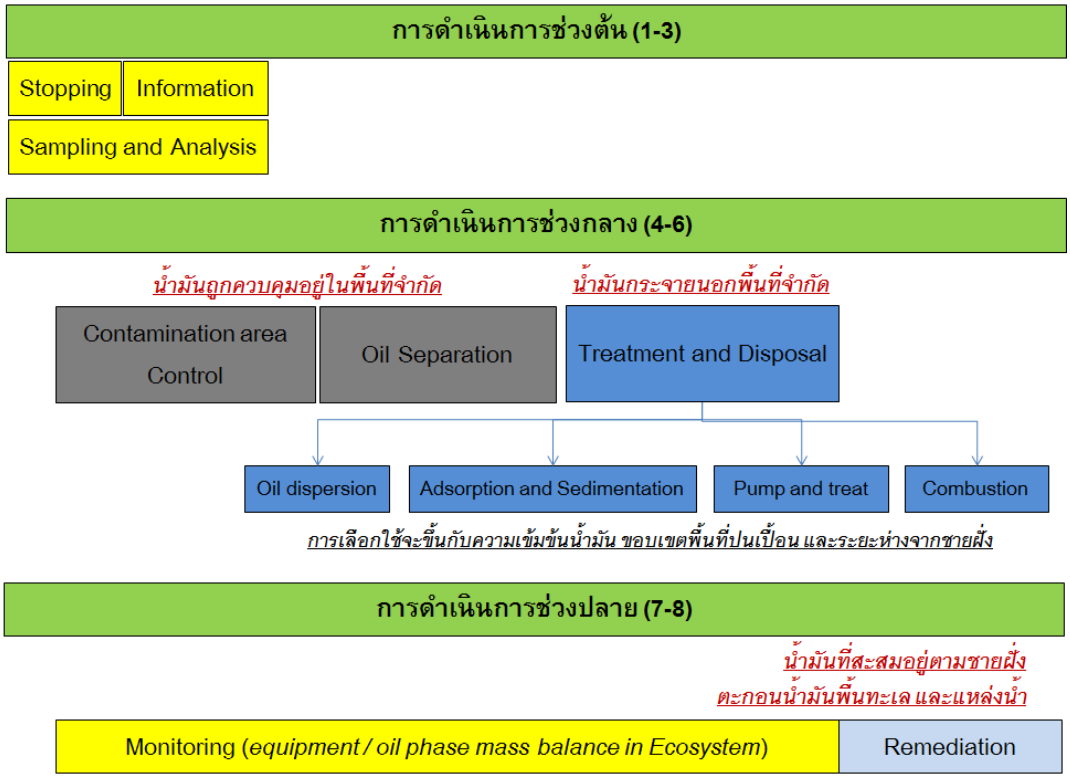
ภาพรวมแนวทางจัดการน้ำมันรั่วไหล (Oil Spill) ลงสู่ทะเล

รองศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ์ เพียรมนกุล (pisut.p@chula.ac.th)

ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากเหตุการณ์ท่อน้ำมันดิบขนาด 16 นิ้วของบริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) รั่วกลางทะเลใกล้ชายฝั่งมาบตาพุด จ.ระยอง เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม พ.ศ. 2556 ในขั้นต้นได้มีการประมาณว่ามีน้ำมันดิบรั่วประมาณ 50,000 – 70,000 ลิตร (http://www.manager.co.th/daily) ลงสู่ทะเล รวมถึงได้ส่งผลให้เกิดมีคราบน้ำมันที่ซัดเข้าฝั่งบริเวณอ่าวพร้าว เกาะเสม็ด กินพื้นที่ยาว 400-500 ร้อยเมตร กว้าง 30-40 เมตร (http://www.dailynews.co.th/politics) ซึ่งส่งผลกระทบในวงกว้างในพื้นที่ โดยเราอาจกล่าวได้ว่าเหตุการณ์ดังกล่าวเป็นกรณีน้ำมันรั่วไหลลงสู่ทะเลครั้งใหญ่มากที่สุดครั้งหนึ่งของประเทศ ดังนั้น ประเด็นในด้านการจัดการ การเตรียมความพร้อม และด้านประสบการณ์เกี่ยวกับอุบัติเหตุการรั่วไหลหรือการปนเปื้อนของน้ำมันทางทะเล จึงเป็นคำถามที่หลากหลายภาคส่วนให้ความสนใจและต้องการทราบถึงแนวทางการดำเนินการเพื่อรับมือกับสถานการณ์ดังกล่าว จากการที่ผู้เขียนได้มีโอกาสสอนและทำวิจัยเกี่ยวกับการแยกและบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมัน จึงอยากแลกเปลี่ยนแนวคิดและประสบการณ์เกี่ยวกับแนวทางการจัดการโดยรวมซึ่งจะประกอบไปด้วย 8 ขั้นตอน ดังสรุปได้รูปด้านล่าง โดยแบ่งขั้นตอนต่างๆ ออกเป็น 3 ช่วงหลัก



