แนวทางการฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินจากการปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย

สิริอร ศรัทธาสมบูรณ์[1]

บทคัดย่อ

สาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนลงสู่ดินและน้ำใต้ดินในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงคือ การรั่วไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังกักเก็บน้ำมันใต้ดิน โดยโอกาสในการเกิดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนสารอันตราย มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่ สารปนเปื้อน เส้นทางรับหรือการแพร่กระจาย และประชากรเสี่ยงหรือผู้รับผลกระทบ ซึ่งความเป็นพิษของสารปนเปื้อนจะไม่เกิดขึ้นถ้าสามารถกำจัดองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งไป ปัจจุบัน บริษัทผู้ค้าน้ำมันบางแห่งได้ดำเนินการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงแล้ว ซึ่งเป็นไปตามหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย ทั้งนี้ การคัดเลือกเทคนิคที่จะใช้ในการบำบัดฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงที่เหมาะสมนั้น มีปัจจัยหลายอย่างที่ต้องนำมาพิจารณา ไม่ควรจำกัดเพียงแค่วิธีใดวิธีหนึ่ง โดยอาจจะเป็นการนำเทคโนโลยีการบำบัดฟื้นฟูเทคนิคเดียวหรือผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีการบำบัดตั้งแต่ 2 เทคนิคขึ้นไป อย่างไรก็ตาม การจัดการพื้นที่ปนเปื้อนยังถูกกำหนดเป็นเพียงแนวทางการจัดการ ไม่ได้มีข้อบังคับทางกฎหมายและบทลงโทษให้ต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด บริษัทผู้ค้าน้ำมันบางแห่งจึงยังไม่ดำเนินการจัดการพื้นที่ปนเปื้อน ดังนั้น หน่วยงานภาครัฐจึงควรมีการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพขึ้น โดยเฉพาะการให้ความสำคัญกับการกระจายอำนาจด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมให้กับท้องถิ่น การบังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวด และการเปิดโอกาสให้กับภาคประชาชนในการเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ : สารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน

---

[1] นักศึกษาหลักสูตรการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์ กรุงเทพฯ 10240;

Remediation of Petroleum Hydrocarbons Contaminated in Soil and Groundwater at Gas Service Station in Thailand

Sirion Satthasomboon [1]

ABSTRACT

The major reason of petroleum hydrocarbons contaminated in soil and groundwater at various gas service stations is oil leak from underground storage tank. There are three essential elements created a potential health and environmental risk which are Source (contaminant), Pathway and Receptor. They create a potential risk where the three are linked. Without Source-Pathway-Receptor linkage, there is no risk. Currently, some oil companies in Thailand have implemented site contamination assessment and management at their gas service stations in compliance with Pollutor Pays Principle. Regarding the selection of approriate remediation techniques for petroluem hydrocarbons contaminated in soil and/or groundwater at gas service stations, several factors should be considered. We should not only fix on any remediation technique. We might consider a single remediation technique or combination of more than two remediation techniques. However, some oil companies have not yet implemented site contamination assessment and management. This is because there is no regulation and law enforcement for site contamination assessment and management in Thailand. In addition, there is no strictly penalty currently. Therefore, government sector should develop their management system and decentralize of environmental management to local administration. Public should be allowed to participate and involve in environmental management.

Keyword : petroluem hydrocarbons

[1]Master of science in Environmental management Student , Faculty of Social and Environmental Development, National Institute of Development Administration (NIDA)

118 Moo3, Sereethai Road , Klong-Chan, Bangkapi,Bangkok 10240

บทนำ

การพัฒนาประเทศ ปัจจัยหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ขาดไม่ได้ คือ แหล่งเชื้อเพลิงจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม น้ำมันเชื้อเพลิงเป็นตัวจักรสำคัญในการผลักดันระบบเศรษฐกิจและสังคม และได้กลายเป็นสิ่งจำเป็นพื้นฐานในชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน สารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนเป็นสารประกอบหลักในน้ำมันเชื้อเพลิงและผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม การปนเปื้อนของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสิ่งแวดล้อมก่อให้เกิดพิษต่อสิ่งมีชีวิตทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง องค์ประกอบบางชนิดในปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนสามารถสะสมในร่างกายของสิ่งมีชีวิตและถ่ายทอดผ่านห่วงโซ่อาหารได้ การปนเปื้อนสารกลุ่มนี้ในสิ่งแวดล้อมจึงเป็นปัญหาสำคัญที่อาจส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของมนุษย์ ควรถูกกำจัดออกจากสิ่งแวดล้อมโดยเร็ว (Perelo, 2010) โดยวิธีการบำบัดฟื้นฟูที่ถูกต้องและเหมาะสม

แหล่งที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนสู่สิ่งแวดล้อมใกล้ตัวเรา ก็คือ สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งตั้งกระจายอยู่โดยรอบบริเวณสถานประกอบการและแหล่งที่อยู่อาศัยต่าง ๆ สาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งของการปนเปื้อนของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนลงสู่ดินและน้ำใต้ดิน คือ ปัญหาการรั่วไหลของน้ำมันเชื้อเพลิงจากถังกักเก็บใต้ดินในสถานีบริการน้ำมัน ก่อให้เกิดการปนเปื้อนสู่ดินและมีโอกาสปนเปื้อนลงสู่น้ำใต้ดินได้ ปัญหาเหล่านี้ถ้าไม่มีการป้องกันและเตรียมการแก้ไขจะทำให้เกิดปัญหาต่อสภาพแวดล้อมและในที่สุดจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อมนุษย์

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

2.1 เพื่อศึกษาความเสี่ยงจากการรั่วไหลของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย และการดำเนินงานในปัจจุบันเพื่อจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน

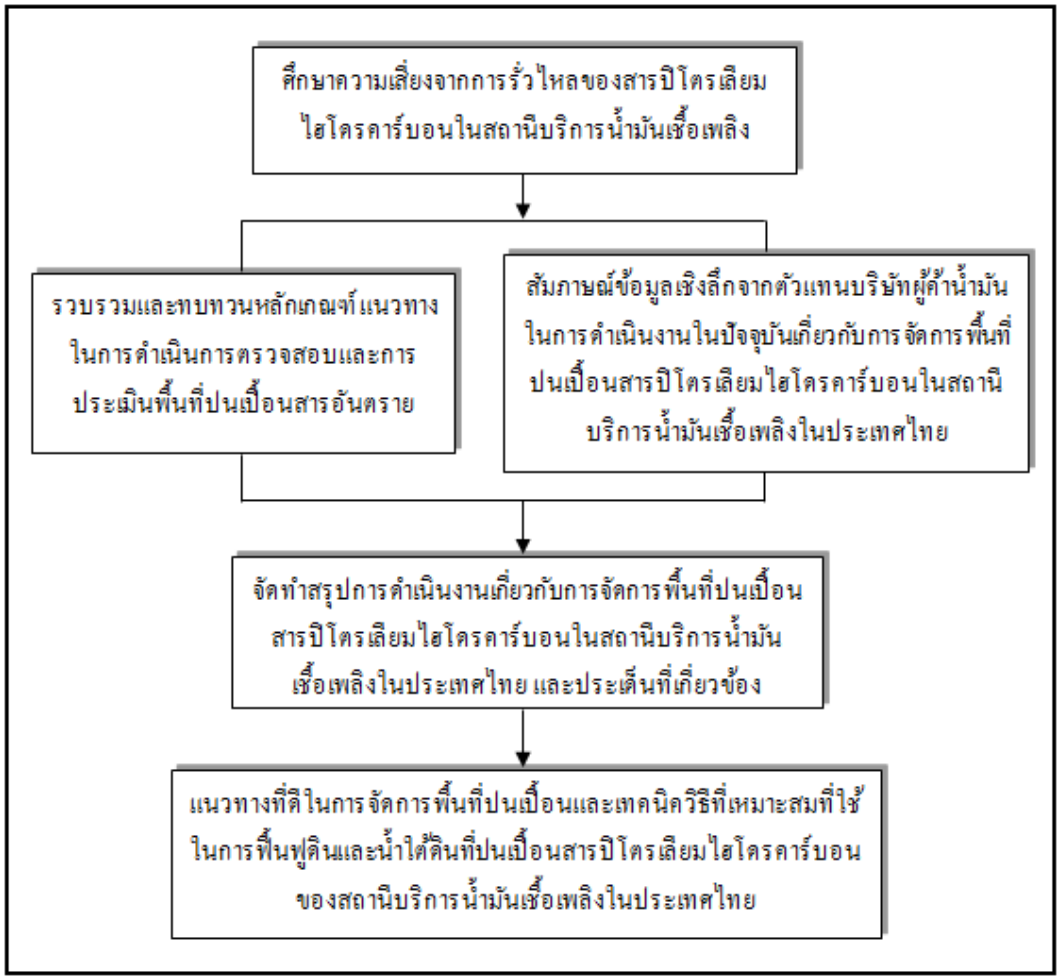
2.2 เพื่อทบทวนหลักเกณฑ์และแนวทางในการดำเนินการตรวจสอบและการประเมินพื้นที่การปนเปื้อนของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย

2.3 เพื่อศึกษาหาแนวทางการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนและเทคนิควิธีที่เหมาะสมที่ใช้ในการฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย

วิธีการศึกษาและกรอบแนวคิดในการศึกษา

ทำการศึกษาจากข้อมูลปฐมภูมิ โดยการสัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ที่เกี่ยวข้องของบริษัทผู้ค้าน้ำมัน เพื่อทราบถึงการดำเนินงานในปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน และเพื่อหาแนวทางที่ดีในการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนและเทคนิควิธีที่เหมาะสมที่ใช้ในการฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินที่

ปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย และรวบรวมข้อมูลจากการสัมมนาทางวิชาการที่เกี่ยวข้อง นอกจากนี้ยังทำการศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิ โดยศึกษาข้อมูลที่ได้จากการรวบรวมและทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักเกณฑ์ แนวทางในการดำเนินการตรวจสอบและการประเมินพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย โดยการรวบรวมและทบทวนเอกสารจากประกาศ คู่มือ และข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินการตรวจสอบ การประเมินพื้นที่ปนเปื้อน และการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนที่ออกโดยกรมควบคุมมลพิษ และกรมโรงงานอุตสาหกรรม และการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนของต่างประเทศ โดยมีกรอบแนวคิดในการศึกษา แสดงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 กรอบแนวความคิดในการศึกษา

ผลการศึกษา

ข้อมูลจากการสัมภาษณ์บริษัทผู้ค้าน้ำมัน 3 แห่ง พบว่ามีบริษัทผู้ค้าน้ำมันจำนวน 2 แห่งที่ดำเนินการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงอยู่แล้ว ซึ่งเป็นผลมาจากนโยบายของบริษัทแม่ที่ส่งเสริมให้มีการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนตามหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle) และถือเป็นความรับผิดชอบต่อสังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางที่มีความเหมาะสม ในขณะที่บริษัทผู้ค้าน้ำมันอีกหนึ่งแห่งยังไม่มีการดำเนินการจัดการพื้นที่ในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงใด ๆ เนื่องจากยังไม่มีกฎหมาย หรือข้อบังคับใด ๆ ที่จะต้องดำเนินการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง และนโยบายของบริษัทก็ยังไม่ได้กำหนดให้มีการดำเนินการด้านนี้ ดังนั้น ภาครัฐควรสร้างความชัดเจนของบทบาทและหน้าที่ในการควบคุม ติดตามตรวจสอบสิ่งแวดล้อมในทุก ๆ สถานที่ที่มีปัจจัยเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัย ระบบนิเวศ และสิ่งแวดล้อม รวมทั้งภาครัฐควรพัฒนาและปรับปรุงกฎหมายให้มีความเหมาะสมกับสถานการณ์ของการดำเนินการจัดการพื้นที่ปนเปื้อน เพื่อให้เกิดการบังคับใช้หรือปฏิบัติได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

องค์ประกอบของความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารพิษเป็นเครื่องมือหนึ่งในการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนที่จะใช้เพื่อกำหนดระดับความเข้มข้นของสารพิษและสารอันตรายที่อาจจะสัมผัสได้ ซึ่งโอกาสในการเกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพและระบบนิเวศจากการปนเปื้อนสารเคมี มีองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ (สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ, 2553: 57-62) ได้แก่

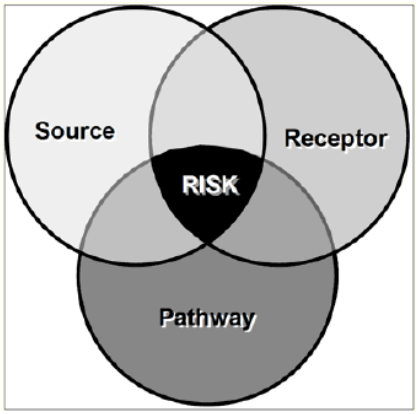
1) สารปนเปื้อน (Source) : ได้แก่ สารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนที่เกิดจากการรั่วไหลภายในสถานีบริการน้ำมัน มีสถานะเป็นของเหลว (Liquid phase) มีปริมาตรคงที่ แต่รูปร่างไม่คงที่ สามารถไหลผ่านตัวกลางที่มีรูพรุนได้ แต่องค์ประกอบบางชนิดในสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนมีความสามารถระเหยเป็นไอได้ดี และแพร่กระจายขึ้นเหนือพื้นดินได้ ซึ่งสารปนปื้อนนี้เป็นสิ่งคุกคาม (Hazard) ที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านสุขภาพ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณและความเข้มข้นของสารปนเปื้อน

