การประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูในเด็กเล็ก โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนใกล้ขุมเหมืองดีบุกเก่า ในภาคใต้ของประเทศไทย

Risk Assessment and Risk Management of Lead and Arsenic Poisoning in Childhood through Public Participation in Communities near Abandoned Tin Mine, Southern Thailand

อัญชลี พงศ์เกษตร

Anchalee Pongkaset

วิทยานิพนธ์นี้สำหรับการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

A Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements for the Degree of
Doctor of Philosophy in Environmental Management
Prince of Songkla University

2559

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

การประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูในเด็กเล็ก โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนใกล้ขุมเหมืองดีบุกเก่า ในภาคใต้ของประเทศไทย

Risk Assessment and Risk Management of Lead and Arsenic Poisoning in Young Children through Public Participation in a Community near an Abandoned Tin Mine in Southern Thailand

อัญชลี พงศ์เกษตร
Anchalee Pongkaset

วิทยานิพนธ์นี้สำหรับการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
A Thesis Submitted in Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in Environmental Management
Prince of Songkla University
2559
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูในเด็กเล็ก โดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนใกล้ขุมเหมืองดีบุกเก่า ในภาคใต้ของประเทศไทย
ผู้เขียน นางอัญชลี พงศ์เกษตร
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

คณะกรรมการสอบ :

.....ประธานกรรมการ
(ดร.พีรพัฒน์ โกศลศักดิ์สกุล)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.แสงอรุณ อิสระมาลัย)

.....กรรมการ
(ดร.วิสาข์ สุพรรณไพบูลย์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำหรับการศึกษา ตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล ศรีชนะ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้มาจากการศึกษาของนักศึกษาเอง และได้แสดงความขอบคุณบุคคลที่มีส่วนช่วยเหลือแล้ว

ลงชื่อ.....
(รองศาสตรจารย์ ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นางอัญชลี พงศ์เกษตร)
นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ผลงานวิจัยนี้ไม่เคยเป็นส่วนหนึ่งในการอนุมัติปริญญาในระดับใดมาก่อน และไม่ได้ถูกใช้ในการยื่นขออนุมัติปริญญาในขณะนี้

ลงชื่อ.....
(นางอัญชลี พงศ์เกษตร)
นักศึกษา

ชื่อวิทยานิพนธ์ การประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูในเด็กเล็กโดยอาศัยมีส่วนร่วมของชุมชนใกล้ขุมเหมืองดีบุกเก่า ในภาคใต้ของประเทศไทย
ผู้เขียน อัญชลี พงศ์เกษตร
สาขาวิชา การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2559

บทคัดย่อ

การประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูในเด็กเล็กโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนใกล้ขุมเหมืองดีบุกเก่า ในภาคใต้ของประเทศไทย เป็นการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนารูปแบบการประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูในเด็กเล็กโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชน โดยมีกิจกรรมการมีส่วนร่วม 3 ขั้นตอน คือ 1) ระบุแหล่งสัมผัสตะกั่วและสารหนู 2) ประเมินความเสี่ยงในเด็กเล็กที่อาศัยอยู่ในชุมชน และ 3) ดำเนินการจัดการความเสี่ยง ประชากรที่ศึกษาคือครัวเรือนในตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา ที่มีเด็กเล็กช่วงอายุแรกเกิด-6 ปี จำนวน 157 ครัวเรือน ใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย ได้ตัวอย่างจำนวน 119 ครัวเรือน ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัย ได้แก่ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน ผู้ปกครองเด็กเล็ก และผู้นำท้องถิ่นในพื้นที่ดังกล่าว เก็บข้อมูลโดยใช้แบบประเมินความรู้ของผู้ปกครองและการสัมผัสสิ่งแวดล้อมของเด็กเล็ก เก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมที่เด็กสัมผัส และตัวอย่างทางชีวภาพของเด็ก (เส้นผมและเลือด) แล้วนำตัวอย่างมาวิเคราะห์ทางเคมีเพื่อหาค่าระดับตะกั่วและสารหนู นำข้อมูลมาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (ร้อยละ ค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยควอไทล์) ทดสอบสมมติฐานใช้สถิติเชิงอนุมาน (paired t–test) และคำนวณความเสี่ยง

ผลการวิจัยพบว่าพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง (ระยะทางไม่เกิน 2 กิโลเมตร) มีปริมาณตะกั่วและสารหนูในดินไม่เกินค่ามาตรฐาน (Md.=14.85, IQR.=31.94, Min.=2.33, Max.=724.20 มก./กก. และ Md.=9.22, IQR=15.02, Min.=0.22, Max.=475.00 มก./กก. ตามลำดับ) เมื่อประเมินความเสี่ยงดัชนีอันตรายจากสารที่ไม่ใช่สารก่อมะเร็งทางการรับประทาน จากตะกั่วและสารหนูในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและไกลขุมเหมือง (ระยะทางเกิน 2 กิโลเมตร) พบว่าไม่มีความเสี่ยง (ไม่เกิน 1) สำหรับความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งทางการรับประทานของสารหนูในพื้นที่ใกล้และไกลขุมเหมือง พบว่ามีความเสี่ยง (เกิน 10^{-4}) แต่ไม่พบความเสี่ยงทางการหายใจอย่างมีนัยสำคัญ (ค่าเกิน 10^{-6}) สำหรับเด็กเล็กที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองโดยภาพรวม พบปริมาณตะกั่วในเลือดไม่เกินค่ามาตรฐาน (Md.=5.60, IQR=3.19, Min.=0.09, Max.= 43.88 มคก./ดล.) มีเพียง 6 รายที่ระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าค่ามาตรฐาน สำหรับตะกั่วในตัวอย่างเส้นผมโดยภาพรวมไม่เกินค่ามาตรฐาน (Md.=1.03, IQR= 0.99, Min=0, Max.=7.67 มก./กก.) มีเพียง 1 รายที่สูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ ส่วนสารหนูในเส้นผมโดยภาพรวมมีค่าไม่เกินมาตรฐาน เช่นกัน (Md.=0.64, IQR=0.25, Min.=0, Max.=1.67 มก./กก.) และ 1 รายที่มีค่าเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้

การมีส่วนร่วมในการดำเนินการประเมินและจัดการความเสี่ยงของผู้ที่มีส่วนร่วมทุกคนอาศัยหลักการ “สามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา” โดยมีการดำเนินการ 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การประเมินความเสี่ยง เป็นการสร้างทีมวิจัย และร่วมกันประเมินการสัมผัส และประเมินความเสี่ยง 2) การจัดการความเสี่ยง โดยมีการสื่อสารความเสี่ยงในเวทีประชาคม ร่วมกันจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง และดำเนินการจัดการความเสี่ยงตามแผนที่วางไว้ ได้แก่ (1) การจัดการที่แหล่งกำเนิด ได้แก่ การจัดการดินด้วยการปลูกพืชคลุมดินและลาดพื้นด้วยซีเมนต์ (2) การจัดการที่ทางผ่าน ได้แก่ การจัดหาน้ำดื่มที่ปลอดภัย ด้วยการล้างถังน้ำฝน ซื้อน้ำถัง และการแนะนำวิธีการลดการสัมผัสสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนตะกั่วและสารหนู และ (3) การจัดการที่ตัวผู้รับ โดยการให้สุขศึกษารายบุคคลแก่เด็กและผู้ปกครอง หลังจากดำเนินการจัดการความเสี่ยงเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าระดับความรู้ของผู้ปกครองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t=-6.31, $p < 0.01$) ระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผม ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (t=3.94, $p < 0.05$ และ t=2.84, $p < 0.01$ ตามลำดับ) นอกจากนี้ยังได้มีการดำเนินการส่งเสริมสุขภาพตามกฎบัตรออตตาวาโดยการสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพด้วยการลาดพื้นบริเวณโรงถลุงแร่เพื่อลดการสัมผัสในเด็กเล็ก การเสริมสร้างกิจกรรมชุมชนให้เข้มแข็งโดยการสร้างทีมวิจัยชุมชนเพื่อให้มีการดำเนินการเฝ้าระวังพื้นที่อย่างต่อเนื่อง การพัฒนาทักษะส่วนบุคคลโดยพัฒนาความรู้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขเพื่อให้ความรู้แก่ประชาชนในพื้นที่ให้สามารถดูแลสุขภาพตนเองได้ การปรับระบบบริการสาธารณสุขโดยให้มีระบบส่งต่อเด็กเล็กที่มีความเสี่ยงเพื่อรับการรักษา และการสร้างนโยบายสาธารณะโดยตั้งกองทุนเยียวยาผู้ได้รับผลกระทบให้สอดคล้องกับปัญหาสุขภาพในพื้นที่ ซึ่งจะทำให้เกิดความยั่งยืนของการควบคุมและป้องกันการได้รับพิษจากตะกั่วและสารหนูในพื้นที่

คำสำคัญ การประเมินความเสี่ยง การจัดการความเสี่ยง ตะกั่ว สารหนู พื้นที่เหมืองเก่า การมีส่วนร่วม

Thesis Title Risk assessment and risk management of lead and arsenic poisoning in childhood through public participation process in communities near abandoned tin mine, southern Thailand
Auther Anchalee Pongkaset
Major Program Environmental Management
Academic Year 2016

Abstract

Risk assessment and risk management of lead and arsenic poisoning in childhood through public participation process in communities near abandoned tin mine, southern Thailand. The objectives of this participatory action research was to develop the model of lead and arsenic poisoning in childhood through public participation process in communities. Three steps of the participation activities include 1) identify sources of lead and arsenic 2) risk assessment of children in communities and 3) risk management. The population were households in Tamtalu sub-district Bannangsta district, Yala province with children age between newborn-6 years olds 157 households. Simple random sampling was used method for 119 samples. The participants were public health officials, public health volunteers, parents of children, and local leaders. Questionnaires were used to evaluate the knowledge of the children's parents, and to assess the exposure of environment. The environmental and biological samples (hair and blood) were chemical analyzed for total lead and arsenic. The data were analyzed using descriptive statistics including percentage, median, and interquartile range. Inferential statistics used paired t- test and risk calculation.

The results of the study found that in the area near the mine (≤2 kms.), the quantity of lead and arsenic in soil not higher than standard (Md.=14.85, IQR.=31.94, Min.=2.33, Max.=724.20 mg./kg. and Md.=9.22, IQR=15.02, Min.=0.22, Max.=475.00 mg./kg. respectively). HI for non-carcinogenic from lead and arsenic through oral and inhalation route from the area near the mine and far from the mine (>2 kms.) were not risk (HI<1). For the risk of carcinogenic from arsenic, both area were got risk ($>10^{-4}$) but inhalation route were statistically not risk ($<10^{-6}$). For children in the area near the mine, blood lead level not exceed standard (Md.=5.60, IQR=3.19, Min.=0.09, Max.= 43.88 µg./dl.) only 6 children exceed standard. For children in the area near the mine, hair lead level not exceed standard (Md.=1.03, IQR= 0.99, Min=0, Max.=7.67 mg./kg.) only 1 children exceed acceptable level. Hair arsenic level not

exceed standard (Md.=0.64, IQR=0.25, Min.=0, Max.=1.67 mg./kg.) and 1 children exceed acceptable level.

Participation in the risk assessment and risk management, In this study, the participate were from “triangle that moves the mountain” concept. There were 2 steps. 1) risk assessment for created team of participants and the then involved in risk exposure assessment and risk assessment. 2) risk management, started with the risk communication in community, created the risk management plan and action include (1) the management of sources of environments by manage soil with planted and cemented grounds (2) the management of pathways by drinking water management, clearing storm water tanks and safe drinking water supply and reduce the exposure environments (3) the management of receptors by individual health educated for parents. After 6 months of risk management, found that the level of knowledge of parents increased statistically significant ($t=-6.31$, $p < 0.01$) lead and arsenic in hair of children decreased statistically significant ($t=3.94$, $p < 0.05$ and $t=2.84$, $p < 0.01$ respectively). In addition, there are action of health promotion including creative supportive environments by cemented ground in public area which were contaminated with lead and arsenic, strengthen community action by surveillance the environment and children's blood samples by participants team, develop personal skills of public health officials to make people selves care, reorient health service by refer children to treatment, and built healthy public policy by established to remedy the problems funds for health impact. There will make the sustainability for control and prevention lead and arsenic poisoning in the area.

Keywords: risk assessment, risk management, lead, arsenic, abandoned mine, participation

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินการวิทยานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จด้วยดี ทั้งนี้ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.บรรจง วิทยวีรศักดิ์ คณบดีคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำเป็นอย่างดี ตลอดการศึกษา ตรวจแก้เอกสารฉบับนี้จนสมบูรณ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำในการตีพิมพ์วารสาร ขอขอบพระคุณ ดร.พีรพัฒน์ โกศลศักดิ์สกุล ประธานกรรมการสอบ ผศ.ดร.แสงอรุณ อิสระมาลัย และ ดร.วิสาข์ สุพรรณไพบูลย์ กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการจัดทำวิทยานิพนธ์เป็นอย่างดี ขอขอบคุณนายกองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุ ผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถ้ำทะลุ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขและอาสาสมัครสาธารณสุขประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถ้ำทะลุ ผู้นำชุมชน ผู้ปกครองและเด็กเล็กในชุมชนถ้ำทะลุ ที่ได้ให้ความร่วมมือและมีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้เป็นอย่างดี

ขอขอบคุณผู้อำนวยการวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา ที่ได้ให้ใช้ห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม และสนับสนุนทุนการศึกษา ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือกลาง คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เจ้าหน้าที่ศูนย์พิษวิทยา โรงพยาบาลศิริราช ที่ได้วิเคราะห์ตัวอย่าง ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม ที่สนับสนุนทุนวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ ขอขอบคุณ ดร.กรรณิกา เรืองเดช ชาวสวนศรีเจริญ ที่จุดประกายประเด็นการศึกษาครั้งนี้

สุดท้ายนี้ ขอน้อมระลึกถึงคุณพ่อ คุณแม่ และครอบครัวที่ให้กำลังใจเสมอมา ขอบคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ เพื่อน ๆ และนักศึกษาหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลาทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจเป็นอย่างดีเสมอมา

อัญชลี พงศ์เกษตร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	(5)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	(7)
กิตติกรรมประกาศ	(9)
สารบัญ	(10)
สารบัญภาพ	(12)
สารบัญตาราง	(13)
อักษรย่อ	(15)
บทที่ 1 บทนำ	1
บทนำต้นเรื่อง	1
การตรวจเอกสาร	4
วัตถุประสงค์การวิจัย	34
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	34
กรอบแนวคิดการวิจัย	35
บทที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ	36
วัสดุและอุปกรณ์	36
ขอบเขตการวิจัย	37
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	37
เครื่องมือ การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล	37
การพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์	45
วิธีการดำเนินการวิจัย	46
บทที่ 3 ผลการศึกษาและอภิปราย	58
ข้อมูลส่วนบุคคลของเด็ก	58
ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ปกครอง	59
การประเมินความเสี่ยงจากสิ่งแวดล้อม	60
การมีส่วนร่วมในการประเมินและจัดการความเสี่ยง	78
การส่งเสริมสุขภาพตามกฎบัตรออตตาวา	95
บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนร่วม	97
รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า	101
บทที่ 4 สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ	109
การประเมินความเสี่ยงจากสิ่งแวดล้อม	109
รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า	110
ข้อเสนอแนะ	111

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	113
ภาคผนวก	128
ภาคผนวก ก แบบสอบถามชุดที่ 1	129
ภาคผนวก ข แบบสอบถามชุดที่ 2	132
ภาคผนวก ค หนังสือยินยอมการเก็บข้อมูลวิจัย (สำหรับผู้ปกครอง)	134
ภาคผนวก ง ภาพกิจกรรม	136
ประวัติผู้เขียน	145

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง 14
ภาพที่ 1.2 อาณาเขตติดต่อ ตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา 29
ภาพที่ 1.3 แผนที่แสดงที่ตั้งตำบลถ้ำทะลุ ในแผนที่ประเทศไทย 30
ภาพที่ 1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย 35
ภาพที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและไกลขุมเหมือง 63
ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง 83
ภาพที่ 3.3 เปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง 94
ภาพที่ 3.4 เปรียบเทียบระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผมก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง 95

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตัวอย่างรายงานการประเมินความเสี่ยงจากพิษโลหะในกิจกรรมเหมืองแร่ 5
ตารางที่ 1.2 ผลของการรวมกันของตะกั่วและสารหนู 13
ตารางที่ 1.3 พืชที่สามารถใช้ในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนตะกั่วและสารหนู 18
ตารางที่ 1.4 วิธีการควบคุมการสัมผัสโลหะพิษ 19
ตารางที่ 2.1 ข้อมูลการคำนวณการสัมผัสตะกั่วและสารหนูในสิ่งแวดล้อม 45
ตารางที่ 2.2 การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม 48
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลส่วนบุคคลของเด็ก 58
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ปกครอง 59
ตารางที่ 3.3 แหล่งปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูแบ่งตามเส้นทางการสัมผัสของเด็ก 60
ตารางที่ 3.4 ผลการทดสอบความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนูของผู้ปกครอง 61
ตารางที่ 3.5 ปริมาณตะกั่วในน้ำดื่ม 62
ตารางที่ 3.6 ปริมาณตะกั่วในผัก 64
ตารางที่ 3.7 ปริมาณตะกั่วในนมแม่ 65
ตารางที่ 3.8 ปริมาณตะกั่วในดิน 66
ตารางที่ 3.9 ปริมาณตะกั่วในฝุ่นที่พื้นในบ้าน 66
ตารางที่ 3.10 ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศ 67
ตารางที่ 3.11 ปริมาณสารหนูในน้ำดื่ม 67
ตารางที่ 3.12 ปริมาณสารหนูในผัก 68
ตารางที่ 3.13 ปริมาณสารหนูในนมแม่ 68
ตารางที่ 3.14 ปริมาณสารหนูในดิน 69
ตารางที่ 3.15 ปริมาณสารหนูในฝุ่นที่พื้นในบ้าน 70
ตารางที่ 3.16 ปริมาณสารหนูในบรรยากาศ 70
ตารางที่ 3.17 ผลการประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการรับประทาน ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง 71
ตารางที่ 3.18 ผลการประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการรับประทาน ในพื้นที่ไกลขุมเหมือง 72
ตารางที่ 3.19 ผลการประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการหายใจในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและพื้นที่ไกลขุมเหมือง 74
ตารางที่ 3.20 ผลการประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งจากสารหนูทางการรับประทานและการหายใจในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและไกลขุมเหมือง 75
ตารางที่ 3.21 ปริมาณตะกั่วและสารหนูในตัวอย่างชีวภาพจากเด็กในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและพื้นที่ไกลขุมเหมือง 77
ตารางที่ 3.22 กิจกรรมทางเลือกการจัดการดิน 85

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.23 การจัดการความเสี่ยงในครัวเรือนที่มีระดับตะกั่วและสารหนูในดินเกินระดับพื้นฐานนอกเหนือจากการให้สุขศึกษา 87
ตารางที่ 3.24 กิจกรรมทางเลือกการจัดการน้ำ 88
ตารางที่ 3.25 การจัดการที่ทางผ่าน 89
ตารางที่ 3.26 การจัดการเพื่อลดความเสี่ยงต่อเด็กที่มีตะกั่วในเลือดเกินมาตรฐาน 90
ตารางที่ 3.27 ผลการทดสอบความรู้ผู้ปกครองก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง 92
ตารางที่ 3.28 ผลการประเมินประสิทธิผลการจัดการความเสี่ยง 93
ตารางที่ 3.29 บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมที่คาดหวังและที่เกิดขึ้นจริงของเจ้าหน้าที่สาธารณสุข 97
ตารางที่ 3.30 บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของอสม. 98
ตารางที่ 3.31 บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองเด็กเล็กที่เป็นทีมวิจัย 99
ตารางที่ 3.32 บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของผู้นำท้องถิ่น 100
ตารางที่ 3.33 รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า 101

อักษรย่อ

อักษรย่อ	คำเต็ม
ก.	กรัม
มก./กก.	มิลลิกรัม/กิโลกรัม
มก.	มิลลิกรัม
มก./กก./ว.	มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน
มก./ล.	มิลลิกรัม/ลิตร
มคก./ดล.	ไมโครกรัม/เดซิลิตร
มคก./ฟุต^2	ไมโครกรัม/ตารางฟุต
มคก./ม.^{3}	ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร
มล.	มิลลิลิตร
มล./ล.	มิลลิลิตร/ลิตร
มม.	มิลลิเมตร
รพ.สต.	โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล
อบต.	องค์การบริหารส่วนตำบล
อสม.	อาสาสมัครสาธารณสุขประจำหมู่บ้าน
CDC	Center for Disease Control and prevention
EPA	Environmental Protection Agency
GFAAS	Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometer
GPS	Global Positioning System
ICP-OES	Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer
WHO	World Health Organization

บทที่ 1
บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

แร่จัดเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อมนุษย์มาตั้งแต่สมัยโบราณการทำเหมืองแร่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ก่อให้เกิดของเสียจำนวนมากซึ่งอาจกระจายสู่ชุมชนเกิดการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ ระบบนิเวศคุณภาพดิน คุณภาพน้ำ และปัญหาสุขภาพได้(กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2555; Conant andFadem, 2008)ในต่างประเทศมีการประเมินความเสี่ยงจากการปนเปื้อนโลหะหนักจากกิจกรรมเหมืองแร่ในหลายประเทศเช่น โปแลนด์ เกาหลี จีน เกาหลี อิตาลี และ สเปน (Wciso, et al.,2002; Lim, et al.,2008; Zhuang, et al., 2009; Liu,et al.,2010; Cho, et al.,2012; Cidu, et al., 2012; Martínez-Martínez, et al.,2013) โดยการเก็บและวิเคราะห์โลหะหนักชนิดต่างๆ ในสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนเช่น ดิน น้ำ ตะกอนท้องน้ำ และพืชผักที่ใช้เป็นอาหาร เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างชีวภาพจากบุคคล เช่น ตัวอย่างเส้นผม เลือด และปัสสาวะ เป็นต้น แล้วนำค่าที่วิเคราะห์ได้มาประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศ เมื่อพบว่ามีความเสี่ยง ก็เสนอแนะแนวทางในการจัดการความเสี่ยงแต่ส่วนใหญ่ไม่ได้นำผลการศึกษาไปใช้ในการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้นแม้ว่าความคาดหวังของการประเมินความเสี่ยงคือการสามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการจัดการความเสี่ยงได้จริง (Lui, et al., 2012)

สำหรับแนวทางการจัดการความเสี่ยงส่วนใหญ่ใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อลดปริมาณโลหะหนักหรือของเสียอันตรายในพื้นที่ปนเปื้อนให้ได้ตามเกณฑ์หรือค่าที่ยอมรับได้ ซึ่งมีทางเลือกในการฟื้นฟูหลายวิธีด้วยกัน ทั้งวิธีการทางกายภาพ เช่น การถมที่โดยใช้ดินที่ไม่ปนเปื้อน(soil replacement) วิธีทางเคมี เช่น การเติมสารที่ทำให้จับตัว (coagulation)และวิธีทางชีวภาพ เช่น การบำบัดโดยใช้พืช (phytoremediation)เป็นต้น (Lee, et al., 2007; Chehregani, et al., 2009; Litter, et al., 2012; Yao, et al., 2012)

ประเทศไทยมีการทำเหมืองแร่ซึ่งก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนในหลายพื้นที่ที่สำคัญคือการปนเปื้อนตะกั่วจากเหมืองตะกั่ว อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรีซึ่งมีสาเหตุจากการปล่อยให้เกิดการรั่วไหลของน้ำจากบ่อกักเก็บตะกอนหางแร่ลงสู่ห้วยคลิตี้ (Pusapukdepob, et al., 2007; กรมควบคุมมลพิษ, 2556) และการปนเปื้อนสารหนูในสิ่งแวดล้อมที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช แหล่งที่มาของสารหนูมาจากการทำเหมืองแร่ดีบุกในอดีต (อนงค์ ไพจิตรประภาภรณ์, 2540) ได้มีการศึกษาการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมและในตัวอย่างชีวภาพพบว่าสารหนูปนเปื้อนในน้ำบ่อตื้น น้ำคลอง และดินตะกอนอยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ - 3.34 มก./ล. ตรวจไม่พบ - 0.25 มก./ล. และ 193.9-1854.8 มก./ล.ตามลำดับ ส่วนน้ำผิวดินมีการปนเปื้อน เฉลี่ย93.4 มก./ล. สำหรับเนื้อสัตว์พบค่าสูงสุดในหอยขม ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.69 มก./กก.(บรรจง วิทยวีรศักดิ์ และตรีรัตน์ ทองบริบูรณ์, 2540)พบว่าสารหนูสามารถสะสมในร่างกายของประชาชนและส่งผลต่อพัฒนาการของเด็ก (อัญชลี ศิริพิทยาคุณกิจ และอมรา ทองหงษ์, 2538; อัญชลี ศิริพิทยาคุณกิจ และคณะ, 2540) การแก้ไขปัญหาในทั้งสองพื้นที่มาจากการดำเนินการของภาครัฐฝ่ายเดียวซึ่งมีความล่าช้าเนื่องจากต้อง

รอการอนุมัติจัดสรรงบประมาณ นอกจากนี้ ยังขาดการมีส่วนร่วมของชุมชนในการแก้ปัญหาจึงไม่เกิดความต่อเนื่องของการแก้ปัญหา

ตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา เป็นอีกพื้นที่หนึ่งที่มีการทำเหมืองแร่ดีบุกมากว่า 100 ปีแล้ว (ปรากรม วุฒิพงศ์, 2540) แม้ว่าปัจจุบันได้เลิกกิจการไปแล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531เนื่องจากแร่มีราคาตกต่ำ (พรพิมล วราทร, 2541) แต่ยังคงมีกากแร่จำพวกตะกั่วและสารหนูตกค้างจากการทำเหมืองปรากฏอยู่ (ปรากรม วุฒิพงศ์, 2540) ทั้งนี้ตะกั่วและสารหนูเป็นแร่ที่พบอยู่ร่วมกับดีบุก แต่เนื่องจากมีปริมาณไม่มากจึงเป็นส่วนที่เหลือจากการทำเหมืองแร่และกลายเป็นของเสียปนเปื้อนในพื้นที่ ดังปรากฏในปี 2521-2531 กรมอนามัยได้ตรวจพบว่าตะกั่วในแม่น้ำปัตตานีมีค่าความเข้มข้นสูงสุด 15.10 มก./ล. (ค่ามาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 0.05 มก./ล.) โดยแหล่งที่มาของตะกั่วคือเหมืองเก่าบริเวณต้นน้ำลำธารในเขตจังหวัดยะลา ต่อมาในปี 2536 พบปริมาณตะกั่ว 3,333 มก./กก.ในตะกอนท้องน้ำ (ค่ามาตรฐานในดินกำหนดไว้ไม่เกิน 400 มก./กก.) บริเวณลำน้ำสาขาที่ไหลผ่านเหมืองแร่ดีบุกในตำบลถ้ำทะลุ (สุรพล อารีย์กุล และกัลยาณี คุปตานนท์, 2536)

เนื่องจากเด็กเป็นกลุ่มเสี่ยงต่อการสัมผัสตะกั่ว ในปี2539 หน่วยระบาดวิทยา คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ได้วัดระดับตะกั่วในเลือดของเด็กนักเรียนอายุ 6-12 ปีในโรงเรียนประถมศึกษาของอำเภอบันนังสตาและอำเภอยะหา จังหวัดยะลา พบว่าเด็กที่อาศัยอยู่ในอำเภอบันนังสตามีระดับตะกั่วเกิน 10 มคก./ดล.ร้อยละ 96 ส่วนในอำเภอยะหาพบร้อยละ 23 จากปัญหาข้างต้น ในปี 2542-2543 กรมทรัพยากรธรณีได้จัดการฝังกลบกากขี้แร่ในบริเวณตำบลถ้ำทะลุด้วยวิธีการฝังกลบแบบปลอดภัย (secured landfill)แต่จากการศึกษาในเวลาต่อมาพบว่าในพื้นที่ยังมีการปนเปื้อนของตะกั่ว โดยตะกอนท้องน้ำในตำบลถ้ำทะลุมีระดับตะกั่วสูงกว่าตะกอนท้องน้ำในแม่น้ำปัตตานีและอ่าวปัตตานี 100-1,000 เท่า (390-28,679 มก./กก.)ส่วนในปลาน้ำจืดมีตะกั่วอยู่ในช่วง 0.20-7.70 มก./กก.น้ำหนักแห้ง ซึ่งค่ามาตรฐานกำหนดให้ไม่เกิน 1 มก./กก.(Wijarn,et al.,2003) นอกจากนี้ยังพบว่าระดับตะกั่วในเลือดของผู้ใหญ่มีค่าเฉลี่ย 6.79 มคก./ดล. (สูงสุด 33.48 มค/ดล.) ส่วนในเด็กมีระดับตะกั่วในเลือดเฉลี่ย 6.00 มค/ดล.(สูงสุด 51.32 มคก./ดล.) (ฟาอีซ๊ะโตะโยะ และคณะ, 2545)ต่อมามีรายงานพบว่าตะกั่วในเลือดเด็กนักเรียนในบริเวณเดียวกันอยู่ในช่วง 3.0 - 10.2 มคก./ดล.(วิเชียร สงอักษร,2546)นอกจากตะกั่วแล้ว ยังพบสารหนูปนเปื้อนสูงในพื้นที่บริเวณเหมืองแร่เก่าตำบลถ้ำทะลุด้วยโดยพบสารหนูปนเปื้อนในดินตั้งแต่ 21-16,000 มก./กก.
(Visoottiviseth, et al., 2002)พบว่าปริมาณตะกั่ว สารหนู และทองแดงในตะกอนธาร์น้ำค่อยๆลดลงทีละน้อยจากแหล่งกำเนิดในเหมืองร้าง ตำบลถ้ำทะลุ(Natchakunlasap, 2004) จะเห็นได้ว่าตะกั่วและสารหนูยังคงปนเปื้อนในพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลาแม้ว่ากรมทรัพยากรธรณีได้เข้ามาจัดการฝังกลบกากแร่ในพื้นที่ในปี พ.ศ. 2542 แล้วก็ตามที่ผ่านมาการแก้ปัญหาในพื้นที่ดังกล่าวภาครัฐจะเป็นผู้ดำเนินการเอง ประชาชนไม่ได้เข้าไปมีส่วนร่วม เมื่อพิจารณาแผนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2555-2559 ของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ให้ความสำคัญกับการป้องกันและแก้ไขปัญหามลพิษรวมทั้งกระจายอำนาจในการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อให้เกิดการจัดการที่มีประสิทธิผลและสอดคล้องกับรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550 ที่กำหนดให้รัฐต้องควบคุมและกำจัดภาวะมลพิษที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยโดยประชาชนชุมชนท้องถิ่นและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องมีส่วนร่วมในการกำหนดแนวทางการ

ดำเนินงานในระดับนานาชาติก็ได้ให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วมของประชาชนโดยระบุว่าควรให้ประชาชนมีส่วนร่วมตั้งแต่เริ่มต้น (EPA,2000; Environment Australia, 2002; Lake Michigan Federation, 2005) จะเห็นได้ว่าการมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นแนวคิดที่หน่วยงานทั้งในประเทศและต่างประเทศให้ความสำคัญเนื่องจากจะทำให้การแก้ปัญหาหรือการจัดการสอดคล้องกับความต้องการของประชาชนและมีความยั่งยืนกว่า

ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูในเด็กซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยงที่สุดโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนใกล้ขุมเหมืองดีบุกเก่าในการจัดการความเสี่ยงต้องควบคุมที่ปัจจัยเสี่ยง ได้แก่ โลหะหนักที่ปนเปื้อน เส้นทางการสัมผัส และประชากรกลุ่มเสี่ยง (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)ตะกั่วและสารหนูสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทางคือ ทางการรับประทาน การหายใจและทางผิวหนัง แต่การดูดซึมทางผิวหนังทั้งตะกั่วและสารหนูเกิดขึ้นได้น้อย (The Eleventh Report on Carcinogens, 2004; Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007; Sax and Lewis, 1989)ในการศึกษาครั้งนี้จึงศึกษาเฉพาะการสัมผัสทางการรับประทานและการหายใจทั้งตะกั่วและสารหนูสามารถก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนที่อยู่ใกล้บริเวณเหมือง (Hong-fei,et al., 2010)เด็กเล็กช่วงอายุตั้งแต่แรกเกิด-6 ปีเป็นประชากรกลุ่มเสี่ยงที่สุดต่อการได้รับพิษตะกั่ว (Richard, et al., 2009)และสารหนู ผ่านการรับประทานและการหายใจเข้าไปซึ่งยังไม่เคยมีการศึกษาในเด็กกลุ่มนี้ในพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุ

การศึกษาครั้งนี้จึงมุ่งเก็บข้อมูลเด็กเล็กช่วงอายุตั้งแต่แรกเกิด-6 ปี ในกระบวนการวิจัยจะอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนในการดำเนินการ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอนหลัก คือ 1) ขั้นการประเมินความเสี่ยง และ 2) ขั้นการจัดการความเสี่ยงโดยในการประเมินความเสี่ยงจะประเมินผ่านทั้งทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งกำเนิดความเสี่ยง และทางผ่านที่เด็กสัมผัสเข้าสู่ร่างกาย ด้วยการสัมภาษณ์ผู้ปกครองโดยใช้แบบสอบถามทดสอบความรู้ก่อนการจัดการ และเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมที่เด็กสัมผัสมาวิเคราะห์เพื่อศึกษาว่าเด็กเล็กสัมผัสตะกั่วและสารหนูจากสิ่งแวดล้อมใดและเก็บตัวอย่างชีวภาพเพื่อประเมินความเสี่ยงที่ตัวเด็กได้แก่ตัวอย่างเลือดและเส้นผมของเด็กมาวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วรวมและสารหนูรวมแล้วนำข้อมูลมาคำนวณความเสี่ยงในการศึกษาครั้งนี้นำหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา (ประเวศ วะสี, 2554)มาใช้ในการวิเคราะห์ผู้มีส่วนร่วมซึ่งในระบบสุขภาพชุมชนการจะทำโครงการ/กิจกรรม ให้สำเร็จได้ ต้องมีองค์ประกอบ 3 อย่างเชื่อมโยงกันเป็นสามเหลี่ยม คือวิชาการ สังคม อำนาจรัฐ โดย
องค์ประกอบที่ 1) องค์กรวิชาการ คือ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล 2) สังคม คือชุมชนและกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน 3) อำนาจรัฐ คือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น โดยทั้ง 3 องค์ประกอบจะทำงานร่วมกัน ระดับการมีส่วนร่วมมี 5 ระดับด้วยกันได้แก่1) การให้ข้อมูล 2) การให้คำปรึกษา 3) การเข้ามามีบทบาท 4) การสร้างความร่วมมือและ 5) การให้อำนาจแก่ประชาชน (IAP, 2007) หลังจากการประเมินความเสี่ยง ก็จะไปสู่ขั้นที่ 2คือขั้นการจัดการความเสี่ยง ในการจัดการความเสี่ยงจะเน้นการลดการสัมผัสที่แหล่งกำเนิด ทางผ่าน และที่ตัวเด็ก และให้ความรู้แก่ผู้ปกครองและเด็กโดยนำยุทธศาสตร์การส่งเสริมสุขภาพตามกฎบัตรออตตาวา (WHO, 1989) มาเป็นแนวทางในการส่งเสริมสุขภาพเพื่อความยั่งยืนของการจัดการ ได้แก่ 1) การสร้างนโยบายสาธารณะ 2) การสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพ 3) การเสริมสร้างกิจกรรมชุมชนให้เข้มแข็ง 4) การพัฒนาทักษะส่วนบุคคล และ 5) การปรับระบบบริการสาธารณสุข

ที่ผ่านมา แม้มีการศึกษาข้อมูลในพื้นที่แต่การดำเนินการจัดการทำโดยภาครัฐฝ่ายเดียวโดยประชาชนไม่ได้เข้ามามีส่วนร่วมผลการศึกษาครั้งนี้คาดว่าจะสามารถลดการสัมผัสและปกป้องสุขภาพของเด็กเล็กและคนในชุมชน และเกิดรูปแบบการประเมินและการจัดการความเสี่ยงแบบใหม่ที่ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมการจัดการความเสี่ยงโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนจะทำให้เกิดความยั่งยืนในการแก้ไขปัญหาเนื่องจากประชาชนได้ร่วมดำเนินการมาตั้งแต่ต้นมีส่วนในการรับรู้ปัญหาและตัดสินใจเลือกแนวทางที่สอดคล้องกับความต้องการของชุมชน มีความรู้สึกว่าเป็นสิ่งที่ตนเองร่วมคิดร่วมสร้างขึ้นมาจึงช่วยกันดำเนินการอย่างต่อเนื่องให้สำเร็จลุล่วงได้

การตรวจเอกสาร

การทำเหมืองแร่และผลกระทบจากการทำเหมืองแร่

1. การทำเหมืองแร่

แร่เป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทย จากลักษณะทางภูมิศาสตร์ของประเทศไทย มีทรัพยากรแร่ที่หลากหลาย เช่น ตะกั่ว สังกะสี ลิกไนต์ หินปูน และยิปซัม (กรมทรัพยากรธรณี, 2547) การทำเหมืองแร่มีทั้งบนบกและในน้ำเพื่อให้ได้มาซึ่งแร่ด้วยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายวิธีตามหลักวิชาการ เราสามารถแบ่งการทำเหมืองออกเป็น 2 วิธี ได้แก่ การทำเหมืองเปิด (surface mining) และการทำเหมืองใต้ดิน (underground mining) การทำอุตสาหกรรมเหมืองแร่ของไทยอยู่ภายใต้พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 ซึ่งกล่าวถึงมาตรการในการป้องกัน ฟื้นฟู และควบคุมการดำเนินการขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่การสำรวจ การทำเหมืองแร่ การแต่งแร่ และขั้นตอนอื่นๆ ไม่ให้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งผู้ทำการแต่งแร่จะต้องป้องกันไม่ให้เกิดพิษหรืออันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช หรือทรัพย์สิน (กรมทรัพยากรธรณี, 2547) อย่างไรก็ตามพบว่ามีการปนเปื้อนโลหะในเหมืองที่ปิดกิจการไปแล้วในหลายพื้นที่ ดังกรณีตัวอย่างการปนเปื้อนของตะกั่วที่ห้วยคลิตี้ จังหวัดกาญจนบุรี การปนเปื้อนสารหนูจากเหมืองแร่ดีบุกที่ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราชการปนเปื้อนของแคดเมียมจากเหมืองสังกะสีที่ตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จังหวัดตากรวมทั้งการปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูจากเหมืองแร่ดีบุกเก่าในตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา เป็นต้นโดยมีสาเหตุมาจากการขาดการจัดการควบคุมมลพิษที่ดี

2. ผลกระทบจากการทำเหมืองแร่

กิจกรรมหลักของการทำเหมืองแร่สามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วนคือการขุดสินแร่การขนส่งการคัดแยกปรับปรุงแร่และการกำจัดกากของเสียจากการทำเหมืองแร่ ซึ่งในแต่ละส่วนอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพ (ธัญญาภรณ์ สุรภักดี, 2553) ดังนี้

2.1 การขุดสินแร่ทำได้ทั้งแบบเปิดหน้าดินและการทำเหมืองใต้ดินมีการใช้เครื่องจักรในการขุดเจาะรวมถึงการใช้ระเบิดเพื่อนำสินแร่ขึ้นมาซึ่งอาจส่งผลกระทบโดยตรงต่อทรัพยากรดินแหล่งน้ำและป่าไม้ในพื้นที่บริเวณนั้นและส่งผลกระทบทางอ้อมต่อชุมชนในกรณีที่ชุมชนมีการใช้ประโยชน์เป็นที่อยู่อาศัยพื้นที่ทำกินเป็นต้น รวมถึงผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพทั้งจากฝุ่นละอองเสียงดัง การสั่นสะเทือนจากการขุดสินแร่ รวมทั้งการพังทลายของหน้าดินหรือการยุบตัวของ

เหมืองเมื่อมีการกัดเซาะจะทำให้เกิดดินตะกอนท้องน้ำส่งผลต่อคุณภาพของแหล่งน้ำและทำให้สภาพภูมิทัศน์เปลี่ยนแปลงไป

2.2 การขนส่งลำเลียงสินแร่ที่ขุดมาได้จะถูกขนส่งไปยังพื้นที่ที่เตรียมไว้สำหรับคัดแยกแร่เมื่อผ่านกระบวนการคัดแยกแล้วสินแร่ก็จะถูกขนส่งอีกครั้งเพื่อนำไปจำหน่ายหรือเข้าสู่อุตสาหกรรมต่อไปผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในขั้นตอนนี้คือการแพร่กระจายของฝุ่นละอองและอุบัติเหตุจากการขนส่ง

2.3 การคัดแยกและปรับปรุงแร่ ภายหลังจากที่สินแร่ถูกขุดขึ้นมาจะต้องผ่านกระบวนการคัดแยกแร่ทางกายภาพเพื่อให้ได้ขนาดตามที่ต้องการและคัดแยกเอาสิ่งเจือปนออกไปหลังจากผ่านกระบวนการคัดแยกทางกายภาพแล้วจะผ่านการปรับปรุงหรือแต่งแร่ด้วยวิธีทางเคมีเพื่อสกัดเอาสินแร่ที่ต้องการออกมาผลกระทบหลักที่อาจจะเกิดขึ้นจากกระบวนการทางเคมีคือการรั่วไหลของโลหะหนักออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจมาจากสินแร่โดยตรงหรือมาจากสารเคมีที่ใช้ในการแต่งแร่รวมทั้งสารเคมีอื่นๆที่ใช้ในการคัดแยกและปรับปรุงแร่ทางเคมี

2.4 การกำจัดกากของเสียและส่วนที่เหลือจากการทำเหมือง ภายหลังจากเสร็จสิ้นกระบวนการคัดแยกแร่จะมีของเสียเกิดขึ้นทั้งในรูปของกากแร่น้ำเสียจากกระบวนการผลิตรวมทั้งกองเศษดินหินทรายจากการขุดสินแร่อาจมีโลหะหนักชนิดอื่นๆซึ่งเป็นแร่ที่เกิดร่วมปะปนอยู่หากขาดการจัดการที่ดีของเสียที่เกิดขึ้นจะปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะการแพร่กระจายของโลหะหนักที่เกิดจากน้ำสภาวะกรด (acid mine drainage) เป็นตัวเร่งให้เกิดการชะโลหะหนักสู่แหล่งน้ำมากยิ่งขึ้น รวมทั้งความเสี่ยงจากการพังทลายของบ่อกักเก็บกากแร่การปนเปื้อนน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน หรือตะกอนท้องน้ำ แม้ว่าเหมืองแร่จะปิดกิจการไปแล้ว ผลกระทบดังกล่าวยังสามารถเกิดขึ้นได้ถ้าขาดการจัดการที่ดี

การประเมินความเสี่ยงโลหะหนักจากกิจกรรมเหมืองแร่

จากการทบทวนเอกสาร พบว่ามีรายงานการประเมินความเสี่ยงต่อพิษโลหะจากกิจกรรมเหมืองแร่ทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งสามารถนำมาใช้เป็นแนวทางในการประเมินความเสี่ยงในการศึกษาครั้งนี้ได้ ดังสรุปมาในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1ตัวอย่างการประเมินความเสี่ยงจากพิษโลหะในกิจกรรมเหมืองแร่

ประเทศ	สิ่งแวดล้อมที่ตรวจ	โลหะที่พบ	ผล	อ้างอิง
ไทย	ดิน ฝุ่นในอากาศ น้ำดื่ม พืชผัก ผลไม้ เนื้อสัตว์	สารหนู	นักเรียนมีความเสี่ยงสูงจากการดื่มน้ำที่ปนเปื้อน	กิตติยา รักษ์วงศ์ (2542)
โปแลนด์	ดิน ฝุ่นในอากาศ	แคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว สังกะสี	มีความเสี่ยงจากตะกั่วและแคดเมียม	Eleonora, et al. (2001)
โปแลนด์	ดิน	แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง เหล็ก แมงกานีส สังกะสี	มีความเสี่ยงจากแคดเมียมและตะกั่ว	Wcislo, et al. (2002)

ตารางที่ 1.1ตัวอย่างรายงานการประเมินความเสี่ยงจากพิษโลหะในกิจกรรมเหมืองแร่(ต่อ)

ประเทศ	สิ่งแวดล้อมที่ตรวจ	โลหะหนักที่พบ	ผล	อ้างอิง
ไทย	ดิน ผัก ปลา เลือด ฟัน	ตะกั่ว	ตัวอย่างสิ่งแวดล้อมมีตะกั่วเกินมาตรฐาน กลุ่มที่สัมผัสตะกั่วมี IQ ต่ำ	Pusapukdepob, et al. (2007)
เกาหลี	ดิน พืชที่เป็นอาหาร น้ำ	สารหนู แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี	ดิน พืชและน้ำมีโลหะสูงเกินมาตรฐาน ทำให้ประชาชนมีความเสี่ยง	Lim, et al. (2008)
จีน	ดิน พืชที่เป็นอาหาร	ทองแดง สังกะสีตะกั่ว แคดเมียม	ดิน ข้าว เผือกมีโลหะหนักเกินมาตรฐาน ทำให้ประชาชนมีความเสี่ยง	Zhuang, et al. (2009)
จีน	ดิน น้ำ ข้าว ผัก ปลา เส้นผม ปัสสาวะ	สารหนู	น้ำและอาหารมีสารหนูปนเปื้อนทำให้ประชาชนมีความเสี่ยง	Liu,et al. (2010)
จีน	ดิน พืช	ทองแดงสังกะสี แคดเมียม ตะกั่ว	พื้นที่การเกษตร และพื้นที่พักอาศัยมีโลหะหนักสูง	Zhao, et al. (2012)
อิตาลี	ดิน ตะกอนท้องน้ำ น้ำใต้ดิน น้ำผิวดิน ของเสียจากเหมือง	สารหนู แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี	ตะกั่วเกินกว่าค่ามาตรฐาน	Cidu, et al. (2012)
สเปน	ดินน้ำ	ตะกั่ว สังกะสี	ตะกั่วและสังกะสีเกินค่ามาตรฐานต้องลดการเคลื่อนที่	Martínez-Martínez, et al. (2013)

ตะกั่ว

1. สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของตะกั่ว

ตะกั่ว (lead)เป็นโลหะหนัก มีสีเงิน เทา ขาว เกิดขึ้นในชั้นหินตามธรรมชาติ แต่เป็นโลหะที่พบได้ไม่มากนัก มีสัญลักษณ์คือ Pbมีน้ำหนักอะตอม 207.2 มีจุดหลอมเหลว 327.5 องศาเซลเซียสจุดเดือด 1,740 องศาเซลเซียส ความถ่วงจำเพาะ 11.34 (Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations, 1977)รูปแบบธาตุโลหะค่อนข้างพบได้ยากในธรรมชาติ (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2006a) ตะกั่วจัดอยู่ในกลุ่ม 2B: possible human carcinogen ซึ่งข้อมูลที่บ่งชี้ว่าตะกั่วเป็นสารก่อมะเร็งยังไม่ชัดเจน (International Agency for Research on Cancer, 2006)เนื่องจากมีข้อมูลเฉพาะในสัตว์แต่ในคนยังไม่มีข้อมูลยืนยัน (Toxicology data network, 2010)

2. ประเภทของตะกั่ว

ตะกั่วสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

2.1 ตะกั่วอนินทรีย์ (inorganic lead) ที่พบมากในธรรมชาติ มักมีประจุ +2 ที่พบบ่อยคือตะกั่วซัลไฟด์ (PbS) หรือ galena ถัดมาคือตะกั่วซัลเฟต ($PbSO_4$)หรือ anglesite และตะกั่วคาร์บอเนต ($PbCO_3$)หรือ cerussite(Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007) ตะกั่วอนินทรีย์ส่วนใหญ่ใช้ในการทำแบตเตอรีรถยนต์ ทำสีอุตสาหกรรม ทำภาชนะเคลือบเซรามิคและกระเบื้องเคลือบ (porcelain)

2.2 ตะกั่วอินทรีย์ (organic lead) ในอดีตเคยใช้มากในโรงงานอุตสาหกรรมผลิตน้ำมันเชื้อเพลิง

กล่าวโดยสรุป ตะกั่วมีการใช้ในอุตสาหกรรมแบตเตอรีรถยนต์มากที่สุด นอกจากนี้ก็ใช้ในรูปโลหะและสารประกอบของโลหะ ตะกั่วที่ใช้ในอุตสาหกรรมมาจากสินแร่จากการทำเหมืองแร่ หรือจากการสกัดจากโลหะอื่นหรือสกัดจากแบตเตอรีเก่านำมาใช้ใหม่ ซึ่งส่วนใหญ่ตะกั่วที่ใช้ในปัจจุบันนำมาจากแบตเตอรีที่ใช้แล้ว (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2006a)

3. การปนเปื้อนของตะกั่วในสิ่งแวดล้อม

3.1 ตะกั่วในน้ำ ตะกั่วสามารถปนเปื้อนได้ในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมแหล่งชุมชนเหมืองแร่ โรงถลุงแร่การใช้ปุ๋ย และสารกำจัดศัตรูพืชที่มีตะกั่วเป็นองค์ประกอบ รวมทั้งน้ำประปาที่มีการปนเปื้อนจากท่อประปา ตะกั่วจะละลายในน้ำอ่อนได้ดีกว่าน้ำกระด้างและละลายน้ำได้น้อยลงในสภาวะที่ค่า pH มากกว่า 7 (World Health Organization, 1995) พบว่าโลหะหนักละลายน้ำได้สูงสุดในสภาวะที่ค่า pH เท่ากับ 2-3 (Tsuchiya, 1986) สำหรับตะกั่วที่พบปนเปื้อนในน้ำผิวดินจากเหมืองแร่ตะกั่วบริเวณห้วยคลิตี้พบว่ามีระดับสูงกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำผิวดินเล็กน้อย(กรมควบคุมมลพิษ, 2556) ปริมาณของตะกั่วในน้ำประปาอาจจะลดได้ถ้าหากสามารถควบคุมการกัดกร่อนในเส้นท่อได้ เช่น การเติมปูนขาวและปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำให้อยู่ในช่วง 7-9 (Sherlock, et al., 1984)

3.2 ตะกั่วในอาหารตะกั่วในอาหารเพิ่มขึ้นได้ในกรณีที่มีการใช้น้ำที่มีตะกั่วปนเปื้อนหรือภาชนะที่ปรุงอาหารมีตะกั่ว หรือนำอาหารที่เป็นกรดซึ่งมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนภาชนะเคลือบดินเผาหรือกระป๋องที่บัดกรีด้วยตะกั่ว เป็นต้น (National Research Council, 1993) สำหรับการปนเปื้อนบริเวณห้วยคลิตี้ พบว่ากุ้งปูหอยมีตะกั่วอยู่ในระดับสูงเพราะเป็นสัตว์น้ำที่หากินบริเวณท้องน้ำส่วนพืชผักสามารถปริโภคได้ตามปกติ (กรมควบคุมมลพิษ, 2556)

3.3 ตะกั่วในดิน ดินที่มีสภาวะความเป็นกรด-ด่างสูงตะกั่วจะตกตะกอนหรือเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับสารอินทรีย์และมีความเสถียรค่อนข้างมาก (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540) มีรายงานพบว่าดินและตะกอนท้องน้ำบริเวณห้วยคลิตี้มีตะกั่วสูงสุดถึง 124,500 มก./กก.และ70,380 มก./กก. ตามลำดับ (กรมควบคุมมลพิษ, 2556)

3.4 ตะกั่วในอากาศ ตะกั่วที่พบในอากาศ ส่วนใหญ่เป็นตะกั่วอินทรีย์ ซึ่งผสมในน้ำมันเบนซินเพื่อช่วยให้เครื่องยนต์เดินเรียบ พบว่าตะกั่วในอากาศมีปริมาณลดลงเนื่องมาจากนโยบายลดปริมาณตะกั่วในน้ำมันเบนซิน (กรมควบคุมมลพิษ, 2535)

4. พิษจลนศาสตร์ (Toxicokinetics) ของตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกาย

การได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย มีทางหลักที่สำคัญ 3 ทางคือ การรับประทานอาหารและน้ำที่มีตะกั่วเข้าไป และการรับประทานดิน ฝุ่นหรือสีที่มีตะกั่ว นอกจากนี้ เรายังสามารถหายใจเอาตะกั่วเข้าไป และการดูดซึมทางผิวหนังซึ่งมีน้อย (The Eleventh Report on Carcinogens, 2004) หรือไม่ถูกดูดซึมเลย (Sax and Lewis, 1989) ยกเว้นตะกั่วอินทรีย์ที่สามารถถูกดูดซึมเข้าทางผิวหนังได้ดี (Sax and Lewis, 1989; Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2006b) แหล่งสำคัญของตะกั่วอินทรีย์คือน้ำมันเบนซินที่ผสมตะกั่วช่วงตั้งครรภ์และให้นมบุตร ตะกั่วสามารถกระจายผ่านทางรกและน้ำนมได้(Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations, 2010b)ถ้าหากแม่มีตะกั่วในเลือดสูงย่อมส่งผลต่อทารกซึ่งอยู่ในครรภ์ โดยจะไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อและสมองของทารก (Goyer, 1996) ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและสติปัญญาของทารกตะกั่วที่ไม่สามารถขับออกจากร่างกายจะสะสมอยู่ในเส้นผมและเล็บถึงร้อยละ 8 (World Health Organization, 1977; Ellenhorn, 1988) ตะกั่วสามารถถูกขับผ่านทางน้ำนมได้ด้วย โดยอาจมีความเข้มข้นสูงถึง12 มก./ล. (Tsuchiya, 1986)

5. ตัวบ่งชี้การได้รับตะกั่ว

การบ่งชี้การได้รับตะกั่ว นอกจากการตรวจอาการ ซึ่งบางครั้งอาจจะยังไม่แสดงอาการโดยเฉพาะพิษแบบเรื้อรัง การวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วทางห้องปฏิบัติการก็เป็นอีกทางที่จะช่วยบ่งบอกการได้รับตะกั่ว โดยอาจตรวจวัดปริมาณตะกั่วรวมในเลือด ปัสสาวะ หรือเส้นผม (Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations, 2010a)ปริมาณตะกั่วในเลือดบ่งชี้ว่าได้รับตะกั่วหรือไม่ เหมาะสำหรับเป็นตัวบ่งชี้ทางระบาดวิทยาในการประเมินการได้รับตะกั่วของประชากร ส่วนปริมาณตะกั่วในปัสสาวะเป็นตัวบ่งชี้การได้รับตะกั่วในช่วงเวลาประมาณ 2-3 วัน (World Health Organization, 1977) ส่วนการตรวจวัดตะกั่วในเส้นผมสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพสำหรับการได้รับตะกั่วแบบเรื้อรัง(Sanna, et al., 2007)

6. ผลกระทบต่อสุขภาพจากตะกั่ว

6.1 ความเป็นพิษแบบเฉียบพลันพิษเฉียบพลันของตะกั่วเกิดขึ้นค่อนข้างยาก แต่ก็มีโอกาสเกิดขึ้นได้เมื่อรับประทานสารละลายตะกั่วเข้าไป เช่น lead acetate, lead carbonate อาการเริ่มต้นคือเกิดการระคายเคืองของกระเพาะอาหาร ร่วมกับอาเจียน ปวดท้องปวดขา เป็นตะคริว ไตถูกทำลาย หมดสติ และเสียชีวิตได้ภายใน 1-2 วันปริมาณที่ทำให้ผู้ที่รับประทาน lead acetate หรือ lead carbonate เสียชีวิตคือ ไม่ต่ำกว่า 30 กรัม(Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1999) พิษแบบเฉียบพลันที่พบได้ในเด็กแต่เกิดขึ้นได้น้อยในผู้ใหญ่คืออาการสมองอักเสบ ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากพฤติกรรมของเด็กที่ชอบเอาของเล่นเข้าปาก ระดับตะกั่วในเลือดของเด็กที่มีอาการสมองอักเสบแบบเฉียบพลันอยู่ในช่วง80-300 มล. (Tsuchiya, 1986)

6.2 ความเป็นพิษแบบเรื้อรังการได้รับตะกั่วทีละน้อยในปริมาณสูงกว่าความสามารถในการขับออกทำให้มีการสะสมไว้ในร่างกายตามอวัยวะต่างๆและเกิดพิษต่ออวัยวะเหล่านั้น พิษตะกั่วจะเกิดกับ 4 ระบบของร่างกาย คือ ระบบประสาท ระบบเลือด ระบบทางเดินอาหาร และระบบการทำงานของไต (World Health Organization, 1977) นอกจากนี้ ยังส่งผลต่อระบบสืบพันธุ์และระบบอวัยวะอื่นๆ ด้วย (Chemical Safety Information from

Intergovernmental Organizations, 2010a) ระบบประสาทจะได้รับผลกระทบมากที่สุด การได้รับตะกั่วส่งผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและระบบประสาทส่วนปลาย ผลที่เกิดต่อระบบประสาทส่วนกลางคือทำให้สมองอักเสบ ซึ่งมักพบในเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ เนื่องจากเด็กมีความไวมากกว่าผู้ใหญ่ อาการที่พบคือ อาเจียน กระวนกระวายเดินไม่ตรง ก้าวร้าว ความจำเสื่อมเป็นผลมาจากตะกั่วเข้าไปทำลายเซลล์ประสาทนอกจากนี้ยังส่งผลต่อระดับเชาว์ปัญญาของเด็กเด็กที่ได้รับตะกั่วจะมีระดับเชาว์ปัญญาต่ำกว่าเด็กทั่วไปส่วนในผู้ใหญ่ การเปลี่ยนแปลงจะพบที่ประสาทควบคุมกล้ามเนื้อส่วนปลายเป็นผลให้ข้อมือและข้อเท้าตกมีผลทำให้การทำงานช้าลง(Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1999)

7. ตะกั่วในเด็ก

ก่อนปี 1991 Center for Disease Control and Prevention (CDC)ของประเทศสหรัฐอเมริกากำหนดค่าตะกั่วในเลือดของเด็กไว้ไม่เกิน 25 มคก./ดล.แต่หลังปี 1991 กำหนดให้ลดลงเป็นไม่เกิน 10 มคก./ดล.(Richard, et al., 2009)อย่างไรก็ตาม ในปี 2006 CDC ได้เสนอให้มีการปรับค่าตะกั่วในเลือดของเด็กให้ลดลงอีกเพื่อความปลอดภัยเป็นไม่เกิน 2 มคก./ดล. เนื่องจากพบว่าตะกั่ว2-10 มคก./ดล.ในเลือดยังทำให้เกิดผลต่อสุขภาพของเด็ก (Gilbert and Weiss, 2006) แต่ยังไม่ได้ปรับตามที่เสนอ การลดลงของระดับเชาว์ปัญญาของเด็กอายุ 3-16 ปีมีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือด แม้ว่าระดับตะกั่วในเลือด < 10 มคก./ดล. ก็ยังสามารถส่งผลต่อระดับเชาว์ปัญญาของเด็กแล้ว ซึ่งค่าน้อยที่สุดจากการศึกษาคือ <5มคก./ดล. (Mayer, et al., 2008)จะเห็นได้ว่านักวิจัยให้ความสนใจต่อการศึกษาปริมาณตะกั่วในเลือดของเด็กมากขึ้นเพราะเด็กมีโอกาสที่จะได้รับตะกั่วมากกว่ากลุ่มอื่นๆ โดยตะกั่วสามารถผ่านเข้าสู่สมองของเด็กได้เนื่องจาก blood brain barrier ซึ่งเป็นความสามารถของเซลล์ผนังหลอดเลือดที่กั้นไม่ให้สารบางอย่างในเลือดผ่านเข้าไปในสมองได้ ยังพัฒนาได้ไม่เต็มที่ (WHO, 2010)เด็กได้รับตะกั่วมากกว่าผู้ใหญ่เมื่อเทียบต่อน้ำหนักตัว เด็กมีนิสัยชอบหยิบของเข้าปาก ถ้าหากสิ่งของที่นำเข้าปากมีตะกั่วก็จะทำให้ได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้ อัตราการรับตะกั่วของเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ ร่างกายของเด็กอยู่ในช่วงเจริญเติบโต ภูมิคุ้มกันต่างๆ ยังไม่สมบูรณ์เท่าผู้ใหญ่(Tong, et al., 2000)พิษของตะกั่วแบบเฉียบพลันส่วนมากมักเกิดกับเด็กที่ได้รับตะกั่วในปริมาณสูงหรือมีปริมาณตะกั่วในเส้นเลือดมากกว่า 80 มคก./ดล.จะส่งผลต่อระบบประสาท อาการแสดงได้แก่ อาเจียน มึนงง อาจไม่รู้สึกตัว และเสียชีวิตได้ หากเด็กได้รับตะกั่วสูงในช่วง 2 ปีแรก คาดการณ์ได้ว่าจะมีผลกระทบต่อระบบประสาทของเด็กในอนาคต โดยจะทำให้เด็กมีปัญหาเกี่ยวกับการพูดการอ่าน ซึ่งส่งผลต่อการเรียนรู้และระดับเชาว์ปัญญา (Needleman, 1990) แม่ที่ได้รับตะกั่วเข้าไปในช่วง 28 สัปดาห์ของการตั้งครรภ์จะส่งผลต่อพัฒนาการทางสมองของเด็ก (Schnass, 2006) นอกจากนี้ ตะกั่วยังส่งผลต่อยีนทางอ้อม โดยไปยับยั้งการซ่อมแซม DNA และทำให้เกิดการสร้างอนุมูลอิสระ (Julia, 2010) ตะกั่วในมารดาที่ตั้งครรภ์ส่งผลต่อการก่อตัวของตัวอ่อนและพัฒนาการของเด็ก เนื่องจากมากกว่าร้อยละ 90 ของตะกั่วสะสมอยู่ในกระดูก และสามารถปล่อยออกมาได้ในช่วงตั้งครรภ์ตัวอ่อนที่ได้รับตะกั่วในช่วงไตรมาสแรกของการตั้งครรภ์ จะส่งผลต่อระบบประสาทมากกว่าการได้รับตะกั่วในช่วงไตรมาสที่สองและสาม (Mayer, et al., 2008) จะเห็นได้ว่าเด็กมีความเสี่ยงต่อตะกั่วมากกว่ากลุ่มอื่น โดยเฉพาะเด็กแรกเกิด-6 ปี ซึ่งถ้าได้รับตะกั่วในช่วงนี้ จะส่งผลต่อระบบประสาทและระดับ

เชาว์ปัญญาในอนาคตการจะลดตะกั่วในเลือดให้ต่ำกว่า 30 มคก./ดล.เป็นเรื่องยาก ทางที่ดีคือป้องกันไม่ให้เด็กได้รับตะกั่ว

สารหนู

สารหนู (arsenic) เป็นสารก่อมะเร็ง (World Health Organization, 2001; มะลิวรรณ บุญเสนอ, 2552)จัดอยู่ในกลุ่ม A: human carcinogen มี valence = 0, -3, -5,+3 และ +5 (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2006a)และกระจายอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ

1. สมบัติทางฟิสิกส์และเคมีของสารหนู

สารหนูในรูปอิสระเป็นสารที่พบได้ยากในธรรมชาติ ส่วนใหญ่พบเป็นสารประกอบของแร่ต่างๆ เช่น ในรูปของอาร์ซีไนต์ (arsenite)อาร์ซีเนต (arsenate) และพบในรูปอาร์ซินิกซัลไฟด์ (arsenic sulfide) เช่น เรียลการ์ (realgar,AsS)อาร์ซิโนไพไรต์ (arsenopyrite,FeAsS) ออร์พิเมนต์ (orpiment, As_2S_3) เป็นต้น สารหนูมีสถานะเป็นของแข็ง ไม่ละลายน้ำ มีสีเงินหรือเทาไม่มีกลิ่น น้ำหนักโมเลกุล 74.93 มีจุดเดือด 613 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลว 814 องศาเซลเซียส สารหนูที่พบในธรรมชาติมีมากกว่า 200 ชนิด แต่ชนิดที่พบมากที่สุดคืออาร์ซิโนไพไรต์ภายใต้สภาวะออกซิเดชัน และสภาวะที่มีอากาศในน้ำและในดินจะพบอาร์ซีเนต เป็นหลัก ส่วนสภาวะ รีดักชัน จะพบอาร์ซีไนต์ เป็นหลัก (World Health Organization, 2001)

2. ประเภทของสารหนู

สารหนูสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

2.1 สารหนูอนินทรีย์ที่พบมาก คือ สารประกอบสารหนู trivalent ที่พบโดยทั่วไปคือ arsenic trioxide, sodium arseniteและ arsenic trichloride ส่วนสารประกอบสารหนู pentavalentที่พบบ่อยคือ arsenic pentoxideและ sodium arsenate ในสภาวะรีดักชันสารหนูจะอยู่ในรูปอาร์ซีไนต์ เป็นส่วนใหญ่ (Goyer,et al., 2001)

2.2 สารหนูอินทรีย์ พบทั้ง +3 และ +5 เช่นกัน สารประกอบสารหนูอินทรีย์ที่สำคัญ เช่นarsenobetaine, arsenocholineและ arsenosugarsซึ่งส่วนใหญ่พบในอาหารทะเล อย่างไรก็ตาม สารหนูอินทรีย์สามารถขับออกจากร่างกายได้ง่ายกว่าสารหนูอนินทรีย์

สารหนูที่พบในธรรมชาติประมาณร้อยละ 60 เป็น arsenate สารประกอบสารหนูที่พบมากที่สุดคือ arsenopyrite(FeAsS)โดยเฉพาะบริเวณเหมืองแร่ดีบุก (World Health Organization, 2001)สารหนูอนินทรีย์มีความเป็นพิษมากกว่าสารหนูอินทรีย์ สารหนูที่อยู่ในรูปสารละลายมีความเป็นพิษมากกว่าสารหนูในรูปของแข็ง (Saha, et al., 1999)

3. สารหนูในสิ่งแวดล้อม

3.1 สารหนูในน้ำอาจพบสารหนูอนินทรีย์ได้ในน้ำใต้ดิน หลายประเทศทั่วโลกพบสารหนูปนเปื้อนในน้ำใต้ดินสูงกว่า 1 มก./ล. เช่น ไต้หวัน อินเดีย บังกลาเทศ ชิลีทางเหนือของเม็กซิโก อาร์เจนตินา จีน สหรัฐอเมริกา ฟินแลนด์ เป็นต้น (World Health Organization, 2001) สารหนูที่พบในน้ำธรรมชาติมักเป็นสารประกอบอนินทรีย์อาร์ซีไนต์ [As(III)] หรือ อาร์ซีเนต [As(V)] (Smedley and Kinniburgh, 2002) แต่มักพบอาร์ซีเนตเป็นหลักพบอาร์ซีไนต์ได้น้อยเนื่องจากจะถูกออกซิไดซ์ไปเป็นอาร์ซีเนตได้ อย่างไรก็ตาม อาร์ซีไนต์ และอาร์ซีเนตสามารถเปลี่ยนกลับไปมาได้ในภาวะออกซิเดชัน โดยขึ้นอยู่กับ pH และกระบวนการทางชีวภาพ

(World Health Organization, 2001)จะพบอาร์ซีเนตในน้ำในทะเลสาบและในแม่น้ำเนื่องจากอยู่ในภาวะที่มีออกซิเจน ส่วนในน้ำบาดาลและตะกอนดินซึ่งมีออกซิเจนน้อยมักพบอาร์ซีไนต์แทน ส่วนสารหนูอินทรีย์มักพบได้น้อยในน้ำผิวดิน แต่สามารถเกิดขึ้นได้จากน้ำที่ปนเปื้อนสารหนูจากโรงงานอุตสาหกรรม (Smedley and Kinniburgh, 2002)จากการศึกษาในน้ำทะเลสาบพบว่าอัตราส่วนระหว่างอาร์ซีเนต: อาร์ซีไนต์เท่ากับ 15:1 ในภาวะที่มีออกซิเจน ส่วนในภาวะที่ขาดออกซิเจน อัตราส่วนระหว่าง อาร์ซีเนต: อาร์ซีไนต์เท่ากับ 1:12 (World Health Organization, 2001)

3.2 สารหนูในอาหารในอาหารทะเลปกติจะมีสารหนูอินทรีย์ตกค้างอยู่ระหว่าง 0-100 มก./กก. ส่วนใหญ่เป็นarsenobetaine (พบในปลา)arsenosugars (พบในสาหร่ายขนาดใหญ่) และdimethylarsinoylribosides(พบในสาหร่าย) แต่ถ้าหากอยู่ใกล้แหล่งที่มีสารหนูปนเปื้อนโดยเฉพาะจากโรงงานอุตสาหกรรม ปริมาณสารหนูในสิ่งมีชีวิตในทะเลก็จะสูงขึ้น ในอาหารส่วนมากจะรายงานเป็นปริมาณสารหนูรวม ซึ่งจะพบในช่วง20-300 มคก./กก. (World Health Organization, 2001)สำหรับปริมาณสารหนูรวมในสิ่งมีชีวิตบริเวณเหมืองเก่าอำเภอร่อนพิบูลย์มีค่าสูงสุดในผักตบชวา 0.86-2.97 มก./กก. และหอยขม 0.53-2.45 มก./กก. (กิตติยา รักษ์วงศ์, 2542)

3.3 สารหนูในดินสารหนูในดินที่พบส่วนใหญ่เป็นสารหนูอนินทรีย์ในสภาวะออกซิเดชัน อาร์ซีเนต (+5)จะคงที่ ไม่เปลี่ยนรูปและจะเกาะบนดินเหนียว ส่วนในสภาวะรีดักชัน จะพบอาร์ซีไนต์(+3) เป็นหลัก สารประกอบอนินทรีย์สารหนูสามารถถูกแปรรูปด้วยปฏิกิริยา methylation โดยจุลินทรีย์ในสภาวะออกซิเดชันได้ monomethylarsonic acid (MMA) dimethylarsinic acid (DMA) และtrimethylarsineoxide(TMAsO) ซึ่งเป็นสารหนูอินทรีย์ ดังนั้นสารหนูอนินทรีย์สามารถเปลี่ยนไปเป็นสารหนูอินทรีย์ได้มีรายงานพบว่าตะกอนท้องน้ำบริเวณอำเภอร่อนพิบูลย์มีสารหนูสูงถึง 1854.8 มก./กก. (บรรจง วิทยวีรศักดิ์ และตรีรัตน์ ทองบริบูรณ์, 2540)

3.4สารหนูในอากาศ สารหนูถูกปล่อยออกสู่อากาศโดยกระบวนการเผาไหม้ด้วยอุณหภูมิสูง เช่น การเผาไหม้ในโรงงานอุตสาหกรรม หรือจากการระเบิดของภูเขาไฟ ซึ่งสามารถกระจายไปยังที่ต่างๆ ได้ สารหนูในอากาศอยู่ในรูปของฝุ่นอาร์ซีนิกไตรออกไซด์ (arsenic trioxide, As_2O_3) ซึ่งเกิดจากกิจกรรมทางอุตสาหกรรม สามารถแพร่กระจายไปตามลมยังที่ต่างๆ ได้ แล้วก็มีโอกาสตกลงสู่พื้นดินได้อีก หากมีฝนตกจะละลายลงสู่แหล่งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และปนเปื้อนในดิน (World Health Organization, 2001)

โดยสรุป สารหนูอนินทรีย์มีบทบาทก่อให้เกิดความเป็นพิษ แต่สารหนูอินทรีย์ซึ่งส่วนใหญ่พบในอาหารทะเลจะไม่เป็นพิษ ที่พบมากคือarsenobetaineถ้ารับประทานเข้าไปสามารถขับออกจากร่างกายได้

4. พิษจลนศาสตร์ของสารหนูที่เข้าสู่ร่างกาย

มนุษย์ได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกาย ได้ 3 ทาง สำหรับการได้รับสารหนูทางผิวหนังเกิดขึ้นได้น้อยกว่าทางอื่นๆ (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007) และเมื่อได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายจะเกิดปฏิกิริยาในร่างกายจนกระทั่งขับออกจากร่างกายเช่นเดียวกับตะกั่ว

5. ดัชนีบ่งชี้การได้รับสารหนู

หลังจากสารหนูถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย จะสะสมอยู่ที่เม็ดเลือดแดงมากกว่าพลาสมาประมาณ 3 เท่า แล้วแพร่กระจายไปยังอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ ไตและปอด ต่อมาจะกระจายไปยังอวัยวะอื่นๆ เช่น เส้นผม ผิวหนัง และกระดูก การสะสมในเส้นผมจะเกิดขึ้นใน 2 สัปดาห์ และจะสะสมนานเป็นปีๆ นอกจากนี้ ยังสามารถพบสารหนูได้ในเล็บ ฟัน และผิวหนัง (Ishinishi, et al., 1986) ระดับสารหนูในร่างกายสามารถตรวจพบในเลือด เส้นผม และปัสสาวะ ซึ่งสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพ (biomarker) ของการได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายได้

5.1 ระดับสารหนูรวมในปัสสาวะ สามารถบ่งชี้การได้รับสารหนูอินนทรีย์ที่เข้าสู่ร่างกายได้ แต่ถ้าหากได้รับสารหนูอินทรีย์มาก่อนจะทำให้มีค่าสูงกว่าปกติเนื่องจากสามารถขับถ่ายสารหนูอินทรีย์ออกมาทางปัสสาวะได้ ถ้าหากต้องการวัดสารหนูอนินทรีย์จะต้องงดอาหารทะเล3-5 วันก่อนการเก็บตัวอย่างปัสสาวะ (Lauwery and Hoet, 1993) ระดับสารหนูในปัสสาวะบ่งชี้การได้รับสารหนูในช่วงเวลาสั้นๆ คือ 0-12 ชั่วโมงหลังการได้รับ (World Health Organization, 2001; Lynch, et al., 1994)

5.2 ระดับสารหนูในเลือด สารหนูสามารถปลดปล่อยจากเม็ดเลือดแดงเพื่อแพร่กระจายไปยังอวัยวะต่างๆ อย่างรวดเร็ว สารหนูอินทรีย์ก็สามารถสะสมในเม็ดเลือดแดงได้เช่นเดียวกัน ทำให้การตรวจวัดได้ค่าสูงกว่าปกติ (Ishinishi, et al., 1986) การตรวจระดับสารหนูในเลือดเหมาะสำหรับการได้รับสารหนูปริมาณมากในเวลาสั้นๆหรือการได้รับสารหนูเรื้อรัง อย่างไรก็ตามสารหนูจะถูกกำจัดออกจากกระแสเลือดในเวลาอันรวดเร็ว

5.3 ระดับสารหนูในเส้นผม สามารถใช้บ่งชี้สารหนูในร่างกายได้ เนื่องจากเส้นผมมีปริมาณเคราตินสูง ซึ่งสามารถจับกับสารหนู (+3) ได้ ส่วนสารหนูอินทรีย์ในอาหารทะเลถูกดูดซึมเข้าสู่เส้นผมได้น้อยมาก (Lauwery and Hoet, 1993) การตรวจสารหนูในเส้นผมสามารถบ่งชี้การได้รับสารหนูแบบเรื้อรังได้ดี

5.4 ระดับสารหนูในเล็บ สามารถบ่งชี้การได้รับสารหนูแบบเรื้อรังได้ โดยจะเกิดเส้นสีขาวตามแนวขวางบริเวณเล็บ(Mees' lines) ซึ่งจะเกิดขึ้นประมาณ 6 สัปดาห์หลังจากแสดงอาการพิษจากสารหนู (Goyer, et al., 2001)เล็บสามารถบ่งบอกการสัมผัสเรื้อรังได้เพราะเล็บเป็นโปรตีนที่เรียกว่าเคราตินเช่นเดียวกับเส้นผมเล็บถูกสร้างขึ้นจากเซลล์ผิวหนังที่มีชีวิตปกติจะมีอัตราการงอกประมาณ 3 มม. /เดือน เล็บเป็นดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพที่มีข้อดีเหมือนเส้นผมในแง่ของความง่ายในการเก็บตัวอย่างเพื่อส่งวิเคราะห์ เล็บมือและเล็บเท้ามีความเหมือนกันในแง่โครงสร้างองค์ประกอบ แต่มีความต่างคือเล็บมือจะได้รับการปนเปื้อนมากกว่าและเล็บมือจะยาวกว่าเล็บเท้าประมาณ 2 เท่า ดังนั้นจึงนิยมตรวจเล็บมือมากกว่าเล็บเท้า (Barbosa, et al., 2006)

6. ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารหนู

พิษของสารหนูแบ่งเป็น 2 ประเภท

6.1 พิษแบบเฉียบพลัน เกิดจากการได้รับสารหนูอนินทรีย์เข้าไปในปริมาณมากผ่านทางระบบทางเดินอาหาร (World Health Organization, 2001) การรับประทานสารหนูปริมาณมาก (70-180 มก.) จะเกิดอาการเฉียบพลันโดยมักเกิดขึ้นกับระบบไหลเวียนโลหิต สมอง หัวใจ ไต ระบบประสาท และระบบทางเดินอาหาร ได้แก่ เกิดการระคายเคือง อักเสบ มีแผลพุพองที่ผิวหนัง อาเจียน ปวดท้อง ไตถูกทำลาย ชักกระตุก และเสียชีวิตได้ในที่สุด(Goyer, et al., 2001)

6.2 พิษแบบเรื้อรัง สารหนูเป็นสารก่อมะเร็ง โดยมีข้อมูลทางระบาดวิทยาสนับสนุนเพียงพอว่าการได้รับสารหนูมีความสัมพันธ์ต่อการเกิดมะเร็งผิวหนัง มะเร็งปอด กระเพาะปัสสาวะ และไตได้ (World Health Organization, 2001) ในประชาชนทั่วไป การหายใจเอาสารหนูเข้าไปมีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อย แต่ถ้าหากเป็นคนงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับสารหนูจะเกิดขึ้นได้มากกว่า (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007) การได้รับสารหนูอย่างต่อเนื่องผ่านการรับประทานส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณผิวหนัง เกิดเป็นเม็ดสี (hyperpigmentation)โดยรับประทานประมาณ 6เดือน - 3 ปี ที่ความเข้มข้นประมาณ0.4 มก./กก./ว.นอกจากนี้ ยังอาจเกิด black foot disease ขึ้นได้ด้วย (Chowdhury, et al., 2000)แต่ถ้าหากรับประทานสารหนูเข้าไปน้อยกว่านี้ คือประมาณ0.1 มก./กก./ว. ก็จะเกิดอาการแสดงขึ้นในระยะ5-15 ปี และจะส่งผลให้เกิดมะเร็งผิวหนังแต่จะใช้ระยะเวลานาน 35-45 ปีจึงจะเกิดโรคมะเร็งปอด (National Research Council, 1999) สารหนูยังมีผลต่อหญิงตั้งครรภ์และทารกที่อยู่ในครรภ์ด้วย (Vahter, 2009)

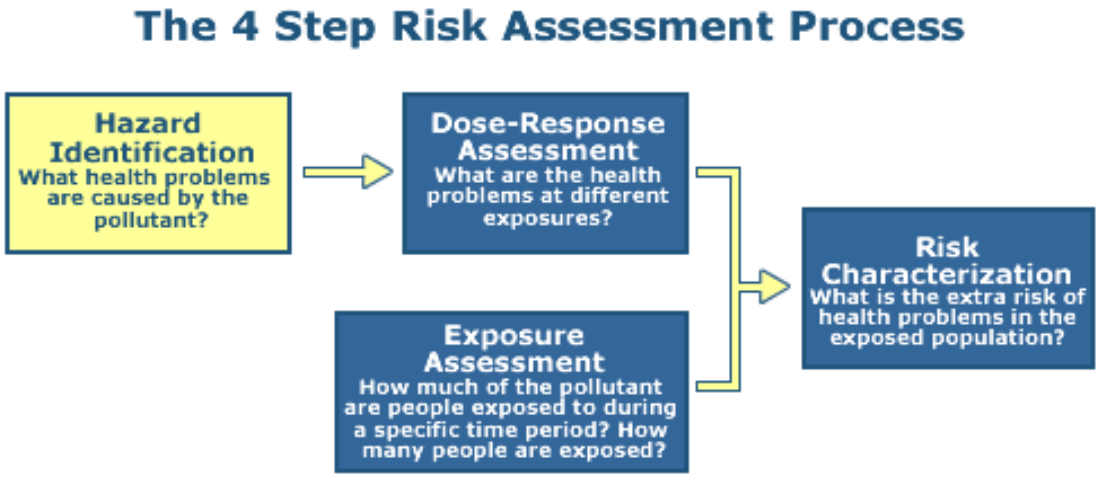
ผลการออกฤทธิ์ต่อกันระหว่างตะกั่วและสารหนู ความเป็นพิษที่เกิดขึ้นจากผลของการรวมกันของตะกั่วและสารหนู (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2004) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 1.2 ซึ่งการรวมกันมีทั้งทำให้เกิดผลมากกว่าผลรวม เท่ากับผลรวม และน้อยกว่าผลรวมของพิษตะกั่วและสารหนู ทั้งนี้ขึ้นกับว่าศึกษาในอวัยวะใด

ตารางที่1.2 ผลของการรวมกันของตะกั่วและสารหนู

การสัมผัส	ผลต่อร่างกาย	ปริมาณการสัมผัสตะกั่วและสารหนูทางปาก(มก./กก./ว.)	ผลที่เกิดขึ้น	อ้างอิง
กึ่งเรื้อรัง	เลือด (เม็ดเลือดแดงและความเข้มข้นของเลือด)	10+2.5 (ในหนู)	น้อยกว่าผลรวม	Mahaffey, et al.(1981)
กึ่งเรื้อรัง	ไต (การบวมของไมโตคอนเดรีย)	10+2.5 (ในหนู)	เท่ากับผลรวม	Mahaffey,etal. (1981)
กึ่งเรื้อรัง	ระบบประสาท(การอ่านและการสะกดคำ)	ปริมาณตะกั่วและสารหนูในเด็ก	มากกว่าผลรวม	Moon, et al. (1985)
กึ่งเรื้อรัง	ระบบประสาท (ระดับสารสื่อประสาท)	74+8 (ในหนู)	เท่ากับผลรวม	Mejia, et al.(1997)

การประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารเคมี

การประเมินความเสี่ยง (riskassessment) คือกระบวนการที่ใช้ในการคาดการณ์ผลกระทบที่จะเกิดต่อสุขภาพของประชาชนจากการได้รับสารเคมีที่เป็นอันตรายในสิ่งแวดล้อมที่เกิดการปนเปื้อน ทั้งผลกระทบที่เกิดขึ้นในปัจจุบันและในอนาคต (Master, 1998; มะลิวรรณ บุญเสนอ, 2552) ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ hazard identification, dose-response assessment, exposure assessment และ risk characterization (Environmental Protection Agency, 2010) ดังภาพที่ 1.1



ภาพที่ 1.1 ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง
ที่มา: Environmental Protection Agency (2010)

การประเมินความเสี่ยงมีทั้งการประเมินเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ขั้นตอนที่ 1 เป็นการระบุอันตราย (hazardidentification) เป็นการประเมินเชิงคุณภาพ ส่วนขั้นตอนที่ 23 และ4 เป็นการประเมินเชิงปริมาณ (อนามัย ธีรวิโรจน์ เทศกะทึก, 2552)

การประเมินความเสี่ยง ในขั้นตอนการระบุอันตราย (hazard identification) และการประเมินการตอบสนองต่อการสัมผัส (dose-response assessment)ใช้ข้อมูลจากการทบทวนเอกสาร ส่วนการประเมินการสัมผัส (exposure assessment) ใช้ข้อมูลการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการจากตัวอย่างสิ่งแวดล้อมและข้อมูลพฤติกรรมเสี่ยงของเด็กจากการสอบถามผู้ปกครองในพื้นที่ แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาคำนวณ แล้วนำมาอธิบายลักษณะความเสี่ยง (risk characterization) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การคำนวณดัชนีอันตราย (hazard index) ของสารที่ไม่ใช่ฤทธิ์ก่อมะเร็ง มีสูตรดังนี้

$$\text{Hazard Index} = \text{Intake} / R_fD$$

เมื่อ

Intake คือปริมาณสารที่ได้รับ (มก./กก./ว.)

R_fD(Reference Dose) คือค่าที่ยินยอมให้ร่างกายรับได้(มก./กก./ว.)

หากhazard index(HI) มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง แต่ถ้าhazard index มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่ามีความเสี่ยงเกิดขึ้น (Kaewrueng, et al., 2014)

2. การคำนวณความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง มีสูตรดังนี้

$$Risk = LADD \times SF$$

เมื่อ

LADD(Lifetime Average Daily Dose) คือ ปริมาณสารที่ได้รับเฉลี่ยตลอดชีวิตต่อวัน (มก./กก./ว.)

SF (Slope Factor) หรือ cancer potency factor (มก./กก./ว.)

ค่าความเสี่ยงที่ได้จะบอกอัตราส่วนคนที่เป็นมะเร็งต่อประชากรถ้าหากมีความเสี่ยงน้อยกว่า 10^{-6} ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ไม่มีนัยสำคัญ ถ้าหากมีความเสี่ยงอยู่ระหว่าง 10^{-6}-10^{-4} ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ แต่ถ้าหากมากกว่า 10^{-4} ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ (EPA, 2015)

การจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่เหมืองแร่เก่า

การจัดการความเสี่ยง หมายถึงการบริหารจัดการให้ความเสี่ยงลดลงสู่ระดับที่ยอมรับได้โดยลดการสัมผัสการจัดการความเสี่ยงจะนำวิธีการควบคุมการสัมผัสที่ 3 จุด คือ การควบคุมที่แหล่งกำเนิด (sources) ที่ทางผ่าน(pathways) และตัวผู้รับอันตราย(receptors) (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2545)ซึ่งการควบคุมมีหลายวิธีควรเลือกวิธีที่มีการใช้งบประมาณลงทุนต่ำ และเกิดความเสี่ยงน้อยที่สุด (สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549; Government of Nunavut, 2009) เราสามารถสรุปวิธีการจัดการความเสี่ยงได้ดังนี้

1. การควบคุมที่แหล่งกำเนิด (sources) เป็นการควบคุมไม่ให้โลหะพิษแพร่กระจายจากแหล่งกำเนิดออกไปสู่สิ่งแวดล้อมอื่นๆเช่น

1.1 การขุดดินที่ปนเปื้อนแล้วนำไปจัดการ (soil excavation and material handling) วิธีนี้ค่อนข้างใช้งบประมาณและเวลาในการฟื้นฟูมาก ถ้าหากจะทำควรจะขุดแล้วจัดการในพื้นที่มากกว่า อย่างไรก็ตามควรมีการวางแผนที่ดีเนื่องจากอาจเกิดสภาพที่คาดไม่ถึงขึ้นได้ เช่นการรั่วซึมทำให้เกิดการปนเปื้อน (Sellers, 1998)

1.2 การกำจัดด้วยการฝังกลบ (disposal/landfilling) การนำไปกำจัดนอกพื้นที่ใช้งบประมาณสูง สำหรับการปนเปื้อนที่ไม่สูงมากนักควรกำจัดด้วยการฝังกลบในพื้นที่มากกว่า อย่างไรก็ตามควรต้องมีการจัดการที่ดี

1.3 การเคลือบ (capping) วิธีนี้เหมาะสำหรับใช้ปกคลุมขยะหรือดินที่มีการปนเปื้อนด้วยสารที่มีความเข้มข้นไม่สูงมากนัก วิธีอย่างง่ายคือใช้ยางมะตอย และวิธีที่ยากขึ้นคือการเคลือบหลายชั้นซึ่งป้องกันการสัมผัสต่อสารที่ปนเปื้อนและสามารถลดการซึมของน้ำฝนที่ทำให้

เกิดการเปื้อนในน้ำใต้ดินได้เหมาะสำหรับพื้นที่ที่ปนเปื้อนในดิน ดินตะกอน และของเสียต่าง ๆ เพื่อลดการปนเปื้อนในน้ำผิวดิน และสามารถป้องกันการระเหยขึ้นไปในบรรยากาศได้ด้วย และสามารถนำไปใช้ในพื้นที่ซึ่งฝังกลบขยะเรียบร้อยแล้ว

1.4 การรวมตัว/การปรับเสถียร (solidification/stabilization) เป็นการจัดการของเสียทางกายภาพที่เป็นของแข็ง เพื่อลดพื้นที่ผิวของของเสียที่จะเกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม และลดการละลายของเสียอันตราย โดยทำให้ของเสียรวมกันในวัสดุที่ปิดมิดชิดป้องกันการรั่วไหล ซึ่งจะนำของเสียที่ต้องการจัดการมาผสมกับยางมะตอย หรือวัสดุอื่นๆ เช่น โพลีเอทิลลีน ซึ่งโพลีเอทิลลีนมักใช้ในพื้นที่เล็กกว่ายางมะตอย (Sellers, 1998)หรือผสมปูนซีเมนต์กับตะกอนโลหะหนักแล้วนำมาหล่อเป็นก้อนส่วนใหญ่วิธีนี้มักใช้กับของเสียที่มีสารกัมมันตรังสีในระดับต่ำรวมทั้งพวกโลหะหนักบางชนิด(กรมควบคุมมลพิษ, 2554)ขั้นตอนของการปรับเสถียรเพื่อลดการเคลื่อนที่ของของเสียและทำให้ของเสียนั้นมีความเป็นพิษน้อยลง เช่นการเติมปูนขาวหรือซัลไฟด์เพื่อให้โลหะหนักในตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียตกตะกอน วิธีการนี้ใช้มากในการจัดการของเสียที่เป็นสารอนินทรีย์โลหะหนักที่ปนเปื้อนในดินหรือตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย และพื้นที่ปนเปื้อนต่างๆ (Sellers, 1998) การปรับเสถียรกากของเสียนี้เป็นการเตรียมของเสียเพื่อนำไปฝังกลบแบบปลอดภัยซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการบำบัดพื้นดินที่ถูกปนเปื้อนได้โดยการผสมสารที่ทำให้แข็งหรือทำให้เสถียรเข้าไปในดินหรือในตะกอนที่ถูกปนเปื้อนอยู่ชั้นล่างด้วยวิธีการฉีดไปในบริเวณที่มีของเสียอยู่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

1.5 การชะล้างดิน การสกัดด้วยตัวทำละลายและการละลายสารที่ปนเปื้อน (soil washing, solvent extraction and soil flushing) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้สำหรับแยกสารปนเปื้อนในดินที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ก่อนลงสู่น้ำใต้ดินโดยใช้หลักการชะล้างด้วยสารละลายที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มความสามารถในการละลายสารปนเปื้อนที่สะสมอยู่ในดินโดยสารปนเปื้อนที่ถูกชะล้างออกมานี้จะถูกเก็บรวบรวมเพื่อนำไปบำบัดอีกครั้ง(Sellers, 1998)คุณลักษณะของตัวชะล้างได้แก่วิธีการดังต่อไปนี้

1.5.1 สารละลายกรดใช้สำหรับการฟื้นฟูสภาพดินที่มีการปนเปื้อนของโลหะและสารอินทรีย์บางชนิดแต่ไม่นิยมใช้เนื่องจากจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง pH ของดิน

1.5.2 สารละลายเบสใช้สำหรับการฟื้นฟูสภาพดินที่มีการปนเปื้อนของโลหะสังกะสีตะกั่วดีบุก

1.5.3 น้ำใช้สำหรับการฟื้นฟูสภาพดินที่มีการปนเปื้อนของสารที่ละลายน้ำได้ (water-soluble) และพื้นที่สามารถพาไปได้ (water-mobile constituents) โดยพิจารณาจากค่าการละลายของสารปนเปื้อนนั้น (กรมควบคุมมลพิษ, 2554)

1.6 การทำให้แข็งและการห่อหุ้ม (fixation and encapsulation) เป็นการใช้ขี้เถ้า ดินเบนโธไนท์หรือซีเมนต์ผสมกับโลหะหนักทำให้แข็งก่อนนำไปฝังดิน

1.7 การตกตะกอน (precipitation) เป็นการเติมสารเคมีลงในน้ำเพื่อให้โลหะหนักตกตะกอนโดยการปรับ pH (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

1.8 การฟื้นฟูสภาพด้วยชีววิธี (bioremediation)เป็นการใช้จุลินทรีย์เพื่อทำลายสารอินทรีย์ที่ปนเปื้อนในดิน กากตะกอน และของแข็ง ด้วยการขุดออกหรือปฏิบัติในพื้นที่ก็ได้ โดยจุลินทรีย์จะเข้าไปหยุดหรือยับยั้งปฏิกิริยาการปนเปื้อนโดยทำหน้าที่เป็นแหล่งอาหารหรือตัวช่วยประสานการแปรรูปอินทรีย์สาร ซึ่งสามารถใช้ทั้งวิธีการเติมอากาศ หรือกระบวนการไม่เติมอากาศ

1.9 การดูดซับด้วยชีววิธี (biosorption)เป็นการใช้พืชที่ตายแล้วหรือชีวมวล (biomass) และมวลชีวภาพของจุลินทรีย์มาจับกับพันธะของอนินทรีย์สารที่ปนเปื้อนในสารละลายเพื่อเจือจางหรือลดระดับความเป็นพิษในสารละลายนั้นๆ สมบัติของชีวมวลคือช่วยยับยั้งปฏิกิริยาเคมีของสารปนเปื้อน และทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนประจุของปฏิกิริยาทางชีวภาพซึ่งพบในเชื้อราและแบคทีเรีย มวลชีวภาพมีความสามารถในการดูดซับสูงกว่า 25 เปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักแห้ง โดยสามารถดูดซับตะกั่ว แคดเมียม ยูเรเนียม ทองแดง สังกะสี เป็นต้น(สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2549)

1.10 การฟื้นฟูด้วยการเติมอากาศ (bioventing)เป็นเทคโนโลยีที่ดำเนินการในพื้นที่ (*in situ*) โดยการเติมอากาศและ/หรือสารอาหารลงไปในระบบ การเติมอากาศจะเติมในอัตราที่ช้าไม่มีการเพิ่มแรงดันเพื่อเป็นการกระตุ้นการเจริญเติบโตและกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในพื้นที่ (indigenous microoganisms) และป้องกันการระเหย (volatilization) ของสารปนเปื้อนที่ต้องการกำจัดออกสู่บรรยากาศ(อัจฉรา ขำโสภา, 2552)

1.11 การบำบัดโดยใช้พืช(phytoremediation)เป็นการใช้พืชช่วยในการบำบัด สิ่งที่สำคัญคือการเลือกชนิดของพืชในการบำบัดสารมลพิษในบริเวณที่มีการปนเปื้อนนอกจากนี้ยังต้องมีความเข้าใจพฤติกรรมของสารมลพิษที่จะทำการบำบัดในตัวกลางนั้นๆดังนั้น phytoremediation จึงเป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับใช้บำบัดสารมลพิษโดยการพึ่งพาสิ่งที่มีอยู่แล้วในระบบธรรมชาติและเป็นวิธีที่ประหยัดต้นทุนในการบำบัดสารมลพิษตัวอย่างของพืชที่สามารถใช้ในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูได้แสดงไว้ในตารางที่ 1.3การบำบัดโดยใช้พืชเป็นวิธีการที่ทั่วโลกให้ความสนใจมากเพราะลงทุนน้อยแต่ได้ผลดี (จันทนีแจ่มแสงทอง, 2555) เทคโนโลยีการฟื้นฟูโดยใช้พืชเหมาะที่จะใช้กับพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนเป็นบริเวณกว้างปริมาณหรือระดับความเข้มข้นของสารที่ปนเปื้อนเป็นปัจจัยจำกัดปัจจัยหนึ่งหากพื้นที่ที่ปนเปื้อนมีระดับการปนเปื้อนที่ค่อนข้างสูง อาจส่งผลกระทบต่อพืชได้เช่น พืชมีอัตราการเจริญเติบโตที่ลดลงและอาจต้องใช้ระยะเวลาในการฟื้นฟูที่นานขึ้น นอกจากนี้ การเลือกชนิดพืชที่ใช้ในการฟื้นฟูมีความสำคัญอย่างยิ่งไม่ควรเลือกพืชที่ใช้ในการบริโภคหรือเป็นพืชที่อยู่ในห่วงโซ่อาหาร(อัจฉรา ขำโสภา, 2552)

การเลือกแนวทางการควบคุมควรพิจารณาประเด็นต่อไปนี้ 1) เทคโนโลยีที่มีอยู่ 2) ประเมินว่าเทคโนโลยีใดสามารถฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนให้ได้ตามเกณฑ์ 3) เลือกเทคโนโลยีที่ง่ายและเป็นไปได้มากที่สุด 4) ค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้สำหรับเทคโนโลยีที่เลือกและ 5) เลือกเทคโนโลยีถูกที่สุดที่บรรลุวัตถุประสงค์ของการฟื้นฟู (กรมควบคุมมลพิษ, 2553)

ตารางที่ 1.3พืชที่สามารถใช้ในการฟื้นฟูพื้นที่ปนเปื้อนตะกั่วและสารหนู

โลหะพิษที่บำบัด	ชนิดของพืช	อ้างอิง
สารหนู	เฟิร์นเงิน หรือ เฟิร์นหลังเงิน	Visoottiviseth et al. (2002) พรสวรรค์ สุทธิวิเศษ (2551)
สารหนู	เฟิร์นกูดหมาก	Visoottiviseth et al. (2002) พรสวรรค์ สุทธิวิเศษ (2551)
สารหนู	ไมยราบ	Visoottiviseth et al. (2002)
สารหนู	โครงเครง	Visoottiviseth et al. (2002)
สารหนู	ดาวเรือง	พรสวรรค์ สุทธิวิเศษ(2551)
สารหนู	บอน	พรสวรรค์ สุทธิวิเศษ(2551)
สารหนู	กล้วยน้ำว้า	พรสวรรค์ สุทธิวิเศษ(2551)
ตะกั่ว	ธูปฤาษีใบแคบ	พีรศักดิ์ ศรีนิเวศน์และธนวรรณพานิชพัฒน์ (2545)
ตะกั่ว	ยูคาร์ลิปตัส	กมลวรรณ โพธิ์แก้ว(2551)

2. การควบคุมที่เส้นทางการได้รับโลหะพิษ

เป็นการป้องกันก่อนที่พิษจะมาถึงตัวผู้รับ สามารถทำได้หลายวิธี เช่น ห้ามนำน้ำและอาหารในพื้นที่ปนเปื้อนมารับประทาน ลดการฟุ้งกระจาย โดยการทำให้เปียกหรือปิดทับด้วยชั้นดินที่ปลอดภัย การระบายอากาศ การกรองน้ำ การขจัดฝุ่นภายในบ้าน เป็นต้น

3. การควบคุมที่ตัวผู้รับ

การควบคุมที่ตัวผู้รับ เน้นที่การให้ความรู้ให้ข้อมูลความเสี่ยง (risk information) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการป้องกันการสัมผัสตะกั่วและสารหนูโดยก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามหลักการแนวคิดของสุขศึกษา คือเป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมสุขภาพทั้งด้านความรู้ ทัศนคติ และการปฏิบัติของบุคคลไปทางที่ถูกต้องโดยเป็นผลจากการจัดประสบการณ์ต่างๆให้กับบุคคลภายใต้หลักการแนวคิดของสุขศึกษาคือต้องการให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจ (knowledge) เกี่ยวกับพิษตะกั่วและสารหนู การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม การสัมผัสสู่ร่างกาย การป้องกันการสัมผัสต้องการให้ประชาชนตระหนักถึงปัญหาและมีทัศนคติ (attitude)ที่ถูกต้องเหมาะสมในบริบทของชุมชนเกี่ยวกับแนวทางการป้องกันและการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นที่สำคัญต้องการให้ประชาชนนำความรู้ความเข้าใจเพื่อนำแนวคิดไปปรับใช้(practice) เพื่อการป้องกันได้จริงตามความเหมาะสมของบริบทในแต่ละพื้นที่ต่อไป (KusolsukandRojekittikhug, 2009)
เราสามารถสรุปวิธีการจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษ ดังแสดงในตารางที่ 1.4

ตารางที่ 1.4วิธีการควบคุมการสัมผัสโลหะพิษ

สิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อน	วิธีการควบคุมการสัมผัสโลหะพิษ		
	ที่แหล่งกำเนิด	**ที่ทางผ่าน**	**ที่ตัวผู้รับ**
น้ำดื่ม	การทำให้ตกตะกอน	การกรองน้ำ	การให้สุขศึกษา การห้ามดื่มน้ำที่ปนเปื้อน
ดิน ฝุ่นนอกบ้าน	การฝังกลบในพื้นที่ การเคลือบด้วยยางมะตอย การปรับเสถียร การบำบัดโดยใช้พืช การปลูกพืชคลุมดิน	การลดการฟุ้งกระจายของดิน	การให้สุขศึกษา การห้ามเด็กเล่นบริเวณที่ปนเปื้อน การดูแลเด็กไม่ให้เก็บดินรับประทาน
แหล่งอาหาร	การฝังกลบในพื้นที่ การเคลือบด้วยยางมะตอย การปรับเสถียร การบำบัดโดยใช้พืช	การห้ามเพาะปลูกพืชอาหารในพื้นที่ปนเปื้อน การห้ามจำหน่ายผลผลิตทางการเกษตรที่ปนเปื้อน	การให้สุขศึกษา การห้ามรับประทานหรือแนะนำปริมาณที่สามารถรับประทานได้
ฝุ่นในบ้าน	การฝังกลบในพื้นที่ การเคลือบด้วยยางมะตอย การปรับเสถียร การบำบัดโดยใช้พืช	การขจัดฝุ่นในบ้าน	การให้สุขศึกษา การดูแลเด็กไม่ให้อมนิ้วมือ

กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชน

กระบวนการมีส่วนร่วมของประชาชนถือเป็นหลักการสากลที่อารยประเทศให้ความสำคัญ และเป็นประเด็นหลักที่สังคมไทยให้ความสนใจ International Association for Public Participation (IAP2)ซึ่งเป็นองค์กรนานาชาติที่ส่งเสริมกระบวนการมีส่วนร่วมได้ให้ความหมายของการมีส่วนร่วมของประชาชนว่าเป็นกระบวนการที่นำเอาประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการแก้ไขปัญหาหรือกระบวนการตัดสินใจร่วมกันและใช้ข้อมูลความเห็นของประชาชนเป็นส่วนประกอบในการตัดสินใจแนวคิดการมีส่วนร่วมของประชาชนได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในการพัฒนาชนบทไทยตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 5 ที่มุ่งเน้นการพัฒนาคนมากกว่าการเติบโตทางเศรษฐกิจ ได้พยายามเปลี่ยนแปลงแนวทางการพัฒนาจากระดับบนลงล่าง (top - down) มาเป็นจากระดับล่างขึ้นบน (bottom - up) (สุธีวรประดิษฐ,2555)ตั้งแต่แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 6 เป็นต้นมา รัฐให้ความสำคัญกับการมีส่วนร่วม (สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ, 2550) ปัจจุบันแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 - 2559)มีการกำหนดหลักการมีส่วนร่วมของประชาชนไว้ค่อนข้างชัดเจนโดยให้ความสำคัญกับการสร้างเศรษฐกิจที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และการสร้างภูมิคุ้มกันต่อความเสี่ยงในมิติต่างๆ อย่างยั่งยืนสอดคล้องกับรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550 ที่กำหนดให้รัฐต้องดำเนินการส่งเสริมบำรุงรักษาและคุ้มครองคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามหลักการพัฒนาที่ยั่งยืนตลอดจนควบคุมและกำจัดมลพิษที่มีผลต่อสุขภาพอนามัยโดยประชาชนชุมชนท้องถิ่นและองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นต้องมีส่วนร่วมในการกำหนดแนวทางการดำเนินงาน จะเห็นได้ว่าประเทศไทยให้ความสำคัญต่อการมีส่วนร่วมของประชาชนมาก

1. ระดับการมีส่วนร่วม

IAP2(2007)ได้แบ่งระดับของการมีส่วนร่วมไว้5 ระดับขั้นจากน้อยไปหามาก ดังนี้

1.1 การให้ข้อมูล (inform) ถือเป็นการมีส่วนร่วมของประชาชนในระดับต่ำที่สุด แต่เป็นระดับที่สำคัญที่สุด เพราะเป็นก้าวแรกของการเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้าสู่กระบวนการมีส่วนร่วมในเรื่องต่าง ๆ ได้แก่การรับรู้ว่าเกิดอะไรที่ไหนในลักษณะการให้ข้อมูลทางเดียว วิธีการให้ข้อมูลสามารถใช้ช่องทางต่างๆ เช่น เอกสารสิ่งพิมพ์ การเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารผ่านทางสื่อต่างๆ การจัดนิทรรศการ การติดประกาศ เป็นต้น

1.2 การให้คำปรึกษา (consult) เป็นกระบวนการที่เปิดให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลข้อเท็จจริง ให้คำปรึกษา การให้ข้อเสนอแนะ คำแนะนำและความคิดเห็นเพื่อประกอบการตัดสินใจด้วยวิธีต่างๆ เช่น การรับฟังความคิดเห็น การสำรวจความคิดเห็น การจัดเวทีสาธารณะ เป็นต้น

1.3 การเข้ามามีบทบาท(involve) เป็นการเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติงาน หรือร่วมเสนอแนะแนวทางที่นำไปสู่การตัดสินใจ เพื่อสร้างความมั่นใจให้ประชาชนว่าข้อมูลความคิดเห็นและความต้องการของประชาชนจะถูกนำไปพิจารณาเป็นทางเลือก เป็นการเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้ามาร่วมคิดร่วมทำแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเช่น การประชุมเชิงปฏิบัติการ การจัดตั้งคณะทำงานเพื่อเสนอแนะประเด็น เป็นต้น

1.4 การสร้างความร่วมมือ (collaborate)เป็นการให้บทบาทของประชาชนในระดับสูงโดยการให้ประชาชนเข้ามาทำงานร่วมกันในกระบวนการของการตัดสินใจในทุกขั้นตอน และมีการดำเนินกิจกรรมร่วมกันอย่างต่อเนื่อง เช่นแต่งตั้งคณะกรรมการที่มีฝ่ายประชาชนร่วมเป็นกรรมการ เป็นต้น

1.5 การให้อำนาจแก่ประชาชน (empower) เป็นขั้นที่ให้บทบาทประชาชนมีส่วนร่วมในระดับสูงที่สุด โดยให้ประชาชนเป็นผู้ตัดสินใจแล้วภาครัฐดำเนินการตามการตัดสินใจนั้นโดยรัฐมีบทบาทในการหาข้อมูลสร้างความเข้าใจและเสนอทางเลือกให้ประชาชนตัดสินใจ ซึ่งมักจะเป็นเรื่องที่มีผลกระทบต่อประชาชน

ในการศึกษาครั้งนี้นำระดับการมีส่วนร่วมตามที่ IAP2 (2007) ได้แบ่งไว้ 5 ระดับ มากำหนดเป็นระดับการมีส่วนร่วมที่คาดหวังในแต่ละขั้นตอนของผู้มีส่วนร่วม และจะเปรียบเทียบเมื่อดำเนินการแล้วเสร็จว่าเป็นไปตามที่คาดหวังหรือไม่ อย่างไร

2. ขั้นตอนการมีส่วนร่วม

โกวิทย์ พวงงาม (2545) ได้สรุปการมีส่วนร่วมที่แท้จริงของประชาชนในการพัฒนา ควรจะมี 4 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 การมีส่วนร่วมในการค้นหาปัญหาและสาเหตุของปัญหาถ้าหากประชาชนยังไม่สามารถทราบถึงปัญหาและเข้าใจถึงสาเหตุของปัญหาในท้องถิ่นของตน การดำเนินงานต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาของท้องถิ่นย่อมไร้ประโยชน์ เพราะประชาชนจะไม่เข้าใจและมองไม่เห็นถึงความสำคัญของการดำเนินงานเหล่านั้น

2.2 การมีส่วนร่วมในการวางแผนดำเนินกิจกรรมเป็นขั้นตอนที่จะช่วยให้ประชาชนรู้จักวิธีการคิดการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล รู้จักการนำเอาปัจจัยข่าวสารข้อมูลต่างๆมาใช้ในการวางแผน

2.3 การมีส่วนร่วมในการลงทุนและการปฏิบัติงานประชาชนมีแรงงานที่สามารถใช้เข้าร่วมได้การร่วมลงทุนและปฏิบัติงาน จะทำให้ประชาชนสามารถคิดต้นทุนดำเนินงานได้ด้วยตนเองทำให้ได้เรียนรู้การดำเนินงานอย่างใกล้ชิด

2.4 การมีส่วนร่วมในการติดตามและประเมินผลงาน ถ้าหากการติดตามงานและประเมินผลงานขาดการมีส่วนร่วมแล้ว ประชาชนย่อมจะไม่ทราบว่างานที่ทำไปนั้นได้รับประโยชน์หรือไม่ อย่างไร การดำเนินกิจกรรมเดียวกันในโอกาสต่อไป อาจไม่ได้รับความร่วมมืออีก

การมีส่วนร่วมของประชาชนอาจทำได้หลายระดับ หลายขั้นตอนและหลายวิธี ขึ้นอยู่กับความต้องการเข้ามามีส่วนร่วมของประชาชน ค่าใช้จ่ายและความจำเป็นในการเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วม การมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นเรื่องละเอียดอ่อน ต้องมีการพัฒนาความรู้ความเข้าใจในการให้ข้อมูลข่าวสารที่ถูกต้องแก่ประชาชน การรับฟังความคิดเห็น การเปิดโอกาสให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วม (กระทรวงสาธารณสุข, 2549)ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เปิดโอกาสให้ผู้ที่สนใจเข้ามามีส่วนร่วมในการประเมินและการจัดการความเสี่ยง อย่างไรก็ตามมีการวิเคราะห์ว่าใครบ้างควรเข้ามามีส่วนร่วมตามแนวคิดสามเหลี่ยมเคลื่อนภูเขา

การจัดการความเสี่ยงด้วยกระบวนการมีส่วนร่วม

การจัดการความเสี่ยงด้วยกระบวนการมีส่วนร่วมถือเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้การจัดการความเสี่ยงในชุมชนประสบผลสำเร็จในการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารเคมีอันตรายการมีส่วนร่วมของชุมชนจะต้องมีในทุกขั้นตอนของการดำเนินการฟื้นฟู โดยควรคำนึงถึงคุณค่าและวัฒนธรรมของชุมชน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องเรียนรู้เกี่ยวกับชุมชนที่จะทำการฟื้นฟู จะต้องพูดคุยกับกลุ่มคนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ รวมถึงเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นตั้งแต่เริ่มต้นศึกษา ชี้แจงให้ชุมชนเข้าใจถึงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการดำเนินงานทั้งหมด การที่จะให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมมีเทคนิคดังนี้

1. รู้และเคารพชุมชน โดยในกระบวนการค้นหาปัญหาหรือแก้ปัญหาต้องให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมต้องใช้เวลาในชุมชน ให้ชุมชนได้รู้จัก มีการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของคนในชุมชนทั้งแบบเป็นทางการและไม่เป็นทางการ ซึ่งสิ่งที่จะเพิ่มความรู้สึกซาบซึ้งให้ชุมชนคือการสามารถจำชื่อของคนในชุมชนได้ และรู้เรื่องราวความเป็นมาเป็นไปของชุมชน

2. สื่อสารอย่างต่อเนื่อง การสื่อสารเป็นสิ่งที่จะช่วยให้มีความเข้าใจตรงกัน การวางแผนสื่อสารข้อมูลสองทางที่ถูกต้องและสม่ำเสมอเป็นสิ่งที่จำเป็น การเข้าไปในชุมชนบ่อยครั้งเพื่อพบปะคนในชุมชนจะเพิ่มความรู้สึกที่ดีและความน่าเชื่อถือ ซึ่งอาจจะเป็นการพบปะระหว่างบุคคลหรือพูดคุยเป็นกลุ่มก็ได้ การสื่อสารแบบไม่เป็นทางการผ่านเครือข่ายในชุมชนจะได้ผลกว่าการทำเป็นทางการ

3. เสริมพลังให้กับชุมชนโดยใช้ผู้เชี่ยวชาญในท้องถิ่น ในชุมชนจะมีคนที่มีความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรต่างๆ ในชุมชน เช่นสภาพภูมิประเทศ สภาพน้ำ การทำเหมืองในพื้นที่ ซึ่งจะ

เป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการฟื้นฟู ในบางพื้นที่คนกลุ่มนี้จะช่วยในการวางแผนออกแบบและเก็บข้อมูลในชุมชนด้วย

4. การมีส่วนร่วมของชุมชนในการวางแผนและดำเนินการตามแผนในการฟื้นฟูส่วนนี้คือหัวใจของการให้ชุมชนเป็นฐานในการตัดสินใจแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม

5. ดำเนินการโครงการสาธิต ควรจะมีการลองทำดูว่ากิจกรรมที่เสนอแนะให้ชุมชนสามารถทำได้จริงหรือไม่ ซึ่งเป็นการเรียนรู้ก่อนการนำไปปฏิบัติจริงในพื้นที่

6. กระตุ้นให้เกิดที่ปรึกษาในช่วงที่มีความก้าวหน้าในการฟื้นฟูพื้นที่ ควรให้ผู้ที่ได้ดำเนินการไปแล้วได้เป็นที่ปรึกษาให้กับเพื่อนบ้านที่ยังไม่ได้ดำเนินการต่อไป (EPA, 2000)

ทั้งนี้ ควรใช้วิธีการแบบบูรณาการในการจัดการพื้นที่เหมืองและทำอย่างต่อเนื่อง จะทำให้การฟื้นฟูสำเร็จอย่างมีประสิทธิภาพ โดยต้องให้ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียเข้ามามีส่วนร่วมในการวางแผนและติดตามตรวจสอบการดำเนินการ(Environmental Australia, 2002)การจัดการพื้นที่เหมืองที่ดีต้องผสมผสานระหว่างข้อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานตามกฎหมายและการควบคุมให้ดำเนินการตามนั้น ซึ่งสามารถสรุปประเด็นได้ดังนี้คือ

1. การวางแผนเพื่อลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมืองแร่ ต้องรับฟังความคิดเห็นของชุมชนซึ่งเป็นสิ่งสำคัญ เพื่อที่จะได้ดำเนินการได้อย่างเหมาะสมไม่ขัดแย้งกับชุมชน

2. การปรึกษาชุมชนและการให้ชุมชนมีส่วนร่วม การปรึกษาชุมชนควรเริ่มต้นเร็วที่สุด โดยต้องให้ชุมชนทราบเกี่ยวกับโครงการในเชิงบูรณาการด้านสังคม เศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อมเข้าด้วยกัน เน้นผลประโยชน์ที่ชุมชนจะได้รับ ซึ่งโครงการที่จะทำควรจะสามารถปรับปรุงเปลี่ยนแปลงได้ตลอดช่วงเวลาที่ดำเนินการ

3. การจัดการความเสี่ยงถือเป็นสิ่งจำเป็น ซึ่งมีการนำไปประยุกต์แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่เหมือง การจัดการความเสี่ยงจะทำให้มั่นใจได้ว่าผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงต้องสื่อสารอย่างมีประสิทธิภาพ และลงมือจัดการความเสี่ยงเพื่อให้เกิดผลสำเร็จ

Lake Michigan Federation(2005) ได้เสนอแนวทางของชุมชนในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมดังนี้

1. ประสานงานกับหน่วยงานในท้องถิ่นถึงความจำเป็นในการฟื้นฟูพื้นที่โดยแสดงข้อมูลที่เชื่อถือได้ ถ้าหากขาดข้อมูลที่จูงใจแล้ว เป็นการยากที่หน่วยงานที่เกี่ยงข้องหรือประชาชนทั่วไปจะให้ความสนใจนอกจากนี้อาจจะได้ข้อมูลสำคัญจากการพูดคุยกับประชาชนเกี่ยวกับพื้นที่ที่ปนเปื้อน

2. เมื่อมีการศึกษาข้อมูลในพื้นที่แล้ว จะต้องฟื้นฟูอย่างต่อเนื่อง และจะต้องแจ้งให้หน่วยงานและประชาชนทั่วไปทราบด้วยว่ากำลังทำอะไร เพราะถ้าหากฟื้นฟูโดยปราศจากการมีส่วนร่วม เมื่อทำไปแล้วจะไม่ได้รับการยอมรับจากประชาชน นอกจากนี้ด้วยข้อจำกัดด้านจำนวนบุคลากรและงบประมาณ การมีส่วนร่วมจะทำให้มีคนมาช่วยงานและการที่ประชาชนหรือหน่วยงานในท้องถิ่นสนับสนุนงบประมาณก็แสดงให้เห็นถึงการให้ความสำคัญกับกิจกรรมที่กำลังดำเนินการ

3. เนื่องจากการฟื้นฟูอาจมีหลายทางเลือก ดังนั้นการที่ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมจะทำให้ได้ข้อสรุปที่เป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับชุมชนนั้น

4. การสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมในชุมชนจะช่วยให้มีพลังที่อยากจะดูแลสิ่งแวดล้อม และดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่องโดยประชาชนสามารถมีส่วนร่วมได้หลายแนวทาง โดยมีส่วนร่วมในการให้ข้อมูล เข้าร่วมประชุม รับฟังข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แสดงความคิดเห็น หรือติดตามความก้าวหน้าของการดำเนินการ

ในการจัดการความเสี่ยงพื้นที่เหมืองที่ปนเปื้อนด้วยกระบวนการมีส่วนร่วม จึงต้องเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับพื้นที่ ซึ่งประชาชนสามารถเข้ามามีส่วนร่วมในทุกขั้นตอน

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research, PAR) เป็นรูปแบบหนึ่งของการวิจัยเชิงปฏิบัติการ (action research) ที่ต้องอาศัยการมีส่วนร่วมของประชาชน

กมล สุดประเสริฐ (2540) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมไว้ว่าเป็นการวิจัย ค้นคว้า หาความรู้ตามหลักการของการวิจัยเชิงวิทยาศาสตร์แบบเดิม ๆ แต่ต่างกันที่การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมจะมีวัตถุประสงค์เพื่อการแก้ปัญหาด้วยการมีส่วนร่วมของชุมชน รวมทั้งในกระบวนการการวิจัย และการมีหุ้นส่วนใช้ประโยชน์ของการวิจัย

สุริยา วีรวงศ์ (2546) ได้ให้ความหมายของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมไว้ว่า เป็นวิธีวิทยาการวิจัยที่ให้สังคมช่วยกันคิด โดยเป็นการวิจัยและพัฒนาที่ขยับจากการวิจัยแบบปกติ ซึ่งการวิจัยประเภทนี้ต้องมีความสัมพันธ์กับชุมชน

สรุปได้ว่า การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นกระบวนการวิจัยที่ให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาของตนเอง โดยมีส่วนร่วมแต่ละขั้นตอนของการวิจัย และร่วมใช้ประโยชน์จากการวิจัย

1. ลักษณะสำคัญของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเป็นการวิจัยที่มุ่งจะนำหลักของวิธีการทางวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อแก้ปัญหาเฉพาะพื้นที่ ไม่ได้มุ่งเน้นเพื่อนำผลไปใช้กับสภาพการณ์อื่นๆที่นอกเหนือไปจากพื้นที่ที่ศึกษา เป็นการวิจัยที่เน้นการมีส่วนร่วมของประชาชนในฐานะผู้ร่วมวิจัยและนำไปใช้ในการแก้ปัญหาในการทำงานจริงๆ นักวิจัยจะอาศัยการวิจัยเข้าไปช่วยกระตุ้นให้ประชาชนเริ่มพิจารณาปัญหาชุมชนไปพร้อมๆ กับนักวิจัยภายนอกและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ช่วยตรวจสอบปัญหาซึ่งกันและกัน เป็นกระบวนการวิจัยต่อเนื่อง ซึ่งจะก่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจต่อการเปลี่ยนแปลงในชุมชน นำไปสู่การคิดเองทำเองและแก้ปัญหาเองของประชาชนในชุมชน (สมอาจ วงษ์ขมทอง, 2536)

2. คุณลักษณะเฉพาะของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมไม่มีกรอบเฉพาะในวิธีการวิจัย ใช้แนวทางผสมผสาน เลือกใช้เทคนิคการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่เหมาะสมกับสถานการณ์ และเป็นวิธีที่ก่อให้เกิดการเรียนรู้และปฏิบัติร่วมกันอย่างไรก็ตามการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมมีคุณลักษณะเฉพาะบางประการที่เป็นจุดเด่นดังนี้

2.1 คำถามวิจัย(research questions)

ในการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม จะไม่มีคำถามวิจัยที่ชัดเจนกำหนดไว้ก่อนโดยนักวิจัยภายนอก แต่คำถามวิจัยจะมีจุดกำเนิดจากปัญหาในกลุ่มหรือชุมชน ดังนั้น

กลุ่มจะร่วมกันกำหนดคำถามวิจัย ที่จะนำไปสู่การศึกษาและการปฏิบัติเพื่อแก้ปัญหาและคำถามวิจัยนี้อาจปรับเปลี่ยนได้อีกในระหว่างดำเนินการวิจัย

2.2 การเก็บข้อมูลด้วยเทคนิคสามเส้า (triangulation)

เทคนิคสามเส้ามีจุดกำเนิดจากการวิจัยเชิงคุณภาพใช้เพื่อเสริมความเที่ยงตรงและความน่าเชื่อถือของงานวิจัย การใช้เทคนิคสามเส้ามีหลายระดับสำหรับการวิจัยแบบมีส่วนร่วม ประยุกต์ใช้ดังนี้

2.2.1 ใช้กลุ่มนักวิจัยสหวิทยาการ (multidisciplinary team) สมาชิกในกลุ่มวิจัยควรประกอบด้วยผู้ที่มีประสบการณ์ และความเชี่ยวชาญจากต่างสาขา เพื่อให้สามารถมองเห็นปัญหาและแนวทางการศึกษาได้ครอบคลุมทุกแง่มุม และลึกซึ้งเป็นการเรียนรู้ซึ่งกันและกัน

2.2.2 มีความหลากหลายของแหล่งข้อมูล (diversity of sources of information) ใช้แหล่งข้อมูลที่หลากหลายทั้งจากคน เหตุการณ์ และสถานที่ โดยเน้นข้อมูลเชิงคุณภาพมากกว่าข้อมูลเชิงปริมาณ ข้อมูลต่างๆ จะตรวจสอบและยืนยันซึ่งกันและกัน เพื่อประกันความเชื่อถือได้

2.2.3 มีความหลากหลายของเทคนิคการเก็บข้อมูล (diversity of information and techniques) ใช้เทคนิคการเก็บข้อมูลหลากหลายวิธีผสมผสานกัน

2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลและวิธีนำเสนอ

ในการวิจัยแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมการวิเคราะห์ข้อมูลมีความยืดหยุ่นและให้ความสำคัญกับการวิเคราะห์ร่วมกันในพื้นที่ ไม่จำกัดเทคนิคการวิเคราะห์เชิงปริมาณ เลือกใช้เทคนิคที่ไม่ซับซ้อนและคนในชุมชนสามารถเข้าใจและมีส่วนร่วมได้ผลการวิเคราะห์ควรนำเสนอร่วมกันในทันทีในแต่ละครั้ง การนำเสนอผลการวิจัยไม่จำกัดเพียงรายงานแบบเป็นทางการอาจนำเสนอในลักษณะการเสวนาที่ทุกคนมีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็นสุดท้ายผลการวิจัยและความรู้ที่ได้จากการวิจัยและการปฏิบัติเป็นของทุกคน และได้รับการยอมรับร่วมกัน

3 บทบาทของนักวิจัยภายนอก

การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมจะมีผู้เกี่ยวข้องอยู่สองกลุ่มที่ทำงานร่วมกัน คือ กลุ่มคนใน ซึ่งได้แก่กลุ่มคนที่อยู่ในชุมชนที่เผชิญสถานการณ์และปัญหานั้นๆ โดยตรง และกลุ่มคนนอก หรือที่เรียกว่า นักวิจัยภายนอก ซึ่งจะมีบทบาทที่ซับซ้อนมากกว่านักวิจัยโดยทั่วไป เพราะไม่ใช่เพียงดำเนินการเก็บข้อมูลตามแผนที่กำหนดไว้แล้วจากไปแต่จะมีสถานภาพเป็นทั้งผู้มีส่วนร่วม และผู้ประสานงานในกิจกรรมต่างๆ บางครั้งจึงเรียกว่าเป็นผู้กระตุ้นให้กิจกรรมดำเนินไปได้ดี นักวิจัยภายนอกจึงต้องมีคุณลักษณะเฉพาะตัว มีประสบการณ์การทำงานภาคสนาม มีทักษะทางมนุษยสัมพันธ์ และมีทัศนคติเชิงสร้างสรรค์ในการทำงานท่ามกลางความขัดแย้งที่อาจเกิดขึ้น กิจกรรมต่างๆ ที่นักวิจัยต้องรับผิดชอบจึงมีหลากหลาย ผสมผสานทั้งงานของนักวิจัยและงานของนักพัฒนา โดยจุดมุ่งหมายที่สำคัญของนักวิจัยคือการสร้างรูปแบบการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมที่มีประสิทธิภาพเป็นไปตามหลักการวิจัยเชิงวิทยาศาสตร์และสามารถเผยแพร่แก่สังคมได้ รูปแบบของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมที่มีประสิทธิผลจะต้องเป็นรูปแบบที่สามารถแก้ปัญหาของ

ชุมชนได้อย่างมีประสิทธิภาพ ใช้งบประมาณ กำลังคน และเวลาไม่มากนักแต่ในเวลาเดียวกันก็ได้รับผลตอบแทนสูง

ซึ่งนักวิจัยภายนอกจะทำหน้าที่เป็นผู้ช่วยเหลือตั้งแต่เริ่มแรกและค่อยๆ ลดการช่วยเหลือลง และหวังว่าเมื่อสิ้นสุดโครงการแล้ว ประชาชนจะสามารถแก้ปัญหาของตนไปตามลำพังได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยไม่จำเป็นต้องรับการช่วยเหลือจากภายนอกอีก (กมล สุดประเสริฐ, 2540)

3. ขั้นตอนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม

สุชาดา ทวีสิทธิ์ (อ้างถึงใน ปาริชาติ วลัยเสถียร, 2543)ได้สรุปขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมไว้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ระยะก่อนทำวิจัย (pre–research phase) ได้แก่

3.1.1 การคัดเลือกชุมชน และการเข้าถึงชุมชน

3.1.2 การบูรณาการตัวนักวิจัยเข้ากับชุมชน

3.1.3 การสำรวจข้อมูลเบื้องต้นของชุมชน

3.1.4 การเผยแพร่แนวคิดการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมแก่ชุมชน

3.2 ระยะของการทำวิจัย (research phase)

3.2.1 การศึกษาวิเคราะห์ปัญหาชุมชน

3.2.2 การฝึกอบรมทีมวิจัยท้องถิ่น

3.2.3 การวิเคราะห์ปัญหาอาจเกิดขึ้นในการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม และกำหนดแนวทางแก้ไข

3.2.4 การออกแบบการวิจัยและเก็บข้อมูล

3.2.5 วิเคราะห์ข้อมูล

3.2.6 การนำเสนอข้อมูลต่อที่ประชุมหมู่บ้าน

3.3 ระยะจัดทำแผน (planningphase)

3.3.1 การอบรมทีมงานวางแผนท้องถิ่น

3.3.2 การกำหนดโครงการหรือกิจกรรม

3.3.3 การศึกษาความเป็นไปได้ของแผนงาน

3.3.4 การแสวงหางบประมาณและหน่วยงานที่สนับสนุน

3.3.5 การวางแผนเพื่อติดตามและประเมินผล

3.4 ระยะการนำแผนไปปฏิบัติ (implementation phase)

3.4.1 การกำหนดทีมงานปฏิบัติงานอาสาสมัคร

3.4.2 การอบรมทีมงานปฏิบัติอาสาสมัคร

3.5 ระยะการติดตามและประเมินผลการปฏิบัติงาน (monitoringand evaluation phase)

3.5.1 จัดตั้งทีมงานติดตาม และประเมินผลการปฏิบัติงานของหมู่บ้านขึ้นมาติดตามการดำเนินงานของฝ่ายปฏิบัติทุกระยะ

เสนอผลการประเมินต่อที่ประชุมหมู่บ้าน

กระบวนการและขั้นตอนของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมไม่มีขั้นตอนที่ตายตัวแน่นอน เน้นให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในขั้นตอนต่างๆ ของการวิจัย

สำหรับการศึกษาครั้งนี้ นำขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง และการจัดการความเสี่ยงมาเป็นขั้นตอนหลักในการวิจัย โดยนำขั้นตอนของสุชาดา ทวีสิทธิ์ มาประยุกต์คือ 1) ขั้นการประเมินความเสี่ยงประกอบด้วย การเตรียมการวิจัย และการประเมินความเสี่ยง 2) ขั้นการจัดการความเสี่ยง ประกอบด้วย การสื่อสารความเสี่ยง การจัดทำแผน การดำเนินการตามแผน และการประเมินผลและติดตาม

แนวคิดสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา

ประเวศ วะสี(2546) กล่าวว่าแนวทางการขับเคลื่อนการปฏิรูประบบสุขภาพให้เป็นรูปธรรมว่าจำเป็นต้องอาศัยพลังจาก 3 องค์ประกอบมาร่วมมือกันเป็นรูปสามเหลี่ยม คือ

1. พลังทางการเมือง ทำหน้าที่บริหาร กำหนดนโยบาย งบประมาณโดยเฉพาะในส่วนท้องถิ่นที่มีบทบาทเชื่อมโยงกับระบบสุขภาพในแต่ละท้องถิ่น

2. พลังประชาชน เข้ามามีส่วนร่วมในการผลักดันทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่าง ๆ ประกอบด้วยกลุ่มผู้สนใจ กลุ่มผลประโยชน์ และองค์กรวิชาชีพ ซึ่งกลุ่มนี้สมารถสะท้อนปัญหาและความต้องการทางด้านสุขภาพได้อย่างชัดเจน

3. พลังวิชาการ เป็นพลังที่จะเข้ามาประสานความเข้าใจระหว่างพลังการเมืองและพลังประชาชน ช่วยให้สามารถรวบรวมประสบการณ์ ความรู้ต่าง ๆ ซึ่งการรวมพลังของกลุ่มวิชาการต่าง ๆ จะช่วยทำให้ประชาชนเข้าใจข้อมูลต่าง ๆ ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

แนวคิดสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขาสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางในการงานให้สำเร็จในการจัดการระบบสุขภาพชุมชนในท้องถิ่น โดยองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรเข้ามามีส่วนร่วมในส่วนของอำนาจรัฐ ส่วนฝ่ายวิชาการได้แก่สถานีอนามัย (โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล) และองค์กรวิชาการอื่น ๆ ส่วนฝ่ายสังคม ได้แก่ ชุมชนและกระบวนการชุมชน (ประเวศ วะสี, 2554) ซึ่งการประสานความร่วมมือทั้งสามพลังตามแนวคิดสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา มีความสำคัญต่อการสร้างการมีส่วนร่วม การสร้างการมีส่วนร่วมตามหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา เป็นการทำงานเชื่อมโยงกันทั้งสามฝ่าย ทั้งฝ่ายการเมือง/ราชการ ฝ่ายวิชาการ/วิชาชีพ และฝ่ายประชาชน/ประชาสังคม โดยจะเริ่มจากฝ่ายใดก่อนก็ได้ (อำพล จินดาวัฒนะ, 2547)

โดยในการศึกษาครั้งนี้ นำหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขามาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์กลุ่มผู้มีส่วนร่วม ซึ่งประกอบด้วยสามส่วน คือ 1) ภาควิชาการ ได้แก่ เจ้าหน้าที่รพ.สต.ถ้ำทะลุ2) ภาคชุมชน ได้แก่กลุ่มอสม. ผู้ปกครองเด็กเล็ก และ 3) ภาคอำนาจภาครัฐ ได้แก่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นถ้ำทะลุ ทั้งสามส่วนเข้ามามีส่วนร่วมในการดำเนินการประเมินและจัดการความเสี่ยงในครั้งนี้

การส่งเสริมสุขภาพตามกฎบัตรออตตาวา

การประชุมนานาชาติเรื่อง “การส่งเสริมสุขภาพ” เกิดขึ้น เป็นครั้งแรก ณ กรุงออตตาวา ประเทศแคนนาดา ในการประชุมครั้งนี้ ได้มีการประกาศ “กฎบัตรออตตาวาเพื่อการส่งเสริมสุขภาพ” (Ottawa Charter for Health Promotion) ซึ่งกล่าวถึงการส่งเสริมสุขภาพหมายถึง กระบวนการส่งเสริมให้ประชาชน เพิ่มสมรรถนะในการควบคุม และปรับปรุงสุขภาพของ

ตนเอง ให้บรรลุสุขภาวะอันสมบูรณ์ ทั้งร่างกาย จิตใจและสังคม (WHO, 1986) ซึ่งจำแนกเป็นยุทธศาสตร์ในการส่งเสริมสุขภาพได้ 5 ประเด็นดังนี้

1. การสร้างนโยบายสาธารณสุขเพื่อสุขภาพ (Build healthy public)

จำเป็นจะต้องมีนโยบายสาธารณะที่ทุกหน่วยงานทั้งภาครัฐ และเอกชนจะต้องปฏิบัติอย่างเป็นจริง นโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพจะเกี่ยวข้องกับ กฎหมาย มาตรการทางเศรษฐกิจ การเงิน การคลัง การเก็บภาษี รวมทั้งการจัดตั้งองค์กรที่แน่ชัดเพื่อรับผิดชอบ

2. การสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพ (Create supportive environment) มีความหมาย 2 ประการ คือ

2.1 การอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่มีอยู่ในระดับชุมชน ระดับประเทศ และระดับโลก ให้สมดุล ทั้งนี้เนื่องจากสมดุลของธรรมชาติย่อมมีผลโดยตรงต่อการมีสุขภาพดี

2.2 การจัดสิ่งแวดล้อมให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของการดำเนินชีวิต การทำงาน และการใช้เวลาว่าง โดยการสร้างสังคมที่มีสุขภาพดี (Healthy society)การสร้างเมืองที่มีสุขภาพดี (Healthy city)การจัดที่ทำงานที่เอื้อต่อสุขภาพ (Healthy workplace) และการทำให้เป็นโรงเรียนเพื่อสุขภาพ (Healthy school) เป็นต้น

2.3 การเสริมสร้างกิจกรรมชุมชนให้เข้มแข็ง (Strengthen community action) เป็นการสนับสนุนให้ชุมชนพึ่งตนเองได้ โดยชุมชนเป็นผู้ตัดสินใจและจัดการ มีการระดมทรัพยากรภายในชุมชน ทั้งนี้ชุมชนจะต้องได้รับข้อมูลข่าวสาร โอกาสการเรียนรู้และแหล่งทุนสนับสนุน

2.4 การพัฒนาทักษะส่วนบุคคล (Develop personal skills) การส่งเสริมสุขภาพโดยการสนับสนุนในเรื่องการพัฒนาบุคคลและสังคม ด้วยการให้ข้อมูลข่าวสาร การศึกษาเพื่อสุขภาพและการเสริมทักษะชีวิตในการจัดการที่ดีเพื่อป้องกันและควบคุมสุขภาพของตน

2.5 การปรับระบบบริการสาธารณสุข (Reorient health services) ระบบการบริการสาธารณสุขในปัจจุบัน ควรมีการปรับระบบให้มีกิจกรรมการส่งเสริมสุขภาพให้มากขึ้น มีการสื่อสารกับหน่วยงานภายนอกให้กว้างขวางยิ่งขึ้น เช่น หน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อม ด้านสังคม ด้านการเมือง และเศรษฐกิจ นอกเหนือจากการให้บริการด้านการรักษาพยาบาลตามปกติ นอกจากนี้ยังต้องให้ความสนใจเกี่ยวกับการวิจัยเพื่อปรับเปลี่ยนระบบและการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ให้มีแนวคิดเกี่ยวกับการส่งเสริมสุขภาพ

การศึกษาครั้งนี้ได้นำยุทธศาสตร์ตามกฎบัตรออตตาวาเพื่อการส่งเสริมสุขภาพทั้ง 5 ประเด็นมาใช้เป็นแนวทางในการจัดการความเสี่ยงเพื่อความยั่งยืนของการจัดการ

ข้อมูลเกี่ยวกับตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา

ตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลาห่างจากตัวอำเภอ 12 กิโลเมตร และห่างจากตัวจังหวัด 57 กิโลเมตรตั้งอยู่ทางทิศใต้ของอำเภอบันนังสตาไปตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 410 ระยะทางประมาณ 10 กิโลเมตร มีพื้นที่ทั้งหมดประมาณ 67 ตารางกิโลเมตร หรือ 42,005 ไร่ แบ่งเขตการปกครองออกเป็น 5 หมู่บ้านคือหมู่ที่ 1 บ้าน ถ้ำทะลุหมู่ที่ 2 บ้านนาซัวหมู่ที่ 3 บ้านบันนังบูโบหมู่ที่ 4 บ้านดีดะ และหมู่ที่ 5 บ้านตังกะเด็ง(องค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุ, 2555)

1. ลักษณะภูมิประเทศ

ลักษณะภูมิประเทศของตำบลถ้ำทะลุเป็นภูเขาสลับซับซ้อนมีป่าไม้และเนินเขาสูง ซึ่งประกอบด้วยภูเขาหินและเป็นที่ลาดชันป่าทึบทางด้านทิศเหนือ ทิศใต้ ทิศตะวันออก และทิศตะวันตก ส่วนบริเวณตอนกลางของตำบลจะเป็นที่ราบสูง ที่ราบเชิงเขา มีแหล่งน้ำที่สำคัญคือ คลองบ้านถ้ำทะลุและมีเส้นทางคมนาคมที่สำคัญคือทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 410 ตัดผ่านตอนกลางตำบลในแนวเหนือ-ใต้

2. สภาพเศรษฐกิจ และอาชีพ

มีการเลี้ยงสัตว์เพื่อบริโภคระดับครัวเรือน เช่น เลี้ยงไก่เลี้ยงวัวเลี้ยงหมู เกษตรกรในตำบลถ้ำทะลุส่วนใหญ่ทำสวนยางพารา ทำสวนผลไม้ ได้แก่ สวนทุเรียน สวนลองกอง สวนเงาะ สวนมังคุด สวนส้มโชกุน และรับจ้างกรีดยางพารา

3. อาณาเขตตำบลถ้ำทะลุ

มีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ต่างๆ ดังภาพที่ 1.2

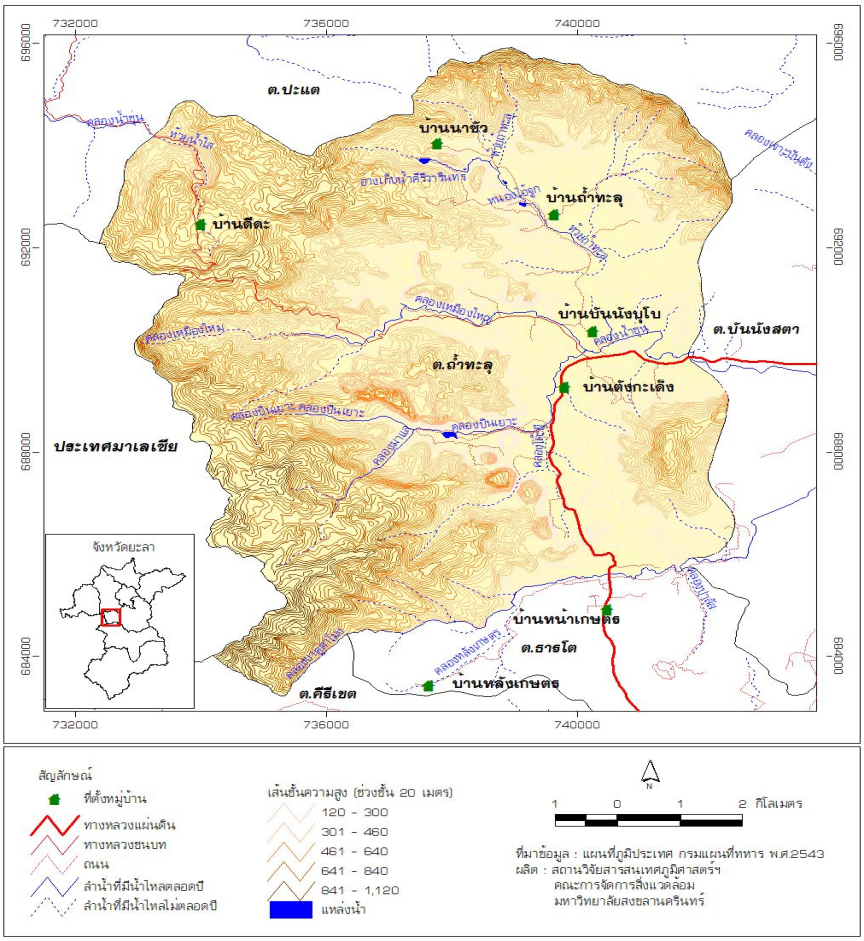
ทิศเหนือ ติดต่อกับตำบลปะแต อำเภอยะหา จังหวัดยะลา

ทิศใต้ ติดต่อกับตำบลคีรีเขต อำเภอธารโต จังหวัดยะลา

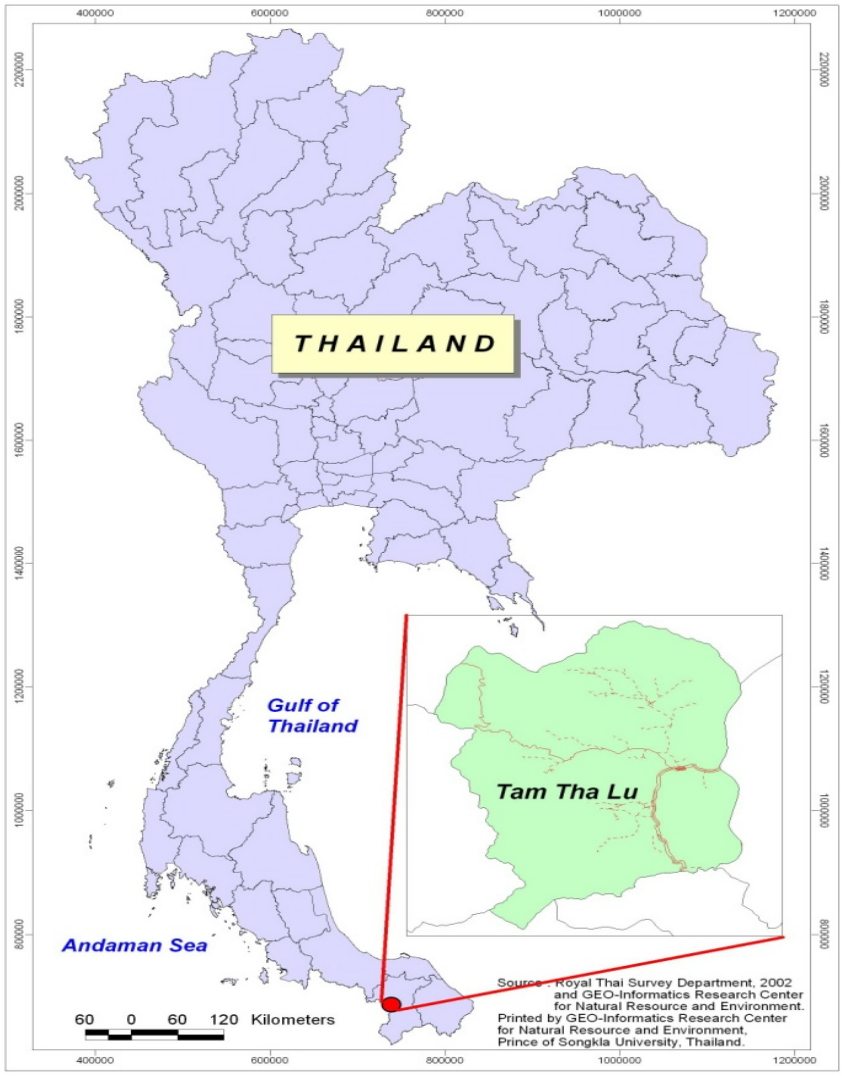
ทิศตะวันออก ติดต่อกับตำบลบันนังสตา อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา

ทิศตะวันตก ติดต่อกับรัฐเคดาห์ ประเทศมาเลเซีย

แผนที่แสดงที่ตั้งตำบลถ้ำทะลุในแผนที่ของประเทศไทยได้แสดงไว้ในภาพที่ 1.3



ภาพที่ 1.2 แผนที่ของตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา



ภาพที่ 1.3 แผนที่แสดงที่ตั้งตำบลถ้ำทะลุในแผนที่ประเทศไทย

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บรรจง วิทยวีรศักดิ์ และตรีรัตน์ ทองบริบูรณ์ (2540) ได้ศึกษาการปนเปื้อนของสารหนูในน้ำบ่อตื้นและสิ่งแวดล้อม ซึ่งปนเปื้อนมาจากการทำเหมืองแร่ในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยศึกษาการแพร่กระจายของสารหนูในน้ำบ่อตื้น น้ำคลอง ตะกอนท้องน้ำ พืชน้ำและสัตว์น้ำ โดยเก็บตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง 2 ช่วง เพื่อเป็นตัวแทนของฤดูฝนและฤดูร้อน แล้ววิเคราะห์ด้วยGFAAS หาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของระดับสารหนู และหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารหนูในพืชน้ำ สัตว์น้ำ น้ำบ่อตื้น น้ำคลอง และดินตะกอนด้วยวิธี multiple linear regressionanalysis ผลการศึกษาพบว่าน้ำบ่อตื้น น้ำคลอง และดินตะกอนมีสารหนูอยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ- 3.34 มก./ล. ตรวจไม่พบ - 0.25 มก./ล. และ 193.9 - 1854.8 มก./กก. ตามลำดับ สำหรับตัวอย่างชีวภาพ พบความเข้มข้นสูงสุดในผักตบชวา (0.86-2.97 มก./กก.) และหอยขม (0.53-2.45 มก./กก.)

กิตติยา รักษ์วงศ์ (2542) ได้ศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียนอายุ10 ปีจากพื้นที่เสี่ยงสูงและเสี่ยงต่ำของตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยศึกษาเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่ไม่มีรายงานการปนเปื้อน ใช้แบบสอบถามในการศึกษาพฤติกรรมเสี่ยงและแหล่งที่มาของสารหนูจาก ผิวดิน ฝุ่นในอากาศ น้ำดื่ม พืช ผัก ผลไม้ และเนื้อสัตว์บางชนิด วิเคราะห์สารหนูโดยวิธีGFAASพบว่าพฤติกรรมเสี่ยงของเด็กคือการดื่มน้ำที่ปนเปื้อนสารหนูและการเล่นหรือสัมผัสดินในพื้นที่เสี่ยง ตัวอย่างน้ำที่มีการปนเปื้อนสูงคือน้ำฝนที่กักเก็บในโอ่งน้ำ สำหรับผิวดินมีการปนเปื้อนมากที่สุด เฉลี่ย 93.4 มก./กก. ส่วนผักและผลไม้มีค่าไม่เกินมาตรฐาน สำหรับเนื้อสัตว์พบค่าสูงสุดในหอยขม ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 3.69 มก./กก. (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 2 มก./กก.) ส่วนปริมาณสารหนูในอากาศไม่เกินค่ามาตรฐาน(50มคก./ม.^{3})

วรางคณา ชัชเวช (2544) ได้ทำการศึกษาเปรียบเทียบระดับสารหนูในปัสสาวะกับระดับสารหนูในเส้นผมของนักเรียนอายุ 10 ปี จากพื้นที่เสี่ยงสูงและเสี่ยงต่ำในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยศึกษาเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมซึ่งเป็นพื้นที่ที่ไม่มีรายงานการปนเปื้อน วิเคราะห์หาสารหนูรวม สารหนูอนินทรีย์ และเมแทบอไลท์ในปัสสาวะ ส่วนเส้นผมหาเฉพาะปริมาณสารหนูรวม พบว่าความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารหนูรวมในปัสสาวะกับระดับสารหนูรวมในเส้นผม และความสัมพันธ์ระหว่างระดับสารหนูอนินทรีย์และเมแทบอไลท์ในปัสสาวะกับระดับสารหนูรวมในเส้นผมมีความสัมพันธ์กันน้อย โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r) = 0.220 (p= 0.030) และ 0.140 (p=0.171) ตามลำดับ แต่ระดับสารหนูรวมในเส้นผมในพื้นที่เสี่ยงสูง พื้นที่เสี่ยงต่ำ และพื้นที่ควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p< 0.01)จากผลการศึกษาสรุปได้ว่าระดับสารหนูในปัสสาวะยังไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การได้รับสารหนูเรื้อรังแทนระดับสารหนูในเส้นผม

Eleonoraและคณะ(2001) ได้ทำการประเมินความเสี่ยงของโรงถลุงแร่โลหะในประเทศโปแลนด์ซึ่งมีสังกะสีและตะกั่วตกค้างในปริมาณมาก เพื่อพัฒนากลยุทธ์ที่จะนำพื้นที่นี้กลับมาใช้ใหม่อย่างปลอดภัย โดยเก็บตัวอย่างผิวดินบริเวณที่มีการปนเปื้อน นำไปวิเคราะห์โดยใช้วิธีAAS ประเมินการสัมผัส(exposure assessment)โดยแบ่งเป็น 2 scenarios ได้แก่ scenariol เป็นการประเมินการได้รับสารโลหะหนักของคนงาน ทั้งทางการหายใจ ผิวหนัง และการรับประทาน ส่วน

scenarioIIเป็นการประเมินการสัมผัสในนักท่องเที่ยวแบ่งการคำนวณเป็น noncarcinogenicexposureและ carcinogenic exposureโดย noncarcinogenic exposureจะประเมินในเด็ก 1-6 ปี สำหรับ carcinogenic exposure ประเมินทั้งในเด็กและผู้ใหญ่ ซึ่งจะประเมินการได้รับสารทางการรับประทาน ทางผิวหนัง และทางการหายใจ แล้วคำนวณค่าตามสูตรการประเมินดัชนีอันตรายและการคำนวณความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งขั้นตอนต่อไปคือ toxicity assessment ซึ่งถ้าหากเป็นnoncarcinogenic toxicityจะใช้ค่าreference dose(R_fD)ส่วน carcinogenic toxicity จะใช้ค่า cancer slope factor (CSF) นำข้อมูลที่ได้มาทำการประเมินความเสี่ยง โดยแยกเป็นความเสี่ยงต่อพิษแบบnoncarcinogenicและความเสี่ยงต่อพิษแบบcarcinogenic สำหรับพิษแบบ noncarcinogenicค่าความเสี่ยงคือ hazard quotient = CDI/R_fDส่วนพิษแบบcarcinogenic ค่าความเสี่ยง = CDI x CSF ซึ่งสามารถประเมินได้เฉพาะแคดเมียมเนื่องจากสารอื่นไม่มีค่า cancer slope factorผลปรากฏว่าความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งทางการหายใจในscenarioIและscenarioII เท่ากับ 1.6 $x10^{-6}$ และ$2.6x10^{-7}$ ตามลำดับ ส่วนพิษแบบnoncarcinogenicพบว่ามีความเสี่ยงจากแคดเมียม(scenariol, II) และตะกั่ว (scenariol) ดังนั้นควรจะเร่งลดปริมาณแคดเมียมและตะกั่วจากพื้นที่นี้ โดยศึกษาวิธีการที่เหมาะสม ความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ และค่าใช้จ่ายต่างๆ และไม่ลืมองค์ประกอบอื่นๆ ด้วยเช่น การยอมรับของชุมชน เป็นต้น

Pusapukdepob,et al. (2007) ได้ประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพของประชาชนซึ่งอาศัยอยู่ในหมู่บ้านคลิตี้ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นหมู่บ้านที่ได้รับผลกระทบจากการทำเหมืองแร่โดยเฉพาะการแต่งแร่ซึ่งปล่อยตะกั่วลงในแหล่งน้ำโดยประเมินการสัมผัสตะกั่วจากสิ่งแวดล้อม และหาความสัมพันธ์ระหว่างระดับตะกั่วในเลือดและฟันกับระดับเชาว์ปัญญาของประชาชนที่อาศัยอยู่ในพื้นที่เหมืองตะกั่ว โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 215 คน ซึ่งเป็นกลุ่มที่สัมผัสตะกั่ว 135 คน จำแนกเป็นเด็กจำนวน 89 และผู้ใหญ่ 46 คน จาก 6 หมู่บ้าน และกลุ่มควบคุม 80 คน ผลการศึกษาพบว่าระดับตะกั่วในดิน ผัก และปลามีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน กลุ่มที่สัมผัสตะกั่วมีค่าตะกั่วในเลือดและฟันสูงกว่า 10 มคก./ดล. ร้อยละ 72.6 และ 34.1 ตามลำดับและมีระดับเชาว์ปัญญาต่ำกว่า 90 ร้อยละ 91.9 ค่าเฉลี่ยระดับเชาว์ปัญญาเท่ากับ 82.7 ส่วนกลุ่มที่ไม่ได้สัมผัสตะกั่วมีค่าตะกั่วในเลือดน้อยกว่า 10 มคก./ดล. และมีระดับเชาว์ปัญญามากกว่า 90 ร้อยละ 95 มีค่าเฉลี่ยระดับเชาว์ปัญญา เท่ากับ 96.14 กลุ่มที่มีการสัมผัสตะกั่วมีความเสี่ยงสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้สัมผัสตะกั่ว 5.6 เท่า แต่ระดับเชาว์ปัญญามีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดและฟันน้อย (r =0.397 และ 0.290 ตามลำดับ)

Zhuang, et al.,(2011) ได้ประเมินความเสี่ยงจากโลหะหนักผ่านการรับประทานข้าวและผักในพื้นที่ใกล้เหมืองDabaoshanทางตอนใต้ของประเทศจีน โลหะหนักที่ศึกษาได้แก่ทองแดง สังกะสี ตะกั่วและแคดเมียม โดยศึกษาในสี่หมู่บ้านรอบๆ เหมือง จากการศึกษาพบว่าปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในเมล็ดข้าวมีค่าเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ สำหรับค่าการสะสมของโลหะหนักในพืชมีแนวโน้มตามลำดับจากมากไปหาน้อย คือ แคดเมียม>สังกะสี>ทองแดง>ตะกั่ว ในผักที่มีใบจะมีค่าสูงกว่าผักที่ไม่มีใบ

Cidu,et al.,(2012) ได้ประเมินแหล่งที่มาของอันตรายและเส้นทางการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อมจากพื้นที่เหมืองเก่าที่Sardinia ประเทศอิตาลีโดยมีการเก็บตัวอย่างดิน ตะกอนท้องน้ำ ของเสียจากการทำเหมือง และน้ำผิวดินรอบๆ เหมือง จากการศึกษาพบว่าในพื้นที่เหมืองเก่ามีการปนเปื้อน

ของสารหนู แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว พลวง และสังกะสี เกินค่ามาตรฐานของอิตาลี โลหะหนักสามารถแพร่กระจายไปไกลถึงอ่างเก็บน้ำได้สำหรับมาตรการในการบรรเทาคือการก่อกำแพงกั้นบริเวณกองของเสียเพื่อป้องกันการไหลลงสู่ลำธารหรืออ่างเก็บน้ำซึ่งเป็นวิธีการจัดการที่มีราคาไม่สูงมากเหมือนวิธีอื่นๆ

สำหรับงานวิจัยที่ดำเนินการในพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุ มีดังนี้

ฟาอีซ๊ะโตะโยะ และคณะ(2545) ได้ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของผู้ใหญ่และเด็กในตำบลถ้ำทะลุ จำนวน529 คน พบว่าระดับตะกั่วในผู้ใหญ่มีค่าเฉลี่ย 6.79 มคก./ดล. สูงสุด 33.48 มคก./ดล. ส่วนในเด็ก มีอายุเฉลี่ย 9.78 ปี มีระดับตะกั่วเฉลี่ย 6.00 มคก./ดล. สูงสุด 51.32 มคก./ดล. จากการสัมภาษณ์เด็กเพื่อหาความสัมพันธ์ของระดับตะกั่วในเลือดกับปัจจัยต่างๆ พบว่าการเล่นดินเล่นน้ำบริเวณบ้านมีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

วิเชียร สงอักษร (2546) พบว่าระดับตะกั่วในเลือดของเด็กนักเรียน อายุ 5-15 ปี ที่อาศัยอยู่ในบริเวณเหมืองแร่เก่า ตำบลถ้ำทะลุ ส่วนใหญ่มีค่าต่ำกว่า 10 มคก./ดล. (ร้อยละ 84)และร้อยละ 16 มีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าหรือเท่ากับ 10 มคก./ดล. โดยมีค่าเฉลี่ย6.8 มคก./ดล.และค่าสูงสุด51.3 มคก./ดล.

Wijarn,et al.(2003)ได้ศึกษาการปนเปื้อนของตะกั่วและประเมินความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมของลุ่มน้ำปัตตานี โดยการปนเปื้อนตะกั่วในลุ่มน้ำปัตตานี มาจาก 2 แหล่งหลัก คือตะกั่วซัลไฟด์จากเหมืองดีบุกเก่าทางตอนบนของแม่น้ำปัตตานี และตะกั่วออกไซด์จากกิจกรรมการซ่อมเรือบริเวณปากแม่น้ำปัตตานี โดยเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนจากลำน้ำในตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา เก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอน และปลาจากแม่น้ำปัตตานี ทั้งในเขตจังหวัดยะลา และปัตตานี เก็บตะกอน แพลงก์ตอน และสัตว์หน้าดินบริเวณอ่าวปัตตานี และเก็บตัวอย่างน้ำที่ปล่อยออกจากโรงงานอุตสาหกรรมที่ตั้งอยู่บริเวณปากแม่น้ำปัตตานี สำหรับบริเวณที่มีการซ่อมเรือ มีการเก็บตัวอย่างอากาศและตัวอย่างดินบริเวณที่ซ่อมเรือ เก็บตัวอย่างผักบริเวณที่มีการซ่อมเรือและบริเวณโรงงานอุตสาหกรรม นอกจากนี้ ยังมีการเก็บตัวอย่างเลือดจากกลุ่มตัวอย่าง3 กลุ่ม คือ คนงานซ่อมเรือ ประชาชนที่อาศัยอยู่ในรัศมี 1 กม. จากบริเวณที่มีการซ่อมเรือ และประชาชนที่ไม่ได้อยู่ในบริเวณดังกล่าวผลการศึกษาพบว่าปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำ <0.015 มก./ล.ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐาน 0.05 มก/ล.ในขณะนั้นส่วนในตะกอนในลำน้ำ พบว่ามีค่าสูงกว่าตะกอนในแม่น้ำและในอ่าว100-1,000 เท่า โดยตะกั่วที่พบในตะกอนดินเหนียวในการสำรวจครั้งแรกที่ตำบลถ้ำทะลุ อยู่ในช่วง 390-28,679 มก./กก.น้ำหนักแห้ง ส่วนในการสำรวจครั้งที่สอง อยู่ในช่วง 510.6-23,720 มก./กก.น้ำหนักแห้ง ในปลาน้ำจืด พบว่ามีตะกั่วอยู่ในช่วง 0.20-7.70 มก./กก.น้ำหนักแห้ง พบว่าคนงานซ่อมเรือมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มอื่น โดยมีค่าอยู่ในช่วง 14.20-32.89 มคก./ดล.เมื่อประเมินความเสี่ยงพบว่าตะกั่วอนินทรีย์จากเหมืองแร่สามารถเข้าสู่คนได้ทางการหายใจและทางการรับประทานผ่านอาหารและฝุ่น ส่วนบริเวณที่มีการซ่อมเรือพบว่ามีความเสี่ยงต่อตะกั่วออกไซด์หรือตะกั่วแดงที่ใช้ในการซ่อมเรือซึ่งสามารถเข้าสู่คนได้ทางการหายใจและทางการรับประทานผ่านอาหารและฝุ่นเช่นเดียวกัน

จากการทบทวนวรรณกรรม ทำให้ทราบในการประเมินความเสี่ยงจากโลหะหนักมีการเก็บตัวอย่างในสิ่งแวดล้อม โดยเก็บตัวอย่างน้ำ ตะกอนท้องน้ำ ดิน พืช ผัก ผลไม้ และมีการยืนยันผลการสัมผัสที่บุคคลโดยศึกษาในกลุ่มผู้ใหญ่ เด็กนักเรียน โดยการตรวจเลือด เส้นผม ปัสสาวะ และ

ฟัน หลังจากการประเมินความเสี่ยงจะเป็นการให้ข้อเสนอแนะ ไม่ได้นำข้อเสนอแนะไปสู่การปฏิบัติ นอกจากนี้ การศึกษาครั้งนี้ยังสนใจศึกษาในประชากรที่ยังไม่ได้มีการศึกษามาก่อนคือ กลุ่มเด็กเล็กแรกเกิด-6 ปี ซึ่งมีความไวต่อการได้รับโลหะพิษมากกว่ากลุ่มอื่นๆหลังจากการประเมินความเสี่ยงแล้วจะต่อด้วยการจัดการความเสี่ยงซึ่งการมีส่วนร่วมของชุมชนจะก่อให้เกิดความยั่งยืนในการดำเนินการควบคุมและป้องกันปัญหาพิษตะกั่วและสารหนูในชุมชนได้

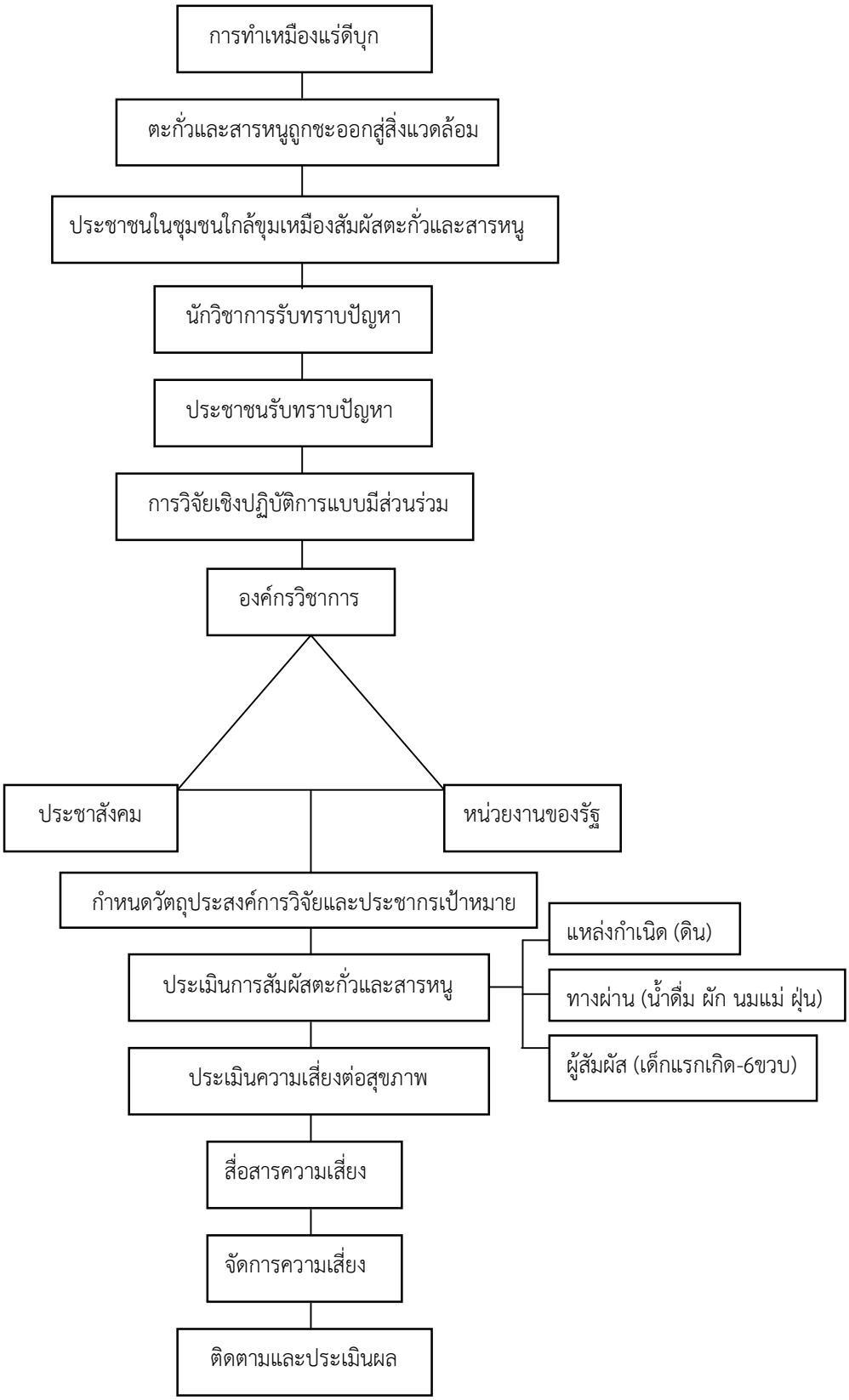
วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อระบุแหล่งปนเปื้อนตะกั่วและสารหนู และประเมินความเสี่ยงต่อพิษของตะกั่วและสารหนูในเด็กเล็กในชุมชนใกล้ขุมเหมืองดีบุกเก่า ตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตาจังหวัดยะลาโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชน
2. เพื่อดำเนินการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาครั้งนี้คาดว่าจะสามารถลดการสัมผัสและปกป้องสุขภาพของเด็กเล็กและคนในชุมชน และเกิดองค์ความรู้ใหม่คือรูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงที่ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วม ซึ่งจะเป็นประโยชน์สำหรับการนำไปพิจารณาปรับใช้ในพื้นที่อื่นๆ ที่ปนเปื้อนโลหะพิษได้การจัดการความเสี่ยงโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนจะทำให้เกิดความยั่งยืนในการแก้ไขปัญหาเนื่องจากประชาชนได้ร่วมดำเนินการมาตั้งแต่ต้นทำให้มีส่วนในการรับรู้ปัญหาและตัดสินใจเลือกแนวทางที่สอดคล้องกับความต้องการของชุมชน มีความรู้สึกว่าเป็นสิ่งที่ตนเองร่วมคิดร่วมสร้างขึ้นมาจึงช่วยกันดำเนินการอย่างต่อเนื่องให้สำเร็จลุล่วงได้

กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

บทที่ 2
วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูในเด็กเล็กโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนใกล้ขุมเหมืองดีบุกเก่าแห่งหนึ่งในภาคใต้ของประเทศไทยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมมาเป็นแนวทางในการดำเนินการ สามารถแบ่งขั้นตอนการศึกษาเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ 1) ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง และ 2) ขั้นตอนการจัดการความเสี่ยง ซึ่งมีวัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

วัสดุและอุปกรณ์

วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีดังนี้

1. กรดไนตริกเข้มข้น
2. กรดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น
3. อะซีโตน
4. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ
5. อุปกรณ์เก็บตัวอย่างน้ำ
6. หลอดเก็บตัวอย่างเลือด
7. กระดาษกรองชนิดmixed cellulose ester
8. กระดาษกรอง Whatmanเบอร์ 1
9. แผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์
10. ขวดพลาสติกชนิดhigh density polyethylene
11. ถุงพลาสติกสำหรับเก็บตัวอย่าง
12. ตะแกรงคัดขนาด ขนาด 80 เมช
13. กล่องโฟม
14. เสียมพลาสติก
15. เครื่องชั่งแบบละเอียด 2 ตำแหน่ง
16. กรรไกร
17. เครื่องInductively coupled plasma-optical emission spectrometer (ICP-OES)
18. เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศส่วนบุคคล
19. เครื่อง GPS
20. เครื่อง graphite furnace atomic absorption spectrometer (GFAAS)

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้ ศึกษาบริเวณพื้นที่ชุมชนในตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา เพื่อการระบุแหล่งปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูในสิ่งแวดล้อม ประเมินความเสี่ยง และจัดการความเสี่ยงโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนประชากรที่ศึกษาคือเด็กเล็กช่วงอายุแรกเกิด-6 ปี ซึ่งเป็น

ประชากรกลุ่มเสี่ยงที่สุดต่อการได้รับพิษตะกั่วและสารหนูดำเนินการศึกษาในช่วงเดือนมกราคม 2556-ธันวาคม 2557

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากร

ประชากรคือเด็กเล็กช่วงอายุตั้งแต่แรกเกิด-6 ปีในชุมชนหมู่ที่ 1 หมู่ที่ 2 หมู่ที่ 3 และหมู่ที่ 5 ของตำบลถ้ำทะลุ ซึ่งเป็นพื้นที่ขุมเหมืองเก่าจำนวนทั้งหมด 157 คน(โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถ้ำทะลุ, 2555)

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คำนวณ โดยใช้สูตรของ เครจซี่และมอร์แกน (Krejcie and Morgan, 1970) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

$$n = \frac{\chi^2 N P(1-P)}{e^2(N-1) + \chi^2 P(1-P)}$$

n คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

N คือ ขนาดของประชากร

E คือ ระดับความคลาดเคลื่อนของการสุ่มตัวอย่างที่ยอมรับได้

χ^2 คือ ค่าไคสแควร์ที่ df เท่ากับ 1 และระดับความเชื่อมั่น 95% (χ^2=3.841)

p คือ สัดส่วนของลักษณะที่สนใจในประชากร (ถ้าไม่ทราบให้กำหนด p = 0.5)

$$n = \frac{3.841 \times 157 \times 0.5 \times 0.5}{0.05 \times 0.05 \times (157-1) + 3.841 \times 0.5 \times 0.5}$$

= 111.65 ราย

หมายความว่าผู้วิจัยต้องสุ่มตัวอย่างอย่างน้อย112 รายโดยการสุ่มอย่างง่าย(simple random sampling) ด้วยวิธีจับฉลาก(บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2540) อย่างไรก็ตามในการศึกษาจริง ได้สุ่มตัวอย่างจำนวน 119 รายจาก 119 ครัวเรือน

เครื่องมือ การเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือในการเก็บข้อมูล

ใช้แบบสอบถามซึ่งพัฒนาขึ้นมาโดยทีมวิจัยจำนวน 2 ชุด ซึ่งใช้ในการประเมินการสัมผัสตะกั่วและสารหนูของเด็กเล็ก และประเมินความรู้ของผู้ปกครอง ซึ่งจะดำเนินการเก็บข้อมูลจากผู้ปกครองโดยทีมวิจัย มีรายละเอียดดังนี้

1.1 แบบสอบถามชุดที่ 1ประเมินการสัมผัสตะกั่วและสารหนูของเด็กเล็กในชุมชนใกล้ขุมเหมืองเก่า ประกอบด้วย 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไปของเด็ก และผู้ปกครอง ได้แก่ เพศ อายุ การเข้าโรงเรียน อาชีพหลัก ระดับการศึกษา การเป็นสมาชิกกลุ่ม/องค์กรในชุมชน รายได้ จำนวน 7 ข้อ

ตอนที่ 2 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลพฤติกรรมเสี่ยงของเด็กต่อการสัมผัสตะกั่วและสารหนู จำนวน 6 ข้อ

1.2 แบบสอบถามชุดที่ 2 ทดสอบความรู้เกี่ยวกับปัญหาพิษตะกั่วและสารหนูมีลักษณะแบบเลือกตอบคือถูกหรือผิดจำนวน 14ข้อมีเกณฑ์การให้คะแนนคือตอบถูกให้ 1 คะแนน และตอบผิดให้ 0 คะแนน

แบบสอบถามชุดที่ 1 ใช้ในการประเมินการสัมผัส แบบสอบถามชุดที่ 2 ใช้ในการประเมินความรู้ก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยงเพื่อนำมาประเมินผลด้วยการทดสอบความแตกต่างทางสถิติ

การตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1.1 แบบสอบถามชุดที่ 1

แบบสอบถามชุดที่ 1หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยขอคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความชัดเจนของภาษาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลังจากผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาแล้วสรุปผลโดยวัดดัชนีความเที่ยงตรง (Content Validity Index,CVI) โดยพิจารณาทีละข้อความว่าสอดคล้องกับทฤษฎีหรือเนื้อหาหรือไม่ เน้นที่ระดับความเห็นด้วยของผู้เชี่ยวชาญต่อข้อความนั้นๆแล้วนำมาคำนวณค่า CVI ค่า CVI ที่ดีควรมีค่า> 0.80 (Polit and Beck, 2008)ผลการคำนวณความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา พบว่าข้อคำถามจำนวน 12ข้อ มีระดับคะแนน 3 และ 4 โดยนำมาหารด้วยจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 13 ข้อ คิดเป็น 0.92 ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณาความสอดคล้องกำหนดให้คะแนนดังนี้คือ 1 = ไม่สอดคล้อง 2 = สอดคล้องน้อย 3 = สอดคล้องค่อนข้างมาก 4 = สอดคล้องมาก

แบบสอบถามชุดที่ 2 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยขอคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่านได้ตรวจสอบความเที่ยงตรงและความชัดเจนของภาษาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์หลังจากผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาแล้วสรุปผลโดยวัดดัชนีความเที่ยงตรง (CVI) พบว่าข้อคำถามจำนวน 13ข้อ มีระดับคะแนน 3 และ 4 โดยนำมาหารด้วยจำนวนข้อคำถามทั้งหมด 14 ข้อ คิดเป็น 0.92 และหาค่าความเชื่อมั่นโดยสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ซึ่งใช้ทดสอบเฉพาะแบบสอบวัดที่ในแต่ละคำถามจะมี 2 ระดับคือ ถูก-ผิดใช่-ไม่ใช่ เป็น-ไม่เป็น (หรือมีลักษณะ 0, 1) ค่าความเชื่อมั่นที่คำนวณได้มีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่ามีความเชื่อมั่นสูงทั้งนี้เครื่องมือที่มีมาตรฐานทั่วๆ ไปควรมีความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.8 แต่ถ้าเป็นเครื่องมือที่สร้างและพัฒนาขึ้นควรมีความเชื่อมั่นอย่างน้อย 0.70(สมชายวรกิจเกษมสกุล, 2553)ในการศึกษาครั้งนี้ได้พัฒนาเครื่องมือขึ้นมาได้ค่าความเชื่อมั่น 0.75 ซึ่งยอมรับได้

นอกจากเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามแล้ว การศึกษาครั้งนี้ยังได้เก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมเพื่อประเมินการสัมผัสตะกั่วและสารหนูจากสิ่งแวดล้อม โดยเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมที่เด็กสัมผัสซึ่งแต่ละคนจะมีความแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับพฤติกรรมการสัมผัสสิ่งแวดล้อมของเด็ก และยังมีการเก็บตัวอย่างชีวภาพจากเด็ก คือเลือดและเส้นผมเพื่อหาปริมาณตะกั่วและสารหนู

ที่เด็กได้รับเข้าไปซึ่งขั้นตอนการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมนี้ดำเนินการโดยทีมวิจัยซึ่งผ่านการอบรมความรู้วิธีการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ส่วนการเก็บตัวอย่างเลือดของเด็กอาศัยผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นพยาบาลวิชาชีพจากหอผู้ป่วยเด็กของโรงพยาบาลยะลา รายละเอียดการเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์ตัวอย่างมีดังต่อไปนี้

การเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมและตัวอย่างชีวภาพและการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การวิเคราะห์ตัวอย่างสิ่งแวดล้อมและตัวอย่างชีวภาพในการศึกษาครั้งนี้เป็นการหาปริมาณตะกั่วรวมและสารหนูรวมด้วยเครื่อง ICP-OES (Velez, 2009)ส่วนตัวอย่างเลือดวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วรวมโดยใช้เครื่อง (GFAAS)(Subramanian, 1988)

1. ตัวอย่างสิ่งแวดล้อม

ตัวอย่างสิ่งแวดล้อมที่เก็บ ได้แก่ น้ำดื่ม ผักที่นำมาประกอบอาหารให้เด็กรับประทาน นมแม่ ดินที่เด็กเล่น ฝุ่นที่พื้นในบ้าน และฝุ่นในบรรยากาศ

1.1 การเตรียมภาชนะเก็บตัวอย่าง

นำเครื่องแก้ว อุปกรณ์ในการวิเคราะห์ และภาชนะเก็บตัวอย่าง มาล้างด้วยน้ำยาล้างจานและน้ำประปาให้สะอาด ผึ่งให้แห้ง แล้วนำไปแช่ในกรดไนตริกเข้มข้น 25 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำมาชะด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง และนำไปวางคว่ำผึ่งให้แห้งก่อนห่อหุ้มด้วยแผ่นอลูมิเนียมฟอยล์

1.2 การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

1.2.1 น้ำดื่ม

เก็บตัวอย่างน้ำดื่มที่เด็กดื่ม ใส่ขวดพลาสติกชนิด high density polyethylene (HDPE) ปริมาตร50 มล. เติมกรดไนตริกเข้มข้น 65 เปอร์เซ็นต์ ให้น้ำมีค่า pH< 2 เพื่อป้องกันไม่ให้โลหะตกตะกอนหรือดูดซับกับภาชนะที่บรรจุ เขียนฉลากแสดงรายละเอียดการเก็บตัวอย่าง เก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ใส่กล่องโฟมบรรจุน้ำแข็ง) จากนั้นนำตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ตะกั่วและสารหนูด้วยเครื่อง ICP-OES

1.2.2 อาหาร (พืชผัก นมแม่)

เก็บตัวอย่างพืชผัก หรือนมแม่ที่เด็กบริโภคเป็นประจำ บรรจุในภาชนะพลาสติก นำตัวอย่างพืชผักและเนื้อสัตว์มาล้างให้สะอาดด้วยน้ำกลั่น หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วบดให้ละเอียดในโกร่งบดยา ชั่งตัวอย่างมา 0.2 กรัม เติมกรดไนตริกเข้มข้น65 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 1 มล. นำไปย่อย ที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จนได้สารละลายใส ทิ้งให้เย็น กรองด้วยกระดาษกรอง แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 10 มล. ด้วยน้ำกลั่น(AOAC, 2005)นำสารละลายไปวิเคราะห์ตะกั่วและสารหนูด้วยเครื่อง ICP-OES

1.3 ดินที่เด็กเล่น

เก็บตัวอย่างผิวดินบริเวณที่เด็กเล่นเป็นประจำ ซึ่งอาจอยู่ในบริเวณที่ฝังกลบโรงโม่หินเก่า สนามเด็กเล่น โรงเรียน ศูนย์เด็ก หรือบริเวณบ้าน โดยใช้เสียมหรือเครื่องมือขุดเจาะที่เป็นพลาสติก ขุดดินลงไปเป็นหลุมรูปตัววี ทิ้งดินส่วนนี้ไป แล้วขุดดินด้านข้างหลุม หนา 2 เซนติเมตร เก็บใส่ถุงพลาสติกที่แห้งและสะอาด โดยสุ่มเก็บจำนวน 10 จุด จากบริเวณเดียวกัน (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2530) จากนั้นนำตัวอย่างผิวดิน ซึ่งแยกสิ่งสกปรกออกแล้ว ใส่ถาดซึ่งรองด้วย

พลาสติก ผึ่งแดดหรืออบให้แห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส บดดินที่แห้งแล้วให้ละเอียด กรองผ่านตะแกรงขนาด 80 เมช. ทำการชักตัวอย่างจากตัวอย่างที่ร่อนแล้วแบบ coning and quartering โดยนำตัวอย่างมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน แล้วนำมาโรยเป็นกองรูปกรวยคว่ำ บนพื้นกระดาษหรือแผ่นพลาสติกที่สะอาด เรียบ แข็ง ผ่าแบ่งกองตัวอย่างเป็น 4 ส่วนเท่ากัน นำส่วนตรงข้ามกัน 2 ส่วน มารวมผสมให้เข้ากัน ทำซ้ำอีก 2-3 ครั้ง แล้วนำตัวอย่างมาคลุกเคล้าให้เข้ากัน ชักตัวอย่างให้ได้ประมาณ 50 กรัม เก็บไว้ในภาชนะขวดแก้วที่แห้งและสะอาด มีฝาปิดแน่นเพื่อรอการสกัดและวิเคราะห์ตัวอย่างต่อไป สกัดตัวอย่างโดยนำตัวอย่างดินมา 0.1 กรัม ใส่ในหลอดทดลอง เติมกรดไนตริกเข้มข้น65เปอร์เซ็นต์ เขย่าให้เข้ากัน แล้วนำไปย่อยที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จนเป็นสารละลายใส ถ้าหากสารละลายยังขุ่น เติมกรดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 0.5 มล. แล้วนำไปย่อยที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จนได้สารละลายใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น กรองด้วยกระดาษกรอง แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 10 มล. ด้วยน้ำกลั่น (AOAC, 2005)นำสารละลายไปวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูด้วยเครื่องICP-OES

1.4 ฝุ่น

1.4.1 ฝุ่นที่พื้นในบ้าน

เก็บตัวอย่างฝุ่นจากพื้นในบ้านโดยใช้ disposable dust wipes ในพื้นที่ 1 ตารางฟุต (EPA, 2011) นำผ้าที่ผ่านการเก็บตัวอย่างฝุ่นแล้วมาเติมกรดไนตริกเข้มข้น 65 เปอร์เซ็นต์ นำไปย่อยที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น กรองด้วยกระดาษกรอง แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 10 มล. ด้วยน้ำกลั่น (AOAC,2005)นำสารละลายไปวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูด้วยเครื่อง ICP-OES

1.4.2 ฝุ่นในบรรยากาศ

เก็บตัวอย่างจากบริเวณที่เด็กอยู่หรือเล่นเป็นประจำ เช่นในบริเวณสนามเด็กเล่น โรงเรียน ศูนย์เด็ก และบริเวณบ้าน โดยเก็บอากาศผ่านแผ่นกรองชนิด mixed cellulose ester filter ขนาดรูกรอง 0.8 ไมครอนด้วยเครื่องเก็บตัวอย่าง personal air sampler อัตราการไหลของอากาศ 1.5 ลิตรต่อนาที เป็นเวลารวม 8ชั่วโมงนำกระดาษกรองที่ผ่านการเก็บตัวอย่างอากาศแล้วมาเติมกรดไนตริกเข้มข้น 65 เปอร์เซ็นต์ นำไปย่อยที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น กรองด้วยกระดาษกรอง แล้วปรับปริมาตรให้เป็น10 มล. ด้วยน้ำกลั่น (AOAC, 2005)นำสารละลายไปวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูด้วยเครื่องICP-OES

2. ตัวอย่างชีวภาพจากเด็ก

เก็บตัวอย่างเลือดและเส้นผมจากเด็กแรกเกิด-6 ปีโดยนำตัวอย่างเลือดไปตรวจวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วซึ่งเป็นดัชนีบ่งชี้ทางชีวภาพที่ได้รับการยอมรับและมีค่ามาตรฐานกำหนดไว้ชัดเจน ส่วนตัวอย่างเส้นผมตรวจวิเคราะห์ทั้งปริมาณตะกั่วและสารหนูเนื่องจากสามารถบ่งชี้การสัมผัสตะกั่วและสารหนูแบบเรื้อรังได้ดี

2.1 เลือด

เก็บตัวอย่างเลือดครบส่วน (Whole blood) จากเด็ก ด้วยการเจาะเลือดที่เส้นเลือดดำ ประมาณ 5 มล. ใส่ในหลอดเก็บตัวอย่างเลือดที่มีการเติม ethylene diaminetetraacetic acid (EDTA)ป้องกันเลือดแข็งตัว จากนั้นเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสในการ

วิเคราะห์ตัวอย่างเลือดนำตัวอย่างเลือด 2 มล. ใส่ลงในหลอดพลาสติกที่มีฝาปิด เติม Triton x-100 ความเข้มข้น 50 เปอร์เซ็นต์ 0.1 มล. เขย่าแล้วเติม ammonium pyrrolidinedithiocarbamate (APDC) ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ 0.5 มล.เขย่าให้เข้ากันเติม methyl isobutyl ketone 1 มล. เขย่าบนเครื่องเขย่านาน 15 นาที นำหลอดไปปั่นเหวี่ยงที่ 20 องศาเซลเซียส 3,500 รอบต่อนาทีเป็นเวลา 15 นาที นำชั้น methyl isobutyl ketone ไปวิเคราะห์หาตะกั่วต่อไป (กองพิษวิทยา, 2538)

2.2 เส้นผม

เก็บตัวอย่างเส้นผม โดยตัดเส้นผมของกลุ่มตัวอย่างให้ชิดโคนจำนวน 20-30 เส้น ให้มีความยาวประมาณ 5 เซนติเมตรใส่ในถุงพลาสติก แล้วนำตัวอย่างเส้นผมมาตัดให้มีขนาดไม่เกิน 1 เซนติเมตร ล้างด้วยอะซีโตน แล้วล้างต่อด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง โดยให้เส้นผมแช่อยู่ในน้ำกลั่นแล้วคน ประมาณ 10 นาที แล้วล้างด้วยอะซีโตน โดยให้เส้นผมแช่อยู่ในอะซีโตน แล้วคนประมาณ 10 นาที เช่นเดียวกัน อบให้แห้งที่ 60 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นนำเส้นผม 0.1 กรัมแช่ด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 65 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 1 คืน นำไปย่อยที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จนเป็นสารละลายใส ถ้าหากสารละลายยังขุ่น เติมกรดไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เข้มข้น 0.5 มล. แล้วนำไปย่อยที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที จนได้สารละลายใส ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น กรองด้วยกระดาษกรอง แล้วปรับปริมาตรให้เป็น 10 มล. ด้วยน้ำกลั่น นำสารละลายที่ได้ไปวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูด้วยเครื่อง ICP-OES

3. การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์

การวิเคราะห์แต่ละชุดของตัวอย่าง มี laboratory blank และ field blank เป็น control เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนระหว่างการวิเคราะห์และระหว่างการเก็บตัวอย่าง ตามลำดับ โดย laboratory blank เป็นตัวอย่างน้ำกลั่นที่เติมลงไปในหลอดสำหรับวิเคราะห์ตัวอย่าง และ field blankเป็นตัวอย่างน้ำกลั่นที่ผ่านขั้นตอนการเก็บตัวอย่างทั้งหมดเหมือนกับตัวอย่างน้ำดื่มอื่นๆ (บรรจง วิทยวีรศักดิ์, 2542)

4. การประกันคุณภาพการวิเคราะห์

การวิเคราะห์สารละลายมาตรฐานของตะกั่วและสารหนู และคำนวณหาค่าความแม่นยำในการวิเคราะห์ (precision) ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจได้ (Limited of Detection, LOD) และร้อยละการได้คืนกลับ (% recovery) ดังสูตรต่อไปนี้

4.1 การหาค่าความแม่นยำในการวิเคราะห์ (precision)

สามารถดูได้จากค่า Coefficience of Variation (C.V.)หรือ Relative Standard Deviation (RSD) ยิ่งมีค่าน้อยมากเท่าไร ก็แสดงว่าการวิเคราะห์มีความแม่นยำมากขึ้นเท่านั้น

$$C.V. = (SD/Mean)x100$$

เมื่อ C.V. คือค่าสัมประสิทธิ์ความแปรปรวน

SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation)ของความเข้มข้นที่อ่านได้

Mean คือ ค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นที่อ่านได้

ค่า C.V. ของการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูคำนวณได้เท่ากับร้อยละ 1.19 และร้อยละ 1.10ตามลำดับ

4.2 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถตรวจได้ (Limitof Detection, LOD)

$$LOD = 3SD$$

เมื่อ SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ absorbance

ค่า LOD ของการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูคำนวณได้เท่ากับ 0.010 มก./ล. และ0.020 มก./ล.ตามลำดับ

4.3 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่เครื่องสามารถตรวจพบและอ่านค่าอย่างถูกต้อง (Limited of Quantitation, LOQ)

$$LOQ = 10SD$$

เมื่อ SD คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของ absorbance

ค่า LOQ ของการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูคำนวณได้เท่ากับ 0.033 มก./ล. และ0.067 มก./ล. ตามลำดับ

4.4 ร้อยละการได้คืนกลับ (% recovery)

$$\% \text{ recovery} = [(Cs-Cu)\times 100]/C$$

เมื่อ Cs = ปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างที่เติมสารมาตรฐาน

Cu =ปริมาณสารที่วิเคราะห์ได้จากตัวอย่างที่ไม่เติมสารมาตรฐาน

C =ปริมาณสารมาตรฐานที่เติมในตัวอย่าง

ค่า% Recovery ควรอยู่ในช่วง 75% -125%ในการศึกษาครั้งนี้ คำนวณค่าร้อยละการได้คืนกลับของการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูได้เท่ากับร้อยละ 99 และร้อยละ 101ตามลำดับ

4.5 จำนวนซ้ำของตัวอย่างที่วิเคราะห์

ในการศึกษาครั้งนี้ วิเคราะห์ 3 ซ้ำ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของผลการวิเคราะห์ที่ได้ก่อนรายงานผลเป็นค่าเฉลี่ยต่อไป

5. การคำนวณความเสี่ยง

หลังจากทราบปริมาณตะกั่วและสารหนูในสิ่งแวดล้อมแล้ว สามารถนำมาคำนวณค่าต่าง ๆ เพื่อประเมินความเสี่ยงดังนี้

5.1 การคำนวณดัชนีอันตราย (hazard index) ของสารที่ไม่ใช่ฤทธิ์ก่อมะเร็ง มีสูตรดังนี้

$$\text{Hazard Index} = \text{ADD} / R_fD$$

เมื่อ ADD (Average Daily Dose) คือปริมาณสารที่ได้รับต่อวัน (มก./กก./ว.)

R_fD (Reference dose) คือปริมาณสารที่รับเข้าสู่ร่างกายได้โดยไม่เป็นอันตรายของตะกั่ว ทางปาก คือ 0.007 (มก/กก/ว) (Toxnet, 2010)

R_fD ของสารหนูทางปาก คือ 0.0008 (มก./กก./ว.) (EPA, 2014)

R_fD ของตะกั่วทางการหายใจ คือ 0.1 (มคก./ม.^{3}) (NJDEP, 2008)

R_fD ของสารหนูทางการหายใจ คือ 0.002 (มคก./ม.^{3}) (EPA, 2012)

หากhazard index มีค่าน้อยกว่า 1 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง แต่ถ้าhazard index มีค่ามากกว่า 1 แสดงว่ามีความเสี่ยงเกิดขึ้น (Kaewrueng, et al., 2014)

5.2 การคำนวณความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งทางการรับประทานใช้เฉพาะกับสารหนู เนื่องจากสารหนูเป็นสารก่อมะเร็ง มีสูตรดังนี้

$$\text{Risk} = \text{LADD} \times \text{SF}$$

เมื่อ LADD (Lifetime Average Daily Dose) คือ ปริมาณสารที่ได้รับเฉลี่ยตลอดชีวิตต่อวัน(มก./กก./ว.)

SF คือ Slope Factor หรือ cancer potency factor ค่าศักยภาพก่อมะเร็ง (มก./กก./ว.)

SF ของสารหนูที่ได้รับทางการรับประทาน = 1.5 (มก./กก./ว.) (EPA, 1992)

5.3 การคำนวณความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งทางการหายใจใช้เฉพาะกับสารหนู มีสูตรดังนี้

$$\text{Risk} = \text{LADD} \times \text{Unit risk factor}$$

เมื่อ LADD (Lifetime Average Daily Dose) คือ ปริมาณสารที่ได้รับตลอดชีวิตต่อวัน (มก/กก/ว)

Unit risk factor ของสารหนูที่ได้รับทางการหายใจ = 4.3×10^{-5} (มก./ม.^{3})$^{-1}$ (EPA, 1992)

ค่าความเสี่ยงที่ได้จะบอกอัตราส่วนของจำนวนคนที่เสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งต่อประชากร ถ้าหากมีความเสี่ยงน้อยกว่า 10^{-6} ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ไม่มีนัยสำคัญ ถ้าหากมีความเสี่ยงอยู่ระหว่าง 10^{-6}-10^{-4} ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับได้ แต่ถ้าหากมากกว่า 10^{-4} ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ (EPA, 2015)

5.4 สูตรการคำนวณ ADD/LADD ทางการรับประทาน

$$ADD \text{ or } LADD = \frac{CxIRxEFxED}{ATxBW}$$

เมื่อ

C (Concentration) คือ ปริมาณเฉลี่ยที่ได้รับ (มก./ล, มก./กก.)
IR (Ingestion rate)คือ อัตราการได้รับสารทางปาก (ล./ว., กก./ว.)
EF (Exposure frequency) คือ จำนวนวันที่ได้รับสาร (วัน/ปี)
ED (Exposure duration)คือ จำนวนปีที่ได้รับสาร (ปี)
AT (Average time) คือ ระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัส (วัน)
BW (Body weight) คือ น้ำหนักตัว (กก).

5.5 สูตรการคำนวณ ADD/LADD ทางการหายใจ

$$ADD \text{ or } LADD = \frac{CxIRxEFxED}{ATxBW}$$

เมื่อ

C (Concentration) คือ ปริมาณเฉลี่ยที่ได้รับ (มก./ม.^{3})
IR (Intake rate)คือ อัตราการได้รับสารทางการหายใจ (ม.^{3}/ว.)
EF (Exposure frequency) คือ จำนวนวันที่ได้รับสาร (วัน/ปี)
ED (Exposure duration)คือ จำนวนปีที่ได้รับสาร (ปี)
AT (Average time) คือ ระยะเวลาเฉลี่ยที่ได้รับสัมผัส (วัน)
BW (Body weight) คือ น้ำหนักตัว (กก.)

5.6 ค่าที่ใช้ในการคำนวณการสัมผัสตะกั่วและสารหนูในสิ่งแวดล้อม

สำหรับค่าที่ใช้ในการคำนวณการสัมผัสตะกั่วและสารหนูในสิ่งแวดล้อม สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1ข้อมูลสำหรับการคำนวณปริมาณการสัมผัสตะกั่วและสารหนูในสิ่งแวดล้อม

การสัมผัส	อัตราการได้รับ (IR)	จำนวนวันที่ได้รับ (EF)	จำนวนปีที่ได้รับ (ED)	น้ำหนักตัว (BW)
การรับประทาน				
ดื่มน้ำ	0.713 ล./ว.	365 วัน	72.9 ปี (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2554)	63.12 กก. (Size Thailand, 2556)
ผัก	2.68 ก./กก./ว.	365 วัน	72.9 ปี (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2554)	63.12 กก. (Size Thailand, 2556)
นมแม่	0.648 ล./ว.	365 วัน	1 ปี (EPA, 2011)	6.23 กก. (กระทรวงสาธารณสุข, 2553)
ดิน	40 มก./ว.	365 วัน	6 ปี (EPA, 2011)	13.30 กก. (กระทรวงสาธารณสุข, 2553)
ฝุ่นในบ้าน	40 มก./ว.	365 วัน	6 ปี (EPA, 2011)	13.30 กก. (กระทรวงสาธารณสุข, 2553)
การหายใจ				
ฝุ่นนอกบ้าน	10.01ม.^{3}/ว.	365 วัน	72.9 ปี (มหาวิทยาลัยมหิดล, 2554)	63.12 กก. (Size Thailand, 2556)

ข้อมูลอัตราการได้รับ IRและจำนวนวันที่ได้รับ EF อ้างอิงจาก EPA(2011)

5.7 การวิเคราะห์ทางสถิติ

ในการศึกษาครั้งนี้ มีสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามเชิงปริมาณได้ดำเนินการตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบถามและนำข้อมูลที่ได้มาลงรหัสและประมวลผลด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อคำนวณหาค่าสถิติตามวัตถุประสงค์ของการศึกษาดังนี้

5.7.1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปโดยหาค่าความถี่และร้อยละ

5.7.2 วิเคราะห์คะแนนความรู้ ปริมาณตะกั่วและสารหนูในสิ่งแวดล้อมโดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน อย่างไรก็ตามหากส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยทำให้เกิดการกระจายที่ไม่ใช่โค้งปกติ จะใช้ค่ามัธยฐาน และค่าพิสัยควอไทล์ (interquatrile range)

5.7.3 วิเคราะห์หาความแตกต่างของความรู้ปริมาณตะกั่วและสารหนูในตัวอย่างชีวภาพก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยงด้วยสถิติ paired t-test

การพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์

โครงการวิจัยในครั้งนี้ ได้ผ่านการพิจารณาจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ จากคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ รหัสโครงการ 56-246-19-6-2

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง (มกราคม 2556-มีนาคม 2557)

ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงเริ่มด้วยการเตรียมการวิจัยลงพื้นที่เพื่อศึกษาข้อมูลในพื้นที่ แนะนำตัวเองแก่ชุมชนและชี้แจงเกี่ยวกับแนวคิดการวิจัยแก่ชุมชน เชิญเข้าร่วมเป็นทีมวิจัย จัดทำเครื่องมือและตรวจสอบเครื่องมือ แล้วการดำเนินการเพื่อประเมินความเสี่ยงของเด็กเล็กในชุมชนถ้ำทะลุโดยทีมวิจัยร่วมกันเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์ผู้ปกครองของเด็กเล็กแรกเกิด-6 ปี จำนวน 119 รายพร้อมทั้งประเมินความรู้ของผู้ปกครอง และเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมที่เด็กสัมผัสเพื่อตรวจปริมาณตะกั่วและสารหนู จำนวนรวม 232 ตัวอย่าง แบ่งเป็น ตัวอย่างน้ำดื่ม จำนวน 40 ตัวอย่าง ตัวอย่างผัก จำนวน 64 ตัวอย่าง ตัวอย่างนมแม่ จำนวน 13 ตัวอย่าง ตัวอย่างดิน จำนวน 71 ตัวอย่าง ตัวอย่างฝุ่นที่พื้นในบ้าน จำนวน 42 ตัวอย่าง และตัวอย่างฝุ่นในบรรยากาศ จำนวน 2 ตัวอย่าง เพื่อประเมินความเสี่ยง พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างเลือด จำนวน 49 ตัวอย่าง และเส้นผม จำนวน 67 ตัวอย่าง ทั้งนี้จำนวนตัวอย่างที่เก็บจากครัวเรือนของเด็กแต่ละคนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการสัมผัสของเด็ก เช่น เด็ก 6 ขวบ จะไม่ดื่มนมแม่แล้ว ก็จะไม่สามารถเก็บตัวอย่างนมแม่ได้ และการเก็บแบบสอบถาม ตัวอย่างสิ่งแวดล้อมและตัวอย่างชีวภาพจากเด็ก ต้องได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง ซึ่งเป็นไปตามจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ซึ่งเมื่อได้สัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถามแล้ว มีการตรวจสอบข้อมูล ลงรหัสข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป และแปลผล ส่วนตัวอย่างสิ่งแวดล้อมเมื่อเก็บตัวอย่างแล้วนำไปดำเนินการย่อยตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการ และส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนู หลังจากนั้นนำค่าที่ได้ไปประเมินการสัมผัสและประเมินความเสี่ยงตามลำดับทีมวิจัยมีความคิดเห็นว่าข้อมูลที่ที่จะแจ้งแก่ชุมชนค่อนข้างซับซ้อน เข้าใจยาก อยากให้ปรับให้เข้าใจง่ายขึ้น โดยนำเสนอเป็นภาพรวมของชุมชนถ้ำทะลุ เน้นการแสดงให้เห็นว่าสิ่งแวดล้อมใดที่มีระดับตะกั่วและสารหนูเกินค่ามาตรฐาน และชี้แจงว่าสิ่งแวดล้อมใดที่มีความเสี่ยง

2. ขั้นตอนการจัดการความเสี่ยง (เมษายน 2557-ธันวาคม 2557)

ขั้นการจัดการความเสี่ยง ดำเนินการหลังจากประเมินความเสี่ยงแล้ว โดยทีมวิจัยพบว่าน้ำดื่ม ผัก นมแม่ ดินที่เด็กเล่น มีปริมาณตะกั่วและสารหนูสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน และเมื่อตรวจตัวอย่างเลือดและเส้นผมพบมีค่าที่เกินมาตรฐานจำนวนทั้งสิ้น 8 ราย ได้แก่ระดับตะกั่วในเลือดสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน จำนวน 6 ราย ตะกั่วในเส้นผมสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน 1 ราย และสารหนูในเส้นผมสูงเกินกว่าค่ามาตรฐาน 1 ราย และเมื่อประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูที่ไม่ใช่ฤทธิ์ก่อมะเร็งทางการรับประทาน พบว่ามีความเสี่ยง และเมื่อประเมินความเสี่ยงจากการเป็นมะเร็งจากการรับประทานสารหนูมีค่าความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ ทีมวิจัยจึงมีการประชุมเพื่อสื่อสารความเสี่ยงให้ประชาชนทราบผลการประเมินภาพรวมของพื้นที่ และผลการประเมินรายบุคคล โดยนำเสนอข้อมูลในเวทีประชาคมทุกหมู่บ้าน โดยมีทีมวิจัยท่านหนึ่งแจ้งว่า กำลังจะมีการจัดประชาคมแต่ละหมู่บ้าน โดยองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุใน อีก 2 สัปดาห์ข้างหน้า จำนวน 4 ครั้ง ถ้าหากใช้เวทีการประชาคมนั้น และทำหนังสือเชิญผู้ปกครองเด็กเพื่อรับฟังผลการวิเคราะห์ตัวอย่าง จะทำให้ชุมชนและกลุ่มตัวอย่างได้รับทราบผลการประเมินมากขึ้น โดยในเวทีประชาคมดังกล่าวจะมีผู้นำชุมชนเข้าร่วมด้วย เช่น นายกองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุ สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ซึ่งทีมวิจัยเห็นด้วยในการแจ้งข้อมูลในเวทีประชาคมดังกล่าว ซึ่งมีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ

ดังนี้ คือ ผู้วิจัยเตรียมข้อมูลเพื่อนำเสนอและข้อมูลผลการศึกษารายบุคคล ใบลงทะเบียน เจ้าหน้าที่สาธารณสุขจัดทำหนังสือเชิญผู้ปกครองเด็กเข้าร่วมรับฟังการผลการศึกษา และประสานองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุเพื่อขอเข้าร่วมเวทีประชาคม อสม.และผู้ปกครองเด็กเล็ก ทำหน้าที่นำหนังสือไปเชิญผู้ปกครองเด็กเล็กเพื่อเข้าร่วมประชุม หลังจากสื่อสารความเสี่ยงให้ชุมชนรับทราบ ได้มีการประชุมทีมวิจัย เพื่อวางแผนการดำเนินการขั้นต่อไปเพื่อจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนู แผนการจัดการความเสี่ยงของชุมชนถ้ำทะลุ ประกอบด้วย 1) การจัดการที่แหล่งกำเนิด 2) การจัดการที่ทางผ่านและ 3)การจัดการเด็กที่มีตะกั่วและ/หรือสารหนูเกินค่ามาตรฐาน

ภายหลังการจัดการความเสี่ยง 6 เดือน มีการติดตามและประเมินผลโดยทีมวิจัย มีการประชุมเพื่อแบ่งหน้าที่ของทีมวิจัยเพื่อประเมินความรู้ของผู้ปกครองมีการเก็บตัวอย่างเลือดและเส้นผมของเด็กครั้งที่ 2 เพื่อตรวจวัดปริมาณตะกั่วและสารหนู ทั้งนี้การเก็บตัวอย่างขึ้นอยู่กับความสมัครใจของผู้ปกครอง นำผลการวิเคราะห์ที่ได้มาเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง เพื่อประเมินผลสัมฤทธิ์ของโครงการดำเนินการกำหนดแนวทางเพื่อการส่งเสริมสุขภาพของคนในชุมชนและเด็กเล็กโดยนำยุทธศาสตร์การส่งเสริมสุขภาพตามกฎบัตรออตตาวา (WHO, 2010) มาใช้เป็นแนวทางในการส่งเสริมสุขภาพเพื่อความยั่งยืนของการจัดการ ประกอบด้วย1) การสร้างนโยบายสาธารณะ 2) การสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพ 3) การเสริมสร้างกิจกรรมชุมชนให้เข้มแข็ง 4) การพัฒนาทักษะส่วนบุคคล และ 5) การปรับระบบบริการสาธารณสุขหลังจากนั้น ที่ประชุมได้ถอดบทเรียนจากการศึกษาครั้งนี้

3. การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม

ในการศึกษาครั้งนี้มี 2 ขั้นตอนหลักคือ 1) ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง และ 2) ขั้นตอนการจัดการความเสี่ยง โดยนำหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา ซึ่งในระบบสุขภาพชุมชน การจะทำโครงการ/กิจกรรม ให้สำเร็จต้องมี 3 องค์ประกอบเชื่อมโยงกันเป็นสามเหลี่ยม มาเป็นแนวทางในการวิเคราะห์ผู้มีส่วนร่วมว่าควรประกอบด้วยใครบ้าง ซึ่งผู้มีส่วนร่วมควรประกอบด้วย 3 องค์ประกอบหลัก คือ องค์ประกอบที่ 1) องค์กรวิชาการ คือ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ซึ่งเข้าร่วมเป็นทีมวิจัย 2) ประชาสังคม คือ อสม.ซึ่งจะเป็นผู้ประสานระหว่างเจ้าหน้าที่สาธารณสุขกับผู้ปกครอง และผู้ปกครองเด็กซึ่งเกี่ยวข้องกับเด็กโดยตรง 3) หน่วยงานรัฐ ในที่นี้คือ เจ้าหน้าที่ของรัฐองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอย่างไรก็ตาม ในส่วนของทีมวิจัยไม่มีส่วนของเจ้าหน้าที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นร่วมเป็นทีมวิจัย แต่มีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ อยู่อย่างสม่ำเสมอ แต่จากการพบปะ แนะนำตัวเอง และการประชุมคณะกรรมการตำบล นายกอบต.ถ้ำทะลุได้แถลงว่ายินดีให้ความร่วมมือในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ โดยสามารถติดต่อได้โดยตรงทั้ง 3 องค์ประกอบนี้จะทำงานร่วมกัน ซึ่งระดับการมีส่วนร่วมสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ระดับ คือ 1) การให้ข้อมูล 2) การให้คำปรึกษา 3) การเข้ามามีบทบาท 4) การสร้างความร่วมมือและ 5) การให้อำนาจแก่ประชาชนซึ่งการมีส่วนร่วมของทีมวิจัยในแต่ละขั้นตอน มีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม

ขั้นตอน	ทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท	ระดับการมีส่วนร่วม
1. ขั้นการประเมินความเสี่ยง			
1.1 การเตรียมการวิจัย			
1) ลงพื้นที่เพื่อศึกษาข้อมูลแนะนำตนเองและชี้แจงการดำเนินการวิจัย	ผู้วิจัย	ศึกษาข้อมูลการปนเปื้อนตะกั่วและสารหนู ในพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุ ประสานเจ้าหน้าที่รพ.สต.ถ้ำทะลุ เพื่อลงสำรวจพื้นที่เหมืองดีบุกเก่า และพบปะผู้นำชุมชนประกอบด้วย นายกอบต.ถ้ำทะลุ กำนัน ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 1 หมู่ที่ 2 หมู่ที่ 3 และหมู่ที่ 5 และสาธารณสุขอำเภอ บันนังสตาเพื่อชี้แจงการดำเนินการวิจัย	ระดับ 1 การให้ข้อมูล
	เจ้าหน้าที่สาธารณสุข รพ.สต.ถ้ำทะลุ	ประสานผู้นำชุมชนและนำลงพื้นที่เพื่อพบปะผู้นำชุมชน	ระดับ 1 การให้ข้อมูล
	นายกอบต.ถ้ำทะลุ	แนะนำให้ผู้วิจัยชี้แจงการดำเนินการวิจัยในคณะกรรมการตำบลถ้ำทะลุ	ระดับ 2 การให้คำปรึกษา
2) ชี้แจงการดำเนินการวิจัยในที่ประชุมคณะกรรมการตำบลถ้ำทะลุ	ผู้วิจัย	เข้าร่วมประชุมคณะกรรมการตำบลถ้ำทะลุตามคำเชิญของนายกอบต.ถ้ำทะลุ และชี้แจงแนวทางการวิจัยให้ที่ประชุมซึ่งประกอบด้วยหัวหน้าหน่วยราชการและผู้นำชุมชนในตำบลถ้ำทะลุ ณ อบต.ถ้ำทะลุ	ระดับ 1 การให้ข้อมูล
	ผู้นำชุมชน	หัวหน้าส่วนราชการและผู้นำชุมชนรับฟังและให้ข้อเสนอแนะต่อการวิจัย	ระดับ 3 การเข้ามามีบทบาท

ตารางที่ 2.2 การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม(ต่อ)

ขั้นตอน	ทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท	ระดับการมีส่วนร่วม
3) ชี้แจงการดำเนินการวิจัยและเชิญเข้าร่วมเป็นทีมวิจัย	ผู้วิจัย	ประสานเจ้าหน้าที่สาธารณสุข ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการดูแลสุขภาพของประชาชนในชุมชน เพื่อประชุมชี้แจงการดำเนินการวิจัยและเข้าร่วมเป็นทีมวิจัย แก่เจ้าหน้าที่สาธารณสุข อสม. ผู้นำและผู้ปกครองเด็กเล็กในพื้นที่ที่สนใจ ชี้แจงแนวทางการดำเนินการวิจัยและเชิญผู้สนใจเข้าร่วมเป็นทีมวิจัย และนัดประชุมเพื่อชี้แจงรายละเอียด และร่วมพิจารณาขั้นตอนและเครื่องมือวิจัย	ระดับ 1 การให้ข้อมูล
	เจ้าหน้าที่สาธารณสุข	ประสานอสม. และผู้ปกครองเด็กเล็กในพื้นที่ที่สนใจเพื่อเข้าร่วมประชุม ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถ้ำทะลุ	ระดับ 1 การให้ข้อมูล
4) ประชุมทีมวิจัย	ทีมวิจัยประกอบด้วย เจ้าหน้าที่สาธารณสุข 3 ราย อสม. 4 ราย และผู้ปกครองที่มีเด็กเล็ก 3 ราย	ผู้วิจัยชี้แจงขั้นตอนการวิจัย โดยขั้นตอนการวิจัยมี 2 ขั้นตอน คือ 1) การประเมินความเสี่ยง 2) การจัดการความเสี่ยง และชี้แจงบทบาทของทีมวิจัยในแต่ละขั้นตอน และให้ทีมวิจัยแสดงความคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ให้ความรู้เรื่องพิษจากตะกั่วและสารหนู และแนวทางการจัดการให้ความรู้เรื่องการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม และเก็บตัวอย่างเส้นผมจากเด็ก จัดทำเครื่องมือวิจัย โดยให้ทีมวิจัยร่วมกันจัดทำเครื่องมือวิจัย ร่วมกันให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือเพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีความเหมาะ	ระดับ 3 การเข้ามามีส่วนร่วม

ตารางที่ 2.2 การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม (ต่อ)

ขั้นตอน	ทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท	ระดับการมีส่วนร่วม
		กับการใช้ ซึ่งในการดำเนินการครั้งนี้ มีเครื่องมือที่ต้องพิจารณา 2 ชุด คือ แบบสอบถามชุดที่ 1การประเมินการสัมผัสจากพิษตะกั่วและสารหนู และแบบสอบถามชุดที่ 2 แบบสอบถามความรู้ และส่งเครื่องมือไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา	
1.2 การประเมินความเสี่ยง			
1) การประเมินความรู้ผู้ปกครองประเมินความเสี่ยงการสัมผัสของเด็กจากผู้ปกครองและเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมเพื่อประเมินความเสี่ยง และเก็บตัวอย่างเส้นผมของเด็ก	ทีมวิจัย	ร่วมประเมินความรู้ของผู้ปกครองเด็ก ใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสตะกั่วและสารหนู และเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมที่เด็กสัมผัส ซึ่งแต่ละคนจะแตกต่างกันไป ได้แก่ น้ำดื่ม ผัก นมแม่ ดินที่เด็กเล่น ฝุ่นที่พื้นในบ้าน ฝุ่นในบรรยากาศ และเส้นผม	ระดับ 2 การให้คำปรึกษา
	ผู้ปกครอง	ตอบแบบประเมินความรู้และแบบประเมินการสัมผัส และให้ความร่วมมือในการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมและเส้นผมของเด็ก	ระดับ 1 การให้ข้อมูล
	ทีมวิจัย	นำข้อมูลแบบสอบถามไปตรวจสอบความสมบูรณ์ บันทึกข้อมูลและแปลผลข้อมูล นำตัวอย่างสิ่งแวดล้อมและตัวอย่างเส้นผมไปย่อย โดยใช้ห้องปฏิบัติการอนามัยสิ่งแวดล้อม วิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา และส่งวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูด้วยเครื่องICP-OES	-

ตารางที่ 2.2 การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม(ต่อ)

ขั้นตอน	ทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท	ระดับการมีส่วนร่วม
2) เก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวัดปริมาณตะกั่ว	ทีมวิจัย	ประสานกับผู้ปกครองเด็กเพื่อนำเด็กมาเจาะเลือด	ระดับ 1 การให้ข้อมูล
	ผู้ปกครอง	นำเด็กมารับการเจาะเลือดที่ รพ.สต.ถ้ำทะลุตามที่ได้นัดหมายไว้	ระดับ 3 การเข้ามามีบทบาท
	ทีมวิจัย	ประสานพยาบาลวิชาชีพ จากหอผู้ป่วยเด็ก โรงพยาบาลยะลาเพื่อเก็บตัวอย่างเลือดของเด็กเล็ก โดยช่วงที่เก็บตัวอย่างเลือดเป็นช่วงที่เด็กปิดเทอม จึงไม่กระทบกับการเรียนของเด็กที่เข้าเรียนแล้ว และนำตัวอย่างเลือดส่งตรวจปริมาณตะกั่วด้วยเทคนิค GFAAS	ระดับ 1 การให้ข้อมูล
3) การประเมินความเสี่ยง	ทีมวิจัย	นำผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูมาคำนวณความเสี่ยงในรูปดัชนีอันตราย และประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งจากสารหนูทางการรับประทานและการหายใจและแปลผลความเสี่ยง	ระดับ 3 การเข้ามามีบทบาท
4) การจัดทำแผนที่	ผู้วิจัย	ยืมเครื่อง GPS จากคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อใช้ในการกำหนดพิกัดบ้านของเด็กที่เก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการทำแผนที่ ทำแผนที่เพื่อแสดงจุดเก็บตัวอย่างที่เกินค่ามาตรฐาน ไม่เกินค่ามาตรฐาน และจุดที่เป็นที่ที่เหมืองดีบุกเก่า เพื่อกำหนดพื้นที่เสี่ยงสูงเสี่ยงต่ำ	ระดับ 3 การเข้ามามีบทบาท
	ทีมวิจัย	ร่วมกำหนดพิกัดแสดงจุดเก็บข้อมูลโดยใช้ เครื่อง GPS	ระดับ 3 การเข้ามามีบทบาท
5) ประชุมเพื่อเสนอผลการประเมินความเสี่ยงแก่ทีมวิจัย	ทีมวิจัย	เตรียมข้อมูลเพื่อนำเสนอในเวทีประชาคม	ระดับ 3 การเข้ามามีบทบาท

ตารางที่ 2.2 การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม(ต่อ)

ขั้นตอน	ทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท	ระดับการมีส่วนร่วม
2. ขั้นการจัดการความเสี่ยง			
2.1 การสื่อสารความเสี่ยงแก่เจ้าหน้าที่สาธารณสุข นายกอบต.	ทีมวิจัย: เจ้าหน้าที่สาธารณสุข	ประสานนายกอบต.ถ้ำทะลุ เพื่อนำผลการประเมินความเสี่ยงในเวทีประชาคม และทำหนังสือเชิญผู้ปกครองทุกคนเข้าร่วมรับฟังผลการประเมินความเสี่ยง	ระดับ 1 การให้ข้อมูล
ผู้ใหญ่บ้าน ผู้ปกครองเด็กประชาชนที่สนใจ	ทีมวิจัย: อสม. ผู้ปกครองเด็กเล็ก	ประสานผู้ปกครองโดยนำหนังสือเชิญเข้าร่วมรับฟังผลการประเมินความเสี่ยงในเวทีประชาคมหมู่บ้าน	ระดับ 1 การให้ข้อมูล
	ทีมวิจัย: เจ้าหน้าที่สาธารณสุข อสม.	รับลงทะเบียนและแจ้งผลการประเมิน พร้อมแปลผลให้ผู้ปกครองรับทราบเป็นรายบุคคล	ระดับ 1 การให้ข้อมูล
	ทีมวิจัยผู้วิจัย	นำเสนอผลการประเมินความเสี่ยงของเด็กต่อพิษตะกั่วและสารหนูในเวทีประชาคมทั้ง 4 หมู่บ้านในภาพรวม ให้ความรู้ในเกี่ยวกับตะกั่วและสารหนู แนวทางในการป้องกันการสัมผัส สอบถามความคิดเห็นเบื้องต้นในการจัดการความเสี่ยง ขอสนับสนุนงบประมาณในการจัดการความเสี่ยงจากนายกอบต. ในเวทีการประชาคม และเชิญชวนผู้สนใจเข้าร่วมจัดการความเสี่ยง ซึ่งมีผู้สนใจเข้าร่วมเพิ่มเติม 13 คน รวมเป็น 23 คน ซึ่งเป็นผู้ปกครองเด็กเล็ก	ระดับ 3 การเข้ามามีบทบาท

ตารางที่ 2.2 การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม(ต่อ)

ขั้นตอน	ทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท	ระดับการมีส่วนร่วม
	นายกอบต. และ ผู้ใหญ่บ้าน 4 หมู่บ้าน	นายกอบต. ผู้ใหญ่บ้าน 4 หมู่บ้าน เห็นชอบในหลักการที่จะมีการจัดการความเสี่ยงและในเบื้องต้นจะสนับสนุนงบประมาณในการจัดการพื้นที่ที่เป็นพื้นที่สาธารณะตามแนวทางการจัดการความเสี่ยง โดยจะระบุในแผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ	ระดับ 5 การให้อำนาจแก่ประชาชน
2.2 จัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง	ทีมวิจัย ผู้วิจัย	ดำเนินการให้มีการจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนู โดยชี้แจงแนวทางการดำเนินการ	ระดับ 3 การเข้ามามีบทบาท
	ทีมวิจัย	ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนู โดยการทำแผน 4 ขั้นตอน 1. ให้ความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนู พร้อมทั้งแนวทางในการจัดการตะกั่วและสารหนู และชี้แจงรายละเอียดการจัดทำแผน 2. แบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมประชุมออกเป็น 4 กลุ่ม คือ1) กลุ่มการจัดการปัญหาน้ำดื่ม 2) กลุ่มจัดการปัญหาดิน 3) กลุ่มการจัดการในภาพรวมโดยการให้สุขศึกษา (ผักนมแม่ ฝุ่นที่พื้นในบ้านฝุ่นในบรรยากาศ และ 4) กลุ่มการจัดการเด็กที่มีตะกั่วและสารหนูเกินค่ามาตรฐาน โดยให้แต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่ม เลขานุการกลุ่มและผู้นำเสนอ หลังจากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันจัดทำแผน ซึ่งแผนที่จัดทำสามารถแบ่งได้ 3 ส่วนหลัก คือ 1) การจัดการที่แหล่งกำเนิด ได้แก่ การจัดการน้ำ และดิน	ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ

ตารางที่ 2.2 การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม(ต่อ)

ขั้นตอน	ทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท	ระดับการมีส่วนร่วม
		2) การจัดการที่ทางผ่าน การให้คำแนะนำผู้ปกครองที่พบสิ่งแดดล้อมเกินมาตรฐาน และ 3) การจัดการที่ตัวผู้รับ 3. นำเสนอผลการจัดทำแผนของแต่ละกลุ่ม โดยกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอสามารถเสนอแนะหรือแสดงความคิดเห็นได้ 4. ได้แผนการจัดการความเสี่ยงของชุมชนถ้ำทะลุ ซึ่งมาจากการระดมความคิดเห็นของทีมวิจัย อย่างไรก็ตามแผนการจัดการน้ำดื่มและดินที่เด็กเล่นที่ปนเปื้อน เป็นแผนที่ทีมวิจัยเลือกทางเลือกที่เห็นว่าเหมาะสมซึ่งมีหลายทางเลือกขึ้นกับว่าผู้ปกครองที่มีสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนเกินมาตรฐานจะเลือกทางเลือกใด และมอบหมายผู้รับผิดชอบหลักในแต่ละกิจกรรม	
2.3 ดำเนินการจัดการความเสี่ยงตามแผน	ทีมจัดการน้ำ	ทีมวิจัยที่รับผิดชอบกิจกรรมประสานไปยังผู้ปกครองที่มีตะกั่วและสารหนูในน้ำเกินค่ามาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 6 ครัวเรือน และนำเสนอแผนการจัดการความเสี่ยงให้ผู้ปกครองรับทราบซึ่งมีทางเลือก 3 ทางเลือก คือ การซื้อน้ำดื่ม การซื้อเครื่องกรองน้ำ การขุดบ่อบาดาล พร้อมชี้แจงงบประมาณ แนวทางการจัดการแก่ผู้ปกครองเพื่อเป็นทางเลือกในการตัดสินใจ	ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ

ตารางที่ 2.2 การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม(ต่อ)

ขั้นตอน	ทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท	ระดับการมีส่วนร่วม
	ทีมการจัดการดิน	ทีมวิจัยที่รับผิดชอบกิจกรรมประสานไปยังผู้ปกครองที่มีตะกั่วและสารหนูในดินเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 16 ครัวเรือน และนำเสนอแผนการจัดการความเสี่ยงในดิน ซึ่งมี 4 ทางเลือกให้ผู้ปกครองรับทราบ โดยมีการลาดพื้นด้วยซีเมนต์ การถมที่ การปลูกพืชคลุมดิน และพืชดูดซับโดยมีสองทางเลือกที่ไม่ต้องใช้งบประมาณ คือ การปลูกพืชคลุมดิน หรือการปลูกพืชเพื่อดูดซับ มีพื้นที่สาธารณะ คือ บริเวณโรงถลุงแร่ซึ่งมีค่าตะกั่วและสารหนูสูงมีครัวเรือนเด็กเล็กอยู่รอบบริเวณดังกล่าว ผู้รับผิดชอบกิจกรรมจึงประสานไปยังนายกองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุเพื่อขอสนับสนุนงบประมาณในการลาดพื้นด้วยซีเมนต์บริเวณดังกล่าว	ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ
	ทีมให้สุขศึกษา	จัดทำสื่อสุขศึกษา เพื่อไปใช้ให้ความรู้แก่ผู้ปกครองเด็กโดยมีความเห็นว่าควรทำคู่มือเล่มเล็ก ๆ เนื้อหาประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนู อันตรายการสัมผัส การป้องกันการสัมผัสตะกั่วและสารหนูลดการสัมผัส ทีมวิจัยร่วมกันให้สุขศึกษารายบุคคลแก่ผู้ปกครองทุกคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งตรวจพบตะกั่วและสารหนูในสิ่งแวดล้อมและจากตัวเด็ก: น้ำดื่ม ผัก นมแม่ ดินที่เด็กเล่น ฝุ่นที่พื้นในบ้าน ฝุ่นในบรรยากาศ เส้นผม และเลือด	ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ

ตารางที่ 2.2 การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม(ต่อ)

ขั้นตอน	ทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท	ระดับการมีส่วนร่วม
	ทีมจัดการเด็กที่มีตะกั่วและสารหนูสูงกว่าค่ามาตรฐาน	จัดการเด็กที่มีระดับตะกั่วในเลือดสูง กิจกรรมตรวจเลือดซ้ำ สำหรับเด็กที่มีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่า 10 มคก./ดล. ซึ่งมีจำนวน จำนวน 6 ราย ตรวจสุขภาพเบื้องต้นจากเจ้าหน้าที่ รพ.สต.ถ้ำทะลุ ประสานพยาบาลวิชาชีพ จากหอผู้ป่วยเด็ก โรงพยาบาลยะลา เพื่อเจาะเลือดเด็กในวันที่นัดหมาย แจ้งผลการตรวจให้ผู้ครองรับทราบ ได้ส่งเด็กไปพบแพทย์ตามลำดับขั้นของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อรับคำแนะนำในการรักษาและดูแลตนเองต่อไป	ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ
2.4 การติดตามประเมินผลและสรุปผล หลังการจัดการความเสี่ยง 6 เดือน	ทีมวิจัย: เจ้าหน้าที่สาธารณสุข	ประสานทีมวิจัยเพื่อประชุมแบ่งหน้าที่ของทีมวิจัยเพื่อประเมินความรู้หลังการจัดการ และทบทวนการเก็บตัวอย่างเส้นผมจากเด็กดำเนินการหลังจากการจัดการความเสี่ยง 6 เดือน	ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ
	ทีมวิจัย	ร่วมกัน ประเมินความรู้ของผู้ปกครอง เก็บตัวอย่างเส้นผมครั้งที่ 2 เพื่อตรวจตะกั่วและสารหนู ทั้งนี้ การให้เก็บข้อมูลขึ้นกับความสมัครใจของผู้ปกครอง เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง โดยใช้สถิติ paired t–test และดำเนินการและเสนอแนะแนวทางเพื่อการส่งเสริมสุขภาพของคนในชุมชนและเด็กเล็กโดยนำ	ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ

ตารางที่ 2.2 การมีส่วนร่วมของทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม(ต่อ)

ขั้นตอน	ทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท	ระดับการมีส่วนร่วม
		ยุทธศาสตร์ยุทธศาสตร์การส่งเสริมสุขภาพตามกฎบัตรออตตาวา (WHO, 2010) มาเป็นแนวทางในการส่งเสริมสุขภาพเพื่อความยั่งยืนของการจัดการ ได้แก่ 1) การสร้างนโยบายสาธารณะ 2) การสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพ 3) การเสริมสร้างกิจกรรมชุมชนให้เข้มแข็ง 4) การพัฒนาทักษะส่วนบุคคล 5) การปรับระบบบริการสาธารณสุข	
2.5 การถอดบทเรียน	ทีมวิจัย	ประชุมถอดบทเรียนร่วมกันเสนอความคิดเห็น ประเด็น คือ 1) วัตถุประสงค์การวิจัย 2) ความคาดหวังต่อการวิจัย 3) สภาพที่เกิดขึ้นจริงเป็นอย่างไร ได้ตามที่คาดหวังหรือไม่ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น 4) ข้อดีจากการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมมีอะไรบ้าง5) สิ่งที่ต้องเพิ่มเติมปรับปรุง ปัญหาอุปสรรคในการวิจัยนี้ มีอะไรบ้าง	ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ

บทที่ 3
ผลการศึกษาและอภิปราย

การประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูในเด็กเล็กโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนใกล้ขุมเหมืองดีบุกเก่า ในภาคใต้ของประเทศใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม มาเป็นแนวทางในการดำเนินการ แบ่งขั้นตอนการวิจัยเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ 1) การประเมินความเสี่ยง และ 2) การจัดการความเสี่ยง มีผลการศึกษาและอภิปราย ดังต่อไปนี้

ข้อมูลส่วนบุคคลของเด็ก

จากการศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นเด็กเล็กแรกเกิด-6 ปี ที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุ จำนวน 119 คน พบว่าส่วนใหญ่ ร้อยละ 58.8 เป็นเพศหญิง อายุเฉลี่ย 2 ปี 9 เดือน ยังไม่เข้าเรียน ร้อยละ 59.7 และอาศัยในเขตพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองในระยะทาง 0-2 กิโลเมตร ร้อยละ 77.3 ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลส่วนบุคคลของเด็ก

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน (n =119)	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	49	41.2
หญิง	70	58.8
2. อายุ (เดือน) ค่าเฉลี่ย = 33 (SD. =11.23) ค่าสูงสุด = 75 เดือน ค่าต่ำสุด =1 เดือน		
3. การแบ่งช่วงอายุ (ปี)		
< 1	27	22.7
1-3	57	47.9
≥ 4	35	29.4
4. การเข้าโรงเรียน		
ไม่ได้เข้าเรียน	71	59.7
เข้าเรียนที่ศูนย์พัฒนาเด็กเล็ก	17	14.2
เข้าเรียนที่โรงเรียน	31	26.1
5. การอาศัยในเขตพื้นที่ขุมเหมือง		
ใกล้ขุมเหมือง (0-2 กิโลเมตร)	92	77.3
ไกลขุมเหมือง (>2 กิโลเมตร)	27	22.7

ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ปกครอง

จากการศึกษาข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ปกครอง พบว่า ส่วนใหญ่ผู้ปกครองมีอาชีพเกษตรกรรม โดยการทำสวนยางพารา ร้อยละ 69.7 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. ร้อยละ 30.3 ไม่เป็นสมาชิกกลุ่มในชุมชน ร้อยละ 87.4 และมีรายได้ไม่เพียงพอ ร้อยละ 76.5 ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ปกครอง

ข้อมูลส่วนบุคคล	จำนวน (n =119)	ร้อยละ
1. อาชีพหลักของผู้ปกครอง		
เกษตรกรรม (สวนยางพารา)	83	69.7
ค้าขาย	15	12.7
รับจ้างทั่วไป	13	10.8
ลูกจ้างชั่วคราว	5	4.3
ธุรกิจส่วนตัว	2	1.7
รับราชการ	1	0.8
2. ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง		
ประถมศึกษา	33	27.7
มัธยมศึกษาตอนต้น	29	24.5
มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช.	36	30.3
อนุปริญา/ปวส.	7	5.9
ปริญญาตรี	13	10.8
ปริญญาตรีโท	1	0.8
3. การเป็นสมาชิกกลุ่มในชุมชนของ ผู้ปกครอง		
เป็นสมาชิก	15	12.6
ไม่เป็นสมาชิก	104	87.4
4. รายได้ของครอบครัว		
เพียงพอ	28	23.5
ไม่เพียงพอ	91	76.5

การประเมินความเสี่ยงจากสิ่งแวดล้อม

1. แหล่งปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูที่เด็กสัมผัส

จากการศึกษาพบว่า แหล่งปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูที่เด็กสัมผัสทางการรับประทาน พบได้จาก น้ำดื่ม ผัก นมแม่ การเล่นดิน และฝุ่นที่พื้นในบ้าน ส่วนแหล่งปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูที่เด็กสัมผัสทางการหายใจ มาจากฝุ่นในบรรยากาศ ดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แหล่งปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูแบ่งตามเส้นทางการสัมผัสของเด็ก

รายการ	จำนวน (n=119)	ร้อยละ
ทางการรับประทาน		
1. แหล่งน้ำดื่ม		
น้ำบาดาล	1	0.8
น้ำประปาหมู่บ้าน	5	4.2
น้ำประปาภูเขา	18	15.1
น้ำบ่อตื้น	5	4.2
น้ำถัง (ขนาด 20 ลิตร)	86	72.3
น้ำฝน	4	3.4
2. การรับประทานผัก		
ผักบริเวณบ้าน	53	44.5
ผักจากตลาด	66	55.5
3. การดื่มนมแม่		
ดื่มนมแม่	13	10.9
ไม่ได้ดื่มนมแม่	106	89.1
4. การเล่นดิน		
เล่นพื้นดิน	85	71.4
ไม่เล่นดิน	34	28.6
5. ฝุ่นบริเวณพื้นบ้าน		
มีฝุ่น	95	79.8
ไม่มีฝุ่น	24	20.2
ทางการหายใจ		
6. ฝุ่นในบรรยากาศ	119	100.0

2. ความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนู

จากการศึกษาความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนูก่อนการจัดการความเสี่ยงของผู้ปกครอง พบว่า ข้อที่ตอบถูกมากที่สุด คือควรงดบริโภคพืชผักที่ปนเปื้อนตะกั่วและสารหนู ร้อยละ 80.7 ส่วนข้อที่ตอบถูกน้อยที่สุด คือ การได้รับตะกั่วต่อเนื่องทำให้เกิดมะเร็งได้ ร้อยละ 7.6 ดังตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 จำนวนและร้อยละของผู้ปกครองเด็กเล็กที่มีความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนูรายข้อ (ตอบคำถามได้ถูกต้อง)

ข้อที่	คำถาม	จำนวน	ร้อยละ
1	ตะกั่วและสารหนูเป็นโลหะพิษที่พบในพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุเนื่องจากการทำเหมืองแร่ดีบุกในอดีต	67	56.3
2	ถ้าหากแม่ได้รับตะกั่วและสารหนูสามารถทำให้ลูกที่อยู่ในท้องได้รับอันตรายไปด้วย	84	70.6
3	เด็กเล็กที่ได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เด็กมีพัฒนาการช้ากว่าเด็กปกติ	85	71.4
4	ผู้ใหญ่ได้รับตะกั่วจะไม่เป็นอันตรายเนื่องจากมีภูมิต้านทาน	48	40.4
5	การได้รับตะกั่วต่อเนื่องทำให้เกิดมะเร็งได้	9	7.6
6	การได้รับสารหนูอย่างต่อเนื่องทำให้เป็นมะเร็งที่ผิวหนังได้	46	38.7
7	เด็กเล็กมีความเสี่ยงต่อพิษของตะกั่วและสารหนูเท่ากับผู้ใหญ่	18	15.1
8	สามารถตรวจหาปริมาณตะกั่วและสารหนูในร่างกายโดยการเจาะเลือด เส้นผม	87	73.1
9	ตะกั่วและสารหนูสามารถพบได้ทั้งในน้ำ ดิน พืชผัก และในอากาศ	89	74.8
10	ตะกั่วและสารหนูสามารถได้รับผ่านการดื่มน้ำ กินพืชผักได้	87	73.1
11	ตะกั่วและสารหนูสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ดี	10	8.4
12	สามารถลดปริมาณตะกั่วและสารหนที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มโดยเครื่องกรองน้ำทั่วไป	54	45.4
13	ควรงดบริโภคพืชผักที่ปนเปื้อนตะกั่วและสารหนู	96	80.7
14	หากตะกั่วและสารหนูปนเปื้อนในดินอาจแก้ไขด้วยการปลูกพืชดูดซับ	46	38.7

เมื่อวัดระดับคะแนนเฉลี่ยของความรู้ก่อนการจัดการความเสี่ยง พบว่ามีค่าเฉลี่ย 6.99 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 3.077 ค่าสูงสุด 13 คะแนน ค่าต่ำสุด 3 คะแนน

3. ปริมาณตะกั่วในสิ่งแวดล้อม

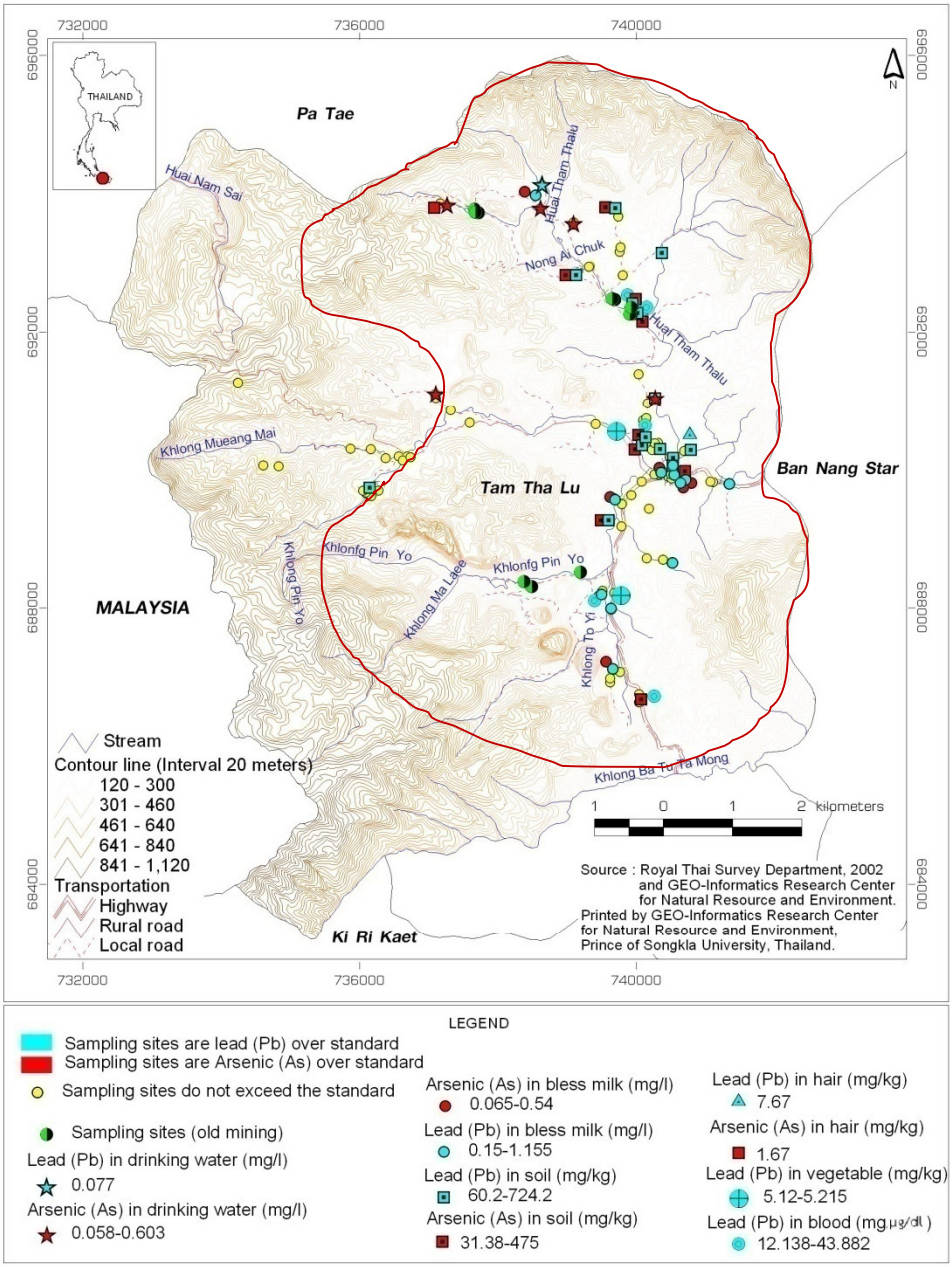
ปริมาณตะกั่วในสิ่งแวดล้อม จำแนกการเก็บตัวอย่างตามพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง และไกลขุมเหมือง โดยพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองจะอยู่ในระยะทาง 0-2 กิโลเมตรจากพื้นที่ที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองดีบุกเก่า ส่วนพื้นที่ไกลขุมเหมืองคือพื้นที่อยู่ห่างเกิน 2 กิโลเมตร ดังภาพที่ 3.1 ซึ่งจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่อาศัยอยู่ใกล้ขุมเหมืองในระยะ 2 กิโลเมตร จะพบระดับตะกั่วและสารหนูในสิ่งแวดล้อมและปริมาณที่สะสมในเด็กเล็กสูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่อยู่ห่างจากพื้นที่ขุมเหมือง จึงใช้เป็นแนวทางในการจำแนกข้อมูลครั้งนี้ โดยตะกั่วในสิ่งแวดล้อมมีค่า LOD 0.01 มก./ล. โดยแสดงค่ามัธยฐาน (median) และค่าพิสัยควอไทล์ (interquartile range) โดยใช้ค่า Q_3-Q_1 มีผลการศึกษาดังนี้

3.1 ปริมาณตะกั่วในน้ำดื่ม

ปริมาณตะกั่วในน้ำดื่ม เก็บตัวอย่างน้ำดื่มที่เด็กดื่ม จำนวนทั้งสิ้น 40 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 33 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.01 มก./ล. ค่าพิสัยควอไทล์ 0 มก./ล. อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-0.01 มก./ล. พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 7 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.01 ค่าพิสัยควอไทล์ 0 มก./ล. อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-0.01 มก./ล. ดังตารางที่ 3.5 โดยความเข้มข้นสูงสุด 0.01 มก./ล. พบในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ซึ่งค่าสูงสุดไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม ที่ต้องไม่เกิน 0.01 มก./ล. (World Health Organization, 2011) และไม่เกินกระทรวงสาธารณสุข (2524) ซึ่งกำหนดไว้ที่ 0.05 มก./ล. จากการศึกษาความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำในพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุ ในปี พ.ศ. 2545 พบว่าความเข้มข้นเฉลี่ย <0.015 มก./ล. (Wijarn, et al., 2003) จะเห็นได้ว่าความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำมีแนวโน้มลดลงจากอดีต ทั้งนี้สอดคล้องกับรายงานสถานการณ์คุณภาพน้ำบริเวณใต้โรงแต่งแร่คลิตี้ ในปี 2541 ซึ่งปริมาณตะกั่วในน้ำสูงกว่าค่ามาตรฐาน หลังจากนั้น ในปี 2542-2552 ปริมาณตะกั่วในน้ำมีแนวโน้มลดจนอยู่ในระดับปกติ แต่ระดับตะกั่วในดินตะกอนท้องน้ำยังคงมีระดับสูง มีแนวโน้มลดลงน้อย (กรมควบคุมมลพิษ, 2552) ทั้งนี้เนื่องจากตะกั่วสามารถที่จะพบได้ทั้งน้ำ ดิน และอากาศ ซึ่งทั้ง 3 แหล่งนี้มีความสัมพันธ์กันสามารถเปลี่ยนแปลงส่งผ่านสารตะกั่วซึ่งกันและกันได้ และที่สำคัญตะกั่วเป็นโลหะหนัก มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ เมื่ออยู่ในน้ำจะจมลงสู่ตะกอนท้องน้ำ จึงทำให้ระดับตะกั่วในน้ำลดลง แต่จะยังพบในตะกอนท้องน้ำได้

ตารางที่ 3.5 ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างน้ำดื่ม

พื้นที่	จำนวน (n=40)	ค่ามัธยฐาน (มก./ล.)	ค่าพิสัยควอไทล์ (มก./ล.)	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน
ใกล้ขุมเหมือง	33	0.01	0	-	0.01 มก./ล.
ไกลขุมเหมือง	7	0.01	0	-	



ภาพที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและไกลขุมเหมือง

3.2 ปริมาณตะกั่วในผัก

ปริมาณตะกั่วในผัก เก็บตัวอย่างผักที่เด็กรับประทาน จำนวนทั้งสิ้น 64 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 55 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.16 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.15 มก./กก. พบในช่วง ตรวจไม่พบ-5.22 มก./กก. พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 9 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.30 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.20 มก./กก. พบในช่วง ตรวจไม่พบ-0.65 มก./กก. ดังตารางที่ 3.6 ค่าที่เกินมาตรฐานพบในถั่วฝักยาวและผักหวาน ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.50 โดยมีค่า 5.22 มก./กก. และ 5.12 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งค่ามาตรฐานต้องไม่เกิน 1 มก./กก. (กระทรวงสาธารณสุข, 2529) จากการศึกษาในประเทศจีนพบว่าโลหะหนักมีการสะสมในผัก ซึ่งผักที่มีใบจะมีค่าสูงกว่าผักที่ไม่มีใบ (Zhuang, et al., 2011) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้พบปริมาณตะกั่วสูงในผักที่กินใบหรือกินผลผลิตจากต้น ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกัน

ตารางที่ 3.6 ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างผัก

พื้นที่	จำนวน (n=64)	ค่ามัธยฐาน (มก./กก.)	ค่าพิสัยควอไทล์ (มก./กก.)	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน
ใกล้ขุมเหมือง	55	0.16	0.15	2	1 มก./กก.
ไกลขุมเหมือง	9	0.30	0.20		

3.3 ปริมาณตะกั่วในนมแม่

ปริมาณตะกั่วในนมแม่ เก็บตัวอย่างนมแม่ที่เด็กดื่ม จำนวนทั้งสิ้น 13 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 12 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.34 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.37 มก./กก. อยู่ในช่วง 0.05-1.16 มก./กก. พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 1 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.43 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0 มก./กก. ดังตารางที่ 3.7 ค่าสูงสุด 1.16 มก./กก. อยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง โดยทุกตัวอย่างที่ตรวจมีค่าเกินระดับพื้นฐานนมแม่ ที่อยู่ในช่วง 0.002-0.005 มก./กก. (World Health Organization, 1989) จะเห็นได้ว่าองค์การอนามัยโลก ยอมให้มีตะกั่วในนมแม่ได้น้อยมาก เนื่องจากตะกั่วในนมแม่ส่งผลโดยตรงต่อเด็กทารก เนื่องจากตะกั่วสามารถผ่านเข้าสู่สมองของเด็กได้เนื่องจาก blood brain barrier ซึ่งเป็นเซลล์ผนังหลอดเลือดที่กั้นไม่ให้สารบางอย่างในเลือดผ่านเข้าไปยังในสมองได้ ยังพัฒนาได้ไม่เต็มที่ (WHO, 2010) และอัตราการรับตะกั่วของเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ ร่างกายของเด็กอยู่ในช่วงเจริญเติบโต ภูมิคุ้มกันต่าง ๆ ยังไม่สมบูรณ์เท่าผู้ใหญ่ (Tong, et al., 2000) จากการศึกษาที่ผ่านมาพบปริมาณตะกั่วในนมแม่ <0.001-0.1 มก./กก. (CDC, 2010) ซึ่งต่ำกว่าการศึกษาครั้งนี้มาก ซึ่งการตรวจพบปริมาณตะกั่วในนมแม่สูงกว่ามาตรฐานในครั้งนี้ จะส่งผลต่อสุขภาพของเด็กได้ และ แสดงว่าระดับตะกั่วในเลือดของแม่ต้องสูงด้วย จึงควรต้องมีการจัดการต่อไป

ตารางที่ 3.7 ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างนมแม่

พื้นที่	จำนวน (n=13)	ค่ามัธยฐาน (มก./กก.)	ค่าพิสัยควอไทล์ (มก./กก.)	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน
ใกล้ขุมเหมือง	12	0.34	0.37	12	0.002-0.005 มก./กก.
ไกลขุมเหมือง	1	0.43	0	1	

3.4 ปริมาณตะกั่วในดิน

ปริมาณตะกั่วในดิน เก็บตัวอย่างดินบริเวณที่เด็กเล่น จำนวนทั้งสิ้น 71 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 54 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 14.85 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 31.94 มก./กก. อยู่ในช่วง 2.33-724.20 มก./กก. พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 17 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 11.17 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 39.34 มก./กก. อยู่ในช่วง 4.81-81.96 มก./กก. ดังตารางที่ 3.8 ค่าสูงสุด 724.20 มก./กก. พบในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองซึ่งเกินกว่าค่าระดับพื้นฐานตะกั่วในดินของประเทศไทย ที่ต้องไม่เกิน 55 มก./กก. (Zarcinas, et. al., 2004) และพบว่าในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองมีตัวอย่างที่เกินกว่าค่าระดับพื้นฐานตะกั่วในดินของประเทศไทย จำนวน 13 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 24.07 อย่างไรก็ตามจากการศึกษาบริเวณห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี พบค่าตะกั่วในดินสูงสุด 124,500 มก./กก. (Pusapukdepob, et al., 2007) สูงกว่าค่าระดับพื้นฐาน 226 เท่า ซึ่งสูงกว่าค่าที่ศึกษาได้ในครั้งนี้ การศึกษาตะกั่วในพื้นที่เหมืองในประเทศจีนพบว่ามีปริมาณตะกั่วในดินของประเทศไทย เฉลี่ย 120 มก./กก. (Li-Mei, et al., 2015) ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยและค่าระดับพื้นฐานของไทย ทั้งนี้การที่พบตะกั่วในดินสูงจึงเป็นเรื่องปกติที่มีโอกาสพบได้ เนื่องจากตะกั่วเป็นแร่ที่อยู่ในดิน พบในปริมาณมากน้อยแตกต่างกัน (กรมทรัพยากรธรณี, 2547) ตะกั่วและสารหนูเป็นแร่ที่พบอยู่ร่วมกับดีบุก ในอดีตถ้ำทะลุเคยเป็นเหมืองแร่ดีบุกจึงสามารถพบตะกั่วในพื้นที่ได้ ทั้งนี้ตะกั่วในดิน สามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ และสะสมในมนุษย์ได้ เนื่องจากตะกั่วในดิน ถ้าหากมีการเพาะปลูกในพื้นที่ ที่มีตะกั่วปนเปื้อน พืชสามารถดูซึมตะกั่วสู่ลำต้น ใบ และผล เมื่อมีคนบริโภคพืชที่ปลูก ตะกั่วก็จะสะสมในร่างกายได้ เมื่อเกิดฝนตกสามารถชะล้างตะกั่วลงสู่แหล่งน้ำ เช่น ลำธาร ทำเกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ ตะกั่วเป็นโลหะหนักสามารถจมลงสู่ท้องน้ำ เมื่อมีสัตว์หน้าดินมากินหรือฝังตัวอยู่ในตะกอนท้องน้ำ ทำให้ตะกั่วสามารถสะสมอยู่ในสัตว์น้ำนั้นได้ และเมื่อมีคนบริโภคน้ำ และสัตว์น้ำ ตะกั่วก็จะสะสมในร่างกายได้ ตะกั่วในดินที่แห้งสามารถฟุ้งกระจายในบรรยากาศ ถ้ามีคนอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีตะกั่ว ก็จะหายใจเอาตะกั่วเข้าไปในร่างกาย และส่งผลต่อสุขภาพได้ ดังนั้นตะกั่วในดินสามารถส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ และส่งผลกระทบต่อมนุษย์ได้

ตารางที่ 3.8 ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างดิน

พื้นที่	จำนวน (n=71)	ค่ามัธยฐาน (มก./กก.)	ค่าพิสัยควอไทล์ (มก./กก.)	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่าระดับพื้นฐาน
ใกล้ขุมเหมือง	54	14.85	31.94	13	55 มก./กก.
ไกลขุมเหมือง	17	11.17	39.34	2	

3.5 ปริมาณตะกั่วในฝุ่นที่พื้นในบ้าน

ปริมาณตะกั่วในฝุ่นที่พื้นในบ้าน เก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณพื้นบ้าน จำนวนทั้งสิ้น 42 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 26 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.07 มคก./ฟุต^2 ค่าพิสัยควอไทล์ 0.17 มคก./ฟุต^2 อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-1.42 มคก./ฟุต^2 พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 16 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.08 มคก./ฟุต^2 ค่าพิสัยควอไทล์ 0.18 มคก./ฟุต^2 อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-0.42 มคก./ฟุต^2 ดังตารางที่ 3.9 ค่าสูงสุด 1.42 มคก./ฟุต^2 พบในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ซึ่งไม่มีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐาน โดยค่ามาตรฐานต้องไม่เกิน 40 มคก./ฟุต^2 (CDC, 2012) ระดับตะกั่วในฝุ่นที่พื้นในบ้านค่อนข้างต่ำมากเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐาน ซึ่งเป็นผลดีต่อเด็กเล็กเนื่องจากเด็กมีนิสัยชอบหยิบของเข้าปาก (Tong, et al., 2000) ถ้าหากมีระดับตะกั่วในฝุ่นที่พื้นต่ำ เมื่อมีสิ่งของตกบนพื้นในบ้านแล้วเด็กนำเข้าปาก ก็จะทำให้ได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายน้อยลง

ตารางที่ 3.9 ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างฝุ่นที่พื้นในบ้าน

พื้นที่	จำนวน (n=42)	ค่ามัธยฐาน (มคก./ฟุต^2)	ค่าพิสัยควอไทล์ (มคก./ฟุต^2)	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน
ใกล้ขุมเหมือง	26	0.07	0.17	-	40 มคก./ฟุต^2
ไกลขุมเหมือง	16	0.08	0.18	-	

3.6 ปริมาณตะกั่วในอากาศ

ปริมาณตะกั่วในบรรยากาศ เก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณที่เด็กเล่นซึ่งเป็นบริเวณโรงถลุงแร่เก่า (ใกล้ขุมเหมือง) และบริเวณโรงเรียน (ไกลขุมเหมือง) จำนวน 2 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 1 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 24.07 มคก./ม.^{3} พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 1 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.95 มคก./ม.^{3} ดังตารางที่ 3.10 โดยค่าสูงสุด 24.07 มคก./ม.^{3} อยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ซึ่งไม่มีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐาน โดยค่ามาตรฐานต้องไม่เกิน 50 มคก./ม.^{3} (CDC, 2012) ซึ่งบริเวณโรงถลุงแร่เก่า เป็นบริเวณที่เด็กเล็กอาศัยและจะมาเล่นบริเวณดังกล่าว ส่วนโรงเรียนอยู่ในพื้นที่ไกลขุมเหมือง เป็นบริเวณที่เด็กเรียนและเล่นเป็นประจำ ซึ่งทั้งสองพื้นที่มีระดับตะกั่วในอากาศอยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 3.10 ปริมาณตะกั่วในตัวอย่างอากาศ

พื้นที่	จำนวน (n=2)	ค่ามัธยฐาน (มคก./ม.^{3})	ค่าพิสัยควอไทล์ (มคก./ม.^{3})	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน
ใกล้ขุมเหมือง	1	24.07	0	-	50 มคก./ม.^{3}
ไกลขุมเหมือง	1	0.95	0	-	

4. ปริมาณสารหนูในสิ่งแวดล้อม

ปริมาณสารในหนูสิ่งแวดล้อม จำแนกตามพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและไกลขุมเหมือง โดยมีค่า LOD 0.02 มก./ล. โดยแสดงค่ามัธยฐาน (median) และค่าพิสัยควอไทล์ (interquartile range) โดยใช้ค่า Q_3-Q_1 มีผลการศึกษาดังนี้

4.1 ปริมาณสารหนูในน้ำดื่ม

ปริมาณสารหนูในน้ำดื่ม เก็บตัวอย่างน้ำดื่มที่เด็กดื่ม จำนวนทั้งสิ้น 40 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 33 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.01 มก./ล. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.01 มก./ล. อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-0.60 มก./ล. พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 7 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.02 มก./ล. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.02 มก./ล. อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-0.06 มก./ล. ดังตารางที่ 3.11 ค่าสูงสุด 0.60 มก./ล. อยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ซึ่งเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม ที่ต้องไม่เกิน 0.01 มก./ล. (World Health Organization, 2011) และเกินมาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข (2524) ซึ่งกำหนดไว้ที่ 0.05 มก./ล. และในการศึกษาครั้งนี้ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง พบตัวอย่างน้ำดื่มที่เกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก จำนวน 6 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 17.65 ซึ่งการศึกษาระดับสารหนูในพื้นที่ตำบลร่อนพิบูลย์ พบสารหนูในน้ำบ่อตื้นอยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ - 3.34 มก./ล. และในหลายประเทศทั่วโลกพบสารหนูปนเปื้อนในน้ำใต้ดินสูงกว่า 1 มก./ล. เช่น ไต้หวัน อินเดีย บังกลาเทศ ชิลี ทางเหนือของเม็กซิโก อาร์เจนตินา จีน สหรัฐอเมริกา ฟินแลนด์ เป็นต้น (World Health Organization, 2001) ซึ่งสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุเป็นขุมเหมืองดีบุกเก่า จึงมีโอกาสที่จะพบสารหนูละลายอยู่ในน้ำ และการดื่มน้ำที่มีสารหนูปนเปื้อนก็ส่งผลต่อสุขภาพได้

ตารางที่ 3.11 ปริมาณสารหนูในตัวอย่างน้ำดื่ม

พื้นที่	จำนวน (n=40)	ค่ามัธยฐาน (มก./กก.)	ค่าพิสัยควอไทล์ (มก./กก.)	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน
ใกล้ขุมเหมือง	33	0.01	0.01	6	0.01 มก./ล.
ไกลขุมเหมือง	7	0.02	0.02	-	

4.2 ปริมาณสารหนูในผัก

ปริมาณสารหนูในผัก เก็บตัวอย่างผักที่เด็กรับประทาน จำนวนทั้งสิ้น 64 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 55 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.06 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.08 มก./กก. อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-0.65 มก./กก. พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 9 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.05 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.19 มก./กก. อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-0.07 มก./กก. ดังตารางที่ 3.12 โดยค่าสูงสุดพบในชะอม 0.65 มก./กก. ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ซึ่งไม่เกินกว่าค่ามาตรฐาน ที่ต้องไม่เกิน 2 มก./กก. (กระทรวงสาธารณสุข, 2529) ซึ่งผลการศึกษาปริมาณสารหนูในผักบริเวณขุมเหมืองเก่าตำบลถ้ำทะลุ ในปี พ.ศ.2542 พบว่าอยู่ในระดับไม่เกินมาตรฐานเช่นเดียวกัน กิตติยา รักษ์วงศ์, 2542 เนื่องจากเมื่อระยะเวลาผ่านไปปริมาณสารหนูลดปริมาณลง จากการศึกษาปริมาณสารหนูในผักบริเวณใกล้ขุมเหมืองในสหรัฐอเมริกา พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 1.56-12.40 มก./กก. ซึ่งสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้

ตารางที่ 3.12 ปริมาณสารหนูในตัวอย่างผัก

พื้นที่	จำนวน (n=64)	ค่ามัธยฐาน (มก./กก.)	ค่าพิสัยควอไทล์ (มก./กก.)	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน
ใกล้ขุมเหมือง	55	0.06	0.08	-	2 มก./กก.
ไกลขุมเหมือง	9	0.05	0.19	-	

4.3 ปริมาณสารหนูในนมแม่

ปริมาณสารหนูในนมแม่ เก็บตัวอย่างนมแม่ที่เด็กดื่ม จำนวนทั้งสิ้น 13 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 12 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.07 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.08 มก./กก. อยู่ในช่วง 0.01-0.54 มก./กก. พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 1 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.03 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0 มก./กก. ดังตารางที่ 3.13 ค่าสูงสุด 0.54 มก./กก. อยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง โดยทุกตัวอย่างที่ตรวจมีค่าเกินระดับพื้นฐานสารหนูในนมแม่ ที่อยู่ในช่วง 0.0002- 0.0006 มก./กก. (World Health Organization, 1989) เช่นเดียวกับตะกั่วในนมแม่

ตารางที่ 3.13 ปริมาณสารหนูในตัวอย่างนมแม่

พื้นที่	จำนวน (n=13)	ค่ามัธยฐาน (มก./กก.)	ค่าพิสัยควอไทล์ (มก./กก.)	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่าระดับพื้นฐาน
ใกล้ขุมเหมือง	12	0.07	0.08	12	0.0002- 0.0006
ไกลขุมเหมือง	1	0.03	0	1	มก./กก.

4.4 ปริมาณสารหนูในดิน

ปริมาณสารหนูในดิน เก็บตัวอย่างดินบริเวณที่เด็กเล่น จำนวนทั้งสิ้น 71 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 54 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 9.22 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 15.02 มก./กก. อยู่ในช่วง 0.22-475.00 มก./กก. พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 17 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 9.64 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 7.13 มก./กก. อยู่ในช่วง 3.67-14.89 ดังตารางที่ 3.14 โดยค่าสูงสุด 475.00 มก./กก.อยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ซึ่งเกินกว่าค่าระดับพื้นฐานสารหนูในพื้นดินของประเทศไทย ที่ต้องไม่เกิน 30 มก./กก. (Zarcinas, et. al., 2004) และพบว่าในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง มีตัวอย่างที่เกินค่าระดับพื้นฐานสารหนู ในดิน จำนวน 10 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 18.52 จากการศึกษาในอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช พบสารหนูอยู่ในช่วง 7.51-510.93 มก./กก. (กิตติยา รักษ์วงษ์, 2542) ค่าสูงสุดสูงเกินค่ามาตรฐาน ระหว่าง 131-240 เท่า ซึ่งสูงกว่าค่าที่ศึกษาได้ในครั้งนี้ การศึกษาสารหนูในพื้นที่เหมืองในประเทศจีนพบว่ามีปริมาณสารหนูในดิน เฉลี่ย 35.4 มก./กก. (Li-Mei, et al., 2015) และสารหนูในดินในประเทศจีน มีค่าสูงสุด 935 มก./กก. (Liu, et al., 2010) ซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยและค่าสูงสุดในการศึกษาครั้งนี้ สารหนูเป็นแร่ที่พบอยู่ร่วมกับดีบุก สารหนูในดินสามารถทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ และสะสมในมนุษย์ได้ ถ้าหากมีการเพาะปลูกในพื้นที่ ที่มีสารหนูปนเปื้อน พืชสามารถดูซึมสารหนูสู่ลำต้น ใบ และผล เมื่อมีคนบริโภคพืชที่ปลูก สารหนูก็จะสะสมในร่างกายได้ เมื่อเกิดฝนตกสามารถชะล้างสารหนูลงสู่แหล่งน้ำ ทำเกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ สารหนูเป็นโลหะหนักสามารถจมลงสู่ท้องน้ำ เมื่อมีสัตว์หน้าดินมากินหรือฝังตัวอยู่ในตะกอนท้องน้ำ ทำให้สารหนูสามารถสะสมอยู่ในสัตว์น้ำนั้นได้ และเมื่อมีคนบริโภคน้ำ และสัตว์น้ำ สารหนูก็จะสะสมในร่างกายได้ สารหนูในดินที่แห้งสามารถฟุ้งกระจายในบรรยากาศ ถ้ามีคนอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีสารหนู ก็จะหายใจเอาสารหนูเข้าไปในร่างกายเช่นเดียวกับตะกั่ว

ตารางที่ 3.14 ปริมาณสารหนูในตัวอย่างดิน

พื้นที่	จำนวน (n=71)	ค่ามัธยฐาน (มก./กก.)	ค่าพิสัยควอไทล์ (มก./กก.)	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่าระดับพื้นฐาน
ใกล้ขุมเหมือง	54	9.22	15.02	10	30 มก./กก.
ไกลขุมเหมือง	17	9.64	7.13	-	

4.5 ปริมาณสารหนูในฝุ่นที่พื้นในบ้าน

ปริมาณสารหนูในฝุ่นที่พื้นในบ้าน เก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณพื้นบ้าน จำนวนทั้งสิ้น 42 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 26 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.15 มคก./ฟุต^2 ค่าพิสัยควอไทล์ 0.20 มคก./ฟุต^2 อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-0.85 มคก./ฟุต^2 พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 16 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.30 มคก./ฟุต^2 ค่าพิสัยควอไทล์ 0.20 มคก./ฟุต^2 อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-0.64 มคก./ฟุต^2 ดังตารางที่ 3.15 ค่าสูงสุด 0.85 มคก./ฟุต^2 อยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ซึ่งไม่มีค่ามาตรฐานสารหนูในฝุ่นบริเวณพื้นในบ้าน อย่างไรก็ตามในกรณีของน้ำดื่มพบว่าค่ามาตรฐานของตะกั่วและสารหนูมีค่าเท่ากัน ดังนั้นถ้าหากเทียบเคียงค่ามาตรฐานของสารหนูในฝุ่นที่พื้นในบ้าน ซึ่งค่ามาตรฐานต้องไม่เกิน 40 มคก./ฟุต^2 สารหนูในฝุ่นที่พื้น ในบ้านก็ไม่มีตัวอย่างใดเกินค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 3.15 ปริมาณสารหนูในตัวอย่างฝุ่นที่พื้นในบ้าน

พื้นที่	จำนวน (n=42)	ค่ามัธยฐาน (มคก./ฟุต^2)	ค่าพิสัยควอไทล์ (มคก./ฟุต^2)
ใกล้ขุมเหมือง	26	0.15	0.20
ไกลขุมเหมือง	16	0.30	0.20

4.6 ปริมาณสารหนูในบรรยากาศ

ปริมาณสารหนูในบรรยากาศ เก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณที่เด็กเล่นซึ่งเป็นบริเวณโรงถลุงแร่ (พื้นที่ใกล้ขุมเหมือง) และบริเวณโรงเรียน (พื้นที่ไกลขุมเหมือง) จำนวน 2 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 1 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 1.28 มคก./ม.^{3} พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 1 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.00 มคก./ม.^{3} ดังตารางที่ 3.16 ซึ่งไม่มีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐาน โดยค่ามาตรฐานต้องไม่เกิน 10 มคก./ม.^{3} (OSHA, 2012) จะเห็นได้ว่าปริมาณสารหนูในบรรยากาศ ยังคงต่ำกว่าค่ามาตรฐาน

ตารางที่ 3.16 ปริมาณสารหนูในตัวอย่างอากาศ

พื้นที่	จำนวน (n=2)	ค่ามัธยฐาน (มคก./ม.^{3})	ค่าพิสัยควอไทล์ (มคก./ม.^{3})	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน
ใกล้ขุมเหมือง	1	1.28	0	-	10 มคก./ม.^{3}
ไกลขุมเหมือง	1	0.00	0	-	

อย่างไรก็ตาม ปริมาณตะกั่วและสารหนูที่ตรวจวิเคราะห์เป็นปริมาณตะกั่วและสารหนูรวม ซึ่งไม่ใช่ค่าโดยตรงที่จะส่งผลโดยตรงต่อการดูดซึมโลหะหนักจากสิ่งแวดล้อมสู่ร่างกาย การศึกษาครั้งนี้ จึงมีการตรวจเลือดและเส้นผมเพื่อยืนยันการสัมผัสในเด็กเล็กด้วย

5. การประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการรับประทาน

5.1 พื้นที่ใกล้ขุมเหมือง

การประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วทางการรับประทานในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ประเมินจากน้ำดื่ม ผัก นมแม่ และดินที่เด็กเล่น จากการประเมินพบว่า ค่า HI มีค่า 0.15 ซึ่งน้อยกว่า 1 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง (Kaewrueng, et al., 2014) จากการได้รับตะกั่วทางการรับประทาน ดังตารางที่ 3.17 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตะกั่วทางการรับประทานในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองไม่มีความเสี่ยงต่อเด็กเล็ก

การประเมินดัชนีอันตรายจากสารหนูทางการรับประทาน จากน้ำดื่ม ผัก นมแม่ และดินที่เด็กเล่น จากการประเมินพบว่า ค่า HI มีค่า 0.46 ซึ่งน้อยกว่า 1 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง (Kaewrueng, et al., 2014) จากการได้รับสารหนูทางการรับประทาน ดังตารางที่ 3.17 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารหนูทางการรับประทานในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองไม่มีความเสี่ยงต่อเด็กเล็ก

ตารางที่ 3.17 ผลการประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการรับประทาน ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง

เส้นทางการสัมผัส	**แหล่งปนเปื้อน**	**Median (มก./กก.)**	**ADD (มก./กก./ว.)**	**HQ**
ตะกั่วทางการรับประทาน	น้ำดื่ม	0.01*	1.13×10^{-4}	0.02
	ผัก	0.16	4.28×10^{-4}	0.06
	นมแม่	0.34*	4.85×10^{-4}	0.07
	ดิน	14.85	3.68×10^{-7}	0.00
HI				**0.15**
สารหนูทางรับประทาน	น้ำดื่ม	0.01*	1.13×10^{-4}	0.14
	ผัก	0.06	1.61×10^{-4}	0.2
	นมแม่	0.07*	9.99×10^{-5}	0.12
	ดิน	9.23	2.28×10^{-6}	0.00
HI				**0.46**

***** หน่วยเป็น มก/ล.

จากผลการประเมินความเสี่ยงในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการรับประทาน ถ้าหากแยกประเมินการรับประทานตะกั่วจะไม่มีความเสี่ยง แต่สารหนูมีความเสี่ยง อย่างไรก็ตามในการสัมผัสสิ่งแวดล้อม ย่อมได้รับทั้งตะกั่วและสารหนูเข้าไปพร้อมกัน ดังนั้นภาพรวมของดัชนีอันตรายของตะกั่วและสารหนูทางการรับประทาน เมื่อนำค่าดัชนีอันตรายมารวมกัน โดยนำค่า 0.15+0.46 จะได้ค่า HI เท่ากับ 0.61 ซึ่งไม่เกิน 1 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง ดังนั้นภาพรวมดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการรับประทานในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองคือไม่มีความเสี่ยง

5.2 พื้นที่ไกลขุมเหมือง

การประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วทางการรับประทานในพื้นที่ไกลขุมเหมือง ประเมินจากน้ำดื่ม ผัก นมแม่ และดินที่เด็กเล่น จากการประเมินพบว่า ค่า HI มีค่า 0.22 ซึ่งน้อยกว่า 1 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง (Kaewrueng, et al., 2014) จากการได้รับตะกั่วทางการรับประทาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าตะกั่วทางการรับประทานในพื้นที่ไกลขุมเหมืองไม่มีความเสี่ยงต่อเด็กเล็ก

การประเมินดัชนีอันตรายจากสารหนูทางการรับประทาน จากน้ำดื่ม ผัก นมแม่ และดินที่เด็กเล่น จากการประเมินพบว่า ค่า HI มีค่า 0.50 ซึ่งน้อยกว่า 1 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง (Kaewrueng, et al., 2014) จากการได้รับสารหนูทางการรับประทาน ดังตารางที่ 3.18 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสารหนูทางการรับประทานในพื้นที่ไกลขุมเหมืองไม่มีความเสี่ยงต่อเด็กเล็ก

ตารางที่ 3.18 ผลการประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการรับประทาน ในพื้นที่ไกลขุมเหมือง

เส้นทางการสัมผัส	**แหล่งปนเปื้อน**	**Median (มก./กก.)**	**ADD (มก./กก./ว.)**	**HQ**
ตะกั่วทางการรับประทาน	น้ำดื่ม	0.01*	1.13×10^{-4}	0.02
	ผัก	0.30	8.03×10^{-4}	0.11
	นมแม่	0.43*	6.09×10^{-4}	0.09
	ดิน	11.17	2.76×10^{-6}	0.00
HI				**0.22**
สารหนูทางการรับประทาน	น้ำดื่ม	0.02*	2.26×10^{-4}	0.28
	ผัก	0.05	1.34×10^{-4}	0.17
	นมแม่	0.03*	4.30×10^{-5}	0.05
	ดิน	9.64	2.38×10^{-6}	0.00
HI				**0.50**

***** หน่วยเป็น มก/ล.

จากผลการประเมินความเสี่ยงในพื้นที่ไกลขุมเหมือง ดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการรับประทาน เมื่อแยกประเมินการรับประทานทั้งตะกั่วและสารหนูไม่มีความเสี่ยง อย่างไรก็ตามในการสัมผัสสิ่งแวดล้อม ย่อมได้รับทั้งตะกั่วและสารหนูเข้าไปพร้อมกัน ดังนั้นภาพรวมของดัชนีอันตรายของตะกั่วและสารหนูทางการรับประทาน เมื่อนำค่าดัชนีอันตรายมารวมกัน โดยนำค่า 0.22+0.50 จะได้ค่า HI เท่ากับ 0.72 ซึ่งไม่เกิน 1 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง ดังนั้นภาพรวมดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการรับประทานในพื้นที่ไกลขุมเหมืองคือไม่มีความเสี่ยง

6. การประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการหายใจ

6.1 พื้นที่ใกล้ขุมเหมือง

การประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วทางการหายใจ พบว่า ค่า HQ มีค่า 2.55 ซึ่งมากกว่า 1 แสดงว่ามีความเสี่ยง (Kaewrueng, et al., 2014) จากการได้รับตะกั่วทางการหายใจในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ทั้งนี้บริเวณที่เก็บตัวอย่างตะกั่วทางการหายใจคือบริเวณโรงถลุงแร่เก่าซึ่งเป็นบริเวณที่มีเด็กเล็กมาวิ่งเล่นและอาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งความเสี่ยงจากพื้นที่นี้ควรได้รับการจัดการ

การประเมินดัชนีอันตรายจากสารหนูทางการหายใจ พบว่า ค่า HQ มีค่า 13.51 ซึ่งมากกว่า 1 แสดงว่ามีความเสี่ยง (Kaewrueng, et al., 2014) จากการได้รับสารหนูทางการหายใจในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง

จากผลการประเมินความเสี่ยงในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการหายใจ ซึ่งทั้งตะกั่วและสารหนูมีความเสี่ยง และเมื่อรวมความเสี่ยงเนื่องจากในการหายใจได้รับทั้งตะกั่วและสารหนูเข้าไปพร้อมกัน ดังนั้นภาพรวมของดัชนีอันตรายของตะกั่วและสารหนูทางการหายใจ เมื่อนำค่าดัชนีอันตรายมารวมกัน โดยนำค่า 2.55+13.51 จะได้ HI เท่ากับ 16.06 ซึ่งเกิน 1 แสดงว่ามีความเสี่ยง ดังตารางที่ 3.19 ดังนั้นภาพรวมดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการหายใจในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองคือมีความเสี่ยง เด็กเล็กและในประชาชนที่อาศัยในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองจึงต้องป้องกันตนเองโดยลดความเสี่ยงจากสิ่งแวดล้อมที่สัมผัสทางการหายใจ

6.2 พื้นที่ไกลขุมเหมือง

การประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วทางการหายใจ พบว่า ค่า HQ มีค่า 0.10 ซึ่งน้อยกว่า 1 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง (Kaewrueng, et al., 2014) จากการได้รับตะกั่วทางการหายใจในพื้นที่ไกลขุมเหมือง

การประเมินดัชนีอันตรายจากสารหนูทางการหายใจ พบว่า ค่า HQ มีค่า 0.11 ซึ่งน้อยกว่า 1 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง (Kaewrueng, et al., 2014) จากการได้รับสารหนูทางการหายใจในพื้นที่ไกลขุมเหมือง

จากผลการประเมินความเสี่ยงในพื้นที่ไกลขุมเหมือง ดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการหายใจ ซึ่งทั้งตะกั่วและสารหนูไม่มีความเสี่ยง และเมื่อรวมความเสี่ยง เนื่องจากในการหายใจได้รับทั้งตะกั่วและสารหนูเข้าไปพร้อมกัน ดังนั้นภาพรวมของดัชนีอันตรายของตะกั่วและสารหนูทางการหายใจ เมื่อนำค่าดัชนีอันตรายมารวมกัน โดยนำค่า 0.10+0.11 จะได้ค่า HI เท่ากับ 0.21 ซึ่งไม่เกิน 1 แสดงว่าไม่มีความเสี่ยง ดังตารางที่ 3.19 ดังนั้นภาพรวมดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการหายใจในพื้นที่ไกลขุมเหมืองคือไม่มีความเสี่ยง

ตารางที่ 3.19 ผลการประเมินดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการหายใจในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและพื้นที่ไกลขุมเหมือง

เส้นทางการสัมผัส	แหล่งปนเปื้อน	Median (มคก./ม.^{3})	ADD (มคก./ม.^{3})	HQ
พื้นที่ใกล้ขุมเหมือง				
ตะกั่ว	ฝุ่นในบรรยากาศ	24.07±0	3.82 x10^{-3}	2.55
สารหนู		1.28±0	2.03 x10^{-4}	13.51
HI				**16.06**
พื้นที่ไกลขุมเหมือง				
ตะกั่ว	ฝุ่นในบรรยากาศ	0.95	1.51 x10-3	0.10
สารหนู		0.01±0.88	1.59 x10-6	0.11
HI				**0.21**

ดังนั้นในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ไม่มีความเสี่ยงในรูปดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทั้งทางการรับประทาน แต่มีความเสี่ยงทางการหายใจ ส่วนพื้นที่ไกลขุมเหมืองไม่มีความเสี่ยง ทั้งนี้พื้นที่ใกล้ขุมเหมืองเป็นพื้นที่ที่อยู่ใกล้ขุมเหมืองดีบุกเก่า จึงพบปริมาณตะกั่วและสารหนูสูงกว่าในพื้นที่ไกลขุมเหมืองเป็นส่วนใหญ่ในสิ่งแวดล้อมที่ตรวจ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wijarn, et al. (2003) ซึ่งพื้นที่ที่อยู่ใกล้การทำเหมืองจะมีความใกล้ขุมเหมืองกว่าพื้นที่ที่อยู่ไกลจากพื้นที่เหมือง ดังนั้นในการจัดการสิ่งแวดล้อม ควรคำนึงถึงพื้นที่ที่เด็กเล็กอาศัยอยู่ด้วย ถ้าหากสิ่งแวดล้อมปนเปื้อนใกล้เคียงกัน และมีงบประมาณจำกัด เด็กเล็กที่อาศัยในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองควรได้รับการจัดการความเสี่ยงเพื่อลดการสัมผัสก่อนเด็กเล็กที่อยู่ในพื้นที่ไกลขุมเหมือง

7. ความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งจากสารหนู

7.1 พื้นที่ใกล้ขุมเหมือง

ผลการประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งจากสารหนูทางการรับประทานผ่านน้ำดื่ม ผัก นมแม่ และดินที่เด็กเล่น จากการประเมินพบว่าค่าความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง 5.65 x10^{-4} เป็นความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งที่ยอมรับไม่ได้ เนื่องจากมีค่ามากกว่า 10 $^{-4}$ (EPA, 2015) ดังนั้นเด็กเล็กและประชาชนในชุมชนในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองจึงมีความเสี่ยงจากมะเร็งจากการรับประทาน ควรต้องมีการจัดการสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อลดการสัมผัส และเมื่อพิจารณาในแต่ละสิ่งแวดล้อม จะเห็นได้ว่าการรับประทานผักใกล้ขุมเหมืองมีความเสี่ยงกว่าสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

ผลการประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งจากสารหนูทางการหายใจ ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง พบว่า ค่าความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง 8.71 x10^{-9} ซึ่งน้อยมากกว่า 10 $^{-6}$ เป็นความเสี่ยงที่ไม่มีนัยสำคัญ (EPA, 2015) ดังตารางที่ 3.20

7.2 พื้นที่ไกลขุมเหมือง

ผลการประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งจากสารหนูทางการรับประทานผ่านน้ำดื่ม ผัก นมแม่ และดินที่เด็กเล่น จากการประเมินพบว่าในพื้นที่ไกลขุมเหมือง ค่าความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง 6.01 $x10^{-4}$ เป็นความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งที่ยอมรับไม่ได้ เนื่องจากมีค่ามากกว่า 10^{-4} (EPA, 2015) ดังนั้นเด็กเล็กและประชาชนในชุมชนในพื้นที่ไกลขุมเหมืองจึงมีความเสี่ยงจากมะเร็งจากการรับประทาน ควรต้องมีการจัดการสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เพื่อลดการสัมผัส และเมื่อพิจารณาในแต่ละสิ่งแวดล้อม จะเห็นได้ว่าการดื่มน้ำดื่มมีความใกล้ขุมเหมืองกว่าสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

ผลการประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งจากสารหนูทางการหายใจพบว่า ค่าความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง 6.80 $x10^{-11}$ ซึ่งน้อยมากกว่า 10^{-6} เป็นความเสี่ยงที่ไม่มีนัยสำคัญ (EPA, 2015) ดังตารางที่ 3.20

ตารางที่ 3.20 ผลการประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งจากสารหนูทางการรับประทานและการหายใจในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและไกลขุมเหมือง

แหล่งปนเปื้อน	**แหล่งปนเปื้อน**	**Median (มก./กก.)**	**LADD (มก./กก./ว.)**	**ความเสี่ยงจากมะเร็ง**
พื้นที่ใกล้ขุมเหมือง				
สารหนูทางการรับประทาน	น้ำดื่ม	0.01*	$1.03 x10^{-4}$	$1.70 x10^{-4}$
	ผัก	0.06	$1.61 x10^{-4}$	$2.42 x10^{-4}$
	นมแม่	0.07*	$9.99 x10^{-5}$	$1.50 x10^{-4}$
	ดิน	9.23	$2.28 x10^{-6}$	$3.42 x10^{-5}$
ความเสี่ยงรวมจากมะเร็งทางการรับประทาน				$5.65 x10^{-4}$
สารหนูทางการหายใจ	ฝุ่นในบรรยากาศ	1.28**	$2.03 x10^{-4}$	$8.71 x10^{-9}$
พื้นที่ไกลขุมเหมือง				
สารหนูทางการรับประทาน	น้ำดื่ม	0.02*	$2.26x10^{-4}$	$3.39 x10^{-4}$
	ผัก	0.05	$1.34 x10^{-4}$	$2.01 x10^{-4}$
	นมแม่	0.03*	$4.30 x10^{-5}$	$6.45 x10^{-5}$
	ดิน	9.64	$2.38 x10^{-6}$	$3.57 x10^{-6}$
ความเสี่ยงรวมจากมะเร็งทางการรับประทาน				$6.01 x10^{-4}$
สารหนูทางการหายใจ	ฝุ่นในบรรยากาศ	0.65**	$1.59 x10^{-6}$	$6.80 x10^{-11}$

***** หน่วยเป็น มก/ล.

****** หน่วยเป็น มคก./ม.^{3}

ดังนั้นในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและไกลขุมเหมือง มีความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งจากสารหนูผ่านการรับประทาน ส่วนการหายใจไม่มีความเสี่ยง สอดคล้องกับการศึกษาของ Eleonora, et al. (2001) ซึ่งความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งทางการหายใจใน scenario I ประเมินการได้รับสารโลหะหนักของคนงาน ส่วน scenario II ประเมินการสัมผัสในนักท่องเที่ยว เท่ากับ 1.6×10^{-6} และ 2.6×10^{-7} ตามลำดับ ซึ่งน้อยมากกว่า 10^{-6} เป็นความเสี่ยงที่ไม่มีนัยสำคัญ สำหรับการรับประทานเมื่อประเมินผ่านการรับประทานพบว่ามีความเสี่ยง $1.17\text{-}1.62 \times 10^{-3}$ ซึ่งมีความเสี่ยง เช่นเดียวกับการศึกษาครั้งนี้

8. ปริมาณตะกั่วและสารหนูในตัวอย่างชีวภาพจากเด็ก

8.1 ปริมาณตะกั่วในเลือด

ปริมาณตะกั่วในเลือด เก็บตัวอย่างเลือดจากเด็กเล็กในชุมชน จำนวน 49 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 38 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 5.60 มคก./ดล. มีค่าพิสัยควอไทล์ 3.19 มคก./ดล. อยู่ในช่วง 0.09-43.88 มคก./ดล. พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 11 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 2.99 มคก./ดล. มีค่าพิสัย ควอไทล์ 3.51 มคก./ดล. อยู่ในช่วง 1.25-5.57 มคก./ดล. ดังตารางที่ 3.21 ค่าสูงสุด 43.88 มคก./ดล. อยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง โดยค่ามาตรฐานต้องไม่เกิน 10 มคก./ดล. (CDC, 2012) โดยการศึกษาครั้งนี้ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง พบตัวอย่างเลือดที่มีค่าเกินมาตรฐาน 6 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 15.79 ซึ่งฟาอีซ๊ะ โตะโยะ และคณะ (2545) ได้ศึกษาระดับตะกั่วในเลือดของเด็กในตำบลถ้ำทะลุ ซึ่งพบว่าที่พบในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง สูงกว่าค่าเฉลี่ยที่ผ่านมา แต่ในพื้นที่ไกลขุมเหมือง ต่ำกว่าค่าที่ผ่านมา อย่างไรก็ตามเมื่อหาค่าทั้งพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและไกลขุมเหมืองจากการศึกษาครั้งนี้ พบว่าลดลดจากการศึกษาของฟาอีซ๊ะ โตะโยะ และคณะ และสอดคล้องกับการศึกษาของ Pusapukdepob, et al. (2007) ซึ่งศึกษาระดับตะกั่วในเลือดและในฟันของเด็กในพื้นที่ได้รับผลกระทบจากเหมืองตะกั่วในอำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี โดยกลุ่มที่สัมผัสตะกั่วมีค่าตะกั่วในเลือดสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้สัมผัส และในการศึกษาในประเทศไอแลนด์ พบว่าระดับตะกั่วในเลือดเด็กอนุบาลมีค่าเฉลี่ย 14.2 มคก./ดล. ซึ่งสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้ (Mc-Laine, et al., 2013) ทั้งนี้ระดับตะกั่วในเลือดที่สูงส่งผลต่อสุขภาพของเด็ก (Gilbert and Weiss, 2006) โดยเฉพาะการลดลงของระดับเชาว์ปัญญาของเด็กอายุ 3-16 ปีมีความสัมพันธ์กับระดับตะกั่วในเลือดโดยตรง แม้ว่าระดับตะกั่วในเลือด < 10 มคก./ดล. ก็ยังสามารถส่งผลต่อระดับเชาว์ปัญญาของเด็กแล้ว (Mayer, et al., 2008) ดังนั้นควรต้องดำเนินการจัดการเด็กที่มีระดับตะกั่วในเลือดสูง ซึ่งทั้งหมดอาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง

8.2 ปริมาณตะกั่วในเส้นผม

ปริมาณตะกั่วในเส้นผม เก็บตัวอย่างจากเด็กเล็กในชุมชน จำนวน 67 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 46 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 1.03 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.99 มก./กก. อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-7.67 มก./กก. พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 21 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.83 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.92 มก./กก. อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-0.20 มก./กก. ดังตารางที่ 3.21 ค่าสูงสุด 7.670 มก./กก. อยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง โดยค่าที่ยอมรับได้ ต้องไม่เกิน 5 มก./กก. (Yanez, et al., 2005) จากการศึกษาครั้งนี้ในพื้นที่เสี่ยงสูง มีตัวอย่างที่เกินค่าที่ยอมรับ

1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 2.17 จากการศึกษาในประเทศอิตาลีพบว่าระดับตะกั่วในเส้นผมของนักเรียนมีค่าเฉลี่ย 10 มก./กก. (Sanna, et al., 2007) ซึ่งสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้

8.3 ปริมาณสารหนูในเส้นผม

ปริมาณสารหนูในเส้นผม เก็บตัวอย่างจากเด็กเล็กในชุมชน จำนวน 67 ตัวอย่าง โดยเก็บพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง จำนวน 46 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.64 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.25 มก./กก. อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-1.67 มก./กก. พื้นที่ไกลขุมเหมือง จำนวน 21 ตัวอย่าง มีค่ามัธยฐาน 0.02 มก./กก. ค่าพิสัยควอไทล์ 0.07 มก./กก. อยู่ในช่วง ตรวจไม่พบ-0.20 มก./กก. ดังตารางที่ 3.21 ค่าสูงสุด 1.67 มก./กก. อยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง โดยค่าที่ยอมรับได้ ต้องไม่เกิน 0.5 มก./กก. (Sanna, et al., 2007) และพบว่าในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง พบตัวอย่างที่เดินค่าที่ยอมรับได้ 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 2.17 ซึ่งระดับสารหนูในเส้นผมใกล้เคียงกับการศึกษาของวรางคณา ชัชเวช (2544) ที่ศึกษาระดับสารหนูในเส้นผมของเด็กนักเรียน ในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช

ตารางที่ 3.21 ปริมาณตะกั่วและสารหนูในตัวอย่างชีวภาพจากเด็กในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและพื้นที่ไกลขุมเหมือง

ตัวอย่างและพื้นที่	จำนวน	ค่ามัธยฐาน (มคก./ดล.)	ค่าพิสัยควอไทล์	จำนวนที่เกินมาตรฐาน	ค่ามาตรฐาน
ตะกั่วในเลือด	(n=49)				
ใกล้ขุมเหมือง	38	5.60	3.19	6	10 มคก./ดล.
ไกลขุมเหมือง	11	2.99	3.51	-	
ตะกั่วในเส้นผม	(n=67)				
ใกล้ขุมเหมือง	45	1.03*	0.99	1	5 มก./กก.
ไกลขุมเหมือง	22	0.83*	0.92	-	
สารหนูในเส้นผม	(n=67)				
ใกล้ขุมเหมือง	45	0.64*	0.25	1	0.5 มก./กก.
ไกลขุมเหมือง	22	0.02*	0.07	-	

***** หน่วยเป็น มก/กก.

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่า พื้นที่ใกล้ขุมเหมืองในระยะ 2 กิโลเมตร ส่วนใหญ่มีตัวอย่างสิ่งแวดล้อมที่เกินค่ามาตรฐาน/ค่าที่ยอมรับได้/ค่าระดับพื้นฐาน สูงกว่าพื้นที่ที่อยู่ไกลขุมเหมือง และพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองมีความเสี่ยงสูงกว่าพื้นที่ไกลขุมเหมือง สำหรับการตรวจตัวอย่างเลือดและตัวอย่างเส้นผมของเด็ก ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพการได้รับตะกั่วและสารหนู (Yanaz, et al., 2005) การตรวจเลือดเหมาะสำหรับเป็นตัวบ่งชี้ทางระบาดวิทยาในการประเมินการได้รับตะกั่วของประชากร (World Health Organization, 1977) ส่วนเส้นผมสามารถนำมาใช้เป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ

ตะกั่วและสารหนูแบบเรื้อรัง (Sanna, et al., 2007; Lauwery and Hoet, 1993) อย่างไรก็ตามการเก็บตัวอย่างชีวภาพจากเด็ก ควรใช้เส้นผมเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพจะเหมาะสมกว่า เนื่องจากสามารถบ่งชี้การได้รับสารหนูแบบเรื้อรังได้ เนื่องจากเก็บตัวอย่างได้ง่าย เด็กไม่ได้รับความเจ็บปวดจากการเก็บตัวอย่าง แต่ทั้งนี้ต้องดูตามความเฉพาะของโลหะหนักเป็นหลัก

การมีส่วนร่วมในการประเมินและจัดการความเสี่ยง

การศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนที่ 1) ขั้นการประเมินความความเสี่ยง เป็นการเตรียมชุมชน ให้รับรู้แนวคิดการวิจัยและสร้างทีมวิจัยจากชุมชนมามีส่วนร่วมในการวิจัย โดยเก็บข้อมูลจากผู้ปกครองเด็กเล็ก เก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมเพื่อประเมินความเสี่ยงที่แหล่งกำเนิด ทางผ่าน และเก็บตัวอย่างเลือดและเส้นผมเด็กเพื่อประเมินความเสี่ยงที่ตัวผู้รับ เมื่อทราบผลการประเมินความเสี่ยง นำไปสู่ขั้นตอนที่ 2) การจัดการความเสี่ยง เพื่อลดการสัมผัสสิ่งแวดล้อมจากแหล่งกำเนิด ทางผ่าน และตัวผู้รับ ผ่านกิจกรรม การจัดการน้ำดื่ม และการจัดการดินที่เด็กเล่น การให้สุขศึกษา และการจัดการเด็กที่มีตะกั่วและสารหนูเกินค่ามาตรฐาน ทั้งนี้ในกระบวนการทั้งหมดอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชน ซึ่งนำหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขามาใช้ในการดำเนินการเพื่อให้งานสำเร็จ โดยผู้มีส่วนร่วมในการดำเนินการวิจัยควรมาจากชุมชน และในการศึกษาครั้งนี้ ทีมวิจัยมาจากความสมัครใจของประชาชนในพื้นที่ ซึ่งเมื่อนำผู้มีส่วนร่วมมาอธิบายตามบทบาทหน้าที่ที่มีส่วนร่วม ตามหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผู้มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมี 3 กลุ่ม 1) องค์กรวิชาการ ได้แก่ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข จากรพ.สต.ถ้ำทะลุ 2) สังคมหรือชุมชน ในที่นี้ ได้แก่ ตัวแทนอสม. และผู้ปกครองเด็กเล็กที่ร่วมเป็นทีมวิจัยจากชุมชน นอกจากนี้ตัวแทนจากชุมชนมีผู้ครองเด็กเล็กที่เป็นผู้ให้ข้อมูลการวิจัยครั้งนี้ อีก จำนวน 116 ราย จากจำนวน 119 ราย (เนื่องจากผู้ปกครอง 3 รายได้ร่วมเป็นทีมวิจัยแล้ว) และ 3) อำนาจรัฐ ซึ่งผู้วิจัยได้มีโอกาสแนะนำตัวเองกับผู้มีอำนาจภาครัฐ ได้แก่ นายกอบต.ถ้ำทะลุ รวมถึงผู้นำชุมชน ได้แก่ กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน 4 หมู่บ้าน และอธิบายตามระดับการมีส่วนร่วมซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ คือ 1) การให้ข้อมูล 2) การให้คำปรึกษา 3) การเข้ามามีบทบาท 4) การสร้างความร่วมมือ และ 5) การให้อำนาจแก่ประชาชน และเพื่อให้เกิดการจัดการที่ยั่งยืน จัดการและเสนอแนะโดยการส่งเสริมสุขภาพตามยุทธศาสตร์กฎบัตรออตตาวา

ผลการศึกษาการมีส่วนร่วมจากขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง

1. การเตรียมการวิจัย

การเตรียมการวิจัย เป็นขั้นตอนแรกของการแบบมีส่วนร่วม โดยได้ลงพื้นที่เพื่อศึกษาข้อมูลในพื้นที่ แนะนำตัวเองแก่ชุมชนและชี้แจงเกี่ยวกับแนวคิดการวิจัยแก่ชุมชน เชิญเข้าร่วมเป็นทีมวิจัย จัดทำเครื่องมือและตรวจสอบเครื่องมือ มีผลดำเนินการดังนี้

1.1 ลงพื้นที่เพื่อศึกษาข้อมูล แนะนำตนเอง และชี้แจงการดำเนินการวิจัย

เริ่มต้นจากการได้ศึกษาข้อมูลการปนเปื้อนตะกั่วและสารหนู ในพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุ และเห็นว่ายังมีประเด็นปัญหาที่น่าสนใจ จึงได้ลงพื้นที่เพื่อสำรวจพื้นที่เหมืองเก่าโดยประสานกับผู้อำนวยการโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถ้ำทะลุ เพื่อแนะนำพื้นที่ เมื่อลงศึกษาพื้นที่พบความเชื่อมโยงของพื้นที่เหมืองกับวิถีชีวิตของคนในชุมชน โดยประชาชนบางส่วนยังดื่มและใช้น้ำจาก

ลำธาร หรือประปาภูเขาซึ่งไหลผ่านเหมืองเก่า ซึ่งอาจมีการปนเปื้อนของตะกั่วและสารหนู และจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดยเฉพาะกลุ่มเด็กเล็กซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยงต่อโลหะพิษ โดยสนใจการประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงที่เกิดจากตะกั่วและสารหนูในพื้นที่ โดยการดำเนินการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม หลังจากนั้นผู้วิจัยประสานเจ้าหน้าที่รพ.สต.ถ้ำทะลุ เพื่อพบปะผู้นำชุมชน ประกอบด้วย นายกอบต.ถ้ำทะลุ กำนัน ผู้ใหญ่บ้านหมู่ที่ 1 หมู่ที่ 2 หมู่ที่ 3 และหมู่ที่ 5 และชี้แจงแนวคิดกับสาธารณสุขอำเภอบันนังสตาอย่างไม่เป็นทางการ โดยนำเสนอข้อมูลคร่าว ๆ ซึ่งทุกท่านเห็นด้วยกับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ และนายกองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุ ได้เชิญผู้วิจัยให้เข้าร่วมประชุมคณะกรรมการตำบล ซึ่งประกอบด้วยหัวหน้าส่วนราชการ และผู้นำชุมชน เพื่อชี้แจงการดำเนินการวิจัย ให้ได้รับทราบทั่วกัน

1.2 ชี้แจงการดำเนินการวิจัยในที่ประชุมคณะกรรมการตำบลถ้ำทะลุ

หลังจากพบปะผู้นำชุมชนอย่างไม่เป็นทางการ และได้รับเชิญให้เข้าร่วมประชุมเพื่อชี้แจงแนวทางการดำเนินการวิจัยในคณะกรรมการตำบล ประกอบด้วย หัวหน้าส่วนราชการและผู้นำชุมชนตำบลถ้ำทะลุ โดยครั้งนี้เป็นการประชุมอย่างเป็นทางการ ณ องค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุผู้วิจัยได้แนะนำตนเอง และนำเสนอผลการศึกษาตะกั่วและสารหนูของพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุซึ่งมีผู้ศึกษาไว้ก่อนหน้านี้ พบว่าคณะกรรมการหลายท่านรับรู้ว่ามีการเก็บตัวอย่างเลือดในเด็กนักเรียนโรงเรียนตังกะเด็ง เด็กบางคนมีค่าสารพิษในเลือดสูง แต่ไม่ทราบว่ามีการจัดการอย่างไรบ้าง ผู้วิจัยจึงชี้แจงว่าการดำเนินการวิจัยครั้งนี้ จะเน้นที่กลุ่มเด็กเล็กแรกเกิด-6 ปี ที่อาศัยอยู่ในชุมชนซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยง ใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม เพื่อให้ประชาชนในพื้นที่ได้เข้าร่วมเป็นทีมวิจัย ทั้งนี้การร่วมเป็นทีมวิจัยใช้หลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขาในการวิเคราะห์ผู้มีส่วนร่วม เพื่อร่วมกันศึกษาปัญหา วางแผน ดำเนินการแก้ไข และประเมินผลร่วมกัน ซึ่งผู้เข้าประชุมเห็นด้วยกับการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ เพราะจะได้ทราบว่าสารพิษยังปนเปื้อนในพื้นที่หรือไม่ และเห็นด้วยอย่างยิ่งที่มีการดำเนินการแก้ปัญหาด้วย ไม่ใช่ศึกษาปัญหาเพียงอย่างเดียว และประชาชนในชุมชนจะได้มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งที่ประชุมเห็นด้วยกับการดำเนินการวิจัยและยินดีให้ความช่วยเหลือ

1.3 ชี้แจงการดำเนินการวิจัยและเชิญเข้าร่วมเป็นทีมวิจัย

หลังจากชี้แจงผู้นำชุมชนอย่างเป็นทางการและไม่เป็นทางการแล้ว ผู้วิจัยประสานรพ.สต.ถ้ำทะลุ ซึ่งเป็นหน่วยงานหลักในการดูแลสุขภาพของประชาชนในชุมชน เพื่อเชิญประชุมชี้แจงการดำเนินการวิจัยและเข้าร่วมเป็นทีมวิจัย แก่ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข อสม. และผู้ปกครองเด็กเล็กในพื้นที่ที่สนใจ โดยเป็นการประชุมอย่างเป็นทางการ ณ รพ.สต.ถ้ำทะลุ ในการประชุม ผู้วิจัยได้แนะนำตนเอง นำเสนอผลการศึกษาตะกั่วและสารหนูที่ผ่านมา ในพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุ และชี้แจงแนวทางการวิจัยแก่ผู้เข้าร่วมประชุมโดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม และอธิบายการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมเพิ่มเติม ว่าเป็นการร่วมกันศึกษาปัญหาโดย เก็บแบบสอบถาม เก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ประเมินความเสี่ยง สื่อสารให้ประชาชนรับทราบปัญหา วางแผน ดำเนินการแก้ไขตามแผน และประเมินผลร่วมกัน ซึ่งผู้ร่วมประชุมเห็นด้วยกับแนวทางการดำเนินการวิจัย แต่ยังไม่แน่ใจว่าจะสามารถทำได้หรือไม่ เพราะไม่เคยรู้เรื่องการวิจัยมาก่อน ซึ่งผู้วิจัย อธิบายว่าจะมีการให้ความรู้แต่ละขั้นตอนอย่างละเอียดสำหรับทีมวิจัย

หลังจากนั้น ผู้วิจัยเชิญผู้สนใจและมีความพร้อมเข้าร่วมเป็นทีมวิจัย ซึ่งจากการวิเคราะห์ผู้มีส่วนร่วมในการวิจัยครั้งนี้ตามหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา ควรประกอบด้วย 3 กลุ่ม คือกลุ่มเจ้าหน้าที่สาธารณสุข กลุ่มประชาชนในที่นี้ คือ ผู้ปกครองเด็กเล็กและอสม. ซึ่งจะสามารถช่วยในส่วนของงานสาธารณสุขได้ และอีกกลุ่มคือ กลุ่มผู้นำท้องถิ่น ได้แก่ นายกอบต.ถ้ำทะลุ กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ใช้ระยะเวลาประมาณสองปี ซึ่งค่อนข้างนาน หลังจากที่ผู้เข้าร่วมประชุมได้พูดคุยปรึกษาหารือกันแล้ว มีผู้ที่สนใจเป็นทีมวิจัย จำนวน 10 ราย ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่สาธารณสุข 3 ราย อสม. 4 ราย และผู้ปกครองที่มีเด็กเล็กแรกเกิด-6 ปี 3 คน จากผู้เข้าร่วมประชุม 25 ราย ในส่วนของผู้นำท้องถิ่นเป็นผู้ให้ความร่วมมือเป็นครั้งคราว ให้การสนับสนุนงบประมาณ คงไม่สามารถเข้าร่วมในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้ เนื่องจากภารกิจค่อนข้างมาก อย่างไรก็ตาม การจัดการผลกระทบจากสารพิษของประเทศไทยในปัจจุบันขาดการทำงานแบบบูรณาการของหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2554) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ก็เช่นเดียวกัน หน่วยงานที่ประสานยังคงเป็นหน่วยงานในชุมชน ยังไม่ได้มีการประสานความร่วมมือไปยังหน่วยงานภายนอก เช่น ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดยะลา หรือสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 16 จังหวัดสงขลาเป็นต้น

1.4 ประชุมทีมวิจัย

ประชุมทีมวิจัยจำนวน 10 ราย ตามที่ได้นัดหมาย เพื่อชี้แจงการดำเนินการวิจัยในแต่ละขั้นตอน ซึ่งเป็นการประชุมอย่างเป็นทางการ ณ รพ.สต.ถ้ำทะลุ มีรายละเอียดดังนี้

1.4.1 ชี้แจงขั้นตอนการวิจัย โดยขั้นตอนการวิจัยมี 2 ขั้นตอน คือ 1) การประเมินความเสี่ยง และ 2) การจัดการความเสี่ยง ชี้แจงบทบาทของทีมวิจัยในแต่ละขั้นตอน และให้ทีมวิจัยแสดงความคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม ซึ่งทีมวิจัยอยากให้เก็บตัวอย่างผักพื้นบ้าน รวมทั้งตัวอย่างน้ำดื่ม น้ำใช้เพิ่มเติม เนื่องจากการวิจัยครั้งนี้ จะเน้นการเก็บการสัมผัสของเด็กเป็นหลัก และทีมวิจัยบางคนไม่มีเด็กเล็ก จึงอาจไม่ได้รับการตรวจ ซึ่งผู้วิจัยยินดีตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างที่ทีมวิจัยอยากให้ตรวจสอบเพิ่มเติม ในขั้นตอนนี้ ทีมวิจัยมีความเข้าใจขั้นตอนและบทบาทมากขึ้น

1.4.2 ให้ความรู้เรื่องพิษจากตะกั่วและสารหนู และแนวทางการจัดการ โดยดำเนินการหลังจากชี้แจงขั้นตอนการวิจัย โดยชมวีดีทัศน์ บรรยายเพิ่มเติม ซึ่งทำให้ทีมวิจัยรู้จักตะกั่วและสารหนูเพิ่มขึ้น

1.4.3 ให้ความรู้เรื่องการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม และเก็บตัวอย่างเส้นผมจากเด็ก โดยบรรยาย และชมวีดีทัศน์การเก็บตัวอย่าง พร้อมทั้งแจกเอกสารประกอบการบรรยาย สำหรับการเก็บตัวอย่างเลือดจากเด็ก เก็บโดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นพยาบาลวิชาชีพ จากหอผู้ป่วยเด็ก โรงพยาบาลยะลา

1.4.4 จัดทำเครื่องมือวิจัย โดยให้ทีมวิจัยร่วมกันจัดทำเครื่องมือวิจัย ร่วมกันให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือ เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีความเหมาะกับการใช้งาน โดยข้อคำถามความรู้ที่ยากเกินไปก็ให้ปรับให้ง่าย และเข้าใจง่ายขึ้น ซึ่งในการดำเนินการครั้งนี้ มีเครื่องมือ 2 ชุด ที่ผ่านการจัดทำโดยทีมวิจัย ดังนี้

1) แบบสอบถามชุดที่ 1 การประเมินการสัมผัสจากพิษตะกั่วและสารหนูของชุมชนใกล้พื้นที่ขุมเหมือง

2) แบบสอบถามชุดที่ 2 แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับปัญหาพิษตะกั่วและสารหนู มีลักษณะแบบเลือกตอบ คือ ถูกหรือผิด จำนวน 14 ข้อ

หลังจากได้เครื่องมือวิจัย ต่อไปคือการตรวจเครื่องมือวิจัย โดยแบบสอบถามชุดที่ 1 และ 2 หาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (content validity) โดยขอคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน สรุปผลโดยวัดดัชนีความเที่ยงตรง (Content Validity Index: CVI) คิดเป็น 0.92 ทั้งสองฉบับ เป็นค่าที่ยอมรับได้ นอกจากนี้แบบสอบถามชุดที่ 2 หาค่าความเชื่อมั่นโดยสูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.75 ซึ่งยอมรับได้

สำหรับรายละเอียดข้อมูลอื่น ๆ ในการประเมินความเสี่ยง ได้แก่ ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง วิธีการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างชีวภาพจากเด็ก การวิเคราะห์ การควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์ การประกันคุณภาพการวิเคราะห์ การคำนวณการประเมินความเสี่ยง การวิเคราะห์ทางสถิติ รายละเอียดปรากฏในบทที่ 2 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ ซึ่งเป็นหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้จากการทบทวนวรรณกรรม เมื่อมีเตรียมการวิจัย เอกสาร วัสดุ อุปกรณ์ ต่าง ๆ พร้อมแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการประเมินความเสี่ยง

2. การประเมินความเสี่ยง

ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง เป็นการดำเนินการเพื่อประเมินความเสี่ยงของเด็กเล็กในชุมชนถ้ำทะลุ โดยทีมวิจัยทั้ง 10 คน หลังจากทำการสุ่มอย่างง่าย โดยนำรายชื่อเด็กเล็กแรกเกิด-6 ปี จากทุกหมู่บ้าน จำนวน 157 คน มาหยิบฉลาก เพื่อเก็บตัวอย่างให้ครบทั้ง 119 คน ทีมวิจัยลงพื้นที่เก็บข้อมูลจำนวนหลายครั้ง โดยแต่ละครั้งจะมีการนัดกันเพื่อให้ทีมวิจัยมีความสะดวกมากที่สุด แต่เนื่องจากแต่ละคนมีภารกิจ เช่น อสม.และผู้ปกครองเด็กจะต้องกรีดยางในช่วงเช้า จึงมักเก็บข้อมูลในช่วงบ่ายมากกว่า โดยสละเวลานอนพักผ่อนมาเพื่อร่วมเก็บข้อมูล แต่ก็พบปัญหาว่าบางครั้งผู้ปกครองเด็กซึ่งมีอาชีพทำสวนยางโดยจะกรีดยางช่วงเช้า และมักจะนอนในช่วงบ่ายก็ต้องตื่นขึ้นมาเพื่อให้ข้อมูล แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากทีมวิจัยส่วนใหญ่เป็นเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและอสม. ซึ่งผู้ปกครองเด็กรู้จักเป็นอย่างดี เนื่องจากต้องนำบุตรหลานมารับบริการที่รพ.สต.ถ้ำทะลุ รวมทั้งเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและอสม. ก็รู้จักผู้ปกครองเด็กทุกคน จึงทำให้การเก็บข้อมูลผ่านไปด้วยดี อย่างไรก็ตามในการเก็บข้อมูลบางครั้งต้องลงพื้นที่หลายรอบ เนื่องจากไปแล้วผู้ปกครองไม่อยู่ที่บ้าน หรือถ้าหากเด็กไปโรงเรียนก็จะต้องตามเก็บเส้นผมในวันหยุดเสาร์ อาทิตย์

โดยสามารถเก็บแบบสอบจากผู้ปกครอง ได้ครบจำนวน 119 ราย และเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมที่เด็กสัมผัสเพื่อตรวจปริมาณตะกั่วและสารหนู จำนวนรวม 232 ตัวอย่าง เพื่อประเมินความเสี่ยง พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างเส้นผม จำนวน 67 ตัวอย่าง และเก็บตัวอย่างเลือด จำนวน 49 ตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างเลือดเก็บโดยพยาบาลวิชาชีพจากหอผู้ป่วยเด็กจากโรงพยาบาลยะลา ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญ ทั้งนี้จำนวนตัวอย่างที่เก็บจากครัวเรือนของเด็กแต่ละคนจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับการสัมผัสของเด็ก เช่น เด็ก 6 ขวบ จะไม่ดื่มนมแม่แล้ว ก็จะไม่สามารถเก็บตัวอย่างนมแม่ได้ และการเก็บแบบสอบถาม ตัวอย่างสิ่งแวดล้อมและตัวอย่างจากเด็ก ต้องได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง ซึ่งเป็นไปตามจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ซึ่งเมื่อได้แบบสอบถามแล้ว ทีมวิจัยจะการตรวจสอบข้อมูล ลงรหัสข้อมูลในโปรแกรมสำเร็จรูป และแปลผล ส่วนตัวอย่างสิ่งแวดล้อมเมื่อเก็บตัวอย่างแล้ว ผู้วิจัยจะนำไปดำเนินการย่อยตัวอย่าง ณ ห้องปฏิบัติการ และส่งตรวจวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนู เพื่อ

นำผลไปคำนวณความเสี่ยงความเสี่ยงในรูปดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการรับประทานและการหายใจ และประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งจากสารหนูทางการรับประทานและการหายใจ และแปลผลความเสี่ยง

2.1 ผลการประเมินความเสี่ยง

ผลการประเมินความเสี่ยง พบว่า ในน้ำดื่ม นมแม่ ผัก ดินที่เด็กเล่น พบการปนเปื้อนเกินค่ามาตรฐาน โดยพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองซึ่งอยู่ใกล้พื้นที่เหมือง มีค่ามัธยฐานสูงกว่าพื้นที่ไกลขุมเหมือง และเมื่อประเมินความเสี่ยง พบว่า ค่าดัชนีอันตรายของสารหนูที่ไม่ใช่สารก่อมะเร็งในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง ทั้งทางการรับประทานและการหายใจ มีความเสี่ยง และสารหนูในรูปสารก่อมะเร็งทั้งทางการรับประทานและการหายใจมีความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้

2.2 การประชุมชี้แจงผลการประเมินความเสี่ยงต่อทีมวิจัย

เมื่อทราบผลการประเมินความเสี่ยง ผู้วิจัยนัดประชุมเพื่อชี้แจงผลการประเมินความเสี่ยงให้ทีมวิจัยทราบ โดยผู้วิจัยจัดทำข้อมูล พร้อมเอกสารประกอบการบรรยาย บรรยายและอธิบายผลการศึกษาได้ให้ทีมวิจัยได้รับทราบ และประเมินความเข้าใจลักษณะข้อมูลที่อธิบาย โดยทีมวิจัยมีความคิดเห็นว่า ข้อมูลที่นำเสนอค่อนข้างซับซ้อน เข้าใจยาก อยากให้ปรับให้เข้าใจง่ายขึ้น ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ปรับข้อมูลโดยนำเสนอเป็นภาพรวมของชุมชนถ้ำทะลุ เน้นการแสดงให้เห็นว่าสิ่งแวดล้อมใดที่เกินมาตรฐาน และชี้แจงว่าสิ่งแวดล้อมใดมีความเสี่ยง ซึ่งผู้วิจัยได้ปรับข้อมูลตามข้อเสนอแนะ เพื่อดำเนินการในขั้นตอนต่อไป คือ การจัดการความเสี่ยง

ผลการศึกษาการมีส่วนร่วมจากขั้นตอนการจัดการความเสี่ยง

หลังจากประเมินความเสี่ยง ทีมวิจัยดำเนินการสื่อสารความเสี่ยง จัดทำแผนการจัดการ ดำเนินการตามแผน และสรุป ประเมินผล มีการดำเนินการดังนี้

1. การสื่อสารความเสี่ยง

การสื่อสารความเสี่ยง ดำเนินการหลังจากประเมินความเสี่ยงแล้ว ทีมวิจัยจึงมีการประชุมเพื่อสื่อสารความเสี่ยงให้ประชาชนทราบผลการประเมินภาพรวมของพื้นที่ และผลการประเมินรายบุคคล โดยนำเสนอข้อมูลในเวทีประชาคมทุกหมู่บ้าน โดยมีทีมวิจัยท่านหนึ่งแจ้งว่า กำลังจะมีการจัดประชาคมแต่ละหมู่บ้าน โดยองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุ อีก 2 สัปดาห์ข้างหน้า ถ้าหากใช้เวทีการประชาคมนั้น และทำหนังสือเชิญผู้ปกครองเด็กเพื่อรับฟังผลการวิเคราะห์ตัวอย่าง จะทำให้ชุมชนและกลุ่มตัวอย่างได้รับทราบผลการประเมินมากขึ้น โดยในเวทีประชาคมดังกล่าวจะมีผู้นำชุมชนเข้าร่วมด้วย เช่น นายกองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุ สมาชิกองค์การบริหารส่วนตำบล กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน ซึ่งทีมวิจัยเห็นด้วยในการดำเนินการคืนข้อมูลในเวทีประชาคมดังกล่าว ซึ่งมีการแบ่งหน้าที่รับผิดชอบ ดังนี้ คือ ผู้วิจัยเตรียมข้อมูลเพื่อนำเสนอและข้อมูลผลการศึกษารายบุคคล ใบลงทะเบียน เจ้าหน้าที่สาธารณสุขจัดทำหนังสือเชิญผู้ปกครองเด็กเข้าร่วมรับฟังการผลการศึกษา และประสานองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุเพื่อขอเข้าร่วมเวทีประชาคม อาสาสมัครสาธารณสุขและผู้ปกครองเด็กเล็ก ทำหน้าที่นำหนังสือไปประสานผู้ปกครองเด็กเล็กเพื่อเข้าร่วมประชุม ซึ่งในเวทีประชาคมที่จัดในแต่ละหมู่บ้าน จำนวน 4 ครั้ง สามารถสรุปผลการสื่อสารความเสี่ยงได้ดังนี้

1.1 ทีมวิจัยแจ้งผลการศึกษาทั้งภาพรวมและรายบุคคล พร้อมอธิบายผลการศึกษา โดยจากการทำประชาคม 4 ครั้ง มีผู้ปกครองเด็กเข้าร่วม 109 ราย จากจำนวน 119 ราย คิดเป็นร้อยละ 91.60 และในการประชุมทุกครั้ง มีนายกอบต.ถ้ำทะลุเข้าร่วม และผู้ใหญ่บ้าน แต่ละหมู่บ้านเข้าร่วมการประชาคม

1.2 ทีมวิจัยนำเสนอข้อมูลผลการศึกษาตะกั่วและสารหนูภาพรวมของชุมชน และให้ความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนู และได้สอบถามความคิดเห็นเบื้องต้นของผู้เข้าร่วมประชุมในการจัดการปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งมีผู้เสนอเช่น หากน้ำดื่มตรวจพบตะกั่วและสารหนู ควรซื้อน้ำถังมาดื่มแทน เป็นต้น

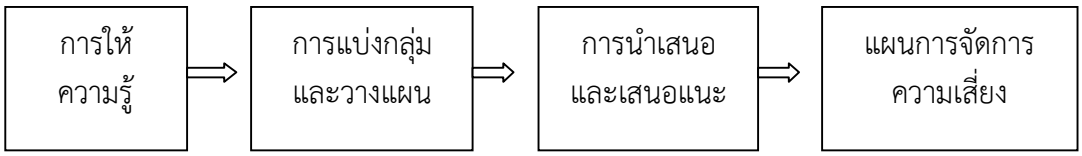
1.3 หลังจากนำเสนอผล และอภิปรายร่วมกับเวทีประชาคมแล้ว ทีมวิจัยได้ขอตัวแทนจากเวทีประชาคม เพื่อเป็นทีมวิจัยและดำเนินการร่วมกันในการจัดการความเสี่ยงของพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุประเมินผลและติดตามผลต่อไป ทั้งนี้ให้เป็นไปตามหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา ซึ่งคนที่สนใจอยู่เข้าร่วมเป็นทีม คือผู้ปกครองเด็กเล็ก 9 ราย และอสม. 4 ราย ซึ่งมีผู้สนใจเป็นทีมวิจัยเพิ่มจำนวน 13 ราย รวมจากเดิม 10 ราย รวมเป็น จำนวน 23 ราย

1.4 ประชุมทีมวิจัย หลังจากได้ทีมวิจัยเพิ่มเป็น 23 ราย จึงได้มีการจัดประชุมเพื่อทบทวนขั้นตอนการดำเนินการวิจัยอีกครั้ง โดยขั้นตอนต่อไปหลังจากการสื่อสารความเสี่ยง คือดำเนินการจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยงเพื่อลดการสัมผัสตะกั่วและสารหนูที่ปนเปื้อนสิ่งแวดล้อม

1.5 ผลจากการสื่อสารความเสี่ยง ทำให้ผู้ปกครองเด็ก ผู้นำชุมชน ได้รับทราบปัญหาที่เกิดขึ้นในพื้นที่ และอยากมีส่วนร่วมในการจัดการมากขึ้น เห็นได้จากมีผู้เข้าร่วมเป็นทีมวิจัยเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามทีมวิจัยที่เพิ่มขึ้น เป็นกลุ่มผู้ปกครองเด็กเล็ก และอสม. ยังไม่มีกลุ่มของผู้นำชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมเป็นทีมวิจัย ซึ่งทำให้เกิดช่องว่างในการสื่อสาร เนื่องจากข้อมูลในการศึกษาขั้นต่อไปอาจไปถึงผู้นำชุมชนล่าช้า แต่หากมีกลุ่มผู้นำชุมชน โดยเฉพาะผู้นำจากอบต.เข้าร่วม จะทำให้การดำเนินกิจกรรมราบรื่นมากยิ่งขึ้น เนื่องจากอบต.จะผู้รับผิดชอบในการจัดสรรงบประมาณในการจัดการถ้าได้ร่วมเป็นทีมวิจัยจะรับทราบปัญหาร่วมกัน การจัดการความเสี่ยงน่าจะประสบความสำเร็จมากขึ้น

2. การจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง

หลังจากสื่อสารความเสี่ยงในชุมชน ได้มีการประชุมทีมวิจัย รวม 23 ราย เพื่อทบทวนขั้นตอนการดำเนินการ หลังจากนั้นผู้วิจัยได้อธิบายขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนู โดยมีขั้นตอนทำแผน 4 ขั้นตอน ดังภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง

2.1 ผู้วิจัยให้ความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนู พร้อมทั้งแนวทางในการจัดการตะกั่วและสารหนู และชี้แจงรายละเอียดการจัดทำแผน

2.2 แบ่งทีมวิจัยออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มการจัดการปัญหาน้ำดื่ม 2) กลุ่มจัดการปัญหาดิน 3) กลุ่มการจัดการในภาพรวม (ผัก นมแม่ ฝุ่นในบรรยากาศ) และ 4) เด็กที่มีตะกั่วและสารหนูเกินค่ามาตรฐาน โดยให้แต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่ม เลขานุการกลุ่ม และผู้นำเสนอ หลังจากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันจัดทำแผน ทั้งนี้การ จัดการดังกล่าวให้ยึดหลักการควบคุมมลพิษที่แหล่งกำเนิด ทางผ่านและตัวผู้รับมากำหนดกิจกรรมในการจัดการ

2.3 ทีมวิจัยแต่ละกลุ่มนำเสนอผลการจัดทำแผนของแต่ละกลุ่ม โดยกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอสามารถเสนอแนะหรือแสดงความคิดเห็นได้

2.4 ผลที่ได้ คือ แผนการจัดการความเสี่ยงของชุมชนถ้ำทะลุ พร้อมทีมวิจัยที่รับผิดชอบดำเนินการตามแผน โดยแผนมาจากการระดมความคิดเห็นของทีมวิจัย ซึ่งเป็นตัวแทนจากกลุ่มเจ้าหน้าที่สาธารณสุข อสม. และผู้ปกครองเด็กเล็กที่เห็นว่ากิจกรรมต่างๆ ในการจัดการมีความเหมาะสมกับบริบทพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุ ซึ่งแผนที่มาจากทีมวิจัย 4 กลุ่มที่ระดมความคิดเห็น สามารถจัดกลุ่มได้ 3 แผน คือ 1) การจัดการที่แหล่งกำเนิด 2) การจัดการที่ทางผ่าน 3) การจัดการที่ตัวเด็ก อย่างไรก็ตามการจัดการน้ำดื่ม และดินที่เด็กเล่นที่ปนเปื้อน เป็นกิจกรรมที่ทีมวิจัยเลือกทางเลือกที่เห็นว่าเหมาะสมซึ่งมีหลายทางเลือก ขึ้นกับว่าผู้ปกครองที่มีสิ่งแวดล้อม ที่ปนเปื้อนเกินมาตรฐานจะเลือกทางเลือกใด ซึ่งในแผนมีการกำหนดผู้รับผิดชอบและกำหนดวันในการดำเนินการตามกิจกรรม สำหรับงบประมาณบางกิจกรรมไม่ต้องใช้งบประมาณ เช่นการปลูกหญ้าคลุมดิน การปลูกดาวเรือง เนื่องจากสามารถหาหญ้า และเมล็ดพันธุ์ได้ในพื้นที่ แต่อย่างไรก็ตามบางบ้าน พื้นดินบริเวณบ้านแข็งไม่สามารถปลูกพืชได้ แต่บางกิจกรรมจากการพิจารณาร่วมกันต้องใช้งบประมาณค่อนข้างสูง เช่น การลาดพื้นด้วยซีเมนต์ อย่างไรก็ตามได้กำหนดกิจกรรมไว้ในแผนเพื่อเป็นกิจกรรมทางเลือก ซึ่งผู้ปกครองเด็กต้องออกค่าใช้จ่ายเอง ยกเว้นพื้นที่ที่เป็นพื้นที่สาธารณะ คือ บริเวณโรงถลุงแร่เก่า ซึ่งเมื่อผู้รับผิดชอบกิจกรรมประสานไปยังนายกอบต. ซึ่งทางอบต.ถ้ำทะลุจะเป็นผู้จัดการให้ เนื่องจากถือว่าการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมเป็นภารกิจหนึ่งของท้องถิ่นโดยบรรจุไว้ในแผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ อย่างไรก็ตามการจัดสรรงบประมาณจะเน้นในพื้นที่สาธารณะเป็นหลัก หลังจากนั้นทีมวิจัยดำเนินการจัดการตามแผนที่กำหนดไว้

3. การจัดการความเสี่ยง

หลังจากประเมินความเสี่ยงทีมวิจัยดำเนินการสื่อสารความเสี่ยง เพื่อให้ประชาชนทราบผลการประเมินภาพรวมของพื้นที่ และผลการประเมินรายบุคคล โดยนำเสนอข้อมูลในเวทีประชาคมทุกหมู่บ้าน โดยในเวทีประชาคมดังกล่าวจะมีผู้นำชุมชนเข้าร่วมด้วย เช่น นายกอบต. กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน หลังจากนำเสนอผล และอภิปรายร่วมกับเวทีประชาคมแล้ว ผู้วิจัยได้ขออาสาสมัครจากเวทีประชาคม เพื่อเป็นทีมวิจัยและดำเนินการร่วมกันในการจัดการความเสี่ยงของพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุต่อไป ซึ่งมีผู้สนใจเป็นทีมวิจัยเพิ่ม จำนวน 13 ราย รวมจากเดิม 10 ราย เป็น จำนวน 23 รายหลังจากนั้นทีมวิจัยได้มีการประชุมเพื่อระดมความคิดเห็นในการจัดการความเสี่ยงเพื่อลดการสัมผัสตะกั่วและสารหนูที่ปนเปื้อน ซึ่งกำหนดออกมาเป็นแผนกิจกรรม ได้จำนวน 3 แผน ดังนี้ 1) การจัดการที่แหล่งกำเนิด

2) การจัดการที่ทางผ่าน 3) การจัดการที่ตัวเด็ก หลังจากนั้นมีการดำเนินการจัดการครัวเรือนที่มีสิ่งแวดล้อมเกินมาตรฐานโดยทีมวิจัยที่รับผิดชอบ มีผลการดำเนินการดังนี้

3.1 การจัดการที่แหล่งกำเนิด

3.1.1 การจัดการดิน

ทีมวิจัยที่รับผิดชอบกิจกรรม ประสานไปยังผู้ปกครองที่มีตะกั่วและสารหนูในดินเกินค่าระดับพื้นที่ฐานของตะกั่วและสารหนูในดิน จำนวน 16 ครัวเรือน: เกินทั้งตะกั่วและสารหนู จำนวน 9 ครัวเรือน เฉพาะตะกั่ว 6 ครัวเรือน และเฉพาะสารหนู 1 ครัวเรือน และนำเสนอแผนการจัดการความเสี่ยงในดิน ซึ่งมี 4 ทางเลือกให้ผู้ปกครองรับทราบ ดังตารางที่ 3.22 โดยมีสองทางเลือกที่ไม่ต้องใช้งบประมาณ คือ การปลูกพืชคลุมดิน หรือการปลูกพืชเพื่อดูดซับ ซึ่งหลังจากทีมวิจัยได้พูดคุยกับผู้ปกครอง และสำรวจบริเวณบ้าน พบว่า ดินบริเวณบ้าน คือ ลักษณะพื้นดินเป็นดินเหนียวค่อนข้างแข็งทำให้ไม่เหมาะในการปลูกพืช และไม่พร้อมด้านการเงิน ถ้ามีความพร้อมอาจจะลาดพื้นด้วยซีเมนต์ ดินบริเวณบ้านมีหญ้าปกคลุมบางส่วนและจะปลูกหญ้าเพิ่มเพื่อลดการกระจายของดิน และบางบ้านจะปลูกพืชเพื่อดูดซับ ซึ่งทั้ง 16 ครัวเรือน ผู้ปกครองส่วนใหญ่ยังไม่พร้อมในการจัดการดิน ซึ่งทางทีมวิจัยเข้าใจปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้แนะนำการดูแลบุตรหลานเพื่อลดการสัมผัสจากดิน ซึ่งผู้ปกครองยินดีปฏิบัติตาม และมีพื้นที่สาธารณะ คือ บริเวณโรงถลุงแร่ซึ่งมีค่าตะกั่วและสารหนูสูง มีครัวเรือนเด็กเล็กอยู่รอบบริเวณดังกล่าว ผู้รับผิดชอบกิจกรรมจึงประสานไปยังนายกอบต.ถ้ำทะลุเพื่อขอสนับสนุนงบประมาณในการลาดพื้นด้วยซีเมนต์บริเวณดังกล่าว

ตารางที่ 3.22 กิจกรรมทางเลือกการจัดการดิน

ลำดับที่	กิจกรรม	งบประมาณ	แหล่งงบประมาณ
1	ลาดพื้นด้วยซีเมนต์	5,000 บาท	อบต.
2	การฝังกลบหน้าดิน	2,000 บาท	ผู้ปกครองเด็ก
3	การปลูกพืชคลุมดิน	ไม่ใช้งบประมาณ	ผู้ปกครองเด็ก
4	การปลูกพืชเพื่อดูดซับ	ไม่ใช้งบประมาณ	ผู้ปกครองเด็ก

ผลการจัดการจัดการดิน สรุปได้ดังนี้

1) การจัดการดินในพื้นที่สาธารณะ

การปิดทับหน้าดินบริเวณโรงถลุงแร่เก่า ซึ่งเป็นพื้นที่สาธารณะซึ่งมีเด็กเล็กอาศัยอยู่ ในบริเวณดังกล่าว ด้วยการลาดพื้นด้วยซีเมนต์ โดยผู้รับผิดชอบกิจกรรมได้ประสานผ่านอบต.ถ้ำทะลุ ซึ่งนายกได้จัดสรรงบประมาณ เป็นเงิน 66,000 บาท ในปีงบประมาณ 2558 โดยทางองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุจัดหาช่างมาดำเนินการแล้วเสร็จ โดยมีพื้นที่สาธารณะ 1 แหล่งได้รับการจัดการ คิดเป็นร้อยละ 100 ทั้งนี้เนื่องจากในตั้งแต่ขั้นแรก คือ เตรียมการวิจัย ได้แจ้งให้ทางนายกองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุรับทราบ และเชิญเข้าร่วมกิจกรรมการวิจัยอยู่เสมอ จึงรับทราบปัญหาและยินดีสนับสนุนงบประมาณดังกล่าว โดยระบุไว้ในแผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ 2558 ทั้งนี้การจัดการปัญหาสุขภาพและสิ่งแวดล้อมในชุมชน สอดคล้องกับกับภารกิจขององค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุ ซึ่งเป็นไปตามพระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2537

และพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542 และที่สำคัญทางอบต.ถ้ำทะลุเห็นความสำคัญของปัญหาดังกล่าว

2) การจัดการดินบริเวณบ้าน

การปลูกพืช มีครัวเรือนที่พื้นดินที่เด็กเล่นเกินมาตรฐานตะกั่ว/สารหนูในดิน จำนวน 16 ครัวเรือน โดยทีมวิจัยผู้รับผิดชอบกิจกรรม ประสานกับผู้ปกครองเด็ก ซึ่งถ้าหากมีการเคลือบพื้นที่ปนเปื้อนด้วยซีเมนต์ การฝังกลบหน้าดิน ต้องใช้งบประมาณไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท/ครัวเรือน และ 2,000 บาท/ครัวเรือน ตามลำดับ และแนะนำให้ใช้วิธีการปลูกพืชคลุม เช่น หญ้าเพื่อลดการฟุ้งกระจาย หรือพืชดูดซับสารหนู ตะกั่ว เช่น ดาวเรือง (พรสวรรค์ สุทธิวิเศษ, 2551) ซึ่งไม่ต้องใช้งบประมาณ อย่างไรก็ตามหลังจากแนะนำ พบว่ามีการปลูกหญ้า 1 ครัวเรือน ปลูกดาวเรือง 1 ครัวเรือน รวมครัวเรือนที่มีการจัดการดิน 2 ครัวเรือน สำหรับครัวเรือนที่ไม่ได้ดำเนินการจัดการเนื่องจากขาดงบประมาณ ดินบริเวณบ้านที่เด็กเล่นเป็นดินที่แข็ง ไม่เหมาะในการปลูกพืช ดังนั้นจึงยังไม่ได้ดำเนินการ แต่หากมีงบประมาณก็จะดำเนินการลาดพื้นบริเวณบ้าน อย่างไรก็ตามก็จะดูแลบุตรหลานไม่ให้เล่นบริเวณดิน หรือเก็บของที่ตกพื้นรับประทาน และล้างมือทุกครั้งก่อนรับประทานอาหาร ทั้งนี้ผู้ปกครองร้อยละ 69.7 มีอาชีพทำสวนยางพารา ซึ่งราคายางตกต่ำ ทำให้ฐานะทางเศรษฐกิจแย่ลง และรายได้เพียงไม่พอกับรายจ่าย ร้อยละ 76.5 จึงไม่พร้อมที่จะจ่ายเงินเพื่อดำเนินการจัดการความเสี่ยงดังกล่าว

หลังจากพบว่าการจัดการดินทำได้ 2 ครัวเรือนจาก 16 ครัวเรือน ทีมวิจัยได้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของเด็กที่ผลเลือดและเส้นผม เกินมาตรฐานจำนวน 8 ราย กับระดับตะกั่วและสารหนูในดิน พบว่า เด็กที่ตะกั่วในเลือดสูงกว่าค่ามาตรฐาน 6 ราย มีจำนวน 2 ราย ที่ดินบริเวณบ้านมีตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน ซึ่งต้องไม่เกิน 400 มก./กก. และติดขัดเรื่องงบประมาณในการจัดการ และเมื่อเปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง มีค่ามัธยฐาน 21.199 มคก./ดล. และ 15.320 มคก./ดล. มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $P<0.05$ อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยยังสูงกว่าค่ามาตรฐาน 10 มคก./ดล. ส่วนเด็กที่มีตะกั่วในเส้นผมสูง พบว่าตะกั่วในดินไม่ได้สูงเกินค่ามาตรฐาน สำหรับเด็กที่พบสารหนูในเส้นผมสูงกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งต้องไม่เกิน 3.9 มก./กก. พบว่า ดินบริเวณบ้านพบสารหนูเกินมาตรฐาน และผลการประเมินความเสี่ยงพบว่า ทั้งตะกั่วและสารหนูทางการรับประทานเมื่อรวมกัน มีความเสี่ยงจากสารที่ไม่ใช่ฤทธิ์ก่อมะเร็ง และสารหนูทางการรับประทานมีความเสี่ยงต่อมะเร็ง อย่างไรก็ตามเมื่อวัดระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผมหลังการจัดการความเสี่ยง ระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผมลดลงจนต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าดินบริเวณบ้านที่ควรจัดการเร่งด่วนเพื่อลดการสัมผัสจากดินทางการกินของเด็ก มี 2 ครัวเรือนคือ ครัวเรือนที่เด็กมีระดับตะกั่วในดินสูง 2 ราย ซึ่งทางทีมวิจัยได้แจ้งผลการวิเคราะห์ และประสานของบประมาณไปยังอบต.ถ้ำทะลุ ซึ่งนายกอบต.ได้จัดการในการลาดพื้นบริเวณบ้านให้เด็ก 2 รายในปีงบประมาณ 2559 ซึ่งดำเนินการเรียบร้อยแล้ว

ดังนั้นในการจัดการดินบริเวณบ้าน มีครัวเรือนที่จัดการ จำนวน 4 ครัวเรือน จากจำนวน 16 ครัวเรือน ดังตารางที่ 3.23 คิดเป็น ร้อยละ 25 สำหรับครัวเรือนที่ไม่ได้ดำเนินการจัดการ เนื่องจากขาดงบประมาณ ดินบริเวณบ้านที่เด็กเล่นเป็นดินที่แข็ง ไม่เหมาะในการปลูกพืช อย่างไรก็ตามผู้ปกครองจะดูแลบุตรหลานไม่ให้เล่นบริเวณดิน หรือเก็บของที่ตกพื้น

รับประทาน และล้างมือทุกครั้งก่อนรับประทานอาหาร ซึ่งทุกครัวเรือนได้รับสุขศึกษาในป้องกันบุตรหลานสัมผัสสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อน

ตารางที่ 3.23 การจัดการความเสี่ยงในครัวเรือนที่มีระดับตะกั่วและสารหนูในดินเกินระดับพื้นฐานนอกเหนือจากการให้สุขศึกษา

ครัวเรือนที่	ระดับตะกั่วสารหนูในดิน (ค่าระดับพื้นฐาน)		การจัดการความเสี่ยง
	ตะกั่ว (55 มก./กก.)	สารหนู (30 มก./กก.)	
1	159.90	80.52	ปลูกดาวเรือง
2	201.50	55.04	
3	255.00		
4	566.20	475.00	ลาดพื้นด้วยซีเมนต์ (ตะกั่วในเลือด 13.77 มคก./ดล.)
5	60.20		
6	112.20		
7	55.20	36.73	
8	343.00	88.48	ปลูกหญ้า
9	56.74	50.83	
10	724.20	40.41	ลาดพื้นด้วยซีเมนต์ (ตะกั่วในเลือด 27.63 มคก./ดล.)
11	65.95		
12		31.38	
13	572.20	168.4	
14	578.70	104.5	
15	81.96		
16	56.64		

3.2 การจัดการที่ทางผ่าน

3.2.1 การจัดการน้ำดื่ม

ทีมวิจัยที่รับผิดชอบกิจกรรม ประสานไปยังผู้ปกครองที่มีตะกั่วและสารหนูในน้ำเกินค่ามาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 6 ครัวเรือน และนำเสนอแผนการจัดการความเสี่ยงให้ผู้ปกครองรับทราบซึ่งมีทางเลือก 3 ทางเลือก คือ การซื้อน้ำถังจากแหล่งที่ไม่ปนเปื้อน การกรองด้วยเครื่องกรองที่สามารถกรองโลหะหนัก และการเจาะบ่อบาดาล ดังตารางที่ 3.24 หลังจากทีมวิจัยได้พูดคุยกับผู้ปกครองเด็กถึงการปนเปื้อนตะกั่ว/สารหนูในน้ำดื่ม ผู้ปกครองต้องการน้ำดื่มที่ปลอดภัยและเลือกการซื้อน้ำถังจากแหล่งที่ไม่ปนเปื้อน และจากการลงพื้นที่พบว่าถังเก็บน้ำฝน ผู้ปกครองไม่เคยล้าง

ถังเป็นเวลาหลายปีแล้ว และพบว่าภายในถังมีเศษใบไม้และตะกอนตกอยู่บริเวณก้นถัง ซึ่งผู้รับผิดชอบมีความเห็นตรงกันว่าควรมีการล้างถังน้ำฝน อย่างไรก็ตามผู้ปกครองจะไม่ดื่มน้ำฝนในถังดังกล่าว แต่จะเก็บไว้เป็นน้ำใช้แทน ผลการจัดการจัดการน้ำดื่ม สรุปได้ดังนี้

1) กิจกรรมรณรงค์ล้างถังเก็บน้ำฝน มีครัวเรือนที่น้ำฝนเกินมาตรฐาน 2 ครัวเรือน ทีมวิจัย และผู้ปกครองเด็ก ดำเนินการล้างโดยเทน้ำออกจากถังแล้วช่วยกันทำความสะอาดเป็นที่เรียบร้อยทั้ง 2 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 100 เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่สามารถทำได้ง่าย ไม่ต้องใช้งบประมาณในการดำเนินการ

2) กิจกรรมจัดหาน้ำดื่มที่ปลอดภัย ซึ่งมีครัวเรือนที่น้ำดื่มเกินมาตรฐาน 6 ครัวเรือน โดยมีทางเลือกสำหรับแต่ละครัวเรือน ซึ่งทุกครัวเรือน เลือกที่จะซื้อน้ำถังขนาด 20 ลิตร ราคาถังละ 10-15 บาท ซึ่งมีทั้งที่ผลิตในพื้นที่และต่างพื้นที่ คิดเป็นร้อยละ 100 โดยครัวเรือนทั้ง 6 ครัวเรือน มีผู้อาศัยครัวเรือนละ 4-6 ราย ดื่มน้ำประมาณ 4-5 ถังต่อครัวเรือน คิดเป็นราคาค่าน้ำประมาณ 40-75 บาท/เดือน ราคาประมาณ 480-900 บาท/ปี เมื่อเทียบกับการใช้เครื่องกรองน้ำที่สามารถกรองโลหะหนักได้ ราคาขั้นต่ำเครื่องละไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท และค่าไส้กรองก็มีราคาแพงประมาณ 2,000 บาท เปลี่ยนทุก 6 เดือนเป็นอย่างน้อย ราคาประมาณ 4,000 บาท/ปี ซึ่งการซื้อน้ำดื่มเป็นทางเลือกที่ถูกกว่า จึงเป็นทางเลือกที่ชุมชนคิดว่ามีความเหมาะสมกับชุมชนถ้ำทะลุ ซึ่งมีน้ำถังจำหน่ายโดยนำมาจากตัวเมืองยะลา และมีโรงงานน้ำดื่มของชุมชนที่ตรวจสอบแล้วว่าคุณภาพน้ำผ่านมาตรฐาน เมื่อศึกษาการจัดหาน้ำดื่มที่ปลอดภัยสำหรับการจัดการเหมืองแร่ที่พบปัญหาสารปนเปื้อน จะเห็นว่ามีการเสนอแนะให้ใช้เครื่องกรองน้ำ เช่น กรณีสารหนูปนเปื้อนในน้ำในอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช มีการประดิษฐ์เครื่องกรองน้ำ หรือแนะนำให้ชาวบ้านใช้เครื่องกรองน้ำด้วย ซึ่งหากมีการสอบถามความคิดเห็นจากชาวบ้านก่อน ชาวบ้านอาจมีทั้งต้องการหรือไม่ต้องการเครื่องกรองน้ำ ไม่จำเป็นต้องเลือกเหมือนกัน เพราะแต่ละครัวเรือนมีความแตกต่างกัน ซึ่งการให้ชาวบ้าน เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการ หรือเลือกทางเลือกในการจัดการ จึงเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับความต้องการของชาวบ้าน ซึ่งบางครั้งเป็นทางเลือกที่เรียบง่าย ไม่ต้องใช้เทคนิควิธีที่ยุ่งยากซับซ้อน

ตารางที่ 3.24 กิจกรรมทางเลือกการจัดการน้ำดื่ม

ลำดับ	กิจกรรม	งบประมาณ	แหล่งงบประมาณ
1	การซื้อน้ำถังจากแหล่งที่ไม่ปนเปื้อน	10-15 บาท/ถัง	ผู้ปกครองเด็ก
2	การกรองด้วยเครื่องกรองที่สามารถกรองโลหะหนัก	เครื่องละไม่ต่ำกว่า 5,000 บาท เปลี่ยนไส้กรองครั้งละ 2,000 บาท	ผู้ปกครองเด็ก
3	การเจาะบ่อบาดาล	8,000 บาทต่อบ่อ (ค่อนข้างเจอน้ำยาก และต้องตรวจคุณภาพน้ำก่อนบริโภค)	ผู้ปกครองเด็ก

การจัดการที่ทางผ่านโดยการแนะนำผู้ปกครองที่ครัวเรือนมีสิ่งแวดล้อมปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 37 ราย ดังตารางที่ 3.25

ตารางที่ 3.25 การจัดการที่ทางผ่าน

สิ่งแวดล้อม/เด็ก	จำนวนครัวเรือนที่เกินมาตรฐาน	จำนวนครัวเรือนที่ให้คำแนะนำ
น้ำดื่ม	6	6
นมแม่	13	13
ผัก	2	2
ดินที่เด็กเล่น	16	16

3.3 การจัดการที่ตัวผู้รับ

3.3.1 การให้สุขศึกษา

1) การจัดทำสื่อสุขศึกษา

ทีมวิจัยร่วมกันทำสื่อสุขศึกษา เพื่อไปใช้ให้ความรู้แก่ผู้ปกครองเด็ก โดยมีความเห็นว่าควรทำคู่มือเล่มเล็ก ๆ เนื้อหาประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนูอันตราย การสัมผัส การป้องกันการสัมผัสตะกั่วและสารหนูลดการสัมผัส

2) ทีมวิจัยร่วมกันให้สุขศึกษารายบุคคลแก่ผู้ปกครองทุกคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งตรวจพบตะกั่วและสารหนูในสิ่งแวดล้อมและจากตัวเด็ก: น้ำดื่ม ผัก นมแม่ ดินที่เด็กเล่น ฝุ่นที่พื้นในบ้าน ฝุ่นในบรรยากาศ เส้นผม และเลือด โดยแจกคู่มือที่ได้จัดทำขึ้น ผู้ปกครองจำนวน 119 ราย ทีมวิจัยสามารถให้ความรู้ครบทุกราย คิดเป็นร้อยละ 100 สำหรับรายที่พบตะกั่ว สารหนูเกินค่ามาตรฐาน ทั้งจากสิ่งแวดล้อม หรือพบจากตัวเด็ก จำนวน 37 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 31 ของครัวเรือนที่เก็บตัวอย่าง (หากเป็นครัวเรือนที่ต้องจัดการน้ำดื่มหรือดินอยู่แล้ว จะให้สุขศึกษาในช่วงที่ลงพื้นที่เพื่อจัดการความเสี่ยง) ในส่วนของเด็กเล็กที่ดื่มนมแม่แนะนำการจัดหาอุปกรณ์ป้องกันการสัมผัส เช่น ให้ใช้จุกนมเทียมเพื่อลดการอยากดื่มนมแม่ ซึ่งในการให้ความรู้ได้รับความร่วมมือและการต้อนรับจากผู้ปกครองเป็นอย่างดี แต่มีบางครัวเรือนผู้ปกครองไม่อยู่ที่บ้าน ซึ่งทีมวิจัยได้ลงพื้นที่ซ้ำเพื่อให้ความรู้จนครบทุกรายโดยเป็นกิจกรรมที่สามารถทำได้ด้วยความร่วมมือจากทีมวิจัย โดยได้จัดทำหนังสือทำมือซึ่งเป็นความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนูแจกให้กับผู้ปกครองและประชาชนที่สนใจพร้อมให้คำแนะนำการดูบุตรหลานให้สอดคล้องกับผลการประเมินความเสี่ยง ทั้งนี้การให้ความรู้ เป็นการควบคุมที่ตัวผู้รับ เน้นที่การให้ความรู้ ให้ข้อมูลความเสี่ยง (risk information) ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการป้องกันการสัมผัสตะกั่วและสารหนู โดยก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามหลักการแนวคิดของสุขศึกษา คือ เป็นกระบวนการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมสุขภาพภายใต้หลักการแนวคิดของสุขศึกษา คือ ต้องการให้ประชาชนมีความรู้ความเข้าใจ (knowledge) เพื่อให้ประชาชนตระหนักถึงปัญหาและมีทัศนคติ (attitude) ที่ถูกต้องเหมาะสมและที่สำคัญการให้ความรู้ความเข้าใจเพื่อนำ แนวคิดไปปรับใช้ (practice) เพื่อการป้องกันได้จริงตามความเหมาะสมของบริบทในแต่ละพื้นที่ต่อไป (Kusolsuk and Rojekittikhug, 2009) อย่างไรก็การศึกษาครั้งนี้ให้สุขศึกษาแก่ผู้ปกครองทุกคนซึ่งสามารถให้ความรู้ความเข้าใจได้อย่างละเอียด ช่วยแก้ปัญหาส่วนตัว และให้คำปรึกษาเฉพาะ ผู้ปกครองมีโอกาสซักถาม

ได้ตามความต้องการ อย่างไรก็ตามการให้สุขศึกษารายบุคคล ใช้เวลาและทีมวิจัยค่อนข้างมาก ดังนั้น การให้สุขศึกษาเป็นกลุ่มจะมีความเหมาะสมมากกว่า และผู้ปกครองได้มีโอกาสพูดคุยกันมากยิ่งขึ้น

3.3.2 การจัดการเด็กที่มีระดับตะกั่วและสารหนูสูง

1) การจัดการเด็กที่มีระดับตะกั่วในเลือดสูง

กิจกรรมตรวจเลือดซ้ำเพื่อยืนยัน สำหรับเด็กที่มีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่า 10 มคก./ดล. (สมทัศน์ พัลลภดิษฐ์กุล, 2555) ซึ่งมีจำนวน 6 ราย โดยเป็นการตรวจเพื่อยืนยันผลเลือด ซึ่งเด็กทุกคนได้รับการตรวจเลือดซ้ำ คิดเป็นร้อยละ 100 ผลการตรวจพบว่าทุกคนมีระดับตะกั่วในเลือดสูงเกิน 10 มคก./ดล. ซึ่งอาจส่งผลต่อสุขภาพ หลังจากนั้น แจ้งผลการตรวจให้ผู้ปกครองรับทราบ โดยเด็กทุกคนมีระดับตะกั่วในเลือดสูงเกิน 10 มคก./ดล. ดังตารางที่ 3.26 ซึ่งทีมวิจัยได้ให้สุขศึกษาทุกราย โดยมีเด็ก 4 ราย ที่ดินบริเวณบ้านที่เด็กเล่นมีระดับตะกั่วในดินสูงกว่าระดับตะกั่วพื้นฐานในดิน จึงแนะนำเรื่องการลดการสัมผัสผ่านการเล่นดิน และให้ล้างมือทุกครั้งหลังก่อนรับประทานอาหาร มี 2 รายที่ระดับตะกั่วในน้ำดื่ม ซึ่งเป็นน้ำประปาภูเขาเกินกว่าค่ามาตรฐาน แนะนำให้เปลี่ยนแหล่งน้ำดื่ม โดยผู้ปกครองจะซื้อน้ำถังขนาด 20 ลิตรมาใช้ดื่มแทนน้ำประปาภูเขา และทางรพ.สต.ถ้ำทะลุ ได้ส่งเด็กทั้ง 6 ราย ไปพบแพทย์ตามลำดับขั้นของกระทรวงสาธารณสุข โดยส่งต่อจากรพ.สต.ถ้ำทะลุ ไปยังโรงพยาบาลบันนังสตา เพื่อรับคำแนะนำในการรักษาและดูแลตนเองต่อไป (สมทัศน์ พัลลภดิษฐ์กุล, 2555) ดังนั้น สามารถจัดการได้ทั้ง 6 ราย คิดเป็นร้อยละ 100

ตารางที่ 3.26 การจัดการเพื่อลดความเสี่ยงต่อเด็กที่มีตะกั่วในเลือดเกินมาตรฐาน

เด็กที่ระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่า 10 มคก./ดล.	**ตะกั่วในดินบริเวณบ้าน (มก./กก.)**	**ตะกั่วในน้ำดื่ม (มก./ล.)**	**การจัดการ**
รายที่ 1 (18.17)	5.13	0.02*	การดำเนินการ โดยทีมวิจัย ดังนี้
รายที่ 2 (13.17)	566.20*		- ให้สุขศึกษาผู้ปกครอง ทุกราย
รายที่ 3 (12.14)	343.00*		- รพ.สต.ถ้ำทะลุ ส่งต่อเด็กไปตรวจสุขภาพที่ รพ.บันนังสตา ทุกราย
รายที่ 4 (27.63)	724.20*		
รายที่ 5 (19.96)	13.27	0.02*	- เปลี่ยนแหล่งน้ำดื่มเป็นน้ำถังที่ไม่ปนเปื้อน รายที่ 1 และรายที่ 5
รายที่ 6 (15.67)	255.00*		- ประสานนายก อบต.ถ้ำทะลุเพื่อสนับสนุนงบประมาณในการลาดพื้นบ้านบริเวณบ้านให้รายที่ 2 และ 4 ซึ่งนายกอบต.ดำเนินการให้ในปีงบประมาณ 2559 เนื่องจากมีระดับตะกั่วในเลือดสูง ซึ่งต้องจัดการเร่งด่วนกว่ากรณีอื่น ๆ ส่วนรายที่ 3 และ 6 จะดำเนินการให้ในปีงบประมาณ 2560

* สูงเกินระดับมาตรฐาน

2) การจัดการเด็กที่มีระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผมสูง

ทีมวิจัยร่วมกันให้สุขศึกษารายแก่ผู้ปกครองของเด็กที่มีระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผมสูง จำนวน 2 ราย โดยเด็กที่มีระดับตะกั่วในเส้นผมสูงจำนวน 1 ราย มีค่าตะกั่ว 7.67 มก./กก. และสารหนูในเส้นผม 1 ราย มีค่าสารหนู 1.67 มก./กก. ทีมวิจัยที่รับผิดชอบได้ให้สุขศึกษา เพื่อลดการสัมผัสตะกั่วและสารหนูจากสิ่งแวดล้อม ซึ่งเด็กที่ระดับตะกั่วในเส้นผมสูง พบว่าดินบริเวณบ้านที่เด็กเล่น มีค่าตะกั่วสูงเกินระดับพื้นฐานตะกั่วในดิน จึงแนะนำเรื่องการลดการสัมผัสผ่านการเล่นดิน และให้ล้างมือทุกครั้งหลังก่อนรับประทานอาหาร ส่วนเด็กที่มีระดับสารหนูในเส้นผมสูง พบว่าน้ำดื่มซึ่งเป็นน้ำประปาภูเขามีระดับสารหนูเกินมาตรฐานน้ำดื่ม จึงแนะนำให้เปลี่ยนแหล่งน้ำดื่ม โดยผู้ปกครองจะซื้อน้ำถังขนาด 20 ลิตรมาใช้ดื่มแทนน้ำประปาภูเขา ดังนั้น สามารถจัดการได้ทั้ง 2 ราย คิดเป็นร้อยละ 100 เมื่อทีมวิจัยได้ดำเนินการจัดการเด็กดังกล่าว และวัดระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผม มีค่า 3.21 และ 0.15 มก./กก. ตามลำดับ ซึ่งทั้งระดับตะกั่วและสารหนูในเด็กทั้งสองคนอยู่ในระดับที่ไม่เกินมาตรฐาน

ในขั้นตอนการจัดการความเสี่ยง สามารถสรุปผลความสำเร็จของกิจกรรมต่าง ๆ ได้ คือ การจัดการความเสี่ยงที่สามารถดำเนินการได้ครบร้อยละ 100.00 ได้แก่ การจัดการที่แหล่งกำเนิด ประกอบด้วย การจัดการคุณภาพน้ำดื่ม ดำเนินการรณรงค์ล้างถังน้ำฝน 2 ครัวเรือน จัดหาแหล่งน้ำดื่ม (ซื้อน้ำถัง) 6 ครัวเรือน การจัดการดิน ดำเนินการลาดพื้นด้วยซีเมนต์บริเวณลานถลุงแร่ (พื้นที่สาธารณะ) 1 แหล่ง แนะนำเพื่อห้ามบริโภค/สัมผัสสิ่งแวดล้อมที่เกินมาตรฐาน 37 ราย การให้สุขศึกษาและจัดการเด็กที่มีระดับตะกั่ว/สารหนูเกินมาตรฐาน ดำเนินการให้สุขศึกษาแก่ผู้ปกครอง 119 ราย จัดการเด็กที่ระดับตะกั่วในเลือดสูง 6 ราย และระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผมสูง 2 ราย อย่างไรก็ตามการลาดพื้นด้วยซีเมนต์บริเวณบ้านและการปลูกพืชคลุมดิน ดำเนินการได้ 4 ครัวเรือน จากทั้งหมด 16 ครัวเรือน คิดเป็นร้อยละ 25 ทั้งนี้ต้องมีการดำเนินการจัดการร่วมกันระหว่างครัวเรือนและท้องถิ่นหรือหน่วยงานอื่นที่สามารถสนับสนุนงบประมาณได้ต่อไป

4. การติดตาม ประเมินผลและสรุปผล

การติดตามและประเมินผล โดยทีมวิจัยมีการประชุมเพื่อแบ่งหน้าที่ของทีมวิจัยเพื่อประเมินความรู้หลังการจัดการความเสี่ยง และทบทวนการเก็บตัวอย่างเส้นผมจากเด็ก ดำเนินการหลังจากการจัดการความเสี่ยง 6 เดือน ซึ่งมีการประเมินความรู้ของผู้ปกครอง เก็บตัวอย่างเส้นผมครั้งที่ 2 เพื่อตรวจตะกั่วและสารหนู ทั้งนี้ การให้เก็บข้อมูลขึ้นกับความสมัครใจของผู้ปกครอง เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง โดยใช้สถิติ paired t–test ได้ผลดังนี้

4.1 ระดับความรู้หลังการจัดการความเสี่ยง

ทีมวิจัยลงพื้นที่เพื่อทดสอบระดับความรู้ของผู้ปกครอง จำนวน 119 คน พบว่า ร้อยละของการตอบถูกหลังการจัดการความใกล้ชุมเหมืองกว่าก่อนการจัดการความเสี่ยงทุกข้อ ดังตารางที่ 3.27 และเมื่อใช้คะแนนเฉลี่ยเพื่อเปรียบ พบว่า ก่อนการจัดการความเสี่ยงมีความรู้เฉลี่ย 6.99 คะแนน หลังให้ความรู้ 6 เดือน มีค่าเฉลี่ย 9.03 คะแนน (คะแนนเต็ม 14) และเมื่อทดสอบทางสถิติ พบว่าระดับความรู้เพิ่มขึ้นกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$) ดังตารางที่ 3.28 ทั้งนี้การให้ความรู้ เพื่อให้ประชาชนตระหนักถึงปัญหาและมีทัศนคติที่ถูกต้องเหมาะสมและที่สำคัญเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจเพื่อนำแนวคิดไปปรับใช้ (Kusolsuk and Rojekittikhug, 2009) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้

ประเมินระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผมของเด็กเล็ก ซึ่งอยู่ในความดูแลของผู้ปกครองที่ได้รับความรู้ พบว่าระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผมมีแนวโน้มลดลงในขณะที่ระดับความรู้ของผู้ปกครองเพิ่มขึ้น แสดงให้ว่าเมื่อผู้ปกครองได้รับความรู้แล้ว มีความตระหนักว่าตะกั่วและสารหนูเป็นอันตรายต่อบุตรหลาน นำไปสู่การดูแลบุตรหลานเพื่อลดการสัมผัส จึงส่งผลต่อระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผม ซึ่งลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ และ $P < 0.01$ ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าการให้ความรู้ยังเป็นสิ่งสำคัญที่จำเป็นต่อการจัดการความเสี่ยง

ตารางที่ 3.27 ผลการทดสอบความรู้ผู้ปกครองก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง

ข้อที่	คำถาม	ร้อยละการตอบถูก	
		ก่อนการจัดการ	หลังการจัดการ
1	ตะกั่วและสารหนูเป็นโลหะพิษที่พบในพื้นที่ตำบลถ้ำทะลุ เนื่องจากการทำเหมืองแร่ดีบุกในอดีต	56.3	92.4
2	ถ้าหากแม่ได้รับตะกั่วและสารหนูสามารถทำให้ลูกที่อยู่ในท้องได้รับอันตรายไปด้วย	70.6	84.0
3	เด็กเล็กที่ได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เด็กมีพัฒนาการช้ากว่าเด็กปกติ	71.4	79.8
4	ผู้ใหญ่ได้รับตะกั่วจะไม่เป็นอันตรายเนื่องจากมีภูมิต้านทาน	40.4	79.5
5	การได้รับตะกั่วต่อเนื่องทำให้เกิดมะเร็งได้	7.6	29.2
6	การได้รับสารหนูอย่างต่อเนื่องทำให้เป็นมะเร็งที่ผิวหนังได้	38.7	52.9
7	เด็กเล็กมีความเสี่ยงต่อพิษของตะกั่วและสารหนูเท่ากับผู้ใหญ่	15.1	51.0
8	สามารถตรวจหาปริมาณตะกั่วและสารหนูในร่างกายโดยการเจาะเลือด เส้นผม	73.1	83.2
9	ตะกั่วและสารหนูสามารถพบได้ทั้งในน้ำ ดิน พืชผัก และในอากาศ	74.8	89.1
10	ตะกั่วและสารหนูสามารถได้รับผ่านการดื่มน้ำ กินพืชผักได้	73.1	92.4
11	ตะกั่วและสารหนูสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ดี	8.4	12.6
12	สามารถลดปริมาณตะกั่วและสารหนที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มโดยเครื่องกรองน้ำทั่วไป	45.4	77.3
13	ควรงดบริโภคพืชผักที่ปนเปื้อนตะกั่วและสารหนู	80.7	90.8
14	หากตะกั่วและสารหนูปนเปื้อนในดินสามารถแก้ไขด้วยการปลูกพืชเพื่อดูดซับ	38.7	76.5

ในการเก็บตัวอย่างเส้นผม ทีมวิจัยได้นัดผู้ปกครองเด็กในช่วงที่มีการทดสอบความรู้โดยหลังการจัดการความเสี่ยง โดยให้ผู้ปกครองนำเด็กมายังโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถ้ำทะลุ แล้วเก็บตัวอย่างเส้นผมเพื่อวิเคราะห์ผล

4.2 ระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผมหลังการจัดการความเสี่ยง

ระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผม ตรวจวิเคราะห์จำนวน 20 ราย (คิดเฉพาะรายที่ตรวจก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง) พบว่า ตะกั่วก่อนดำเนินการจัดการ มีค่าเฉลี่ย 1.077 มก./กก. หลังดำเนินการจัดการ มีค่าเฉลี่ย 0.617 มก./กก. สารหนู มีค่าเฉลี่ย 0.081 มก./กก. หลังดำเนินการจัดการ มีค่าเฉลี่ย ตรวจไม่พบ เมื่อทดสอบความแตกต่างโดยใช้สถิติ paired t-test พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ และ $p < 0.01$ ตามลำดับ ดังตารางที่ 3.28 การตรวจเส้นผมสามารถบ่งชี้การได้รับสารหนูแบบเรื้อรังได้ดี (Ishinishi, et al., 1986) การลดลงของตะกั่วและสารหนูในเส้นผมอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แสดงให้เห็นถึงความสำเร็จในการลดการสัมผัสตะกั่วและสารหนูจากสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ในการดำเนินการจัดการความเสี่ยง ได้ซื้อน้ำดื่มที่ไม่ปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูมาดื่มแทน และได้ให้สุขศึกษาเพื่อให้ผู้ปกครองมีความรู้ในการดูแลบุตรหลาน เพื่อลดการสัมผัสตะกั่วและสารหนู ซึ่งเมื่อผู้ปกครองนำไปปฏิบัติจึงทำให้ลดการสัมผัสเพิ่ม และร่างกายมีการขับสารพิษออกจากร่างกายตามพิษจลนศาสตร์ (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007) การวัดปริมาณตะกั่วและสารหนู จากเส้นผมเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่เก็บง่าย เหมาะหรับเด็กเล็ก

ตารางที่ 3.28 ผลการประเมินประสิทธิผลการจัดการความเสี่ยง

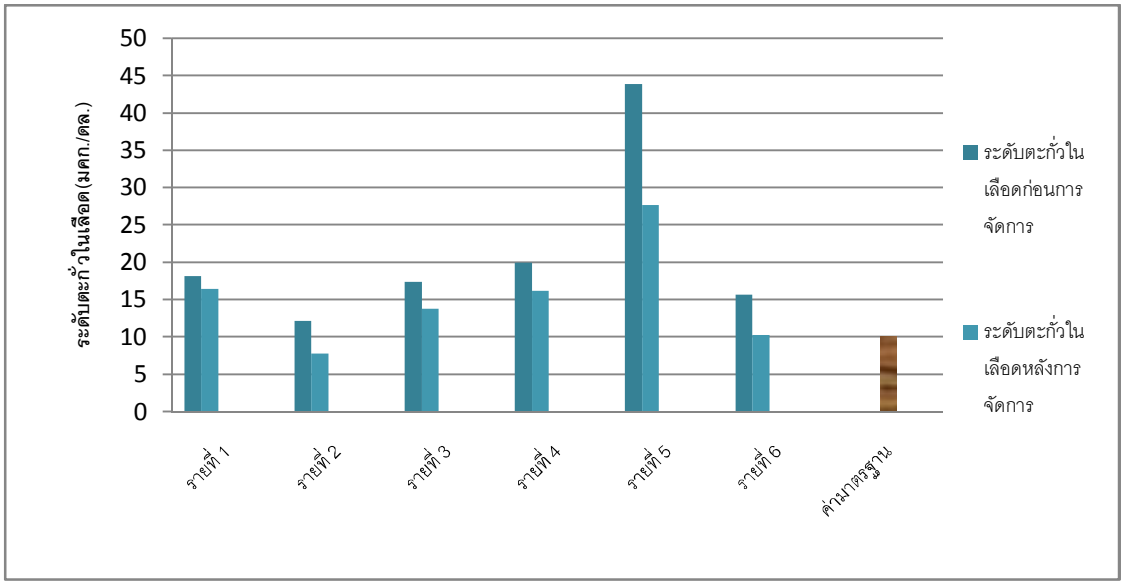
กิจกรรม	จำนวน (คน)	ค่าเฉลี่ยก่อนการจัดการ	ค่าเฉลี่ยหลังการจัดการ	t	p-value
ความรู้ของผู้ปกครอง	119	6.99 คะแนน	9.03 คะแนน	-6.31	0.01
ระดับตะกั่วในเส้นผม	20	1.01 มก./กก.	0.62 มก./กก.	3.94	0.04
ระดับสารหนูในเส้นผม	20	0.08 มก./กก.	ตรวจไม่พบ	2.84	0.01

4.3 เด็กที่มีตะกั่วและสารหนูในเลือดและเส้นผมเกินมาตรฐาน

ทีมวิจัยร่วมกันวิเคราะห์ข้อมูลเด็กที่พบตะกั่วและสารหนูในเลือดและเส้นผมเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 8 ราย คือ มีตะกั่วในเลือดสูงกว่า 10 มคก./ดล. จำนวน 6 ราย ตะกั่วในเส้นผมสูงกว่า 5 มก./กก. จำนวน 1 รายและสารหนูในเส้นผมสูงกว่า 0.5 มก./กก. จำนวน 1 ราย โดยในขั้นตอนของการจัดการความเสี่ยงได้ให้สุขศึกษารายบุคคลแก่ผู้ปกครองของเด็กครบทุกคน และมีการตรวจเลือดซ้ำเพื่อยืนยันปริมาณตะกั่วในเลือด ซึ่งเด็กทั้ง 6 ราย ยังคงมีระดับตะกั่วในเลือดสูงเกินค่ามาตรฐาน ซึ่งทีมวิจัยได้วิเคราะห์และจัดการเด็กดังกล่าว ทั้ง 8 ราย

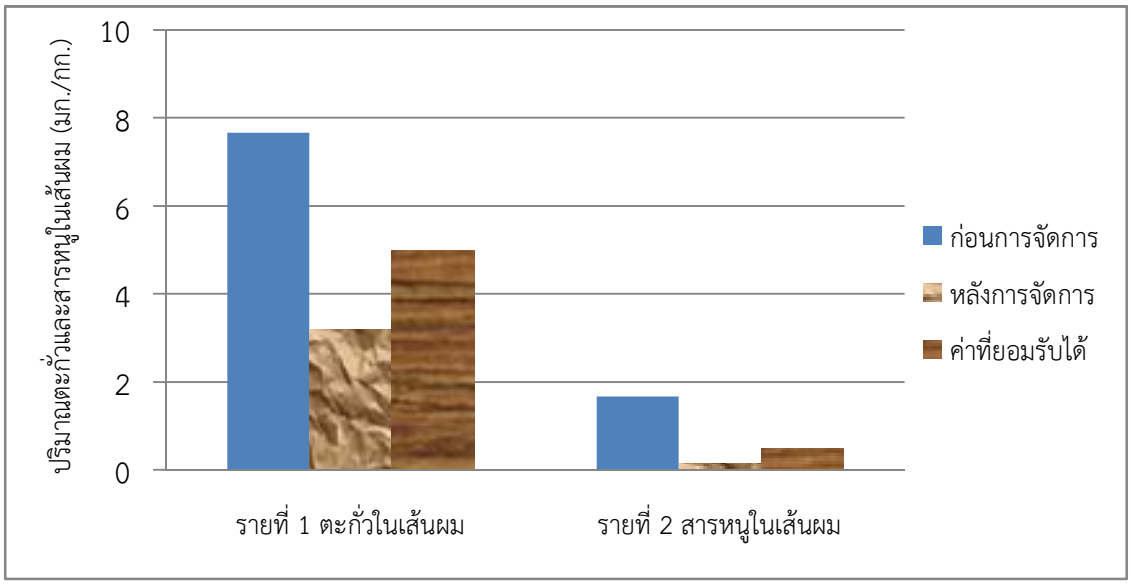
4.3.1 เด็กที่มีระดับตะกั่วในเลือดสูง จำนวน 6 ราย พบว่า เมื่อตรวจปริมาณตะกั่วในเลือด หลังการจัดการ 6 เดือน ซึ่งแนวทางการจัดการความเสี่ยง คือ ปรับเปลี่ยนแหล่งน้ำดื่ม จัดการดิน และให้สุขศึกษา ทุกรายมีระดับตะกั่วในเลือดลดลง แต่มีเพียงรายที่ 2 ที่ระดับตะกั่วในเลือดลดลงต่ำกว่าค่ามาตรฐาน และเมื่อเทียบกับเด็กทั้ง 6 ราย เด็กรายที่ 2 มีระดับตะกั่วใน

เลือดต่ำกว่าเด็กทั้ง 6 ราย ซึ่งในการลดระดับตะกั่วในเลือดนอกจากลดการสัมผัสสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนแล้ว ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 เปรียบเทียบระดับตะกั่วในเลือดก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง

4.3.2 เด็กที่มีระดับตะกั่วในเส้นผมสูง จำนวน 1 ราย ผลจากการติดตามหลังการจัดการความเสี่ยงระดับตะกั่วในเส้นผมมีแนวโน้มลดลงจาก 7.67 มก./กก. เหลือ 3.21 มก./กก. อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ส่วนเด็กที่มีระดับสารหนูในเส้นผมสูง จำนวน 1 ราย พบว่าเด็กดื่มน้ำประปาภูเขาที่มีค่าสารหนูเกินมาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก ผลจากการติดตามหลังการจัดการความเสี่ยงระดับ สารหนูในเส้นผมมีแนวโน้มลดลงจาก 1.67 เป็น 0.15 มก./กก. อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ดังภาพที่ 3.4 ซึ่งแนวทางการจัดการคือเปลี่ยนแหล่งน้ำดื่ม และการให้สุขศึกษาแก่ผู้ปกครอง



ภาพที่ 3.4 เปรียบเทียบระดับตะกั่วและสารหนูในเส้นผมก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง

การส่งเสริมสุขภาพตามกฎบัตรออตตาวา

จากการประกาศกฎบัตรออตตาวา ซึ่งกล่าวถึงการส่งเสริมสุขภาพ หมายถึง กระบวนการส่งเสริมให้ประชาชน เพิ่มสมรรถนะในการควบคุม และปรับปรุงสุขภาพของตนเอง ให้บรรลุสุขภาวะอันสมบูรณ์ ทั้งร่างกาย จิตใจและสังคม (WHO, 1986) ซึ่งจำแนกเป็นประเด็นหลักในการส่งเสริมสุขภาพได้ 5 ประเด็น และนำมาใช้เป็นแนวทางส่งเสริมสุขภาพในการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูอย่างยั่งยืน ดังนี้

1. การสร้างนโยบายสาธารณะ

การสร้างนโยบายสาธารณะ โดยตั้งกองทุนเยียวยาผู้ได้รับผลกระทบให้สอดคล้องกับปัญหาสุขภาพในพื้นที่ จัดตั้งกองทุนเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบโดยเฉพาะกลุ่มเด็กที่ยังคงมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าค่ามาตรฐาน อีก 5 ราย โดยกองทุนควรประกอบไปด้วยกลุ่มคนตามหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา หน่วยงานทางด้านสาธารณสุข เช่น สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ซึ่งมีกองทุนให้กับระดับท้องถิ่น เช่น กองทุนส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรค โดยงบประมาณจากกองทุนควรมาจากการสนับสนุนของคนในชุมชนด้วย โดยมีรพ.สต.และอบต. เป็นผู้รับผิดชอบหลัก เด็กเล็กควรลดการสัมผัสพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองในระยะ 2 กิโลเมตร เช่น ไม่เที่ยวเล่นบริเวณใกล้ขุมเหมือง ดำเนินการโดยทีมวิจัย มีรพ.สต.และอบต. เป็นผู้รับผิดชอบ และการพัฒนาฐานข้อมูลความเสี่ยงจากตะกั่วและสารหนูอย่างเป็นระบบ และประชาสัมพันธ์แผนที่แสดงเขตพื้นที่ ใกล้ขุมเหมืองเสี่ยงที่ชัดเจน ซึ่งรับผิดชอบโดยอบต.ถ้ำทะลุ

2. การสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพ

การสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพ ในการศึกษาครั้งนี้คือการลาดพื้นบริเวณโรงถลุงแร่เก่าซึ่งปนเปื้อนด้วยตะกั่วและสารหนูสูง ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นลานที่เด็ก ๆ ใช้ในการวิ่งเล่น ซึ่งมีความเสี่ยงทางการหายใจทั้งจากตะกั่วและสารหนู การจัดการพื้นที่ดังกล่าวโดยทางอบต.ถ้ำทะลุจึงช่วยลดความเสี่ยงการสัมผัสทางการหายใจจากตะกั่วและสารหนูของเด็กเล็กและประชาชนในชุมชน

ถ้ำทะลุ ซึ่งได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว ส่วนพื้นที่อื่น ๆ เมื่อพบว่ามีความเสี่ยง ก็ดำเนินการต่อโดยทีมวิจัยชุมชน

3. การเสริมสร้างกิจกรรมชุมชนให้เข้มแข็ง

ทีมวิจัยชุมชน ควรสร้างทีมให้เข้มแข็งเพื่อดำเนินการจัดการความเสี่ยงและเฝ้าระวังความเสี่ยงอย่างต่อเนื่อง และควรสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อร่วมกันเฝ้าระวังและติดตามการแก้ปัญหาจากพิษตะกั่วและสารหนูในชุมชน ทั้งด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ โรงเรียนบ้านตังกะเด็ง ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลถ้ำทะลุ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดยะลา เป็นต้น

4. การพัฒนาทักษะส่วนบุคคล

การพัฒนาทักษะส่วนบุคคล เจ้าหน้าที่สาธารณสุขของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถ้ำทะลุ ต้องทบทวนความรู้เรื่องพิษตะกั่วและสารหนู พร้อมทั้งฝึกทักษะการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ตัวอย่างน้ำดื่ม ดินที่เด็กเล่น ผัก ฝุ่นที่พื้นในบ้าน และฝุ่นในบรรยากาศ และตัวอย่างเส้นผม สำหรับวัสดุ อุปกรณ์ที่ทางรพ.สต. ไม่สามารถจัดหาได้เช่น กระดาษกรอง เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ สามารถขอสนับสนุนได้จากวิทยาลัยการสาธารณสุขสิรินธร จังหวัดยะลา และเจ้าหน้าที่สาธารณสุขควรถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้กลุ่มอสม. ที่ยังไม่รับทราบข้อมูล ให้มีความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนูซึ่งเป็นสารพิษในพื้นที่ด้วย สำหรับการศึกษาครั้งนี้ในขั้นตอนการให้สุขศึกษามีการให้ข้อมูลรายบุคคล ซึ่งใช้เวลาค่อนข้างนาน ดังนั้นในโอกาสต่อไปควรให้เป็นรายกลุ่ม หรือนัดประชุมผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อมารับฟังร่วมกันจะประหยัดเวลาและทรัพยากรมากกว่า โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ประชาชนทุกครัวเรือนได้นำความรู้ไปใช้ในการป้องกันสุขภาพตนเองและคนในครอบครัวจากการสัมผัสตะกั่วและสารหนูในพื้นที่ โดยเฉพาะเด็กเล็กซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยงที่สุด

5. การปรับระบบบริการสาธารณสุข

เนื่องจากปัจจุบันได้เลิกกิจการทำเหมืองไปแล้ว แต่ผู้ได้รับผลกระทบยังมีอยู่ ดังนั้นชุมชนควรต้องร่วมกันช่วยเหลือกลุ่มผู้ที่ได้รับผลกระทบเหล่านี้ โดยส่งต่อเด็กเล็กเพื่อรับการรักษา โดยควรจัดตั้งกองทุนเพื่อเยียวยาปัญหาผลกระทบสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ เช่น กองทุนเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ โดยเฉพาะกลุ่มเด็กที่ยังคงมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าค่ามาตรฐาน อีก 5 ราย ควรได้รับการส่งต่อเพื่อดูแลเฝ้าระวังปัญหาสุขภาพ และหางบประมาณมาช่วยในการจัดการปัญหา โดยกองทุนควรประกอบไปด้วยกลุ่มคนตามหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา หน่วยงานทางด้านสาธารณสุข เช่น สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ซึ่งมีกองทุนให้กับระดับท้องถิ่น เช่น กองทุนส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรค ซึ่งสามารถที่จะของบประมาณเพื่อการส่งเสริมสุขภาพประชาชนได้ แต่ที่สำคัญคือ ชุมชนควรมีส่วนร่วมในการจัดการปัญหาของตนเองก่อน โดยงบประมาณจากกองทุนควรมาจากการสนับสนุนของคนในชุมชนด้วย โดยมีเจ้าหน้าที่สาธารณสุขและอบต.เป็นแกนนำในการดำเนินการ

บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนร่วม

เมื่อนำบทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของผู้มีส่วนร่วมที่คาดหวังและที่เกิดขึ้นจริงมาวิเคราะห์โดยทีมวิจัย สามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของเจ้าหน้าที่สาธารณสุข

บทบาทของเจ้าหน้าที่สาธารณสุข สิ่งที่เกิดขึ้นจริงมากกว่าความคาดหวังเนื่องจากเจ้าหน้าที่สาธารณสุขสามารถใช่งานตามบทบาทที่คาดหวังเป็นอย่างดี นอกจากนี้สามารถช่วยทีมวิจัยในส่วนของการวางแผนการเก็บข้อมูลได้เป็นอย่างดี ในส่วนของระดับการมีส่วนร่วม เป็นไปตามคาดหวัง คือ มีส่วนร่วมตั้งแต่ ระดับ 1 การให้ข้อมูล – ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ (IAP2, 2007) รายละเอียดดังตารางที่ 3.29 อย่างไรก็ตาม ในส่วนของจัดการที่ยั่งยืน เจ้าที่สาธารณสุขจากรพ.สต.ถ้ำทะลุจะต้องสามารถให้ความรู้เพื่อแก่ประชาชนเพื่อป้องกันและลดการสัมผัสตะกั่วและสารหนู

ตารางที่ 3.29 บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมที่คาดหวังและที่เกิดขึ้นจริงของเจ้าหน้าที่สาธารณสุข

รายการ	ที่คาดหวัง	ที่เกิดขึ้นจริง
บทบาทและระดับการมีส่วนร่วม	บทบาทของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่คาดหวัง 1) การแนะนำพื้นที่เพื่อศึกษาพื้นที่ขุมเหมืองเก่า 2) ประสานผู้นำชุมชนเพื่อชี้แจงแนวทางการวิจัย 3) ประสานอสม. เพื่อประสานผู้ปกครองเด็กเล็กในการเข้าร่วมประชุม 4) ร่วมเป็นทีมวิจัย โดยเก็บข้อมูลประเมินความรู้ เก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม จัดเตรียมสถานที่สำหรับการเจาะเลือด ร่วมในการสื่อสารความเสี่ยง ร่วมจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง ดำเนินการตามแผนโดยการให้ความรู้ จัดการปัญหาน้ำดื่ม ปัญหาดิน จัดการส่งต่อเด็กเล็กเพื่อการรักษาตามระบบ และ 5) ร่วมประเมินผลการจัดการโดยการประเมินความรู้ ร่วมถอดบทเรียนสำหรับระดับการมีส่วนร่วมที่คาดหวังจากกิจกรรมต่าง ๆ ภาพรวม อยู่ในระดับ 1 การให้ข้อมูล – ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ คือ มีตั้งแต่ให้ข้อมูล การให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการตัดสินใจ และมีการดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่อง	บทบาทของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่เกิดขึ้นจริงเป็นไปตามที่คาดหวังทุกอย่าง และมีประเด็นเพิ่มเติม คือ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขซึ่งอยู่ในพื้นที่มานาน จึงรู้จักพื้นที่และคนในพื้นที่จึงช่วยทีมวิจัยได้ดีมาก สามารถที่จะวางแผนว่าจะไปเก็บข้อมูลเด็กคนไหนก่อน หลังตามความเหมาะสมของระยะทาง และเวลาที่มีอยู่ บางครัวเรือนอยู่ในสวนยาง อยู่บนเนินเขา การเดินทางค่อนข้างลำบาก ก็ต้องใช้รถมอเตอร์ไซด์ของรพ.สต.ถ้ำทะลุ และใช้ทีมวิจัยที่ชำนาญเส้นทางในการเดินทาง ซึ่งทางเจ้าหน้าที่สาธารณสุขจะดำเนินการจัดการให้ทั้งหมด ซึ่งถ้าหากขาดเจ้าหน้าที่สาธารณสุขมาร่วมเป็นทีมวิจัยจะทำงานในพื้นที่ลำบากมาก สำหรับระดับการมีส่วนร่วมที่คาดหวังจากกิจกรรมต่าง ๆ ภาพรวม อยู่ในระดับ 1 การให้ข้อมูล – ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือเป็นไปตามที่คาดหวัง

2. บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของอสม.

บทบาทของอสม. สิ่งที่เกิดขึ้นจริงเป็นไปตามที่คาดหวังเนื่องจากอสม. จะสามารถช่วยทีมวิจัยในส่วนของการประเมินและการดำเนินการจัดการความเสี่ยงได้เป็นอย่างดี ในส่วนของระดับการมีส่วนร่วม เป็นไปตามคาดหวัง คือ มีส่วนร่วมตั้งแต่ ระดับ 1 การให้ข้อมูล – ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ (IAP2, 2007) รายละเอียดดังตารางที่ 3.30 อย่างไรก็ตาม ในส่วนของจัดการที่ยั่งยืน อสม. จะต้องสามารถช่วยเจ้าหน้าที่สาธารณสุขเพื่อให้ความรู้แก่ประชาชนในเพื่อป้องกันและลดการสัมผัสตะกั่วและสารหนูได้

ตารางที่ 3.30 บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของอสม.

รายการ	ที่คาดหวัง	ที่เกิดขึ้นจริง
บทบาทและระดับการมีส่วนร่วม	บทบาทของอสม.ที่คาดหวังคือ 1) ประสานผู้ปกครองเด็กเล็กในการเข้าร่วมประชุม 2) ร่วมเป็นทีมวิจัยเพื่อเก็บข้อมูล ประเมินความรู้ เก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ร่วมในการสื่อสารความเสี่ยง ร่วมจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง ดำเนินการตามแผนโดยการให้ความรู้ จัดการปัญหาน้ำดื่ม ปัญหาดิน และ 3) ประเมินผลการจัดการโดยการประเมินความรู้ ร่วมถอดบทเรียน สำหรับระดับการมีส่วนร่วมที่คาดหวังจากกิจกรรมต่าง ๆ ภาพรวม อยู่ในระดับ 1 การให้ข้อมูล – ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ คือ มีตั้งแต่ให้ข้อมูล การให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการตัดสินใจ และมีการดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่องในการประเมินและจัดการความเสี่ยง	บทบาทของอสม.ที่เกิดขึ้นจริงเป็นไปตามที่คาดหวัง อย่างไรก็ตามในการดำเนินกิจกรรมแต่ละครั้ง อสม. ไม่สามารถเข้าร่วมได้ทุกคน เนื่องจากติดภารกิจที่สำคัญคือการกรีดยาง แต่ก็จะมี อสม.มาเข้าร่วมทุกครั้งที่จัดกิจกรรม นอกจากนี้ อสม.ซึ่งเป็นคนในพื้นที่ทั้งหมด จะรู้จักพื้นที่และคนในพื้นที่ทั้งหมด ทำให้สะดวกในการเก็บข้อมูล ซึ่งถ้าหากขาดอสม.มาร่วมเป็นทีมวิจัยจะทำงานในพื้นที่ลำบากมากเช่นกัน สำหรับระดับการมีส่วนร่วมที่เกิดขึ้นจริง จากกิจกรรมต่าง ๆ ภาพรวม อยู่ในระดับ 1 การให้ข้อมูล – ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือซึ่งเป็นไปตามที่คาดหวัง

3. บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองเด็กเล็กที่เป็นทีมวิจัย

บทบาทของผู้ปกครองเด็กเล็ก สิ่งที่เกิดขึ้นจริงเป็นไปตามที่คาดหวังเนื่องจากผู้ปกครองเด็กเล็ก สามารถช่วยทีมวิจัยในส่วนของการเก็บข้อมูล ร่วมดำเนินการจัดการตามแผนที่วางไว้ ในส่วนของระดับการมีส่วนร่วม เป็นไปตามคาดหวัง คือ มีส่วนร่วมตั้งแต่ ระดับ 1 การให้ข้อมูล – ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ (IAP2, 2007) รายละเอียดดังตารางที่ 3.31 อย่างไรก็ตาม ในส่วนของจัดการความเสี่ยงที่ยั่งยืนผู้ปกครองต้องดูแลเด็กเล็กและคนในครอบครัวเพื่อลดการสัมผัสสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนอย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 3.31 บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของผู้ปกครองเด็กเล็กที่เป็นทีมวิจัย

รายการ	ที่คาดหวัง	ที่เกิดขึ้นจริง
บทบาทและระดับการมีส่วนร่วม	บทบาทของผู้ปกครองเด็กเล็ก ที่คาดหวังคือ 1) ร่วมเป็นทีมวิจัย เพื่อเก็บข้อมูลแบบสอบถามประเมินความรู้ เก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ให้ข้อเสนอแนะรูปแบบการนำเสนอ ร่วมในการสื่อสารความเสี่ยง ร่วมจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง ดำเนินการตามแผนโดยการให้ความรู้ จัดการปัญหาน้ำดื่ม ปัญหาดิน และ 2) ร่วมประเมินผลการจัดการโดยการประเมินความรู้ ร่วมถอดบทเรียน สำหรับระดับการมีส่วนร่วมที่คาดหวังจากกิจกรรมต่าง ๆ ภาพรวม อยู่ในระดับ 1 การให้ข้อมูล – ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือ คือ มีตั้งแต่ให้ข้อมูล การให้คำปรึกษา ให้ข้อเสนอแนะเพื่อการตัดสินใจ และมีการดำเนินกิจกรรมอย่างต่อเนื่องในการประเมินและจัดการความเสี่ยง	บทบาทของผู้ปกครองเด็กเล็ก ที่เกิดขึ้นจริงเป็นไปตามที่คาดหวัง อย่างไรก็ตามในการดำเนินกิจกรรมแต่ละครั้ง ผู้ปกครองเด็กเล็กไม่สามารถเข้าร่วมได้ทุกครั้ง เนื่องจากติดภารกิจที่สำคัญคือการกรีดยางเช่นเดียวกับ อสม. และซึ่งเป็นคนในพื้นที่ทั้งหมด ทำให้สะดวกในการเก็บข้อมูล ซึ่งถ้าหากขาดผู้ปกครองเด็กเล็ก มาร่วมเป็นทีมวิจัยจะทำงานในพื้นที่ลำบากมากเช่นกัน สำหรับระดับการมีส่วนร่วมที่เกิดขึ้นจริง จากกิจกรรมต่าง ๆ ภาพรวม อยู่ในระดับ 1 การให้ข้อมูล – ระดับ 4 การสร้างความร่วมมือซึ่งเป็นไปตามที่คาดหวัง

4. บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของผู้นำท้องถิ่น

บทบาทของผู้นำท้องถิ่น สิ่งที่เกิดขึ้นจริงเป็นไปตามที่คาดหวังเนื่องจากผู้นำท้องถิ่นสามารถให้ข้อเสนอแนะแนวทางการศึกษาครั้งนี้ และสนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการจัดการความเสี่ยงในส่วนของระดับการมีส่วนร่วม เป็นไปตามคาดหวัง คือ มีส่วนร่วมตั้งแต่ ระดับ 1 การให้ข้อมูล ระดับ 2 การให้คำปรึกษา และขั้นที่ 5 การให้อำนาจประชาชน (IAP2, 2007) รายละเอียดดังตารางที่ 3.32 อย่างไรก็ตาม ในส่วนของจัดการความเสี่ยงที่ยั่งยืนและแนวคิดสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา ผู้นำท้องถิ่นควรเข้ามามีส่วนร่วม เช่น การเฝ้าระวังพิษจากตะกั่วและสารหนูโดยการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม และสนับสนุนงบประมาณต่าง ๆ ในการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูในพื้นที่

ตารางที่ 3.32 บทบาทและระดับการมีส่วนร่วมของผู้นำท้องถิ่น

รายการ	ที่คาดหวัง	ที่เกิดขึ้นจริง
บทบาทและระดับการมีส่วนร่วม	บทบาทของผู้นำท้องถิ่นที่คาดหวังคือ 1) รับทราบและให้ข้อเสนอแนะแนวทางการศึกษาครั้งนี้ และ 2)สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินการจัดการความเสี่ยง สำหรับระดับการมีส่วนร่วมที่คาดหวังจากกิจกรรมต่าง ๆ ภาพรวม อยู่ในระดับ 1 การให้ข้อมูล – ระดับ 2 การให้คำปรึกษา และขั้นที่ 5 การให้อำนาจประชาชน คือ มีตั้งแต่ให้ข้อมูล ให้คำปรึกษา และให้บทบาทผู้มีส่วนร่วมในระดับสูงที่สุด โดยให้ทีมวิจัยเป็นผู้ตัดสินใจแล้วอบต.ดำเนินการตามการตัดสินใจนั้น คือ การลาดพื้นซีเมนต์บริเวณโรงถลุงแร่เก่าโดยอบต. สนับสนุนงบประมาณซึ่งการสนับสนุนงบประมาณดังกล่าวเป็นไปตามความเห็นชอบของผู้ใหญ่บ้านแต่ละหมู่ในช่วงการสื่อสารความเสี่ยง ที่ควรต้องจัดสรรงบประมาณเพื่อการจัดการความเสี่ยงโดยเฉพาะในพื้นที่สาธารณะ	บทบาทของผู้นำท้องถิ่นที่เกิดขึ้นจริงเป็นไปตามที่คาดหวัง อย่างไรก็ตาม ถ้าหากผู้นำท้องถิ่นได้ร่วมเป็นทีมวิจัย การดำเนินการศึกษาครั้งนี้จะครบองค์ประกอบตามสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา จะทำให้ความร่วมมือโดยเฉพาะการประสานงบประมาณ และการจัดการความเสี่ยงจะมีความยั่งยืนมากกขึ้น สำหรับระดับการมีส่วนร่วมที่เกิดขึ้นจริงเป็นไปตามที่คาดหวัง

รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า

ในการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปเป็นรูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่าโดยการมีส่วนร่วมของชุมชน ซึ่งเป็นองค์ความรู้ใหม่ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่อื่น ๆ ซึ่งผู้ปฏิบัติการแทนนักวิจัย จะเรียกว่า “ทีมวิจัยชุมชน” ประกอบด้วย เจ้าหน้าที่สาธารณสุข อสม. อบต. และผู้ปกครองเด็กเล็ก ในส่วนของหน่วยงานในชุมชนที่ควรมีส่วนร่วม คือ รพ.สต. และอบต. โดยแบ่งตามขั้นตอนและผู้มีส่วนร่วมและบทบาทของผู้มีส่วนร่วม สรุปรูปแบบ ดังตารางที่ 3.33

ตารางที่ 3.33 รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า

ขั้นตอน	ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท
1. ขั้นการประเมินความเสี่ยง		
1.1 การเตรียมการ		
1) ลงพื้นที่เพื่อศึกษาข้อมูลและชี้แจงการดำเนินการวิจัย	ทีมวิจัยชุมชน: เจ้าหน้าที่สาธารณสุข อสม. อบต. และผู้ปกครองเด็กเล็ก	ศึกษาข้อมูลการปนเปื้อนในพื้นที่เพื่อลงสำรวจพื้นที่เหมืองดีบุกเก่า
	เจ้าหน้าที่สาธารณสุข รพ.สต.	ประสานผู้ที่เกี่ยวข้อง
	นายกองค์การบริหารส่วนตำบล	ชี้แจงการดำเนินการวิจัยในคณะกรรมการตำบลในการประชุมประจำเดือน
2) ชี้แจงการดำเนินการวิจัยในที่ประชุมคณะกรรมการตำบลถ้ำทะลุ	ทีมวิจัย	เข้าร่วมประชุมคณะกรรมการตำบล และชี้แจงแนวทางการวิจัยให้ที่ประชุม รับฟังความคิดเห็นและชี้แจงถึงความสำคัญของการประเมินและการจัดการความเสี่ยง และดำเนินการเมื่อได้รับความเห็นชอบ
3) ชี้แจงการดำเนินการวิจัยและเชิญเข้าร่วมเป็นทีมวิจัย	ทีมวิจัยชุมชน	ประชุมเพื่อชี้แจงรายละเอียด และร่วมพิจารณาขั้นตอนและเครื่องมือวิจัย

ตารางที่ 3.33 รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า (ต่อ)

ขั้นตอน	ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท
4) ประชุมทีมวิจัย	ทีมวิจัยชุมชน	ชี้แจงขั้นตอนการวิจัยให้แก่สมาชิกในทีม โดยขั้นตอนการวิจัยมี 2 ขั้นตอน คือ 1) การประเมินความเสี่ยง 2) การจัดการความเสี่ยง และชี้แจงบทบาทของทีมวิจัยในแต่ละขั้นตอน และให้ทีมวิจัยแสดงความคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม -ให้ความรู้เรื่องพิษจากตะกั่วและสารหนู และแนวทางการจัดการให้ความรู้เรื่องการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม และเก็บตัวอย่างเส้นผมจากเด็ก -จัดทำเครื่องมือวิจัย โดยให้ทีมวิจัยร่วมกันจัดทำเครื่องมือวิจัย ร่วมกัน ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับเครื่องมือ เพื่อให้ได้เครื่องมือที่มีความเหมาะกับการใช้งาน
1.2 การประเมินความเสี่ยง		
1) การประเมินความรู้ผู้ปกครองประเมินความเสี่ยงการสัมผัสของเด็กจากผู้ปกครองและเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมและเก็บตัวอย่างเส้นผมของเด็ก	ทีมวิจัยชุมชน	ร่วมประเมินความรู้ของผู้ปกครองเด็ก ใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสตะกั่วและสารหนู และเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมที่เด็กสัมผัส ซึ่งแต่ละคนจะแตกต่างกันไป ได้แก่ น้ำดื่ม ผัก นมแม่ ดินที่เด็กเล่น ฝุ่นที่พื้นในบ้าน ฝุ่นในบรรยากาศ และเส้นผมของเด็ก
	ผู้ปกครองเด็กเล็ก	ตอบแบบประเมินความรู้และแบบประเมินการสัมผัส และให้ความร่วมมือในการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อมและเส้นผมของเด็ก
	ทีมวิจัยชุมชน	ตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบสอบถาม บันทึกข้อมูลและแปลผลข้อมูล ส่งตัวอย่างสิ่งแวดล้อมและตัวอย่างเส้นผมไปวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนู
2) เก็บตัวอย่างเลือดเพื่อวัดปริมาณตะกั่ว	ทีมวิจัยชุมชน ผู้ปกครอง ทีมวิจัย	ประสานกับผู้ปกครองเด็กเพื่อนำเด็กมาเจาะเลือด นำเด็กมารับการเจาะเลือดที่รพ.สต. ตามที่ได้นัดหมายไว้ ประสานพยาบาลวิชาชีพจากหอผู้ป่วยเด็ก เพื่อเก็บตัวอย่างเลือดของเด็กเล็ก และนำตัวอย่างเลือดส่งตรวจปริมาณตะกั่ว
3) การประเมินความเสี่ยง	ทีมวิจัยชุมชน	นำผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วและสารหนูมาคำนวณความเสี่ยงในรูปดัชนีอันตรายจากตะกั่วและสารหนูทางการรับประทานและการหายใจ และประเมินความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งจากสารหนู

ตารางที่ 3.33 รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า (ต่อ)

ขั้นตอน	ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท
4) การจัดทำแผนที่	ทีมวิจัยชุมชน	ยืมเครื่อง GPS จากคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เพื่อใช้ในการกำหนดพิกัดบ้านของเด็กที่เก็บข้อมูลเพื่อใช้ในการทำแผนที่ ทำแผนที่เพื่อแสดงจุดเก็บตัวอย่างที่เกินค่ามาตรฐาน ไม่เกินค่ามาตรฐาน และจุดที่เป็นที่ที่เหมืองดีบุกเก่า
5) ประชุมเพื่อเสนอผลการประเมินความเสี่ยงแก่ทีมวิจัย	ทีมวิจัยชุมชน	เตรียมข้อมูลเพื่อนำเสนอให้ประชาชนรับทราบข้อมูล ในเวทีประชาคมของแต่ละหมู่บ้าน
2. การจัดการความเสี่ยง		
2.1 การสื่อสารความเสี่ยงแก่เจ้าหน้าที่สาธารณสุข	ทีมวิจัยชุมชน: เจ้าหน้าที่สาธารณสุข	ประสานนายกอบต. เพื่อนำผลการประเมินความเสี่ยงในเวทีประชาคม และทำหนังสือเชิญผู้ปกครองทุกคนเข้าร่วมรับฟังผลการประเมินความเสี่ยง
นายกอบต.	ทีมวิจัยชุมชน: อสม. ผู้ปกครองเด็กเล็ก	ประสานผู้ปกครองโดยนำหนังสือเชิญเข้าร่วมรับฟังผลการประเมินความเสี่ยงในเวทีประชาคมหมู่บ้าน
ผู้ใหญ่บ้าน	ทีมวิจัยชุมชน:	รับลงทะเบียนและแจ้งผลการประเมิน พร้อมแปลผลให้
ผู้ปกครองเด็ก	เจ้าหน้าที่สาธารณสุข อสม.	ผู้ปกครองรับทราบเป็นรายบุคคล
ประชาชนที่สนใจ	ทีมวิจัยชุมชน	นำเสนอผลการประเมินความเสี่ยงของเด็กต่อพิษตะกั่วและสารหนูในเวทีประชาคมหมู่บ้านในภาพรวม ให้ความรู้ในเกี่ยวกับตะกั่วและสารหนู แนวทางในการป้องกันการสัมผัส สอบถามความคิดเห็นเบื้องต้นในการจัดการความเสี่ยง ขอสนับสนุนงบประมาณในการจัดการความเสี่ยงจากนายกอบต. ในเวทีการประชาคม เชิญชวนผู้สนใจเข้าร่วมจัดการความเสี่ยง
	นายกอบต. และผู้ใหญ่บ้าน	นายกอบต. และผู้ใหญ่บ้าน เห็นชอบในหลักการและจะสนับสนุนงบประมาณในการจัดการพื้นที่ที่เป็นพื้นที่สาธารณะตามแนวทางการจัดการความเสี่ยง โดยจะระบุในแผนปฏิบัติการประจำปีงบประมาณ

ตารางที่ 3.33 รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า (ต่อ)

ขั้นตอน	ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท
2.2 จัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง	ทีมวิจัยชุมชน	ดำเนินการจัดทำแผนการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนู โดยมีขั้นตอนทำแผน 4 ขั้นตอน 1. ให้ความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนู พร้อมทั้งแนวทางในการจัดการตะกั่วและสารหนู และชี้แจงรายละเอียดการจัดทำแผน 2. แบ่งกลุ่มผู้เข้าร่วมประชุมออกเป็น 4 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มการจัดการปัญหาน้ำดื่ม 2) กลุ่มจัดการปัญหาดิน 3) กลุ่มการจัดการในภาพรวมโดยการให้สุขศึกษา (ผัก นมแม่ ฝุ่น ที่พื้นในบ้านฝุ่นในบรรยากาศ และ 4) กลุ่มการจัดการเด็กที่มีตะกั่วและสารหนูเกินค่ามาตรฐาน โดยให้แต่ละกลุ่มเลือกประธานกลุ่ม เลขานุการกลุ่ม และผู้นำเสนอ หลังจากนั้นให้แต่ละกลุ่มร่วมกันจัดทำแผน 3. นำเสนอผลการจัดทำแผนของแต่ละกลุ่ม โดยกลุ่มที่ไม่ได้นำเสนอสามารถเสนอแนะหรือแสดงความคิดเห็นได้ 4. ได้แผนการจัดการความเสี่ยงของชุมชนถ้ำทะลุ ซึ่งมาจากการระดมความคิดเห็นของทีมวิจัย อย่างไรก็ตาม แผนการจัดการน้ำดื่ม และดินที่เด็กเล่นที่ปนเปื้อน เป็นแผนที่ทีมวิจัยเลือกทางเลือกที่เห็นว่าเหมาะสมซึ่งมีหลายทางเลือก ขึ้นกับว่าผู้ปกครองที่มีสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนเกินมาตรฐานจะเลือกทางเลือกใด และมอบหมายผู้รับผิดชอบหลักในการจัดการแต่ละกิจกรรม ซึ่งแผนที่จัดทำสามารถแบ่งได้ 3 ส่วนหลัก ๆ คือ 1) การจัดการที่แหล่งกำเนิด ได้แก่ การจัดการดิน 2) การจัดการที่ทางผ่าน การจัดการน้ำ การให้คำแนะนำผู้ปกครองที่พบสิ่งแวดล้อมเกินมาตรฐาน และ 3) การจัดการที่ตัวผู้รับ
2.3 ดำเนินการจัดการความเสี่ยงตามแผน	ทีมจัดการน้ำ	ทีมวิจัยที่รับผิดชอบกิจกรรม ประสานไปยังผู้ปกครองที่มีตะกั่วและสารหนูในน้ำเกินค่ามาตรฐานกระทรวงสาธารณสุข และนำเสนอแผนการจัดการความเสี่ยงให้ผู้ปกครองรับทราบซึ่งมีทางเลือก 3 ทางเลือกคือ การซื้อน้ำดื่ม การซื้อเครื่องกรองน้ำ การขุดบ่อบาดาล พร้อมชี้แจงงบประมาณ แนวทางการจัดการแก่ผู้ปกครองเพื่อเป็นทางเลือกในการตัดสินใจ

ตารางที่ 3.33 รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า (ต่อ)

ขั้นตอน	ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท
	ทีมการจัดการดิน	ทีมวิจัยที่รับผิดชอบกิจกรรม ประสานไปยังผู้ปกครองที่มีตะกั่วและสารหนูในดินเกินค่าระดับพื้นฐาน และนำเสนอแผนการจัดการความเสี่ยงในดิน ซึ่งมี 4 ทางเลือกให้ผู้ปกครองรับทราบ โดยมีการลาดพื้นด้วยซีเมนต์ การถมที่ การปลูกพืชคลุมดิน และพืชดูดซับ โดยมีสองทางเลือกที่ไม่ต้องใช้งบประมาณ คือ การปลูกพืชคลุมดิน หรือการปลูกพืชเพื่อดูดซับ มีพื้นที่สาธารณะ คือ บริเวณโรงถลุงแร่ ซึ่งมีค่าตะกั่วและสารหนูสูง มีครัวเรือนเด็กเล็กอยู่รอบบริเวณดังกล่าว ผู้รับผิดชอบกิจกรรมจึงประสานไปยังนายกอบต.เพื่อขอสนับสนุนงบประมาณในการลาดพื้นด้วยซีเมนต์บริเวณดังกล่าว
	ทีมให้สุขศึกษา	จัดทำสื่อสุขศึกษา เพื่อไปใช้ให้ความรู้แก่ผู้ปกครองเด็ก โดยมีความเห็นว่าควรทำคู่มือเล่มเล็ก ๆ เนื้อหาประกอบด้วย ความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนู อันตรายการสัมผัส การป้องกันการสัมผัสตะกั่วและสารหนูลดการสัมผัส ทีมวิจัยนัดประชุมผู้ปกครองเพื่อให้สุขศึกษารายกลุ่มแก่ผู้ปกครองทุกคนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งตรวจพบตะกั่วและสารหนูในสิ่งแวดล้อมและจากตัวเด็ก: น้ำดื่ม ผัก นมแม่ ดินที่เด็กเล่น ฝุ่นที่พื้นในบ้าน ฝุ่นในบรรยากาศ เส้นผม และเลือด และแจกคู่มือที่ได้จัดทำขึ้น
	ทีมจัดการเด็กที่มีตะกั่วและสารหนูสูงกว่าค่ามาตรฐาน	จัดการเด็กที่มีระดับตะกั่วในเลือดสูง กิจกรรมตรวจเลือดซ้ำ สำหรับเด็กที่มีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่า 10 มคก./ดล. ตรวจสุขภาพเบื้องต้นจากเจ้าหน้าที่รพ.สต. ประสานพยาบาลวิชาชีพ จากหอผู้ป่วยเด็ก เพื่อเจาะเลือดเด็กในวันที่นัดหมาย แจ้งผลการตรวจให้ผู้ครองรับทราบ ได้ส่งเด็กไปพบแพทย์ตามลำดับขั้นของกระทรวงสาธารณสุข เพื่อรับคำแนะนำในการรักษาและดูแลตนเองต่อไป

ตารางที่ 3.33 รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า (ต่อ)

ขั้นตอน	ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท
2.4 การติดตามประเมินผลและสรุปผลหลังการจัดการความเสี่ยง 6 เดือน	ทีมวิจัยชุมชน: เจ้าหน้าที่สาธารณสุข	ประสานทีมวิจัยเพื่อประชุมแบ่งหน้าที่ของทีมวิจัยเพื่อประเมินความรู้หลังการจัดการ และทบทวนการเก็บตัวอย่างเส้นผมจากเด็ก ดำเนินการหลังจากการจัดการความเสี่ยง 6 เดือน
	ทีมวิจัยชุมชน	ร่วมกันประเมินความรู้ของผู้ปกครอง เก็บตัวอย่างเส้นผมครั้งที่ 2 เพื่อตรวจตะกั่วและสารหนู ทั้งนี้ การให้เก็บข้อมูลขึ้นกับความสมัครใจของผู้ปกครอง เพื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบก่อนและหลังการจัดการความเสี่ยง โดยใช้สถิติ paired t–test นำยุทธศาสตร์ยุทธศาสตร์การส่งเสริมสุขภาพตามกฎบัตรออตตาวา มาเป็นแนวทางในการส่งเสริมสุขภาพเพื่อความยั่งยืน ของการจัดการ ได้แก่ 1) การสร้างนโยบายสาธารณะ การสร้างนโยบายสาธารณะ โดยตั้งกองทุนเยียวยาผู้ได้รับผลกระทบให้สอดคล้องกับปัญหาสุขภาพในพื้นที่ จัดตั้งกองทุนเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ โดยเฉพาะกลุ่มเด็กที่ยังคงมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าค่ามาตรฐาน อีก 5 ราย โดยกองทุนควรประกอบไปด้วยกลุ่มคนตามหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา หน่วยงานทางด้านสาธารณสุข เช่น สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ซึ่งมีกองทุนให้กับระดับท้องถิ่น เช่น กองทุนส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรค ซึ่งสามารถที่จะของบประมาณเพื่อการส่งเสริมสุขภาพประชาชนได้ แต่ที่สำคัญคือ ชุมชนควรมีส่วนร่วมในการจัดการปัญหาของตนเองก่อน โดยงบประมาณจากกองทุนควรมาจากการสนับสนุนของคนในชุมชนด้วย โดยมีรพ.สต.และอบต. เป็นผู้รับผิดชอบหลัก เด็กเล็กควรลดการสัมผัสพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองในระยะ 2 กิโลเมตร เช่น ไม่เที่ยวเล่นบริเวณใกล้ขุมเหมือง ดำเนินการโดยทีมวิจัย มีรพ.สต.และอบต. เป็นผู้รับผิดชอบ และการพัฒนาฐานข้อมูลความเสี่ยงจากตะกั่วและสารหนูอย่างเป็นระบบ และประชาสัมพันธ์แผนที่แสดงเขตพื้นที่ ใกล้ขุมเหมืองเสี่ยงที่ชัดเจน ซึ่งรับผิดชอบโดยอบต.ถ้ำทะลุ

ตารางที่ 3.33 รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า (ต่อ)

ขั้นตอน	ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท
		2) การสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพ การสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพ โดยการลาดพื้นบริเวณโรงถลุงแร่เก่าซึ่งปนเปื้อนด้วยตะกั่วและสารหนูสูง ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นลานที่เด็ก ๆ ใช้ในการวิ่งเล่น ซึ่งมีความเสี่ยงทางการหายใจทั้งจากตะกั่วและสารหนู การจัดการพื้นที่ดังกล่าวโดยทางอบต.ถ้ำทะลุ จึงช่วยลดความเสี่ยงการสัมผัสทางการหายใจจากตะกั่วและสารหนูของเด็กเล็กและประชาชนในชุมชนถ้ำทะลุ ซึ่งได้ดำเนินการเรียบร้อยแล้ว ส่วนพื้นที่อื่น ๆ เมื่อพบว่ามีความเสี่ยง ก็ดำเนินการต่อโดยทีมวิจัยชุมชน 3) การเสริมสร้างกิจกรรมชุมชนให้เข้มแข็ง ทีมวิจัยชุมชน ควรสร้างทีมให้เข้มแข็งเพื่อดำเนินการจัดการความเสี่ยงและเฝ้าระวังความเสี่ยงอย่างต่อเนื่อง และควรสร้างความร่วมมือระหว่างหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อร่วมกันเฝ้าระวังและติดตามการแก้ปัญหาจากพิษตะกั่วและสารหนูในชุมชน ทั้งด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ได้แก่ โรงเรียนบ้านตังกะเด็ง ศูนย์พัฒนาเด็กเล็กตำบลถ้ำทะลุ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดยะลา เป็นต้น 4) การพัฒนาทักษะส่วนบุคคล การพัฒนาทักษะส่วนบุคคล เจ้าหน้าที่สาธารณสุขของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถ้ำทะลุ ต้องทบทวนความรู้เรื่องพิษตะกั่วและสารหนู พร้อมทั้งฝึกทักษะการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ตัวอย่างน้ำดื่ม ดินที่เด็กเล่น ผัก ฝุ่นที่พื้นในบ้าน และฝุ่นในบรรยากาศ และตัวอย่างเส้นผม และเจ้าหน้าที่สาธารณสุขควรถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้กลุ่มอสม. ที่ยังไม่รับทราบข้อมูล ให้มีความรู้เกี่ยวกับตะกั่วและสารหนูซึ่งเป็นสารพิษในพื้นที่ด้วย โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ประชาชนทุกครัวเรือนได้นำความรู้ไปใช้ในการป้องกันสุขภาพตนเองและคนในครอบครัวจากการสัมผัสตะกั่วและสารหนูในพื้นที่ โดยเฉพาะเด็กเล็กซึ่งเป็นกลุ่มเสี่ยงที่สุด การให้สุขศึกษาควรให้เป็นรายกลุ่ม หรือนัดประชุมผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อมารับฟังร่วมกันจะประหยัดเวลาและทรัพยากรมากกว่า

ตารางที่ 3.33 รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า (ต่อ)

ขั้นตอน	ทีมวิจัย/ผู้มีส่วนร่วม	บทบาท
		5) การปรับระบบบริการสาธารณสุข การปรับระบบบริการสาธารณสุขโดยให้มีระบบส่งต่อเด็กเล็กที่มีความเสี่ยงเพื่อรับการรักษาต่อในโรงพยาบาลต่อไป
2.5 การถอดบทเรียน	ทีมวิจัยชุมชน	ประชุมถอดบทเรียนร่วมกันเสนอความคิดเห็น ประเด็น คือ 1) วัตถุประสงค์การวิจัย 2) ความคาดหวังต่อการวิจัย 3) สภาพที่เกิดขึ้นจริงเป็นอย่างไร ได้ตามที่คาดหวังหรือไม่ ทำไมจึงเป็นเช่นนั้น 4) ข้อดีจากการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมมีอะไรบ้าง 5) สิ่งที่ต้องเพิ่มเติมปรับปรุง ปัญหาอุปสรรคในการวิจัยนี้ มีอะไรบ้าง

บทที่ 4
สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

การประเมินความเสี่ยงและการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูในเด็กเล็กโดยอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชนใกล้ขุมเหมืองดีบุกเก่า ในภาคใต้ของประเทศไทย โดยใช้กระบวนการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมมาเป็นแนวทางในการดำเนินการ สามารถสรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะดังนี้

การประเมินความเสี่ยงจากสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาพบว่า แหล่งปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูที่เด็กสัมผัสทางการรับประทานพบได้จาก น้ำดื่ม ผัก นมแม่ การเล่นดิน และฝุ่นที่พื้นในบ้าน ส่วนแหล่งปนเปื้อนตะกั่วและสารหนูที่เด็กสัมผัสทางการหายใจ มาจากฝุ่นในบรรยากาศ

ปริมาณตะกั่วในสิ่งแวดล้อม พบว่าตะกั่วในดินที่เด็กเล่นมีค่าสูงที่สุด ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง 724.20 มก./กก. ซึ่งสูงกว่าระดับตะกั่วพื้นฐานในดินของประเทศไทย รองลงมาคือตะกั่วในบรรยากาศ ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง มี 24.07 มก./กก. และสิ่งแวดล้อมที่มีค่าน้อยที่สุด คือตะกั่วในน้ำดื่มในพื้นที่ไกลขุมเหมือง ซึ่งตรวจไม่พบ (ค่า LOD ตะกั่ว เท่ากับ 0.01 มก./ล.)

ปริมาณสารหนูในสิ่งแวดล้อม พบว่าสารหนูในดินที่เด็กเล่นมีค่าสูงที่สุด ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง มีค่า 475.00 มก./กก. ซึ่งสูงกว่าระดับสารหนูพื้นฐานในดินของประเทศไทย รองลงมาคือสารหนูในฝุ่นที่พื้นในบ้าน ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมือง มีค่า 0.85 มคก./ฟุต^2 และสิ่งแวดล้อมที่มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด คือสารหนูในบรรยากาศ ในพื้นที่ไกลขุมเหมือง ซึ่งตรวจไม่พบ (ค่า LOD สารหนู เท่ากับ 0.02 มก./ล.)

เมื่อประเมินความเสี่ยงดัชนีอันตรายจากสารที่ไม่ใช่สารก่อมะเร็งทางการรับประทานจากตะกั่วและสารหนูในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองและไกลขุมเหมือง (ระยะทางเกิน 2 กิโลเมตร) พบว่าไม่มีความเสี่ยง (ไม่เกิน 1) สำหรับความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็งทางการรับประทานของสารหนูในพื้นที่ใกล้และไกลขุมเหมือง พบว่ามีความเสี่ยง (เกิน 10^{-4}) แต่ไม่พบความเสี่ยงทางการหายใจอย่างมีนัยสำคัญ (ค่าเกิน 10^{-6}) สำหรับเด็กเล็กที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ใกล้ขุมเหมืองโดยภาพรวม พบปริมาณตะกั่วในเลือดไม่เกินค่ามาตรฐาน (Md.=5.60, IQR=3.19, Min.=0.09, Max.= 43.88 มคก./ดล.) มีเพียง 6 รายที่ระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าค่ามาตรฐาน สำหรับตะกั่วในตัวอย่างเส้นผมโดยภาพรวมไม่เกินค่ามาตรฐาน (Md.=1.03, IQR= 0.99, Min=0, Max.=7.67 มก./กก.) มีเพียง 1 รายที่สูงกว่าค่าที่ยอมรับได้ ส่วนสารหนูในเส้นผมโดยภาพรวมมีค่าไม่เกินมาตรฐาน เช่นกัน (Md.=0.64, IQR=0.25, Min.=0, Max.=1.67 มก./กก.) และ 1 รายที่มีค่าเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้

รูปแบบการประเมินและจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษในพื้นที่ขุมเหมืองเก่า

การศึกษาครั้งนี้แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนหลัก คือ ขั้นตอนที่ 1) ขั้นการประเมินความความเสี่ยง ประกอบด้วยขั้นตอนการเตรียมการศึกษา และการประเมินความเสี่ยง และขั้นตอนที่ 2) การจัดการความเสี่ยง ประกอบด้วย ขั้นตอนการสื่อสารความเสี่ยง จัดทำแผนการจัดการความเสี่ยง และดำเนินการจัดการความเสี่ยงตามแผน ทั้งนี้เพื่อลดการสัมผัสสิ่งแวดล้อมจากแหล่งกำเนิด ทางผ่าน และตัวผู้รับ ผ่านกิจกรรม การจัดการดินที่เด็กเล่น การจัดการน้ำดื่ม การให้สุขศึกษา และการจัดการเด็กที่มีตะกั่วและสารหนูเกินค่ามาตรฐาน ทั้งนี้ในกระบวนการทั้งหมดอาศัยการมีส่วนร่วมของชุมชน ซึ่งนำหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขามาใช้ในการดำเนินการเพื่อให้งานสำเร็จ โดยผู้มีส่วนร่วมในการดำเนินการวิจัยควรมาจากชุมชน และในการศึกษาครั้งนี้ ทีมวิจัยมาจากความสมัครใจของประชาชนในพื้นที่ ซึ่งเมื่อนำผู้มีส่วนร่วมมาอธิบายตามบทบาทหน้าที่ที่มีส่วนร่วม ตามหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผู้มีส่วนร่วมในการศึกษาครั้งนี้ ซึ่งมี 3 ส่วน 1) องค์กรวิชาการ ได้แก่ เจ้าหน้าที่สาธารณสุข จากรพ.สต.ถ้ำทะลุ 2) สังคมหรือชุมชน ในที่นี้ ได้แก่ ตัวแทน อสม. และผู้ปกครองเด็กเล็กที่ร่วมเป็นทีมวิจัยจากชุมชน และ 3) อำนาจรัฐ ซึ่งผู้วิจัยได้มีโอกาสแนะนำตัวเองกับผู้มีอำนาจภาครัฐ ได้แก่ นายกอบต.ถ้ำทะลุ รวมถึงผู้นำชุมชน ได้แก่ กำนัน ผู้ใหญ่บ้าน 4 หมู่บ้าน และสามารถอธิบายตามระดับการมีส่วนร่วม ซึ่งการมีส่วนร่วมครั้งนี้ มีตั้งแต่ระดับ 1- ระดับ 5 คือ 1) การให้ข้อมูล 2) การให้คำปรึกษา 3) การเข้ามามีบทบาท 4) การสร้างความร่วมมือ และ 5) การให้อำนาจแก่ประชาชน ดำเนินการจัดการความเสี่ยง และเสนอแนะแนวทางเพื่อการส่งเสริมสุขภาพของประชาชนในชุมชนและเด็กเล็กโดยนำยุทธศาสตร์การส่งเสริมสุขภาพตามกฎบัตรออตตาวา (WHO, 2010) มาเป็นแนวทางในการส่งเสริมสุขภาพเพื่อความยั่งยืนของการจัดการ ได้แก่ 1. การสร้างนโยบายสาธารณะ โดยตั้งกองทุนเยียวยาผู้ได้รับผลกระทบให้สอดคล้องกับปัญหาสุขภาพในพื้นที่ จัดตั้งกองทุนเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของคนในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ โดยเฉพาะกลุ่มเด็กที่ยังคงมีระดับตะกั่วในเลือดสูงกว่าค่ามาตรฐาน อีก 5 ราย โดยกองทุนควรประกอบไปด้วยกลุ่มคนตามหลักการสามเหลี่ยมเขยื้อนภูเขา หน่วยงานทางด้านสาธารณสุข เช่น สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ (สปสช.) ซึ่งมีกองทุนให้กับระดับท้องถิ่น เช่น กองทุนส่งเสริมสุขภาพและป้องกันโรค ซึ่งสามารถที่จะของบประมาณเพื่อการส่งเสริมสุขภาพประชาชนได้ 2. การสร้างสรรค์สิ่งแวดล้อมที่เอื้อต่อสุขภาพ โดยการลาดพื้นบริเวณโรงถลุงแร่เก่า ซึ่งปนเปื้อนด้วยตะกั่วและสารหนูสูง ซึ่งดำเนินการเรียบร้อยแล้ว 3. การเสริมสร้างกิจกรรมชุมชนให้เข้มแข็งทีมวิจัย การเสริมสร้างกิจกรรมชุมชนให้เข้มแข็งโดยการสร้างทีมวิจัยชุมชนเพื่อให้มีการดำเนินการเฝ้าระวังพื้นที่อย่างต่อเนื่อง โดยมีอบต.และรพ.สต.เป็นแกนรับผิดชอบ 4. การพัฒนาทักษะส่วนบุคคล การพัฒนาทักษะของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขรพ.สต.ถ้ำทะลุเพื่อนำความรู้ไปขยายผล พร้อมทั้งฝึกทักษะการเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม และเจ้าหน้าที่สาธารณสุขจะถ่ายทอดความรู้ต่าง ๆ ให้กลุ่ม อสม. 5. การปรับระบบบริการสาธารณสุขโดยให้มีระบบส่งต่อเด็กเล็กที่มีความเสี่ยงเพื่อรับการรักษาต่อในโรงพยาบาลต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ควรนำรูปแบบการประเมินและการจัดการความเสี่ยงจากโลหะพิษไปประยุกต์ใช้ในพื้นที่ขุมเหมืองเก่าในพื้นที่อื่น ๆ โดยผู้นำท้องถิ่น ควรเข้าร่วมเป็นทีมวิจัยตั้งแต่เริ่มต้น จะได้ร่วมค้นหาปัญหา และการจัดการร่วมกัน เพื่อความสำเร็จและความยั่งยืนในการจัดการ

1.2 การศึกษาครั้งนี้เป็นการหาปริมาณตะกั่วรวมและสารหนูรวม ซึ่งไม่ใช่ค่าโดยตรงที่จะส่งผลต่อการดูดซึมตะกั่วและสารหนูจากดินสู่พืช จากน้ำดื่มสู่คนโดยตรง ซึ่งถ้าหากต้องการศึกษาให้เฉพาะเจาะจงควรศึกษาฟอร์มของโลหะแต่ละชนิดจึงจะชัดเจนมากยิ่งขึ้น

1.3 การศึกษาในเด็กเล็ก ควรใช้เส้นผมเป็นตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ เนื่องจากสามารถบ่งชี้การได้รับสารหนูแบบเรื้อรังได้ และมีความเหมาะสม เนื่องจากเก็บตัวอย่างได้ง่าย เด็กไม่ได้รับความเจ็บปวดจากการเก็บตัวอย่าง สำหรับตัวอย่างเลือดให้ดูตามความเฉพาะของโลหะหนักเป็นหลัก

1.4 ควรให้สุขศึกษารายกลุ่ม จะประหยัดทรัพยากรมากว่าการให้รายบุคคล

2. ข้อเสนอแนะจากทีมวิจัย

ควรมีการประสานหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อสนับสนุนงบประมาณในการจัดการปัญหา เช่น สำนักงานหลักประกันสุขภาพแห่งชาติ เป็นต้น

3. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการประเมินและจัดการความเสี่ยงในกลุ่มผู้ใหญ่ในพื้นที่ด้วย โดยใช้รูปแบบการประเมินและการจัดการความเสี่ยงจากการศึกษาครั้งนี้

4. ข้อเสนอแนะเชิงนโยบาย

การทำเหมืองแร่เป็นการสร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับประเทศไทย แต่ต้องมองผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นด้วย เพราะที่ผ่านมาเหมืองแร่ในประเทศไทยล้วนก่อให้เกิดผลกระทบทางสุขภาพและสิ่งแวดล้อมทั้งที่ยังดำเนินกิจการ หรือเลิกกิจการไปแล้ว ดังนั้นกิจการเหมืองแร่จึงเป็นกิจการที่อันตรายต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม จึงทำให้กิจการเหมืองแร่ จะต้องมีประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และประเมินผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ขึ้นอยู่กับประเภทและขนาด ซึ่งจะให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมแสดงความคิดเห็นในขั้นตอนการประเมินผลกระทบ ซึ่งผู้รับผิดชอบการประเมินอาจจะเสนอแนวทางในการลดผลกระทบต่าง ๆ หากผ่านการประเมินผลกระทบ จนสามารถทำเหมืองแร่ได้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องกำกับ ติดตาม ตรวจสอบ ทั้งสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอย่างต่อเนื่อง และหากพบว่ามีผลกระทบเกิดขึ้น ผู้ที่ก่อให้เกิดมลพิษ คือผู้ที่ได้รับสัมปทานจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น ตามหลักการผู้ก่อมลพิษเป็นผู้จ่าย โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ต้องดำเนินการอย่างเร่งด่วนเพื่อช่วยเยียวยาผู้ได้รับผลกระทบ ไม่ควรปล่อยให้ประชาชนเป็นผู้รับผลกระทบจากการพัฒนา ดังเช่น กรณีชาวบ้านที่ห้วยคลิตี้ ชาวแม่ตาว และชาวถ้ำทะลุ ดังที่กล่าวมา ในส่วนของหน่วยงานที่รับผิดชอบในการจัดการปัญหาผลกระทบจากเหมือง เมื่อเกิดปัญหาจากการทำเหมืองเกิดขึ้นแล้ว หากสามารถทำให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทุกภาคส่วนเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการปัญหา ร่วมศึกษาหรือรวบรวม องค์ความรู้ในการจัดการปัญหา รวมทั้งเชิญภาคประชาชนมาร่วมกันตั้งแต่เริ่มต้น และให้ผู้ประกอบการมีส่วนร่วม โดยเฉพาะสนับสนุนงบประมาณใน

การดำเนินการและจัดการโดยใช้การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม การแก้ปัญหาจะสอดคล้องกับความต้องการของประชาชนซึ่งเป็นผู้รับผลโดยตรง ซึ่งจะสามารถทำให้แก้ปัญหามีความยั่งยืน

ทั้งนี้ ถ้าผู้ประกอบการเหมืองแร่ มีการป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษสู่สิ่งแวดล้อมที่ดี มีประสิทธิภาพ สามารถทำให้สารพิษ มลพิษที่เกิดขึ้นอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ไม่ส่งผลต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมตลอดการทำเหมือง ภายใต้การเฝ้าระวัง ติดตามของหน่วยงานที่รับผิดชอบ ย่อมส่งผลต่อดีต่อทุกฝ่าย โดยผู้ประกอบการ ภาครัฐ ภาคประชาชนมีรายได้จากการทำเหมือง ประชาชนมีสุขภาพดี และสิ่งแวดล้อมไม่ปนเปื้อน ในฐานะประชาชนจึงอยากได้ “เหมืองแร่สีเขียว” ที่ส่งเสริมทั้งเศรษฐกิจและเป็นมิตรกับมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

เอกสารอ้างอิง

กมล สุดประเสริฐ. 2540. *การวิจัยปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วมของผู้ปฏิบัติงาน*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานโครงการพัฒนาทรัพยากรมนุษย์. กระทรวงศึกษาธิการ.

กมลวรรณ โพธิ์แก้ว. 2552. ศักยภาพของต้นยูคาลิปตัสในการฟื้นฟูสิ่งแวดล้อมที่ปนเปื้อนด้วยตะกั่วผ่านกระบวนการเจริญเติบโตของพืช. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยามหิดล.

กรมควบคุมมลพิษ. 2535. รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย พ.ศ. 2535. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. 2552. การปนเปื้อนของตะกั่วในลำห้วยคลิตี้และการเผยแพร่ข้อมูลให้กับประชาชน. รายงานประจำปี 2552. http://www.pcd.go.th/count/mgtdl.cfm?FileName=situation_kity52.pdf&BookName=Kity52. (สืบค้นเมื่อ 1 มิถุนายน 2559).

กรมควบคุมมลพิษ. 2553. *คู่มือแนวทางการจัดการพื้นที่ปนเปื้อนสารอันตราย* (พิมพ์ครั้งที่ 1) กรุงเทพมหานคร: สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย.

กรมควบคุมมลพิษ. 2554. เทคโนโลยีการบำบัดและฟื้นฟูดินปนเปื้อน. http://wqm.pcd.go.th/water/images/stories/marine/journal/2554/soil_remed150153.pdf. (สืบค้นเมื่อ 27 ธันวาคม 2555).

กรมควบคุมมลพิษ. 2556. การติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมห้วยคลิตี้ จังหวัดกาญจนบุรี. กรมควบคุมมลพิษ,กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม. http://wqm.pcd.go.th/water/images/stories/industry/journal/clity.pdf. (สืบค้นเมื่อ วันที่ 3 มกราคม 2556).

กรมทรัพยากรธรณี. 2547. โครงการศึกษาร่างกฎหมายด้านการบริหารจัดการทรัพยากรธรณี. http://www.dmr.go.th/main.php?filename=dataindex8. (สืบค้นเมื่อวันที่ 2 สิงหาคม 2553).

กรมอนามัย. 2543. รายงานผลการดำเนินโครงการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพจากตะกั่วในแม่น้ำปัตตานี ปีงบประมาณ 2543. กรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข.

กรมอุสาหกรรมพื้นฐานและเมืองแร่. 2547. การปนเปื้อนของแคดเมียมในสิ่งแวดล้อม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก. http://www.dpim.go.th/laws/article?catid=122&articleid=309. (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559)

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2555. แผนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2555-2559. http://www.onep.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id. (สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2556).

กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2556. กรอบนโยบายและแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหาผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสุขภาพจากการพัฒนาทรัพยากรแร่. www.onep.go.th/oneb/appimages/download/94.pdf. (สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2556).

กระทรวงสาธารณสุข. 2524. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61. น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. กระทรวงสาธารณสุข. http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water.html. (accessed on Jan 22, 2015).

กระทรวงสาธารณสุข. 2529. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 เรื่องมาตรฐานการปนเปื้อนในอาหาร. กระทรวงสาธารณสุข.

กระทรวงสาธารณสุข. 2549. การมีส่วนร่วมของประชาชน. www.moph.go.th/opdc/docs/. การมีส่วนร่วมของประชาชน. (สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2555).

กระทรวงสาธารณสุข. 2552. *คู่มือค่ามาตรฐานอนามัยสิ่งแวดล้อม;* อากาศ น้ำ ดิน เสียง ความสั่นสะเทือนความร้อน และแสงสว่าง. พิมพ์ครั้งที่ 1. กระทรวงสาธารณสุข.

กิตติยา รักษ์วงศ์. 2542. พฤติกรรมและแหล่งที่มาของการได้รับสารหนูในเด็กนักเรียน ตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

โกวิทย์ พวงงาม. 2545. การเสริมสร้างความเข้มแข็งของชุมชน. www.ejournal.su.ac.th/upload/462.pdf. (สืบค้นเมื่อวันที่ 8 พฤษภาคม 2556).

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2530. *คู่มือการเก็บและรักษาตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โลหะหนัก*. กรุงเทพมหานคร: กรมควบคุมมลพิษ.

คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี. 2014. ภาวะเป็นพิษจากสารตะกั่ว. http://med.mahidol.ac.th/poisoncenter/th/pois-cov/Lead. (สืบค้นเมื่อวันที่ 2 พฤษภาคม 2559)

จันทนี แจ่มแสงทอง. 2555. การบำบัดสารมลพิษโดยใช้เทคโนโลยีphytoremediation. http://www.tint.or.th/nkc/nkc51/nkc5104/nkc5104v.html. (สืบค้นเมื่อวันที่ 27 ธันวาคม 2555).

ชัชวาล ทัตศิวัช. 2552. การวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม (Participatory Action Research-PAR) : มิติใหม่ของรูปแบบการ วิจัยเพื่อการพัฒนาชุมชนระดับท้องถิ่น. www.polpacon7.ru.ac.th /download/ article/. (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559)

ธัญญาภรณ์ สุรภักดี. 2553. ผลกระทบกรณีเหมืองแร่กับมาตรา 67: โอกาสทองของการเรียนรู้. www.publicconsultation.opm.go.th/rubfung67/doc37.pdf. (สืบค้นเมื่อวันที่ 3 กรกฎาคม 2553).

นันทิกา สุนทรไชยกุล. 2551. การสื่อสารความเสี่ยง. beid.ddc.moph.go.th/th/images/.../riskcommunication_drnantika.pdf. (สืบค้นเมื่อวันที่ 29 มกราคม 2556).

นิภา มหารัชพงศ์. 2558. การบำบัดน้ำเสียที่มีสารหนูปนเปื้อนจากอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. http://www.ists.tsu.ac.th/ists/index.php/th/2014-04-23-05-42-05/15-2014-04-24-02-48-24/8034. (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559)

บรรจง วิทยวีรศักดิ์ และตรีรัตน์ ทองบริบูรณ์. 2540. การปนเปื้อนของสารหนูในบ่อน้ำตื้นและในสิ่งแวดล้อมของน้ำผิวดินในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง การศึกษาและวิจัยโลหะมีพิษในลุ่มน้ำปากพนังและลุ่มน้ำปัตตานี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

บรรจง วิทยวีรศักดิ์. 2542. โครงการตรวจวัดปริมาณสารหนูในน้ำดื่มของครัวเรือนในตำบลร่อนพิบูลย์อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. โครงการป้องกันและแก้ปัญหาพิษสารหนูและโลหะหนักในภาคใต้. สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. 2540. *ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์และทำปกเจริญผล.

ประกาศกระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม, 2553. กำหนดประเภทขนาด และวิธีปฏิบัติสำหรับโครงการหรือกิจการซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรง ทั้งทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพที่ส่วนราชการ รับวิสาหกิจ จะต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2553. http://www.onep.go.th/eia/images/12ehia/1ehia_law.pdf. (สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2559)

ประกาศกระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม, 2555. กำหนดประเภทและขนาดของโครงการหรือกิจการซึ่งต้องจัดทำรายงาน การวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และหลักเกณฑ์ วิธีการระเบียบปฏิบัติ และแนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม http://www.onep.go.th/eia/images/3law/35type.PDF. (สืบค้นเมื่อ 18 มิถุนายน 2559

ประเวศ วะสี. 2546. *การปฏิวัติเงียบ: การปฏิรูประบบสุขภาพแห่งชาติ*. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: สำนักงานปฏิรูประบบสุขภาพแห่งชาติ (สปรส.).

ประเวศ วะสี. 2554. การจัดการใหม่เพื่อพัฒนาระบบสุขภาพชุมชนใน *มุมมองใหม่ จัดการใหม่ในระบบสุขภาพชุมชน*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัทสหมิตรพริ้นติ้งแอนด์พับบิชชิ่ง จำกัด.

ปรากรม วุฒิพงศ์. 2540.ปริมาณโลหะหนักในลุ่มน้ำปัตตานี ตั้งแต่ปี 2529 - 2540. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง การศึกษาและวิจัยโลหะมีพิษในลุ่มน้ำปากพนังและลุ่มน้ำปัตตานี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

พรพิมล วราทร. 2541. ปัญหาตะกั่วในลุ่มน้ำปัตตานี. advisor.anamai.moph.go.th/factsheet/envi3-6.htm - (สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2553).

พรสวรรค์ สุทธิวิเศษ. 2551. ความสำเร็จในการปลูกพืชเพื่อดูดซึมสารพิษในดินและน้ำ. http://www.en.mahidol.ac.th/thai/news/2008/11/25_01.html. (สืบค้นเมื่อวันที่ 7 มกราคม 2556).

พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542. http://www.dla.go.th/work/planlocal.pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559).

พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510. http://www.thailandlawyercenter.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=538974903&Ntype=. (สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2556).

พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติพ.ศ. 2535. http://www.onep.go.th/eurban/protect_area/images/envi_2535.pdf. (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559).

พระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2537. http://www.local.moi.go.th/2009/pdf/p.tumbon%202537.pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559).

พีระศักดิ์ ศรีนิเวศน์ และธนวรรณ พานิชพัฒน์. 2545. การบำบัดตะกั่วที่ปนเปื้อนในดิน ด้วยวิธี Phytoremediation โดยธูปฤาษี. ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ฟาอีซ๊ะ โตะโยะ,มานะ หะสาเมาะ, และสุวพิทย์ แก้วสนิท. 2545. ระดับตะกั่วในเลือดของผู้ใหญ่และเด็กในตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา. รายงานการวิจัย. ศูนย์อนามัยสิ่งแวดล้อมเขต 12 สงขลา.

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. 2539. ปัญหาพิษตะกั่วและโลหะหนักในลุ่มน้ำปัตตานี. คณะแพทยศาสตร์, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2545. *สุขศาสตร์อุตสาหกรรมพื้นฐาน* (พิมพ์ครั้งที่ 8). นนทบุรี: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมธิราช.

มหาวิทยาลัยมหิดล. 2554. *สุขภาพคนไทย.* สถาบันวิจัยประชากร, มหาวิทยาลัยมหิดล: อัมรินทร์ พริ้นติง แอนท์ พับบิชชิ่ง (ประเทศไทย).

มะลิวรรณ บุญเสนอ. 2552. *นิเวศพิษวิทยา*. (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยศิลปากร.

รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550. http://www.opdc.go.th/uploads/files/law/constitution2550.pdf. (สืบค้นเมื่อวันที่ 2 มกราคม 2556).

มูลนิธินิติธรรมสิ่งแวดล้อม. 2556. ถอดสรุปประสบการณ์คดีคลิตี้: กว่าจะมีคำพิพากษาคดีประวัติศาสตร์. http://enlawfoundation.org/newweb/?p=792. (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559).

โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลถ้ำทะลุ. 2555. รายชื่อเด็กแรกเกิด – 6 ปี ตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา.

วรางคณา ชัชเวช. 2544. การศึกษาเปรียบเทียบระดับสารหนูในปัสสาวะกับระดับสารหนูในเส้นผมของเด็กนักเรียน ในตำบลร่อนพิบูลย์ อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

วิเชียร สงอักษร. 2546. ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระดับตะกั่วในเลือดของเด็กนักเรียนที่อาศัยอยู่บริเวณหมู่เหมืองเก่า: กรณีศึกษาตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา. *วารสารการส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม* 25: 1-9.

วิสาข์ สุพรรณไพบูลย์. 2553. ระดับแคดเมียมและตะกั่วในปัสสาวะของกลุ่มเด็กอายุ 9 - 15 ปี ที่อาศัยในพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนของแคดเมียม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร.

วิสาข์ สุพรรณไพบูลย์. 2559. การใช้กระบวนการและเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ในการประเมินผลกระทบทางสุขภาพ. http://hsmi.psu.ac.th/paper/699 (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559)

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2540. *ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมชาย วรกิจเกษมสกุล. (2553). *ระเบียบวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 2). อุดรธานี: อักษรศิลป์การพิมพ์.

สมทัศน์ พัลลภดิษฐ์กุล. 2555. ตะกั่ว. http://www.summacheeva.org/index_thaitox_lead.htm. (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559).

สมอาจ วงษ์ขมทอง. 2536. แนวคิดการวิจัยเพื่อการปฏิบัติการอย่างมีส่วนร่วมแบบดั้งเดิม. *วารสารสาธารณสุขมูลฐานและการพัฒนา* 6: 23-33.

สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2549. *สภาวะแวดล้อมของเรา* (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพมหานคร: บริษัทแอคทิฟ พริ้นท์.

สุชาดา ทวีสิทธิ์. 2535. การสร้างความเข้าใจให้กับองค์กรประชาชนด้านกลยุทธ์การวิจัยแบบมีส่วนร่วม. *วารสารสาธารณสุขมูลฐานและการพัฒนา.* 5: 23-34.

สุธีวร ประดิษฐ. 2555. การมีส่วนร่วมของชุมชน. http://trat.nfe.go.th/trat/topic5_old.php?page=5. (สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2555).

สุภาภรณ์ มาลัยลอย. 2555. กินข้าวเปื้อนพิษ ชีวิตชาวบ้านแม่ตาว. http://www.ittd.mju.ac.th/wtms/webboardShow.php?gID=69&id=249. (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559).

สุรพล อารีย์กุล และกัลยาณี คุปตานนท์. 2536. แหล่งที่มาของสารตะกั่วในแม่น้ำปัตตานี. รายงานการวิจัย. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สุริยา วีรวงศ์. 2544. *แนวคิดการวิจัยและพัฒนา: วิธีการและเทคนิคของการวิจัยเชิงปฏิบัติการแบบมีส่วนร่วม*. พฤฒิวิทยาและเวชศาสตร์ผู้สูงอายุ. 4: 53-61.

สำนักข่าวอิสรา. 2559. ครม.สั่งปิดเหมืองทองคำชาตรี จ.พิจิตร อนุญาตให้ บ.อัคราฯ ขนแร่ถึงสิ้นปี 59. http://www.isranews.org/thaireform-news-environment/item/46845-pijit_46845.html. (สืบค้นเมื่อ 12 มิถุนายน 2559)

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525 – 2529). http://www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=395. (สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2555).

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530 – 2534). http://www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=88. (สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2555).

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ. แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 11 (พ.ศ. 2555 – 2559). http://www.nesdb.go.th/Default.aspx?tabid=87. (สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2555).

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาระบบราชการ. 2555. หลักการบริหารราชการแบบมีส่วนร่วม. http://www.opdc.go.th/content.php?menu_id=5&content_id=708. (สืบค้นเมื่อวันที่ 30 ธันวาคม 2555).

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2554. กรอบนโยบายและแนวทางการป้องกนและแก้ไขปัญหาผลกระทบสิ่งแวดลอมและสุขภาพจากการพัฒนาทรัพยากร แร่. http://www.onep.go.th/information/images/pdf/92_6.pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559).

ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา. 2551. การปนเปื้อนของสารแคดเมียม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก. http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_21_002c.asp?info_id=258 (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559).

องค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุ. 2555. สภาพและข้อมูลพื้นฐาน. http://www.thumtalu.go.th/general1.php. (สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม 2555).

อนงค์ ไพจิตรประภาภรณ์. 2540. สถานการณ์ปัญหาและการแก้ไขการแพร่กระจายของสารหนู อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. เอกสารประกอบการประชุมเสนอผลงานการแก้ไขปัญหาผลกระทบจากการแพร่กระจายของสารหนู อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

อนามัย (ธีรวิโรจน์) เทศกะทึก. 2552. *การประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพมหานคร: แอคทีฟ พริ้นท์.

อรรถ สีหะอำไพ. 2557. การสื่อสารความเสี่ยง. pr.moph.go.th/iprg/download.php?download..pdf (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มิถุนายน 2559).

อัจฉรา ขำโสภา. 2552. เทคโนโลยีการฟื้นฟูทางชีวภาพ (Bioremediation Technology). http://www.etm.sc.mahidol.ac.th/a10.shtml.(สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มกราคม 2556).

อัญชลี ศิริพิทยาคุณกิจและอมรา ทองหงส์. 2538. ความสัมพันธ์ของการได้รับสารหนูเรื้อรังกับการเจริญเติบโตของเด็กอำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. http://advisor.anamai.moph.go.th/221/22105.html. (สืบค้นเมื่อวันที่ 3 มกราคม 2556).

อัญชลี ศิริพิทยาคุณกิจ, ยุพิน ส่งไพศาล, พงษ์ศักดิ์ วิสุทธิพันธ์, และคณะ. 2540. ความสัมพันธ์ของการได้รับสารหนูเรื้อรังกับการเจริญเติบโต และความสามารถทางสติปัญญา ในเด็กวัยเรียน อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่องการศึกษาและวิจัยโลหะมีพิษในลุ่มน้ำปากพนังและลุ่มน้ำปัตตานี. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

โอภาส ตั้งกิจถาวร. 2555. การควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมี. http://advisor.anamai.moph.go.th/291/29105.html. (สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มกราคม 2556).

อรพิณ กฤษณเกรียงไกร, ธงชัย หน่อแก้ว, วิสาข์ สุพรรณไพบูลย์ , สมคิด จูหว้า , สัณหวัช ไชยวงศ์. 2549. การประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมและความเสี่ยง ต่อสุขภาพจากการบริโภคสัตว์น้ำจืดของประชาชนในพื้นที่ ที่มีการปนเปื้อนสารแคดเมี่ยม อำเภอแม่สอด จังหวัดตาก. สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพมหานคร.

อำพล จินดาวัฒนะ. 2547. *การสร้างนโยบายสาธารณะเพื่อสุขภาพแบบมีส่วนร่วม: มิติใหม่ของการสร้างเสริมสุขภาพ.* พิมพ์ครั้งที่ 2.นนทบุรี : สำนักงานปฏิรูประบบสุขภาพแห่งชาติ (สปรส.)

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 1999. *Toxicology profile for lead.* Washington, DC: U.S. Department of health and human services.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2004. *Interaction Profile for: Arsenic, Cadmium, Chromium, and Lead*. Washington, DC: U.S. Department of Health And Human Services.

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2006a. Lead. www.atsdr.cdc.gov. (accessed June 27, 2010).

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2006b. Arsenic: Chemical agent Briefing sheet. http://www.kuskokwimcouncil.org/documents/arsenic.pdf. (accessed on June 27, 2010).

Agency for Toxic Substances and Disease Registry. 2007. Toxguide for Arsenics. www.astdr.cdc.gov/toxpro2.html. (accessed on June 28, 2010).

Alaska community action on toxics.2012. Mining and Community Health. http://www.akaction.org/Publications/Mining/Mining_and_Community_Health.pdf. (accessed on December 31, 2012).

Association of Official Analytical Chemists. 2005. AOAC official method of analysis (18th edition). AOAC official method 990.08.http://www.aoac.org/OMA/oma_18.htm. (accessed on September 31, 2012).

Barbosa, J.F., Tanus-Santos, J.E., Geriach, R.F. and Parsons, P.J. 2006. A critical review of biomarkers used for morning human exposure to lead: advantage, limitations and future needs. *Ciencia and Saude Coleliva*. 65: 229-241.

Center for Disease Control and prevention (CDC) 2000. Eliminating Childhood Lead Poisoning.http://www.cdc.gov/nceh/lead/about/fedstrategy2000.pdf. (accessed on June 27, 2010).

Center for Disease Control and prevention (CDC) 2010. Guidelines for the identification and management of lead exposure in pregnant and lactating woman. http://www.cdc.gov/nceh/lead/publications/leadandpregnancy2010.pdf (accessed on September 2, 2016).

Center for Disease Control and prevention (CDC). 2012. Lead Exposure Limits. http://www.cdc.gov/niosh/topics/lead/limits.html (accessed on Jan 22, 2015).

Chehregani, A., Noori, M.,and Lari, H. 2009. Phytoremediation of heavy-metal-polluted soils: Screening for new accumulator plants in Angouran mine (Iran) and evaluation of removal ability. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 72:1349-1353.

Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations (inchem). 1977. Inorganic lead. http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc165.htm. (accessed on June 27, 2010).

Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations (inchem). 2009. Environmental Health Criteria for Arsenic. http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc003.htm. (accessed on December 20, 2010).

Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations (inchem). 2010a. Inorganic and organic lead http://www.inchem.org/documents/iarc/vol87/volume87.pdf. (accessed July 1, 2010).

Chemical Safety Information from Intergovernmental Organizations (inchem). 2010b. Lead inorganic. http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/inorglea.htm. (accessed on July 11, 2010).

Cho, Y,M., Seoa, S.C., Choia, S.H., and Choi, J. W. 2012. Association of arsenic levels in soil and water with urinary arsenic concentration of residents in the vicinity of closed metal mines. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* June 13. [Epub ahead of print].

Choi, J., Tanaka. T., and Koren, G. 2008. Lead exposure during breast feeding. Review. *Can Fam Physician.* 54: 515-516.

Chowdhury,U,K., Biswas, B,K., and Chowdhury, R,T. 2000. Ground water arsenic contamination in Bangladeshand West Bengal.*Environmental Health Perspectives* 75: 59-64.

Cidu, R., Dadea, C., Desogus, P., Fanfani, L., Manca, P., and Orru, G. 2010. Assessment of environmental hazards at abandoned mining sites: A case Study in Sardinia, Italy. *Applied Geochemistry* 27: 1795-1806.

Conant, J., and Fadem, P. 2008. *A Community Guide to Environmental Health* (1st edition). California: Hesperian Books.

Cosgrove, E., Brown, M.J., Madigan, P., Schmidt, J. 1989. Childhood lead poisoning: case study traces source to drinking water. *Journal of Environmental Health* 52: 346-352.

Eleonora, W., Dawn, I., Rafal, K., and Szdzuj, J.2001. Human health risk assessment case study: An abandoned metal smelter site in Poland. *Chemosphere* 47: 507-515.

Ellenhorn, M.J. 1988. Medical Toxicology: Diagnosis and treatment of human poisoning. *Internal Medicine* 108: 502-512.

Environmental Australia. 2002. Overview of Best Practice Environmental Management in Mining. www.ret.gov.au/resources/.../BPEMOverview.pdf.(accessed on December 31, 2012).

Environmental Protection Agency (EPA). 1988. *Special Report on Ingested Arsenic, Risk Assessment Forum*. Washington, DC: EPA.

Environmental Protection Agency (EPA). 2000. *Abandoned Mine Site Characterization and Clean up Handbook*. Washington, DC: EPA.

Environmental Protection Agency (EPA). 2010. Risk characterization. http://www.epa.gov/risk/risk-characterization.htm. (accessed on June 27, 2010).

Environmental Protection Agency (EPA). 2011. *Exposure Factors Handbook*: Office of Research and Development, Environmental Protection Agency. Washington: DC.

Environmental Protection Agency (EPA). 2012. Arsenic compounds. www3.epa.gov/airtoxics/hlthef/arsenic.html. (accessed on June 18)

Gilbert, S.G., and Weiss, B. 2006. A rationale for lowering the blood lead action level from 10 to 2 μg/dl. *Neurotoxicology* 27: 693-701.

Government of Nunavut. 2009. Guideline: contaminated site remediation. Leading practice sustainable development program for the mining industry. http://www.federalcontaminatedsites.gc.ca/fcsap-pascf/success-reussite-eng.aspx (accessed on December 30, 2012).

Goyer, R.A. 1996. Results of lead research: Prenatal exposure and neurological consequences. *Environmental Health Perspective* 104: 1050-1054.

Goyer, R.A., Thomas, W., and Clarkson, C. 2001. *Casarett and Doull's Toxicology*: *The Basic Science of Poisons*. (6th edition). New York: Mc Graw Hill.

Hong-fei, S., Yong-hua, L., Yan-fang, J., Lin-sheng, Y., Wu-yi, W.. and Hai-rong, L. 2010. Environmental contamination and Health hazard of lead and cadmium around Chatianmercury mining deposit in western Hunan Province, China. *Transactions of Nonferrous Metal Society* 20: 308-314.

International Association for Public Participation (IAP2). 2007. Spectrum of Public Participation . http://www.iap2.org/associations/4748/files/spectrum.pdf. (accessed on December 30, 2012).

International Agency for Research on Cancer. 2006. Inorganic and organic lead compounds. Monograph.monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/./volume87.pdf. (accessed on July 30, 2012).

Ishinishi, N., Tsuchiya, K., and Vahter. M. 1986. *Handbook on the Toxicology of Metals* (2nd edition). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.

Julia, G.L., Josefina, M., Eduardo, P., and Blanca, L. 2010. Genotoxic effects of lead. An updated review. *Environmental International* 36: 623-636.

Kaewrueng, P., Siriwong, W., and Siripanich, S. 2013. Risk Assessment of Heavy Metal Associated wiith Dermal Exposure in Incense Workers in Small Household Factories at Roi- Et Province, Thailand. *Journal of Health Research* 27: 217-223.

Kosolsaksakul, P., Farmer, J G., Oliver, I W., and Graham, M C. 2014. Geochemical associations and availability of cadmium (Cd) in a paddy field system, northwestern Thailand. *Environmental Pollution* 187: 153-161.

Kapaj, S., Peterson, H., Liber, K., and Bhattacharya, P. 2006. Human health effects from chronicarsenic poisoning–A review. *Journal of Environmental Science and Health* 41: 2399-2428.

Krejcie, R.V., and Morgan, D.W. 1970. Determining sample size for research activities. *Educational and Psvcholonical Measurement* 30: 607-610.

Kusolsuk, T., and Rojekittikhun, W. 2009. Trichinellosis in Thailand: Epidemiology, prevention and control. *Journal of Tropical Medicine and Parasitology* 32: 35-43.

Laine, P.M., Navas-Acien, A., Lee, R., Simon, P., Diener-West, M., and Agnew. J. 2013. Elevated Blood Lead Levels and Reading Readiness at the Start of Kindergarten. *The American Academy of Pediatrics* 22: 1081-1089.

Lake Michigan Federation. 2005. A Community Guide to Contaminated Sediment Cleanup: Understanding and Participating in a Successful Cleanup. www.greatlakes.org/Document.Doc?id=120. (accessed December 30, 2012).

Lauwery, R,R., and Hoet, P. 1993. *Industrial Chemical Exposure Guideline for Biological Monitoring*. Boca Raton: Lewis Publishers.

Lee, M., Paik, I.S., Kima, I., Kang, H., and Lee, S. 2007. Remediation of heavy metal contaminated groundwater originated from abandoned mine using lime and calciumcarbonate. *Journal of Hazardous Materials* 144 : 208-224.

Lim , H., Lee, J., Chon, H., and Sager, M. 2008. Heavy metal contamination and health risk assessment in the vicinity of the abandoned Songcheon Au–Ag mine in Korea. *Journal of Geochemical Exploration* 96: 223–230.

Li-Mei, C., Zhen-Cheng, X., Jian-Ying, Q., Zhi-Zhou, F., and Ting-Sheng, X. 2015 Assessment of exposure to heavy metals and health risks among residents near Tonglushan mine in Hubei, China. *Chemosphere*. 127: 127–135

Litter, M.I., Alarcón-Herrera, M.T., and Arenas, M.J. 2012. Review small-scale and household methods to remove arsenic from waterfor drinking purposes in Latin America. *Science of the Total Environment* 429: 107-122.

Liu, Z., Luo, C., Gao, Y., Li, F., Lin, L., Wu, C., and Li, X. 2010. Arsenic contamination and potential health risk implications at an abandoned tungsten mine, southern China. *Environmental Pollution* 158: 820-826.

Mahaffey, K. R., Capar, S. G, Gladen, B. C., and Floler, B.A. 1981. Concurrent exposure to lead, cadmium and arsenic. Effects on toxicity and tissue metal concentrations in the rat. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine* 98: 463–481.

Maharachpong, N., Geater, A,, and Chongsuvivatwong, V. 2006. Environmental and childhood lead contamination in the proximity of boat-repair yards in southernThailand I: Pattern and factors related to soil and household dust lead levels. *Environmental Research* 101; 294–303.

Martínez-Martínez, S., Acosta, J.A., Cano, A.F., Carmona, D.M., Zornoza, R., and Cerda, C. 2013. Assessment of the lead and zinc contents in natural soils and tailing ponds from the Cartagena-La Unión mining district, SE Spain. *Journal of Geochemical Exploration* 12: 166–175.

Masters, G.M. 1998. *Introduction to Environmental Engineering and Science* (2nd edition). Carlifornia: Prentice Hall.

Mayer, P.A., Brown, M.J., and Falk, H. 2008. Global approach to reducing lead Exposure and poisoning. *Mutation Research* 659: 166-175.

Mc-Laine, P., Navas-Acien, A., Lee, R,, Simon, P., Diener-West, M., and Agnew, J. 2013. Elevated blood lead levels and reading readiness at the start of kindergarten. *Pediatrics.* 131: 1081-1089.

Mejía, J.J., Diaz–Barriga, .JJ., Calderon, J., Rios, C., and Jimenez-Capdeville, M.E. 1997. Effects of lead–arsenic combined exposure on central, monoaminergic systems. *Neurotoxicological Teratology* 19: 489–497.

Moon, C., Marlowe, M., and Stellern, J. 1985. Main and interaction effects of metallic pollutants on cognitive functioning. *Journal of Learning Disabil*ity 18: 217–221.

Natchakunlasap, N. 2004. Distribution and sources of heavy metals in Tum Talu Watershed Bunnung Sata, Yala, Southern Thailand.Master of Science thesis. Chulalongkorn University, Bangkok.

National Research Council. 1993. *Measuring Lead Exposure in Infants, Children and other Sensitive Populations.* Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council. 1999. *Arsenic inDrinking Water*. Washington, DC: National Academy Press.

Needleman, H.L., Schell, A., and Belling, D. 1990. Long term effects of childhood exposure to lead at low dose: An eleven year follow up report. *New English Journal of Medicine* 322: 82-88.

NJDEP (New Jersey Department of Environmental Protection). 2008. Toxicity Factors. http://www.state.nj.us/dep/standards/pdf/7439-92-1-tox.pdf (accessed June 17, 2016).

Niyomthai, S., and Wattanawan, A. 2014. Sustainable Mining in Thailand: Paradigm shift in environmental management. *Applied Environmental Research* 36: 55-63.

Occupational Safety and Health Administration *(OSHA). 2013. Occupational Health and safety standards.* https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table= STANDARDS&p_id=10023 (accessed on January 22, 2015).

Polit, D.F., and Beck, C.T. 2008. Nursing research: Generating and assign evidence for nursing practice. 8th ed. Philadelphia: Lippincott.

Prosun, B., Alan, H.W., Kenneth, G.S., Mike, J. M., and Jochen, B. 2007. Arsenic in the environment: Biology and chemistry. *Science of the Total Environment* 379: 109-120.

Pusapukdepob, J., Sawangwong, P., Pulket, C., Satraphat, D., Saowakontha, S., and Panutrakul, S. 2007. Health risk assessment of villagers who live near a lead mining area: A case study of Klity village, Kanchanaburi province, Thailand. *Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health* 38: 168-177.

Richard, W.H., Bruce, P.L., and Kim, N.D. 2009. Age of Greatest Susceptibility to childhood lead exposure: A new statistical approach. *Environmental Health Perspectives* 17: 1309-1312.

Saha, D.J., Dikshit, A.K., and Bandyopadgyay, K.C., and Saha, K.C. 1999. A review of arsenic poison and its effects to human health. *Environmental Science and Technology* 29: 281-313.

Sanna, E., Vargiu, L., Rossetti, I., Vallascas, E., and Floris, G. 2007. Correlation between blood and hair lead levels in boys and girls of Sardinia, Italy. *Journal of Anthropological Sciences* 85: 173-181.

Sax, N.I., and Lewis, R.J. 1989. *Dangerous Properties of Industrial Materials* (7th edition). NewYork: Nostrand Reinhold.

Schnaas, J., Rotenberg, S.J., Fernada, M., Martinez, S., Hernandez, C., and Osorio, E. 2006. Reduce intellectual development in children with prenatal lead exposure. *Environmental Health Perspective* 114: 791-797.

Sellers, K. 1998. *Fundamental of Hazardous Waste Site Remediation*. Washington D.C.: Lewis publishers.

Sherlock, J.C., Ashby, D., and Delves, H.T. 1984. Reduction in exposure to lead from drinking water and its effect on blood lead concentrations. *Human Toxicology* 3: 383-392.

Size Thailand. 2012. The Survey Shape throughout the Country. Ministry of Science And Technology. http://www.sizethailand.org/region_all.html. (accessed on January 7, 2013).

Smedley, P.L., and Kinniburgh, D.G. 2002. A review of the source, behavior and distribution of Arsenic in natural water. *Applied Geochemistry* 17: 517-568.

Subramanian, K.S. 1988. Determination of Trace metals in blood by Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrophotometry : Recent Studies. *Atomic Spectroscopy* 9: 169-178.

The Eleventh Report on Carcinogens. 2004. Lead and lead compounds. Reasonably anticipated to be human carcinogen. ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/twelfth/profiles/Lead.pdf. (accessed on July 30, 2010).

Tong, S., Schirnding, S.Y., and Prapamontol, T. 2000. Environmental lead exposure: a public health problem of global dimension. *Bulletin of the World Health Organization* 78: 1068-1075.

Toxicology data network. 2010. Lead elemental. http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi- bin/sis/search. (accessed on June 22, 2010).

Tsuchiya, K. 1986. Lead. *Handbook on the Toxicology of Metals: Specific Metals.* (2nd edition). New York:Elsevier Science Publishers.

Velez G. 2009. Inductively coupled plasma: the future of heavy metal testing. Life Science. *Technical Bulletin* 7: 1-2.

Vahter, M. 2009. Effects of arsenic on maternal and fetal health. *Annual Reviews* 29: 381-399.

Visoottiviseth, P., Francesconi, K., and Sridokchan, W. 2002. The potential of Thai indigenous plant species for the phytoremediation of arsenic contaminated land. *Environmental Pollution* 118: 453-461.

Wciso, L., Ioven, D., Kucharski, R., and Szdzuj, J. 2002. Human health risk assessment case study: an abandoned metal smelter site in Poland. *Chemosphere* 47: 507-515.

Wijarn, S., Supachai, N., and Pinida L. 2003. Lead contamination control plan and environmental risk assessment in the Pattani river basin and the upper Maeklong river basin in Thailand. Paper for the 2nd Asian Pacific international conference on pollutants analysis and control. Ho Chimihn City. Vietnam.

World Health Organization (WHO). 1977.*Lead. Environmental Health Criteria No. 3*. Geneva: WHO.

World Health Organization (WHO). 1986 .The Ottawa Charter for Health Promotion http://www.who.int/healthpromotion/conferences/previous/ottawa /en/index1.htm (accessed on August 22, 2016).

World Health Organization (WHO). 1989. Minor and trace elements in human milk. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/39678/1/9241561211.pdf (accessed on September 2, 2016).

World Health Organization (WHO). 1995 *Inorganic lead. Environmental Health Criteria No. 165*. Geneva: WHO.

World Health Organization (WHO). 2001. *Arsenic and Arsenic Compounds. Environmental Health Criteria 224* (2nd edition). Geneva: WHO.

World Health Organization (WHO). 2010. *Children lead poisoning*. WHO Library Cataloguing-in-Publication Data. Geneva: WHO.

World Health Organization (WHO). 2011. *Guidelines for drinking-water quality*. fourth edition. Geneva: WHO.

Yanez, J., Fierro, V., Mansilla, H., Figueroa, L., Cornejo, L., and Barnes, R.M. 2005. Arsenic speciation in human hair: a new perspective for epidemiological assessment in chronic arseicism. *Journal of Environmental Mornitoring* 7: 1335-1341.

Yao, Z., Lib, J., Xie, H., and Yu, C. 2010. Review on remediation technologies of soil contaminated by heavy metals. *Procedia Environmental Sciences* 16: 722 -729.

Zarcinas, A., Pongsakul, P., McLaughlin, M.J., and, Cozens, G. 2004. Heavy metals in soils and crops in Southeast Asia 2, Thailand. *Environ Geochem Health* 26: 359-371.

Zhao, H., Xia, B., Fan, C., Zhao, P., and Shen, H., 2012. Human health risk from soil heavy metal contamination under different land uses near Dabaoshan Mine, Southern China. *Science of the Total Environment* 418: 45–54.

Zhuang, P., McBride, M., Xia, H., Li, N., and Li, Z. 2009. Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of Dabaoshan mine, South China. *Science of the Total Environment* 407: 1551-1561.

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามชุดที่ 1

แบบสอบถามชุดที่ 1
การประเมินความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนู
โดยอาศัยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชนใกล้ขุมเหมืองเก่า
****

ชื่อ-สกุลเด็ก.....
บ้านเลขที่ .....หมู่ที่.....ได้สอบถามจากผู้ปกครองซึ่งเกี่ยวข้องเป็น
.....ของเด็ก

****

ตอนที่ 1 ข้อมูลส่วนบุคคลของเด็ก

1. เพศ [ ] ชาย [ ] หญิง
2. อายุ.....ปี (วัน/เดือน/ปีเกิด.....)
3. การเข้าโรงเรียน
   [ ] ยังไม่เข้าเรียน [ ] เรียนที่ศูนย์เด็ก [ ] เรียนที่โรงเรียน.....
4. อาชีพหลักของผู้ปกครอง
   [ ] เกษตรกรรม [ ] ค้าขาย
   [ ] รับจ้าง [ ] ธุรกิจส่วนตัว
   [ ] รับราชการ [ ] อื่นๆ.....
5. ระดับการศึกษาของผู้ปกครอง
   [ ] ประถมศึกษา [ ] อนุปริญา/ปวส.
   [ ] มัธยมศึกษาตอนต้น [ ] ปริญญาตรี
   [ ] มัธยมศึกษาตอนปลาย/ปวช. [ ] สูงกว่าปริญญาตรี
6. การเป็นสมาชิกกลุ่มในชุมชนของผู้ปกครอง
   [ ] เป็นระบุกลุ่ม..... [ ] ไม่เป็น
7. รายได้ของครอบครัว
   [ ] ไม่เพียงพอ
   [ ] เพียงพอ

ตอนที่ 2 พฤติกรรมเสี่ยงต่อการสัมผัสตะกั่วและสารหนูของเด็ก
พฤติกรรมการบริโภคน้ำของเด็ก

1. เด็กดื่มน้ำอะไรเป็นประจำ

[ ] น้ำบาดาล [ ] น้ำประปาหมู่บ้าน [ ] น้ำประปาภูเขา
[ ] น้ำบ่อตื้น [ ] น้ำในลำธาร [ ] น้ำบรรจุขวด (น้ำถัง)
[ ] อื่นๆ.....

2. เด็กรับประทานผักที่ปลูกในบ้าน/ชุมชนหรือไม่

[ ] ใช่ระบุชนิด.....
[ ] ไม่ใช่

3. ขณะนี้เด็กดื่มนมแม่หรือไม่

[ ] ดื่มนมแม่ [ ] ไม่ได้ดื่มแล้ว

4. เด็กเล่นบริเวณพื้นดินหรือไม่

[ ] ใช่ [ ] ไม่ใช่

5. พื้นบ้านมีฝุ่นหรือไม่

[ ] มี [ ] ไม่มี

5. เด็กเล่นนอกบ้านหรือไม่

[ ] เล่น [ ] ไม่เล่น

**************ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ**************

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามชุดที่ 2

แบบสอบถามชุดที่ 2

แบบสอบถามความรู้เกี่ยวกับที่มา ผลกระทบการป้องกันและแก้ไขพิษตะกั่วและสารหนู

****

บ้านเลขที่.....หมู่ที่.....ชื่อสกุล.....

ผู้ปกครองของ.....

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย / ในช่อง ข้อคำถามแต่ละข้อที่ ใช่ ไม่ใช่ ไม่ทราบ

ข้อที่	คำถาม	ใช่	ไม่ใช่	ไม่ทราบ
1	ตะกั่วและสารหนูเป็นโลหะพิษที่พบในพื้นที่เนื่องจากการทำเหมืองแร่ดีบุกในอดีต			
2	ถ้าหากแม่ได้รับตะกั่วและสารหนูสามารถทำให้ลูกที่อยู่ในท้องได้รับอันตรายไปด้วย			
3	เด็กเล็กที่ได้รับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เด็กมีพัฒนาการช้ากว่าเด็กปกติ			
4	ผู้ใหญ่ได้รับตะกั่วจะไม่เป็นอันตรายเนื่องจากมีภูมิต้านทาน			
5	การได้รับตะกั่วต่อเนื่องทำให้เกิดมะเร็งได้			
6	การได้รับสารหนูอย่างต่อเนื่องทำให้เป็นมะเร็งที่ผิวหนัง			
7	เด็กเล็กมีความเสี่ยงต่อพิษของตะกั่วและสารหนูเท่ากับผู้ใหญ่			
8	สามารถตรวจหาปริมาณตะกั่วและสารหนูในร่างกายโดยการเจาะเลือด			
9	ตะกั่วและสารหนูสามารถพบได้ในน้ำ ดิน พืชผัก และในอากาศ			
10	ตะกั่วและสารหนูสามารถได้รับผ่านการกินน้ำ พืชผักที่เป็นอาหาร			
11	ตะกั่วและสารหนูสามารถซึมผ่านผิวหนังได้ดี			
12	สามารถลดปริมาณตะกั่วและสารหนที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มโดยการกรองน้ำ			
13	ควรงดบริโภคพืชผักที่ปนเปื้อนตะกั่วและสารหนู			
14	หากตะกั่วและสารหนูปนเปื้อนในดินสามารถแก้ไขด้วยการปลูกพืชเพื่อดูดซับ			

ขอบคุณทุกท่านที่ให้ข้อมูล

ภาคผนวก ค
หนังสือยินยอมการเก็บข้อมูลวิจัย (สำหรับผู้ปกครอง)

หนังสือยินยอมการเก็บข้อมูลวิจัย (สำหรับผู้ปกครอง)

วันที่..... เดือน..... พ.ศ.....

ข้าพเจ้า.....อายุ.....ปี บ้านเลขที่.....
หมู่ที่.....ตำบลถ้ำทะลุ อำเภอบันนังสตา จังหวัดยะลา รหัสไปรษณีย์ 95130
โทรศัพท์ .....

ข้าพเจ้าได้รับทราบรายละเอียดของโครงการวิจัยเรื่อง การประเมินและการจัดการความเสี่ยงจากพิษตะกั่วและสารหนูโดยการมีส่วนร่วมของชุมชนใกล้ขุมเหมืองเก่า มีความยินดีให้เด็กในความดูแลของข้าพเจ้าเข้าร่วมในโครงการวิจัยนี้และยินยอมให้ผู้วิจัยเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์ และนำเสนอโดยภาพรวมต่อไป มีรายละเอียดดังนี้

1. **ตัวอย่างสิ่งแวดล้อม**
   [ ] ยินยอม [ ] ไม่ยินยอม
2. **ตัวอย่างชีวภาพจากเด็ก**
   2.1 ตัวอย่างเลือด
   [ ] ยินยอม [ ] ไม่ยินยอม
   2.2 ตัวอย่างเส้นผม
   [ ] ยินยอม [ ] ไม่ยินยอม

ข้าพเจ้าเข้าใจข้อความในเอกสารฉบับนี้ จึงลงนามยินยอมไว้

ลงชื่อ.....ผู้ปกครอง
(.....) วันที่.....

ลงชื่อ..... หัวหน้าโครงการวิจัย
(.....) วันที่.....

ภาคผนวก ง
ภาพกิจกรรม

ภาพที่ 1 แนะนำตัวเองและชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัยแก่นายกองค์การบริหารส่วนตำบลถ้ำทะลุ

ภาพที่ 2 แนะนำตัวเองและชี้แจงวัตถุประสงค์การวิจัยแก่ผู้ใหญ่บ้าน

ภาพที่ 3 ชี้แจงการดำเนินการวิจัยแก่ผู้นำชุมชนอย่างเป็นทางการ

ภาพที่ 4 ประชุมทีมวิจัย

ภาพที่ 5 เก็บข้อมูลวิจัยโดยอาศัยกระบวนการมีส่วนร่วมของชุมชน

ภาพที่ 6 เก็บตัวอย่างฝุ่นบริเวณพื้นบ้าน

ภาพที่ 7 เก็บตัวอย่างผัก

ภาพที่ 8 เก็บตัวอย่างผม

ภาพที่ 9 เก็บตัวอย่างเลือด

ภาพที่ 10 ย่อยสลายตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

ภาพที่ 11 การทำเวทีประชาคม

ภาพที่ 12 ประชุมทีมวิจัยเพื่อเตรียมการประเมินความเสี่ยง

ภาพที่ 13 นำเสนอแผนการจัดการความเสี่ยง

ภาพที่ 14 ดำเนินการล้างถังเก็บน้ำฝน

ภาพที่ 15 ประเมินความรู้หลังการจัดการความเสี่ยง

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางอัญชลี พงศ์เกษตร

รหัสประจำตัวนักศึกษา 5910930026

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (สาธารณสุขศาสตร์) เกียรตินิยมอันดับ 2	มหาวิทยาลัยมหิดล	2540
Master of Science (Environmental Toxicology, Technology, and Management)	Asian Institute of Technology	2547

ทุนการศึกษา

ทุนอุดหนุนเพื่อวิทยานิพนธ์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปีงบประมาณ 2553

ทุนแก้ไขปัญหาชุมชน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปีงบประมาณ 2556

ทุนอุดหนุนการวิจัยสำหรับบัณฑิตศึกษา (ปริญญาโท-เอก) คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ประจำปีงบประมาณ 2556

การตีพิมพ์เผยแพร่ผลงาน

Pongkaset, A., and Witthayawirasak, B. 2016. Lead and arsenic exposure from the environment among young children and health risk assessment at an abandoned mine in southern Thailand. *J Health Res* 30: 257-65.