1. ***<u>การหยุดการรั่วไหลของน้ำมันให้ได้โดยเร็วที่สุด (Stopping)</u>*** โดยดำเนินการตามคู่มือการปฏิบัติการในสถานการณ์ฉุกเฉินหรืออุบัติเหตุ อาทิ การหยุดการส่งน้ำมันและควบคุมสถานการณ์ด้วยการปิดวาล์วทันที เพื่อ

ไม่ให้มีการรั่วเพิ่ม การส่งสัญญาณหรือแจ้งสถานการณ์ให้บุคลากรรับทราบและให้ความร่วมมือ รวมไปถึงป้องกันการระเบิดหรือลุกไหม้ในบริเวณพื้นที่โดยรวม เป็นต้น

2. ***<u>การแจ้งเตือนและให้ข้อมูลกับภาคส่วนต่าง ๆ (Information)</u>*** โดยทันทีที่เกิดเหตุการณ์ขึ้น เจ้าหน้าที่หรือองค์กรที่เกี่ยวข้องจะต้องรีบดำเนินการแจ้งเตือนและให้ข้อมูลโดยด่วน เพื่อป้องกันไม่ให้มีผู้ เสียชีวิตหรือผู้ได้รับบาดเจ็บซึ่งอาจประกอบไปด้วย 1) เจ้าหน้าที่ที่กำลังปฏิบัติงาน และ 2) เรือประมงหรือเรือโดยสารที่อยู่บริเวณโดยรอบ นอกจากนี้ การดำเนินข้างต้นอย่างเหมาะสมและทันท่วงทีนั้น ยังส่งผลดีต่อการป้องกันผลกระทบทางอ้อมที่อาจเกิดขึ้นอีกด้วยกล่าวคือ ปัญหาต่อสุขภาพของประชากรในระยะยาวที่เกิดขึ้นจากการปนเปื้อนของน้ำมันที่รั่วไหลลงในสภาพแวดล้อม (สัตว์น้ำ พืชน้ำ และคุณภาพน้ำทะเล) นอกจากนี้ การประสานและร่วมมือกับทีมงานผู้เชี่ยวชาญนับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งในการวางแผนรับมือ และการคัดเลือกแนวทางการดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำมันที่รั่วไหล และสภาพแวดล้อมโดยรวม

3. ***<u>การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ (Sampling and Analysis)</u>*** ในส่วนนี้จะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์และเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น โดยทั่วไป มักจะแบ่งออกเป็น 3 ด้าน ได้แก่
    a. <u>ข้อมูลด้านปริมาณ</u> (ปริมาณและอัตราการไหลของน้ำมันที่รั่วไหลลงสู่ทะเล รวมถึงความเข้มข้นของน้ำมันในเฟสของเหลว) โดยข้อมูลในส่วนนี้จะมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการประเมินผลลัพธ์การดำเนินการโดยรวม (เพื่อยืนยันว่าสามารถหยุดการรั่วไหลของน้ำมันได้จริง) รวมไปถึงการประยุกต์ใช้เพื่อพิจารณาแนวทางการแยก รวมไปถึงการบำบัดและกำจัดซึ่งจะได้กล่าวถึงในส่วนต่อไป
    b. <u>ข้อมูลด้านคุณภาพ</u> (คุณภาพแหล่งน้ำ และลักษณะของสัตว์น้ำ) ซึ่งจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญในการเปรียบเทียบและประเมินผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม มนุษย์ และสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นทั้งในระยะสั้นและระยะยาว
    c. <u>ข้อมูลด้านปัจจัยทางกายภาพ</u> (สภาพภูมิประเทศ สภาพอากาศ ความเร็วลม ลักษณะคลื่น อุณหภูมิ เป็นต้น) ซึ่งจะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นและความสำคัญต่อการออกแบบและปรับเปลี่ยนแนวทางการจัดการและแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างเหมาะสมและทันท่วงที ในปัจจุบัน กล่าวได้ว่าข้อมูลทางดาวเทียมจัดเป็นเครื่องมือหนึ่งที่เข้ามามีบทบาทอย่างมากต่อการดำเนินการในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับน้ำมันทางทะเล

4. ***<u>การควบคุมและจำกัดพื้นที่ของการปนเปื้อนน้ำมัน (Contamination area Control)</u>*** โดยจะเป็นการรวบรวมและจำกัดปริมาณน้ำมันเอาไว้บนผิวน้ำในบริเวณที่ไกลจากพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวให้มากที่สุด โดยทั่วไป คราบน้ำมันถูกควบคุมโดยการใช้ทุ่นลอยน้ำ (Floating) หรือทุ่นกักน้ำมัน (Boom) ที่มีลักษณะของพื้นผิวที่เหมาะสมต่อการดักจับคราบน้ำมัน (ความไม่ชอบน้ำสูงหรือมีค่าพลังงานพื้นผิวต่ำใกล้เคียงกับของน้ำปนเปื้อนน้ำมัน รวมไปถึงมีลักษณะผิวที่ค่อนข้างขรุขระ) เพื่อป้องกันบึง ป่าชายเลน ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และพื้นที่อ่อนไหวอื่นๆ โดยในทางเดียวกัน หน่วยงานและชุมชนที่เกี่ยวข้องหรือใกล้เคียงก็ควรมีการประสานระหว่าง