2) เส้นทางรับหรือการแพร่กระจาย (Pathway) : เมื่อเกิดการรั่วไหลของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน สารปนเปื้อนจะแพร่กระจายไปได้ทั้งการระเหยไปในอากาศบางส่วน แต่โดยส่วนใหญ่จะไหลลงสู่ดินและน้ำใต้ดิน ก่อนที่จะรับเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ การซึมผ่านผิวหนัง การกิน การฉีด หรือแผลฉีกขาด เส้นทางรับของสารปนเปื้อนในการแพร่ผ่านสู่สิ่งแวดล้อมจะขึ้นอยู่กับสถานะของสารนั้น ๆ ทั้งนี้โอกาสในการเกิดความเสี่ยงจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับลักษณะทางอุทกธรณี ได้แก่ ชนิดและความพรุนของดิน ระดับน้ำใต้ดิน ความลาดเอียงของน้ำใต้ดิน และความเร็วในการไหลของน้ำใต้ดิน โดยสาร

ปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนสามารถรั่วไหลลงสู่ดินทรายได้ง่ายกว่าดินเหนียว เนื่องจากดินทรายมีความพรุนมากกว่าดินเหนียว ดังนั้นถ้าพื้นที่มีลักษณะเป็นดินทราย ก็มีแนวโน้มว่าสารปนเปื้อนเหล่านี้มีโอกาสลงสู่น้ำใต้ดินได้มากกว่า เมื่อสารปนเปื้อนรั่วไหลลงสู่น้ำใต้ดิน น้ำใต้ดินจะเป็นตัวเคลื่อนย้ายสารปนเปื้อนเหล่านี้กระจายออกไป ขึ้นอยู่กับความลาดเอียงและความเร็วในการไหลของน้ำใต้ดิน

3) ประชากรเสี่ยงหรือผู้รับผลกระทบ (Receptor) : ได้แก่ ประชาชนทั่วไป พืช หรือสัตว์ ที่มีโอกาสรับสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย โดยความรุนแรงของความเป็นพิษขึ้นกับปริมาณของสารที่ได้รับ ระยะเวลาและความถี่ที่ได้รับสาร ลักษณะและจำนวนประชากรที่ได้รับสัมผัส

ความเป็นพิษของสารเคมี สารปนเปื้อนจะไม่เกิดขึ้นถ้าประชากรไม่ได้รับสารนั้น หรือไม่มีเส้นทางการรับสัมผัสหรือแพร่กระจายสารปนเปื้อนสู่ผู้รับผลกระทบ อย่างไรก็ตาม การควบคุมเส้นทางการรับสัมผัส และกลุ่มประชากรเสี่ยงนั้นทำได้ยาก ดังนั้นการกำจัดสารปนเปื้อนออกจากพื้นที่ปนเปื้อนจึงนับว่าเป็นการจัดการความเสี่ยงที่ดีที่สุด



ภาพที่ 2 ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพและระบบนิเวศ
ที่มา: วรพงศ์ ตั้งอิทธิพลากร ,2554

แนวทางการประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพ (Qualitative Risk Assessment) โดยวิธี Risk Matrix สำหรับผู้รับผลกระทบ

การจัดลำดับความเสี่ยงต่อผู้รับผลกระทบ โดย Risk Matrix จะแสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงที่พิจารณาถึงโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดต่อผู้รับผลกระทบกับระดับความรุนแรงต่อกลุ่มผู้รับผลกระทบ ซึ่งจะเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการจัดลำดับความเสี่ยงเบื้องต้นของแต่ละสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงได้ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดลำดับความเสี่ยงต่อผู้รับผลกระทบ (Receptor Risk Matrix)

ความรุนแรงต่อกลุ่มผู้รับผลกระทบ		โอกาสที่จะเกิดต่อผู้รับผลกระทบ				
ระดับผลกระทบ (Consequence Rating)	กลุ่มผู้รับผลกระทบ (Receptors)	ระยะทางจากแหล่งกำเนิดสารปนเปื้อนถึงผู้รับผลกระทบ, เมตร (Distance, meter)				
		0-50 (5)	51-100 (4)	101-300 (3)	301-600 (2)	601-1,500 (1)
4	Public Groundwater Well	20	16	12	8	4
	Private Groundwater Well	20	16	12	8	4
	Drinking Surface Water	20	16	12	8	4
3	Non-Drinking Groundwater Well	15	12	9	6	3
	Surface Water	15	12	9	6	3
2	Sensitive Public Use	10	8	6	4	2
	Subway/Tunnel	10	8	6	4	2
	Buildings with Sub Grade Structures	10	8	6	4	2
1	Residential Buildings without Basements	5	4	3	2	1
0	No Receptors	0	0	0	0	0

การจัดทำ Risk Matrix สำหรับประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพต่อผู้รับผลกระทบ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือในการจัดลำดับความเสี่ยงของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละแห่ง โดยสามารถค้นหาข้อมูลของกลุ่มผู้รับผลกระทบได้จากการลงพื้นที่จริงเพื่อสำรวจพื้นที่รอบ ๆ รัศมีของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงและจากการสอบถามการใช้ประโยชน์ของแต่ละพื้นที่ เมื่อได้ข้อมูลครบถ้วน จึงนำข้อมูลเหล่านี้มาใส่ใน Risk Matrix เพื่อทำการประเมินผลความเสี่ยง จากการจัดลำดับความเสี่ยง หากพบว่าเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับสูง หรือระดับปานกลาง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีมาตรการหรือกิจกรรมในการป้องกัน หรือลดระดับความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่เพื่อให้ความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำที่สุด

แนวทางการฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทย

การวางแนวทางการฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนสารอันตราย จำเป็นที่จะต้องมีการกำหนดนโยบาย มาตรการ และการจัดการที่ดีจากหน่วยงานภาครัฐ รวมทั้งมีแนวทางในการบำบัดฟื้นฟูดินและน้ำ

ใต้ดินที่ปนเปื้อน เพื่อใช้ประกอบการปฏิบัติหน้าที่ของผู้ประกอบการและเจ้าหน้าที่รัฐ และให้เกิดการดำเนินงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นระบบ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นต้นแบบในการขยายผลเพื่อพัฒนาแนวทางการฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงในประเทศไทยได้

- นโยบาย มาตรการ และการจัดการ

ประเทศไทยได้มีการกำหนดแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาประเทศมาตั้งแต่ปี พ .ศ.2504 โดยที่ประเด็นปัญหาการจัดการของเสีย สารปนเปื้อน ถูกกล่าวถึงเป็นครั้งแรกในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 5 .พ.ศ)2525 - 2529) โดยมีมาตรการในการดำเนินการหลัก ๆ คือ สนับสนุนให้เอกชนมีส่วนร่วมมากขึ้นในการพัฒนาสิ่งแวดล้อม และส่งเสริมให้ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจ และมีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ในการพัฒนาสิ่งแวดล้อม

