



การประเมินภาวะการคุกคามของสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและการจัดลำดับ
ความเร่งด่วนในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย โดยระบบ Hazard Ranking Score (HRS)
ภัทราวดี วิเศษสิงห์ และธนพล เพ็ญรัตน์*

**Environmental Threat Assessment and Remedial Prioritization of Contaminated Area
using Hazard Ranking Score (HRS) System**

Patrawadee Wisedsing and Tanapon Phenrat

นิสิตหลักสูตรวิศวกรรมมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยนเรศวร

อาจารย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

*Corresponding author. E-mail: annypattra@gmail.com

บทคัดย่อ

การจัดการของเสียอันตรายที่ไม่ถูกต้องตามหลักวิชาการ เช่น การลักลอบฝังกลบหรือลักลอบทิ้งสารมลพิษในพื้นที่ที่ไม่ได้จัดเตรียมไว้ ล้วนก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารอันตรายหลายชนิดลงสู่ดินและน้ำใต้ดิน รวมถึงในบรรยากาศด้วย ก่อให้เกิดปัญหาต่อทรัพยากรธรรมชาติและส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนหรือสัตว์เลี้ยงตามมา ซึ่งประเด็นปัญหาการปนเปื้อนสารอันตรายในสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย ยังขาดแนวทางที่ชัดเจนและเหมาะสมในการจัดการปัญหา งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นเกี่ยวกับการประเมินภาวะคุกคามและจัดลำดับความเร่งด่วนในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย โดยระบบ Hazard Ranking Score (HRS) เพื่อนำไปสู่การจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม อย่างเป็นระบบและเหมาะสม โดยคำนวณคะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อน (Hazard Ranking Score, HRS) เพื่อการจัดลำดับภาวะคุกคามของพื้นที่ปนเปื้อนใน National Priority List (NPL) โดยคะแนนการจัดลำดับความอันตราย (HRS) เป็นดัชนีชี้วัดว่ามีโอกาสเกิดความเสี่ยงหรือไม่ และเสี่ยงอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ทั้งนี้ ระบบการแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขของ HRS คำนึงถึง 3 ปัจจัย และ 4 เส้นทางที่ได้รับสัมผัส โดย 3 ปัจจัย ประกอบด้วย 1) ความเป็นไปได้ที่แหล่งกำเนิดการปนเปื้อนจะก่อให้เกิดการปนเปื้อนที่กระทบประชาชน และระบบนิเวศ 2) ความเป็นพิษและปริมาณของสารอันตรายที่มีอยู่ในแหล่งกำเนิด และ 3) ประชากรและระบบนิเวศที่อาจได้รับผลกระทบ สำหรับ 4 เส้นทางที่ได้รับสัมผัสสารอันตราย ประกอบด้วย 1) การได้รับสัมผัสสารอันตรายจากน้ำใต้ดิน 2) การได้รับสัมผัสสารอันตรายจากน้ำผิวดิน 3) การได้รับสัมผัสสารอันตรายทางดิน และ 4) การได้รับสัมผัสสารอันตรายทางอากาศ ซึ่งจากผลการคำนวณคะแนนการจัดลำดับพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายสถิติในเขตควบคุมมลพิษ จังหวัดระยอง จำนวน 4 พื้นที่ โดยใช้โปรแกรม HRS Quickscore V.3.0.5 พบว่า บริษัท สตาร์ ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด (มหาชน) ได้คะแนน HRS เท่ากับ 50 บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) ได้คะแนน HRS เท่ากับ 29.20 พื้นที่คลองซากหมาก ได้คะแนน HRS เท่ากับ 50 และ พื้นที่ลักลอบทิ้งและฝังกลบกากอุตสาหกรรมบริเวณชุมชนมาบข่า อำเภอนิคมน้ำจืด จังหวัดระยอง (ไร่สับปะรด) ได้คะแนน HRS เท่ากับ 0.3 จะเห็นได้ว่า มีพื้นที่ที่มีคะแนน HRS มากกว่า 28.5 อยู่ 3 พื้นที่ คือ บริษัท สตาร์ ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด (มหาชน) บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) เดิมชื่อ ปตท.อะโร มาติกและการกลั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โรงกลั่นน้ำมันระยอง จำกัด และ พื้นที่คลองซากหมาก การแปลผลถือว่ามีภาวะการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ และจะต้องถูกเสนอแนะว่าจำเป็นต้องทำการฟื้นฟูต่อไป ส่วนพื้นที่ลักลอบทิ้งและฝังกลบกากอุตสาหกรรมบริเวณชุมชนมาบข่า อำเภอนิคมน้ำจืด จังหวัดระยอง (ไร่สับปะรด) มีคะแนนการจัดอันดับความอันตรายต่ำกว่า 28.5 จะถือว่ามีภาวะคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ จึงถูกเสนอแนะว่าไม่จำเป็นต้องทำการฟื้นฟูพื้นที่ดังกล่าวต่อไปนั่นเอง

คำสำคัญ : พื้นที่ปนเปื้อน คะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อน



Abstract

Hazardous waste management in improper way, such as open dump or dispose in not well-managed area, can influence contamination from harmful substances into soil, groundwater, as well as atmosphere. Pollution from these substances cause a serious environmental issue and health effects to society. In Thailand, handling hazardous waste contamination still does not have a clear and suitable guideline for implementation.