กันโดยการประยุกต์ใช้ข้อมูลด้านปัจจัยทางกายภาพและข้อมูลทางดาวเทียม เพื่อก่อสร้างคันทรายหรือแนวป้องกันบริเวณนอกชายฝั่งเพื่อเป็นแนวป้องกันน้ำมัน รวมไปถึงพิจารณาหาแนวทางป้องกันและแจ้งเตือนประชาชนอีกทางหนึ่ง

ตัวอย่างการใช้งานทุ่นลอยน้ำ (Boom) เพื่อควบคุมไม่ให้คราบน้ำมันแผ่กระจาย	ตัวอย่างการป้องชายฝั่ง

โดยอาจกล่าวได้ว่าในกรณีฉุกเฉิน (Emergency situation) อย่างน้อยการควบคุมและจำกัดพื้นที่ของคราบน้ำมันให้มีประสิทธิภาพสูงที่สุดนั้น จัดเป็นการดำเนินการที่มีควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เนื่องจากเราสามารถจำแนกปริมาณและลักษณะของคราบน้ำมันซึ่งโดยทั่วไปมักจะลอยตัวอยู่บริเวณผิวน้ำได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ การดำเนินการดังกล่าวยังส่งผลดีต่อกลไกการรวมตัวของอนุภาคน้ำมัน (Coalescence mechanism) ทำให้เกิดชั้นน้ำมันที่มีความหนาขึ้น และทำให้ง่ายต่อการแยกน้ำมันปนเปื้อนดังกล่าวออกจากน้ำทะเล ด้วยขั้นตอนการแยกซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไป

5. ***<u>การแยกน้ำมันปนเปื้อน (Oil Separation)</u>*** ในทางปฏิบัติ ขั้นตอนการแยกนี้มักจะมีการดำเนินการควบคู่ไปกับขั้นตอนการควบคุมและจำกัดพื้นที่ที่กล่าวถึงข้างต้น โดยจะควบคุมและรวบรวมคราบน้ำมันให้มีความหนาหรือปริมาณเพิ่มสูงขึ้น จากนั้นจะใช้เครื่องมือเก็บคราบน้ำมัน หรือเรียกว่าอุปกรณ์สกิมเมอร์ (Skimmer) เพื่อทำการเก็บคราบน้ำมันขึ้นไปเก็บในภาชนะที่เตรียมไว้บนเรือ ในปัจจุบัน อุปกรณ์ Skimmer มีอยู่ 2 แบบ ได้แก่
    a. <u>แบบที่ใช้ระบบสูบหรือแบบไฮดรอลิค (Pumping or hydraulic devices)</u> น้ำมันจะถูกสูบออกไปหรือสกัดโดยอุปกรณ์ที่ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิก เช่น ฝายที่สามารถปรับได้ (Adjustable weir) ปัจจัยที่สำคัญคือ ความหนาของชั้นน้ำมัน ทำให้บางครั้งต้องเพิ่มกลไกที่ทำให้น้ำมันมีความหนาขึ้นก่อนที่จะเอาออกไป ยกตัวอย่างเช่น สกิมเมอร์แบบสูบ (Pump skimmer) และสกิมเมอร์แบบฝาย (Weir skimmer) เป็นต้น
    b. <u>แบบที่ใช้สมบัติการดูดซับ (Adsorption property)</u> ได้แก่ ได้แก่ สกิมเมอร์แบบลูกกลิ้ง (Drum skimmer) สกิมเมอร์แบบดิสก์ (Disc skimmer) สกิมเมอร์แบบสายพาน (Belt skimmer) เป็นต้น อุปกรณ์ประเภทนี้จะอาศัยการดูดซับบนวัสดุของน้ำกับน้ำมันที่แตกต่างกัน ซึ่งเกี่ยวกับแรงตึงผิว (Interfacial tension) ของวัสดุนั้นๆ โดยที่การเลือกใช้วัสดุที่มีค่าแรงตึงผิววิกฤตต่ำ คือ มีค่าน้อยกว่า

ค่าแรงตึงผิวของน้ำมันมากๆ ยกตัวอย่างเช่น วัสดุประเภท PTFE และฟลูออโรคาร์บอน จะยิ่งส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการแยก รวมไปถึงการคัดเลือกน้ำมันที่ดีขึ้น เนื่องจากค่าพลังงานพื้นผิวต่ำยิ่งต่ำจะส่งทำให้น้ำยิ่งเกาะติดยากขึ้น โดยเราอาจกล่าวได้ว่าอุปกรณ์ประเภทนี้ได้รับความนิยมค่อนข้างมากในการประยุกต์ใช้งานในปัจจุบัน นอกจากนี้ ในปัจจุบันได้มีชุดอุปกรณ์ดูดซับน้ำมันในกรณีฉุกเฉิน (Emergency oil spill kit) ซึ่งจะประกอบไปด้วยชนิดผ้ากรองหรือดูดซับน้ำมันที่บรรจุอยู่อยู่ในถังพลาสติกเพื่อให้ในการแยกน้ำมันปนเปื้อนออกจากเฟสน้ำ [Rachu 2009]

a) Disc skimmer (source: Highland tank)

b) Belt skimmer (Source: Ultraspin)

c) Drum skimmer (source: ELF/GPI lab)

d) Mop skimmer (source: Ultraspin)

e) Weir skimmer (Source: Skimoil)

