

การศึกษาแนวทางกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ  
ตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535  
SEPARATION DISTANCES BETWEEN EXISTING COMMUNITY AND BUSINESS  
UNDER PUBLIC HEALTH ACT B.E.2535

สุกานดา พัดพาตี<sup>1</sup> ธนพล เพ็ญรัตน์<sup>2</sup> พนิตา เจริญสุข<sup>1</sup> วาสนา ลุนสำโรง<sup>1</sup> ชนะจิตร์ ปานอู<sup>1</sup> เอกรินทร์ วินันท์<sup>1</sup>  
Sukanda Pudpadee<sup>1</sup> Tanapon Phenrat<sup>2</sup> Panita Charoensuk<sup>1</sup> Wassana Loonsamrong<sup>1</sup>  
Chanajit Panou<sup>1</sup> Aekkarin Winun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย <sup>2</sup>คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

<sup>1</sup>Health Impact Assessment Division, Department of Health <sup>2</sup> Faculty of Engineering, Naresuan University

### บทคัดย่อ

ปัญหาเรื่องร้องเรียนและผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนที่ผ่านมา นั้น สาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากที่ตั้งของชุมชนติดกับสถานประกอบการ และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นยังไม่มีข้อมูลทางวิชาการเพื่อสนับสนุนการพิจารณากำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ อันจะนำไปสู่การคุ้มครองสุขภาพของประชาชน ดังนั้นองค์ความรู้เกี่ยวกับระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการจึงเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจัดทำข้อเสนอในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 โดยคัดเลือก 5 ประเภทกิจการที่มีมลพิษทางอากาศ และมลพิษทางน้ำ และวิเคราะห์ข้อมูลและปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการพิจารณากำหนดระยะห่างในเชิงการคำนวณด้วยแบบจำลองสำหรับมลพิษทางอากาศ และแบบจำลองมลพิษทางน้ำ ผลการศึกษาพบว่า แนวทางสำคัญในการกำหนดระยะห่าง ประกอบด้วย 1) การพิจารณาสารมลพิษหลักสำคัญที่เกิดจากสถานประกอบการ 2) ตัวกลางทางสิ่งแวดล้อมที่สารมลพิษสามารถแพร่กระจายออกมา 3) การหาข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการคำนวณระยะห่างสำหรับตัวกลางสิ่งแวดล้อมแต่ละด้าน โดยตัวกลางสิ่งแวดล้อมทางอากาศสามารถหาระยะที่ยอมรับที่เหมาะสมจากสมการ Gaussian Plume Model ส่วนตัวกลางสิ่งแวดล้อมด้านน้ำผิวดินสามารถคำนวณระยะห่างโดยใช้สมการ  $BD-SW1 = u \cdot TOT$  (สำหรับกรณีเมื่อเวลาการแจ้งเตือนประชาชน) และใช้สมการ  $Y = 0.0771 \ln(x) + 0.36833$  (เมื่อความชื้นของพื้นที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5%) หรือสมการ  $Y = 0.0498 \ln(x) + 0.6718$  (เมื่อความชื้นของพื้นที่มากกว่า 5%) ในตัวกลางสิ่งแวดล้อมด้านน้ำใต้ดิน คำนวณระยะห่างโดยใช้โปรแกรม RISC5 Human Health and Ecological Risk Assessment ซึ่งจากหลักเกณฑ์ดังกล่าวสามารถจัดทำเป็นตารางอย่างง่าย (Look Up table) เพื่อหาระยะห่างระหว่างสถานประกอบการกับชุมชนสำหรับประเภทตัวกลางสิ่งแวดล้อมแต่ละด้าน หากสถานประกอบการใดมีสารมลพิษที่ปล่อยสู่ตัวกลางสิ่งแวดล้อมหลายด้านควรพิจารณาระยะห่างที่มากที่สุดมากำหนดเป็นระยะปลอดภัย อย่างไรก็ตามควรนำผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ไปทดลองใช้จริงในพื้นที่ ซึ่งจะทำให้ได้เครื่องมือที่เหมาะสม และใช้งานได้จริงเหมาะสมกับองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นแต่ละพื้นที่

**คำสำคัญ:** ระยะห่าง สถานประกอบการ พระราชบัญญัติการสาธารณสุข

## 1. หลักการและเหตุผล

จากสถานการณ์ปัญหาการร้องเรียนปี พ.ศ. 2555 - 2557 เกี่ยวกับเหตุรำคาญและผลกระทบต่อประชาชน จากการประกอบกิจการประเภทต่างๆ พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ทั้งด้านฝุ่นละอองและเขม่าควัน เสียงดังรบกวน และน้ำเสีย โดยในปี 2557 พบปัญหาการร้องเรียนจากเหตุดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 53 ร้อยละ 44 และร้อยละ 25 ตามลำดับ แหล่งที่มาของมลพิษที่ได้รับการแจ้งเรื่องร้องเรียน พบว่าส่วนใหญ่เกิดจากการประกอบกิจการประเภทโรงงานอุตสาหกรรม ร้อยละ 56 และสถานประกอบกิจการอื่นๆ ร้อยละ 13 (กรมควบคุมมลพิษ, 2557) ซึ่งปัญหาผลกระทบและเรื่องร้องเรียนที่กล่าวมาแล้วนั้น สาเหตุหนึ่งอาจเกิดจากที่ตั้งของชุมชนอยู่ติดกับสถานประกอบกิจการ รวมถึงปัจจุบันกฎหมายกำหนดระยะแนวกันชน มีการบังคับใช้สำหรับโรงงานอุตสาหกรรมหรือโครงการพัฒนาบางประเภทหรือบางพื้นที่เท่านั้น

สำหรับกิจการต่างๆ ภายใต้พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ที่จำเป็นต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าพนักงานท้องถิ่นก่อนถึงจะสามารถประกอบกิจการได้นั้น ที่ผ่านมามีองค์ประกอบส่วนท้องถิ่นมักประสบปัญหาในกระบวนการตัดสินใจอนุญาตประกอบกิจการ เนื่องจากไม่มีข้อมูลหลักฐานทางวิชาการเพื่อสนับสนุนการพิจารณากำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบกิจการ อันจะนำไปสู่การคุ้มครองสุขภาพของประชาชนหรือลดผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นให้น้อยที่สุด โดยเฉพาะที่มีสาเหตุจากมลพิษอากาศและการปนเปื้อนมลสารในแหล่งน้ำ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องทำการศึกษาระยะห่างระหว่างชุมชนและสถานประกอบกิจการตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 อันจะเป็นการพัฒนาความรู้วิชาการ เพื่อให้องค์ประกอบส่วนท้องถิ่นใช้เป็นช่องทางและเครื่องมือสนับสนุนการตัดสินใจอนุญาตประกอบกิจการ

## 2. วัตถุประสงค์

เพื่อจัดทำหลักเกณฑ์ในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบกิจการตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535

## 3. วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รวบรวมข้อมูล นิยาม หลักเกณฑ์ ทฤษฎีและกฎหมายที่เกี่ยวข้องกับระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบกิจการเพื่อป้องกันผลกระทบด้านอากาศและน้ำ

3.2 การกำหนดขอบเขตการศึกษา

คัดเลือกสถานประกอบกิจการที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศและมลพิษทางน้ำ จำนวน 5 ประเภท กิจการ โดยพิจารณาจากจำนวนข้อร้องเรียนปัญหาหรือข้อผลกระทบปัญหาของกิจการ จำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบจากการประกอบกิจการ ขนาดของปัญหา และความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพ ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สถานประกอบการที่เกี่ยวข้องกับมลพิษทางอากาศและทางน้ำที่ทำการคัดเลือก 5 ประเภท

| ประเภทกิจการ   | สารปนเปื้อนที่อาจส่งผลกระทบต่อทางน้ำ   | สารปนเปื้อนที่อาจส่งผลกระทบต่อทางอากาศ |
|--|--|--|
| (1) การทำเหมืองแร่ สะสม แยก คัดเลือก หรือล้างแร่                   | As, Mn, HCN, Cr, Cd, Pb                | ฝุ่นละออง PM10                         |
| (2) การผลิต สะสม กลั่น หรือขนส่ง ปิโตรเลียมหรือผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม | Benzene, VC, TCE, 1,2-DCA, Hg, As, TPH | Benzene                                |

| ประเภทกิจการ   | สารปนเปื้อนที่อาจส่งผลกระทบต่อทางน้ำ | สารปนเปื้อนที่อาจส่งผลกระทบต่อทางอากาศ |
|--|--------------------------------------|--|
| (3) การระเบิด โม่ บด หรือย่อยหิน ด้วยเครื่องจักร               | -                                    | ฝุ่นละออง PM10                         |
| (4) การผลิต สระสม หรือแบ่งบรรจุ น้ำตาล น้ำเชื่อม               | BOD                                  | กลิ่น                                  |
| (5) การเคลือบ ชุบโลหะด้วยตะกั่ว สังกะสี ดีบุก โครเมียม นิกเกิล | Zn, Ni, Cr, Pb                       | -                                      |

3.3 วิเคราะห์ข้อมูลและปัจจัยที่เกี่ยวข้องต่อการพิจารณากำหนดระยะห่าง โดยดำเนินการศึกษาในเชิงการคำนวณด้วยแบบจำลอง เช่น Gaussian Plume, RUSLE2, RISC5