This study was scoped into environmental threat assessment and remedial prioritization of contaminated area by using Hazard Ranking Score (HRS), in order to manage a contaminated area suitable and systematically. HRS was calculated to prioritized threat in contaminated area, accordance to National Priority List (NPL). Prioritization from HRS can indicated a threat probability. By converting data into numeric result in HRS system 3 factor and 4 exposed pathway are considered. These 3 factors are including 1) probability of contamination to expose to population and ecosystem, 2) toxicity and quantity of hazardous substances in contaminated area and 3) Population and ecosystem that may receive effect from contamination. Regarding 4 exposed pathway, these are including 1) exposure from groundwater, 2) exposure from surface water, 3) exposure from soil and 4) exposure from air pollution.

Calculation result from 4 pilot pollution control area in Rayong province by using HRS Quickscore V.3.0.5 found that Star Petroleum Refining Public Company Limited received a HRS score 50; PTT Global Chemical Public Company Limited received a score 29.20; Khlong Chakmak area received a score 50; and illegal industrial waste disposal area in Mapkha area, Amphoe Nikhom Phatthana, Rayong province (pineapple plantation) received a score 0.3. From these results, 3 pilot areas received HRS score higher than 28.5, including Star Petroleum Refining Public Company Limited, PTT Global Chemical Public Company Limited (previously PTT Aromatics and Refining Public Company Limited and Rayong Purifier Public Company Limited) and Khlong Chakmak area, it can be interpreted that these areas have high risk of hazardous exposure and need for remedy and rehabilitation. However, illegal industrial waste disposal area in Mapkha area, Amphoe Nikhom Phatthana, Rayong province (pineapple plantation), which received score less than 28.5, have low hazardous exposure probability and it can be advised that there is less needs for rehabilitation.

Keywords: Contaminated in soil and Groundwater, Contaminated site, Hazardous substances, Volatile Organic Compounds, Groundwater, Hazard Ranking Score, Remediation

บทนำ

เนื่องจากพื้นที่มาบตาพุดเป็นที่ตั้งของอุตสาหกรรมหนักหลายประเภท เช่น อุตสาหกรรม ปิโตรเคมี อุตสาหกรรมผลิตพลาสติก อุตสาหกรรมผลิตสารเคมี เป็นต้น ซึ่งเป็นที่ทราบโดยทั่วไปว่าอุตสาหกรรมเป็นต้นเหตุสำคัญในการก่อมลพิษในรูปแบบต่างๆ และอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพและความเป็นอยู่ของประชาชนและคุณภาพสิ่งแวดล้อมในพื้นที่ด้วย ปัญหาการปนเปื้อนสารอันตรายในดินและน้ำใต้ดินเป็นหนึ่งในปัญหามลพิษที่สำคัญในพื้นที่เขตควบคุมมลพิษจังหวัดระยอง [1], [3] ประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นหนึ่งในประเทศผู้นำด้านการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายทั้งในดินและน้ำใต้ดิน ประเทศสหรัฐอเมริกาได้พัฒนานโยบาย กฎหมาย กรอบแนวทาง และจัดทำฐานข้อมูลเทคนิคการฟื้นฟูดินและน้ำใต้ดินอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 และใช้ฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนแล้วเสร็จไปมากกว่า 393 พื้นที่ [7] ประเทศสหรัฐอเมริกานอกจากจะมีกฎหมายสำหรับควบคุมมลพิษทางน้ำ อากาศ และขยะแล้ว ยังมีกฎหมายเฉพาะสำหรับการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายอันประกอบด้วยกฎหมาย Comprehensive Environmental Response Compensation and Liability Act (CERCLA) สำหรับจัดการพื้นที่ปนเปื้อนที่ถูกทิ้งร้าง หรือพื้นที่ที่ผู้ที่มีส่วนรับผิดชอบต่อการปนเปื้อนเลิกกิจการไปแล้ว และ Corrective Action ของ Subtitle C ภายใต้กฎหมาย Resource Conservation and Recovery Act



(RCRA) สำหรับจัดการพื้นที่ปนเปื้อนที่ผู้ที่มีส่วนรับผิดชอบต่อการปนเปื้อนยังดำเนินกิจการอยู่ และสามารถบังคับให้จัดการการปนเปื้อนได้ด้วยการยึดหรือปรับแก้ใบอนุญาตประกอบการ แนวทางการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนตาม CERCLA จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆ คือ ขั้นตอนประเมินพื้นที่ (Site Assessment Phase) และขั้นการฟื้นฟู (Remedial Phase) ขั้นตอนประเมินพื้นที่ประกอบด้วย การค้นพบพื้นที่ปนเปื้อน การบรรจุพื้นที่ปนเปื้อนเข้าใน CERCLA List หรือ CERCLIS ตามด้วยการประเมินพื้นที่ปนเปื้อนเบื้องต้น (Preliminary Site Assessment) และการสอบสวนการปนเปื้อน (Site Investigation) ซึ่งจะทำการสำรวจ สืบค้น รวบรวมข้อมูลทั้งปฐมภูมิ และทุติยภูมิที่เกี่ยวข้องกับประเมินภาวะการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมสำหรับการคำนวณคะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อน Hazard Ranking Score (HRS) คะแนนดังกล่าวจะเป็นดัชนีชี้วัดภาวะการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม โดยทั่วไปถ้าคะแนนต่ำกว่า 28.5 จะถือว่ามีความการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ และจะถูกเสนอแนะว่าไม่จำเป็นต้องทำขั้นการฟื้นฟู ในทางตรงกันข้ามถ้าคะแนนมากกว่า 28.5 จะถือว่า มีความการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ พื้นที่เหล่านี้จะถูกบรรจุไว้ในรายชื่อพื้นที่ปนเปื้อนที่มีความสำคัญระดับชาติ (National Priority List ,NPL) และจะถูกดำเนินการขั้นการฟื้นฟูต่อไป ในประเทศที่มีกฎหมายการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมอย่างประเทศสหรัฐอเมริกา Hazard Ranking Score (HRS) เป็นระบบ expert adjustment system ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยประเมินได้อย่างรวดเร็ว ว่าการปนเปื้อนสารปนเปื้อนในพื้นที่ใดพื้นที่หนึ่งควรได้รับการฟื้นฟูหรือไม่ โดยไม่ต้องอาศัยการพิสูจน์ที่ยาวนานและกระบวนการฟ้องร้องที่ยาวนานกว่าดังที่เกิดขึ้นในประเทศไทย การคำนวณคะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อน (Hazard Ranking Score, HRS) เพื่อการจัดลำดับภาวะการคุกคามของพื้นที่ปนเปื้อนใน National Priority List (NPL) โดยคะแนนการจัดลำดับความอันตราย (HRS) เป็นดัชนีชี้วัดว่ามีโอกาสเกิดความเสียหายหรือไม่ และเสียหายอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ กล่าวคือ ถ้าการปนเปื้อนในพื้นที่ใดประเมินแล้วได้คะแนนการจัดอันดับความอันตรายต่ำกว่า 28.5 จะถือว่ามีความการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ และจะถูกเสนอแนะว่าไม่จำเป็นต้องทำการฟื้นฟู ในทางตรงกันข้าม ถ้าคะแนนมากกว่า 28.5 จะถือว่ามีความการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ และจะถูกเสนอแนะว่าจำเป็นต้องทำการฟื้นฟูต่อไป [2], [6] ทั้งนี้ ระบบการแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลเชิงตัวเลขของ HRS คำนึงถึง 3 ปัจจัย และ 4 เส้นทางที่ได้รับสัมผัส โดย 3 ปัจจัย ประกอบด้วย 1) ความเป็นไปได้ที่แหล่งกำเนิดการปนเปื้อนจะก่อให้เกิดการปนเปื้อนที่กระทบประชาชน และระบบนิเวศ 2) ความเป็นพิษและปริมาณของสารอันตรายที่มีอยู่ในแหล่งกำเนิด และ 3) ประชากรและระบบนิเวศที่อาจได้รับผลกระทบ สำหรับ 4 เส้นทางที่ได้รับสัมผัสสารอันตราย ประกอบด้วย 1) การได้รับสัมผัสสารอันตรายจากน้ำใต้ดิน 2) การได้รับสัมผัสสารอันตรายจากน้ำผิวดิน 3) การได้รับสัมผัสสารอันตรายทางดิน และ 4) การได้รับสัมผัสสารอันตรายทางอากาศ

อย่างไรก็ดี ในปัจจุบันประเทศไทยยังขาดแนวทางที่ชัดเจนและเหมาะสมในการจัดการปัญหาการปนเปื้อนสารอันตรายในสิ่งแวดล้อม ขาดมาตรการบังคับใช้ทางกฎหมายที่มีประสิทธิภาพ ประชาชนยังขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับผลกระทบของสารอันตราย ปัญหาการปนเปื้อนส่วนใหญ่ ไม่สามารถระบุสาเหตุของปัญหาและแหล่งที่มาของมลพิษได้อย่างชัดเจน การจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายส่วนใหญ่ในประเทศไทย มักใช้เทคนิคทางวิชาการขั้นสูงและมีค่าใช้จ่ายสูงมากในการจัดการปัญหาการปนเปื้อน ทำให้การจัดการปัญหาดังกล่าวไม่สามารถดำเนินการได้อย่างทั่วถึง ถูกต้องตามหลักวิชาการ และมีประสิทธิภาพ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นเกี่ยวกับการประเมินภาวะการคุกคามและจัดลำดับความเร่งด่วนในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย โดยระบบ Hazard Ranking Score (HRS) เพื่อนำไปสู่การจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเป็นระบบและเหมาะสมต่อไป



วิธีดำเนินงานวิจัย

1. การคัดเลือกพื้นที่ศึกษา (Site selection)

การคัดเลือกพื้นที่ศึกษาที่สนใจเพื่อใช้ในการประเมินภาวะคุกคามและจัดลำดับความเร่งด่วนในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย โดยระบบ Hazard Ranking Score (HRS) โดยดำเนินการคัดเลือกพื้นที่ศึกษาจากกรณีการปนเปื้อนสารอันตราย ดังนี้

- 2.1 พื้นที่ปนเปื้อนบริเวณคลองซากหมาก จังหวัดระยอง
- 2.2 พื้นที่ปนเปื้อนบริเวณ บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) จังหวัดระยอง
- 2.3 พื้นที่ปนเปื้อนบริเวณบริษัท สตาร์ ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด (มหาชน) จังหวัดระยอง
- 2.4 พื้นที่ปนเปื้อนบริเวณพื้นที่ลุ่มรอบทิ้งและฝังกลบกากอุตสาหกรรมบริเวณชุมชนมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง (ไร่ลับประรด)

2. การประเมินพื้นที่ปนเปื้อนเบื้องต้น (Preliminary Site Assessment) และการสอบสวนการปนเปื้อน (Site Investigation) [6]

การนำข้อมูลที่ได้จากการสืบค้น และสำรวจทั้งข้อมูลปฐมภูมิ และทุติยภูมิ มาทำการประเมินพื้นที่ปนเปื้อน โดยใช้แบบประเมินพื้นที่ปนเปื้อนเบื้องต้น และการสอบสวนการปนเปื้อน (PA/SI Form) นำอุปโภค-บริโภค ความสำคัญของพื้นที่ต่อห่วงโซ่อาหาร และระบบนิเวศในองค์รวม รวมทั้งการกระจายตัวของประชากรที่ใช้ทรัพยากรแต่ละประเภท ซึ่งใช้ข้อมูล ประกอบด้วย

- ข้อมูลสารปนเปื้อน
- ลักษณะแหล่งกำเนิดการปนเปื้อน
- สภาพแวดล้อมในพื้นที่ปนเปื้อน และบริเวณที่อาจจะได้รับผลกระทบโดยรอบ
- การแพร่กระจายของการปนเปื้อน
- ความเป็นไปได้ในการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนไปสู่ประชาชน
- ระบบนิเวศ และทรัพยากรธรรมชาติ
- การใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติ
- การใช้น้ำอุปโภค-บริโภค
- ความสำคัญของพื้นที่ต่อห่วงโซ่อาหาร และระบบนิเวศในองค์รวม
- การกระจายตัวของประชากรที่ใช้ทรัพยากรแต่ละประเภท

3. การคำนวณคะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อน (Hazard Ranking Score) [4], [5]

การคำนวณคะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อน (Hazard Ranking Score) และการแปลผลภาวะการคุกคามของสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมเป็นเครื่องมือหลักที่จำเป็นต้องมีเพื่อให้การศึกษานี้บรรลุตามเป้าหมาย และจะมีระบบ HRS และโปรแกรม HRS Quickscore ของ US EPA [5] เป็นเครื่องมือสำคัญที่ใช้ในการคำนวณคะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อนที่ต้องการศึกษา ซึ่งระบบ HRS และโปรแกรม HRS Quickscore นี้ได้ถูกพัฒนา และปรับปรุงอย่างต่อเนื่องให้มีความเหมาะสม การวิจัยจึงจะประยุกต์ใช้เครื่องมือนี้กับประเทศไทย โดยการประเมินพื้นที่ปนเปื้อนเบื้องต้น (Preliminary Site Assessment) และการสอบสวนการปนเปื้อน (Site Investigation) จะถูกออกแบบให้อ้างอิงข้อมูลที่เป็นต้องใช้ในการคำนวณคะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อนตามโปรแกรม HRS Quickscore และปรับแก้ให้เหมาะสมกับประเทศไทย ในทำนองเดียวกันข้อมูลจากการประเมินพื้นที่ปนเปื้อนเบื้องต้น และการสอบสวนการปนเปื้อนทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพจะถูกนำมาแปลงข้อมูลเชิงปริมาณตามระบบ HRS ก่อนจะถูกใช้เป็นข้อมูลแรกเข้าในโปรแกรม HRS Quickscore เพื่อการคำนวณคะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อน



โปรแกรม HRS ในการคำนวณคะแนนการจัดลำดับความอันตรายของการปนเปื้อน สำหรับประเทศไทย และการประเมินความจำเป็นในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อน โดยโครงสร้างหลักของโปรแกรม HRS QuickScore Version 3.0. ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ [5]

- ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของพื้นที่ (Site/Scenario Information)
- ส่วนที่ 2 ข้อมูลแหล่งกำเนิด (Source Information)
- ส่วนที่ 3 การแพร่กระจายและการได้รับสารปนเปื้อน (Pathway Scoresheets)
 - ส่วนที่ 3.1 สรุปผลสถานะคุกคามของสถานการณ์การปนเปื้อน (Scenario Summary)
 - ส่วนที่ 3.2 คะแนนจากการแพร่กระจายผ่านน้ำใต้ดิน (GW Scoresheet)
 - ส่วนที่ 3.3 คะแนนจากการแพร่กระจายผ่านน้ำผิวดิน (SW Scoresheet)
 - ส่วนที่ 3.4 คะแนนจากการแพร่กระจายผ่านดิน (SE Scoresheet)
 - ส่วนที่ 3.5 คะแนนจากการแพร่กระจายผ่านอากาศ (Air Scoresheet)

รูปที่ 1 แสดงหน้าต่างข้อมูลทั่วไปของพื้นที่และสถานการณ์การปนเปื้อน (Site/Scenario Information) [5]



Site/Scenario Information		Source Information		Pathway Scoresheets	
Site Name:	LPQ Auto Parts			Site Score: 86.61	
Scenario Name:	Training Session				
Scenario Summary (86.61)		GW Scoresheet (100)		SW Scoresheet (100)	
		SE Scoresheet (100)		Air Scoresheet (1.9)	
S pathway					
Ground Water Migration Pathway Score (GW)	100				
Surface Water Migration Pathway Score (SW) ⁶	100				
Soil Exposure Pathway Score (SE)	100				
Air Migration Pathway Score (Air)	1.90				
$100^2 + 100^2 + 100^2 + 1.90^2 = 30003.61$					
$(100^2 + 100^2 + 100^2 + 1.90^2) / 4 = 7500.90$					
$\sqrt{(100^2 + 100^2 + 100^2 + 1.90^2) / 4} = 86.61$ Site Score					
<input type="button" value="Calculate"/>					
Scoresheets	Likelihood of Release	Waste Characteristics	Targets	Pathway Score	Date Last Updated
GW Scoresheet	550.0	32.0	1022.9	100.0	02/24/2012
SWIOL Scoresheet				100.00	12/26/2011
Drinking Water	550.0	18.0	15.0		
Human Food Chain	550.0	180.0	59.03		

รูปที่ 2 สรุปผลสถานะการคุกคามของสถานการณ์การปนเปื้อน (Scenario Summary) จากการได้รับสัมผัสใน 4 เส้นทางที่ต่างกัน [5]

4. การแปลผลภาวะการคุกคามของสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลจากการประเมินพื้นที่ปนเปื้อนเบื้องต้นและการสอบสวนการปนเปื้อนทั้งเชิงปริมาณ และเชิงคุณภาพจะถูกนำมาแปลงเป็นข้อมูลเชิงปริมาณตามระบบ HRS ก่อนจะถูกใช้เป็นข้อมูลแรกเข้าในโปรแกรม HRS Quickscore เพื่อการคำนวณคะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อน คะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อนที่ได้จะถูกตีความโดยอ้างอิงถึง HRS หรือ NCAPS ขึ้นอยู่กับลักษณะของพื้นที่ปนเปื้อนที่ถูกประเมิน กล่าวคือถ้าพื้นที่ปนเปื้อนเป็นพื้นที่ที่ทั้งรัง คเนนการจัดอันดับความอันตรายจะถูกตีความตาม HRS ซึ่งคือ ถ้าคะแนนต่ำกว่า 28.5 จะถือว่ามีการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ และจะถูกเสนอแนะว่าไม่จำเป็นต้องทำชั้นการฟื้นฟูต่อไป ในทางตรงกันข้ามถ้าคะแนนมากกว่า 28.5 จะถือว่ามีการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ และจะถูกเสนอแนะว่าจำเป็นต้องทำชั้นการฟื้นฟูต่อไป ถ้าพื้นที่ปนเปื้อนเป็นพื้นที่ที่ผู้ก่อให้เกิดการปนเปื้อนยังดำเนินกิจการอยู่ คะแนนการจัดอันดับความอันตรายจะถูกตีความตาม NCAPS ซึ่งคือถ้าคะแนนมากกว่า 52 จะถือว่ามีการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญสูง ถ้าคะแนนอยู่ระหว่าง 25 ถึง 52 จะถือว่ามีการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญปานกลาง และถ้าคะแนน NCAPS น้อยกว่า 25 จะถือว่ามีการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญต่ำ นอกจากนี้พื้นที่นาร่องทั้ง 4 พื้นที่จะถูกนำมาจัดลำดับความสำคัญในการฟื้นฟูการปนเปื้อนโดยใช้คะแนนการจัดอันดับความอันตรายดังกล่าวข้างต้น

ผลการวิจัย และอภิปรายผล

3.1 ผลการประเมินพื้นที่ปนเปื้อนเบื้องต้น (Preliminary Site Assessment) การสอบสวนการปนเปื้อน (Site Investigation) การคำนวณคะแนนการจัดอันดับความอันตรายของพื้นที่ปนเปื้อน (Hazard Ranking Score) และการแปลผลภาวะการคุกคามของสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม

ผลการคำนวณคะแนนการจัดลำดับความอันตรายของการปนเปื้อนในประเทศไทย โดยใช้โปรแกรม HRS Quickscore V.3.0.5 ในการคำนวณคะแนนภาวะการคุกคาม (Hazard Ranking Score (HRS) และทำการจัดลำดับพื้นที่ปนเปื้อนตามคะแนน HRS ของ 4 พื้นที่สาธิต โดยถ้าคะแนน HRS >28.5 กรอบการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนแบบ CERCLA ให้ตีความว่าพื้นที่ปนเปื้อนควรได้รับการดำเนินการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนตามขั้นตอน ซึ่งการแปลผลภาวะการคุกคามของสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ดังนี้



ตารางที่ 1 การจัดลำดับพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายสาธิตในเขตควบคุมมลพิษจังหวัดระยอง โดยใช้โปรแกรม HRS Quickscore V.3.0.5

ชื่อพื้นที่ปนเปื้อน	คะแนน HRS
คลองชากหมาก จังหวัดระยอง	50
บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) จังหวัดระยอง	29.20
บริษัท สตาร์ ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด (มหาชน) จังหวัดระยอง	50
พื้นที่ลึกลอบทิ้งและฝังกลบกากอุตสาหกรรมบริเวณชุมชนมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง (ไร่สี่ประด)	0.3

3.1 พื้นที่ปนเปื้อนบริเวณคลองชากหมาก จังหวัดระยอง

จากพื้นที่ปนเปื้อนบริเวณคลองชากหมาก จังหวัดระยอง พบการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ระเหย เส้นทางการรับสัมผัสหลักที่ทำการประเมิน คือ การได้รับสัมผัสสารอันตรายทางน้ำผิวดิน ประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียง มีความเสี่ยงในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ กล่าวคือ เมื่อดำเนินการประเมินพื้นที่ปนเปื้อนคะแนน HRS ในการคำนวณคะแนนการจัดลำดับความอันตรายของการปนเปื้อน พบความเสี่ยงที่มีอาจยอมรับได้ จึงอาจมีความจำเป็นในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อน

**** CONFIDENTIAL ****
 ****PRE-DECISIONAL DOCUMENT ****
 **** SUMMARY SCORESHEET ****
 **** FOR COMPUTING PROJECTED HRS SCORE ****

**** Do Not Cite or Quote ****

Site Name: Charkmak canal Region:
 Scenario Name: Contaminants
 City, County, State: Map Ta Phut/Rayong, Evaluator: Pattrawadee
 EPA ID#: Date:
 Lat/Long: 0:0:0,0:0:0
 Congressional District:
 This Scoresheet is for: Combined PA/SI
 Scenario Name: Contaminants
 Description:

	S pathway	S ² pathway
Ground Water Migration Pathway Score (S _{gw})	0.0	0.0
Surface Water Migration Pathway Score (S _{sw})	100.0	10000.0
Soil Exposure Pathway Score (S _s)	0.0	0.0
Air Migration Score (S _a)	0.0	0.0
$S_{gw}^2 + S_{sw}^2 + S_s^2 + S_a^2$		10000.0
$(S_{gw}^2 + S_{sw}^2 + S_s^2 + S_a^2)/4$		2500.0
$(S_{gw}^2 + S_{sw}^2 + S_s^2 + S_a^2)/4$		50.0

Pathways not assigned a score (explain):

รูปที่ 3 สรุปผลสภาวะคุกคามของสถานการณ์การปนเปื้อน (Scenario Summary) จากการได้รับสัมผัสใน 4 เส้นทางที่ต่างกันในพื้นที่ปนเปื้อนบริเวณคลองชากหมาก จังหวัดระยอง



3.2 พื้นที่ปนเปื้อนบริเวณ บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) จังหวัดระยอง

จากพื้นที่ปนเปื้อนบริเวณ บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) จังหวัดระยอง ในการคำนวณคะแนนสถานะการคุกคาม สาเหตุของการปนเปื้อนเกิดจากประเด็นการรั่วไหลของวาล์วถ่ายเทน้ำมันในอดีต โดยพบการปนเปื้อนของสารอินทรีย์ระเหยในบ่อสังเคราะห์น้ำใต้ดินบริเวณ Tank Farm เส้นทางการรับสัมผัสหลักที่ทำการประเมิน คือ การได้รับสัมผัสสารอันตรายทางน้ำผิวดิน ดิน และน้ำใต้ดิน ประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงมีความเสี่ยงในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ กล่าวคือ เมื่อดำเนินการประเมินพื้นที่ปนเปื้อนคะแนน HRS ในการคำนวณคะแนนการจัดลำดับความอันตรายของการปนเปื้อน พบความเสี่ยงที่มีอาจยอมรับได้ จึงอาจมีความจำเป็นในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อน

**** CONFIDENTIAL **** ****PRE-DECISIONAL DOCUMENT **** **** SUMMARY SCORESHEET **** **** FOR COMPUTING PROJECTED HRS SCORE ****			
**** Do Not Cite or Quote ****			
Site Name: PTTAR (100%)	Region:		
Scenario Name: VOCs Contaminants	City, County, State: Map Ta Phut/Rayong,	Evaluator: Pattrawadee	
EPA ID#:	Date: 28 May 2013		
Lat/Long: 0:0:0,0:0:0	Indian Thailand: UTM-E 0734365		
	UTM-N 1401469		
Congressional District:			
This Scoresheet is for: Combined PA/SI			

Scenario Name: VOCs Contaminants Description:		
	S pathway	S ² pathway
Ground Water Migration Pathway Score (S _{gw})	55.07	3032.7
Surface Water Migration Pathway Score (S _{sw})	19.46	378.69
Soil Exposure Pathway Score (S _s)	0.0	0.0
Air Migration Score (S _a)	0.0	0.0
S _{gw} + S _{sw} + S _s + S _a		3411.4
(S _{gw} + S _{sw} + S _s + S _a)/4		852.85
/ (S _{gw} + S _{sw} + S _s + S _a)/4		28.2

Pathways not assigned a score (explain):

รูปที่ 4 สรุปผลสถานะการคุกคามของสถานการณ์การปนเปื้อน (Scenario Summary) จากการได้รับสัมผัสใน 4 เส้นทางที่ต่างกันในพื้นที่ปนเปื้อนบริเวณ บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) จังหวัดระยอง

3.3 พื้นที่ปนเปื้อนบริเวณบริษัท สตาร์ ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด (มหาชน) จังหวัดระยอง

จากพื้นที่ปนเปื้อนบริเวณบริษัท สตาร์ ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด (มหาชน) จังหวัดระยอง พบว่า สาเหตุของการปนเปื้อนเกิดจากการรั่วไหลของสารไฮโดรคาร์บอนในพื้นที่ โดยพบการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินด้วยสาร PCE และ TCE มาอย่างต่อเนื่องในบ่อสังเคราะห์ 2 บ่อ เส้นทางการรับสัมผัสหลักที่ทำการประเมิน คือ การได้รับสัมผัสสารอันตรายทางน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ประชากรที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงมีความเสี่ยงในระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ กล่าวคือ เมื่อดำเนินการประเมินพื้นที่ปนเปื้อนคะแนน HRS ในการคำนวณคะแนนการจัดลำดับความอันตรายของการปนเปื้อน พบความเสี่ยงที่มีอาจยอมรับได้ จึงมีความจำเป็นในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อน

**** CONFIDENTIAL **** ****PRE-DECISIONAL DOCUMENT **** **** SUMMARY SCORESHEET **** **** FOR COMPUTING PROJECTED HRS SCORE ****			
**** Do Not Cite or Quote ****			
Site Name: Star Petroleum Refining (Now)	Region:		
Scenario Name: VOCs contaminants	City, County, State: Map Ta Phut/Rayong,	Evaluator: Pattrawadee	
EPA ID#:	Date: 05/06/2556		
Lat/Long: 0:0:0,0:0:0	(WGS 84) UTM-E 0734675		
	UTM-N 1404774		
Congressional District:			
This Scoresheet is for: Combined PA/SI			
Scenario Name: VOCs contaminants			

Description:		
	S pathway	S ² pathway
Ground Water Migration Pathway Score (S _{gw})	100.0	10000.0
Surface Water Migration Pathway Score (S _{sw})	0.0	0.0
Soil Exposure Pathway Score (S _s)	0.0	0.0
Air Migration Score (S _a)	0.0	0.0
S _{gw} + S _{sw} + S _s + S _a		10000.0
(S _{gw} + S _{sw} + S _s + S _a)/4		2500.0
/ (S _{gw} + S _{sw} + S _s + S _a)/4		50.0

Pathways not assigned a score (explain):

รูปที่ 5 สรุปผลสถานะการคุกคามของสถานการณ์การปนเปื้อน (Scenario Summary) จากการได้รับสัมผัสใน 4 เส้นทางที่ต่างกันในพื้นที่ปนเปื้อนบริเวณบริษัท สตาร์ ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด (มหาชน) จังหวัดระยอง



3.4 พื้นที่ปนเปื้อนบริเวณพื้นที่ลุ่มกบทั้งและฝังกบกากอุตสาหกรรมบริเวณชุมชนมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง (ไร่สับปะรด)

จากพื้นที่ ปนเปื้อนบริเวณพื้นที่ลุ่มกบทั้งและฝังกบกากอุตสาหกรรมบริเวณชุมชนมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง (ไร่สับปะรด) พบว่า แหล่งกำเนิดการปนเปื้อนอยู่ที่จุดลุ่มกบทั้งและฝังกบกากอุตสาหกรรมบริเวณชุมชนมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง โดยพบการปนเปื้อนของสารโลหะหนัก บริเวณดินผิวหน้า เส้นทางการรับสัมผัสหลักที่ทำการประเมิน คือ การได้รับสัมผัสสารอันตรายทางดินผิวหน้า จากการคำนวณคะแนนการจัดลำดับความอันตรายของการปนเปื้อน พบว่า ได้คะแนนเท่ากับ 0.3 ซึ่งจากคะแนนที่คำนวณได้ไม่จัดอยู่ใน National Priority List และไม่จำเป็นต้องดำเนินการฟื้นฟู เส้นทางการรับสัมผัสหลัก คือ การแพร่กระจายและการได้รับสารทางดินและดินผิวหน้า และประชาชนผู้บริโภคผลผลิตทางเกษตรกรรมจะเป็นผู้ได้รับผลกระทบเป็นหลัก

****PRE-DECISIONAL DOCUMENT**** ****SUMMARY SCORESHEET**** ****FOR COMPUTING PROJECTED HRS SCORE****		Description:		
**** Do Not Cite or Quote ****		S pathway	S ² pathway	
Site Name: Pineapple fields	Region:	Ground Water Migration Pathway Score (S _{gw})	0.0	0.0
Scenario Name: Site Contaminants	Evaluator: Pattrawadee	Surface Water Migration Pathway Score (S _{sw})	0.0	0.0
City, County, State: Map Ta Phut/Rayong	Date: 28/05/56	Soil Exposure Pathway Score (S _e)	0.6	0.36
EPA ID#:	Lat/Long: 0:0:0:0:0	Air Migration Score (S _a)	0.0	0.0
Indian Thailand: UTM-E 0733651	UTM-N 1414864	$S_{gw}^2 + S_{sw}^2 + S_e^2 + S_a^2$		0.36
Congressional District:	This Scoresheet is for: Combined PA/SI	$(S_{gw}^2 + S_{sw}^2 + S_e^2 + S_a^2)/4$		0.09
Scenario Name: Site Contaminants		$/(S_{gw}^2 + S_{sw}^2 + S_e^2 + S_a^2)/4$		0.3

Pathways not assigned a score (explain):

รูปที่ 6 สรุปผลสภาวะคุกคามของสถานการณ์การปนเปื้อน (Scenario Summary) จากการได้รับสัมผัสใน 4 เส้นทางที่ต่างกัน ในพื้นที่ปนเปื้อนบริเวณพื้นที่ลุ่มกบทั้งและฝังกบกากอุตสาหกรรมบริเวณชุมชนมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง (ไร่สับปะรด)

สรุป

จากผลการคำนวณคะแนนการจัดลำดับพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายสาธิตในเขตควบคุมมลพิษ จังหวัดระยอง จำนวน 4 พื้นที่ โดยใช้โปรแกรม HRS Quickscore V.3.0.5 พบว่า บริษัท สตาร์ ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด (มหาชน) ได้คะแนน HRS เท่ากับ 50 บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) เดิมชื่อ ปตท.อะโร มาติกและการกลั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โรงกลั่นน้ำมันระยอง จำกัด ได้คะแนน HRS เท่ากับ 29.20 พื้นที่คลองซากหมาก ได้คะแนน HRS เท่ากับ 50 และ พื้นที่ลุ่มกบทั้งและฝังกบกากอุตสาหกรรมบริเวณชุมชนมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง (ไร่สับปะรด) ได้คะแนน HRS เท่ากับ 0.3 จะเห็นได้ว่า มีพื้นที่ที่มีคะแนน HRS มากกว่า 28.5 อยู่ 3 พื้นที่ คือ บริษัท สตาร์ ปิโตรเลียม รีไฟน์นิ่ง จำกัด (มหาชน) บริษัท พีทีที โกลบอล เคมิคอล จำกัด (มหาชน) เดิมชื่อ ปตท.อะโร มาติกและการกลั่น จำกัด (มหาชน) และบริษัท โรงกลั่นน้ำมันระยอง จำกัด และ พื้นที่คลอง ซากหมาก การแปลผลถือว่ามีความการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมที่มีนัยสำคัญ และจะต้องถูกเสนอแนะว่าจำเป็นต้องทำการฟื้นฟูต่อไป ส่วนพื้นที่สาธิตอีก 1 พื้นที่ที่ กล่าวคือ พื้นที่ลุ่มกบทั้งและฝังกบกากอุตสาหกรรมบริเวณชุมชนมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง (ไร่สับปะรด) มีคะแนนการจัดอันดับความอันตรายต่ำกว่า 28.5 จะถือว่ามีความการคุกคามของการปนเปื้อนสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ จึงถูกเสนอแนะว่าไม่จำเป็นต้องทำการฟื้นฟูพื้นที่ดังกล่าวต่อไปนั่นเอง



กิตติกรรมประกาศ

ผลงานวิจัย พัฒนา และวิศวกรรมภายใต้โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน ให้กับมหาวิทยาลัยนเรศวร (รหัสโครงการ R2560B008) ดร.แฟรดาซ์ มาห์ลิ้ม และคุณพีรพงษ์ สุนทรเดชะ ศูนย์วิจัยและฝึกอบรมด้านสิ่งแวดล้อม กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม สำหรับข้อมูลงานวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมมลพิษ. (2547). รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย ปี พ.ศ. 2547. กรุงเทพมหานคร, กรมควบคุมมลพิษ
- [2] ธนพล เพ็ญรัตน์. (2556). รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการจัดทำฐานข้อมูลเทคนิคในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย และประเมินภาวะการคุกคามจากสารอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตรายในน้ำใต้ดิน. คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
- [3] ธนพล เพ็ญรัตน์. (2556). ฐานข้อมูลเทคนิคในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนสารอันตรายสำหรับประเทศไทย (Thailand's Technical Initiatives and Guidelines for Environmental Remediation and Restoration). แหล่งที่มา: <http://www.ttigerr.org>
- [4] EPA. (2012). HRS Quickscore (http://www.epa.gov/superfund/programs/npl_hrs/quickscore.htm)
- [5] EPA.(2012). Hazard Ranking System Guidance Manual (HRS) (<http://www.epa.gov/superfund/sites/npl/hrses/index.htm>)
- [6] EPA. (2012). National Priorities List (NPL) (<http://www.epa.gov/superfund/sites/npl>)
- [7] EPA. (2012). Superfund: National Priorities List (NPL) (<https://www.epa.gov/superfund/superfund-national-priorities-list-npl>)