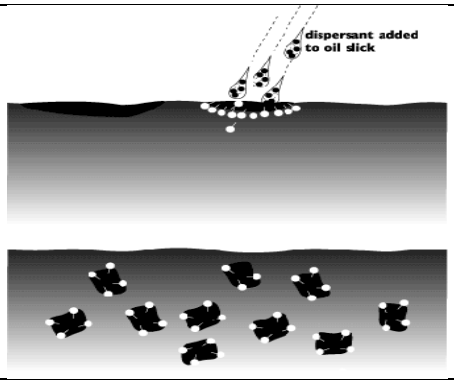
f) Pump skimmer (Source: Ro cleandesmi)

ในการนี้ เราอาจกล่าวได้ว่าขั้นตอนการควบคุมและขั้นตอนการแยก (ที่กล่าวถึงข้างต้น) จัดเป็นการบำบัดขั้นต้น (Pre-treatment) ที่มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำกลับปริมาณน้ำมันออกจากเฟสน้ำให้ได้ปริมาณมากและรวดเร็วที่สุด และเพื่อลดภาระความสกปรก (Loading) จากการปนเปื้อนของน้ำมันโดยด่วน และช่วยลดผลกระทบในด้านปริมาณสารเคมี ด้านพลังงาน ด้านค่าใช้จ่าย และผลเสียระยะยาวที่อาจเกิดขึ้นจากขั้นตอนการบำบัดและกำจัดซึ่งจะได้กล่าวถึงในส่วนต่อไป ดังนั้น การเตรียมความพร้อมในด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนการควบคุมและการแยก รวมไปถึงการออกแบบ เลือกใช้งานอุปกรณ์ และเดินระบบอย่างเหมาะสมและทันท่วงทีนับว่ามี

ความจำเป็นและสำคัญอย่างยิ่งต่อการรับมือกับอุบัติเหตุเกี่ยวกับการรั่วไหลหรือการปนเปื้อนของน้ำมันทางทะเล

6. ***<u>การบำบัดและกำจัด (Treatment and Disposal)</u>*** สำหรับการดำเนินการในขั้นตอนนี้มักจะเกี่ยวข้องกับการจัดการกับปริมาณน้ำมันที่หลงเหลือภายหลังจากขั้นตอนการควบคุมและขั้นตอนการแยก หรือจัดการกับอนุภาคน้ำมันที่กระจายออกไปภายนอกบริเวณที่ได้ทำการควบคุมไว้ โดยจัดเป็นกระบวนการ Post-treatment โดยเราอาจแบ่งรูปแบบการดำเนินการ ที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน (ตามความเข้มข้นและพื้นที่ปนเปื้อน) ออกเป็น 4 วิธี ได้แก่

   a. <u>วิธีการกระจายน้ำมัน (Oil dispersion method)</u> สำหรับวิธีการนี้ สารเคมีจำพวกสารลดแรงตึงผิว (Surfactant) และสารกระจาย (Dispersant) ซึ่งเป็นสารเพิ่มการกระจายตัวของน้ำมันมักจะถูกนำมาใช้เพื่อเร่งกระจายตัวของน้ำมันให้น้ำมันแตกตัวเป็นอนุภาคขนาดเล็กและสามารถย่อยสลายได้ง่ายด้วยจุลินทรีย์ โดยการโปรยจากเครื่องบินและการฉีดเข้าไปที่จุดที่มีการรั่วไหลของน้ำมัน ถึงแม้ว่านักวิจัยหลายคนจะยังมีความกังวลเกี่ยวกับผลข้างเคียงของสารเคมีนี้ทั้งต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม แต่หลายหน่วยงานก็ยังคงยืนยังว่าการใช้สารเพิ่มการกระจายตัวของน้ำมันจะช่วยให้จัดการน้ำมันได้ง่ายขึ้น และพิษของสารเคมีนี้ก็ยังมีน้อยกว่าน้ำมันเอง โดยเทคนิคนี้ได้มีการประยุกต์ใช้งานสารกระจายน้ำมันจำพวก Corexit : Corexit EC9500A และ Corexit EC9517A ในเหตุการณ์การระเบิดและลุกไหม้ของแท่นขุดเจาะน้ำมัน “ดีป วอเตอร์ ฮอไรซัน” (Deepwater Horizon) ของบริษัทบริติช ปิโตรเลียม (บีพี) ในอ่าวเม็กซิโก ประเทศสหรัฐอเมริกา ในปัจจุบัน ได้มีการคิดค้นและออกแบบสารหรือชีวภัณฑ์ทางธรรมชาติที่ประกอบไปด้วยสารกระจายน้ำมันหรือสารลดแรงตึงผิวธรรมชาติ (Bio-surfactant) จุลินทรีย์ และเอนไซม์ ซึ่งสามารถทำหน้าที่ทั้งการกระจายอนุภาคน้ำมันให้มีขนาดเล็กและเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมัน รวมไปถึงช่วยลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมจากการใช้สารเคมีอีกทางหนึ่งด้วย