3.4 จัดทำหลักเกณฑ์ในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ

#### 4. ผลการวิจัย

จากการทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการที่คัดเลือกทั้ง 5 กิจการ เน้นผลกระทบต่อสุขภาพจากสารอันตรายที่เกิดจากสถานประกอบการ พบว่าตัวกลางสิ่งแวดล้อมหลัก 3 ด้าน ที่ควรนำมาใช้ในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ คือ มลพิษทางอากาศ น้ำผิวดิน และ น้ำใต้ดิน โดยหลักเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการเมื่อคำนึงถึงมลพิษทางอากาศ มลพิษน้ำผิวดิน และมลพิษน้ำใต้ดิน มีดังนี้

##### 4.1 หลักเกณฑ์ในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการเมื่อคำนึงถึงมลพิษทางอากาศ

มลพิษอากาศของสถานประกอบการที่คัดเลือกและนำมาพิจารณา ได้แก่ ฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) เบนซิน เหตุผลในการเลือกมลพิษอากาศดังกล่าว เพราะเป็นมลพิษที่มีประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมและสุขภาพที่สำคัญ ซึ่งจะถูกพัดพาไปตามลม ภายใต้อิทธิพลของอุตุนิยมวิทยาที่ผกผัน เกิดการแพร่กระจายและเจือจางไปในบรรยากาศจนกระทั่งเดินทางไปถึงตำแหน่งผู้รับผลกระทบเงื่อนไขในการพิจารณากำหนดระยะห่างประกอบด้วย

- 1) พิจารณาระยะห่างเพียงพอให้มลสารได้แพร่กระจายเจือจางลงเหลือน้อยกว่าค่าความเข้มข้นที่ปลอดภัยต่อสุขภาพ ซึ่งค่าความเข้มข้นที่ปลอดภัยต่อสุขภาพพิจารณาจากข้อกำหนดทางด้านสิ่งแวดล้อมหรือคำแนะนำขององค์การอนามัยโลกที่กำหนดเพื่อป้องกันผลกระทบระยะยาวหรือผลกระทบเรื้อรัง (Chronic effect) ที่อาจเกิดขึ้นต่อสุขภาพอนามัย
- 2) พิจารณาแหล่งกำเนิดมลพิษอากาศทั้งในสภาวะที่ระบบบำบัดมลพิษอากาศทำงานปกติ และในสภาวะที่ระบบบำบัดล้มเหลวหรือผิดพลาด
- 3) พิจารณาระยะห่าง (Buffer distance) ที่เจาะจงกับอัตราการปล่อยมลพิษของแหล่งกำเนิดที่สนใจ และสภาพอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ ซึ่งเป็นการปิดช่องโหว่ของการกำหนดระยะห่างที่ตายตัวสำหรับประเภทกิจการหนึ่งๆ เพราะการกำหนดระยะห่างที่ตายตัวนั้น เป็นไปได้ที่จะไม่สามารถป้องกันผลกระทบได้จริงหากกำหนดระยะห่างน้อยเกินไป หรือมากเกินไปอาจเกิดปัญหาในการบังคับใช้ตามมาเนื่องด้วยข้อกำหนดของพื้นที่

ด้วยหลักการข้างต้น สามารถนำไปสู่การประยุกต์ใช้หลักการแพร่กระจายแบบแก๊สเซียนในการคำนวณเพื่อศึกษาการแพร่กระจายมลพิษจนเจือจางถึงระดับที่ปลอดภัยต่อสุขภาพเพื่อระบุระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ ดังสมการ (1)

สมการ (1)

$$c(x, y, z) = \frac{2q}{\sqrt{2\pi u \sigma_y H}} \left\{ \frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \cos\left(\frac{n\pi z}{H}\right) \cos\left(\frac{n\pi h}{H}\right) \times \exp\left[-\left(\frac{n\pi}{H}\right)^2 \frac{\sigma_z^2}{2}\right] \right\} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)$$

เมื่อ  $c(x, y, z)$  = ความเข้มข้นมลสารที่ตำแหน่ง  $(x, y, z)$  [หน่วย:  $g/m^3$ ]

$q$  = อัตราการปล่อยมลสาร [หน่วย:  $g/s$ ]

$u$  = ความเร็วลมเฉลี่ย [หน่วย:  $m/s$ ]

$h$  = ความสูงแหล่งกำเนิด [หน่วย:  $m$ ]

$H$  = ความสูงชั้นผสม (mixing height) [หน่วย:  $m$ ]

$\sigma_y$  = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความผันผวนลมในแนวขวาง [หน่วย:  $m$ ]

$\sigma_z$  = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความผันผวนลมในแนวตั้ง [หน่วย:  $m$ ]

จากสมการดังกล่าวสามารถจัดทำเป็นตารางอย่างง่าย (Look Up table) ในการกำหนดระยะห่างระหว่างสถานประกอบการกับชุมชนดังภาพที่ 1 สามารถใช้ได้กับมลพิษอากาศทุกชนิดที่มีค่ามาตรฐานเปรียบเทียบ

| x (m) | H (m)      |            |            |            |             |             |             |             |             |             |  |
|-------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
|       | <100       | 100 - 300  | 300 - 700  | 700 - 1100 | 1100 - 1500 | 1500 - 1900 | 1900 - 2300 | 2300 - 2700 | 2700 - 3000 | >3000       |  |
| 50    | 5.2307E-02 | 5.2307E-02 | 5.2307E-02 | 5.2307E-02 | 0.05230709  | 0.052307095 | 0.052307089 | 0.052306682 | 0.052302456 | 0.052290675 |  |
| 55    | 4.3501E-02 | 4.3501E-02 | 4.3501E-02 | 4.3501E-02 | 0.0435013   | 0.043501297 | 0.043501256 | 0.043500558 | 0.043497959 |             |  |
| 60    | 3.6799E-02 | 3.6799E-02 | 3.6799E-02 | 3.6799E-02 | 0.0367989   | 0.036798905 | 0.036798905 | 0.036798901 | 0.036798798 | 0.036798278 |  |
| 65    | 3.1575E-02 | 3.1575E-02 | 3.1575E-02 | 3.1575E-02 | 0.031574888 | 0.031574878 | 0.031574878 | 0.031574864 | 0.031574769 |             |  |
| 70    | 2.7421E-02 | 2.7421E-02 | 2.7421E-02 | 2.7421E-02 | 0.02742087  | 0.027420869 | 0.027420869 | 0.027420866 | 0.027420868 | 0.027420852 |  |
| 75    | 2.4061E-02 | 2.4061E-02 | 2.4061E-02 | 2.4061E-02 | 0.02406083  | 0.024060833 | 0.024060833 | 0.024060832 | 0.024060832 | 0.02406083  |  |
| 80    | 2.1303E-02 | 2.1303E-02 | 2.1303E-02 | 2.1303E-02 | 0.02130265  | 0.02130265  | 0.02130265  | 0.02130265  | 0.02130265  | 0.02130265  |  |
| 85    | 1.9009E-02 | 1.9009E-02 | 1.9009E-02 | 1.9009E-02 | 0.01900922  | 0.019009222 | 0.019009222 | 0.019009222 | 0.019009222 | 0.019009221 |  |
| 90    | 1.7081E-02 | 1.7081E-02 | 1.7081E-02 | 1.7081E-02 | 0.01708055  | 0.017080547 | 0.017080547 | 0.017080547 | 0.017080547 | 0.017080547 |  |
| 95    | 1.5442E-02 | 1.5442E-02 | 1.5442E-02 | 1.5442E-02 | 0.01544227  | 0.015442276 | 0.015442276 | 0.015442276 | 0.015442276 | 0.015442276 |  |
| 100   | 1.4038E-02 | 1.4038E-02 | 1.4038E-02 | 1.4038E-02 | 0.01403817  | 0.014038175 | 0.014038175 | 0.014038175 | 0.014038175 | 0.014038175 |  |
| 120   | 1.0030E-02 | 1.0030E-02 | 1.0030E-02 | 1.0030E-02 | 0.01002954  | 0.010029536 | 0.010029536 | 0.010029536 | 0.010029536 | 0.010029536 |  |
| 140   | 7.5716E-03 | 7.5716E-03 | 7.5716E-03 | 7.5716E-03 | 0.00757161  | 0.007571614 | 0.007571614 | 0.007571614 | 0.007571614 | 0.007571614 |  |
| 160   | 5.9490E-03 | 5.9490E-03 | 5.9490E-03 | 5.9490E-03 | 0.00594901  | 0.005949013 | 0.005949013 | 0.005949013 | 0.005949013 | 0.005949013 |  |
| 180   | 4.8177E-03 | 4.8177E-03 | 4.8177E-03 | 4.8177E-03 | 0.00481769  | 0.004817688 | 0.004817688 | 0.004817688 | 0.004817688 | 0.004817688 |  |
| 200   | 3.9950E-03 | 3.9950E-03 | 3.9950E-03 | 3.9950E-03 | 0.003995    | 0.003995002 | 0.003995002 | 0.003995002 | 0.003995002 | 0.003995002 |  |
| 220   | 3.3764E-03 | 3.3764E-03 | 3.3764E-03 | 3.3764E-03 | 0.00337644  | 0.003376442 | 0.003376442 | 0.003376442 | 0.003376442 | 0.003376442 |  |
| 240   | 2.8986E-03 | 2.8986E-03 | 2.8986E-03 | 2.8986E-03 | 0.00289857  | 0.002898565 | 0.002898565 | 0.002898565 | 0.002898565 | 0.002898565 |  |
| 260   | 2.5210E-03 | 2.5210E-03 | 2.5210E-03 | 2.5210E-03 | 0.00252098  | 0.002520978 | 0.002520978 | 0.002520978 | 0.002520978 | 0.002520978 |  |
| 280   | 2.2169E-03 | 2.2169E-03 | 2.2169E-03 | 2.2169E-03 | 0.00221693  | 0.00221693  | 0.00221693  | 0.00221693  | 0.00221693  | 0.00221693  |  |
| 300   | 1.9681E-03 | 1.9681E-03 | 1.9681E-03 | 1.9681E-03 | 0.00196811  | 0.001968108 | 0.001968108 | 0.001968108 | 0.001968108 | 0.001968108 |  |
| 320   | 1.7616E-03 | 1.7616E-03 | 1.7616E-03 | 1.7616E-03 | 0.00176162  | 0.001761621 | 0.001761621 | 0.001761621 | 0.001761621 | 0.001761621 |  |
| 340   | 1.5882E-03 | 1.5882E-03 | 1.5882E-03 | 1.5882E-03 | 0.00158817  | 0.001588167 | 0.001588167 | 0.001588167 | 0.001588167 | 0.001588167 |  |
| 360   | 1.4409E-03 | 1.4409E-03 | 1.4409E-03 | 1.4409E-03 | 0.00144089  | 0.001440894 | 0.001440894 | 0.001440894 | 0.001440894 | 0.001440894 |  |
| 380   | 1.3147E-03 | 1.3147E-03 | 1.3147E-03 | 1.3147E-03 | 0.00131466  | 0.001314658 | 0.001314658 | 0.001314658 | 0.001314658 | 0.001314658 |  |
| 400   | 1.2055E-03 | 1.2055E-03 | 1.2055E-03 | 1.2055E-03 | 0.00120553  | 0.001205535 | 0.001205535 | 0.001205535 | 0.001205535 | 0.001205535 |  |
| 420   | 1.1105E-03 | 1.1105E-03 | 1.1105E-03 | 1.1105E-03 | 0.00111048  | 0.001110484 | 0.001110484 | 0.001110484 | 0.001110484 | 0.001110484 |  |