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ .ศ. 2535 ได้กล่าวถึงนโยบาย โดยรวมถึงการจัดการของเสียอันตราย การเยียวยาและการฟื้นฟูความเสียหายจากการปนเปื้อนมลพิษไว้ในมาตรา 96 และมาตรา 97 โดยมาตรา 96 ได้ระบุถึงแหล่งกำเนิดมลพิษใดก่อให้เกิดหรือเป็นแหล่งกำเนิดของการรั่วไหลหรือแพร่กระจายของมลพิษอันเป็นเหตุให้ผู้อื่นได้รับอันตรายแก่ชีวิตร่างกายหรือสุขภาพอนามัย หรือเป็นเหตุให้ทรัพย์สินของผู้อื่นหรือของรัฐเสียหายด้วยประการใด ๆ เจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษนั้นมีหน้าที่ต้องรับผิดชอบ ชดใช้ค่าสินไหมทดแทน หรือค่าเสียหายเพื่อการนั้น ส่วนมาตรา 97 กล่าวถึงกรณีทำให้เกิดความเสียหายแก่ทรัพยากรธรรมชาติหรือสาธารณสมบัติของแผ่นดิน ให้คิดค่าเสียหายเท่ากับมูลค่าของทรัพยากรธรรมชาติที่สูญหาย ถูกทำลายหรือเสียหาย

รวมทั้งทิศทางของแผนจัดการมลพิษ พ .ศ.2555 - 2559) กรมควบคุมมลพิษ, 2555(ได้เน้นแนวคิดในการลดและควบคุมการระบายมลพิษ โดยให้มีการจัดการมลพิษตั้งแต่ต้นทาง ระหว่างทาง จนถึงปลายทาง และให้ทุกภาคส่วนมีส่วนร่วมในการดำเนินการในขั้นตอนต่าง ๆ ตั้งแต่การกำกับ ติดตาม ส่งเสริม และสนับสนุนให้แหล่งกำเนิดมลพิษและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องสามารถดำเนินการในการจัดการสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามมาตรฐานหรือเกณฑ์ที่กำหนด รวมทั้งเปิดเผยและเข้าถึงข้อมูลแหล่งกำเนิดมลพิษและผลกระทบที่เกิดขึ้น พร้อมทั้งจัดให้มีระบบป้องกันและเตรียมพร้อมรองรับกรณีเหตุฉุกเฉินหรืออุบัติภัยจากการรั่วไหลของสารเคมีหรือสารอันตรายต่าง ๆ และประยุกต์ใช้หลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย (Polluter Pays Principle)

สถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง เป็นอีกหนึ่งแหล่งที่มีโอกาสในการสร้างมลพิษจากการรั่วไหลของน้ำมัน ดังนั้น แนวทางการปฏิบัติที่ดีด้านสิ่งแวดล้อมสำหรับสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงสามารถประยุกต์ใช้

แนวทางในการปฏิบัติที่ดีได้ 2 แนวทาง คือ การปฏิบัติที่ดีเพื่อการป้องกันมลพิษ (Pollution Prevention) ซึ่งเป็นกระบวนการที่ลดหรือกำจัดการเกิดมลพิษที่จุดกำเนิด (Source Reduction) เช่น การยกเลิกการใช้สาร MTBE ซึ่งเป็นสารที่ใช้เพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันแก๊สโซลีนหรือเบนซินเพื่อต้านการน็อค โดยเปลี่ยนมาใช้สารออกซิจิเนตอื่น ๆ ที่สร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า เช่น เอทานอล การสร้างภาชนะรองรับ)Containment) การรั่วไหลของถังกักเก็บน้ำมันใต้ดินและท่อน้ำมันใต้ดิน การตรวจสอบคุณภาพของระบบถังกักเก็บน้ำมันใต้ดินและท่อน้ำมันใต้ดิน และการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ อีกหนึ่งแนวทางคือ แนวทางในการเลือกใช้เทคนิควิธีที่เหมาะสมในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อม

- เทคนิควิธีที่ใช้ในการฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอน

การพิจารณาการคัดเลือกเทคโนโลยีที่จะนำมาใช้ในการบำบัด และฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนเฉพาะดินหรือมีการปนเปื้อนไปถึงชั้นน้ำใต้ดิน มีปัจจัยหลายอย่างที่ต้องนำมาพิจารณา โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเภทชนิด ความเข้มข้นของสารปนเปื้อน รัศมีการแพร่กระจายในชั้นดิน (Plume) และคุณลักษณะของชั้นดิน เป็นต้น ในกรณีที่มีการปนเปื้อนจึงมีความจำเป็นต้องมีการตรวจสอบหารายละเอียด และคุณลักษณะของปัจจัยเหล่านี้เพื่อการคัดเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสม ลักษณะข้อดี - ข้อจำกัดของเทคโนโลยีแต่ละระบบ โดยอ้างอิงจากการศึกษาของหน่วยพิทักษ์สิ่งแวดล้อมสหรัฐ (U.S .EPA) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่ในการดูแลรับผิดชอบสิ่งแวดล้อมในประเทศสหรัฐอเมริกา สามารถสรุปเป็นตารางสำหรับดินปนเปื้อนและน้ำใต้ดินปนเปื้อน ดังแสดงในตารางที่ 2 และตารางที่ 3

ตารางที่ 2 ข้อดี – ข้อจำกัดของเทคโนโลยีในการบำบัดและฟื้นฟูดินปนเปื้อน

ข้อดี	ข้อจำกัด	ประมาณค่าใช้จ่าย
เทคโนโลยี: Chemical Oxidation		
▪ สามารถกำจัดและลดการปนเปื้อนได้อย่างรวดเร็ว ▪ ใช้ระยะเวลาสั้น	▪ ต้องมีการดูแลสารเคมีที่ใช้เนื่องจากเป็นสารอันตราย ▪ มลพิษบางตัวไม่ถูกออกซิไดซ์ จึงกำจัดโดยวิธีนี้ไม่ได้	▪ ไม่สามารถประมาณการค่าใช้จ่ายได้เนื่องจากปริมาณและสารที่เลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของสารปนเปื้อน

เทคโนโลยี: Solidification/Stabilization

- สามารถใช้กับสารปนเปื้อนทุกประเภท
- ลดการเคลื่อนตัวของสารปนเปื้อนจากดินลงสู่น้ำใต้ดินได้มากกว่าร้อยละ 95

- ไม่สามารถใช้ได้ ถ้าดินปนเปื้อนอยู่ในระดับที่ลึกมาก (ลึกเกิน 6 เมตร)
  การผสมสารปรับเสถียรในพื้นที่ (In-situ) จะไม่สะดวกเท่ากับการทำนอกพื้นที่ (Ex situ)
- ดินในสภาพเสถียรและแข็งตัวอาจใช้ทำประโยชน์ในอนาคตไม่ได้
- อาจขัดขวางการเติมน้ำ (Dewatering) ในชั้นน้ำด้านล่าง

