมันนี้จะเป็นส่วนประกอบที่สำคัญส่วนหนึ่ง

ในการสนับสนุนการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทยต่อไป อนึ่ง หากมีความต้องการที่จะใช้วิธีวิเคราะห์อื่น ๆ ในปัจจุบัน หรืออนาคต จำเป็นต้องมีการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ของวิธีดังกล่าวกับวิธีที่กำหนดในประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง แนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย พ.ศ. 2565 โดยวิธีวิเคราะห์ที่กำหนดให้ใช้ในปัจจุบันมีรายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ก

5.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์

องค์ประกอบสารอินทรีย์ (Organic Compound) หมายความว่า สารประกอบเคมีที่มีธาตุคาร์บอนเป็นองค์ประกอบหลัก และธาตุชนิดอื่น ๆ เช่น ไฮโดรเจน ไนโตรเจน ออกซิเจน และซัลเฟอร์

5.1.1 วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์

5.1.1.1 วิธีการวิเคราะห์ปริมาณขององค์ประกอบไฮโดรคาร์บอน โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph - Flame Ionization Detector (GC-FID) อ้างอิงตาม Nordtest Oil Spill Identification และ CEN methodology 2012

1) คุณลักษณะของเครื่องที่ใช้ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์เทียบเท่ากับเครื่องที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์ ดังนี้

Inlet:	Splitless
Detector:	Flame Ionization
คอลัมน์ :	ยาว 30 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.25 มิลลิเมตร ความหนา 0.25 ไมโครเมตร (30 m long x 0.25 mm internal diameter, 0.25 μ m film thickness) เป็นคอลัมน์ชนิด high resolution capillary HP-5column (5% diphenyl and 95% dimethylpolysiloxane stationary phase)
Gas Carrier:	ไฮโดรเจน (Hydrogen) หรือฮีเลียม (Helium) 2 มิลลิลิตร ต่อนาที

Detector: อากาศ และไฮโดรเจน (Hydrogen)
อุณหภูมิ : Injection port: 275 องศาเซลเซียส
Detector: 325 องศาเซลเซียส
Oven: เริ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียสคงที่ 5 นาที จากนั้น
เพิ่มจาก 40 องศาเซลเซียสไปยังอุณหภูมิ 310 องศาเซลเซียส
ที่อัตรา 6 องศาเซลเซียสต่อนาที จากนั้นคงอุณหภูมิไว้ที่
310 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที

2) การเตรียมตัวอย่าง

ก่อนที่จะนำตัวอย่างน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดิบไปวิเคราะห์ ตัวอย่างผ่านกระบวนการสกัดน้ำมัน ในขั้นตอนแรก ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 0.2 ถึง 0.25 กรัม จากนั้นเติมตัวทำละลายเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน (High purity n-hexane/dichloromethane) ในสัดส่วน 1:1 โดยปริมาตร ปริมาณ 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 0.5 กรัม ของโซเดียมคาร์บอเนต (Anhydrous sodium carbonate) เพื่อกำจัดน้ำ ต่อไปนำตัวอย่างไปเขย่า (Vortex) ความเร็วรอบประมาณ 200 รอบ ต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที และวางตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปกรองด้วยตัวกรองไนลอน (Nylon syringe filter) ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร จากนั้นนำตัวอย่างที่กรองแล้วมาเติมซิลิกาเจล (Silica gel) 0.25 กรัม และโซเดียมซัลเฟต (Anhydrous sodium sulfate) 0.25 กรัม เพื่อดูดความชื้น หลังจากนั้นนำตัวอย่างไปเขย่า 2 นาที ขั้นตอนสุดท้ายนำตัวอย่างมากรองด้วยตัวกรองไนลอนขนาด 0.2 ไมโครเมตร บรรจุสารละลายที่ได้ในขวดสีชาและเก็บในที่อุณหภูมิต่ำ เช่น เก็บในตู้เย็น เพื่อรอนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ต่อไป

3) ขั้นตอนในการวิเคราะห์

- 3.1) นำตัวอย่างใส่ในขวดสีชาขนาด 2 มิลลิลิตร สำหรับฉีด
- 3.2) เติมสารโสมเพนที่ใช้อ้างอิง ($17\beta(H)$, $21\beta(H)$ -hopane, H30) ใช้เป็นตัวอ้างอิงลงไปในตัวอย่าง (Internal standard) ปริมาณ 1 ไมโครลิตร
- 3.3) นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph - Flame Ionization Detector (GC-FID) โดยวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

4) การแปลผล

ผลการวิเคราะห์จากเครื่อง GC-FID จะทำให้ทราบถึงข้อมูลทั่วไป เช่น ช่วงจุดเดือดของตัวอย่าง นอกจากนี้ ผลจาก GC-FID อาจจะทำให้แยกชนิดของน้ำมันได้ เช่น น้ำมันหล่อลื่น น้ำมันดีเซลและน้ำมันดิบ โดยสังเกตจากลักษณะของกราฟ หาก Chromatogram ของ GC-FID มีลักษณะเนินของกราฟขนาดใหญ่ขึ้นมา (Unresolved complex mixture, UCM) จะบ่งบอกเบื้องต้นได้ว่าตัวอย่างดังกล่าวคือ น้ำมันหล่อลื่น แต่หากไม่พบลักษณะเนินของกราฟขนาดใหญ่ขึ้นมาหรือมี UCM เล็กน้อย ก็อาจจะเป็นน้ำมันที่ผ่านกระบวนการทางธรรมชาติหรือเป็นน้ำมันชนิดอื่น ๆ และดำเนินการใช้เครื่อง GC-MS หรือ เครื่อง Two-Dimensional Gas Chromatograph with Time of Flight Mass Spectrometer detector (GCxGC-TOFMS) ในลำดับถัดไปซึ่งสามารถเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันดิบและผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) ของน้ำมันได้

5.1.1.2 วิธีการวิเคราะห์หาตัวชี้วัดทางชีวภาพ โดยใช้เครื่อง Gas Chromatograph - Mass Spectrometer (GC - MS) โดยอ้างอิงตาม Nordtest Oil Spill Identification และ CEN methodology 2012

1) คุณลักษณะของเครื่องที่ใช้ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์เทียบเท่ากับเครื่องที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์ดังนี้

Detector: Time of flight mass spectrometry

คอลัมน์: คอลัมน์แรก (First dimension 1D) ยาว 60 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 0.25 มิลลิเมตร และหนา 0.25 ไมโครเมตร (60 m long x 0.25 mm internal diameter, and 0.25 μ m film thickness) เป็นคอลัมน์ชนิด capillary RTX-PAH column