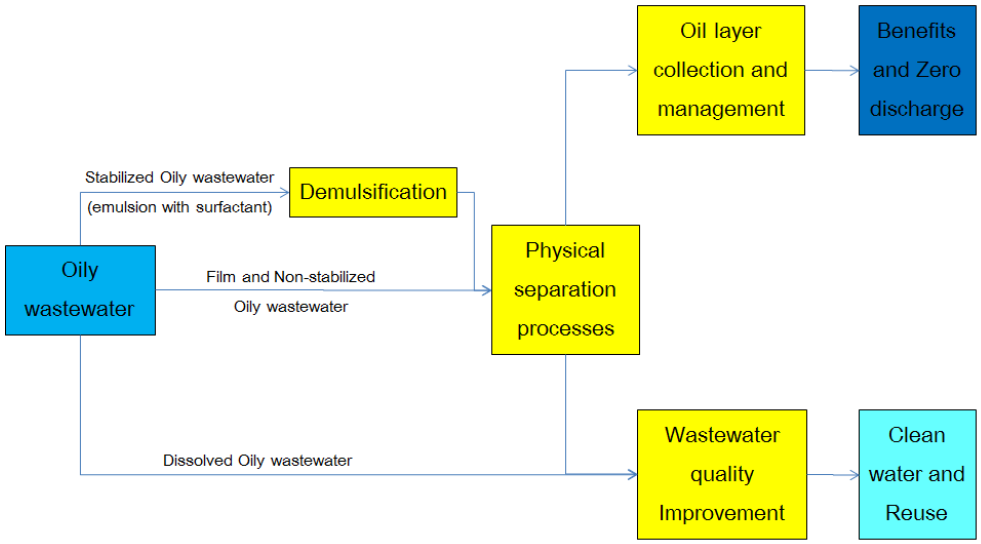
<table>
<tr><td> </td><td> 
</td></tr>
<tr><td>ตัวอย่างการการฉีกพ่นสาร Dispersant ในอ่าวเม็กซิโก</td><td>ตัวอย่างกลไกการทำงานของสาร Dispersant ในการทำให้หยดน้ำมันมีขนาดเล็กลง</td></tr>
<tr><td colspan="2">http://rdscience-news.blogspot.com/2010/05/blog-post.html</td></tr>
</table>

โดยทั่วไป วิธีการนี้ควรใช้จัดการกับความเข้มข้นน้ำมันปนเปื้อนที่ค่อนข้างต่ำและมีพื้นที่ปนเปื้อนของคราบน้ำมันในวงกว้าง รวมไปถึงอยู่ห่างไกลจากพื้นที่ที่มีความอ่อนไหว (ชุมชน สถานที่ท่องเที่ยว หรือฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) นอกจากนี้ ควรทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้านกายภาพและข้อมูลดาวเทียมเพื่อใช้ในการออกแบบ ติดตามการกระจายตัวและการเคลื่อนที่ของอนุภาคน้ำมัน และควบคุมการทำงานอย่างเหมาะสม

b. วิธีการดูดซับน้ำมันและตกตะกอน (Adsorption and Sedimentation method) สำหรับวิธีนี้จะอาศัยกลไกการดูดซับอนุภาคน้ำมันให้มาเกาะติดอยู่ที่ตัวกลางดูดซับน้ำมัน (Oil adsorbent) จากนั้นปล่อยตัวกลางดังกล่าวตกตะกอนลงสู่พื้นทะเลด้านล่างด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก เพื่อรอให้เกิดการย่อยสลายอนุภาคน้ำมันทางธรรมชาติ (Bio-degradable) ด้วยจุลินทรีย์ โดยทั่วไป ตัวกลางดูดซับที่ใช้งานมักจะทำมาจากวัสดุตามธรรมชาติ รวมไปถึงมีขนาดและความถ่วงจำเพาะที่เหมาะสมต่อการตกตะกอน ในปัจจุบัน ได้มีการออกแบบสารดูดซับธรรมชาติที่ประกอบไปด้วยจุลินทรีย์และเอนไซม์เพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายน้ำมันอีกทางหนึ่งด้วย *โดยทั่วไป วิธีการนี้มักใช้จัดการกับความเข้มข้นน้ำมันปนเปื้อนที่ค่อนข้างต่ำและมีพื้นที่ปนเปื้อนของคราบน้ำมันในวงกว้าง รวมไปถึงอยู่ใกล้กับพื้นที่ที่มีความอ่อนไหว (ชุมชน สถานที่ท่องเที่ยว หรือฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) เช่นเดียวกับวิธีการกระจายน้ำมันที่กล่าวถึงข้างต้น ข้อมูลกายภาพและดาวเทียมนับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำเนินการ นอกจากนี้ เราควรประยุกต์ใช้สารดูดซับให้เหมาะสมกับผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นน้ำมันปนเปื้อนในพื้นที่ต่างๆ ทั้งนี้ เพื่อคำนวณและควบคุมปริมาณสารดูดซับที่จำเป็นต้องใช้อย่างเหมาะสม เนื่องจากในกรณีที่ใช้ในปริมาณมากเกินไป สารดูดซับดังกล่าวจะกลายเป็นชันตะกอนน้ำมันที่พื้นทะเล รวมไปถึงส่งผลเสียต่อสภาพแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตในทะเล และค่าใช้จ่ายในการดำเนินการโดยรวม*