- ค่าใช้จ่ายประมาณ 50 - 80 เหรียญสหรัฐต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร (กรณีเป็นดินชื้น)
- ค่าใช้จ่ายประมาณ 190 - 330 เหรียญสหรัฐต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร (กรณีดินปนเปื้อนอยู่ลึก)

เทคโนโลยี: Soil Vapor Extraction (SVE)

- เหมาะกับสารปนเปื้อนประเภทสารระเหย เช่น สาร VOCs ใช้ระยะเวลาในการบำบัดสั้นปกติอยู่ระหว่าง 6 เดือน ถึง 2 ปี ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่
- สามารถนำสารมาแยกและนำกลับมาใช้ใหม่ได้

- กรณีดินเนื้อละเอียดและอิ่มตัวจะต้องใช้แรงอัดสุญญากาศสูงทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายมากขึ้น
  ไม่เหมาะกับดินที่มีอินทรีย์วัตถุสูงและแห้งเพราะจะทำให้ VOCs ถูกดูดซับได้ง่ายและประสิทธิภาพลดลง
- จำเป็นต้องมีการดำเนินการในขั้นตอนต่อไปเพื่อบำบัดไอระเหยที่อาจมีอันตราย

- ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดเล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 1,275 - 1,485 เหรียญสหรัฐต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร
- ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดใหญ่อยู่ในช่วงระหว่าง 405 - 975 เหรียญสหรัฐต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร

เทคโนโลยี: Soil Flushing

- ใช้ได้กับสารปนเปื้อนในหลายกลุ่ม
  สามารถนำสารปนเปื้อนประเภทน้ำมันหรือของเสียปิโตรเลียมเข้ากระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ได้
- สารลดแรงตึงผิวที่เติมเพื่อเพิ่มการละลาย

- ไม่เหมาะกับดินที่มีการซึมต่ำ เช่น ดินเหนียว
- สารลดแรงตึงผิวในบางครั้งจะดูดซับบนผิวดินและลด Effective Soil Porosity

- ค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับสององค์ประกอบหลัก คือ การซึมของดิน และความลึกของชั้นน้ำใต้ดิน
  ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดเล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 42 - 6
  เหรียญ

ข้อดี	ข้อจำกัด	ประมาณค่าใช้จ่าย
เทคโนโลยี: Soil Flushing (ต่อ)		
โดยส่วนใหญ่จะเป็นสารประเภท Nontoxic จึงมีผลกระทบต่ำหากหลงเหลือในดิน ■ ค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำ	■ อาจมีปฏิกิริยาระหว่างสารเติมในน้ำชะกากและลดการเคลื่อนที่ของมลพิษ ■ ต้องมีระบบบำบัดในขั้นตอนต่อไปสำหรับน้ำชะกากที่สูบออกมาจากดินปนเปื้อน	สหรัฐต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร ■ ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดใหญ่อยู่ในช่วงระหว่าง 24 - 35 เหรียญสหรัฐต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร
เทคโนโลยี: Bioventing		
■ ใช้ได้ดีกับดินปนเปื้อนน้ำมัน ■ สามารถใช้ร่วมกับเทคนิควิธีอื่นได้ เช่น Air Sparging, Groundwater Extraction	■ มีข้อจำกัดในการใช้กับดินที่มีความชื้นต่ำ ■ ไม่เหมาะกับดินที่มีการซึมต่ำ และมีระดับน้ำใต้ดินต่ำมาก ■ ต้องมีขั้นตอนในการตรวจสอบไอระเหยและบำบัดมลพิษที่หลุดออกมา ■ ประสิทธิภาพของระบบบำบัดจะลดลงที่อุณหภูมิต่ำ	■ ค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับสององค์ประกอบหลัก คือ ลักษณะของดิน และพื้นที่ผิวของดินที่ปนเปื้อน ■ ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดเล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 928 - 970 เหรียญสหรัฐต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร ■ ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดใหญ่อยู่ในช่วงระหว่าง 79 - 109 เหรียญสหรัฐต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร
เทคโนโลยี: Enhanced Bioremediation		
■ เป็นระบบบำบัดที่ทำได้สมบูรณ์ในพื้นที่ โดยไม่ต้องมีการนำมลพิษไปบำบัดเพิ่มเติมอีก	■ องค์ประกอบร่วมในดินอาจยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ ■ ประสิทธิภาพของระบบจะลดลงที่อุณหภูมิต่ำ ■ โลหะหนักและสารปนเปื้อนบางประเภทอาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ ■ ใช้ระยะเวลานานในการบำบัดและฟื้นฟูพื้นที่	■ ค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับ ลักษณะของดิน ประเภทของสารปนเปื้อน และระดับความเข้มข้น โดยค่าใช้จ่ายประมาณการอยู่ในช่วงระหว่าง 30 - 100 เหรียญสหรัฐต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร

ข้อดี	ข้อจำกัด	ประมาณค่าใช้จ่าย
เทคโนโลยี: Phytoremediation		
■ ใช้ได้กับสารปนเปื้อนในหลายกลุ่มรวมถึงโลหะหนัก และน้ำมัน	■ กำจัดสารมลพิษที่ปนเปื้อนในดินได้ไม่ลึกจากผิวดิน (อยู่ในระยะรากพืช) ■ ไม่เหมาะกับพื้นที่ปนเปื้อนที่มีความเข้มข้นสูงเพราะมลพิษอาจเป็นพิษต่อพืช	■ ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดเล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 626 - 2,322 เหรียญสหรัฐต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร ■ ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดใหญ่อยู่ในช่วงระหว่าง 147 - 483
เทคโนโลยี: Phytoremediation (ต่อ)		
	■ ความเป็นพิษ และ Pathway การย่อยสลายสำหรับสารอินทรีย์บางตัวยังไม่มีรายงานการศึกษาอย่างชัดเจน ■ ผลผลิตที่ได้อาจเคลื่อนที่ และปนเปื้อนสู่ชั้นน้ำใต้ดิน	เหรียญสหรัฐต่อดิน 1 ลูกบาศก์เมตร
เทคโนโลยี: Photolysis/Photodegradation		
■ ข้อจำกัดทางลักษณะพื้นดินน้อย ■ เป็นวิธีทางธรรมชาติที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม	■ ใช้เวลานานกว่าการบำบัดด้วยวิธีอื่นๆ ■ ประเมินความสำเร็จได้ยาก ■ อัตราการสลายตัวขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างของสารปนเปื้อน ทำให้ควบคุมอัตราการสลายตัวได้ยาก	■ ไม่สามารถประมาณการค่าใช้จ่ายได้เนื่องจากขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของสารปนเปื้อน