Gas Injection: ฮีเลียม (Helium) อัตราการไหล 1 มิลลิลิตรต่อนาที

Split ratio: 10:1 (สารปริมาณ 10 หน่วย จะถูกดึงเข้าสู่คอลัมน์ ปริมาณ 1 หน่วย)



อุณหภูมิ:

Injection port: 300 องศาเซลเซียส

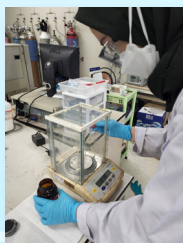
Transfer line: 300 องศาเซลเซียส

MS source: 250 องศาเซลเซียส

Oven: 1D oven เริ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส คงที่ไว้ 1 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิไปจนถึง 340 องศาเซลเซียสที่อัตรา 2.5 องศาเซลเซียสต่อนาที จากนั้นคงอุณหภูมิไว้ที่ 340 องศาเซลเซียส 5 นาที

2) การเตรียมตัวอย่าง

ก่อนที่จะนำตัวอย่างน้ำมัน คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดินไปวิเคราะห์ตัวอย่าง จะผ่านกระบวนการสกัดน้ำมัน ในขั้นตอนแรกซึ่งตัวอย่างน้ำมัน 0.2 ถึง 0.25 กรัม จากนั้นเติมตัวทำละลายเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน (High purity n-hexane/dichloromethane) ในสัดส่วน 1:1 โดยปริมาตร ปริมาณ 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 0.5 กรัม ของโซเดียมคาร์บอเนต (Anhydrous sodium carbonate) เพื่อกำจัดน้ำต่อไปนำตัวอย่างไปเขย่า (Vortex) ความเร็วรอบประมาณ 200 รอบ ต่อนาที เป็นเวลา 5 นาที และวางตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปกรองด้วยตัวกรองไนลอน (Nylon syringe filter) ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร จากนั้นนำตัวอย่างที่กรองแล้วมาเติมซิลิกาเจล (Silica gel) 0.25 กรัม และโซเดียมซัลเฟต (Anhydrous sodium sulfate) 0.25 กรัม เพื่อดูดความชื้น หลังจากนั้น นำตัวอย่างไปเขย่า 2 นาที ขั้นตอนสุดท้ายนำตัวอย่างมากรองด้วยตัวกรองไนลอนขนาด 0.2 ไมโครเมตร บรรจุสารละลายที่ได้ในขวดสีชา และเก็บในที่อุณหภูมิต่ำ เช่น เก็บในตู้เย็น เพื่อรอนำตัวอย่างไปวิเคราะห์ต่อไป



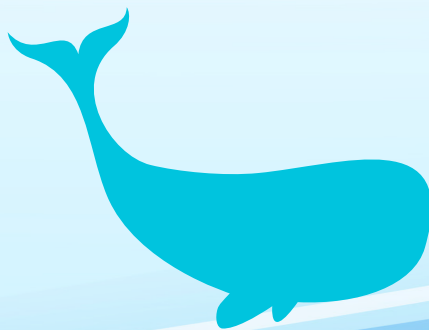
3) ขั้นตอนในการวิเคราะห์

- 3.1) นำตัวอย่างน้ำมันใส่ในขวดสีชาขนาด 2 มิลลิลิตร สำหรับฉีด
- 3.2) เติมสารโซปเพนที่ใช้อ้างอิง ($17\beta(H)$, $21\beta(H)$ -hopane, H30) ใช้เป็นตัวอ้างอิงลงไปในตัวอย่าง (Internal standard) ปริมาณ 1 ไมโครลิตร
- 3.3) นำตัวอย่างน้ำมันไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Gas Chromatograph-Mass Spectrometer (GC - MS) โดยวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

4) การแปลผล

ผลการวิเคราะห์จากเครื่อง GC-MS ในการวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางชีวภาพ ได้แก่ สารกลุ่มโฮปเพน (Hopanes group) ใช้การวิเคราะห์แปลผล อ้างอิงตาม Nordtest โดยเริ่มจากนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC มาคำนวณหาสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโฮปเพน โดยไดแอกนอสติกส์สามารถคำนวณได้จากสูตร $100 \cdot A/(A+B)$ โดย A คือพื้นที่ของสารโฮปเพนจากเครื่อง GC และ B คือพื้นที่ของสารโฮปเพนที่ใช้อ้างอิง ($17\beta(H)$, $21\beta(H)$ -hopane, H30)

กรณีที่มีผลการวิเคราะห์จากเครื่อง GC-MS ตัวอย่างที่ต้องการทราบแหล่งที่มาสามารถทำได้โดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ (Correlation plot) ของตัวชี้วัดทางชีวภาพในน้ำมันที่ต้องการทราบแหล่งที่มาเทียบกับน้ำมันที่คาดว่าเป็นแหล่งกำเนิด หรือจากฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน ชั้นแรกคือนำไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโฮปเพนที่ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ย จากนั้นคำนวณหาค่าความแม่นยำทางสถิติ (Error bar) ของสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโฮปเพนแต่ละตัว



หากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ของสารกลุ่มโฮปเพนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วงความเชื่อมั่น (Confident limit : CL) 95% ก็จะบ่งชี้ว่าเป็นน้ำมันที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) หากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ของสารกลุ่มโฮปเพนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98% ก็จะบ่งชี้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable Match) หากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ส่วนใหญ่ไม่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98% ก็จะสรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่งกัน (Non match) ถ้ามีสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ส่วนใหญ่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98% แต่มีบางจุดที่ไม่ตัดและแตกต่างกันมีนัยยะจะถือว่าสรุปไม่ได้ (Inconclusive)

5.1.1.3 วิธีการวิเคราะห์หาตัวชี้วัดทางชีวภาพหรือองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอน เช่น สารกลุ่มสเตอเรน (Steranes) และโฮปเพน (Hopanes) โดยใช้เครื่อง Two-Dimensional GasChromatograph with Time of Flight Mass Spectrometer detector (GCxGC-TOFMS) อ้างอิงตาม Nordtest Oil Spill Identification และ CEN methodology 2012

(1) คุณลักษณะของเครื่องที่ใช้ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์เทียบเท่ากับเครื่องที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์ ดังนี้

Detector:	Time of Flight Mass Spectrometry
คอลัมน์ :	คอลัมน์แรก (First dimension 1D) ยาว 60 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.25 มิลลิเมตร และหนา 0.25 ไมโครเมตร (60 m long x 0.25 mm internal diameter, and 0.25 μ m film thickness) เป็นคอลัมน์ชนิด capillary RTX-PAH column คอลัมน์สอง (Second dimension 2D) ยาว 1 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.25 มิลลิเมตร และหนา 0.25 ไมโครเมตร (1 m long x 0.25 mm internal diameter, and 0.25 μ m film thickness) เป็นคอลัมน์ชนิด capillary RTX-1HT column
Gas Injection:	ฮีเลียม (Helium) 1 มิลลิลิตรต่อนาที
Splitratio:	10:1 (สารปริมาณ 10 หน่วยจะถูกดึงเข้าสู่คอลัมน์ ปริมาณ 1 หน่วย)