c. วิธีการสูบส่งและบำบัด (Onsite pump and treat method) สำหรับการดำเนินการด้วยวิธีนี้กล่าวได้ว่าเราสามารถประยุกต์ใช้แนวทางการบูรณาการระบบบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมัน ซึ่งโดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน เพื่อจัดการบำบัดน้ำเสียปนเปื้อนน้ำมันทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ 1) การทำลายเสถียรภาพของอิมัลชัน (Demulsification) ในกรณีที่มีการปนเปื้อนด้วยสารลดแรงตึงผิวหรือในกรณีที่มีเสถียรถาพของอิมัลชันสูง 2) การบำบัดหรือแยกเฟสน้ำและน้ำมันออกจากกันด้วยกระบวนการกายภาพ (Physical treatment process) 3) การบำบัดน้ำมันที่ละลายได้ในน้ำเสียและส่วนน้ำใสที่ได้จากการบำบัดด้วยวิธีทางกายภาพ โดยเป็นการเพิ่มคุณภาพของน้ำทิ้งที่ปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม (Wastewater quality improvement) และ 4) การจัดการส่วนที่เป็นน้ำมันเข้มข้น (Oil layer management) เพื่อนำน้ำมันส่วนดังกล่าวไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด [Aurelle. 1995 และ พิสุทธิ์ เพียรมนกุล. 2549] *โดยทั่วไป วิธีการนี้มักใช้จัดการกับความเข้มข้นน้ำมันปนเปื้อนและมีพื้นที่ปนเปื้อนของคราบน้ำมันปานกลาง รวมไปถึงอยู่ใกล้กับพื้นที่ที่มีความอ่อนไหว (ชุมชน สถานที่*

ท่องเที่ยว หรือฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) โดยอาจทำการติดตั้งระบบบำบัดน้ำเสียบนเรือที่เคลื่อนที่ไปในทะเล หรือติดตั้งระบบบำบัดบริเวณนอกชายฝั่ง นอกจากนี้ ผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นน้ำมันปนเปื้อนนับว่าจำเป็นอย่างยิ่งต่อการออกแบบและเลือกสภาวะการเดินระบบบำบัดอย่างเหมาะสม ซึ่งจะส่งผลดีต่อประสิทธิภาพการบำบัดและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการโดยรวม



d. วิธีการเผาทำลาย (Combustion method) จัดเป็นวิธีการดำเนินการที่อาศัยกลไกการเผาไหม้เพื่อเปลี่ยนรูปของอนุภาคน้ำมันที่ปนเปื้อนในเฟสน้ำให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์หลักได้แก่ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O) โดยวิธีนี้ได้มีการประยุกต์ใช้งานในการกำจัดน้ำมันออกจากเฟสน้ำที่เกิดจากเหตุการณ์การระเบิดและลุกไหม้ของแท่นขุดเจาะน้ำมันของบริษัทบริติช ปิโตรเลียม (บีพี) ในอ่าวเม็กซิโก ประเทศสหรัฐอเมริกา อย่างไรก็ตาม ประเด็นด้านมลพิษอากาศจากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ และการเกิดมลพิษประเภทออกไซด์ของซัลเฟอร์ (SOx) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) จัดเป็นสิ่งที่วิศวกรและผู้ที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญและพิจารณาในการประยุกต์ใช้งานวิธีการเผาทำลาย นอกจากนี้ ผลจากก๊าซ CO_2 ที่ได้จากการเผาไหม้ยังเป็นปัจจัยหลักต่อการเกิดปัญหาการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศของโลก (Climate change) อีกทางหนึ่งด้วย

ตัวอย่างการการประยุกต์ใช้วิธีการเผาทำลาย

(http://www.oilspillsolutions.org/controlledburning.htm)

โดยทั่วไป วิธีการนี้มักใช้จัดการกับความเข้มข้นน้ำมันปนเปื้อนที่ค่อนข้างสูง และมีพื้นที่ปนเปื้อนของคราบน้ำมันต่ำ (อยู่ในวงจำกัด) รวมไปถึงอยู่ห่างไกลกับพื้นที่ที่มีความอ่อนไหว (ชุมชน สถานที่ท่องเที่ยว หรือฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ) โดยข้อมูลกายภาพ (ลม สภาพอากาศ) และดาวเทียมนับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการดำเนินการ นอกจากนี้ ควรมีการเตรียมอุปกรณ์และแนวทางการควบคุมการเผาทำลายให้ได้อย่างเหมาะสมและทันท่วงที เพื่อรับมือกับภาวะที่ไม่คาดคิด อาทิ การลุกลามของเปลวไฟ เป็นต้น