ภาพที่ 1 ตัวอย่างตารางอย่างง่ายในการคำนวณระยะห่างที่เหมาะสมระหว่างสถานประกอบการกับชุมชน เมื่อคำนึงถึงมลพิษทางอากาศ

- หมายเหตุ :
- 1.ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นต่อหน่วยการปล่อย (ไม่มีหน่วย) คำนวณจากอัตราการปล่อยมลพิษที่สนใจ (กรัม/วินาที)หารด้วยค่ามาตรฐานสารมลพิษ (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
  - 2.ความเร็วลม (U) หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที
  - 3.ความสูงของแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ (h) หน่วยเป็นเมตร
  - 4.ความสูงชั้นผสม (H) หน่วยเป็นเมตร
  - 5.ระยะท้ายลมหรือระยะห่างที่เหมาะสม (x) มีหน่วยเป็นเมตร

#### 4.2 หลักเกณฑ์ในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการเมื่อคำนึงถึงมลพิษทางน้ำผิวดิน

ปัญหามลพิษทางน้ำผิวดินและสารอันตรายปนเปื้อนน้ำผิวดินที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตจนเกิดเหตุประชาชนร้องเรียน มักมาจากสาเหตุ 1) ระบบบำบัดมีปัญหาปล่อยน้ำเสียเกินค่ามาตรฐานลงแหล่งน้ำโดยเหตุสุดวิสัย (ระบบบำบัดล้ม) หรือลักลอบปล่อยน้ำเสียลงลำน้ำที่ชุมชนใช้อุปโภค บริโภค หรือประกอบอาชีพ และ 2) น้ำไหลป่าพาสารปนเปื้อนจากดิน (ตามค่าการปนเปื้อนที่กฎหมายอนุญาต) ลงสู่น้ำผิวดิน ทำให้เกิดการสะสมของสารอันตรายในน้ำผิวดิน

ทั้งนี้ผู้ได้รับผลกระทบคือชาวประมงที่อาศัยแหล่งประมงน้ำจืดในการประกอบอาชีพและ ชุมชนที่อาศัยน้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำดิบผลิตน้ำดื่ม น้ำใช้ ด้วยเหตุนี้การกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการโดยพิจารณาผลกระทบต่อด้านน้ำผิวดิน จะมี 2 กรณีคือ กรณีที่ 1 ระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการสำหรับเพื่อเวลาการแจ้งเตือนประชาชนหากเกิดการปล่อยน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารอันตรายหรือมลพิษที่เกินค่าที่กฎหมายกำหนดลงสู่แหล่งน้ำ (กรณี BD-SW1) กรณีที่ 2 ระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำของชุมชนกับสถานประกอบการที่ต้องมีแนวพืชตามธรรมชาติลดการปนเปื้อนของสารอันตราย (กรณี BD-SW2)

##### 4.2.1 กรณีที่ 1 ระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการสำหรับเพื่อเวลาการแจ้งเตือนประชาชนหากเกิดการปล่อยน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารอันตรายหรือมลพิษที่เกินค่าที่กฎหมายกำหนดลงสู่แหล่งน้ำ (กรณี BD-SW1)

จากการพิจารณามลพิษทางน้ำที่เกิดจากสถานประกอบการทั้ง 5 ประกอบด้วย สารหนู แมงกานีส ไฮโดรเจนไซยาไนด์ โครเมียม แคดเมียม ตะกั่ว เบนซีน ไตรคลอโรเอทิลีน ไวนิลคลอไรด์ 1,2-ไดคลอโรอีเทน ปรอท ไฮโดรคาร์บอนปิโตรเลียมทั้งหมด (Total Petroleum Hydrocarbon: TPH) BOD สังกะสี พบว่าระยะห่างที่เหมาะสมสำหรับกรณีที่ 1 นั้นไม่ขึ้นกับชนิดของกิจการหรือชนิดของสารมลพิษ แต่ขึ้นกับความเร็วการไหลของกระแสน้ำและระยะเวลาการแจ้งเตือน (TOT) ที่หน่วยงานท้องถิ่นร่วมกับผู้ประกอบการสามารถแจ้งเตือนประชาชนได้ โดยสามารถคำนวณระยะห่างที่เหมาะสมได้จากสมการ (2) ซึ่งสามารถใช้ได้กับสถานประกอบการที่คัดเลือก

สมการ (2)

$$BD-SW1 = u * TOT$$

เมื่อ

BD-SW1=ระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการสำหรับเพื่อเวลาการแจ้งเตือน

ประชาชนหากเกิดการปล่อยน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารอันตรายหรือมลพิษ

u =ความเร็วสูงสุดที่ 90% แรกของกระแสน้ำในลำน้ำที่ศึกษา (หน่วยเป็นกิโลเมตรต่อชั่วโมง)

TOT =ระยะเวลาในการแจ้งเตือน (หน่วยเป็นชั่วโมง)

จากสมการดังกล่าวสามารถจัดทำเป็นตารางอย่างง่ายในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการเมื่อคำนึงถึงมลพิษทางน้ำผิวดิน สำหรับเพื่อเวลาการแจ้งเตือนประชาชนหากเกิดการปล่อยน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารอันตรายหรือมลพิษ โดยแบ่งลำน้ำในแต่ละภาค ดังภาพที่ 2

| ลำดับ | ชื่อแม่น้ำ     | จังหวัด     | ภาค                       | 90%UCL  | Buffer Distance (km) (90% UCL) |      |      |      |
|-------|----------------|-------------|---------------------------|---------|--------------------------------|------|------|------|
|       |                |             |                           | u (m/s) | 1                              | 3    | 6    | 12   |
| 1     | แม่น้ำปิง      | เชียงใหม่   | เหนือตอนบน                | 1.54    | 5.5                            | 16.6 | 33.2 | 66.5 |
| 2     | น้ำแม่สี       | ลำพูน       | เหนือตอนบน                | 1.30    | 4.7                            | 14.0 | 28.0 | 56.0 |
| 3     | แม่น้ำยม       | แพร่        | เหนือตอนบน                | 1.33    | 4.8                            | 14.3 | 28.7 | 57.4 |
| 4     | แม่น้ำน่าน     | น่าน        | เหนือตอนบน                | 1.78    | 6.4                            | 19.2 | 38.5 | 76.9 |
| 5     | แม่น้ำวัง      | ลำปาง       | เหนือตอนบน                | 1.07    | 3.9                            | 11.6 | 23.2 | 46.4 |
| 6     | แม่น้ำน่าน     | พิษณุโลก    | เหนือตอนล่าง              | 1.19    | 4.3                            | 12.8 | 25.6 | 51.3 |
| 7     | แม่น้ำป่าสัก   | เพชรบูรณ์   | เหนือตอนล่าง              | 0.64    | 2.3                            | 6.9  | 13.9 | 27.7 |
| 8     | แม่น้ำปิง      | ตาก         | เหนือตอนล่าง              | 0.70    | 2.5                            | 7.6  | 15.2 | 30.4 |
| 9     | แม่น้ำยม       | สุโขทัย     | เหนือตอนล่าง              | 2.20    | 7.9                            | 23.8 | 47.5 | 95.0 |
| 10    | แม่น้ำสาละวิน  | ตาก         | เหนือตอนล่าง              | 0.82    | 2.9                            | 8.8  | 17.7 | 35.3 |
| 11    | แม่น้ำมูล      | นครราชสีมา  | ตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง | 1.40    | 5.1                            | 15.2 | 30.3 | 60.6 |
| 12    | ลำตะคอง        | นครราชสีมา  | ตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง | 2.21    | 8.0                            | 23.9 | 47.8 | 95.6 |
| 13    | ห้วยเหนือ      | ศรีสะเกษ    | ตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง | 0.78    | 2.8                            | 8.4  | 16.8 | 33.6 |
| 14    | ลำเซบาย        | อุบลราชธานี | ตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง | 1.31    | 4.7                            | 14.2 | 28.3 | 56.7 |
| 15    | ห้วยบ้าน       | อำนาจเจริญ  | ตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง | 0.64    | 2.3                            | 6.9  | 13.9 | 27.7 |
| 16    | แม่น้ำป่าสัก   | สระบุรี     | กลาง                      | 1.05    | 3.8                            | 11.3 | 22.6 | 45.2 |
| 17    | แม่น้ำสะแกกรัง | อุทัยธานี   | กลาง                      | 0.76    | 2.7                            | 8.2  | 16.5 | 32.9 |

หมายเหตุ u = ความเร็วสูงสุดที่ 90% แรกของกระแสน้ำในลำน้ำที่ศึกษา (หน่วยเป็นเมตรต่อวินาที)

Buffer Distance= ระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการสำหรับเพื่อเวลาการแจ้งเตือนประชาชนหากเกิดการปล่อยน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารอันตรายหรือมลพิษ (หน่วยเป็นกิโลเมตร) ตามระยะเวลาการแจ้งเตือน 1 ชั่วโมง 3 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง และ 12 ชั่วโมง

ภาพที่ 2 ตัวอย่างตารางอย่างง่ายในการคำนวณระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการสำหรับเพื่อเวลาการแจ้งเตือนประชาชนหากเกิดการปล่อยน้ำเสียที่ปนเปื้อนสารอันตรายหรือมลพิษ

#### 4.2.2 กรณีที่ 2 ระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำของชุมชนกับสถานประกอบการที่ต้องมีแนวพืชตามธรรมชาติลดการปนเปื้อนของสารอันตราย (กรณี BD-SW2)

เป็นระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำของชุมชนกับสถานประกอบการที่ต้องมีแนวพืชตามธรรมชาติ (Vegetation Buffer Strip) ที่กว้างเพียงพอสำหรับลดการปนเปื้อนของสารอันตรายในน้ำไหลบ่าจากโรงงานสู่แหล่งน้ำไม่ให้เกิดค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งอ้างอิงตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2539) เรื่อง กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม ซึ่งผ่านการประเมินความเสี่ยงในการออกกฎหมายมาแล้ว สำหรับกิจการ ทั้ง 3 ประเภท (เหมือง โรงงานปิโตรเคมี และ โรงชุบโลหะ) มีสารมลพิษที่สำคัญได้แก่ สารหนู เบนซีน โครเมียม แคดเมียม ไฮโดรเจนไซยาไนด์ 1,2-ไดคลอโรอีเทน แมงกานีส นิเกิล ตะกั่ว ฟีนอล ไฮโดรคาร์บอน ปิโตรเลียมทั้งหมด (Total Petroleum Hydrocarbon: TPH) ไตรคลอโรเอทิลีน (TCE) ไวนิลคลอไรด์ และสังกะสี หลักเกณฑ์ที่นำมาพิจารณาประกอบด้วย ชนิดของดิน ความชันของพื้นที่ ค่าการกักเซาะดินของประเทศไทย และสมมติว่าพื้นที่ปนเปื้อนเป็นพื้นดินเปล่า ไม่มีหญ้าคลุม ไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่ ซึ่งเป็นกรณีเลวร้ายที่สุด (worst case) ในการคำนวณระยะ BD-SW2 ที่เหมาะสม ต้องทราบปริมาณสารอันตรายที่ไหลไปกับน้ำไหลบ่าในรูปตะกอนดินปนเปื้อนสารอันตรายก่อน ตามสมการ (3) ดังนี้

สมการ (3)

ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในน้ำไหลบ่า (มิลลิกรัม/ลิตร) ที่มากับตะกอนดิน = ความเข้มข้นของดินที่ถูกน้ำบ่ากัดเซาะลงสู่ลำห้วย\* (กิโลกรัมต่อลิตร) X ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในดิน\*\* (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

หมายเหตุ \*ความเข้มข้นของดินที่ถูกน้ำบ่ากัดเซาะลงสู่ลำห้วย (กิโลกรัมต่อลิตร) สามารถคำนวณจากสมการ (4)

\*\* ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในดินเป็นไปตามค่าสูงสุดที่กฎกระทรวงอนุญาต

สมการ (4)

$$a = r k l s c p$$

เมื่อ a = ค่าเฉลี่ยของการกัดเซาะของดินรายปี (ทำให้เกิดตะกอน Sediment Yield) เป็นฟังก์ชันของ r, k, l, s, c, และ p โดยที่  
r - Rainfall/Runoff คือค่าความเข้มฝน และ น้ำไหลบ่า  
k - Soil erodibility ค่าความสามารถในการถูกน้ำไหลบ่ากัดเซาะของดินแต่ละประเภท  
l - Slope length ค่าความยาวของพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ  
s - Slope steepness ค่าความชัน (%) ของพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ  
c - Cover-management ลักษณะการปกคลุมของพื้นที่ที่ถูกกัดเซาะ  
p - Supporting practices การใช้เทคนิคทางวิศวกรรมหรือการจัดการอื่นๆช่วยลดการกัดเซาะ

จากนั้นจึงคำนวณระยะ BD-SW2 โดยอาศัยประสิทธิภาพของแนวพืชธรรมชาติในการกรองตะกอนดินปนเปื้อนสารอันตราย ใช้สมการจากงานวิจัยของ Yuan et al.(2009) ดังสมการ 5 และ 6

|   |
|---|
| กรณีความชันของพื้นที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5% |
| $Y = 0.0771 \ln(x) + 0.36833$ สมการ (5)     |
| กรณีความชันของพื้นที่มากกว่า 5%             |
| $Y = 0.0498 \ln(x) + 0.6718$ สมการ (6)      |

จากสมการดังกล่าวสามารถจัดทำเป็นตารางอย่างง่ายในการกำหนดระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำของชุมชนกับสถานประกอบการ จากสารปนเปื้อนแต่ละชนิดที่เกิดจากอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ได้แก่ สารหนู โครเมียม แคดเมียม ไฮโดรเจนไซยาไนด์ แมงกานีส นิกเกิล ตะกั่ว และสังกะสี ดังภาพที่ 3

| Soil type                           | Length (m) | Slope | Region             | ระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำของชุมชนกับสถานประกอบการเหมืองแร่ (m) |                  |    |     |    |     |    |    |
|-------------------------------------|------------|-------|--------------------|--|------------------|----|-----|----|-----|----|----|
|                                     |            |       |                    | As   | Cr <sup>6+</sup> | Cd | HCN | Mn | Ni  | Pb | Zn |
| Clay (l-m OM, vs Perm, lt 50% Clay) | 213        | 0.25  | เหนือ              | 0  | 10               | 95 | 0   | 44 | 104 | 21 | 0  |
|                                     |            | 0.25  | กลาง               | 0  | 5                | 89 | 0   | 33 | 99  | 13 | 0  |
|                                     |            | 0.25  | ตะวันออกเฉียงเหนือ | 0  | 3                | 85 | 0   | 27 | 96  | 9  | 0  |
|                                     |            | 0.25  | ตะวันออก           | 0  | 0                | 70 | 0   | 12 | 85  | 2  | 0  |
|                                     |            | 0.25  | ใต้                | 0  | 10               | 96 | 0   | 44 | 104 | 22 | 0  |
| Clay (l-m OM, vs Perm, lt 50% Clay) | 546        | 0.25  | เหนือ              | 0  | 10               | 95 | 0   | 44 | 104 | 21 | 0  |
|                                     |            | 0.25  | กลาง               | 0  | 5                | 90 | 0   | 34 | 100 | 14 | 0  |
|                                     |            | 0.25  | ตะวันออกเฉียงเหนือ | 0  | 4                | 88 | 0   | 31 | 98  | 12 | 0  |
|                                     |            | 0.25  | ตะวันออก           | 0  | 1                | 73 | 0   | 14 | 87  | 3  | 0  |
|                                     |            | 0.25  | ใต้                | 0  | 11               | 97 | 0   | 46 | 104 | 23 | 0  |

หมายเหตุ Soil type หมายถึงประเภทดิน ประกอบด้วย 1) ดินเหนียว (clay) 2) ดินทราย (Loamy Sand) 3) ดินร่วน (Silty Clay Loam)  
 Length หมายถึง ขนาดกว้าง ยาวของพื้นที่ปนเปื้อน (หน่วยเป็นเมตร) สามารถอ้างอิงได้จากฐานข้อมูล Superfund ของประเทศสหรัฐอเมริกา  
 Slope หมายถึง ค่าความชันของพื้นที่ แบ่งเป็น 3 ระดับคือ 25% 1% และ 3%

ภาพที่ 3 ตัวอย่างตารางอย่างง่ายในการคำนวณระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำของชุมชนกับสถานประกอบการเหมืองแร่

และสามารถจัดทำเป็นตารางอย่างง่ายในการกำหนดระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำของชุมชนกับสถานประกอบการ จากสารปนเปื้อนแต่ละชนิดที่เกิดจากอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ได้แก่ สารหนู โปรท เบนซีน ฟีนอล ไตรคลอโรเอทีลีน 1,2-ไดคลอโรเอทีน ไวนิลคลอไรด์ และไฮโดรคาร์บอนปิโตรเลียมทั้งหมด (Total Petroleum Hydrocarbon: TPH) ดังภาพที่ 4



### 4.3 หลักเกณฑ์ในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการเมื่อคำนึงถึงมลพิษทางน้ำใต้ดิน

การกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการโดยพิจารณาจากมลพิษทางน้ำใต้ดินที่เฉพาะเจาะจงกับประเภทของกิจการที่คัดเลือก สารมลพิษที่อาจปนเปื้อนสู่น้ำใต้ดินจากกิจการเหมืองแร่ ได้แก่ สารหนู โครเมียม แคดเมียม ไฮโดรเจนไซยาไนด์ แมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี สารมลพิษที่อาจปนเปื้อนสู่น้ำใต้ดินจากกิจการปิโตรเลียม ได้แก่ เบนซีน 1,2-ไดคลอโรอีเทน ฟีนอล ไฮโดรคาร์บอนปิโตรเลียมทั้งหมด (Total Petroleum Hydrocarbon: TPH) ไตรคลอโรเอทิลีน (TCE) และไวนิลคลอไรด์ สารมลพิษที่อาจปนเปื้อนสู่น้ำใต้ดินจากกิจการเคลือบชุบโลหะ ได้แก่ นิกเกิล ส่วนโรงโม่หินและโรงงานน้ำตาลไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางน้ำที่มีผลต่อสุขภาพ

ปัญหามลพิษทางน้ำใต้ดินและสารอันตรายปนเปื้อนน้ำใต้ดินที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตจากสถานประกอบการเกิดขึ้นได้จาก 2 สถานการณ์ คือ

1) น้ำใต้ดินในโรงงานปนเปื้อนสารอันตรายตามค่าสูงสุดที่ยอมไว้ในกฎกระทรวงควบคุมการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินในบริเวณโรงงานกำหนด แต่น้ำใต้ดินดังกล่าวแพร่กระจายออกมาสู่แหล่งน้ำใต้ดินของชุมชนนอกโรงงาน และทำให้เกิดความเสี่ยงจากการบริโภคน้ำปนเปื้อนดังกล่าวเกินค่าที่ยอมรับได้

2) น้ำใต้ดินในโรงงานปนเปื้อนสารอันตรายเกินค่าสูงสุดที่ยอมไว้ในกฎกระทรวงควบคุมการปนเปื้อนในดินและน้ำใต้ดินในบริเวณโรงงาน และโรงงานต้องทำการฟื้นฟูให้เป็นไปตามกฎหมาย แต่ระหว่างการดำเนินการฟื้นฟู แต่น้ำใต้ดินดังกล่าวแพร่กระจายออกมาสู่แหล่งน้ำใต้ดินของชุมชนนอกโรงงาน และทำให้เกิดความเสี่ยงจากการบริโภคน้ำปนเปื้อนดังกล่าวเกินค่าที่ยอมรับได้

ทั้งนี้ผู้ได้รับผลกระทบคือ ชุมชนที่อาศัยน้ำใต้ดิน รวมทั้งน้ำบ่อตื้นเพื่อการอุปโภค บริโภค ด้วยเหตุนี้การกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการโดยพิจารณาผลกระทบด้านน้ำใต้ดิน จะมี 2 กรณี คือ กรณีที่ 1 ระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการสำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภค บริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนสารอันตรายในน้ำใต้ดินของโรงงานตามค่าที่กฎหมายกำหนด (BD-GW1) กรณีที่ 2 ระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการสำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภค บริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนสารอันตรายในน้ำใต้ดินของโรงงานเกินค่าที่กฎหมายกำหนด และอยู่ระหว่างการดำเนินการฟื้นฟู

| Soil type                           | Length (m) | Slope (%) | Region             | ระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำของชุมชนกับสถานประกอบการเหมืองแร่ (m) |        |         |        |      |         |      |      |
|-------------------------------------|------------|-----------|--------------------|--|--------|---------|--------|------|---------|------|------|
|                                     |            |           |                    | As   | Hg     | Benzene | Phenol | TCE  | 1,2 DCA | VC   | TPH  |
| Clay (l-m OM, vs Perm, lt 50% Clay) | 73         | 0.25      | เหนือ              | 0.00   | 114.72 | 0.00    | 0.10   | 0.00 | 3.47    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | กลาง               | 0.00   | 113.23 | 0.00    | 0.02   | 0.00 | 1.56    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | ตะวันออกเฉียงเหนือ | 0.00   | 112.43 | 0.00    | 0.01   | 0.00 | 1.01    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | ตะวันออก           | 0.00   | 107.61 | 0.00    | 0.00   | 0.00 | 0.07    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | ใต้                | 0.00   | 115.06 | 0.00    | 0.14   | 0.00 | 4.15    | 0.00 | 0.00 |
| Clay (l-m OM, vs Perm, lt 50% Clay) | 87         | 0.25      | เหนือ              | 0.00   | 114.93 | 0.00    | 0.12   | 0.00 | 3.88    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | กลาง               | 0.00   | 113.29 | 0.00    | 0.02   | 0.00 | 1.61    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | ตะวันออกเฉียงเหนือ | 0.00   | 113.23 | 0.00    | 0.02   | 0.00 | 1.57    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | ตะวันออก           | 0.00   | 108.63 | 0.00    | 0.00   | 0.00 | 0.12    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | ใต้                | 0.00   | 115.10 | 0.00    | 0.15   | 0.00 | 4.24    | 0.00 | 0.00 |
| Clay (l-m OM, vs Perm, lt 50% Clay) | 1069       | 0.25      | เหนือ              | 0.00   | 115.23 | 0.00    | 0.17   | 0.00 | 4.56    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | กลาง               | 0.00   | 113.70 | 0.00    | 0.03   | 0.00 | 2.01    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | ตะวันออกเฉียงเหนือ | 0.00   | 113.23 | 0.00    | 0.02   | 0.00 | 1.57    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | ตะวันออก           | 0.00   | 108.60 | 0.00    | 0.00   | 0.00 | 0.12    | 0.00 | 0.00 |
|                                     |            | 0.25      | ใต้                | 0.00   | 115.59 | 0.00    | 0.25   | 0.00 | 5.51    | 0.00 | 0.00 |

ภาพที่ 4 ตัวอย่างตารางอย่างง่ายในการคำนวณระยะห่างระหว่างแหล่งน้ำของชุมชนกับสถานประกอบการ ปิโตรเคมี

หมายเหตุ Soil type หมายถึงประเภทดิน ประกอบด้วย 1) ดินเหนียว (clay) 2) ดินทราย (Loamy Sand) 3) ดินเหนียวปนทราย (Silty Clay Loam)  
Length หมายถึง ขนาดกว้าง ยาวของพื้นที่ปนเปื้อน (หน่วยเป็นเมตร)  
สามารถอ้างอิงได้จากฐานข้อมูล Superfund ของประเทศสหรัฐอเมริกา  
Slope หมายถึง ค่าความชันของพื้นที่ แบ่งเป็น 3 ระดับคือ 25% 1% และ 3%

4.3.1. ระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการสำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภค บริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนสารอันตรายในน้ำใต้ดินของโรงงานตามค่าที่กฎหมายกำหนด (กรณี BD-GW1) (กฎกระทรวงควบคุมการปนเปื้อนสารอันตรายในดินและน้ำใต้ดิน พ.ศ. 2559) และโรงงานไม่จำเป็นต้องทำการฟื้นฟูน้ำใต้ดินในบริเวณโรงงานแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม ค่าการปนเปื้อนที่กฎหมายยอมให้โรงงานปลดปล่อยได้มักจะมีค่าสูงกว่าค่าที่ประชาชนสามารถสัมผัสได้อย่างปลอดภัย ด้วยเหตุนี้ ระยะ BD-GW1 คือระยะที่ให้ธรรมชาติบำบัดสารอันตรายในน้ำใต้ดิน โดยกระบวนการต่างๆ ทั้งทางเคมี กายภาพ และ ชีวภาพ เช่น การดูดซับสารอันตรายโดยดิน การย่อยสลายสารอันตรายโดยจุลชีพในดิน และการเจือจางสารอันตรายโดยกระบวนการ Dispersion ในน้ำใต้ดิน ทำการบำบัดน้ำจนเมื่อผ่านระยะ BD-GW1 ดังกล่าว สารอันตรายในน้ำใต้ดินก็จะลดลงต่ำจนกระทั่งไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงที่มีอาจยอมรับได้

หลักเกณฑ์ในการประเมินเพื่อนำมาใช้ในการกำหนดระยะห่าง ประกอบด้วย

- 1) ประเมินการแพร่กระจายของน้ำใต้ดินที่ระยะเวลาการเคลื่อนที่ของน้ำใต้ดิน 200 ปี (Steady State)
- 2) ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดการปนเปื้อนขั้นที่สุดที่ทำให้ความเสี่ยงต่อสุขภาพไม่เกินค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งในการประเมินความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ใช้การคำนวณโดยโปรแกรม RISC5 Human Health and Ecological Risk Assessment
- 3) คำนึงถึงผลกระทบต่อกลุ่มเสี่ยง โดยเฉพาะเด็ก
- 4) ใช้ขนาดของพื้นที่ปนเปื้อนตามประเภทกิจการ และ ตามขนาดของสถานประกอบการ (เล็ก (S) กลาง (M) และ ใหญ่ (L)) และดำเนินการสำหรับดิน 3 ประเภท (ดินเหนียว ดินทราย ดินร่วน)
- 5) ค่าของความลาดชันทางชลศาสตร์ (Hydraulic Gradient) คำนวณจากฐานข้อมูลความลาดชันทางชลศาสตร์ของทั้งประเทศ (12 จังหวัด) โดยอิงฐานข้อมูลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

จากหลักเกณฑ์ในการประเมินและการใช้โปรแกรม RISC5 เพื่อใช้ในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการสำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภค บริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนสารอันตรายในน้ำใต้ดินของโรงงานตามค่าที่กฎหมายกำหนด (กรณี BD-GW1) สามารถจัดทำเป็นตารางอย่างง่าย ได้ดังภาพที่ 5 สำหรับสถานประกอบการเหมืองแร่ ภาพที่ 6 สำหรับสถานประกอบการปิโตรเคมี และภาพที่ 7 สำหรับสถานประกอบการชุบโลหะ

| BD-GW1 (m)          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว  |            |            | ดินร่วน    |            |            | ดินทราย    |            |            |
|                     | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน |
| ชนิดดิน             | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 213 x 213 ตร.ม.     | -          | 23.33      | 32.89      | 8.65       | 58.63      | 81.96      | 64.52      | 469.48     | 670.10     |
| 546 x 546 ตร.ม.     | -          | 23.33      | 32.89      | 8.65       | 58.63      | 81.96      | 64.52      | 469.48     | 670.10     |
| 842 x 842 ตร.ม.     | -          | 23.33      | 32.89      | 8.65       | 58.63      | 81.96      | 64.52      | 469.48     | 670.10     |
| แคดเมียม            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว  |            |            | ดินร่วน    |            |            | ดินทราย    |            |            |
|                     | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน |
| ชนิดดิน             | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 213 x 213 ตร.ม.     | -          | 9.83       | 14.27      | -          | 24.38      | 34.58      | 26.96      | 209.44     | 294.44     |
| 546 x 546 ตร.ม.     | -          | 9.83       | 14.27      | -          | 24.38      | 34.58      | 26.96      | 209.44     | 294.44     |
| 842 x 842 ตร.ม.     | -          | 9.83       | 14.27      | -          | 24.38      | 34.58      | 26.96      | 209.44     | 294.44     |
| โครเมียม            |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว  |            |            | ดินร่วน    |            |            | ดินทราย    |            |            |
|                     | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน |
| ชนิดดิน             | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 213 x 213 ตร.ม.     | 4.98       | 40.80      | 59.19      | 14.61      | 99.48      | 146.74     | 118.85     | 760.14     | 1073.77    |
| 546 x 546 ตร.ม.     | 4.98       | 40.80      | 59.19      | 14.61      | 99.48      | 146.74     | 118.85     | 760.14     | 1074.03    |
| 842 x 842 ตร.ม.     | 4.98       | 40.80      | 59.19      | 14.61      | 99.48      | 146.74     | 118.85     | 760.14     | 1074.03    |

ภาพที่ 5 ตัวอย่างตารางอย่างง่ายในการคำนวณระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ สำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภคบริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนในน้ำใต้ดินของโรงงาน ตามค่าที่กฎหมายกำหนด (กรณี BD-GW1) สำหรับสถานประกอบการเหมืองแร่

| BD-GW1 (m)          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว  |            |            | ดินร่วน    |            |            | ดินทราย    |            |            |
|                     | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน |
| ชนิดดิน             | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 73 x 73 ตร.ม.       | -          | 23.33      | 32.89      | 8.65       | 58.63      | 81.96      | 64.52      | 467.47     | 659.56     |
| 87 x 87 ตร.ม.       | -          | 23.33      | 32.89      | 8.65       | 58.63      | 81.96      | 64.52      | 468.53     | 664.09     |
| 1069 x 1069 ตร.ม.   | -          | 23.33      | 32.89      | 8.65       | 58.63      | 81.96      | 64.52      | 469.48     | 670.10     |
| เบนซีน              |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว  |            |            | ดินร่วน    |            |            | ดินทราย    |            |            |
|                     | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน |
| ชนิดดิน             | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 73 x 73 ตร.ม.       | -          | 9.69       | 14.35      | -          | 9.15       | 13.05      | 8.64       | 75.65      | 113.44     |
| 87 x 87 ตร.ม.       | -          | 9.69       | 14.35      | -          | 9.15       | 13.05      | 8.64       | 75.65      | 113.44     |
| 1069 x 1069 ตร.ม.   | -          | 9.69       | 14.35      | -          | 9.15       | 13.05      | 8.64       | 75.65      | 113.44     |
| 1,2-ไดคลอโรอีเทน    |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว  |            |            | ดินร่วน    |            |            | ดินทราย    |            |            |
|                     | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน |
| ชนิดดิน             | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 73 x 73 ตร.ม.       | 10.54      | 100.36     | 147.47     | 9.72       | 89.09      | 132.23     | 81.11      | 620.73     | 843.55     |
| 87 x 87 ตร.ม.       | 10.54      | 100.36     | 147.47     | 9.72       | 89.09      | 132.23     | 81.11      | 633.57     | 867.05     |

ภาพที่ 6 ตัวอย่างตารางอย่างง่ายในการคำนวณระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ สำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภค บริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนในน้ำใต้ดินของโรงงาน ตามค่าที่กฎหมายกำหนด (กรณี BD-GW1) สำหรับสถานประกอบการปิโตรเคมี

| BD-GW1 (m)          |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว  |            |            | ดินร่วน    |            |            | ดินทราย    |            |            |
|                     | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน |
| ชนิดดิน             | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 11 x 11 ตร.ม.       | -          | 5.00       | 9.66       | -          | 14.81      | 19.96      | 115.59     | 702.87     | 990.53     |
| 64 x 64 ตร.ม.       | -          | 5.00       | 9.66       | -          | 14.81      | 19.96      | 118.85     | 748.52     | 1048.88    |
| 110 x 110 ตร.ม.     | -          | 5.00       | 9.66       | -          | 14.81      | 19.96      | 118.85     | 756.71     | 1066.59    |
| ตะกั่ว              |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว  |            |            | ดินร่วน    |            |            | ดินทราย    |            |            |
|                     | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน |
| ชนิดดิน             | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 11 x 11 ตร.ม.       | -          | -          | -          | -          | 4.98       | 8.73       | 39.35      | 280.34     | 391.98     |
| 64 x 64 ตร.ม.       | -          | -          | -          | -          | 4.98       | 8.73       | 39.49      | 307.88     | 433.74     |
| 110 x 110 ตร.ม.     | -          | -          | -          | -          | 4.98       | 8.73       | 39.49      | 309.06     | 437.62     |
| นิกเกิล             |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว  |            |            | ดินร่วน    |            |            | ดินทราย    |            |            |
|                     | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน | ความลาดชัน |
| ชนิดดิน             | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     | 0.0028     | 0.0300     | 0.0453     |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
| 11 x 11 ตร.ม.       | -          | -          | -          | -          | 4.97       | 4.97       | 25.63      | 199.20     | 279.14     |
| 64 x 64 ตร.ม.       | -          | -          | -          | -          | 4.97       | 4.97       | 27.59      | 219.75     | 310.07     |
| 110 x 110 ตร.ม.     | -          | -          | -          | -          | 4.97       | 4.97       | 27.59      | 219.86     | 311.34     |

ภาพที่ 7 ตัวอย่างตารางอย่างง่ายในการคำนวณระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ สำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภค บริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนสารอันตรายใน น้ำใต้ดินของโรงงานตามค่าที่กฎหมายกำหนด(กรณี BD-GW1) สำหรับสถานประกอบการชุบโลหะ

4.3.2 ระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการสำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภค บริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนสารอันตรายในน้ำใต้ดินของโรงงานเกินค่าที่กฎหมายกำหนด และ อยู่ระหว่างการดำเนินการฟื้นฟู (กรณี BD-GW2) ด้วยแม้โรงงานจะดำเนินการฟื้นฟูการปนเปื้อนอยู่ แต่น้ำใต้ ดินปนเปื้อนสารอันตรายก็ยังคงเคลื่อนที่ออกนอกโรงงานสู่ประชาชนได้ ฉะนั้นระยะ BD-GW2 นี้คือระยะที่ให้ ธรรมชาติบำบัดทำงานสลาย เจือจาง และหน่วงสารปนเปื้อนไม่ให้ไปถึงประชาชนในช่วงเวลาที่โรงงานกำลัง ดำเนินการฟื้นฟูอยู่

หลักเกณฑ์ในการประเมินเพื่อนำมาใช้ในการกำหนดระยะห่าง ประกอบด้วย

- 1) กำหนดให้ การฟื้นฟูการปนเปื้อนใช้ระยะเวลา (95% UCL) เท่ากับ 22 ปี โดยอิงฐานข้อมูล ระยะเวลาที่ใช้ในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนของประเทศสหรัฐอเมริกา
- 2) ระยะห่างจากแหล่งกำเนิดการปนเปื้อนสั้นที่สุดที่ทำให้ความเสี่ยงต่อสุขภาพไม่เกินค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งในการประเมินความเสี่ยงที่ยอมรับได้ ใช้การคำนวณโดยโปรแกรม RISC5 Human Health and Ecological Risk Assessment
- 3) คำนึงถึงผลกระทบต่อกลุ่มเสี่ยง โดยเฉพาะเด็ก
- 4) ใช้ขนาดของพื้นที่ปนเปื้อนตามประเภทกิจการ และ ตามขนาดของสถานประกอบการ (เล็ก (S) กลาง (M) และ ใหญ่ (L)) และดำเนินการสำหรับดิน 3 ประเภท (ดินเหนียว ดินทราย ดินร่วน)
- 5) ค่าของความลาดชันทางชลศาสตร์ (Hydraulic Gradient) คำนวนจากฐานข้อมูลความลาดชันทาง ชลศาสตร์ของทั้งประเทศ (12 จังหวัด) โดยอิงฐานข้อมูลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

จากหลักเกณฑ์ในการประเมินและการใช้โปรแกรม RISC5 เพื่อใช้ในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการสำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภค บริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มี การปนเปื้อนสารอันตรายในน้ำใต้ดินของโรงงานเกินค่าที่กฎหมายกำหนด และอยู่ระหว่างการดำเนินการฟื้นฟู (กรณี BD-GW2) สามารถจัดทำเป็นตารางอย่างง่าย ได้ดังภาพที่ 8 สำหรับสถานประกอบการเหมืองแร่ ภาพ ที่ 9 สำหรับสถานประกอบการปิโตรเคมี และภาพที่ 10 สำหรับสถานประกอบการชุบโลหะ

| BD-GW2, (ม.)        |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
|---------------------|-----------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว |        |        | ดินร่วน |        |        | ดินทราย |        |        |
| ชนิดดิน             |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| ความลาดชันชลศาสตร์  | 0.0028    | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| 213 x 213 ตร.ม.     | -         | -      | 4.99   | -       | 9.13   | 10.00  | 9.62    | 67.93  | 95.94  |
| 546 x 546 ตร.ม.     | -         | -      | 4.99   | -       | 9.13   | 10.00  | 9.62    | 67.93  | 95.94  |
| 842 x 842 ตร.ม.     | -         | -      | 4.99   | -       | 9.13   | 10.00  | 9.62    | 67.93  | 95.94  |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว |        |        | ดินร่วน |        |        | ดินทราย |        |        |
| ชนิดดิน             |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| ความลาดชันชลศาสตร์  | 0.0028    | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| 213 x 213 ตร.ม.     | -         | -      | -      | -       | -      | 4.99   | 4.99    | 30.50  | 44.15  |
| 546 x 546 ตร.ม.     | -         | -      | -      | -       | -      | 4.99   | 4.99    | 30.50  | 44.15  |
| 842 x 842 ตร.ม.     | -         | -      | -      | -       | -      | 4.99   | 4.99    | 30.50  | 44.15  |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว |        |        | ดินร่วน |        |        | ดินทราย |        |        |
| ชนิดดิน             |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| ความลาดชันชลศาสตร์  | 0.0028    | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| 213 x 213 ตร.ม.     | -         | 5.00   | 9.66   | -       | 14.81  | 19.96  | 14.99   | 122.97 | 169.83 |
| 546 x 546 ตร.ม.     | -         | 5.00   | 9.66   | -       | 14.81  | 19.96  | 14.99   | 122.97 | 169.83 |
| 842 x 842 ตร.ม.     | -         | 5.00   | 9.66   | -       | 14.81  | 19.96  | 14.99   | 122.97 | 169.83 |

ภาพที่ 8 ตัวอย่างตารางอย่างง่ายในการคำนวณระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ สำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภค บริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนในน้ำใต้ดินของโรงงาน เกินค่าที่กฎหมายกำหนด (กรณี BD-GW2) สำหรับสถานประกอบการเหมืองแร่

| BD-GW2, (ม.)        |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
|---------------------|-----------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว |        |        | ดินร่วน |        |        | ดินทราย |        |        |
| ชนิดดิน             | 0.0028    | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 |
| ความลาดชัน          |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| 73 x 73 ตร.ม.       | -         | -      | 4.87   | -       | 9.13   | 10.00  | 4.73    | 67.93  | 94.87  |
| 87 x 87 ตร.ม.       | -         | -      | 4.87   | -       | 9.13   | 10.00  | 4.73    | 67.93  | 95.94  |
| 1069 x 1069 ตร.ม.   | -         | -      | 4.87   | -       | 9.13   | 10.00  | 4.73    | 67.93  | 95.94  |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว |        |        | ดินร่วน |        |        | ดินทราย |        |        |
| ชนิดดิน             | 0.0028    | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 |
| ความลาดชัน          |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| 73 x 73 ตร.ม.       | -         | 9.69   | 14.35  | -       | 9.15   | 13.05  | 4.04    | 75.64  | 113.43 |
| 87 x 87 ตร.ม.       | -         | 9.69   | 14.35  | -       | 9.15   | 13.05  | 4.04    | 75.64  | 113.43 |
| 1069 x 1069 ตร.ม.   | -         | 9.69   | 14.35  | -       | 9.15   | 13.05  | 4.04    | 75.64  | 113.43 |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว |        |        | ดินร่วน |        |        | ดินทราย |        |        |
| ชนิดดิน             | 0.0028    | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 |
| ความลาดชัน          |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| 73 x 73 ตร.ม.       | 9.60      | 81.57  | 121.16 | 9.72    | 89.09  | 132.22 | 81.11   | 620.73 | 843.55 |
| 87 x 87 ตร.ม.       | 9.60      | 81.57  | 121.16 | 9.72    | 89.09  | 132.22 | 81.11   | 633.49 | 867.05 |
| 1069 x 1069 ตร.ม.   | 9.60      | 81.57  | 121.16 | 9.72    | 89.09  | 132.22 | 81.11   | 662.20 | 938.17 |

ภาพที่ 9 ตัวอย่างตารางอย่างง่ายในการคำนวณระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ สำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภค บริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนในน้ำใต้ดินของโรงงาน เกินค่าที่กฎหมายกำหนด (กรณี BD-GW2) สำหรับสถานประกอบการปิโตรเคมี

| BD-GW2, (ม.)        |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
|---------------------|-----------|--------|--------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว |        |        | ดินร่วน |        |        | ดินทราย |        |        |
| ชนิดดิน             | 0.0028    | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 |
| ความลาดชัน          |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| 11 x 11 ตร.ม.       | -         | 5.00   | 9.66   | -       | 14.81  | 19.96  | 14.99   | 121.50 | 163.19 |
| 64 x 64 ตร.ม.       | -         | 5.00   | 9.66   | -       | 14.81  | 19.96  | 14.99   | 122.97 | 169.83 |
| 110 x 110 ตร.ม.     | -         | 5.00   | 9.66   | -       | 14.81  | 19.96  | 14.99   | 122.97 | 169.83 |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว |        |        | ดินร่วน |        |        | ดินทราย |        |        |
| ชนิดดิน             | 0.0028    | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 |
| ความลาดชัน          |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| 11 x 11 ตร.ม.       | -         | -      | -      | -       | 4.98   | 8.73   | 4.99    | 44.93  | 65.56  |
| 64 x 64 ตร.ม.       | -         | -      | -      | -       | 4.98   | 8.73   | 4.99    | 45.45  | 66.95  |
| 110 x 110 ตร.ม.     | -         | -      | -      | -       | 4.98   | 8.73   | 4.99    | 45.45  | 66.95  |
| สารปนเปื้อน         | ดินเหนียว |        |        | ดินร่วน |        |        | ดินทราย |        |        |
| ชนิดดิน             | 0.0028    | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 | 0.0028  | 0.0300 | 0.0453 |
| ความลาดชัน          |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน |           |        |        |         |        |        |         |        |        |
| 11 x 11 ตร.ม.       | -         | -      | -      | -       | 4.97   | 4.97   | 4.97    | 31.53  | 44.68  |
| 64 x 64 ตร.ม.       | -         | -      | -      | -       | 4.97   | 4.97   | 4.97    | 31.62  | 44.97  |
| 110 x 110 ตร.ม.     | -         | -      | -      | -       | 4.97   | 4.97   | 4.97    | 31.62  | 44.97  |

ภาพที่ 10 ตัวอย่างตารางอย่างง่ายในการคำนวณระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ สำหรับปกป้องสุขภาพของประชาชนที่อุปโภค บริโภคน้ำใต้ดิน ในกรณีที่มีการปนเปื้อนสารอันตรายในน้ำใต้ดินของโรงงาน เกินค่าที่กฎหมายกำหนด (กรณี BD-GW2) สำหรับกิจการชุบโลหะ

## 5. สรุปและอภิปรายผล

การพัฒนาองค์ความรู้ในการกำหนดระยะห่างระหว่างสถานประกอบการภายใต้พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 กับชุมชน เป็นสิ่งที่มีความจำเป็น ซึ่งจากการคัดเลือก 5 ประเภทกิจการ พบแนวทางสำคัญในการกำหนดระยะห่างควรพิจารณา ประกอบด้วย สารมลพิษหลักสำคัญที่เกิดจากสถานประกอบการ ตัวกลางทางสิ่งแวดล้อมที่สารมลพิษสามารถแพร่กระจายออกมาจากสถานประกอบการ ได้แก่ มลพิษทางอากาศ น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน หลังจากนั้นต้องมีการหาข้อมูลปัจจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อประกอบการคำนวณ

ระยะห่างสำหรับตัวกลางสิ่งแวดล้อมแต่ละด้าน โดยตัวกลางสิ่งแวดล้อมทางอากาศต้องหาข้อมูลอัตราการปล่อยมลพิษที่สนใจ (q) ค่ามาตรฐานมลพิษอากาศที่สนใจ ความเร็วลม (U) ความสูงของแหล่งกำเนิดมลพิษทางอากาศ (h) และความสูงชั้นผสม (H) เพื่อหาระยะห่างที่เหมาะสมจากสมการที่ 1:

$$c(x,y,z) = \frac{2q}{\sqrt{2\pi u \sigma_y H}} \left\{ \frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \cos\left(\frac{n\pi z}{H}\right) \cos\left(\frac{n\pi h}{H}\right) \times \exp\left[-\left(\frac{n\pi}{H}\right)^2 \frac{\sigma_z^2}{2}\right] \right\} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right)$$

ส่วนสถานประกอบการที่มีมลพิษทางน้ำผิวดินต้องพิจารณาปัจจัย ได้แก่ ความเร็วของกระแสในลำน้ำที่ศึกษา และระยะเวลาการแจ้งเตือน เพื่อคำนวณระยะห่างโดยใช้สมการ  $BD-SW1 = u \cdot TOT$  สำหรับกรณีเพื่อเวลาการแจ้งเตือนประชาชน และต้องพิจารณาประเภทดิน ขนาดกว้าง ยาวของพื้นที่ปนเปื้อน และความชันของพื้นที่ โดยใช้สมการ  $Y = 0.0771 \ln(x) + 0.36833$  (เมื่อความชันของพื้นที่น้อยกว่าหรือเท่ากับ 5%) หรือสมการ  $Y = 0.0498 \ln(x) + 0.6718$  (เมื่อความชันของพื้นที่มากกว่า 5%) เพื่อคำนวณระยะห่างกรณีที่ต้องมีแนวพีชธรรมชาติในการกกรองตะกอนดิน

สถานประกอบการที่มีมลพิษน้ำใต้ดินต้องพิจารณาปัจจัย ได้แก่ ชนิดของสารมลพิษ ชนิดของดิน ขนาดพื้นที่ปนเปื้อน และความชันของพื้นที่ เพื่อคำนวณระยะห่างโดยใช้โปรแกรม RISC5 Human Health and Ecological Risk Assessment

จากสมการดังกล่าวสามารถจัดทำเป็นตารางอย่างง่าย (Look Up table) เพื่อหาระยะห่างระหว่างสถานประกอบการกับชุมชนสำหรับประเภทตัวกลางสิ่งแวดล้อมแต่ละด้าน หากสถานประกอบการใดมีสารมลพิษที่ปล่อยสู่ตัวกลางสิ่งแวดล้อมหลายด้านควรพิจารณาระยะห่างที่มากที่สุดมากำหนดเป็นระยะปลอดภัย อย่างไรก็ตาม ระยะห่างหรือแนวกันชนไม่ใช่ระบบบำบัด แต่เป็นเครื่องมือที่ต้องใช้ร่วมกับการปฏิบัติตามกฎหมายของโรงงานในการลดการปลดปล่อยมลพิษ จึงจะปกป้องสุขภาพของชุมชนและลดความขัดแย้งระหว่างสถานประกอบการและชุมชนได้ และเนื่องจากลักษณะทางสภาพแวดล้อมต่างๆ (เช่น ความเร็วลม อัตราการไหลของน้ำ ชนิดดิน ความลาดชันของพื้นที่ ความลาดชันทางชลศาสตร์ของน้ำใต้ดิน เป็นต้น) แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ ซึ่งเมื่อกำหนดหลักเกณฑ์ทางวิชาการเป็นกรอบใหญ่แล้ว แต่เมื่อนำไปคำนวณสำหรับแต่ละพื้นที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ระยะห่างระหว่างชุมชนกับสถานประกอบการ (สำหรับแต่ละประเภทกิจการ) ที่เฉพาะเจาะจงสำหรับแต่ละพื้นที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นนั้นๆ แนวคิดนี้สอดคล้องกับการปฏิบัติของต่างประเทศอย่างออสเตรเลียและสหรัฐอเมริกา จะประกาศตัวเลขแนวกันชนของตนเองที่สอดคล้องกับลักษณะภูมิประเทศและสภาพแวดล้อมของรัฐหรือเมืองนั้นๆ ทั้งนี้สำหรับกิจการต่างๆ ในพื้นที่ต่างๆ จะมีระยะห่างระหว่างชุมชนและสถานประกอบการ 3 ค่าที่ต้องใช้ร่วมกัน คือ ค่าระยะห่างสำหรับปกป้องชุมชนจากมลพิษทางอากาศ มลพิษทางน้ำผิวดิน และมลพิษทางน้ำใต้ดิน ซึ่งแต่ละค่าก็จะมีฐานคิดในการปกป้องชุมชนที่ต่างกัน และอาจจะไม่ได้เริ่มวัดจากตำแหน่งเดียวกันในโรงงาน ทั้งนี้เนื่องจากแหล่งที่ทำให้เกิดมลพิษในแต่ละตัวกลางต่างกัน และอาจจะอยู่ต่างตำแหน่งกันในสถานประกอบการหนึ่ง

## 6. ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการพิจารณาศักยภาพในการรองรับ (Carrying capacity) ของพื้นที่ โดยคำนึงถึงค่าปริมาณสารมลพิษที่มีอยู่แล้วในพื้นที่ศึกษา (Background Concentration) เป็นเกณฑ์หนึ่งในการคำนวณระยะห่าง
2. ควรพัฒนาตารางอย่างง่าย (Look up table) ในการคำนวณระยะห่างให้สะดวกกับการใช้งานของเจ้าหน้าที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยนำผลการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ไปทดลองใช้จริงในพื้นที่ ซึ่งจะช่วยให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นสามารถนำตารางไปประยุกต์ใช้ เช่น การออกข้อบัญญัติท้องถิ่นในการกำหนดระยะห่างระหว่างชุมชนและสถานประกอบการได้โดยง่าย เฉพาะเจาะจงและแม่นยำ
3. ควรพัฒนาโปรแกรมการคำนวณระยะห่างระหว่างชุมชนและสถานประกอบกิจการเมื่อคำนึงถึงมลพิษประเภทต่างๆหลายชนิดรวมกันและตัวกลางทางสิ่งแวดล้อมมากกว่า 1 ประเภท
4. ควรมีการพัฒนาข้อมูลพื้นฐานของประเทศไทยที่มีความเจาะจงกับแต่ละพื้นที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เช่น ชนิดของดิน ความลาดชันของพื้นที่ ทิศทางลม ความเร็วลม เป็นต้น

## 7. เอกสารอ้างอิง

- 1) Department of Environment. 2012. Guidelines for setting and zoning of industry and residential areas. Malaysia:Ministry of Natural Resources and Environment, Malaysia.
- 2) Department of Water. 2006. Vegetation buffers to sensitive water resources. (Water Quality Protection Note). Western Australia:Government of Western Australia.
- 3) Phenrat T, Teeratitayangkul P, Prasertsung I, Parichatprecha R, Jitsangiam P, Chomchalow N, et al. 2016. Vetiver plantlets in aerated system degrade phenol in illegally dumped industrial wastewater by phytochemical and rhizomicrobial degradation. Environ Sci Pollut Res In Press.
- 4) Salt DEB, M.; Kumar, N.P.B.A.; Dushenkov, V.; Ensley, B. D.; Chet, I; Raskin, I. . 1995. Phytoremediation: A novel strategy for the removal of toxic metals from the environment using plants. Nat Biotechnol 13:468-474.
- 5) Seinfeld, J. H. and S. N. Pandis.1998. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, John Wiley and Sons., New York.
- 6) US.EPA. 1997. State methods for delineating source water protection areas for surface water supplied sources of drinking water. Washington DC:US.EPA.
- 7) Zaltsberg E. 1995. Determination of groundwater attenuation distances from municipal landfill sites in ontario. Can Water Resour J 20:39-47.
- 8) Zhang X, Liu X, Zhang M, Dahlgren RA, Eitzel M. 2009. A review of vegetated buffers and a meta-analysis of their mitigation efficacy in reducing nonpoint source pollution. J Environ Qual 39:76-84.
- 9) Yuan, Y.; Bingner, R. L.; Locke, M.A. 2009 .A Review of effectiveness of vegetative buffers on sediment trapping in agricultural areas. Ecohydrology. Vol 2, pp 321-336.
- 10) Christensen, T. H.; Kjeldsen, P.; Bjerg, P. L.; Jensen, D. L.; Christensen, J. B.; Baun, A.; Albrechtsen, H.-J.; Heron, G. 2001. Biogeochemistry of landfill leachate plumes. Applied Geochemistry, Volume 16, Issues 7–8, Pages 659–718.