อุณหภูมิ:

Injection port: 300 องศาเซลเซียส

Transfer line: 300 องศาเซลเซียส

MS source: 250 องศาเซลเซียส

Oven : 1D oven เริ่มที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส คงที่ไว้ 1 นาที จากนั้นเพิ่มอุณหภูมิไปจนถึง 340 องศาเซลเซียส ที่อัตรา 2.5 องศาเซลเซียสต่อนาที จากนั้นคงอุณหภูมิไว้ที่ 340 องศาเซลเซียส 5 นาที

2D oven (ถ้ามี) การตั้งโปรแกรมลักษณะเดียวกับ 1D โดยตั้งค่าอุณหภูมิสูงกว่า 1D 5 องศาเซลเซียส

(2) การเตรียมตัวอย่าง

ก่อนที่จะนำตัวอย่างน้ำมันก้อนน้ำมันดิน และคราบน้ำมัน น้ำมัน ไปวิเคราะห์ตัวอย่างจะผ่านกระบวนการสกัดน้ำมัน ในขั้นตอนแรก ชั่งตัวอย่างน้ำมัน 0.2 ถึง 0.25 กรัม จากนั้นเติมตัวทำละลายเฮกเซนและไดคลอโรมีเทน (High purity n-hexane/dichloromethane) ในสัดส่วน 1:1 โดยปริมาตร ปริมาณ 10 มิลลิลิตร จากนั้นเติม 0.5 กรัม ของโซเดียมคาร์ไบเบเนต (Anhydrous sodium carbonate) เพื่อกำจัดน้ำต่อนำตัวอย่างไปเขย่า (Vortex) เป็นเวลา 5 นาที ความเร็วรอบประมาณ 200 รอบต่อนาที และวางตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 4 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างไปกรองด้วยตัวกรองไนลอน (Nylon syringe filter) ขนาดรูพรุน 0.45 ไมโครเมตร จากนั้นนำตัวอย่างที่กรองแล้วมาเติมซิลิกาเจล (Silica gel) 0.25 กรัม และโซเดียมซัลเฟต (Anhydrous sodium sulfate) 0.25 กรัม เพื่อดูดความชื้น หลังจากนั้น นำตัวอย่างไปเขย่า 2 นาที ขั้นตอนสุดท้าย นำตัวอย่างมากรองด้วยตัวกรองไนลอนขนาด 0.2 ไมโครเมตร บรรจุสารละลายที่ได้ในขวดสีชา และเก็บในที่อุณหภูมิต่ำ เช่น เก็บในตู้เย็นเพื่อรอตัวอย่างไปวิเคราะห์ต่อไป

(3) ขั้นตอนในการวิเคราะห์

(3.1) นำตัวอย่างน้ำมันใส่ในขวดสีชาขนาด 2 มิลลิลิตร สำหรับฉีด

(3.2) เติมสารโสปเพนที่ใช้อ้างอิง (17 β (H), 21 β (H)-hopane, H30) ใช้เป็นตัวอ้างอิงลงไปในตัวอย่าง (Internal standard) ปริมาณ 1 ไมโครลิตร

(3.3) นำตัวอย่างน้ำมันไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Two-Dimensional GasChromatograph with Time of Flight Mass Spectrometer Detector (GCxGC-TOFMS) โดยวิเคราะห์ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ



(4) การแปลผล

ผลการวิเคราะห์จากเครื่อง GCxGC-TOFMS ในการวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางชีวภาพ ได้แก่ สารกลุ่มโฮปเพน (Hopanes group) ใช้การวิเคราะห์แปลผลอ้างอิงตาม Nordtest โดยเริ่มจากนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GCxGC-TOFMS มาคำนวณหาสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโฮปเพน โดยไดแอกนอสติกส์สามารถคำนวณได้จากสูตร $100 * A/(A+B)$ โดย A คือ พื้นที่ของสารโฮปเพนจากเครื่อง GCxGC-TOFMS และ B คือพื้นที่ของสารโฮปเพนที่ใช้อ้างอิง ($17\beta(H)$, $21\beta(H)$ -hopane, H30)

กรณีที่มีผลการวิเคราะห์จากเครื่อง GCxGC-TOFMS ตัวอย่างที่ต้องการทราบแหล่งที่มาสามารถทำได้โดยการสร้างกราฟความสัมพันธ์ (Correlation plot) ของตัวชี้วัดทางชีวภาพในน้ำมันที่ต้องการทราบแหล่งที่มาเทียบกับน้ำมันที่คาดว่าเป็นแหล่งกำเนิด หรือจากฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันชั้นแรกคือนำไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโฮปเพนที่ทำการวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง มาหาค่าเฉลี่ย จากนั้น คำนวณหาค่าความแม่นยำทางสถิติ (Error bar) ของสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ (Diagnostic ratios) ของสารกลุ่มโฮปเพนแต่ละตัว



หากสัดส่วนไดแอนอสติกส์ของสารกลุ่มไฮโปเพนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วงความเชื่อมั่น (Confident limit : CL) 95% ก็จะบ่งชี้ว่าเป็นน้ำมันที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) หากสัดส่วนไดแอนอสติกส์ของสารกลุ่มไฮโปเพนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98% ก็จะบ่งชี้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable Match) หากสัดส่วนไดแอนอสติกส์ส่วนใหญ่ไม่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98% ก็จะสรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่งกัน (Non match) ถ้ามีสัดส่วนไดแอนอสติกส์ส่วนใหญ่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98% แต่มีบางจุดที่ไม่ตัดและแตกต่างกันอย่างมีนัยยะจะถือว่าสรุปไม่ได้ (Inconclusive)

5.2 การวิเคราะห์องค์ประกอบสารอนินทรีย์ (Inorganic Compound)

องค์ประกอบสารอนินทรีย์ (Inorganic Compound) หมายถึง สารประกอบที่ไม่ใช่สารที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน และไฮโดรเจน โดยส่วนใหญ่จะเป็นธาตุที่เป็นโลหะเป็นต้น

5.2.1 วิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอนินทรีย์โดยใช้เครื่อง แบบ WD-XRF (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) และแบบ ED-XRF (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) อ้างอิงตาม Nordtest Oil Spill Identification

1) คุณลักษณะของเครื่องที่ใช้ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์ที่เทียบเท่ากับเครื่องที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์ แบบ WD-XRF (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) และแบบ ED-XRF (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) ซึ่งเป็นเครื่องที่มีแหล่งกำเนิดรังสีเอกซ์ ให้พลังงานของรังสีเอกซ์อย่างน้อย 10 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) มีระบบและอุปกรณ์สำหรับวัดตัวอย่างของเหลวที่เป็นน้ำมันได้ สำหรับ WD-XRF มีผลึกที่สามารถวิเคราะห์ธาตุนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium)

1.1) เครื่องวิเคราะห์ แบบ WD-XRF (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer)

X-ray Generator Unit: Tube-Above 4 kW, 60 kV, 150 mA

Rh Target Anode (20.2 keV)

End Window 30 Micron

Detectors:

Scintillation counter (SC)

สำหรับวิเคราะห์ธาตุหนัก

Flow proportional counter (F-PC)

สำหรับวิเคราะห์ธาตุเบา

Analyze Crystal:

LiF(200), LiF(220), GeH, PeTH, RX25,

RX40, RX45, RX75

1.2) เครื่องวิเคราะห์ แบบ ED-XRF (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer)

X-ray Generator Unit: Tube-Above 4 kW, 60kV, 150 mA

Rh Target Anode (20.2 keV)

End Window 30 Micron

Detectors:

Scintillation counter (SC)

สำหรับวิเคราะห์ธาตุหนัก

Flow proportional counter (F-PC) สำหรับวิเคราะห์ธาตุเบา

2) การเตรียมตัวอย่าง

ทำการสุ่มตัวอย่างน้ำมันเพื่อใช้วิเคราะห์จำนวน 3 ตัวอย่างจากตัวอย่างชนิดเดียวกัน (หรือตัวอย่างคราบน้ำมันและก้อนน้ำมันดิน) แยกตัวอย่างที่สุ่มมาแล้วนั้นบรรจุในอุปกรณ์สำหรับใส่ของเฉพาะที่ใช้สำหรับแต่ละเครื่องมือ โดยดำเนินการคำแนะนำของเครื่องมือ

3) ขั้นตอนในการวิเคราะห์

นำตัวอย่างเข้าเครื่องมือวิเคราะห์โดยใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเพื่อหาค่าที่ได้มากกว่า Limit of quantitation (LOQ) ของเครื่องมือ กล่าวคือ สามารถระบุปริมาณนิกเกิล (Nickel) และวาเนเดียม (Vanadium) ให้มีค่ามากกว่าค่าต่ำสุดของเครื่องที่สามารถตรวจหาเชิงปริมาณโดยมีความเที่ยงและความแม่นยำ

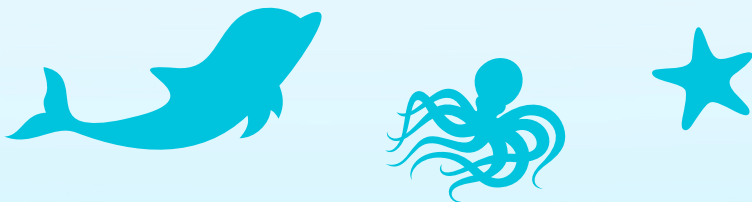
4) การแปลผล

เครื่องวิเคราะห์แบบ WD-XRF (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) และแบบ ED-XRF (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) ใช้โปรแกรมแปลผลที่มากับเครื่องและหาอัตราส่วนระหว่างนิกเกิล (Nickel) และวาเนเดียม (Vanadium) เมื่อได้อัตราส่วนของตัวอย่างแล้วสามารถนำมาเปรียบเทียบกับอัตราส่วนในฐานข้อมูลหรือตัวอย่างแหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย ทั้งนี้ ในเบื้องต้นใช้เกณฑ์เปรียบเทียบ ดังนี้

4.1) มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวาเนเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกัน ด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ความเชื่อมั่น (CL) 85%

4.2) มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable match) มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวาเนเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกัน ด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) 85 - 98%

4.3) สรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่งกัน (Non match) มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวาเนเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) = 98%



5.2.2 วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้เครื่อง Synchrotron X-ray Fluorescence Spectrometer

1) คุณสมบัติของเครื่องที่ใช้ ควรมีความสามารถในการวิเคราะห์ที่ไม่ต่ำกว่าหรือเทียบเท่ากับเครื่องที่มีคุณสมบัติในการวิเคราะห์ ดังนี้ เครื่อง Synchrotron X-ray Fluorescence Spectrometer เป็นสถานีทดลองที่สามารถปรับเปลี่ยนพลังงานของรังสีเอกซ์ได้อย่างน้อย 10 กิโลอิเล็กตรอนโวลต์ (keV) โดยที่ยังมีความเข้มแสง 107phs/sec/0.1%bw

Photon energy : 4 - 18 keV

Photon flux : 107-108phs/sec/0.1%bw
(@100mA)

Energy resolution : 10-4

ขนาดของรังสีเอกซ์: กว้าง 6 มิลลิเมตร x สูง 3 มิลลิเมตร

2) การเตรียมตัวอย่าง

เลือกสุ่มตัวอย่างน้ำมันเพื่อใช้วิเคราะห์ จำนวน 3 ตัวอย่างจากน้ำมันดิบชนิดเดียวกัน (หรือตัวอย่างคราบน้ำมันที่เก็บมา) โดยใช้หลอดฉีดยาดูดตัวอย่างน้ำมันดิบออกมาจำนวน 1 มิลลิลิตร และบรรจุลงในถุงพลาสติก Polyethylene zipper bag ดังแสดงในรูปที่ 11

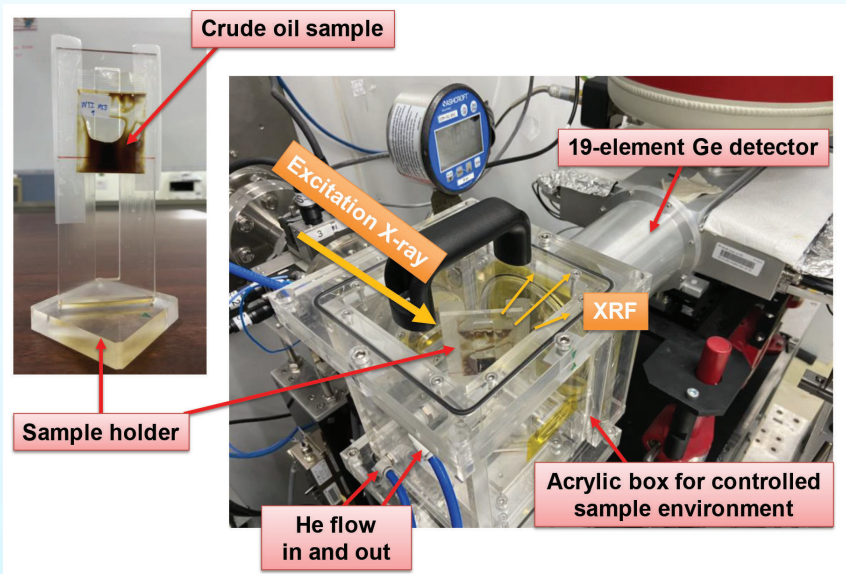


รูปที่ 11 การบรรจุตัวอย่างน้ำมันดิบที่ทำการสุ่มเพื่อวัดด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ โดยการบรรจุในถุงพลาสติก Polyethylene zipper bag

3) ขั้นตอนในการวิเคราะห์

3.1) ติดตัวอย่างน้ำมันดิบที่บรรจุอยู่ในถุงพลาสติกลงบนแท่นติดตัวอย่าง (Sample holder) และนำแท่นติดตัวอย่างดังกล่าวไปบรรจุลงในกล่องควบคุมบรรยากาศ (Acrylic box for controlled sample environment) หรืออุปกรณ์ที่สามารถควบคุมบรรยากาศได้

3.2) ปิดกล่องควบคุมบรรยากาศให้สนิท และให้แก๊สฮีเลียม (Helium) ไหลผ่านเข้าไปในกล่อง และผ่านออกตามช่องเปิดด้านข้าง ทำให้ตัวอย่างอยู่ภายใต้บรรยากาศเฉื่อยของแก๊สฮีเลียม เพื่อป้องกันการสูญเสียสัญญาณการเรืองรังสีเอกซ์ที่เกิดขึ้นก่อนถึงหัวตรวจวัดการเรืองรังสีเอกซ์จากการดูดกลืนตัวอย่างอากาศ การติดตั้งตัวอย่างแสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 ภาพแสดงการติดตัวอย่างน้ำมันดิบบนแท่นติดตัวอย่าง (Sample holder) และการวางแท่นติดตัวอย่างที่สถานีทดลองด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ที่ระบบลำแสงที่ 1.1 W

3.3) ใช้พลังงานกระตุ้นของรังสีเอกซ์ที่ตกกระทบที่พลังงานอย่างน้อย 10keV แต่ไม่เกิน 20keV* และใช้อุปกรณ์วัดสัญญาณการเรืองรังสีเอกซ์ เช่น Ge detector โดยให้หัววัดอยู่ชิดกับกล่องควบคุมบรรยากาศ** โดยมีระยะห่างระหว่างสารตัวอย่างกับหัวตรวจวัด (sample-to-detector distance) ไม่เกิน 10 เซนติเมตร*** และใช้เวลาในการตรวจวัดเพื่อให้ค่าที่ได้มากกว่า Limit of quantitation (LOQ) ของเครื่องมือ กล่าวคือสามารถระบุปริมาณนิกเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ให้มีค่ามากกว่าค่าต่ำสุดของเครื่องที่สามารถตรวจหาเชิงปริมาณโดยมีความเที่ยงและความแม่นยำ (ที่ใช้ในการเก็บฐานข้อมูลคือ 1,500 วินาที ต่อ 1 ตัวอย่าง) **หมายเหตุ**

* พลังงานกระตุ้นของรังสีเอกซ์ที่ตกกระทบที่ใช้เก็บฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันและผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) คือ 12keV

** อุปกรณ์วัดสัญญาณการเรืองรังสีเอกซ์ เช่น Ge detector (ที่ใช้เก็บฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) คือ 19-element Ge detector

*** หัววัดอยู่ชิดกับกล่องควบคุมบรรยากาศ โดยมีระยะห่างระหว่างสารตัวอย่างกับหัวตรวจวัด (sample-to-detector distance) (ที่ใช้เก็บฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันและผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) คือ 8 เซนติเมตร



4) การแปลผล

ผลการเรืองรังสีเอกซ์ (XRF spectrum) จากหัววัดแต่ละหัว ทั้ง 19 หัว จะถูกนำมาเฉลี่ยผลการวัดโดยการใส่โปรแกรมประมวลผลภาพ อาทิ “ROI Imaging Tool” เป็นต้น เพื่อแสดงผล ผลการเรืองรังสีเอกซ์ ของตัวอย่างน้ำมันดิบ ในแต่ละครั้งของการวัดเพียง 1 ข้อมูล และจากนั้นทำการประมวลผลเพื่อหาปริมาณของธาตุองค์ประกอบแต่ละชนิดด้วยโปรแกรม “PyMCA” โดยการหาพื้นที่ใต้กราฟสัญญาณที่เป็นค่าจำเพาะกับธาตุนิกเกิล (Nickel) และวาเนเดียม (Vanadium) เพื่อหาอัตราส่วนของธาตุนิกเกิล (Nickel) และวาเนเดียม (Vanadium) เมื่อได้อัตราส่วนของตัวอย่างแล้วสามารถนำมาเปรียบเทียบกับอัตราส่วนในฐานข้อมูล หรือตัวอย่างแหล่งที่มาของน้ำมัน หรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย ทั้งนี้ ในเบื้องต้นใช้เกณฑ์เปรียบเทียบ ดังนี้

4.1) มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวาเนเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ความเชื่อมั่น (CL) 85%

4.2) มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable match) มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวาเนเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) 85 - 98%

4.3) สรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่งกัน (Non match) มีอัตราส่วนธาตุนิกเกิล (Nickel) และวาเนเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกัน ด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) 98%



5.3 การบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย

5.3.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์

1) เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์ด้วยเครื่อง GasChromatograph - Flame Ionization Detector (GC-FID) เพื่อหาการกระจายตัวของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน และปริมาณขององค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนซึ่งจะสามารถระบุชนิดของน้ำมันบางชนิด เช่น น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน น้ำมันก๊าด น้ำมันเตา และน้ำมันดิบจากองค์ประกอบไฮโดรคาร์บอนในเบื้องต้น

2) นำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย หรือต่างประเทศ หรือผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างต้องสงสัย หากพบว่าไม่เหมือนกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือต่างประเทศ หรือผลวิเคราะห์ตัวอย่างต้องสงสัยโดยให้ดำเนินการตรวจสอบว่าตัวอย่างได้ผ่านกระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) จากสภาพแวดล้อมหรือไม่โดยสังเกตจากสภาพ และลักษณะของตัวอย่าง หรือตรวจสอบเบื้องต้นได้จากผลของเครื่อง GC-FID ซึ่งในกรณีที่ผ่านมากระบวนการทางธรรมชาติ (Weathering) มาจะมีปริมาณของไฮโดรคาร์บอนเบา (Light Component) น้อย จึงทำการตรวจสอบตามข้อ 3) แต่ในกรณีที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการทางธรรมชาติ จะสามารถสรุปได้ว่าไม่ใช่ น้ำมันเบนซิน น้ำมันดีเซล น้ำมันเครื่องบิน น้ำมันก๊าด น้ำมันเตา และน้ำมัน



3) จากกรณีที่พบว่าตัวอย่างได้ผ่านกระบวนการทางธรรมชาติ ให้ดำเนินการตรวจสอบต่อด้วยด้วยเครื่อง Gas Chromatograph - Mass Spectrometer (GC-MS) เพื่อวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางชีวภาพเบื้องต้น หรือ/และ เครื่อง Two-Dimensional Gas Chromatograph with Time of Flight Mass Spectrometer detector (GCxGC-TOFMS) เพื่อวิเคราะห์ตัวชี้วัดทางชีวภาพในเชิงลึก จากนั้นจึงนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย หรือต่างประเทศหรือ ผลวิเคราะห์ตัวอย่างของแหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย

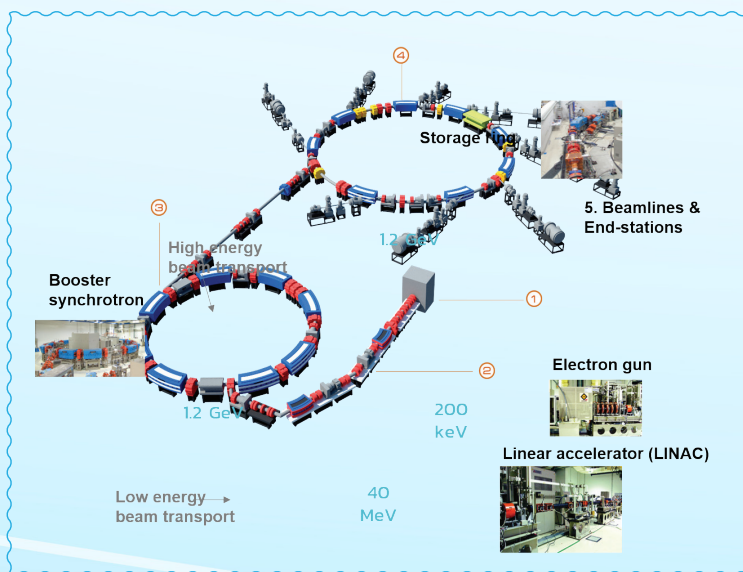
4) พิจารณาหากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ของสารกลุ่มไฮโอเพน ทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วงความเชื่อมั่น (Confident limit : CL) 95% ก็จะบ่งชี้ว่าเป็นน้ำมันที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) หากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ของสารกลุ่มไฮโอเพนทุกตัว ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98% ก็จะบ่งชี้ว่ามีความเป็นไปได้ที่จะเป็น น้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable Match) หากสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ ส่วนใหญ่ไม่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98% ก็จะสรุปได้ว่าเป็นน้ำมัน คนละแหล่งกัน (Non match) ถ้ามีสัดส่วนไดแอกนอสติกส์ส่วนใหญ่ตัดกับ เส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98% แต่มีบางจุดที่ไม่ตัดและแตกต่างกันเล็กน้อย จะถือว่าสรุปไม่ได้ (Inconclusive)



5.3.2 การวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอินทรีย์

1) เป็นการตรวจสอบด้วยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ที่เทียบเท่าหรือสูงกว่าโดยใช้เครื่องแบบ WD-XRF (Wavelength Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) และแบบ ED-XRF (Energy Dispersive X-ray Fluorescence Spectrometer) และนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันและผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือต่างประเทศ

ผลวิเคราะห์ตัวอย่าง
2) กรณีที่ยังไม่สามารถระบุได้จากขั้นตอนดังกล่าว ให้ตรวจสอบต่อไป โดยใช้เครื่อง Synchrotron X-ray Fluorescence Spectrometer ซึ่งเป็นการเรืองรังสีเอกซ์ที่ใช้แสงซินโครตรอน และนำไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือต่างประเทศหรือผลวิเคราะห์ตัวอย่างของแหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัย



3) เมื่อได้อัตราส่วนของธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ตัวอย่างแล้วสามารถนำมาเปรียบเทียบกับอัตราส่วนในฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือผลวิเคราะห์ตัวอย่างของแหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัยทั้งนี้ในเบื้องต้นใช้เกณฑ์เปรียบเทียบ ดังนี้

3.1) มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive match) มีอัตราส่วนธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ความเชื่อมั่น (CL) 85%

3.2) มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable match) มีอัตราส่วนธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกัน ด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) 85 - 98%

3.3) สรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่งกัน (Non match) มีอัตราส่วนธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกัน ด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) 98%



5.4 สรุปผลการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน คราบน้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย

นำข้อมูลผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอินทรีย์และองค์ประกอบสารอนินทรีย์ไปเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลลายนิ้วมือน้ำมันและผลิตภัณฑ์น้ำมันที่เกี่ยวข้องในประเทศไทย (Crude Oil and Relevant Oil Product Fingerprint Library in Thailand) หรือต่างประเทศ หรือผลวิเคราะห์ตัวอย่างของแหล่งที่มาของน้ำมันหรือผลิตภัณฑ์ที่ต้องสงสัยมาประกอบกัน โดยสามารถสรุปได้ใน 4 กรณีตารางสรุปผล ดังนี้

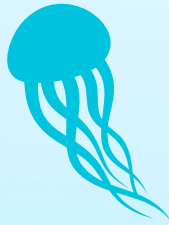
กรณีที่ 1 มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive Match) โดยผลจากทั้ง 2 ส่วนไปในทิศทางเดียวกันอยู่ในช่วงที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน

กรณีที่ 2 มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable Match) โดยมีผลจากทั้ง 2 ส่วนไปในทิศทางเดียวกันมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน หรือมีผลใดผลหนึ่งมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน

กรณีที่ 3 สรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่ง (Non - Match) โดยมีผลจากทั้ง 2 ส่วนไปในทิศทางเดียวกันมีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันคนละแหล่ง (Non - Match) ซึ่งในกรณีที่ไม่สามารถสรุปผลได้ให้บันทึกผลการวิเคราะห์ไว้ในฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบในอนาคตต่อไป

กรณีที่ 4 สรุปไม่ได้ (Inconclusive) โดยมีผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบสารอินทรีย์แล้วไม่สามารถสรุปได้

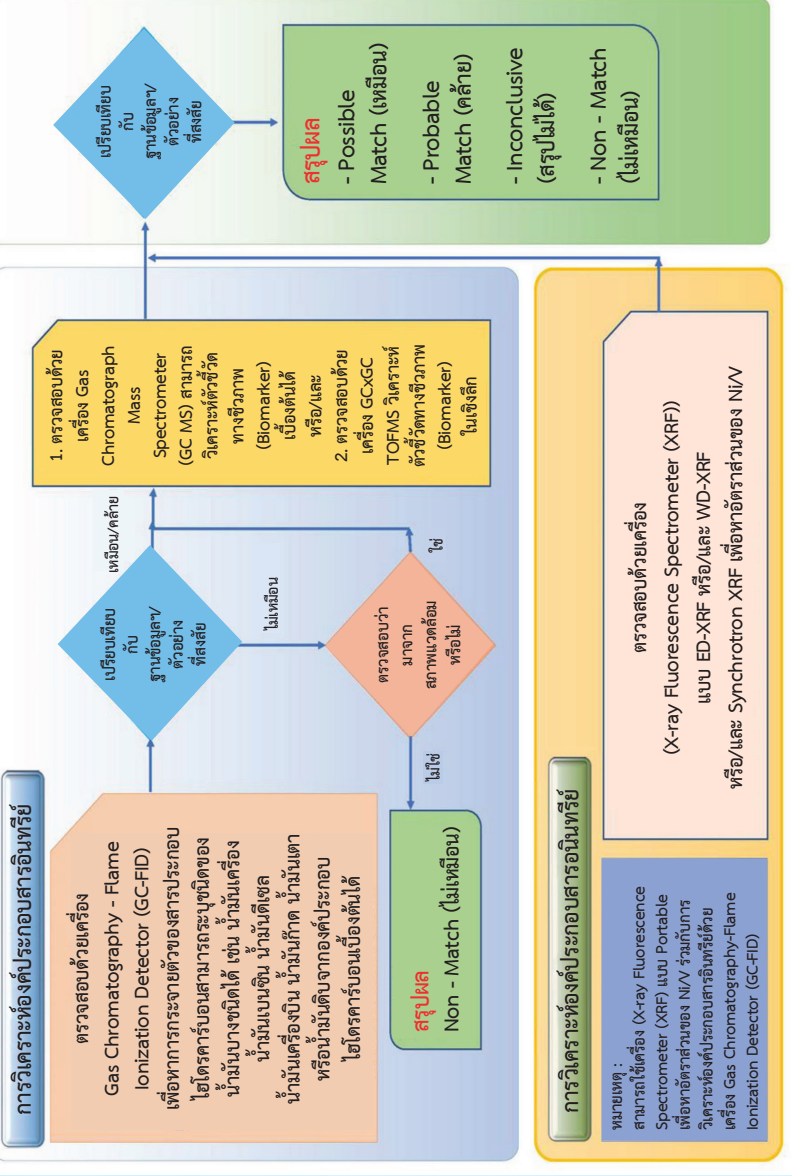
ทั้งนี้ หากการแปลผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอินทรีย์และองค์ประกอบสารอนินทรีย์มีความขัดแย้งให้ยึดผลการวิเคราะห์ขององค์ประกอบสารอินทรีย์เป็นหลัก



ตารางที่ 1 การแปลผลการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบสารอินทรีย์และองค์ประกอบสารอนินทรีย์

ผลการวิเคราะห์	การวิเคราะห์สารกลุ่มอินทรีย์	การวิเคราะห์สารกลุ่มอนินทรีย์	ผลสรุป
กรณีที่ 1	สัดส่วนไดออกซอสติกส์ของสารกลุ่มไฮโปเฟนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL95% หรือมากกว่า	มีอัตราส่วนธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ความเชื่อมั่น (CL) 85%	มีความเป็นไปได้สูงที่จะมาจากแหล่งเดียวกัน (Positive Match)
กรณีที่ 2	สัดส่วนไดออกซอสติกส์ของสารกลุ่มไฮโปเฟนทุกตัวตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98%	อัตราส่วนธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) 85 - 98%	มีความเป็นไปได้ที่จะเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน (Probable Match)
กรณีที่ 3	ถ้ามีสัดส่วนไดออกซอสติกส์ส่วนใหญ่ไม่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98%	อัตราส่วนธาตุนิเกิล (Nickel) และวานาเดียม (Vanadium) ไม่แตกต่างกันด้วยวิธีการทดสอบที (T-test) โดยใช้ช่วงความเชื่อมั่น (CL) 98%	สรุปได้ว่าเป็นน้ำมันคนละแหล่ง (Non - Match)
กรณีที่ 4	ถ้ามีสัดส่วนไดออกซอสติกส์ส่วนใหญ่ตัดกับเส้นตรง $x=y$ ในช่วง CL 98% แต่มีบางจุดที่ไม่ตัดและแตกต่างอย่างมีนัยยะ	-	สรุปไม่ได้ (Inconclusive)





รูปที่ 13 การบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน ทรายน้ำมัน และก้อนดินน้ำมันในประเทศไทย
แผนผังบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน ทรายน้ำมัน ก้อนน้ำมันดินและผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย

เอกสารอ้างอิง

- [1] British Standards Institution: Technical Report CEN/TR 15522-1:2006 Oil Spill Identification - Waterborne petroleum products - Part 1: Sampling)
- [2] Eduard M., Jack C., Chris E., Barry B., Fingerprinting Crude Oils and Tarball Using Biomarkers and Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography, Environmental Applications, 2013.
- [3] International Maritime Organization (องค์การทางทะเลระหว่างประเทศ) : IMO Guidelines for Sampling and Identification of Oil Spills: Section VI Manual on Oil Pollution
- [4] Daling, P.S., Aamo, O.M., Lewis, A., & Strøm-Kristiansen, T. (1997). Sintef/Iku oil-weathering model: predicting oil properties at sea. International Oil Spill Conference Proceedings. 1, 297-307. <https://doi.org/10.7901/2169-3358-1997-1-297>
- [5] Amit, Y. & Geman, D. (1997). Shape quantization and recognition with randomized trees. Neural Computation, 9, 1545-1588.
- [6] Breiman, L. (1996a). Bagging predictors. Machine Learning 26(2), 123-140.
- [7] Zhendi Wang, Scott A. Stout & MervFingas (2006) Forensic Fingerprinting of Biomarkers for Oil Spill Characterization and Source Identification, Environmental Forensics, 7:2, 105-146, DOI: 10.1080/15275920600667104.
- [8] Ali cemelToz, MügeBüber (DokuzEylul University), Performance evaluation of oil spill software systems in early fate and trajectory of oil spill: comparison analysis of OILMAP and PISCES 2 in Mersinbay spill



တၢ်အိၣ်ပိၣ်



ภาคผนวก ก ตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกข้อมูลของการเก็บตัวอย่าง

แบบฟอร์มบันทึกข้อมูลของการเก็บตัวอย่าง

รหัสตัวอย่างและรหัสที่ปิดผนึก :

วันที่เก็บตัวอย่าง :เวลา

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำมัน :

ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....

คำพิภักดิ์.....

ชนิดของตัวอย่าง : น้ำมัน ก้อนน้ำมันดิน อื่นๆ

วิธีที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง :

ลักษณะของตัวอย่างน้ำมันที่เก็บมาที่มองเห็นได้ เช่น สี ความหนืด และสิ่งเจือปนอื่นๆ (ทราย ไม้ พืช) :

.....
.....

แหล่งที่มา (ถ้าทราบ) :

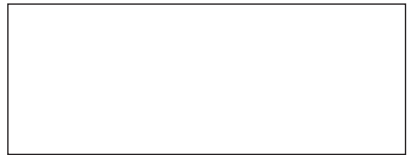
ลักษณะของน้ำมันที่รั่ว กระจายตัว เป็นเนื้อเดียวกัน อื่นๆ

อุณหภูมิที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำมัน องศาเซลเซียส

หมายเหตุ : (เช่น พบขยะพลาสติก และซากสัตว์ทะเลเกยตื้น ฯลฯ)

.....

รูปภาพการเก็บตัวอย่าง (ถ้ามี)



ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง :

(.....)

ผู้บันทึกข้อมูล :

(.....)

หน่วยงาน :

หน่วยงาน :

เบอร์โทร

เบอร์โทร :



ภาคผนวก ข ตัวอย่างแบบฟอร์มการส่งตัวอย่างและการรับตัวอย่าง

ส่วนนี้สำหรับบุคคลผู้เก็บตัวอย่าง

ชื่อ - สกุล (ผู้เก็บตัวอย่าง) โทรศัพท์

โครงการ/หน่วยงาน

[] ต้องการผลการทดสอบตามปกติ

[] ต้องการผลการทดสอบกรณีเร่งด่วน เหตุผล

Sample ID	สถานที่เก็บตัวอย่าง	วันและเวลาที่เก็บตัวอย่าง				ประเภทตัวอย่าง	หมายเหตุ
		วัน	เดือน	ปี	เวลา		

ส่วนนี้สำหรับบุคคลผู้จัดส่งตัวอย่าง

สถานที่รับตัวอย่างน้ำมัน สถานที่ส่งตัวอย่างน้ำมัน

บริษัทที่จัดส่ง..... วิธีที่ใช้ในการขนส่ง

วันที่รับตัวอย่าง เวลา.....

.....
(.....)

ผู้จัดส่งตัวอย่าง

ส่วนนี้สำหรับบุคคลผู้รับตัวอย่างไปวิเคราะห์

รหัสตัวอย่างและรหัสปิดผนึกถูกต้อง และตัวอย่างถูกปิดผนึกอย่างสมบูรณ์ ไม่มีความเสียหาย

ใช่ ไม่ใช่

สถานะของตัวอย่างขณะถึงห้องปฏิบัติการ

[] แข็งแข็ง [] แข็งเย็น [] อุณหภูมิปกติ

วันที่รับตัวอย่าง..... เวลา.....

.....
(.....)

ผู้รับตัวอย่าง

ภาคผนวก ค ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง แนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน ควบน้ำมัน
ก่อนนำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย



ประกาศกรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง แนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน ควบน้ำมัน ก่อนนำมันดิน
และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย
พ.ศ. ๒๕๖๕

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดแนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน ควบน้ำมัน
ก่อนนำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย เพื่อใช้เป็นแนวทางให้กับหน่วยงานภาครัฐ ภาคเอกชน
และประชาชนผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย นำไปประยุกต์ใช้ในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน ควบน้ำมัน ก่อนนำมันดิน
และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย

เพื่อให้สอดคล้องกับกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ
สิ่งแวดล้อม พ.ศ. ๒๕๖๑ ซึ่งกำหนดให้กรมควบคุมมลพิษมีหน้าที่และอำนาจในการพัฒนาองค์ความรู้ เทคโนโลยี
และกฎหมายเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการกากของเสีย สารอันตราย คุณภาพน้ำ อากาศ ระดับเสียง และ
ความสั่นสะเทือน และให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการจัดการมลพิษ อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ
จึงออกอำนาจตามมาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. ๒๕๓๔ และที่แก้ไขเพิ่มเติม
ออกประกาศแนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน ควบน้ำมัน ก่อนนำมันดิน และผลิตภัณฑ์น้ำมัน
ในประเทศไทยไว้ ดังรายละเอียดกำหนดไว้ในภาคผนวกท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๑๑ เดือน พฤษภาคม พ.ศ. ๒๕๖๕

(นายอรุณพล เจริญชันษา)
อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

ดาวน์โหลด ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง แนวปฏิบัติในการบ่งชี้แหล่งที่มาของน้ำมัน
ก่อนนำมันดิน ควบน้ำมัน และผลิตภัณฑ์น้ำมันในประเทศไทย (ฉบับเต็ม)

<https://www.pcd.go.th/lawstypc/>



คู่มือการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำมันดิบ คราบน้ำมัน และก้อนน้ำมันดิน

ที่ปรึกษา

นายอรรถพล	เจริญชันษา	อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ
นายพิทยา	ปราโมทย์วรพันธุ์	รองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ
นางสาวพรพิมล	เจริญส่ง	ผู้อำนวยการกองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ
และคณะทำงานกำหนดวิธีการวิเคราะห์ข้อมูลลายพิมพ์นิ้วมือของน้ำมัน (Oil Fingerprint) ได้แก่		
รศ. ดร.ศิริพร	จงผาตุภูมิ	ผู้ทรงคุณวุฒิ
ดร.ชาตรี	ไสยสมบัติ	นักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
ดร.สุทธิพงษ์	วรรณไพบุลย์	นักวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
นายจุมพฏ	ชอบธรรม	ผู้อำนวยการกองกฎหมาย กองกฎหมาย กรมควบคุมมลพิษ
นางสุทธิสาร	รามเนตร	นิติกรปฏิบัติการ กองกฎหมาย กรมควบคุมมลพิษ
นายประวัต	เข้มช้อย	นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ
นายปัญญา	ไยถาวร	ผู้อำนวยการส่วนคุณภาพน้ำและดิน ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม
ดร.นฤมล	สวัสดิพฤกษา	นักวิจัยอาวุโส บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน)
นางศิวพร	จอมพงศ์	นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการพิเศษ ผู้อำนวยการส่วนวิเคราะห์คุณภาพน้ำและดิน ศูนย์ปฏิบัติการวิเคราะห์มลพิษและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมมลพิษ

คณะผู้จัดทำ

เจ้าหน้าที่ส่วนแหล่งน้ำทะเล กองจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

เอกสารฉบับนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม





กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

92 ซอยพหลโยธิน 7 พญาไท กรุงเทพฯ 10400

โทรศัพท์ 0 2298 2000 โทรสาร 0 2298 2002