7. ***การติดตามตรวจสอบ (Monitoring)*** สำหรับการดำเนินการในขั้นตอนนี้ จะเกี่ยวข้องกับการตรวจสอบอุปกรณ์และระบบ (Equipment and System) ที่นำมาใช้งาน โดยทั่วไป มักจะถูกใช้งานเป็นระยะเวลาค่อนข้างนานและอยู่ในสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน (ขึ้นกับสภาพอากาศ คนหรือเจ้าหน้าที่ และอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้เสมอ) นอกจากนี้ ในขั้นตอนนี้ยังสัมพันธ์กับการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ผลการดำเนินการตามแนวทางที่กล่าวถึงข้างต้น โดยจะเกี่ยวข้องกับปริมาณและความเข้มข้นของน้ำมันที่ปนเปื้อนอยู่ในองค์ประกอบส่วนต่างๆ อาทิ

   a. เฟสของเหลว (Liquid phase) เกี่ยวข้องกับมลพิษทางน้ำในรูปของน้ำมัน สารเคมี และสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยากทางชีวิต (Refractory organic substance) ในบริเวณพื้นที่โดยรอบที่ได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อนของการั่วไหลของน้ำมัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งอนุภาคน้ำมันส่วนที่ละลายน้ำได้ (เช่น โลหะหนัก ไฮโดรคาร์บอนขนาดเล็ก ฯลฯ) ซึ่งควรมีการระบุความเสี่ยงในการสะสมในระบบนิเวศน์และระยะเวลาครึ่งชีวิตในการย่อยสะลาย (เพื่อใช้เป็นพารามิเตอร์ติดตามสภาพการกระจายตัว ประเมินประสิทธิภาพของเจือจางทางธรรมชาติ (Natural dilution) การย่อยสลายตามธรรมชาติ และผลกระทบทางระบบนิเวศน์อื่นๆ
   b. เฟสก๊าซ (Gas phase) เกี่ยวข้องกับมลพิษอากาศ เช่น ปริมาณ NOx หรือ SOx รวมไปถึงสารอินทรีย์ระเหยง่าย (VOCs) ที่อาจเกิดขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิ และความดัน
   c. เฟสของแข็ง (Solid phase) เกี่ยวข้องกับของเสียที่ต้องมีการจัดการอย่างเหมาะสม อาทิ ตะกอนน้ำมันที่พื้นทะเล ชั้นหิน ชั้นทราย หรือแนวปะการัง ที่อาจเกิดการปนเปื้อน
   d. สัตว์น้ำและสิ่งมีชีวิต (Aquacultural living organism) เกี่ยวข้องกับการปนเปื้อนของน้ำมันในสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมสู่ประชากร และการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศน์ของทะเลและชายฝั่งอย่างไม่เหมาะสม

   การดำเนินการติดตามและเก็บข้อมูลข้างต้นอย่างต่อเนื่องนั้น จะทำให้เราทราบถึงสถานการณ์ของปัญหาการรั่วไหลของน้ำมัน และประสิทธิภาพการดำเนินการได้อย่างทันเหตุการณ์ ซึ่งจะส่งผลดีต่อการวางแผนและปรับเปลี่ยนรูปแบบการดำเนินการของแต่ละแนวทางที่กล่าวถึงข้างต้น รวมไปถึงการจัดสรรทีมงานได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้ ข้อมูลที่ได้ข้างต้นยังสามารถถูกประยุกต์ใช้เพื่อการจัดทำสมดุลมวล (Mass balance)

ของปริมาณน้ำมัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการในขั้นตอนการฟื้นฟูสภาพ (Remediation method) ซึ่งกล่าวได้ว่าจะเป็นขั้นตอนสุดท้ายในการดำเนินการ อย่างไรก็ตาม ขั้นตอนนี้มักจะถูกมองข้ามหรือถูกให้ความสำคัญค่อนข้างน้อยจากทีมทำงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น ผู้เขียนหวังว่าบทความนี้จะทำให้หลายๆ ภาคส่วนเล็งเห็นถึงความสำคัญของการดำเนินการในขั้นตอนนี้ต่อไป

8. ***<u>การฟื้นฟูสภาพ (Remediation)</u>*** สำหรับการดำเนินการในขั้นตอนนี้กล่าวได้ว่ามักจะเป็นขั้นตอนสุดท้าย (Final Step) ของการดำเนินการเพื่อจัดการกับน้ำมันที่รั่วไหลในทะเล ดังนั้น ก่อนที่จะเริ่มการดำเนินการในขั้นตอนนี้ เราควรที่จะทราบให้แน่ชัดถึงข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการในขั้นตอนต่างๆ ที่กล่าวถึงข้างต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเด็นที่ว่า

    - เราสามารถหยุดการรั่วไหลของน้ำมันจากแหล่งกำเนิดได้แล้วหรือยัง ?
    - ยังมีปริมาณน้ำมันอีกเท่าไหร่ที่แขวนลอยอยู่ในทะเล ?
    - ประสิทธิภาพการแยก รวมไปถึงการบำบัดและกำจัดจะเป็นอย่างไร ?
    - ลักษณะการเคลื่อนที่ และระยะเวลาที่จะเคลื่อนที่เข้าสู่ฝั่งเป็นเท่าใด ?