ข้อดี	ข้อจำกัด	ประมาณค่าใช้จ่าย
เทคโนโลยี: Excavation		
■ มีความแน่นอนเที่ยงตรงค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ เมื่อพิจารณาในแง่ของผลลัพธ์ ค่าใช้จ่าย และระยะเวลาที่ใช้ ■ สามารถนำมาใช้กับวิธีการอื่น ๆ ได้อย่างหลากหลาย เช่น งานขุดเพื่อฝังกลบ ขุดเพื่อนำไปกำจัดโดยการเผา หรือขุดแล้วทำการคัดแยกวัสดุที่ปนเปื้อนและไม่ปนเปื้อน (Segregation) ซึ่งช่วยให้สามารถนำวัสดุที่ไม่ปนเปื้อนกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นต้น ■ ข้อจำกัดทางลักษณะของดินน้อย	■ มีผลกระทบต่อการดำเนินงานตามปกติของพื้นที่มาก เช่น การระเหยของสารปนเปื้อนระเหยง่ายผ่านทางพื้นที่ที่ไม่มีการปิดคลุมพื้นผิว หรืออาจก่อให้เกิดความรำคาญด้านกลิ่น ฝุ่นละออง เสียงดัง หรือแรงสั่นสะเทือนแก่พื้นที่ข้างเคียงได้ ■ มีข้อจำกัดในการปฏิบัติงานมาก ซึ่งขึ้นอยู่กับความลึกและขนาดของหลุมขุด เช่น ด้านข้างของหลุมขุดต้องมีการกั้นไม่ให้ดินถล่มโดยการตอกเสากั้นดินถล่ม (Pilling) หรือการออกแบบความลาดเอียงของหลุมให้มีความมั่นคง หรือในบริเวณที่มีน้ำใต้ดินเข้ามาเกี่ยวข้องต้องมีการสูบน้ำออกจากพื้นที่ (Dewatering) ด้วย ■ ดินปนเปื้อนที่ถูกขุดขึ้นมานั้นยังต้องมีขั้นตอนนำไปทำการบำบัดหรือกำจัดต่อไป	■ ค่าใช้จ่ายขึ้นอยู่กับขอบเขตของการปนเปื้อน และลักษณะดินที่ปนเปื้อน รวมทั้งวิธีการในการบำบัดหรือกำจัดดินปนเปื้อนในขั้นตอนต่อไป

ตารางที่ 3 ข้อดี – ข้อจำกัดของเทคโนโลยีในการบำบัดและฟื้นฟูน้ำใต้ดินปนเปื้อน

ข้อดี	ข้อจำกัด	ประมาณค่าใช้จ่าย
เทคโนโลยี: Air Sparging		
■ เหมาะกับสารปนเปื้อนประเภทระเหยง่าย ได้แก่ VOCs	■ การอัดอากาศในชั้นน้ำอิ่มตัวมีข้อจำกัดและการไหลของอากาศจะไม่ค่อยสม่ำเสมอ	■ ค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับระดับความลึกของชั้นน้ำใต้ดินที่มีการปนเปื้อน

	■ อาจต้องมีขั้นตอนในการตรวจสอบไอระเหยและการบำบัดมลพิษที่หลุดออกมา	■ ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดเล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 84 - 87 เหรียญสหรัฐต่อพื้นที่ปนปื้อน 1 ลูกบาศก์เมตร ■ ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดใหญ่อยู่ในช่วงระหว่าง 24 - 27 เหรียญสหรัฐต่อพื้นที่ปนปื้อน 1 ลูกบาศก์เมตร
เทคโนโลยี: Chemical Oxidation		
■ เป็นวิธีการที่กำจัดหรือลดสารปนเปื้อนได้อย่างรวดเร็ว ใช้ระยะเวลาสั้น ■ ใช้พื้นที่น้อยในการบำบัด	■ ต้องมีการดูแลสารเคมีที่ใช้เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นสารอันตราย ■ สารปนเปื้อนบางชนิดไม่ถูกออกซิไดซ์ จึงทำการกำจัดไม่ได้โดยวิธีนี้	■ ไม่สามารถประมาณการค่าใช้จ่ายได้ เนื่องจากปริมาณและสารที่เลือกใช้ขึ้นอยู่กับชนิดของสารปนเปื้อน
เทคโนโลยี: Horizontal Wells		
■ ใช้ได้กับสารปนเปื้อนหลายกลุ่ม ■ เหมาะสมในการก่อสร้างบ่อในแนวดิ่งที่มีปัญหากับโครงสร้างดินในพื้นที่	■ ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการติดตั้ง ■ ควบคุมการกำจัดสารปนเปื้อนในบริเวณที่ต้องการได้ค่อนข้างยาก ■ ค่าใช้จ่ายสูง	■ ค่าใช้จ่ายขึ้นอยู่กับความยาวของบ่อ วิธีการที่ใช้ในการขุดเจาะและวัสดุที่ใช้ ■ กรณีใช้เครื่องเจาะไฮโดรลิค ค่าใช้จ่ายอยู่ในช่วงระหว่าง 60 - 250 เหรียญสหรัฐต่อเมตร ■ กรณีใช้เครื่องเจาะแบบโซนิค ค่าใช้จ่ายอยู่ในช่วงระหว่าง 300 - 330 เหรียญสหรัฐต่อเมตร ■ ท่อ PVC หรือ HDPE ประมาณ 164 เหรียญสหรัฐต่อเมตร

ตารางที่ 3 (ต่อ)

ข้อดี	ข้อจำกัด	ประมาณค่าใช้จ่าย
เทคโนโลยี: Treatment Walls		
■ เป็นวิธีการบำบัดที่เหมาะสมกับสารปนเปื้อนประเภทระเหยง่าย ได้แก่ VOCs และสารกึ่งระเหย ได้แก่ SVOCs	■ Treatment Walls มีอายุการทำงานและอาจต้องมีการเปลี่ยนวัสดุตัวกลาง (Media) เมื่อมีประสิทธิภาพลดลง ■ อาจเกิดการตกตะกอนหรืออุดตันจากกิจกรรมของจุลินทรีย์หรือปฏิกิริยาทางเคมีที่ตัวกั้น และทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ■ ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงเนื่องจากต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการติดตั้งและกำจัดสารปนเปื้อนบริเวณที่ต้องการค่อนข้างยาก	■ ค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับขนาดของตัวกั้นหรือกำแพง วัสดุตัวกลาง และความยากง่ายในการติดตั้ง ■ ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดเล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 1,267 - 1,681 เหรียญสหรัฐต่อพื้นที่กำแพงกั้น 1 ลูกบาศก์เมตร ■ ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดใหญ่อยู่ในช่วงระหว่าง 1,142 - 1,961 เหรียญสหรัฐต่อพื้นที่กำแพงกั้น 1 ลูกบาศก์เมตร
เทคโนโลยี: Enhanced Bioremediation		
■ เป็นระบบบำบัดที่ทำได้สมบูรณ์ในพื้นที่ โดยไม่ต้องมีการนำมลพิษไปบำบัดเพิ่มเติมอีก	■ องค์ประกอบร่วมหลายอย่างในดินอาจยับยั้งการทำงานของจุลินทรีย์ในน้ำใต้ดิน ■ ประสิทธิภาพของระบบจะลดลงที่อุณหภูมิต่ำ ■ โลหะหนักและสารปนเปื้อนบางประเภทอาจเป็นพิษต่อจุลินทรีย์ ■ ใช้ระยะเวลานานในการบำบัดและฟื้นฟูพื้นที่	■ ค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับ ลักษณะของดิน ประเภทของสารปนเปื้อน และระดับความเข้มข้น โดยค่าใช้จ่ายประมาณการอยู่ในช่วงระหว่าง 30 - 100 เหรียญสหรัฐต่อพื้นที่ 1 ลูกบาศก์เมตร

ข้อดี	ข้อจำกัด	ประมาณค่าใช้จ่าย
เทคโนโลยี: Monitored Natural Attenuation (MNA)		
▪ มีการเคลื่อนย้ายหรือเกิดของเสียจากการฟื้นฟูต่ำกว่าวิธีการอื่น ๆ ▪ บ่อเฝ้าระวังจะรบกวนพื้นที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับระบบบำบัดอื่น ๆ ▪ ค่าใช้จ่ายค่อนข้างต่ำ	▪ ไม่เหมาะกับพื้นที่ที่พบว่ามีการปนเปื้อนในระดับที่มีความเสี่ยงเกินมาตรฐานที่ยอมรับได้ ▪ สารอนินทรีย์ เช่น โลหะหนักบางชนิดอาจถูกตรึงไว้แต่จะไม่ถูกย่อยสลาย ▪ หน่วยงานต้องดูแลอย่างเคร่งครัด ▪ ต้องใช้ระยะเวลานานในการฟื้นฟู	▪ ค่าใช้จ่ายจะขึ้นอยู่กับการจัดทำโมเดลการกระจายของสารปนเปื้อน และค่าใช้จ่ายในการติดตามตรวจสอบสารปนเปื้อน
เทคโนโลยี: Phytoremediation		
▪ ใช้ได้กับสารปนเปื้อนในหลายกลุ่มรวมถึงโลหะหนัก และน้ำมัน	▪ รากพืชไม่สามารถกำจัดสารปนเปื้อนในระดับน้ำใต้ดินที่ลึก ๆ ได้ (อยู่ในระยะรากพืช) ▪ ไม่เหมาะกับพื้นที่ปนเปื้อนที่มีความเข้มข้นสูงเพราะมลพิษอาจเป็นพิษต่อพืช ▪ ความเป็นพิษ และ Pathway การย่อยสลายสำหรับสารอินทรีย์บางตัวยังไม่มีรายงานการศึกษาอย่างชัดเจน ▪ ไม่เหมาะกับสารปนเปื้อนที่ถูกดูดซับโดยผิวดินได้ง่าย	▪ ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดเล็กอยู่ในช่วงระหว่าง 16 - 18 เหรียญสหรัฐต่อพื้นที่ปนเปื้อน 1 ลูกบาศก์เมตร ▪ ค่าใช้จ่ายสำหรับพื้นที่ปนเปื้อนขนาดใหญ่อยู่ในช่วงระหว่าง 5 - 7 เหรียญสหรัฐต่อพื้นที่ปนเปื้อน 1 ลูกบาศก์เมตร

ซึ่งแต่ละวิธีการบำบัดฟื้นฟูการปนเปื้อนนั้นล้วนมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับประเภทและชนิดของสารปนเปื้อน สภาพการปนเปื้อนในพื้นที่ ลักษณะของดินและน้ำใต้ดินในบริเวณที่มีการปนเปื้อน ค่าใช้จ่าย งบประมาณที่ใช้ในการบำบัดฟื้นฟู และระยะเวลาในการดำเนินการ ซึ่งต้องนำมาพิจารณาในการคัดเลือกเทคนิคที่จะใช้ในการบำบัด ฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

สรุป อภิปรายและข้อเสนอแนะ

สรุป

องค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการที่ทำให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพและระบบนิเวศจากการปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง ได้แก่ สารปนเปื้อน (Source) เส้นทางรับหรือการแพร่กระจาย (Pathway) และประชากรเสี่ยงหรือผู้รับผลกระทบ (Receptor) ความเป็นพิษหรืออันตรายจากสารปนเปื้อนจะไม่เกิดขึ้นถ้าองค์ประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งถูกกำจัดออกไป

Risk Matrix สำหรับประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพต่อผู้รับผลกระทบ สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการจัดลำดับความเสี่ยงของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงแต่ละแห่งได้ หากพบว่าเป็นพื้นที่ที่มีความเสี่ยงอยู่ในระดับสูง หรือระดับปานกลาง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีมาตรการหรือกิจกรรมในการป้องกัน หรือลดระดับความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่เพื่อให้ความเสี่ยงอยู่ในระดับต่ำที่สุด การกำจัดสารปนเปื้อนออกจากพื้นที่ปนเปื้อนจึงนับว่าเป็นการจัดการความเสี่ยงที่ดีที่สุด

อภิปราย

ในการจัดการสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป จะมีเครื่องมืออยู่ 3 ประเภท คือ 1) เครื่องมือในการกำกับและสั่งการ เช่น การออกมาตรฐานและการตรวจจับ 2) เครื่องมือทางสังคม เช่น การสร้างจิตสำนึกและการใช้กติกาสังคม และ 3) เครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ เช่น ภาษีสิ่งแวดล้อม และหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle) เครื่องมือทั้งสามประเภทนี้ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายโดยหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ นโยบายการจัดการของเสียและพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายในวันนี้ได้มีการปรับเปลี่ยนไปตามทิศทางการพัฒนาประเทศ และสภาพทางเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลงไป ด้วยเทคโนโลยีการจัดการที่ทันสมัยและเทคโนโลยีสื่อสารที่ทำให้มีการแลกเปลี่ยนวิทยาการกันได้ง่ายมากขึ้น ความรู้ในด้านการจัดการที่ถูกต้องจึงไม่ใช่ข้อจำกัดอีกต่อไป รวมทั้งกระแสของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการจัดการด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ได้เปิดโอกาสให้ชุมชนและท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการในเรื่องนี้มากขึ้น

ดังจะเห็นได้จากหน่วยงานภาครัฐต่าง ๆ ได้แก่ กรมควบคุมมลพิษ มีการจัดทำคู่มือแนวทางการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเสริมสร้างให้เจ้าหน้าที่ท้องถิ่นและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเกิดความรู้ ความเข้าใจในการประเมินและจัดการพื้นที่ปนเปื้อนจากสารอันตราย อันมีสาเหตุมาจากการดำเนินกิจการหรือการสะสมสารเคมีของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ พื้นที่เกษตรกรรม สถานที่ฝังกลบขยะมูลฝอย หรือพื้นที่เกิดการรั่วไหลของสารอันตราย และกรมโรงงานอุตสาหกรรมได้ดำเนินการร่างกฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดหลักเกณฑ์การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงานเพื่อนำมาสู่แนวทางการปฏิบัติตามกฎหมายของผู้ประกอบกิจการโรงงาน อย่างไรก็ตาม ดูเหมือนว่าแนวทางและ

หลักเกณฑ์ดังกล่าวจะเน้นไปที่กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งยังไม่ได้ระบุชัดเจนว่าครอบคลุมถึงสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงหรือไม่ ทำให้บริษัทผู้ค้าน้ำมันบางแห่งยังไม่ได้มีการดำเนินการตรวจสอบ ประเมินและจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสถานีบริการน้ำมันของตนเอง

เมื่อพิจารณารูปแบบการจัดการของเสียและพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายในประเทศอื่น ๆ พบว่า ในหลักการนั้นไม่ได้มีความแตกต่างกัน เพราะทุกประเทศมีเป้าหมายด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน แต่ที่แตกต่างอย่างเห็นได้ชัด คือ ประสิทธิภาพในระบบการจัดการ ซึ่งผู้ศึกษามีความคิดเห็นว่าประสิทธิภาพดังกล่าว ขึ้นอยู่กับกลไกในการบริหารจัดการของประเทศนั้น โดยประเทศที่ประสบผลสำเร็จมีการดำเนินงานอย่างมีประสิทธิภาพจะมีรูปแบบการกระจายอำนาจ มีการปกครองท้องถิ่นที่เข้มแข็ง ซึ่งสำหรับประเทศไทยแล้ว การกระจายอำนาจ และความพร้อมของรัฐบาลท้องถิ่นในการจัดการกับปัญหาสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ยังมีปัญหาพอสมควร ดังนั้น หากจะทำการประเมินนโยบายการจัดการของเสียและพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายของไทย สามารถแยกประเมินนโยบายการจัดการของเสียในมุมมองต่าง ๆ ได้ดังนี้

ในระดับโครงสร้าง - ขาดระบบบริหารจัดการที่เชื่อมโยงกันระหว่างส่วนกลางและท้องถิ่น ยังมีการทับซ้อนของหน่วยงานกำกับดูแลและอำนาจหน้าที่ตามกฎหมาย ขาดการฝึกอบรมที่มีประสิทธิภาพสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง ไม่มีงานวิจัยด้านการจัดการและเทคโนโลยีการบำบัด ฟื้นฟูที่เพียงพอ

ในระดับกฎหมาย - ขาดการบังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวด ไม่มีการใช้กลไกการกำกับดูแลที่ดี บทลงโทษของกฎหมายอ่อนไปทำให้ไม่เกิดความเกรงกลัว

ในเชิงเศรษฐศาสตร์ - ภาคเอกชนไม่ได้รับการส่งเสริมหรือสร้างแรงจูงใจจากหน่วยงานภาครัฐอย่างเหมาะสม เมื่อมีการดำเนินการจัดการพื้นที่ปนเปื้อน หรือใช้เทคโนโลยีในการบำบัดฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย

ในเชิงสังคมและวัฒนธรรม - การสอดแทรกเรื่องสิ่งแวดล้อมลงในหลักสูตรการเรียนการสอน การสร้างจิตสำนึกของคนในสังคมต่อปัญหาส่วนรวม และการให้ภาคประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการกำกับดูแลการจัดการสิ่งแวดล้อม

ดังนั้น จะเห็นได้ว่า การจัดทำแนวทางการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายและการดำเนินการร่างกฎกระทรวงว่าด้วยการกำหนดหลักเกณฑ์การปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินภายในบริเวณโรงงานของประเทศไทย เป็นวิธีการเริ่มต้นที่มีความเหมาะสม แต่จะต้องมีการปรับรูปแบบการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพขึ้น โดยเฉพาะการให้ความสำคัญกับการกระจายอำนาจด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมให้กับท้องถิ่น การบังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวด การเปิดโอกาสให้กับภาคประชาชนในการเข้ามามีส่วนร่วมใน

การจัดการสิ่งแวดล้อม การเปิดโอกาสให้มีการเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายขึ้น และที่สำคัญที่เป็นปัจจัยสำคัญ คือ การบูรณาการการทำงานของภาครัฐที่เกี่ยวข้องในระดับนโยบาย การนำหลักการของผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย (Polluter Pays Principle) เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว และเป็นการสร้างแรงจูงใจ ตลอดจนส่งเสริมภาพลักษณ์ให้ผู้ก่อมลพิษเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพื่อลดการก่อมลพิษและตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นได้

ในส่วนของบริษัทผู้ค้าน้ำมันที่มีการดำเนินการตรวจสอบและประเมินพื้นที่เพื่อทำการบำบัดฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินที่มีการปนเปื้อนของสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น ผู้ศึกษามีความเห็นว่าเป็นการบริหารจัดการที่มีความเหมาะสมและเป็นประโยชน์ต่อส่วนรวมเป็นอย่างมาก ควรมีการประชาสัมพันธ์และเผยแพร่เทคนิควิธีการต่าง ๆ แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติที่ดีต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. บริษัทผู้ค้าน้ำมันหรือผู้ที่เกี่ยวข้องที่ยังไม่ได้เริ่มดำเนินการตรวจสอบและจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสามารถนำแนวทางการฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินจากการปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงฉบับนี้ไปใช้เป็นแนวทางในการดำเนินการตรวจสอบและจัดการพื้นที่ปนเปื้อนของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงของบริษัทตนเองได้

2. หน่วยงานภาครัฐสามารถนำแนวทางการฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินจากการปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนของสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิงฉบับนี้มาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางปฏิบัติที่ดีด้านสิ่งแวดล้อมของโครงการหรือกิจกรรมอื่น ๆ

3. สร้างความรู้ ความเข้าใจให้กับประชาชนที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่สนใจ เพื่อให้ทราบถึงโอกาสในการเกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพและระบบนิเวศจากการปนเปื้อนสารปิโตรเลียมไฮโดรคาร์บอนในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง

เอกสารอ้างอิง

[1] Perelo, L.W. 2010. Review: Insitu and bio-remediation of organic pollutants in aquatic sediments. **Journal of hazardous material.** 177: 81-89.

[2] กรมควบคุมมลพิษ . 2555. **กรอบแนวคิดและทิศทางของแผนจัดการมลพิษ พ .ศ.2555 - 2559.** ค้นวันที่ 24 มิถุนายน 2555 จาก http://infofile.pcd.go.th/ mgt/2FramePCD5559.pdf?CFID=8992380&CFTO KEN=16522037

[3] วรพงศ์ ตั้งอิทธิพลากร . 2554 . **การจัดการความเสี่ยงและการฟื้นฟูการปนเปื้อนมลพิษในดินและน้ำใต้ดิน .** ค้นวันที่ 12 มกราคม 2555 จาก http://infofile.pcd.go.th/ptech/Risk_management.pdf?CFID=8209841&CFTOKEN=43050317

[4] สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย กรมควบคุมมลพิษ . 2553 . **คู่มือแนวทางการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย .**พิมพ์ครั้งที่ 1 .กรุงเทพมหานคร.สหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับลิสชิ่ง :