    เนื่องจากจะส่งผลต่อการวางแผนในการฟื้นฟูสภาพ (อาจต้องมีการปิดกั้นพื้นที่เพื่อดำเนินการ) และการประสิทธิภาพการดำเนินการโดยรวม นอกจากนี้ การดำเนินการในขั้นตอนนี้ยังต้องการความร่วมมือจำนวนมากจากหลากหลายภาคส่วนที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นองค์กรต้นเหตุของปัญหา หน่วยงานภาครัฐ (ส่วนกลาง และส่วนท้องถิ่น) นักวิชาการและผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ รวมไปถึงภาคประชาชน เนื่องจากเราคงปฏิเสธไม่ได้ว่าไม่ว่าจะมีการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนข้างต้นอย่างเหมาะสมและเต็มความสามารถอย่างไรก็ตาม แต่ในความเป็นจริงแล้วก็จะยังคงมีอนุภาคน้ำมันที่สะสมหรือแขวนลอยอยู่ในสภาพแวดล้อม (โดยเฉพาะอย่างยิ่งส่วนที่ปนเปื้อนอยู่บริเวณชายฝั่ง ซึ่งส่งผลกระทบต่อการใช้ชีวิตและการประกอบอาชีพของประชากร) นอกจากนี้ การโปรยและใส่สารเคมีหรือสารดูดซับเพื่อจัดการกับคราบน้ำมันนั้น ก็จัดเป็นอีกองค์ประกอบหนึ่งที่สะสมอยู่ในสภาพแวดล้อมและส่งผลต่อระบบนิเวศน์ของพื้นที่โดยรวม ดังนั้น แนวทางการฟื้นฟูสภาพที่ควรพิจารณาและความสำคัญนั้น น่าจะประกอบไปด้วย

ตัวอย่างการการฟื้นฟูสภาพ (Remediation) เพื่อจัดการกับพื้นที่บริเวณชายฝั่งอ่าวเม็กซิโก

a. การจัดการกับพื้นที่บริเวณชายฝั่ง (Management of contaminated area / coast) โดยทั่วไปมักจะเกี่ยวข้องกับการจัดเก็บทรายที่ปนเปื้อนน้ำมันออกจากพื้นที่ และการทำความสะอาดพื้นที่โดยรอบ และจัดการกับซากพืชซากสัตว์ที่อาจก่อให้เกิดปัญหาเรื่องกลิ่นเหม็นตามมา
b. การจัดการกับตะกอนน้ำมันที่พื้นทะเล (Oil sediment management) และการบำบัดน้ำเสียในพื้นที่ที่มีความอ่อนไหว (Wastewater treatment) โดยควรมีการดำเนินการในสองส่วนอย่างต่อเนื่องควบคู่ไปกับการติดตามตรวจสอบ (Monitoring) อย่างเป็นระบบ
c. การจัดอบรมและให้ความรู้ (Training) กับภาคส่วนต่างๆ เพื่อให้ข้อมูลในด้านต่างๆ อาทิ ที่มาและผลกระทบที่เกิดขึ้น แนวทางการดำเนินการและประเด็นต่างๆ ที่ควรพิจารณาปรับปรุง แนวปฏิบัติสำหรับเจ้าหน้าที่และประชาชนทั่วไป รวมไปถึงคำแนะนำที่เหมาะสมเกี่ยวกับข้อควรปฏิบัติในการฟื้นฟูสภาพและระบบนิเวศน์โดยรวม

โดยสรุป แม้ว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่เกิดขึ้นกับแท่นขุดเจาะน้ำมัน Deepwater Horizon ของบริษัทบริติช ปิโตรเลียม (บีพี) ในอ่าวเม็กซิโก ประเทศสหรัฐอเมริกา เมื่อกว่า 3 ปีที่ผ่านมา (น้ำมันดิบปริมาณมากถึง 4.9 ล้านบาร์เรล (780,000 ลูกบาศก์เมตร) รั่วไหลออกสู่อ่าวเม็กซิโกเป็นเวลานานถึง 3 เดือน ก่อนที่การรั่วไหลจะสามารถหยุดได้ และต้องใช้เวลานานถึง 5 เดือน กว่าที่การปิดตายบ่อน้ำมันอย่างถาวร) เราอาจกล่าวได้ว่าปริมาณการรั่วไหลของน้ำมันที่เกิดขึ้นในประเทศเราจะมีค่าที่ต่ำกว่ามากๆ (กว่า 4000 เท่า) แต่ก็จะเห็นได้ว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นจากน้ำมันรั่วไหลนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อขาดความชัดเจนในการจัดการ การเตรียมความพร้อม และประสบการณ์ ก็สามารถส่งผลเสียในวงกว้างให้กับหลากหลายภาคส่วนของประเทศ ดังนั้น การป้องกันและการเตรียมความพร้อมเพื่อรับมากับเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้น จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ทุกๆ ฝ่ายต้องให้ความสำคัญ รวมถึงเราควรให้เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเป็นบทเรียนที่จะต้องไม่เกิดขึ้นอีก หรือถ้าเกิดขึ้นอีกก็จะต้องมีแนวทางการบริหารจัดการที่ดีกว่านี้ เพราะปัญหาดังกล่าวกระทบกับระบบเศรษฐกิจ การท่องเที่ยว สิ่งแวดล้อม และเหนือสิ่งอื่นใดของผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนคนไทย