

แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยง

กรณี เหมืองแร่ทองคำ



กรมอนาภัย และ กรมควบคุมโรค
กระทรวงสาธารณสุข

แนวทางการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยง

กรณี เหมืองแร่ทองคำ



คำนำ

ภายใต้แผนบูรณาการด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ ประจำปีงบประมาณ 2558 ที่เน้นให้มีการบูรณาการ
ทำงานร่วมกันระหว่างหน่วยงานในกระทรวงสาธารณสุข เพื่อให้บรรลุเป้าหมายในการลดปัจจัยเสี่ยง
ด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน และการเจ็บป่วยด้วยโรคจากสิ่งแวดล้อมลดลง โดยมีมาตรการหนึ่ง
ที่สำคัญภายใต้แผนบูรณาการด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ คือ การพัฒนาระบบเฝ้าระวัง เตือนภัย สื่อสารสาธารณะ
และสนับสนุนการแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

จากสถานการณ์ปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในพื้นที่เสี่ยง มีแนวโน้มที่จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและ
เกิดเรื่องร้องเรียนจำนวนมากขึ้น ดังนั้น เพื่อให้ปัญหาดังกล่าวได้รับการจัดการและลดปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อม
ที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน กรมอนามัยและกรมควบคุมโรค จึงได้ร่วมกันดำเนินงานการเฝ้าระวังฯ
กรณีพื้นที่เสี่ยงภายใต้แผนบูรณาการนี้ โดยมีกิจกรรมหนึ่ง คือ การจัดทำคู่มือแนวทางการเฝ้าระวังสิ่งแวดล้อมและ
สุขภาพรายพื้นที่เสี่ยง ประกอบด้วย พื้นที่เหมืองทองคำ พื้นที่เสี่ยงมลพิษอากาศจากโรงไฟฟ้าชีวมวล พื้นที่เสี่ยง
มลพิษอากาศจากหมอกควัน พื้นที่เสี่ยงมลพิษอากาศจากฝุ่นละออง พื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคติดต่อระบบ
ทางเดินอาหารและน้ำ และพื้นที่เสี่ยงกรณีขยะอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นแนวทางให้เจ้าหน้าที่
สาธารณสุข ประยุกต์ใช้ในการดำเนินการเฝ้าระวัง เตือนภัย และสื่อสารสาธารณะ ให้เหมาะสมกับสภาพปัญหา
ในพื้นที่และสามารถจัดการและแก้ไขปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพในพื้นที่เสี่ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ
อันจะนำไปสู่การคุ้มครองสุขภาพ และลดปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน
ตามเป้าประสงค์ของแผนบูรณาการด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ

อนึ่ง เพื่อสนับสนุนการดำเนินงานเฝ้าระวังด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพในพื้นที่เสี่ยง คณะผู้จัดทำจึงได้จัดทำ
คู่มือแนวทางการเฝ้าระวังรายพื้นที่เสี่ยงขึ้นเป็นครั้งที่ 2 ซึ่งได้มีการเพิ่มเติมเนื้อหาและปรับปรุงข้อมูลให้มีความ
สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น อันจะเป็นประโยชน์ต่อการสนับสนุนการดำเนินงานของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขในพื้นที่ ทั้งนี้ หากมี
ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม โปรดแจ้งมาที่กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข

คณะผู้จัดทำ

มีนาคม 2558

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 กลุ่มเป้าหมาย	1
1.4 องค์ประกอบของแนวทางฯ	2
บทที่ 2 กระบวนการผลิต มลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น	3
2.1 แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย	3
2.2 ประเภทการทำเหมืองแร่ทองคำ	5
2.3 วิธีการทำเหมืองแร่ทองคำ	6
2.4 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต	8
2.5 สิ่งคุกคามและผลกระทบต่อสุขภาพ	9
บทที่ 3 แนวทางการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม	22
บทที่ 4 แนวทางการเฝ้าระวังทางสุขภาพ	29
4.1 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ	40
4.2 ตัวอย่างการประเมินความเสี่ยง กรณีการได้รับสัมผัสปริมาณสารหนูจากการดื่มน้ำ	41
4.3 การรักษาและฟื้นฟู	44
4.4 การทำแผนที่ชุมชน	44
4.5 การสำรวจและประเมินสุขภาวะทางจิตของประชาชน	45
4.6 การศึกษารูปแบบการบริโภคของประชาชนในพื้นที่	45
4.7 การเก็บตัวอย่างอาหาร ผัก และผลไม้	46
บทที่ 5 การสื่อสารและการจัดการความเสี่ยง	47
บทที่ 6 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	48
6.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง	48
6.2 ค่ามาตรฐานด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม	49
บรรณานุกรม	56

1.1 ที่มาและความสำคัญ

การทำเหมืองแร่ จัดเป็นกิจการที่ต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 กำหนดให้อุตสาหกรรมถลุง แแต่งแร่ หรือหลอมโลหะที่มีกำลังการผลิตตั้งแต่ 50 ตันต่อวันขึ้นไป ต้องศึกษาและจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment : EIA) และกำหนดให้อุตสาหกรรมถลุงแร่ทองคำที่มีปริมาณแร่ป้อนเข้าสู่กระบวนการผลิตตั้งแต่ 1,000 ตัน/วัน ขึ้นไป เป็นโครงการที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรงทั้งทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อมทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพ ที่ต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ (Environmental Health Impact Assessment : EHIA) โดยระบุมাত্রการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม และมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม และเมื่อดำเนินโครงการแล้วต้องมีการติดตามตรวจสอบผลกระทบสิ่งแวดล้อมตามมาตรการที่ระบุไว้ในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ กิจการเหมืองแร่ยังถือเป็นกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพตาม พ.ร.บ. การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 การทำเหมืองแร่ต่างๆอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพประชาชน ผลกระทบที่เกิดขึ้นอาจครอบคลุมทั้งที่ตั้งเหมืองและพื้นที่ใกล้เคียง โดยเฉพาะเหมืองแร่ทองคำได้มีข้อร้องเรียนจากประชาชนเกี่ยวกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ การเกิดฝุ่น การปนเปื้อนโลหะหนักหรือสารมลพิษต่างๆ ในสิ่งแวดล้อม เช่น แมงกานีส สารหนู ไซยาไนด์ เป็นต้น ประกอบกับโรคจากสิ่งแวดล้อมมักเป็นโรคเรื้อรังและมักใช้เวลานานในการเกิดโรค มักเกิดจากสาเหตุปัจจัยหลายชนิดร่วมกัน ดังนั้น ในการป้องกันและเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพจากสิ่งคุกคามด้านสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะกรณีเหมืองแร่ทองคำ จึงจำเป็นต้องมีการจัดเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง

1.2 วัตถุประสงค์ของแนวทางการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพกรณีเหมืองแร่ทองคำ

- 1) เพื่อให้ข้อมูลองค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิต กิจกรรม มลพิษและสิ่งคุกคามสุขภาพที่เกิดจากเหมืองแร่ทองคำ
- 2) เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมการเฝ้าระวังและติดตามผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่เหมืองแร่ทองคำ

1.3 กลุ่มเป้าหมาย

เจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่ดูแลรับผิดชอบในพื้นที่เหมืองแร่ทองคำ

1.4 องค์ประกอบของแนวทางการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพกรณีเหมืองแร่ทองคำ

บทที่ 1 บทนำ

กล่าวถึง สถานการณ์ปัญหาบริเวณพื้นที่เหมืองทองคำในประเทศไทย

บทที่ 2 กระบวนการผลิต มลพิษและผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น

กล่าวถึง แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย ขั้นตอนการทำเหมืองแร่ สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต มลพิษหรือสิ่งคุกคามสุขภาพ รวมถึงผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นจากการทำเหมืองแร่ทองคำ

บทที่ 3 แนวทางการเฝ้าระวังด้านสิ่งแวดล้อม

กล่าวถึง ตัวชี้วัดด้านสิ่งแวดล้อมที่จำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลเพื่อติดตามแนวโน้มและโอกาสที่ประชาชนในพื้นที่จะได้รับสัมผัสสารมลพิษ

บทที่ 4 แนวทางการเฝ้าระวังด้านสุขภาพ

กล่าวถึง ตัวชี้วัดด้านสุขภาพที่จำเป็นต้องมีการเก็บข้อมูลเพื่อติดตามแนวโน้มปัญหาสุขภาพของประชาชนกลุ่มเสี่ยงในพื้นที่ และวิธีการในการดำเนินงานเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพ

บทที่ 5 การสื่อสารและจัดการความเสี่ยง

กล่าวถึง แนวทางการดำเนินงานกรณีที่พบความเสี่ยงในประชาชน วิธีการสื่อสารความเสี่ยง ข้อมูลที่ใช้ในการสื่อสารความเสี่ยงให้ประชาชนในพื้นที่

บทที่ 6 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

กล่าวถึง กฎหมาย หน่วยงาน ค่ามาตรฐานด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการทำเหมืองแร่

บทที่ 2

กระบวนการผลิต มลพิษ

และผลกระทบต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้น

2.1 แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย

แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทยสามารถพบได้ทั้งแหล่งแร่ทองคำปฐมภูมิ (Primary ore) และแหล่งแร่ทองคำทุติยภูมิ (Secondary ore) แหล่งแร่ทองคำปฐมภูมิ เกิดจากกระบวนการทางธรณีวิทยา ทำให้เกิดการสะสมตัวของแร่ทองคำในหินชนิดต่างๆ เช่น หินอัคนี หินชั้น และหินแปร มีทั้งที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า โดยเกิดอยู่ในสายแร่ควอตซ์ แร่ไฟไรต์ หรือแร่ซิลไฟต์ ซึ่งสายแร่ควอตซ์ที่มีทองเกิดร่วมด้วยมักจะพบในหินอัคนี แหล่งแร่ทองคำปฐมภูมิในประเทศไทย ได้แก่ แหล่งแร่ทองคำโต๊ะโมะ จังหวัดนราธิวาส แหล่งแร่ทองคำเขาสามสิบ จังหวัดสระแก้ว แหล่งแร่ทองคำชาตรี จังหวัดพิจิตรและเพชรบูรณ์ แหล่งแร่ทองคำดอยตุง จังหวัดเชียงราย และแหล่งแร่ทองคำเขาพนมพา จังหวัดพิจิตร ส่วนแหล่งแร่ทองคำทุติยภูมิ เกิดจากการผุพังของหินที่มีแร่ทองคำเป็นส่วนประกอบและถูกพัดพาจากแหล่งต้นกำเนิด ไปสะสมอยู่ตามเชิงเขา ลำห้วย หรือตะกอนในลำน้ำ มีลักษณะเป็นเม็ดกลมๆ แผ่น หรือเกล็ด (ขนาดเล็ก) แหล่งแร่ทองคำทุติยภูมิ ในประเทศไทย ได้แก่ แหล่งแร่ทองคำป่าน้ำร้อน จ.ประจวบคีรีขันธ์ แหล่งแร่ทองคำบ้านนาล้อม จ.ปราจีนบุรี แหล่งแร่ทองคำบ้านทุ่งฮั่ว จ.ลำปาง แหล่งแร่ทองคำดอยตุง จ.เชียงราย และแหล่งแร่ทองคำเขาพนมพา จ.พิจิตร (สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน, 2555) จากข้อมูลของกรมทรัพยากรธรณี (2544) พบว่า ในประเทศไทยมีพื้นที่ศักยภาพเป็นแหล่งแร่ทองคำที่สำคัญ 9 บริเวณ ทั้งที่พบเป็นแร่ทองคำปฐมภูมิ และทุติยภูมิ ดังนี้

- (1) บริเวณอำเภอเมือง อำเภอเชียงคาน และอำเภอปากชม จังหวัดเลย ต่อเนื่อง ไปถึง อำเภอสังขม จังหวัดหนองคาย และอำเภอน้ำโสม อำเภอสุวรรณคูหา จังหวัดอุดรธานี
- (2) บริเวณอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี และอำเภอวัฒนานคร จังหวัดสระแก้ว
- (3) บริเวณอำเภอลอง และอำเภอวังชิ้น จังหวัดแพร่ ต่อเนื่องถึง อำเภอสบปราบ และอำเภอเถิน จังหวัดลำปาง และอำเภอศรีสัชนาลัย – อำเภอทุ่งเสลี่ยม จังหวัดสุโขทัย
- (4) บริเวณอำเภอเมือง อำเภอแม่สาย และอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย
- (5) บริเวณอำเภอสนามชัยเขต จังหวัดฉะเชิงเทรา ผ่านอำเภอบ้านบึง และอำเภอบ่อทอง จังหวัดชลบุรี ไปจนถึง อำเภอแกลง จังหวัดระยอง และอำเภอท่าใหม่ จังหวัดจันทบุรี
- (6) บริเวณอำเภอทับสะแก บางสะพาน และบางสะพานน้อย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ต่อเนื่องไปถึง อำเภอประทิว และอำเภอท่าแซะ จังหวัดชุมพร
- (7) บริเวณอำเภอสุคิริน แว้ง และระแอะ จังหวัดนราธิวาส และบริเวณตอนใต้ของ จังหวัดยะลา

(8) บริเวณอำเภอสังขละบุรี ทองผาภูมิ และไทรโยค จังหวัดกาญจนบุรี และ

(9) บริเวณอำเภอเมือง อำเภอวังโป่ง และหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร อำเภอท่าตะโก จังหวัดนครสวรรค์ อำเภอโคกสำโรง และอำเภอบ้านหมี่ จังหวัดลพบุรี ดังแสดงในภาพที่ 2.1

บริเวณที่ทองคำในประเทศไทย (ข้อมูลจาก กรมทรัพยากรธรณี)



ภาพที่ 2.1 แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย (กรมทรัพยากรธรณี ,2544 อ้างในสสวท.,2555)

แหล่งแร่ทองคำที่ถูกสำรวจและพัฒนาจนถึงขั้นเป็นอุตสาหกรรมเหมืองผลิตทองคำแล้ว 2 แหล่ง คือ แหล่งแร่ทองคำชาติรี จังหวัดพิจิตร และแหล่งแร่ทองคำภูทับฟ้า จังหวัดเลย แหล่งแร่ทองคำชาติรี เป็นแหล่งแร่ปฐมภูมิ มีแร่ทอง เกิดร่วมกับเงิน ในสายแร่ควอตซ์ และคาร์บอนเนต ในหินภูเขาไฟ ปริมาณเฉลี่ยของแร่ทอง คือ 2.6 กรัม และเงิน 13.3 กรัม ต่อหินที่มีแร่ 1 ตัน สำหรับแหล่งทองคำภูทับฟ้า เป็นแหล่งแร่ปฐมภูมิ โดยมีแร่ทอง เกิดร่วมกับแร่เหล็กที่อยู่ในหิน (สสวท,2555)

2.2 ประเภทการทำเหมืองแร่ทองคำ

การทำเหมืองแร่ทองคำเป็นการขุดเอาหินที่มีแร่ทองคำปะปนอยู่นำมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อสกัดแร่ทองคำบริสุทธิ์มาใช้ประโยชน์ โดยทั่วไปการทำเหมืองจะมี 2 แบบคือ

1) การทำเหมืองเปิดบนหน้าดิน โดยการเปิดหน้าหน้าดินไปเรื่อยๆจนถึงแหล่งทองคำ การทำเหมืองแบบนี้ ต้องใช้เครื่องมือหนัก เช่น เครื่องเจาะ รถขุด รถตัก รถขนแร่ขนาดใหญ่ ตลอดจนถึงต้องมีการระเบิดบริเวณหน้าเหมือง และทำเป็นขั้นบันไดวนลงไปหาแหล่งแร่ที่อยู่ลึกลงไป รวมทั้งใช้เป็นเส้นทางลำเลียงแร่ขึ้นมา เพื่อเข้าสู่กระบวนการแต่งแร่ต่อไป โดยเหมืองทองคำในประเทศไทยทั้ง 2 แห่ง ใช้วิธีการทำเหมืองแบบเหมืองเปิด



ภาพที่ 2.2 การทำเหมืองแบบเปิด



ภาพที่ 2.3 การทำเหมืองอุโมงค์ใต้ดิน

2) การทำเหมืองอุโมงค์ใต้ดิน เหมาะสำหรับแหล่งแร่ทองคำที่อยู่ลึกจากผิวดินมาก การทำเหมืองจะใช้พื้นที่หน้าเหมืองน้อย โดยเริ่มจากการเปิดหน้าดิน เพื่อเจาะช่องทางสำหรับเครื่องมือหนักทำงานเข้าหาแหล่งแร่ หรือทำเป็นอุโมงค์ทางเข้า หรือเส้นทางลงสู่แหล่งแร่ที่อยู่ในระดับลึก เพื่อการนำแร่ขึ้นมา เมื่อถึงแหล่งแร่ในระดับลึกแล้ว พื้นที่การทำเหมืองจะขยายกว้างออกไปทั้งในแนวราบและแนวตั้ง หินที่ขุดได้จะถูกนำมาบดย่อยให้ละเอียด แล้วผ่านกระบวนการแยกทองคำออกมา

2.3 วิธีการทำเหมืองแร่ทองคำ

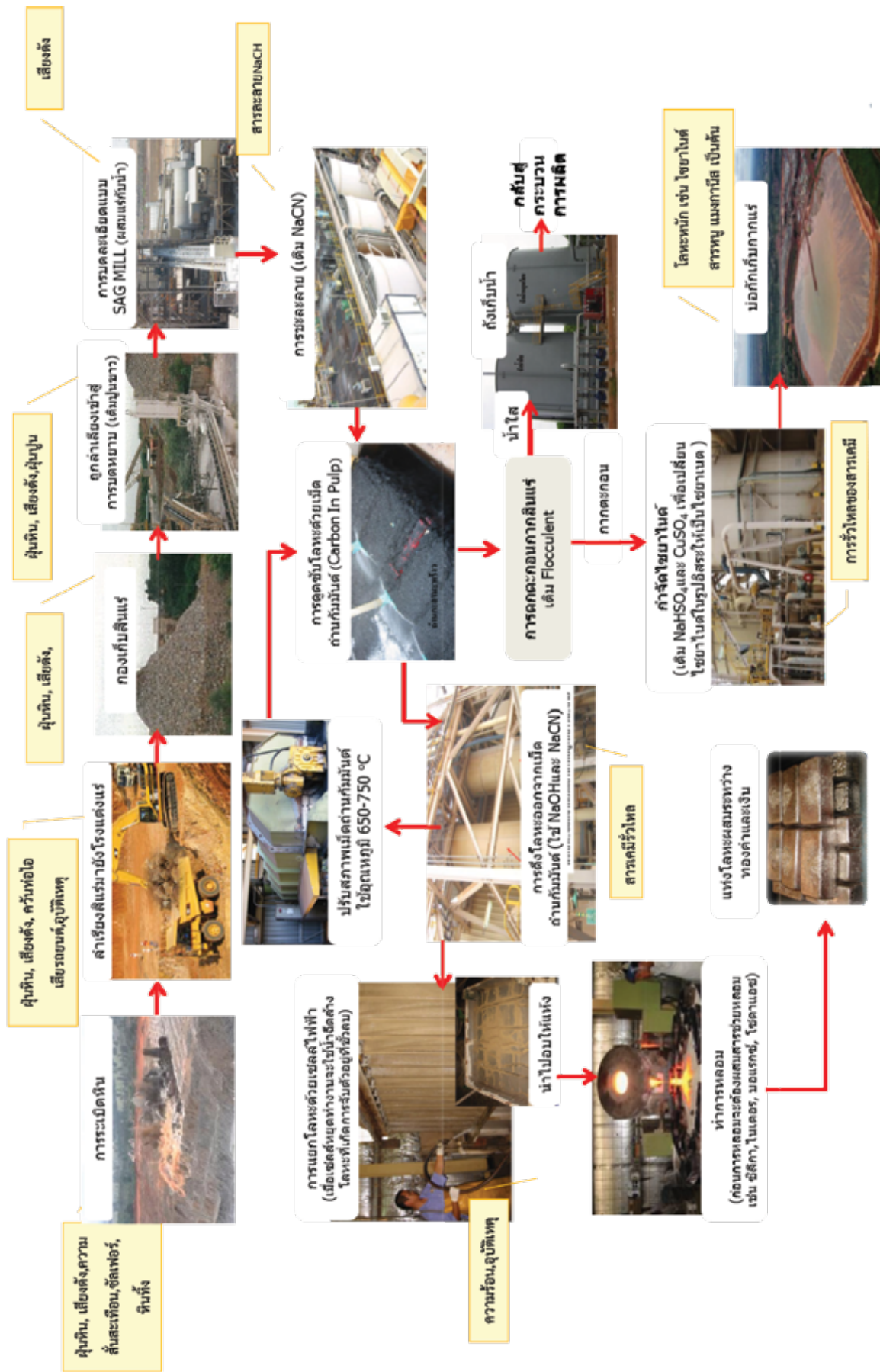
สำหรับขั้นตอนการทำเหมืองแร่ทองคำประกอบด้วย 2 กิจกรรมหลักคือ 1) การทำเหมือง 2) การแต่งแร่ หรือการประกอบโลหกรรม

2.3.1 การทำเหมือง เป็นกระบวนการเพื่อให้ได้สินแร่ เพื่อป้อนเข้าสู่การประกอบโลหกรรมต่อไป ประกอบด้วย

- งานเจาะระเบิด และการระเบิดเพื่อเปิดหน้าเหมือง และให้ได้ขนาดและปริมาณสินแร่ตามที่ต้องการ มีการใช้วัตถุระเบิดประเภทแอมโมเนียมไนเตรตผสมกับน้ำมันดีเซล หรือใช้วัตถุระเบิดแรงสูง เช่น ไดนาไมต์
- การขุดตักและคัดแยกสินแร่และมูลหิน เป็นการขุดตักและคัดแยกตามคุณภาพของสินแร่ โดยแบ่งเป็น 1) การตักสินแร่ทองคำรวมกับสินโลหะมีค่าชนิดอื่น 2) การตักสินแร่คุณภาพต่ำ 3) การตักมูลหิน เพื่อส่งเข้าสู่กระบวนการประกอบโลหกรรมต่อไป
- การลำเลียงสินแร่ (แร่ทองคำ แร่คุณภาพต่ำ มูลหิน) ไปยังโรงประกอบโลหกรรม

2.3.2 การประกอบโลหกรรม

- กระบวนการบดหยาบ (Primary Crushing) : สินแร่ที่ได้จะถูกลำเลียงไปยังตะแกรงคัดขนาด โดยสินแร่ที่มีขนาดใหญ่จะค้างบนตะแกรงและเข้าสู่เครื่องบด (Jaw Crusher) เพื่อให้มีขนาดเล็กลง ส่วนสินแร่ขนาดเล็กจะส่งเข้าสู่สายพานลำเลียงไปรวมกับสินแร่บดหยาบที่ผ่านเครื่องบด
- กระบวนการบดละเอียด (Grinding) : สินแร่ที่ผ่านกระบวนการบดหยาบจะถูกลำเลียงด้วยสายพานไปยังเครื่องบดละเอียด (SAG Mill) ระหว่างที่อยู่บนสายพานก็จะเติมปูนขาวเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่าง และผสมกับน้ำแล้วป้อนเข้าสู่เครื่องบดละเอียด โดยมีตะแกรงเพื่อคัดแยกขยะและวัสดุแปลกปลอม ส่วนที่ผ่านตะแกรงจะปล่อยลงสู่ถังแซ่สารไซยาไนด์ ส่วนวัสดุแปลกปลอมที่อยู่บนตะแกรง จะถูกส่งไปรวมกับกากโลหกรรมที่ยังรับกากโลหกรรมและทิ้งลงบ่อกักเก็บกากโลหกรรมต่อไป
- การแยกโลหะทองคำ : การชะล้างทองคำและเงินออกจากสินแร่ ใช้กระบวนการ Cyanidation (มีสมการเคมี ดังนี้ $4\text{Au} + 8\text{CN} + \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 4\text{Au}(\text{CN})_2 + 4\text{OH}$) โดยนำสินแร่แช่ในถังที่มีสารไซยาไนด์ เพื่อให้ไซยาไนด์เป็นตัวจับกับโลหะทองคำและเงิน หลังจากนั้นโลหะทองคำและเงินจะถูกแยกออกจากสารละลายไซยาไนด์ด้วยวิธีทางเคมีโดยกระบวนการ Carbon-In-Leach (CIL) คือ เติมน้ำมันก๊าดลงไปเพื่อดูดซับทองคำและเงินไว้ที่ผิวถ่านกัมมันต์
- การชะล้างทองคำออกจากเม็ดถ่าน (Acid Wash และ Gold Stripping) : โดยการเติมสารละลายกรดเกลือเพื่อลอกหรือชะล้างทองคำออกจากเม็ดถ่าน และอีกวิธีคือการชะล้างทองคำออกจากเม็ดถ่านโดยใช้สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ และสารละลายโซเดียมไซยาไนด์ น้ำชะล้างที่มีทองคำและเงินปนอยู่จะถูกนำไปเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ก่อนจะแยกเอาทองคำและเงินออกด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้า
- การแยกทองคำและเงินออกจากสารละลายด้วยกรรมวิธีทางไฟฟ้า (Electrowinning) โดยกระแสไฟฟ้าจะถูกปล่อยผ่านแท่งเหล็กสแตนเลสซึ่งเป็นขั้วบวก และผ่านแผ่นฟอยเหล็กภายใน Electrowinning Cell ซึ่งเป็นขั้วลบ โลหะทองคำและเงินจะจับที่ฟอยเหล็กขั้วลบ หลังจากนั้นทองคำและเงินจะถูกฉีดล้างออกด้วยน้ำและนำไปเผา แล้วถลุงในเบ้าหลอม ได้เป็นแท่งโลหะผสม และถูกส่งไปทำให้บริสุทธิ์ (Refining) เพื่อให้ได้เป็นโลหะทองคำบริสุทธิ์ 99.99% และโลหะเงินบริสุทธิ์ 99.95% ต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 แสดงตัวอย่างกระบวนการผลิตเหมืองแร่ทองคำ

ที่มา : ภาพประกอบบางส่วนจากบรรยายผลกระทบจากการเปิดกิจการเหมือง, รศ.ดร.สุเทพ ศิลปานนท์กุล และรายงาน EHIA บริษัทอัคราไมนิ่ง จำกัด

2.4 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิตเหมืองแร่ทองคำแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ สารเคมีหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิต ได้แก่ ปูนขาว โซเดียมไซยาไนด์ โซดาไฟ กรดไฮโดรคลอริก เป็นต้น สารช่วยตกตะกอน สารป้องกันการตกตะกอน และสารเคมีหรือวัตถุอันตรายที่ใช้ในกระบวนการกำจัดไซยาไนด์ ได้แก่ โซเดียมโบรไซด์ กรดซัลฟิวริก คอปเปอร์ซัลเฟต เป็นต้น รายละเอียดของสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิต	สารเคมีที่ใช้	คุณลักษณะ
การระเบิดหิน	1. ดินระเบิด (Emulsion)	ระเบิดที่มีประสิทธิภาพสูงชนิดแห้ง ทนต่อความร้อน
	2. ปุ๋ยแอมโมเนียไนเตรท	มีลักษณะเป็นผงสีขาว ละลายน้ำได้ดีมาก ดูดความชื้นง่ายมาก ดินเป็นกรดเมื่อใส่ปุ๋ยชนิดนี้
กระบวนการบดละเอียด	1. ปูนขาว (Quick Lime)	ลักษณะเป็นผง สีขาวถึงเหลือง ไม่มีกลิ่น ใช้เพื่อควบคุมความเป็นด่างสำหรับกระบวนการชะละลาย
กระบวนการชะละลายโลหะ และกระบวนการดั่งโลหะออกจากเมตถ่านกัมมันต์	2. สารโซเดียมไซยาไนด์ (NaCN)	ลักษณะเป็นของแข็ง สีขาว กลิ่นเฉพาะตัว
	3. สารละลายโซดาไฟ (Caustic Soda)	ใช้ในเครื่องชะละลายหัวแร่
	4. โซดาไฟ (NaOH)	ลักษณะเป็นของแข็ง สีขาว ไม่มีกลิ่น ใช้ปรับค่าความเป็นด่างของน้ำให้มีค่ามากกว่า 10.5 ในระหว่างการผสมไซยาไนด์
	5. สารละลายกรดเกลือ (HCl)	ลักษณะเป็นของเหลว มีสีเหลืองอ่อน กลิ่นฉุน กรดเกลือจะทำหน้าที่กำจัดแคลเซียมออกจากผิวของเมตถ่านกัมมันต์
กระบวนการหลอมโลหะ	6. โซเดียมโบเรตหรือ บอแรกซ์ (Borax)	ลักษณะเป็นผลึก สีขาว เทา หรือเขียวอ่อน ไม่มีกลิ่น ใช้สำหรับทำปฏิกิริยาและรวมตัวกับเหล็กแร่มลทินอื่นๆ แยกตัวออกมาจากโลหะผสมทองคำและเงิน
	7. ซิลิกอนไดออกไซด์หรือผงซิลิกา (Silica Sand : SiO_2)	ลักษณะเป็นเม็ดเล็กๆ สีขาว ไม่มีกลิ่น ใช้เพื่อทำปฏิกิริยาและรวมตัวกับเหล็กและแร่มลทินอื่นๆ แยกตัวออกมาจากโลหะผสมทองคำและเงิน

กระบวนการผลิต	สารเคมีที่ใช้	คุณลักษณะ
	8. โซเดียมคาร์บอเนตหรือโซดาแอส (Sodium Carbonate or Soda Ash)	ลักษณะเป็นผงสีขาว ไม่มีกลิ่น ใช้ เพื่อทำปฏิกิริยา และรวมตัวกับเหล็กและแร่ลทินอื่นๆ แยกตัว ออกมาจากโลหะผสมทองคำและเงิน
	9. โซเดียมไนเตรต (Sodium Nitrate)	ลักษณะเป็นผลึกของแข็ง สีขาว ไม่มีกลิ่น ใช้เพื่อ ทำปฏิกิริยาและรวมตัวกับเหล็กและแร่ลทินอื่นๆ แยกตัวออกจากโลหะผสมทองคำและเงิน
การแต่งแร่	10. กรดซัลฟามิก (Sulfamic Acid)	ใช้สำหรับทำความสะอาดตะแกรงต่างๆ ในกระบวนการแต่งแร่
	11. สารช่วยตกตะกอน (Flocculants)	ใช้ในกระบวนการตกตะกอนกากสินแร่เปียก
	12. ถ่านกัมมันต์	ลักษณะเป็นถ่านจากกะลามะพร้าว ใช้ในกระบวนการดูดซับโลหะทองคำและเงิน
การกำจัดไซยาไนด์	13. สารละลาย โซเดียมไบซัลไฟท์ (NaHSO_3)	ลักษณะมีกลิ่นซัลเฟอร์ไดออกไซด์อ่อนๆ ใช้พร้อม กับคอปเปอร์ซัลเฟต เพื่อเปลี่ยนไซยาไนด์ในรูป อิสระให้เป็นไซยาเนตซึ่งจะมีความเป็นพิษน้อยลง
	14. คอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	ลักษณะเป็นเม็ดของแข็ง สีขาวถึงน้ำตาล ไม่มีกลิ่น ใช้พร้อมกับโซเดียมไบซัลไฟท์ เพื่อเปลี่ยน ไซยาไนด์ในรูปอิสระให้เป็นไซยาเนตซึ่งจะมีความ เป็นพิษน้อยลง
	15. สารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4)	ลักษณะเป็นของเหลว ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ใช้เพื่อปรับ สภาพความเป็นกรด-ด่าง

2.5 สิ่งคุกคามและผลกระทบต่อสุขภาพ

สิ่งคุกคามสุขภาพ หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่มีศักยภาพที่จะก่อให้เกิดอันตราย (การบาดเจ็บ การเจ็บป่วย ทุพพลภาพ เสียชีวิต หรืออื่นใดที่มีผลกระทบต่อสุขภาพกายและใจ) เช่น สารเคมี อุปกรณ์ รั้วสี พลังงาน วิธีการทำงาน หรือสภาพแวดล้อมการทำงาน และในกระบวนการผลิตเหมืองแร่ทองคำส่วนใหญ่สิ่งคุกคามสุขภาพทางกายภาพ และเคมี ซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนโดยรอบพื้นที่โครงการ รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สิ่งคุกคามสุขภาพและผลกระทบต่อสุขภาพ

กระบวนการผลิต	สารเคมี/สิ่งคุกคามต่อสุขภาพ	ผลกระทบต่อสุขภาพ
การระเบิดหิน	ฝุ่นหิน	- ทำให้การทำงานของปอดลดลง หายใจขัด ไอ เจ็บหน้าอก หอบ อ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย เราเรียกว่าโรคซิลิโคซิส (Silicosis) ซึ่งเป็นโรคปอดที่ไม่มีทางรักษาให้หายได้ และอาจจะเป็นวัณโรคได้
	เสียงดัง	- การทำลายอวัยวะรับการได้ยิน การทำให้เกิดความรำคาญ โรคเครียด หรืออาจเป็นสาเหตุให้เกิดโรคร้ายต่างๆ ได้
	ความสั่นสะเทือน	ให้เกิดโรคที่เรียกว่า Vibration Sickness ทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลง และทำให้กล้ามเนื้อกระตุก
การเก็บกองมูลหิน	การรั่วไหลของกรด จากมูลหินที่มีศักยภาพในการก่อฤทธิ์ให้เป็นกรด (Acid Mine Drainage (ADM) หรือน้ำทิ้งสภาวะกรด)	เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ เมื่อหินทิ้ง (Waste rock) ที่มีแร่ซัลไฟด์เป็นองค์ประกอบ สัมผัสกับอากาศและน้ำ จะเกิดกรดซัลฟิวริก ซึ่งสามารถชะเอาโลหะหนัก (สารหนู โคบอล ทองแดง แคดเมียม ตะกั่ว เงิน สังกะสี) ที่มีอยู่ในหินทิ้ง ออกสู่ภายนอก
	สารหนู (Arsenic)	- ระคายเคืองทางเดินหายใจ ผิวหนัง ตา - เป็นสารก่อมะเร็งประเภท A1 ตามบัญชีรายชื่อของ ACGIH และถูกระบุว่าเป็นสารก่อมะเร็งตามบัญชีรายชื่อของ NTP, เป็นประเภท 1 ตามบัญชีรายชื่อของ IARC สารนี้ทำลายตับ ไต ปอด ระบบหายใจ เลือด ก่อให้เกิดเนื้องอก
	ทองแดง (Copper)	- ระคายเคืองจมูก ปาก และตา ทำให้ปวดศีรษะ ปวดท้อง มึนงง อาเจียนและท้องร่วง การได้รับทองแดงปริมาณมากจะทำลายตับและไต - ทำให้โรควิลสัน (Wilson's Disease)

กระบวนการผลิต	สารเคมี/สิ่งคุกคามต่อสุขภาพ	ผลกระทบต่อสุขภาพ
	แคดเมียม (Cadmium)	อาการเฉียบพลัน - คลื่นไส้ อาเจียนรุนแรง ท้องร่วง - ระบายเคืองที่หลอดลม ปอด จมูก ลำคอ ไอ่ เวียนศีรษะ อาการเรื้อรัง - ทำลายกระดูก ปรากฏเด่นชัดในกรณีการเกิดโรค อีไต อีไต และเป็นสารก่อมะเร็ง
	ตะกั่ว (Lead)	- สารนี้ถูกจัดให้เป็นสารก่อมะเร็งต่อมนุษย์ในกลุ่ม 2B (IARC) และเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลอง กลุ่ม A3 (ACGIH) - ส่งผลกระทบต่อระบบประสาทส่วนกลาง ระบบการย่อยอาหาร ไต โลหิต หัวใจ การเจริญพันธุ์ การพัฒนาการของทารกในครรภ์ - อวัยวะเป้าหมาย คือ ตา กระเพาะอาหารและลำไส้ ระบบประสาทส่วนกลาง ไต เลือด เนื้อเยื่อในเหงือก
	สังกะสี (Zinc)	- ระบายเคืองผิวหนังตา - เมื่อหายใจเข้าไปทำให้มีรสหวาน คอแห้ง ไอ อ่อนเพลีย เป็นไข้ คลื่นไส้ อาเจียน
	แมงกานีส (Manganese)	- อาการเฉียบพลัน: เมื่อหายใจเข้าไป จะมีการใช้สูง แน่นหน้าอกและหอบเหนื่อย เกิดโรคไข้ไอโลหะ เจ็บคอ ไอมีเสมหะ - อาการเรื้อรัง: ระบบที่จะได้รับผลกระทบมากที่สุด สำหรับการสัมผัสแบบเรื้อรังคือระบบประสาท สารแมงกานีสจะทำให้เกิดอาการทางสมอง
กระบวนการบดหยาบ (Primary Crushing)	ฝุ่นหิน	- ทำให้การทำงานของปอดลดลง หายใจขัด ไอ เจ็บหน้าอก หอบ อ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย เราเรียกว่า โรคซิลิโคซิส (Silicosis) ซึ่งเป็นโรคปอดที่ไม่มีทางรักษาให้หายได้ และอาจจะเป็นวัณโรคได้

กระบวนการผลิต	สารเคมี/สิ่งคุกคามต่อสุขภาพ	ผลกระทบต่อสุขภาพ
กระบวนการบดละเอียด (Grinding)	ปูนขาว	- อาจก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง และเยื่อจมูกได้ - การหายใจเข้าไปจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจส่วนบน คอ และจมูก
กระบวนการชะละลายโลหะ และกระบวนการตีโลหะออกจากเม็ดถ่านกัมมันต์	สารโซเดียมไซยาไนด์ (NaCN)	- มีฤทธิ์กัดกร่อนเมื่อสัมผัสกับเยื่อบุทางเดินหายใจหรือทางเดินอาหาร - ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบหายใจ และจะเป็นพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง - ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง สารนี้สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายผ่านทางผิวหนังได้ เป็นพิษต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ วิงเวียนศีรษะ ง่วงซึม คลื่นไส้ เป็นลม ควบคุมระบบหายใจหยุดหายใจ หัวใจหยุดเต้น - การสัมผัสเรื้อรังจะทำให้เกิดผื่นคัน ผิวหนังแตก ปวดศีรษะ คลื่นไส้ วิงเวียนศีรษะ และอาจทำให้เกิดภูมิแพ้ได้
	โซดาไฟ (NaOH)	- เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ผิวหนัง หากสัมผัสสารติดต่อกันเป็นเวลานาน จะทำให้เกิดการทำลายเนื้อเยื่อ - สารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อนเนื้อเยื่อ
	สารละลายกรดเกลือ (HCl)	- อันตรายเฉพาะที่ (ผิวหนัง ตา เยื่อหู) - มีอันตรายต่อผิวหนัง ตา และเยื่อหู ทำให้ระคายเคืองตาอย่างรุนแรง ปวดแสบและอาจบอดได้
กระบวนการหลอมโลหะ	โซเดียมโบเรตหรือโบรอกซ์ (Borax)	- เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อเมือกและทางเดินหายใจส่วนบน ผิวหนัง ตา - มีรายงานว่าได้รับสารนี้เข้าไปในทารก 5 กรัม อาจถึงเสียชีวิตได้ และ 5-20 กรัม สำหรับผู้ใหญ่ - อวัยวะเป้าหมาย ตา ระบบทางเดินหายใจ ระบบประสาทส่วนกลาง ไต อัณฑะ

กระบวนการผลิต	สารเคมี/สิ่งคุกคามต่อสุขภาพ	ผลกระทบต่อสุขภาพ
	โซเดียมคาร์บอเนตหรือโซดาแอส (Sodium Carbonate or Soda Ash)	- เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อเมือกและทางเดินหายใจส่วนบน ผิวหนัง ตา - สารนี้มีผลต่ออวัยวะเจริญพันธุ์
	โซเดียมไนเตรท (Sodium Nitrate)	- ก่อให้เกิดการระคายเคืองเยื่อเมือกและทางเดินหายใจส่วนบน มีอาการไอ หายใจถี่ เจ็บคอ น้ำมูกไหล - การสัมผัสผิวหนังจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผิวหนังเป็นผื่นแดง บวมและเจ็บปวด - การสัมผัสลูกตาจะก่อให้เกิดการระคายเคืองเป็นผื่นแดง ตาบวม น้ำตาไหล และเจ็บปวด
การแต่งแร่	กรดซัลฟามิก (Sulfamic Acid)	- ทำให้เกิดการระคายเคืองทางเดินหายใจ เนื่องจากสารนี้เป็นฝุ่นหรืออาจทำให้เกิดฝุ่น เกิดการระคายเคืองผิวหนัง ตา
การกำจัดไซยาไนด์	สารละลายโซเดียมไบซัลไฟท์ (NaHSO_3)	- เป็นพิษต่อทางเดินหายใจส่วนบน ก่อให้เกิดการระคายเคืองผิวหนัง ตา - การได้รับสารติดต่อกันเป็นเวลานานจะทำลายอวัยวะ
	คอปเปอร์ซัลเฟต ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$)	- เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ ผิวหนัง ตา - หากได้รับโดยการกลืนหรือกินเข้าไป ทำให้ท้องร่วง และเป็นแผลในกระเพาะอาหาร คลื่นไส้ อาเจียน หมดสติ และชักได้
	สารละลายกรดซัลฟูริก (H_2SO_4)	- สารนี้มีฤทธิ์กัดกร่อนและก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ ผิวหนัง ตา - สารนี้มีผลทำลายฟัน ระบบหลอดเลือดเลี้ยงหัวใจ

พิษวิทยาของสารพิษที่สำคัญและผลกระทบต่อสุขภาพ (ATSDR,2007; Curtis D,2007; กระทรวงแรงงาน,2550)

(1) ไซยาไนต์ (Cyanide)

ลักษณะ

- ไซยาไนต์หรือสารประกอบไฮยาไนต์จะอยู่ในรูปของเกลือไฮยาไนต์ ได้แก่ โซเดียมไฮยาไนต์ (NaCN) โพแทสเซียมไฮยาไนต์ (KCN) และแคลเซียมไฮยาไนต์ ($\text{Ca}(\text{CN})_2$) หรือสามารถจับกับธาตุที่เป็นโลหะอื่นๆ เช่น เหล็กและแมงกานีส และสามารถพบได้ในสถานะที่เป็นก๊าซคือ ไฮโดรเจนไฮยาไนต์ (HCN)

แหล่งที่พบ

- สามารถพบไฮยาไนต์ได้แก่ ควินบุหรี่ ควินไฟจากการเผาไหม้ อาหาร เช่น มันสำปะหลัง หน่อไม้ ข้าวฟ่างที่ไม่สุก และการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม พืชอาหารที่พบไฮยาไนต์ เช่น มันสำปะหลังดิบ ถั่วเหลือง หน่อไม้ เป็นต้น รวมทั้งการได้รับยาโซเดียมไนโตรพรัสไซด์ (nitroprusside)

กลไกพิษวิทยา

- ก๊าซไฮยาไนต์และเกลือไฮยาไนต์สามารถดูดซึมผ่านทางหายใจหรือทางการกินได้อย่างรวดเร็ว แต่จะดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้ช้า

- ไฮยาไนต์ที่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะกระจายไปยังอวัยวะต่างๆทั่วร่างกาย และเปลี่ยนรูปเป็น ไธโอไฮยาเนต มีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 20 นาที ถึง 1 ชั่วโมง

- ไฮยาไนต์จะถูกขับออกทางปัสสาวะ และบางส่วนขับออกทางการหายใจ

- การประเมินการสัมผัสไฮยาไนต์ในร่างกาย สามารถตรวจไฮยาไนต์ในเลือด และไธโอไฮยาเนตในปัสสาวะหรือปัสสาวะ

ผลกระทบต่อสุขภาพ

อาการที่พบเมื่อเราได้รับไฮยาไนต์

- อาการแบบเฉียบพลัน: หหมดสติและเสียชีวิตเนื่องจากไฮยาไนต์จะมีผลทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน

- อาการที่พบในลักษณะที่ได้รับในปริมาณที่น้อยแต่ได้รับในระยะเวลาสั้น: ปวด-เวียนศีรษะ อ่อนเพลีย หายใจถี่ หัวใจเต้นเร็ว คลื่นไส้ อาเจียน และผู้ที่มีไฮยาไนต์สามารถทำให้เกิดอาการผื่นคัน ผิวหนังมีสีแดงชมพู

การตรวจไฮยาไนต์ในเลือด

ไฮยาไนต์จะถูกเปลี่ยนโครงสร้าง โดยจะไปรวมตัวกับไธโอไซลเฟตไปอยู่ในรูปของไธโอไฮยาเนต (thiocyanate) โดยเอนไซม์ราโดเนส (rhodanase) และในเลือด ไฮยาไนต์จะจับกับเมทฮีโมโกลบิน (methemoglobin) ในเม็ดเลือดแดง และไธโอไฮยาเนตซึ่งเป็นรูปที่ลดความเป็นพิษของร่างกาย แต่ปกติแล้วเมทฮีโมโกลบินมีอยู่ในร่างกายน้อย หากได้รับในปริมาณที่สูง การลดความเป็นพิษของร่างกายก็ไม่สามารถเกิดได้ทั้งหมด

(2) แมงกานีส (Manganese)

แมงกานีสเป็นแร่ธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย ใช้ในกระบวนการเมตาบอลิซึมและการทำงานของเซลล์ เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์ชนิดต่างๆในร่างกาย และยังเป็นตัวช่วยเสริมการทำงานของเอนไซม์ในร่างกายมีหลาย valences แต่ที่พบบ่อยในร่างกายคือ Mn^{+2} (divalent) ซึ่งเป็นรูปที่สามารถถูกออกซิไดซ์เป็น Mn^{+3} (trivalent) ที่มีความเป็นพิษต่อร่างกาย

แหล่งที่พบ

- คนเราได้รับแมงกานีสจากการกินอาหารโดยเฉพาะใน ผัก พืชจำพวกถั่วต่างๆ ผลไม้ และชา และคนส่วนใหญ่รับประทานแมงกานีสเฉลี่ยวันละ 2-9 มิลลิกรัม
- ในคนทำงานเกี่ยวกับการหลอมโลหะ เหมือน แมงกานีสไดออกไซด์ จะมีโอกาสสูงในการได้รับสัมผัสแมงกานีส โดยเฉพาะคนที่ทำงานในโรงงานเหล็กอัลลอยด์ (steel alloy) โรงงานทำขดลวดไฟฟ้า (Electrical coils) โรงงานทำแบตเตอรี่ ทำแก้ว ทำลวดเชื่อมและการผลิตโฟแทสเซียมแมงกานีส
- สำหรับในสิ่งแวดล้อมการได้รับสัมผัสแมงกานีสส่วนใหญ่ได้รับการใช้ยาฆ่าแมลงจำพวก ออแกโนเมทัลลิก (organometallic) ไดไธโอคาร์บามेट (dithiocarbamate) สารกำจัดเชื้อราพวกแมนโคเซบ (mancozeb) และยังพบจากการดื่มน้ำที่ปนเปื้อนแมงกานีส

กลไกพิษวิทยา

- โดยปกติเมื่อรับประทานแมงกานีสเข้าไปแล้ว ร่างกายจะดูดซึมประมาณ 1-5% ของปริมาณที่ได้รับ เกิดการทำปฏิกิริยาในร่างกายก่อให้เกิดแมงกานีสในรูปที่เป็นพิษ
- แมงกานีสสามารถขับออกจากถุงน้ำดีและถูกดูดซึมกลับเข้าร่างกายอีกครั้งในลำไส้เล็ก และถูกขับออกทางอุจจาระ แต่ในเด็กก่อนกระบวนการขับถ่ายแบบนี้จะเกิดได้ไม่สมบูรณ์ทำให้แมงกานีสเข้าไปในสะสมในสมองและเนื้อเยื่อ อวัยวะต่างๆในเด็ก
- ผลจากการขาดแมงกานีสในคนยังมีข้อมูลไม่ชัดเจน แต่พบว่าในสัตว์มีการเจริญเติบโตลดลง กระดูกผิดปกติ และรบกวนการทำงานของระบบสืบพันธุ์
- แมงกานีสส่วนใหญ่จะขับออกจากร่างกายทางอุจจาระ มีส่วนน้อยที่ออกมาทางปัสสาวะ (0.1 - 2%) โดยแมงกานีสที่ปนมากับอุจจาระจะมาจาก 2 ส่วน คือ แมงกานีสจากอาหารที่ไม่สามารถดูดซึมได้รวมทั้งแมงกานีสที่ขับมาจากน้ำดีในร่างกายซึ่งค่าครึ่งชีวิต (half-lives) ของแมงกานีสอยู่ในร่างกายคนเราประมาณ 13-37 วัน และร่างกายสามารถขับออกทางเหงื่อ ผม และนมแม่ได้อีกด้วย

ผลกระทบต่อสุขภาพ

- แมงกานีสเป็นธาตุที่มีความสำคัญต่อการทำงานของร่างกายหากได้รับในระดับที่เหมาะสมก็จะเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เช่น การต่อต้านอนุมูลอิสระ การพัฒนา กระดูก และช่วยรักษาบาดแผล ผู้ชายควรได้รับแมงกานีส วันละ 2.3 มิลลิกรัม ผู้หญิงควรได้รับแมงกานีส วันละ 1.8 มิลลิกรัม
- การได้รับแมงกานีสสะสมเป็นเวลานานๆ จะเกิดพิษต่อระบบประสาท ทำลายสมอง ซึ่งสมองจัดเป็นส่วนที่ไวต่อแมงกานีสมากที่สุด

- การดื่มน้ำที่มีแมงกานีสปนเปื้อนทำให้เกิดพิษต่อระบบประสาท
- หากได้รับมากเกินไปก็สามารถก่อให้เกิดความเป็นพิษได้ อาการที่พบเมื่อเราได้รับแมงกานีสจะต้องได้รับในเวลานาน อาการที่พบในลักษณะคล้ายกับโรคพาคินสัน กล่าวคือ มีอาการสั่น เดินไม่สะดวก และสามารถเกิดอาการกระตุกของใบหน้า
- ไม่พบหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็ง
- การประเมินการสัมผัสแมงกานีสในร่างกาย สามารถตรวจวิเคราะห์จากตัวอย่างเลือดและปัสสาวะ สำหรับการตรวจระดับแมงกานีสในอุจจาระมีความสัมพันธ์กับอาการของโรคมามากกว่า แต่เป็นไปได้ยากในทางปฏิบัติ

(3) นิกเกิล (Nickel)

ลักษณะ

- นิกเกิลเป็นโลหะแข็งสีขาวเงินหรือเป็นผงสีเทา เป็นสารที่ไม่ละลายในน้ำ แต่ละลายได้ดีในกรดไนตริก และละลายได้บ้างในกรดเกลือและกรดกำมะถัน

แหล่งที่พบ

- นิกเกิลสามารถพบได้ในธรรมชาติ ได้แก่ ในหิน ดิน และสามารถพบได้ในอาหาร นิกเกิลใช้เป็นส่วนประกอบของแบตเตอรี่ สารเคมี สี และตัวเร่งปฏิกิริยาและวัสดุที่เป็นโลหะ ประเภทต่างๆ

กลไกพิษวิทยา

- ปริมาณฝุ่นนิกเกิลในอากาศที่มนุษย์หายใจเข้าไปในปอดนั้น พบว่า 20-35% จะเข้าสู่กระแสเลือด
- ปริมาณนิกเกิลที่อยู่ในน้ำดื่ม 27% จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย และนิกเกิลที่อยู่ในอาหารปริมาณน้อยมาก (1%) จะถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย
- นิกเกิลถูกดูดซึมผ่านทางผิวหนังได้น้อยมาก
- เมื่อถูกดูดซึมแล้วจะกระจายไปทั่วร่างกาย แต่จะไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีในร่างกาย โดยจะถูกขับออกผ่านทางปัสสาวะ สำหรับค่าครึ่งชีวิต ของการดูดซึมนิกเกิลเข้าสู่ร่างกายผ่านการกิน คือ 28 ชั่วโมง
- การประเมินการสัมผัสนิกเกิลในร่างกาย สามารถตรวจในซีรัม และในปัสสาวะ
- ระดับที่ตรวจพบในคนปกติคือ 0.2 µg/L ในซีรัม และ 1-3 µg/L ในปัสสาวะ

ผลกระทบต่อสุขภาพ

- ร่างกายสามารถได้รับนิกเกิลผ่านการกิน หายใจและสัมผัสทางผิวหนังจาก
- อาหาร ซึ่งปกติจะเป็นปริมาณที่น้อย หรืออาจจะได้รับจากภาชนะประเภทที่ทำจากโลหะ
- อากาศที่ปนเปื้อนจากโรงงาน และควันบุหรี่
- การสัมผัสจากเครื่องประดับประเภทต่างๆ
- อาการที่พบเมื่อเราได้รับนิกเกิลจะพบได้บ่อยคือ อาการที่ผื่นคันบริเวณที่สัมผัส เช่น ติงหูในกรณีที่ใช้เครื่องประดับ นิ้วมือและแขน เป็นต้น หากเราหายใจเอานิกเกิล จะเกิดอาการผิดปกติของปอด
- ไม่พบหลักฐานของการเป็นสารก่อมะเร็ง
- การประเมินการสัมผัสนิกเกิลในร่างกาย สามารถตรวจวิเคราะห์จากตัวอย่างเลือดและปัสสาวะ

(4) สารหนู (Arsonic)

เป็นสารก่อมะเร็ง สารหนูอนินทรีย์มีความเป็นพิษสูง สามารถพบในสิ่งแวดล้อมทั้งในรูปไตรวาเลนต์ (As(III)) และเพนตะวาเลนต์ (As(V)) สารหนูอนินทรีย์ไตรวาเลนต์ที่พบได้บ่อยได้แก่ arsenic trioxide และ sodium arsenite ส่วนสารหนูอนินทรีย์เพนตะวาเลนต์ที่พบได้บ่อยได้แก่ sodium arsenate, arsenic pentaoxide และ กรดอาเซนิก

ลักษณะ

- สารหนูเป็นธาตุที่อยู่ในดิน หิน กับแร่ธาตุอื่นๆ เช่น ทองคำ หรือในสัตว์จะพบในรูปที่รวมกันกับสารประกอบอินทรีย์

แหล่งที่พบ

- การได้รับสารหนูจากสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ผ่านทางน้ำที่ปนเปื้อนสารหนูที่มากับธรรมชาติ
- กระบวนการทำแร่ ทำให้สารหนูที่อยู่ในรูปของ Arsenopyrite ซึ่งปกติ มีความเสถียรจะกลายเป็น Arsenic oxide ซึ่งละลายได้ดีในน้ำ (Arsenopyrite $\rightarrow$ Arsenite(AsIII))
- สารหนูสามารถพบได้ในน้ำใต้ดินที่เป็นแหล่งที่มีสารหนูในดินและหินที่น้ำไหลผ่านได้ สารหนูเป็นองค์ประกอบของสารปราบศัตรูพืช
- นอกจากนี้ยังสามารถรับจากการเผาไหม้ถ่านหินที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบ หรือจากสารเคมีรักษาเนื้อไม้ โดยสารที่เคลือบมีสารหนูเป็นองค์ประกอบ
- คนเราสามารถได้รับสารหนูจากการรับประทานอาหารทะเล อยู่ในรูปสารหนูอินทรีย์ เรียกว่า “asenobetaine” ซึ่งมีความเป็นพิษน้อยกว่าสารหนูอนินทรีย์

กลไกพิษวิทยา

- สารหนูอนินทรีย์สามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ประมาณ 89-90% ผ่านทางระบบทางเดินอาหาร แล้วกระจายไปยังส่วนต่างๆของร่างกาย แล้วขับออกทางปัสสาวะเป็นหลัก ค่าครึ่งชีวิตของการรับประทานสารหนูประมาณ 10-30 ชั่วโมง ปริมาณสารหนู 50-80% จะถูกขับออกทางปัสสาวะภายในระยะเวลาประมาณ 3 วันหรือมากกว่านี้ และยังขับออกทางเหงื่อ สามารถตกค้างที่เล็บ เส้นผม ซึ่งสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดการรับสัมผัสสารหนูเมื่อได้รับสารหนูเข้าไป สารหนู As (V) จะถูกรีดิวซ์เป็นสารหนู As (III) ซึ่งมีความเป็นพิษสูง ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์และโปรตีน

- Arsenite (As III) ทำปฏิกิริยากับ Sulhydryl group (SH) ซึ่งอยู่ในโปรตีนและเอนไซม์ที่จำเป็นและสำคัญของเซลล์ ในขบวนการสร้าง DNA อาจรขบวนการซ่อมแซม DNA ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมและโครมาติก ส่งผลต่อการเกิดมะเร็ง

ผลกระทบต่อสุขภาพ

ความเป็นพิษเฉียบพลัน

- การรับประทานสารหนูอนินทรีย์เข้าไปปริมาณสูงๆ ที่ระดับ 70-80 มิลลิกรัมทำให้เสียชีวิตได้ อาการพิษเฉียบพลันของผู้ได้รับสารหนูได้แก่ เป็นไข้ anorexia hepatomegaly melanosis หัวใจเต้นผิดปกติ หัวใจล้มเหลว และเสียชีวิต และยังทำลายทางเดินอาหารก่อให้เกิดการระคายเคืองทางเดินอาหาร ประสาทส่วนปลายถูกทำลาย โดยจะมีอาการ 1-2 สัปดาห์หลังจากได้รับสารหนูในปริมาณสูง

ความเป็นพิษเรื้อรัง

- การได้รับสารหนูอนินทรีย์ติดต่อกันเป็นเวลานานส่งผลต่อเนื่องผิวหนัง มีการเปลี่ยนแปลงสีผิวทั้งเกิดจุดสีเข้มหรือจุดด่างขาว โดยจุดด่างขาวจะเกิดขึ้นภายในระยะเวลา 6 เดือน ถึง 3 ปี หลังจากนั้นจะเกิดจุดที่ฝ่ามือภายใน 1 ปี และนำไปสู่มะเร็งผิวหนัง การได้รับสารหนูยังทำให้เกิดดีซ่าน ปวดท้อง และตับถูกทำลายรวมถึงมะเร็งตับ หากได้รับสารหนูอนินทรีย์ปริมาณน้อยๆเป็นเวลานานจะทำให้ระบบประสาทส่วนปลายถูกทำลายประสาทรับความรู้สึกเปลี่ยนแปลง เช่น ชาตามมือและเท้า และรู้สึกเหมือนมีเข็มหรือหนามตำ และยังมีการศึกษาพบความสัมพันธ์ระหว่างการดื่มน้ำที่มีสารหนูอนินทรีย์กับโรกระบบหัวใจและหลอดเลือด

- ร่างกายสามารถสะสมสารหนูในร่างกายในหลายอวัยวะ เช่น เล็บ กระดูก เส้นผม ปอด
- สารหนูเป็นสารที่มีพิษต่อเด็กในครรภ์
- สารหนูถูกจัดให้เป็นสารก่อมะเร็ง
- การประเมินการสัมผัสสารหนูในร่างกาย สามารถตรวจวิเคราะห์จากตัวอย่างเลือด ปัสสาวะ เส้นผมและเล็บ

(5) ตะกั่ว (Lead)

ลักษณะ

ตะกั่วเป็นโลหะอ่อน สีเทาเงินหรือแกมน้ำเงิน พบได้ทั่วไปทั้งในดิน หิน น้ำ พืช และอากาศ ในน้ำโดยเฉพาะน้ำบาดาล ทะเลสาบและ แม่น้ำ ผลผลิตของตะกั่วใช้มากในอุตสาหกรรมสี แบตเตอรี่ เรือดำน้ำ นอกจากนี้ยังมีการนำตะกั่วออกไซด์ มาใช้เป็นเครื่องสำอางด้วย

แหล่งที่พบ

- ส่วนใหญ่คนเราสามารถได้รับสัมผัสตะกั่ว จากการรับประทานอาหาร การดื่มน้ำที่ปนเปื้อนตะกั่ว รวมทั้งดิน และสีทาบ้าน อาจเข้าสู่ร่างกายโดยบังเอิญ
- ตะกั่วสามารถปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายผ่านทางระบบท่อส่งน้ำ และสามารถเข้าสู่อาหารโดยการใช้ภาชนะเคลือบตะกั่ว
- ตะกั่วยังเป็นองค์ประกอบของสีย้อมผม เครื่องสำอางบางชนิด

กลไกพิษวิทยา

- ประมาณ 95% ของตะกั่วอนินทรีย์ที่หายใจเข้าไปสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย อัตราการดูดซึมขึ้นอยู่กับร่างกายของแต่ละคน รวมถึงชนิด (species) ของสารประกอบตะกั่ว
- ตะกั่วสามารถดูดซึมได้สูงในเด็ก (40-50%) มากกว่าในผู้ใหญ่ (3-10%) การมีอาหารอยู่ในกระเพาะอาหารช่วยลดการดูดซึมของตะกั่วเข้าสู่ร่างกาย

- ในร่างกายผู้ใหญ่ พบว่า ปริมาณ 94% ตะกั่วในร่างกาย จะอยู่ในกระดูกและฟัน ส่วนในเด็กจะพบปริมาณตะกั่วในกระดูกและฟัน 73%

- ค่าครึ่งชีวิตของตะกั่วอินทรีย์ในเลือดและกระดูก คือ 30 วัน และ 27 ปีตามลำดับ
- ตะกั่วสามารถขับออกทางปัสสาวะและอุจจาระ
- การประเมินการสัมผัสตะกั่วในร่างกาย โดยทั่วไปมักตรวจในเลือด

ผลกระทบต่อสุขภาพ

สำหรับบุคคลทั่วไป ตะกั่วเข้าสู่ร่างกายได้ ทางปากโดยรับประทานอาหาร และ น้ำดื่มที่ปนเปื้อน ตะกั่ว ทางการหายใจ โดยเฉพาะจากไอเสียรถยนต์ ส่วนการดูดซึมทางผิวหนัง ส่วนมากเกิดกับ บุคคลที่มีอาชีพเกี่ยวข้องกับตะกั่วเป็นส่วนใหญ่ โดยตะกั่วอินทรีย์ ถูกดูดซึมเข้าผิวหนังได้ดี ตะกั่วเมื่อเข้าสู่ร่างกาย ไม่ว่าจะทางใด จะถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบไหลเวียนโลหิต ไปจับกับเม็ดเลือดแดง แทนที่เหล็ก (Fe^{+2}) ซึ่งเป็นโลหะที่จำเป็น ในการสร้างเม็ดเลือดแดง ทำให้เกิดอาการโลหิตจาง (Anaemia) และมีผลให้ ปริมาณเหล็กในน้ำเหลือง เพิ่มขึ้นผิดปกติ ตะกั่วบางส่วน ไปสะสมในกระดูก ตะกั่ว (Pb^{+2}) จะเข้าไปแทนที่ แคลเซียม (Ca^{+2}) ซึ่งเป็นโลหะ ที่จำเป็นในการสร้างกระดูก และฟัน ทำให้มีอาการปวดตามข้อ กระดูกผุ และหักง่าย ถ้าไปสะสมที่รากฟัน ทำให้เห็นสีม่วง หรือสีดำบริเวณเหงือก บางครั้งเรียกว่า เส้นตะกั่ว (Lead line) ฟันหลุดได้ง่าย มีผู้วิจัย พบว่าตะกั่ว สามารถเกาะกับกระดูกในร่างกาย ได้นานถึง 32 ปี และยังสะสมในไขมัน ระบบประสาท สมอง ระบบน้ำเหลือง ตับ และไต อาการพิษเรื้อรังที่พบบ่อย คือ อาการของระบบย่อยอาหาร จะเกิดการปวดท้อง น้ำหนักลด เบื่ออาหารคลื่นไส้ อาเจียน ท้องผูก อาการพิษทางประสาท และสมอง ทำให้ทรงตัวไม่อยู่ เกิดอาการประสาทหลอน ซึมไม่รู้สึกรักตัว ชัก มือและเท้าตก เป็นอัมพาต สลบ และอาจตายได้

(6) แคดเมียม (Cadmium)

ลักษณะ

- แคดเมียมสามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ มักพบร่วมกับสังกะสี ตะกั่วและทองแดง และเป็นองค์ประกอบสารในน้ำทะเล

แหล่งที่พบ

- ประชาชนทั่วไปสามารถได้รับแคดเมียมจากอาหาร การสูบบุหรี่ ในน้ำดื่ม และในอากาศ
- แคดเมียมเข้าสู่ห่วงโซ่อาหารจากดินที่ปนเปื้อน หรือภาชนะหรือบรรจุภัณฑ์ที่ใช้แคดเมียมเป็นองค์ประกอบในสีเคลือบ
- มีโอกาสพบสูงในผักใบ เช่น ผักขม กะหล่ำ ผักกาดหอม และในถั่วลิสง ัญพืช
- ในคนทำงานสามารถรับแคดเมียมได้จากการทำงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตอัลลอยด์ แบตเตอรี่ พลาสติก โรงหลอม เม็ดสี

กลไกพิษวิทยา

- แคดเมียมสามารถดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้น้อยมาก ทางทางหายใจร้อยละ 25 ทางทางกิน ร้อยละ 1-10 และทางผิวหนังน้อยกว่าร้อยละ 1
- ละอองแคดเมียมที่มีขนาดเล็ก เช่น ในบุหรี่ สามารถดูดซึมได้ดีกว่าอนุภาคที่มีขนาดใหญ่ โดยในผู้ที่มีธาตุเหล็กน้อยจะดูดซึมแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายได้ดีกว่าผู้ที่มีธาตุเหล็กสูง
- แคดเมียมจะถูกขับออกทางปัสสาวะได้ดีพอๆกับทางอุจจาระ
- ค่าครึ่งชีวิตของแคดเมียมในร่างกายมนุษย์ มากกว่า 26 ปี

ผลกระทบต่อสุขภาพ

- ไตและกระดูกเป็นอวัยวะที่ไวต่อการได้รับแคดเมียมผ่านทางทางกินมากที่สุด ดังนั้นผลกระทบจากการได้รับแคดเมียมเป็นเวลานานจะทำให้เกิดไตถูกทำลาย กระดูกผุ
- สำหรับผู้ได้รับแคดเมียมทางทางหายใจ แคดเมียมจัดเป็นสารก่อมะเร็ง (IARC)
- การประเมินการรับสัมผัสแคดเมียมในร่างกาย สามารถตรวจวัดได้ทางเลือดและปัสสาวะ

(7)ปรอท (Mercury)

ลักษณะ

ปรอทเป็นโลหะที่สามารถเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ พบได้หลายรูป 1) ปรอทในรูปของโลหะ (metallic mercury) เป็นของเหลว ไม่มีกลิ่น มีความแวววาว สีขาวเงิน เมื่อโดนความร้อนจะกลายเป็นก๊าซ 2) ปรอทอินทรีย์หรือเกลือปรอท คือปรอทที่จับตัวกับธาตุอื่นๆ เช่น คลอรีน ซัลเฟอร์ หรือออกซิเจน มีลักษณะเป็นผงสีขาวหรือเป็นคริสตัล 3) สารประกอบปรอทอินทรีย์ คือปรอทที่จับกับคาร์บอน ที่พบบ่อยได้แก่ ปรอทเมทิล ซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของจุลินทรีย์ที่อยู่ในดินและน้ำ

แหล่งที่พบ

- ปรอทอินทรีย์เข้าสู่บรรยากาศได้จากการทำเหมืองแร่ การเผาไหม้ถ่านหินและขยะซึ่งมีปรอทเป็นองค์ประกอบ และจากโรงงานอุตสาหกรรม
- สามารถเข้าสู่ดินและน้ำจากกระบวนการทางธรรมชาติ กองขยะ และจากภูเขาไฟ
- ปรอทเมทิลอาจเกิดได้ทั้งในดินและน้ำโดยการทำปฏิกิริยาของแบคทีเรีย และถูกสร้างขึ้นในเนื้อเยื่อปลา ปลาที่มีอายุมากหรือมีขนาดใหญ่จะมีโอกาสพบปรอทได้ปริมาณสูง
- การใช้ปรอทในทางทันตแพทย์ และการรักษาทางการแพทย์
- ปรอทอินทรีย์ เช่น mercuric oxide ใช้ในการผลิตแบตเตอรี่ เม็ดสี การสังเคราะห์สารเคมี หรือในเครื่องสำอาง

กลไกพิษวิทยา

- พรอทสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทางการหายใจเอาไอพรอทเข้าไป และจะถูกเปลี่ยนรูปเป็นพรอทอนินทรีย์ เมื่อเข้าสู่ร่างกายใหม่ ๆ มีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 1-3 วัน และต่อมาจะมีค่าครึ่งชีวิตอยู่ที่ 1-3 สัปดาห์ โดยจะถูกขับออกทางไตและปัสสาวะ

- พรอทอนินทรีย์สามารถถูกดูดซึมเข้าสู่ระบบทางเดินอาหารได้ไม่ถึง 15% และถูกขับออกทางไตและอุจจาระ

- พรอทเมทิลสามารถถูกดูดซึมผ่านระบบทางเดินอาหารประมาณ 95% และเข้าสู่สมองรวมถึงเนื้อเยื่อต่างๆ พรอทเมทิลมีค่าครึ่งชีวิตประมาณ 50 วัน โดยส่วนใหญ่จะถูกขับออกทางอุจจาระ มีบางส่วนสะสมในเส้นผม

- ทั้งพรอทอนินทรีย์และพรอทเมทิลสามารถสะสมในนมแม่

- การประเมินการสัมผัสพรอทโลหะและพรอทอนินทรีย์ในร่างกาย สามารถตรวจในเลือดหรือปัสสาวะ

- การประเมินการสัมผัสพรอทเมทิล สามารถตรวจในเลือดหรือเส้นผมที่เพิ่งงอก

ผลกระทบต่อสุขภาพ

- การได้รับปริมาณสูงในแบบเฉียบพลัน จะทำให้ปอดถูกทำลาย คลื่นไส้ อาเจียน ความดันสูง หัวใจเต้นเร็ว

- ระบบประสาทมีความไวต่อพรอทมาก โดยไอของพรอทโลหะและพรอทเมทิลมีอันตรายต่อสุขภาพมากกว่าพรอทในรูปอื่นๆ เนื่องจากสามารถเข้าสู่สมองได้

- การได้รับพรอทโลหะ พรอทอนินทรีย์ หรือพรอทอินทรีย์ทำให้เป็นอันตรายต่อสมอง ไต และพัฒนาการของเด็กในครรภ์ ผลจากการที่สมองถูกทำลายจะทำให้มีปัญหาการมองเห็น การได้ยิน ความจำเสื่อม มีอาการสั่น

- ในเด็กเล็กจะมีความไวต่อพรอทกว่าในผู้ใหญ่ ผ่านทางการให้นมแม่ หรือจากในครรภ์ ซึ่งส่งผลให้สมองถูกทำลาย พัฒนาการสมองล่าช้า ตาบอด อาการชัก เป็นต้น

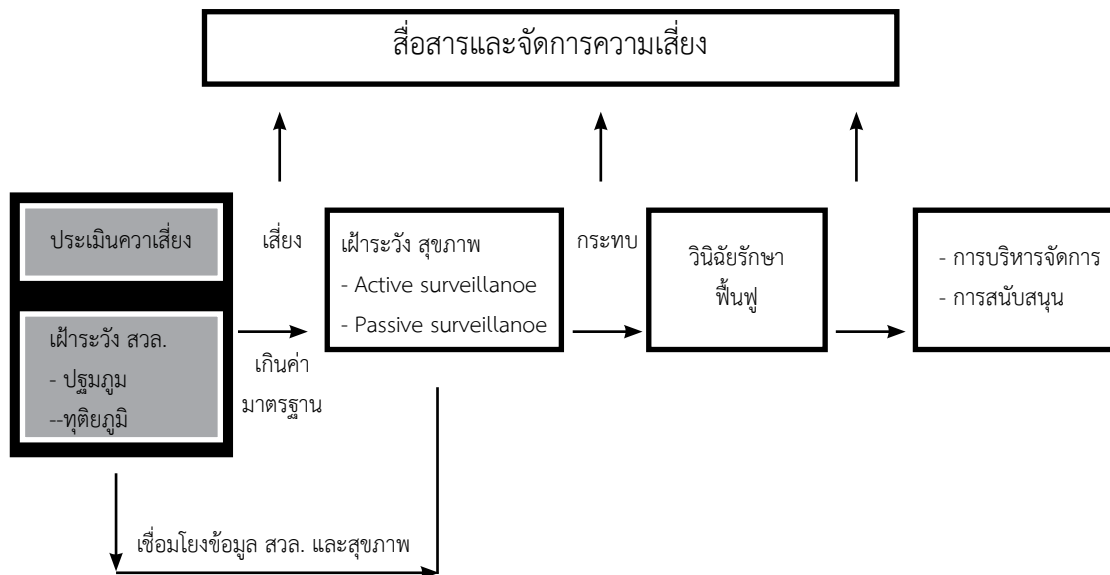
แนวทางการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม

บทที่ 3

การเฝ้าระวัง หมายถึง การติดตาม สังเกต พินิจพิจารณา ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของการเกิดการกระจายของโรค หรือปัญหาสาธารณสุข รวมทั้ง ปัจจัยที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงนั้นๆ อย่างต่อเนื่องด้วยกระบวนการที่เป็นระบบ ประกอบด้วย การรวบรวม เรียบเรียง วิเคราะห์แปลผล และกระจายข้อมูลข่าวสารสู่ผู้ใช้ประโยชน์เพื่อการวางแผน กำหนดนโยบาย การปฏิบัติงานและการประเมินมาตรการควบคุมป้องกันโรคอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ (กรมควบคุมโรค, 2555)

ในการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพกรณีเหมืองแร่ทองคำนั้นต้องเริ่มจากการพิจารณาสารเคมีหรือมลพิษที่อาจปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมโดยดูจากการประกอบกิจกรรมในพื้นที่บริเวณนั้นประกอบด้วย เช่น การมีโรงงาน สถานประกอบการ การใช้สารเคมีในการสกัดทองคำ หรือกิจกรรมอื่นๆ ที่มีโอกาสส่งผลต่อการปล่อยมลพิษสู่สิ่งแวดล้อมมาร่วมพิจารณา แล้วจึงดำเนินการกำหนดกรอบตัวชี้วัดทางสิ่งแวดล้อมที่ต้องทำการตรวจวัดเพื่อติดตามการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากข้อมูลการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมจะสะท้อนให้เห็นถึงโอกาสหรือความเป็นไปได้ของการสัมผัสในมนุษย์ ซึ่งในการตรวจติดตามหรือเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมสามารถได้ข้อมูลจาก 2 รูปแบบคือ ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary data) และข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary data) ซึ่งข้อมูลปฐมภูมิเป็นข้อมูลซึ่งได้จากตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อม ส่วนข้อมูลทุติยภูมินั้นเป็นข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมจากฐานข้อมูลที่มีอยู่จากแหล่งต่างๆ เมื่อได้ข้อมูลแล้วหากพบว่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดจะต้องมีการสื่อสารความเสี่ยงให้ประชาชนและผู้ที่เกี่ยวข้องรับทราบ การจะทราบว่าประชาชนมีโอกาสได้รับสัมผัสสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมหรือมีความเสี่ยงต่อสุขภาพหรือไม่นั้น เจ้าหน้าที่สาธารณสุขสามารถทำการประเมินความเสี่ยงโดยนำข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ และหากพบว่าประชาชนมีความเสี่ยงก็จะต้องทำการสื่อสารและจัดการความเสี่ยงต่อไป

นอกจากการสื่อสารความเสี่ยงแก่ประชาชนแล้วหากพบว่ามีสารปนเปื้อนของสารมลพิษในสิ่งแวดล้อมที่เกินค่ามาตรฐานหรือมีความเสี่ยงสูง เป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่สาธารณสุขที่จะต้องทำการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพในประชาชนกลุ่มเสี่ยงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งในการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพนั้นสามารถทำได้ใน 2 รูปแบบคือการเฝ้าระวังเชิงรับ (Passive Surveillance) และการเฝ้าระวังเชิงรุก (Active Surveillance) โดยการเฝ้าระวังเชิงรับเป็นการใช้ประโยชน์จากข้อมูลการรายงานเป็นปกติประจำในผู้ที่มารับบริการในสถานพยาบาล ส่วนการเฝ้าระวังเชิงรุกเป็นการค้นหาผู้ป่วยหรือประชาชนกลุ่มเสี่ยงเชิงรุกเพื่อเพิ่มโอกาสการจะได้ข้อมูลการเกิดโรคมามากขึ้นในการเฝ้าระวังทั้ง 2 รูปแบบหากพบว่าผู้ป่วยด้วยโรคที่ทำการเฝ้าระวังเจ้าหน้าที่สาธารณสุขจะต้องดำเนินการจัดการให้ไปสู่การวินิจฉัย รักษา และฟื้นฟูต่อไป มีรายละเอียดแสดงดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 การดำเนินงานเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อม

ขั้นตอนการเฝ้าระวังที่สำคัญมีดังนี้

1) การรวบรวมข้อมูล ในขั้นตอนนี้จะต้องการระบุปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมรวมถึงประเด็นผลกระทบเจ็บป่วยหรือโรคที่ต้องการเก็บข้อมูลก่อนและจึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งสิ่งคุกคามและปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมรวมถึงการเจ็บป่วยหรืออาการที่เกี่ยวข้อง

2) การวิเคราะห์ข้อมูล ในขั้นนี้เป็นการนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์ ด้วยวิธีการสถิติ การประเมินความเสี่ยง การใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ ทั้งนี้อย่างน้อยควรจะสามารถบอกสถานการณ์การปนเปื้อนของมลพิษในสิ่งแวดล้อม ทั้งในน้ำ อากาศ ดิน และในห่วงโซ่อาหาร รวมถึงความชุกหรืออุบัติการณ์ของโรค แนวโน้มของโรค และกลุ่มเสี่ยงได้

3) การรายงานข้อมูลแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง คือการรายงานผลข้อมูลที่ผ่านการวิเคราะห์ให้แก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทั้งในระดับผู้กำหนดนโยบายหรือประชาชนกลุ่มเสี่ยงได้รับทราบ

4) การดำเนินการแก้ไขหรือป้องกันปัญหา เป็นการนำเอาข้อมูลที่ได้ไปใช้ในการแก้ไขหรือป้องกันปัญหาโดยกำหนดเป็นแผนงานโครงการหรือกิจกรรมต่างๆ ให้เหมาะสมกับในแต่ละกลุ่มเป้าหมาย

ทั้งนี้ การจะทราบว่าแก้ไขหรือป้องกันปัญหาจะได้ผลหรือไม่ ก็จะต้องเข้าสู่ขั้นตอนแรกของการเฝ้าระวังไปตามลำดับ เพื่อเป็นควบคุมกำกับและประเมินผลว่ามาตรการการควบคุมหรือป้องกันปัญหาได้ผลดีเพียงใด

การเฝ้าระวังทางด้านสิ่งแวดล้อม (environmental surveillance) เป็นกิจกรรมการเก็บข้อมูลอย่างเป็นระบบและต่อเนื่อง มีระบบวิเคราะห์ข้อมูล แปลผล และการกระจายข้อมูลข่าวสารให้ผู้เกี่ยวข้องทราบ เพื่อนำไปสู่การควบคุมป้องกันโรคต่อไป อาจกล่าวได้ว่าการเฝ้าระวัง ครอบคลุมถึงการเก็บข้อมูลที่ได้จากการตรวจติดตามทางด้านสิ่งแวดล้อม (environmental monitoring) หรือด้านชีวภาพ (biological monitoring) รวมทั้งผลที่ได้จากการสำรวจ และการตรวจคัดกรองด้วย และการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมืองแร่ทองคำ ได้ระบุประเด็นข้อมูลที่ต้องรวบรวม และแหล่งที่มาของข้อมูลในการรวบรวม เริ่มต้นจากการรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะในแหล่งน้ำที่ประชาชนใช้สำหรับอุปโภคบริโภค แหล่งน้ำผิวดิน ห้วย หนอง คลอง บึงต่างๆ น้ำประปา รวมถึงน้ำใต้ดิน และในห่วงโซ่อาหาร เพื่อกำหนดขอบเขตพื้นที่ปนเปื้อนสารมลพิษที่ต้องมีการเฝ้าระวังในสิ่งแวดล้อมต่อไป

แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ

เจ้าหน้าที่สาธารณสุขสามารถประสานขอข้อมูลรายงานผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมของเมืองแร่จากหน่วยงานอนุญาต (สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัด สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขตกรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่) และหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด เป็นต้น รายงานผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมเป็นรายงานที่ผู้ประกอบการเหมืองแร่ ต้องจัดทำขึ้นเป็นประจำทุก 6 เดือน เพื่อรายงานต่อหน่วยงานอนุญาตและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยพารามิเตอร์ตรวจวัดจะถูกระบุตามที่กำหนดในเงื่อนไขท้ายรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เช่น ปริมาณฝุ่นละอองรวม (TSP) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ก๊าซไฮโดรเจน ซิยาไนต์ ระดับเสียงรบกวน ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณบ่อสังเกตการณ์ คุณภาพน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง บีโอดี ซีโอดี สี กลิ่น ปริมาณสารแขวนลอยทั้งหมด ปริมาณสารที่ละลายในน้ำทั้งหมด แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมโพแทสเซียม สารหนู เหล็ก แมงกานีส พรอท ซิยาไนต์ เป็นต้น รายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1

แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ

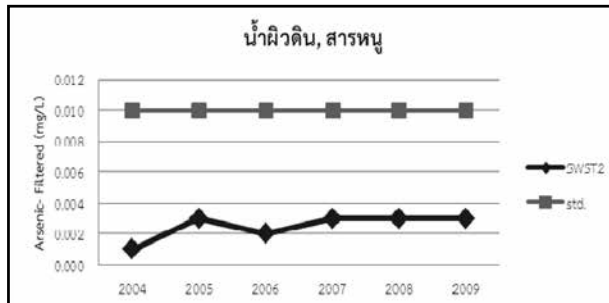
ในการประกอบกิจการเหมืองแร่ ไม่ได้กำหนดให้ผู้ประกอบการต้องตรวจวัดคุณภาพน้ำประปาหรือน้ำดื่มในชุมชนหรือการปนเปื้อนในห่วงโซ่อาหาร เช่น ผัก ข้าว หอย ปลา เป็นต้น ดังนั้นเจ้าหน้าที่สาธารณสุขจึงจำเป็นต้องเก็บตัวอย่างน้ำประปาหรือแหล่งน้ำอุปโภคบริโภครวมถึงตัวอย่างพืชอาหาร สัตว์น้ำ ที่ประชาชนใช้ในการบริโภคมาทำการตรวจวิเคราะห์เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการติดตามและเฝ้าระวังการรับสัมผัสของประชาชน (exposure surveillance) โดยพารามิเตอร์ที่สำคัญแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงขั้นตอนและข้อมูลที่ต้องรวบรวมในการเฝ้าระวังทางสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมืองแร่ทองคำ

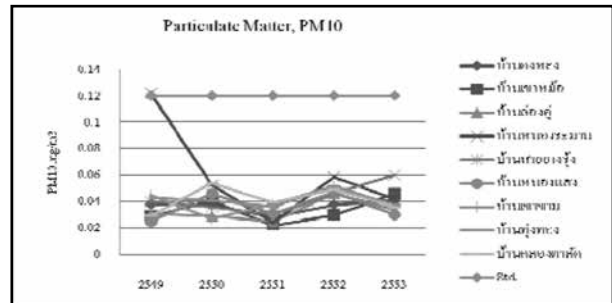
ขั้นตอน	ประเด็นข้อมูลที่ต้องรวบรวม	แหล่งที่มาของข้อมูล
1. การรวบรวมข้อมูล	ข้อมูลทุติยภูมิ - คุณภาพอากาศ ได้แก่ ปริมาณฝุ่นละอองแขวนลอยในบรรยากาศ (TSP) และปริมาณฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) ก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ก๊าซไฮโดรเจนคลอไรด์ (HCl) โดยเก็บข้อมูล 5 ปีย้อนหลัง - ระดับเสียง ได้แก่ เสียงทั่วไป โดยเก็บข้อมูล 5 ปีย้อนหลัง - คุณภาพน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ได้แก่ สารหนู (Arsenic) ทองแดง (Copper) เหล็ก (Iron) ตะกั่ว (Lead) แมงกานีส (Manganese)ปรอท (Mercury) ไซยาไนด์ (Total Cyanide) เก็บข้อมูล 5 ปีย้อนหลัง	รายงานผลการปฏิบัติตามมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมและมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมของโครงการเหมืองแร่ทองคำ
	ข้อมูลปฐมภูมิ - เก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำอุปโภคบริโภคในพื้นที่ ได้แก่ น้ำผิวดิน น้ำประปา (น้ำเข้าระบบ และน้ำออกจากระบบ) น้ำบ่อตื้น น้ำฝน และน้ำดื่มบรรจุขวดจากโรงผลิตน้ำในพื้นที่ และตรวจสอบพารามิเตอร์ตามประกาศกรมอนามัยเรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ พ.ศ. 2553 รวมทั้งโลหะหนักอีก 2 ชนิด คือ นิกเกิล และไซยาไนด์ - ตรวจคุณภาพอากาศในบรรยากาศ ได้แก่ TSP, PM10, HCN, NO₂ - เก็บตัวอย่างอาหาร พืช สัตว์น้ำ ที่ประชาชนนิยมบริโภคในพื้นที่ เช่น หอยขม กระจ่าง เป็นต้น เพื่อตรวจหาการปนเปื้อนสารเคมีหรือโลหะหนักในห่วงโซ่อาหาร เช่น สารหนู ตะกั่ว แคดเมียม	กำหนดจุดเก็บตัวอย่างโดยกระบวนการมีส่วนร่วมจากชุมชนที่อาศัยโดยรอบสถานประกอบการเหมืองทองคำ กำหนดจุดเก็บตัวอย่างโดยใช้ข้อมูลจากผลการสำรวจพฤติกรรมบริโภคอาหาร

ขั้นตอน	ประเด็นข้อมูลที่ต้องรวบรวม	แหล่งที่มาของข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล	- วิเคราะห์ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมโดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานและดูแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของแต่ละพารามิเตอร์อย่างต่อเนื่อง - วิเคราะห์ข้อมูลโดยนำค่าที่ได้จากการตรวจวัดมาทำการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ - วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Mapping) เข้ามาช่วย เพื่อดูความเชื่อมโยงระหว่างที่ตั้งสิ่งคุกคาม (สิ่งที่ก่อให้เกิดมลพิษ) และข้อมูลคุณภาพอากาศ เสียง น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน อาหาร พืช สัตว์น้ำ	
3. การรายงานข้อมูลแก่ผู้ที่เกี่ยวข้อง	การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ต้องรายงานผลด้วยภาษาที่เข้าใจง่าย กระชับ ข้อมูลต้องมีความถูกต้องไม่บิดเบือน โดยบุคคลสำคัญที่ต้องได้รับการรายงานผลคือ ผู้ก่อให้เกิดมลพิษหรือผู้ประกอบการ ประชาชน และ เจ้าหน้าที่ของรัฐที่เกี่ยวข้อง โดยบุคคลทั้ง 3 ฝ่ายนี้จะต้องได้รับข้อมูลอย่างเท่าเทียมกัน - สื่อสารความเสี่ยงและวิธีการป้องกัน และดูแลตนเองแก่ประชาชน	
4. การดำเนินการแก้ไขหรือป้องกันปัญหา	- หากพบพารามิเตอร์คุณภาพสิ่งแวดล้อม มีค่าเกินค่ามาตรฐานให้ผู้ประกอบการดำเนินการปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในระดับที่ไม่เกินค่ามาตรฐาน และรายงานแก่ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบ - หากพบปริมาณสารเคมีในห่วงโซ่อาหาร ควรแจ้งเตือนประชาชนในการบริโภคในเบื้องต้น - ให้ประชาชนร่วมดำเนินการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง	

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลทุติยภูมิ : การรวบรวมข้อมูลจากรายงานผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมที่จัดทำโดยผู้ประกอบการ เช่น ปริมาณสารหนูในน้ำผิวดินบริเวณบ่อสังเกตรณ และฝุ่นละออง (PM10) ย้อนหลัง 5 ปี (2549-2553) ในพื้นที่ต.เขาเจ็ดยอด อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 3.2 และ 3.3 (กรมอนามัย, 2553)



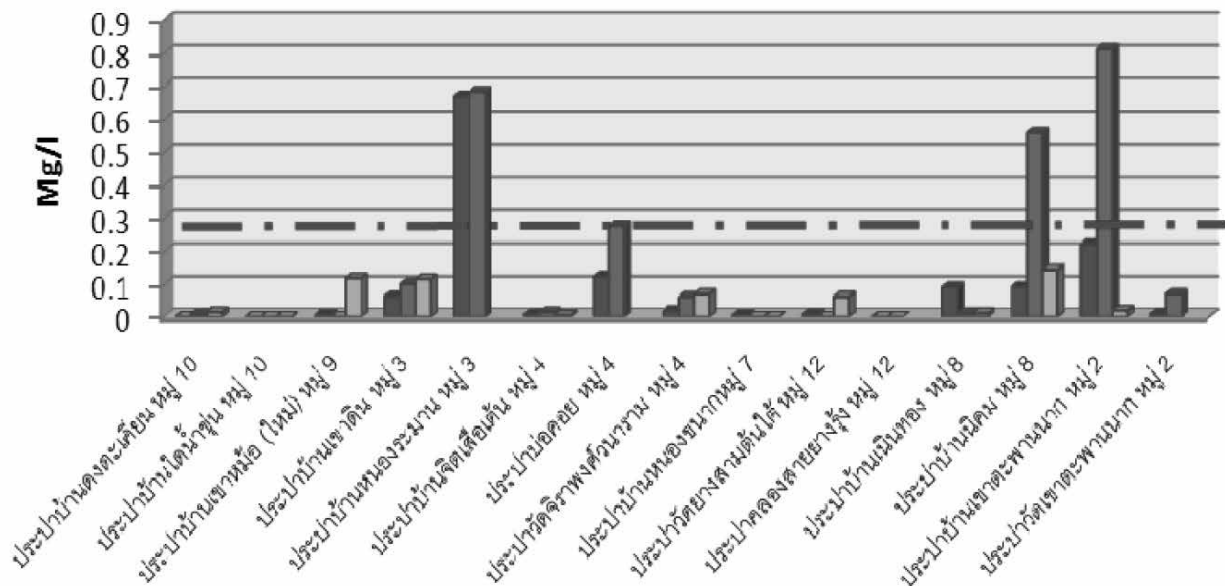
ภาพที่ 3.2 สารหนูในน้ำผิวดินบริเวณบ่อสังเกตรณ



ภาพที่ 3.3 PM10 ในหมู่บ้าน ต.เขาเจ็ดยอด

ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลปฐมภูมิ: การเฝ้าระวังคุณภาพน้ำประปาตั้งแต่ปี 2554-2556 เปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 3.4

ปริมาณแมงกานีส



ภาพที่ 3.4 ปริมาณแมงกานีสในน้ำประปาหมู่บ้าน ต.เขาเจ็ดยอด อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร (ปี 2554-2556)

ตารางที่ 3.2 ตัวอย่างผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำประปา ต.เขาเจ็ดยักษ์ อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร ปี 2554-2556

แหล่งน้ำ	พารามิเตอร์ (มก./ล)	ค่าต่ำสุด (มก./ล)	ค่าสูงสุด (มก./ล)	ค่าเฉลี่ย (มก./ล)	มาตรฐาน (มก./ล)
น้ำประปา	Mn	0.005	1.04	0.16	0.3
	Fe	-	4.4	0.37	0.5
	As	<0.005	<0.005	<0.005	0.01
	Ni	<0.002	0.06	0.023	0.002
	Cn	0.02	0.2	0.11	0.2

แนวทางการเฝ้าระวังทางสุขภาพ

การเฝ้าระวังทางสุขภาพ เป็นการเฝ้าสังเกตอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับการกระจายและแนวโน้มของอุบัติการณ์ของโรค โดยมีการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบ การวิเคราะห์ข้อมูลและการประเมินรายงานการป่วยและการตาย รวมทั้งข้อมูลที่สำคัญอื่นๆ และกระจายข่าวสารไปให้ผู้ที่เกี่ยวข้องอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง เพื่อทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของการเกิดโรคหรืออาการที่อาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำเหมืองแร่ทองคำ การเฝ้าระวังทางสุขภาพดำเนินการได้ 2 รูปแบบ คือ

1) การเฝ้าระวังเชิงรับ เป็นการรวบรวมข้อมูลโรคหรือปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นจากเหมืองแร่ทองคำ ได้แก่ โรคระบบทางเดินหายใจ หายใจมีเสียงหวีด โรคระบบประสาท โรคระบบผิวหนัง โรคระบบหัวใจและหลอดเลือด ภาวะบางอย่างที่เริ่มในระยะปริกำเนิด เช่น ความผิดปกติของอายุครรภ์และการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ เป็นต้น รายละเอียดดังตารางที่ 4.1

2) การเฝ้าระวังเชิงรุก เป็นการเฝ้าระวังโดยผู้รวบรวมข้อมูลเข้าไปติดตามค้นหาโรคหรือปัญหาที่ทำการเฝ้าระวังอย่างใกล้ชิดตลอดเวลา เมื่อพบโรคหรือปัญหาที่ทำการเฝ้าระวัง ก็ทำการบันทึกเก็บข้อมูลทันที การเฝ้าระวังแบบนี้ได้ข้อมูลค่อนข้างครบถ้วน ได้แก่ ข้อมูลการรับสัมผัสโลหะหนักของประชาชนในพื้นที่รอบเหมืองแร่ โดยใช้แบบสอบถาม เป็นต้น รายละเอียดดังตารางที่ 4.2

การเตรียมความพร้อมของบุคลากร

ในการเริ่มต้นสำหรับการเตรียมการเฝ้าระวังผลกระทบทางสุขภาพนั้น กิจกรรมสำคัญคือการเตรียมความพร้อมและพัฒนาศักยภาพของบุคลากรทางการแพทย์และสาธารณสุข ประกอบด้วยแพทย์ พยาบาล เจ้าหน้าที่สาธารณสุข และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ให้มีความรู้และสามารถทำการตรวจคัดกรองโรคหรืออาการที่เกี่ยวข้องกับสารมลพิษจากเหมืองทอง เพื่อสร้างความมั่นใจในการปฏิบัติงานให้แก่เจ้าหน้าที่รวมถึงประชาชนและเพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลโรคหรือความเจ็บป่วยที่มีความน่าเชื่อถือ

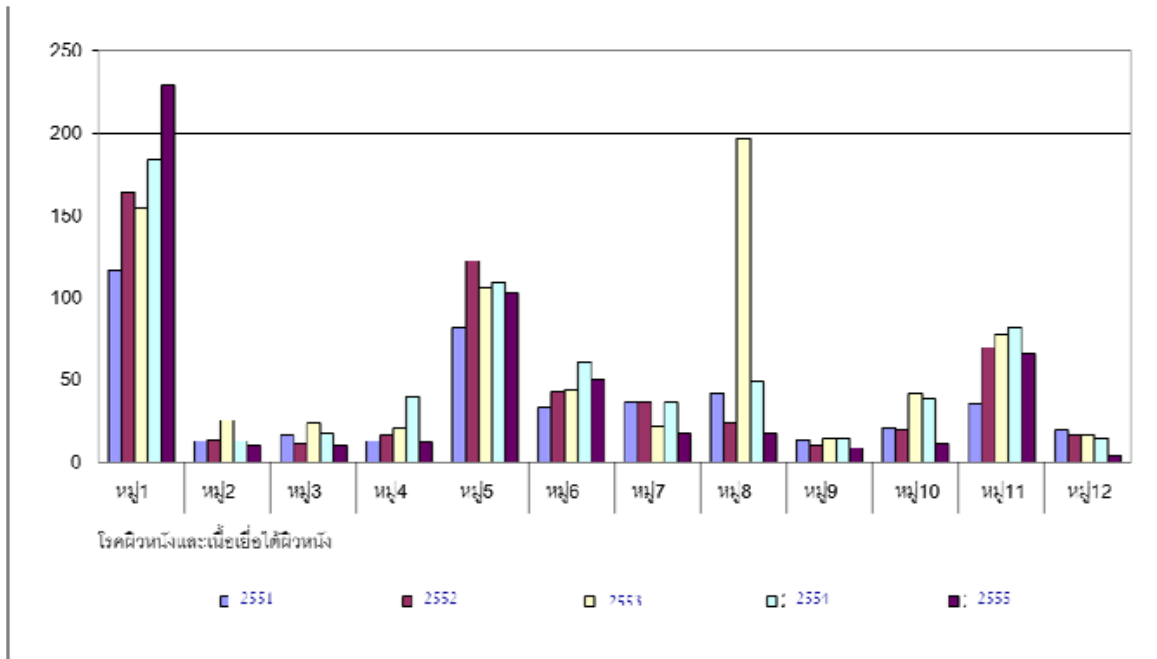
วิธีการดำเนินงาน : อาศัยบุคลากรที่มีประสบการณ์จากการดำเนินงานในพื้นที่อื่นๆ มาถ่ายทอดองค์ความรู้แลกเปลี่ยนประสบการณ์ให้แก่พื้นที่

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลการเฝ้าระวังเชิงรับ

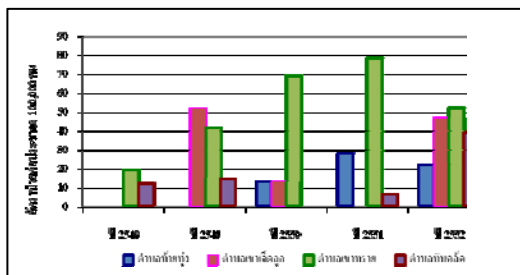
ตัวชี้วัด	ICD-10	กลุ่มเป้าหมาย/ พื้นที่	วิธีวิเคราะห์	ความถี่	แหล่ง ข้อมูล
ระบบทางเดินหายใจ เช่น หอบหืด ไอแห้ง ไอมี เสมหะ หายใจลำบาก หายใจมีเสียงหวีด แสบ จมูก แสบคอ	J40-J47 J62 J68-J70	- ชุมชนรอบ สถานประกอบการ	- วิเคราะห์ข้อมูลย้อน หลังอย่างน้อย 5 ปี - วิเคราะห์ข้อมูลแยกราย ตำบลและ หมู่บ้าน เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย ของ จังหวัดและประเทศ - ศึกษาแนวโน้มการเกิด โรค และ วิเคราะห์ตาม กลุ่มอายุ - อัตราป่วยด้วยโรคจาก ระบบต่างๆ ต่อ 100,000 ประชากร	ทุก 6 เดือน -1 ปี	โรงพยาบาล เช่น - รง 504 - รง 505 - รง 506 - 12 แฟ้ม - Hos XP - MIT_NET/ THO รพ.สต. เช่น - 18 แฟ้ม - รง 504 - THO
ระบบประสาท เช่น ปวดศีรษะ เวียน ศีรษะ อ่อนเพลีย เบื่อ อาหาร มึนงง มือสั่น ใจ สั่น ไม่มีแรง หงุดหงิด ฉุนเฉียวง่าย หูแว่ว ประสาทหลอน	G10-G13 G20-G26 G44 G44.2 G44.8 G47.0 G479 G513	- ชุมชนรอบ สถานประกอบการ		ทุก 6 เดือน -1 ปี	

ตัวชี้วัด	ICD-10	กลุ่มเป้าหมาย/ พื้นที่	วิธีวิเคราะห์	ความถี่	แหล่ง ข้อมูล
ระบบผิวหนัง เช่น คัน ผื่นแดง อักเสบ	L23 L23.0 L23.8 L23.9 L24.8 L24.9 L24.2 L24 L25.8 L25.9	- ชุมชนรอบ สถานประกอบการ		ทุก 6 เดือน -1 ปี	
ระบบตา เช่น กระจกตา เคืองตา น้ำตาไหล มองไม่ชัด ตาพร่า	H00-H59	- ชุมชนรอบ สถานประกอบการ		ทุก 6 เดือน -1 ปี	
ระบบหัวใจและหลอดเลือด เช่น เหนื่อยง่าย แน่นหน้าอก เท้าบวม	I11-I15 I20 I21 I22 I23 I24.0 I24.1 I64 I65	- ชุมชนรอบ สถานประกอบการ		ทุก 6 เดือน -1 ปี	
ภาวะบางอย่างที่เริ่มใน ระยะปริกำเนิด เช่น ความผิดปกติของอายุ ครรภ์และการเจริญ เติบโตของทารกในครรภ์	P05-P08 P61.0-P61.8 P83.0-P83.9 P90-P96	- ชุมชนรอบ สถานประกอบการ		ทุก 6 เดือน -1 ปี	

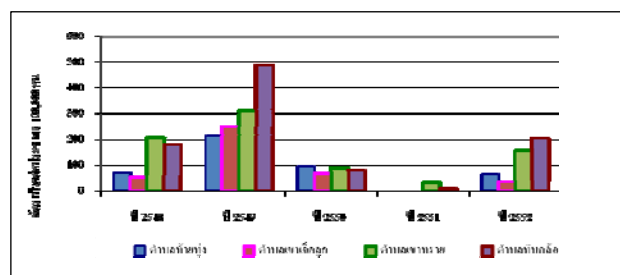
จากการรวบรวมข้อมูลโรคผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนังจาก รง. 504 ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2551-2555 ของประชาชนในพื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเขาเจ็ดยอด จำนวน 11 หมู่บ้าน พบความแตกต่างของอัตราป่วยแยกรายหมู่บ้าน และแนวโน้มในแต่ละปี ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 4.1 และโรคพาร์คินสัน โรคผิวหนังมีแพ้สัมผัส เปรียบเทียบแต่ละตำบล ในพื้นที่อำเภอทับคล้อ จ.พิจิตร ดังแสดงในภาพที่ 4.2-4.3 (กรมอนามัย, 2553)



ภาพที่ 4.1 อัตราของผู้ป่วยนอกต่อประชากร 1,000 คน ของผู้ป่วยกลุ่มโรคผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง แยกรายหมู่บ้าน ในพื้นที่ตำบลเขาเจ็ดยักษ์ พ.ศ. 2551 – 2555



ภาพที่ 4.2 อัตราป่วยต่อประชากร 100,000 คน ของผู้ป่วยในด้วยโรคพาคินสัน ในพื้นที่ อ.พิบูลย์รักษ์ แยกรายตำบล พ.ศ. 2548 – 2552



ภาพที่ 4.3 อัตราป่วยต่อประชากร 100,000 คน ของผู้ป่วยในด้วยโรคผิวหนังภูมิแพ้สัมผัส ในพื้นที่อำเภอพิบูลย์รักษ์ แยกรายตำบล พ.ศ. 2548 – 2552

สำหรับการเฝ้าระวังเชิงรุกนั้นเจ้าหน้าที่สาธารณสุขต้องมีการดำเนินการค้นหาประชาชนกลุ่มเสี่ยงที่ได้รับสัมผัสสารมลพิษและมีอาการหรือโรคที่เชื่อมโยงกับมลพิษจากการทำเหมืองแร่ ซึ่งถือเป็นการตรวจคัดกรองและเฝ้าระวังกลุ่มเสี่ยง โดยเริ่มจากการกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่ตรวจพบการปนเปื้อนของสารมลพิษทั้งในดินและในน้ำ แล้วทำการตรวจคัดกรองกลุ่มเสี่ยงทั้งที่เป็นกลุ่มที่มีกิจกรรมการใช้ที่ดินทางการเกษตร อุปโภคบริโภคน้ำหรืออาหารที่มีการปนเปื้อนสารมลพิษจากเหมืองทอง เริ่มจากการสำรวจอาการของประชาชนที่มารับบริการในโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลตามแบบสำรวจอาการที่เกี่ยวข้องกับพิษโลหะหนัก การตรวจสุขภาพทั่วไป การประเมินสมรรถภาพทางกาย การตรวจหาสารปนเปื้อนโลหะหนักในร่างกาย มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลการเฝ้าระวังเชิงรุก

ข้อมูล/ตัวชี้วัด	กลุ่มเป้าหมาย/ พื้นที่	วิธีวิเคราะห์/ การตรวจทางห้อง ปฏิบัติการ	ความถี่	แหล่งข้อมูล
- ข้อมูลการตรวจ สุขภาพประจำปี	- คนงาน/พนักงาน ในสถานประกอบ การ	- ห้อตราการตรวจพบสารโลหะ หนักในตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ เปรียบ เทียบความรุนแรงและแนวโน้มของ ปัญหา โดยเปรียบเทียบกับค่า มาตรฐานทั้งในและต่างประเทศ - อัตราผู้ป่วยด้วยโรคพิษโลหะหนัก - วิเคราะห์ความเกี่ยวข้องกับปัจจัย เสี่ยงอื่น เช่น การสูบบุหรี่ อาหาร แหล่งน้ำดื่มที่ใช้ เป็นต้น	ทุก 1 ปี	แรงงานจังหวัด/ สสจ.
- ข้อมูลการรับ สัมผัสโลหะหนัก	กลุ่มเสี่ยงในพื้นที่ รอบสถาน ประกอบการ	- อัตราผู้ป่วยด้วยโรคพิษโลหะหนัก - วิเคราะห์เปรียบเทียบกับค่า มาตรฐานทั้งในและต่างประเทศ - วิเคราะห์ขนาดและความรุนแรง แยกตามรายพื้นที่	ทุก 1 ปี	สำรวจทางคลินิก เพื่อหาระดับโลหะ หนักในร่างกาย
- ตรวจสารหนูใน ร่างกาย	กลุ่มเสี่ยงในพื้นที่ รอบสถาน ประกอบการ	เพื่อการประเมินผู้ป่วยที่ได้รับพิษ สารหนูประกอบการตรวจผล กระทบต่อระบบอวัยวะ (health effects) ได้แก่ - การตรวจนับเม็ดเลือด (CBC) - การตรวจวิเคราะห์ปัสสาวะ (urine analysis) - การตรวจหน้าที่ของไต (BUN creatinine) - การตรวจการทำงานของตับ - การตรวจคลื่นไฟฟ้าหัวใจ - การตรวจภาพถ่ายรังสีทรวงอก - การตรวจความเร็วของการนำ กระแสประสาท (nerve conduction velocity)		

ข้อมูล/ตัวชี้วัด	กลุ่มเป้าหมาย/ พื้นที่	วิธีวิเคราะห์/ การตรวจทางห้อง ปฏิบัติการ	ความถี่	แหล่งข้อมูล
		- การตรวจไขกระดูกทางพยาธิวิทยา เมื่อสารหนูเข้าสู่ร่างกายแล้วมักจะกระจายออกจากกระแสโลหิตไปอย่างรวดเร็วการตรวจวัดระดับสารหนูในเลือดจึงมักใช้เพื่อยืนยันการได้รับสารหนูเข้าสู่ร่างกายได้ไม่ดีเท่าใดนัก การตรวจทางห้องปฏิบัติการที่มีประโยชน์สำหรับการตัดสินใจจัดการทางคลินิก ได้แก่การตรวจวัดระดับสารหนูในปัสสาวะ 24 ชั่วโมง และในกรณีที่ไม่สามารถเก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมงได้ อาจเก็บปัสสาวะครั้งแรกตอนเช้ามีด ** การตรวจวัดระดับ เพื่อเป็นการยืนยันการสัมผัสสารหนูจากการทำงาน ควรตรวจปัสสาวะเพื่อหาระดับสารหนูโดยการเก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมง	ทุก 1 ปี	
- ตรวจตะกั่วในร่างกาย	กลุ่มเสี่ยงในพื้นที่รอบสถานประกอบการ	การวัดระดับตะกั่วในเลือด (blood lead level) เป็นการตรวจคัดกรองและการตรวจวินิจฉัยที่ดีที่สุดสามารถบอกถึงการดูดซึมตะกั่วของร่างกาย รวมทั้งภาวะสมดุลของตะกั่วในเลือด กระดูก และการขับถ่าย แต่อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ในช่วงเวลาสั้นๆ ในการตรวจเพื่อการวินิจฉัยควรเก็บตัวอย่างเลือดจากหลอดเลือดดำและตรวจวัดด้วย	ทุก 1 ปี	

ข้อมูล/ตัวชี้วัด	กลุ่มเป้าหมาย/ พื้นที่	วิธีวิเคราะห์/ การตรวจทางห้อง ปฏิบัติการ	ความถี่	แหล่งข้อมูล
		เครื่อง atomic absorption spectrometer ส่วนการตรวจเลือดจากหลอดเลือดฝอยนั้น ใช้ได้เฉพาะในการตรวจคัดกรองเท่านั้น เนื่องจากอาจมีการปนเปื้อนกับตะกั่วในสิ่งแวดล้อมได้มาก นอกจากนี้ การตรวจวัดด้วยเครื่อง atomic absorption spectrometer หรือวิธีการอื่น ระดับตะกั่วที่วัดได้ ยังมีการแปรปรวนได้ถึงร้อยละ 10-15 ทั้งนี้ขึ้นกับระดับที่ทำการตรวจวัด <u>การตรวจวัดระดับตะกั่วในปัสสาวะ (urine lead level)</u> การพบระดับตะกั่วในปัสสาวะสูง เป็นข้อชี้บ่งการได้รับตะกั่วเข้าไปในร่างกายในระดับสูงที่ดี โดยเฉพาะการเก็บปัสสาวะ 24 ชั่วโมง และหลังการให้ chelating agent การเก็บปัสสาวะแบบครั้งเดียวนั้นมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลาได้มาก ทั้งนี้ขึ้นกับภาวการณ์มีหรือการขาดน้ำด้วย ถ้าพบระดับตะกั่วในปัสสาวะครั้งเดียวสูง แสดงถึงมีการดูดซึมตะกั่วเข้าไปในร่างกายสูง แต่ถ้าปกติไม่ได้บ่งบอกถึงว่ามีการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายมากเกินไปหรือไม่ <u>การตรวจวัดระดับตะกั่วในเนื้อเยื่อ (ฟัน ผม และเล็บ)</u> ใช้เป็นตัวชี้สำหรับการได้รับตะกั่วเป็นระยะเวลานานโดยเฉพาะผมและเล็บ ส่วนฟันนั้นใช้ได้เฉพาะในกรณีฟันน้ำนมของเด็กเท่านั้น		

ข้อมูล/ตัวชี้วัด	กลุ่มเป้าหมาย/ พื้นที่	วิธีวิเคราะห์/ การตรวจทางห้อง ปฏิบัติการ	ความถี่	แหล่งข้อมูล
- ตรวจสอบสารปรอท ในร่างกาย	กลุ่มเสี่ยงในพื้นที่ รอบสถาน ประกอบการ	การตรวจระดับปรอทอาจตรวจวัด ได้ทั้งในเลือด ปัสสาวะ และเส้นผม เนื่องจากปรอทมีระยะครึ่งชีวิตใน เลือดค่อนข้างสั้น (3 วัน)	ทุก 1 ปี	
		การตรวจวัดระดับปรอทในเลือด ทำได้เฉพาะในกรณีที่ได้รับพิษ ปรอทอย่างเฉียบพลันเท่านั้น <u>การตรวจวัดระดับปรอทในปัสสาวะ</u> เป็นการตรวจหาระดับปรอทสำหรับ การสัมผัสแบบเรื้อรัง <u>การตรวจวัดระดับปรอทในเส้นผม</u> สามารถใช้เป็นหลักฐานของการได้ รับพิษจากสารประกอบปรอท อินทรีย์ได้ การตรวจพบดังกล่าวเพียงแต่บ่งชี้ ถึงการได้รับปรอทเข้าสู่ร่างกายและ สามารถบอกถึงผลกระทบได้อย่าง คร่าวๆ ยังไม่มีหลักฐานที่ยืนยันถึง ความสัมพันธ์กับความรุนแรงของ อาการพิษอย่างชัดเจน		
- ตรวจแคดเมียม ในร่างกาย	กลุ่มเสี่ยงในพื้นที่ รอบสถาน ประกอบการ	<u>การวัดระดับแคดเมียมในปัสสาวะ</u> เป็นตัวบ่งถึงปริมาณของแคดเมียมที่ มีอยู่ในร่างกาย ระดับแคดเมียมใน ปัสสาวะที่สูงกว่า 10 มก./กรัมครี อะตินิน บ่งถึงการเพิ่มความเสี่ยงต่อ การเกิดการทำงานของไตผิดปกติ และควรมีมาตรการควบคุมป้องกัน ไม่ให้คนงานมีระดับแคดเมียมใน ปัสสาวะเกินกว่า 5 มก./กรัมครีอะ ตินิน	ทุก 1 ปี	

ข้อมูล/ตัวชี้วัด	กลุ่มเป้าหมาย/ พื้นที่	วิธีวิเคราะห์/ การตรวจทางห้อง ปฏิบัติการ	ความถี่	แหล่งข้อมูล
		การวัดระดับของแคดเมียมในเลือด เป็นตัวบ่งถึงการได้รับแคดเมียมมา เมื่อไม่นานนัก ระดับแคดเมียมใน เลือดตั้งแต่ 10 มก./ลิตร เป็น ระดับที่อันตรายต่อร่างกาย <u>การตรวจคัดกรองการเป็นพิษต่อ ระบบการหายใจ</u> ทำได้ด้วยการ ตรวจสมรรถภาพปอดและการตรวจ ภาพรังสีทรวงอก ในกรณีที่มีภาวะ ปอดอักเสบจากสารเคมีปอดบวมน้ำ และ ถุงลมโป่งพองการตรวจภาพ รังสีทรวงอกอาจพบลักษณะรอยโรค ที่เข้าได้รับภาวะดังกล่าว และการ ตรวจสมรรถภาพปอดมักพบค่า FVC และ FEV ลดลง	ทุก 1 ปี	
- ตรวจแมงกานีส ในร่างกาย	กลุ่มเสี่ยงในพื้นที่ รอบสถาน ประกอบการ	<u>การตรวจวัดระดับของแมงกานีสใน ร่างกายสามารถตรวจสอบได้ทั้ง เลือดและ/หรือในปัสสาวะ</u> แต่ใน ผู้ป่วยที่มีอาการแล้ว มักไม่สัมพันธ์ กับอาการที่เกิดขึ้นและไม่มี ประโยชน์ในทางคลินิกนัก	ทุก 1 ปี	
- การตรวจ ไซยาไนด์ใน ร่างกาย	กลุ่มเสี่ยงในพื้นที่ รอบสถาน ประกอบการ	การตรวจไซยาไนด์ในเลือดโดยวิธี การ UV-VIS spectrometry (WHO's method:1995)	ทุก 1 ปี	
- การตรวจไฮโอไซ ยาเนทในปัสสาวะ	กลุ่มเสี่ยงในพื้นที่ รอบสถาน ประกอบการ	การตรวจไฮโอไซยาเนตในปัสสาวะ หรือปัสสาวะโดยวิธีการ UV-VIS spectrometry (WHO's meth- od:1995)	ทุก 1 ปี	

ข้อมูล/ตัวชี้วัด	กลุ่มเป้าหมาย/ พื้นที่	วิธีวิเคราะห์/ การตรวจทางห้อง ปฏิบัติการ	ความถี่	แหล่งข้อมูล
- ตรวจการทำงานของ ของตับ (LFT)	กลุ่มเสี่ยงในพื้นที่ รอบสถาน ประกอบการ	เป็นการตรวจทางห้องปฏิบัติการ เพื่อหาความผิดปกติของทำงานของ ตับ	ทุก 1 ปี	
- ตรวจความ สมบูรณ์ของเม็ด เลือด(CBC)	ชุมชนในพื้นที่รอบ สถานประกอบ การ	ทำให้ทราบถึงสภาวะสุขภาพของ ร่างกาย และความเสี่ยงต่อการเกิด โรค ซึ่งจะมีประโยชน์ในการป้องกัน และรักษาโรคต่างๆ เช่น การตรวจ เลือดเพื่อวินิจฉัย เพื่อค้นหาความ ผิดปกติในระยะแรกเริ่มจะเป็น ประโยชน์สำหรับการป้องกัน และ รักษาโรคได้ทันการ การเก็บเลือด เพื่อตรวจ โดยเจาะเลือดจาก เส้นเลือดดำบริเวณข้อแขนหรือข้อ มือ ใช้ปริมาณประมาณ 2.5 - 3 มิลลิลิตร และเก็บเลือดไว้ในหลอด แก้วที่บรรจุสารกันเลือดแข็งที่เรียก ว่า อีดีทีเอ (EDTA) ตามอัตราส่วนที่ เหมาะสม เพื่อป้องกันการแข็งตัว ของเลือดที่จะตรวจ	ทุก 1 ปี	
- พฤติกรรม สุขภาพและการ รับสัมผัสโลหะ หนัก	ชุมชนในพื้นที่รอบ สถานประกอบ การ	-วิเคราะห์พฤติกรรมสุขภาพกับการ รับสัมผัสโลหะหนักจากปัจจัยเสี่ยง อื่นๆ เช่น การสูบบุหรี่ อาหาร แหล่งน้ำดื่ม น้ำใช้	ทุก 1ปี	สำรวจโดยใช้ แบบสอบถาม

ที่มา : - อาชีวเวชศาสตร์ ฉบับ พิษวิทยา,กรมอนามัย; มาตรฐานการวินิจฉัยโรคจากการ.กระทรวงแรงงาน พ.ศ.
2550; ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา; โครงการศึกษาเพื่อกำหนดกรอบนโยบายและแนวทางในการป้องกันและแก้ไขปัญหา
ผลกระทบสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ : กรณีศึกษาด้านทรัพยากรแร่

การแปลความหมายของข้อมูล

ผลจากการตรวจตัวชี้วัดทางชีวภาพสามารถนำมาวิเคราะห์และแปลความหมายเบื้องต้นโดยใช้ค่าอ้างอิงดังต่อไปนี้ (ATSDR ,2012¹; กระทรวงแรงงาน 2550²;กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ 2532³)

ไซยาไนด์ ¹	ระดับ cyanide ในเลือด (µg/ml)
ระดับปกติในคนทั่วไป	0.0 – 0.14
ระดับปกติผู้ประกอบอาชีพ	0.2 – 1.0
ระดับทำให้เกิดอาการพิษเล็กน้อย	> 1.0
ระดับทำให้เกิดอาการพิษรุนแรง	2.0 – 10.0
ระดับในผู้สูบบุหรี่จัด	0.3

ไธโอไซยาเนต ¹	ระดับ thiocyanate (µg/ml)	
	พลาสมา	ปัสสาวะ
คนปกติที่ไม่สูบบุหรี่	1.0 – 4.0	< 2.0
คนปกติที่สูบบุหรี่หนักระดับที่ทำให้เกิดอาการพิษ	3.0 – 12.0 120.0	< 2.5 µg/g creatinine 2.0 – 20.0

ประเภทสาร	ประเภทบุคคล	ระดับสาร
สารหนู	ค่าในคนปกติทั่วไป ¹ BEI ค่ามาตรฐานในคนงาน ³ ค่าความผิดปกติในคนงาน ³	- ในเลือด < 1µg/L - ในปัสสาวะ < 100µg/L - ในปัสสาวะ < 10µg/g creatinine - ในเล็บ ≤ 1ppm - ในผม ≤ 1ppm - ในปัสสาวะ < 15 - ในผม > 0.8 mg/kg นน.เส้นผมแห้ง - ในเล็บ > 1.3 mg/kg นน.เล็บแห้ง - ปัสสาวะหลังเลิกงานวันสุดท้ายของสัปดาห์ <50 µg/g creatinine - ปัสสาวะที่ถ่ายครั้งแรกในตอนเช้า >50 µg/g creatinine

ประเภทสาร	ประเภทบุคคล	ระดับสาร
แคดเมียม	ค่าในคนปกติอายุ ≥ 1 ปี ¹ ค่าในคนปกติอายุ ≥ 6 ปี ¹ ค่าในคนทำงาน ³ ค่าอันตรายในคนทำงาน ³ ค่าไต่ทำงานผิดปกติในคนทำงาน ³ BEI	-ในเลือด 0.315 $\mu\text{g/L}$ -ในปัสสาวะ 0.193 $\mu\text{g/g creatinine}$ -ในเลือด (ไม่ควรเกิน) $< 5 \text{ mg/mL}$ -ในเลือด $> 10 \mu\text{g/mL}$ -beta-2-microglobulin ในปัสสาวะ $> 750 \mu\text{g/g creatinine}$ -ในปัสสาวะ 5 $\mu\text{g/g creatinine}$ -ในเลือด 5 $\mu\text{g/L}$
แมงกานีส	ค่าในคนปกติอายุ 6-88 ปี ¹ BEI	-ในปัสสาวะ 1.26 $\mu\text{g/L}$ ไม่กำหนด
ตะกั่ว	ค่าในเด็กทั่วไป 1-5 ปี ¹ ค่าในผู้ใหญ่ทั่วไป 20-59 ปี ¹ คนปกติทั่วไป ≥ 6 ปี ¹ ค่าอันตรายในคนทำงาน ² ระดับที่พบแล้วถือว่าปกติ ³ ระดับเริ่มเป็นพิษ (ไม่แสดงอาการ) ³ ระดับแสดงอาการเป็นพิษ ³ BEI	-ในเลือด 1.9 $\mu\text{g/dL}$ -ในเลือด 1.5 $\mu\text{g/dL}$ -ในปัสสาวะ 0.677 $\mu\text{g/L}$ -ในเลือด $\geq 60 \mu\text{g/dL}$ -ในเลือด 10-20 $\mu\text{g}/100\text{mL}$ ในปัสสาวะ 10-70 $\mu\text{g/L}$ -ในเลือด 40 $\mu\text{g}/100\text{mL}$ ในปัสสาวะ 100 $\mu\text{g/L}$ -ในเลือด 70 $\mu\text{g}/100\text{mL}$ ในปัสสาวะ 200-400 $\mu\text{g/L}$ -ในเลือด 30 $\mu\text{g}/100\text{mL}$ *การพบตะกั่วในเลือดแสดงถึงการเพิ่งได้รับสาร

4.1 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ

หลังจากที่เจ้าหน้าที่สาธารณสุขได้ตรวจวัดปริมาณสารโลหะหนักที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมแล้ว สามารถนำผลการตรวจวัดมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชนกลุ่มเสี่ยงที่มีการอุปโภคบริโภคน้ำและอาหารที่ปนเปื้อนสารมลพิษ แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยงไปใช้ในการจัดการความเสี่ยงที่ต่อไป

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ เป็นกระบวนการศึกษาอย่างเป็นระบบเพื่อพรรณนาและวัดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้น โดยการพิจารณาความสัมพันธ์ของสิ่งคุกคาม กระบวนการ การกระทำ และสถานการณ์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับตอบคำถามในสิ่งที่สนใจว่า ความเสี่ยงทั้งทางด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม มีความสัมพันธ์กับสิ่งคุกคามอย่างไร และมีความเสี่ยงอยู่ในระดับใด โดยมีขั้นตอนดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง

ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง	คำอธิบาย
1. การประเมินสิ่งคุกคาม (Hazard Identification)	เป็นการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อสรุปว่าการได้รับสารเคมีที่ใช้ในการประกอบโลหกรรมมีผลเสียต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์หรือไม่ (รายละเอียดข้อมูลสารเคมีและผลกระทบต่อสุขภาพในบทที่ 2)
2. การประเมินการสัมผัส (Exposure Assessment)	เป็นวิธีการประมาณหรือวัดปริมาณหรือความเข้มข้นของสิ่งคุกคามที่แต่ละบุคคล ประชากร ได้รับ วัตถุประสงค์ของการประเมินการรับสัมผัสคือ - ค้นหาสารหรือสิ่งคุกคามที่มีชีวิตแต่ละชนิดหรือสิ่งแวดล้อมได้รับสัมผัส - คำนวณปริมาณที่ได้รับ - ได้รับสารด้วยวิธีใด - ได้รับสารเป็นเวลานานเท่าใด
3. การประเมินขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (Dose-Response Assessment)	เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารที่ได้รับและความรุนแรงของความเป็นพิษที่เกิดขึ้นที่จะเกิดผลเสียต่อสุขภาพ
4. การอธิบายลักษณะของความเสี่ยง (Risk Characterization)	คือการวิเคราะห์ข้อมูลจากทั้ง 3 ขั้นตอนก่อนหน้านี้เพื่อนำมาประเมินว่าการสัมผัสสิ่งคุกคามในสภาพที่เป็นอยู่นั้น ถือเป็นความเสี่ยงต่อสุขภาพหรือไม่ ในที่ทำงานหรือสถานประกอบการแห่งหนึ่ง คนทำงานแต่ละคน หรือแผนกงานแต่ละแผนก ย่อมจะมีความเสี่ยงต่อสุขภาพที่แตกต่างกันไปตามสิ่งคุกคามที่สัมผัส รายละเอียดที่ต้องพิจารณาในขั้นตอนนี้คือ ต้องบอกให้ได้ว่าความเสี่ยงต่อปัจจัยคุกคามที่สนใจนั้น ระดับของความเสี่ยงมีมากน้อยแค่ไหน มีความเสี่ยงอย่างไร ใครเป็นผู้ที่มีความเสี่ยงสูงสุด ลักษณะงานหรือกิจกรรมแบบใดที่ทำให้เกิดความเสี่ยงสูงสุด

4.2 ตัวอย่างการประเมินความเสี่ยง กรณีการได้รับสัมผัสปริมาณสารหนูจากการดื่มน้ำ

4.2.1 การประเมินสิ่งคุกคาม (Hazard Identification)

จากสิ่งคุกคามที่กล่าวไว้ข้างต้นพบว่า ผลการตรวจคุณภาพน้ำใต้ดิน และประปา มีปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ สารหนู แมงกานีส เป็นต้น และประชาชนในพื้นที่ยังใช้น้ำประปาและน้ำใต้ดินสำหรับการอุปโภคบริโภค ดังนั้นประชาชนในพื้นที่อาจเสี่ยงต่อการบริโภคน้ำที่มีการปนเปื้อนสารหนู

4.2.2 การประเมินการสัมผัส (Exposure Assessment)

ประเมินจากความเข้มข้นของสารมลพิษ ความถี่การรับสัมผัส ระยะเวลาการสัมผัส และช่องทางการรับสัมผัส

1) ความเข้มข้นของสารมลพิษ คือ ปริมาณสารหนูของน้ำในบ่อสังเกตการณ์ TSF663 (0.002 มก./ลิตร)

2) อัตราการสัมผัส คือ ประชาชนดื่มน้ำทุกวัน (2 ลิตร/วัน)

3) ระยะเวลาที่สัมผัส คือ ระยะเวลาที่ประชาชนอาศัยอยู่ในพื้นที่เสี่ยง หรือระยะเวลาที่ประชาชนรับสารมลพิษ (70 ปี)

4) ความถี่ของการได้รับสาร (365 วัน/ปี)

5) น้ำหนักของร่างกาย (ผู้ใหญ่ทำงาน เพศหญิง นก 53 กิโลกรัม)

6) ระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย

- เวลาเฉลี่ยการสัมผัสสำหรับสารก่อมะเร็ง 70x365 วัน/ปี (25,550 วัน)

- เวลาเฉลี่ยสำหรับสารไม่ก่อมะเร็ง EPx365 วัน/ปี (25,550 วัน)

7) ช่องทางการสัมผัส คือ การดื่มน้ำ (ingestion)

ใช้สมการสำหรับการประเมินการสัมผัสทางการดื่มน้ำ ดังนี้

$$CDI = \frac{C \times CR \times EF \times EP}{BW \times AT}$$

โดยที่ CDI = ปริมาณสิ่งคุกคามที่ได้รับ (มก./กก.-น้ำหนักร่างกาย/วัน)

C = ความเข้มข้นเฉลี่ยของสิ่งคุกคามในตัวกลางระหว่างที่มีการสัมผัส (มก./ลิตร)

CR = อัตราการสัมผัส, ปริมาณการสัมผัสตัวกลางที่ปนเปื้อนต่อหน่วยเวลา (ลิตร/วัน)

EF = ความถี่ของการสัมผัส (วัน/ปี)

EP = ระยะเวลาที่สัมผัส (ปี)

BW = น้ำหนักของร่างกาย, น้ำหนักของร่างกายตลอดเวลาที่มีการสัมผัส (กก.)

AT = ระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย (วัน)

จากสูตรคำนวณ พบว่า

$$CDI = \frac{0.002 \times 2 \times 365 \times 70}{53 \times 25,550}$$

$$CDI = 7.5 \times 10^{-5} \text{ มก./กก.-น้ำหนักร่างกาย/วัน}$$

ดังนั้นปริมาณที่ได้รับสารหนูจากการดื่มน้ำ คือ 7.5×10^{-5} มก./กก.-น้ำหนักร่างกาย/วัน

4.2.3 การประเมินขนาดสัมผัสกับการตอบสนอง (Dose-Response Assessment)

การประเมินความเสี่ยงของการสัมผัสสารหนูจากการดื่มน้ำ คาดว่าอาจจะก่อให้เกิดมะเร็ง (Carcinogen) คำนวณหาค่าความเสี่ยง (Risk) จากสมการนี้

$$\text{Risk} = \text{CDI} \times \text{CPS}$$

โดยที่ Risk = ค่าความเสี่ยงจากการได้รับสารก่อมะเร็งจากปริมาณสารที่ได้รับทุกวัน

CDI = ปริมาณสิ่งคุกคามที่ได้รับ (มก./กก.-น้ำหนักร่างกาย/วัน)

CPS = ค่าความชันของการเกิดมะเร็งโดยการกิน (Carcinogen Potency Slope)

(มก./กก./วัน) ค่า CPS ของสารหนูคือ 1.5 (มก./กก.-วัน)

จากสูตรคำนวณ พบว่า

$$\text{Risk} = 1.1 \times 10^{-4}$$

ดังนั้นถ้าได้รับสัมผัสสารหนู 0.002 mg/l เป็นระยะเวลาต่อเนื่องจะเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็ง 1 คนใน 10,000 คน ซึ่งเป็นความเสี่ยงในระดับที่ยอมรับได้

การประเมินความเสี่ยงของการสัมผัสสารหนูจากการดื่มน้ำ กรณีเป็นสารไม่ก่อมะเร็ง โดยการคำนวณค่า Hazard Quotient (HQ)

$$\text{HQ} = \frac{\text{CDI}}{\text{RfD}}$$

โดยที่ HQ = ค่าความปลอดภัย

ถ้า HQ มีค่าน้อยกว่า 1 หมายความว่า การปนเปื้อนยังมีความปลอดภัยซึ่งเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานสำหรับสารไม่ก่อมะเร็ง คือ

$$\text{HQ} \leq 1 \text{ สถานการณ์ปกติ}$$

$$\text{HQ} > 1 \text{ สถานการณ์ไม่ปกติ}$$

ส่วนระดับความรุนแรง

$$1 < \text{HQ} < 10 \text{ มีความรุนแรง}$$

$$\text{HQ} > 10 \text{ มีความรุนแรงมาก}$$

CDI = ปริมาณสิ่งคุกคามที่ได้รับ (มก./กก.-น้ำหนักร่างกาย/วัน)

RfD = Reference Dose ปริมาณสารเคมีที่สามารถรับเข้าไปทุกวันโดยไม่ทำให้เกิดความผิดปกติใดๆ ต่อร่างกาย (มก./กก.-วัน) ค่า RfD ของสารหนูคือ 3×10^{-4} (มก./กก.-วัน)

จากสูตรคำนวณ พบว่า

$$HQ = \frac{7.5 \times 10^{-5}}{3 \times 10^{-4}}$$

$$HQ = 2.5 \times 10^{-1}$$

$$HQ = 0.25$$

4.2.4 การอธิบายลักษณะความเสี่ยง (Risk Characterization)

จากการคำนวณค่าความปลอดภัย (HQ) จากการสัมผัสสารหนู พบว่า มีค่า 0.25 ซึ่งมีค่า < 1 แสดงว่าสถานการณ์ปกติ มีความปลอดภัยต่อการอุปโภคบริโภค

4.3 การรักษาและฟื้นฟู

ผลการตรวจวัดที่ได้จากการตรวจคัดกรองประชาชนกลุ่มเสี่ยงและพบว่ามีค่าตรวจวัดสารพิษในร่างกายเกินค่ามาตรฐานหรือพบความผิดปกติทางอาการของโรค ในเบื้องต้นเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหรือโรงพยาบาลชุมชนที่ผ่านการอบรมสามารถให้การรักษาเมื่อพบความผิดปกติและทำการตรวจติดตามอย่างต่อเนื่อง หรืออาจนำผู้ป่วยหรือมีอาการไปทำการตรวจรักษาด้วยแพทย์เฉพาะทางเกี่ยวกับโรคทางสิ่งแวดล้อมต่อไป

4.4 จัดทำแผนที่ชุมชนหรือแผนที่ความเสี่ยง

การทำแผนที่ชุมชนเป็นเครื่องมือในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเสี่ยงกับปัญหาสุขภาพ แต่ไม่สามารถใช้ในการบอกว่าปัจจัยเสี่ยงที่สงสัยเป็นสาเหตุของการเจ็บป่วยที่เกิดขึ้น ดังนั้นผลที่ได้ยังต้องรอการพิสูจน์ให้แน่ชัดด้วยวิธีการอื่นๆ ต่อไป อย่างไรก็ตามการจัดทำแผนที่ชุมชนสามารถใช้เป็นเครื่องมือให้เจ้าหน้าที่สาธารณสุขวางแผนในการติดตามเฝ้าระวังรวมถึงแก้ไขปัญหาได้ง่ายขึ้น

แผนที่ชุมชน เป็นการนำข้อมูลจำนวนหลังคาเรือน จำนวนประชากรที่เป็นกลุ่มเสี่ยงโดยรอบโครงการเหมือง โดยกำหนดขอบเขตในรัศมี 3-5 กิโลเมตรรอบโครงการเหมือง โดยระบุข้อมูลสำคัญในแผนที่ ได้แก่ ที่ตั้งเหมือง บ่อสังเกตการณ์ จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพอากาศ จุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำ ที่ตั้งหลังคาเรือนโดยรอบเหมืองพร้อมทั้งบ้านเลขที่ ที่ตั้งระบบประปาหมู่บ้าน แหล่งน้ำผิวดิน เส้นทางไหลของน้ำ ถนน โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล โรงพยาบาลชุมชน โรงพยาบาล โรงเรียน วัด เป็นต้น และระบุข้อมูลผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมและสุขภาพลงในแผนที่ชุมชน ระบุจุดที่ตรวจพบผู้ป่วยหรือผู้ที่มีอาการเกี่ยวข้องกับมลพิษจากเหมืองทอง ดำเนินการโดยเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลหรือสม. และระยะต่อไปอาจพัฒนาเป็นระบบฐานข้อมูล GIS ตัวอย่างการทำแผนที่ชุมชนดังแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แผนที่เดินดิน ตำบลเขาเจ็ดยอด อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร

4.5 การสำรวจและประเมินสุขภาวะทางจิตของประชาชน

นอกจากเฝ้าระวังสุขภาพทางกายแล้ว การสำรวจและคัดกรองสุขภาพจิตของประชาชนในพื้นที่ถือเป็นสิ่งจำเป็นเพราะประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณรอบโครงการเหมืองแร่ทองคำมักจะมีอาการวิตกกังวลและหวาดกลัวผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการได้รับสัมผัสสารเคมีอันตรายต่างๆ

สุขภาพจิต (ระดับบุคคล) หมายถึง สภาพชีวิตที่เป็นสุข อันเป็นผลมาจากการมีความสามารถในการจัดการปัญหา ในการดำเนินชีวิตมีศักยภาพที่จะพัฒนาตนเองเพื่อคุณภาพชีวิตที่ดี โดยครอบคลุมถึงความดีงามภายในจิตใจ ภายใต้อสภาพสังคมและสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป (กรมสุขภาพจิต, 2007)

ในการตรวจคัดกรองสุขภาพจิตของประชาชนสามารถใช้แบบประเมินสุขภาพจิต (General Health Questionair-28:GHQ 28) พร้อมกับสำรวจปัจจัยพื้นฐานเบื้องต้นทางจิตวิทยาสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสุขภาพจิตของประชาชนควบคู่ไปด้วย แบบประเมินสุขภาพจิต ได้รับการพัฒนาโดย Goldberg แพลและเรียบเรียงเป็นภาษาไทยโดยธนา นิลชัยโกวิทย์ และคณะ โดยมีการคิดคะแนนแบบ 0-0-1-1 มีคะแนนเต็มทั้งหมด 28 คะแนน ผู้ที่ได้คะแนนรวมมากกว่า 5 คะแนน ถือว่ามีปัญหาสุขภาพจิต ซึ่งหากพบความผิดปกติจะต้องมีการตรวจรักษาด้วยแพทย์เฉพาะทางและดำเนินการฟื้นฟูสุขภาพจิต นอกจากนี้การตรวจติดตามเยี่ยมบ้านผู้ป่วยถือเป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยคลายความวิตกกังวลของประชาชน

4.6 การศึกษารูปแบบการบริโภคของประชาชนในพื้นที่

วัตถุประสงค์ : เพื่อศึกษาชนิดของอาหารที่ประชาชนในพื้นที่นิยมบริโภค รวมทั้งปริมาณและความถี่ของอาหารแต่ละชนิด ทั้งอาหารประเภทข้าว ผัก ผลไม้ และสัตว์น้ำ และนำผลที่ได้ไปใช้ประกอบการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพต่อไป

การคัดเลือกตัวอย่างผู้บริโภค : กลุ่มตัวอย่างต้องเป็นผู้เคยบริโภคหรือที่บริโภคอาหารในพื้นที่ (ผู้ที่ไม่ได้บริโภคหรือไม่เคยบริโภคจะไม่ถูกคัดเลือกเข้ามาในการศึกษา) หากเป็นเด็ก 0-12 ปี หรือกลุ่มอายุ 60 ขึ้นไปให้สัมภาษณ์จากผู้ปกครองหรือผู้ดูแล

กลุ่มตัวอย่าง : ในการสำรวจรูปแบบการบริโภคของประชาชนควรมีการกำหนดกลุ่มตัวอย่างให้ครอบคลุมทุกกลุ่มวัย ทั้งวัยเด็ก 0-5 ปี วัยเรียน 6-18 ปี วัยทำงาน 19-60 ปี และวัยสูงอายุ 60 ปีขึ้นไป เนื่องจากแต่ละกลุ่มวัยมีปริมาณและความถี่ในการบริโภคอาหารแต่ละชนิดแตกต่างกัน

เครื่องมือ : แบบสำรวจรูปแบบการบริโภคของประชาชน ประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณและความถี่ในการบริโภคอาหาร (ที่ปนเปื้อนโลหะหนัก) แต่ละชนิด (ดัดแปลงจากแบบสอบถามความถี่ในการบริโภคอาหาร :Food Frequency Questionnaire, สำนักโภชนาการ กรมอนามัย)

ปริมาณ กรณีสัตว์น้ำ – ซ่อนต่อมือ

กรณีข้าว/ผัก/ผลไม้--ทัพพีต่อมือ

ความถี่ กรณีบริโภคทุกวัน- มือต่อวัน

กรณีไม่ได้บริโภคทุกวัน--มือต่อสัปดาห์หรือมือต่อเดือน

ระยะเวลาการบริโภค (ปี)

การวิเคราะห์ข้อมูล : วิเคราะห์อัตราการบริโภคเฉลี่ย และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 95 (กก./วัน) ในผักและสัตว์แต่ละชนิด ในแต่ละกลุ่มวัย วิเคราะห์ความถี่การบริโภค วัน/ปี ในแต่ละกลุ่มวัย

4.7 การเก็บตัวอย่างอาหาร ผักและผลไม้ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2557)

1) การคัดเลือกตัวอย่าง

- เป็นตัวอย่างที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ หรือปลูกในพื้นที่ ทั้งเพื่อรับประทานเองและเพื่อจำหน่ายในพื้นที่
- ให้ความสำคัญกับพืชที่ใช้เป็นวัสดุหลักในการประกอบอาหารมากกว่าที่เป็นเครื่องเคียง หรือพืชที่ผู้บริโภคจะรับประทานในปริมาณที่น้อยในแต่ละมื้อ
- เป็นพืชที่ประชาชนนิยมรับประทานเป็นส่วนใหญ่

2) การเก็บตัวอย่าง

- แบ่งพื้นที่หมู่บ้านออกเป็น 4 ส่วน เช่น เหนือ ใต้ ตะวันออก ตะวันตก หรือตามความเหมาะสมเพื่อให้แน่ใจว่าการเก็บตัวอย่างมีความครอบคลุม
- เก็บตัวอย่างตามวิธีการเก็บ สุ่ม และเตรียมตัวอย่างผักและผลไม้
- ตัดหมายเลขตัวอย่างที่ภาชนะบรรจุตัวอย่าง
- หาพิกัด ณ จุดที่เก็บตัวอย่าง
- บันทึกรายละเอียดตัวอย่างในแบบบันทึก
- รักษาสภาพตัวอย่าง
- นำตัวอย่างพร้อมแบบบันทึกรายละเอียดส่งหน่วยงานรับผิดชอบเพื่อรวบรวมส่งห้องปฏิบัติการต่อไป

การสื่อสารและการจัดการความเสี่ยง

บทที่ 5

การสื่อสารความเสี่ยง (risk communication) คือการให้ข้อมูลต่อสาธารณะ ว่าความเสี่ยงนั้นรุนแรงมากน้อยเพียงใด ต้องให้ความสำคัญหรือไม่จำเป็นจะต้องตื่นตระหนก โดยการให้ข้อมูลที่ถูกตรงกับความเป็นจริง ผู้ประกอบการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หน่วยงานกำกับดูแล หน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อม ควรสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการผลิต สารเคมีที่ใช้ สิ่งคุกคาม และผลกระทบที่จะเกิดขึ้น สร้างความตระหนักร่วมกัน อันจะนำไปสู่ความร่วมมือในการลดปัจจัยคุกคามสุขภาพโดยเฉพาะปัจจัยที่สามารถป้องกันได้ ให้กับประชาชนในพื้นที่ และเมื่อดำเนินการรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ หากพบกรณีที่คุณภาพสิ่งแวดล้อมและสุขภาพเกินค่ามาตรฐาน หรือแม้แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน แต่มีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของค่ามาตรฐาน ควรมีการเฝ้าระวังอย่างต่อเนื่อง และควรสื่อสารให้ประชาชนในพื้นที่ทราบและให้ความรู้ในการดูแลป้องกันตนเอง โดยมีรูปแบบการสื่อสาร เช่น สื่อสารผ่านหอกระจายข่าว วิทยุชุมชน และผ่านสื่อแผ่นพับ และใบปลิว หรือป้ายประชาสัมพันธ์ในสถานที่ที่เป็นจุดศูนย์รวม เช่น ศาลาการเปรียญ วัด เป็นต้น

ตัวอย่างการสื่อสารความเสี่ยง (ให้สุกศึกษาประชาชนกลุ่มเสี่ยง)

ออกคำแนะนำเบื้องต้น กรณีพบสารโลหะหนักปนเปื้อน

1. งดการกินอาหารที่คาดว่าจะมีสารปนเปื้อนโลหะหนัก เช่น
2. เลือกกินอาหารชนิดอื่นในหมู่อาหารเดียวกันที่ให้คุณค่าทางโภชนาการใกล้เคียงกันเพื่อทดแทนอาหารที่มีสารปนเปื้อน
3. ในกรณีที่พบน้ำผักผลไม้มาปรุงเป็นอาหาร ควรจะต้องล้างผักและผลไม้ให้สะอาด โดยปอกเปลือกหรือลอกเปลือกชั้นนอกของผักสด หรือผลไม้ทั้งทั้ง เพื่อลดสารตกค้าง (แต่ก็ไม่สามารถลดสารตกค้างอันเนื่องมาจากการปนเปื้อนโลหะหนัก) แกะเป็นกลีบหรือแกะใบออกจากต้นหรือตัดส่วนขอบรอบนอกแล้วล้างออกด้วยน้ำสะอาด ล้างผักด้วยน้ำสะอาดหลายๆครั้ง หรือล้างด้วยการใช้น้ำก๊อกไหลผ่านผักสดนานอย่างน้อย 2 นาที แล้วตามด้วย
 - 3.1 แช่น้ำส้มสายชู 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 4 ลิตร นาน 15 นาทีหรือ
 - 3.2 แช่น้ำโซดา หรือผงฟู 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 4 ลิตร นาน 15 นาทีหรือ
 - 3.3 แช่น้ำเกลือ 1 ช้อนโต๊ะต่อน้ำ 4 ลิตร นาน 15 นาที หรือ
 - 3.4 ใช้น้ำปูนใสแล้วจึงนำผักมาล้างด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง

6.1 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

กฎหมายที่เกี่ยวข้องในการดำเนินโครงการเหมืองแร่ทองคำ ได้แก่

1) พระราชบัญญัติแร่ พ.ศ. 2510 ได้กำหนดในเรื่องการทำเหมืองแร่หรือแต่งแร่ ห้ามมิให้ผู้ถือประทานบัตรกระทำหรือละเว้นกระทำการใดอันน่าจะเป็นเหตุให้แร่ที่มีพิษหรือสิ่งอื่นที่มีพิษก่อให้เกิดอันตรายแก่บุคคล สัตว์ พืช หรือทรัพย์สิน

2) พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 กำหนดให้รัฐมนตรีโดยความเห็นชอบของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ มีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดประเภทและขนาดของโครงการหรือกิจการของส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือเอกชนที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม

การจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment: EIA)

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ออกประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภทและขนาดของโครงการหรือกิจการซึ่งต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และหลักเกณฑ์วิธีการ ระเบียบปฏิบัติและแนวทางการจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เมื่อวันที่ 24 เมษายน 2555 โดยกำหนดให้ 35 ประเภทโครงการต้องปฏิบัติตามประกาศดังกล่าว ซึ่งการทำเหมืองแร่ตามกฎหมายว่าด้วยแร่เป็นหนึ่งใน 35 ประเภทโครงการ

การจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Health Impact Assessment: EHIA)

สำนักนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้ออกประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดประเภท ขนาด และวิธีปฏิบัติสำหรับโครงการหรือกิจการที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อชุมชนอย่างรุนแรงทั้งทางด้านคุณภาพสิ่งแวดล้อม ทรัพยากรธรรมชาติและสุขภาพ ที่ส่วนราชการ รัฐวิสาหกิจ หรือเอกชน จะต้องจัดทำรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม พ.ศ.2553 เมื่อวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2553 และฉบับแก้ไขเพิ่มเติม โดยกำหนดไว้จำนวน 11 ประเภทโครงการ ซึ่งเหมืองแร่ตะกั่ว เหมืองแร่สังกะสี หรือเหมืองแร่โลหะอื่นที่ใช้ไซยาไนด์ หรือปรอทหรือตะกั่วในเตรต ในกระบวนการผลิต หรือ เหมืองแร่โลหะอื่นที่มีอาร์เซนไฟไรต์เป็นแร่ประกอบ ทุกขนาด จะต้องปฏิบัติตามประกาศดังกล่าว

3) พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535

มีเป้าหมายเพื่อคุ้มครองประชาชนด้านสาธารณสุขสิ่งแวดล้อม โดยให้อำนาจแก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการออกข้อกำหนดของท้องถิ่นหรือระเบียบข้อบังคับ เพื่อให้ผู้ประกอบการ คนงานหรือประชาชนปฏิบัติตาม พ.ร.บ.การสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ได้บัญญัติเกี่ยวกับเรื่องสาธารณสุขและสิ่งแวดล้อมที่ต้องควบคุมและกำกับดูแล เช่น การจัดการสิ่งปฏิกูลและมูลฝอย สุขลักษณะของอาคาร เหตุรำคาญ และกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

ซึ่งได้กำหนดให้กิจการที่เกี่ยวกับโลหะหรือแร่ (การทำเหมืองแร่ การสะสม การแยก การคัดเลือกหรือการล้างแร่) เป็นกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ สำหรับกรณีการเกิดเหตุรำคาญ ได้ระบุถึงการที่มีเหตุอันอาจก่อให้เกิดความเดือดร้อนแก่ผู้อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง หรือผู้ที่ต้องประสบกับเหตุนั้น รวมถึง การกระทำใดๆ อันเป็นเหตุให้เกิดกลิ่น แสง รังสี เสียง ความร้อน สิ่งมีพิษ ความสั่นสะเทือน ฝุ่น ละออง เขม่า เถ้า หรือกรณีอื่นใด จนเป็นเหตุให้เสื่อมหรืออาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

6.2 ค่ามาตรฐานด้านสุขภาพและสิ่งแวดล้อม

1) เกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนสารโลหะหนักในอาหารของหน่วยงานต่างๆ

ที่	หน่วยงาน	เกณฑ์มาตรฐาน/เกณฑ์แนะนำ
1	ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) ลว 21 มค 2529 เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน	- สารหนู ไม่เกิน 2 มก./กก. - พรอท ในอาหารทะเล ไม่เกิน 0.5 มก./กก. - พรอท ในอาหารประเภทอื่น ไม่เกิน 0.02 มก./กก. - ตะกั่ว ไม่เกิน 1 มก./กก.
2	Joint FAO/WHO food standard Programme Codex Committee on Contaminants in Food (2011)	Maximum level สารหนู - ไขมันสัตว์ เช่น มันหมู 0.1 มก./กก. - ข้าว 0.3 มก./กก. - PTWI withdraw ปรอท - ปลาทั่วไป 0.5 มก./กก. - ปลาน้ำจืด 1 มก./กก. - PTWI 1.6×10^{-3} มก/กก นน.ตัว แคดเมียม - กะหล่ำ ฟัก แฟง แตง 0.05 มก./กก - ถั่วฝักยาว 0.1 มก./กก - ผักใบเขียว 0.2 มก./กก - ข้าว 0.4 มก./กก - PTMI 25×10^{-3} มก./กก นน.ตัว ตะกั่ว - ผลไม้เมืองร้อน 0.1 มก./กก. - ผักประเภทกะหล่ำ 0.3 มก./กก. - ผักใบเขียว 0.3 มก./กก. - ถั่วฝักยาว 0.2 มก./กก. - ปลา 0.3 มก/กก. - PTWI withdraw โซเดียมไนต์ - PMTDI 0.02 มิลลิกรัม/กก-นน/วัน

ที่	หน่วยงาน	เกณฑ์มาตรฐาน/เกณฑ์แนะนำ
3	EU Commission Regulation No.1881/2006 of 19 Dec 2006 : Setting maximum levels for certain contaminant in foodstuffs	Maximum level แคดเมียม - เนื้อปลา 0.05 มก./กก. - หอย 2 ฝา 1.0 มก./กก. - ธัญพืช 0.1 มก./กก. - ข้าว 0.2 มก./กก. - ผักใบเขียว ผักสมุนไพร 0.2 มก./กก. - พืชหัว 0.1 มก./กก. ตะกั่ว - เนื้อปลา(ส่วนกล้ามเนื้อ) 0.3 มก./กก. - ผลไม้ 0.1 มก/กก.นน.เปียก - หอยสองฝา 1.5 มก/กก.นน.เปียก - ธัญพืช ถั่วฝักยาว 0.2 มก/กก.นน.เปียก - พืชตระกูลกะหล่ำ ผักกาด ผักใบเขียว สมุนไพร 0.3 มก/กก.นน.เปียก ปรอท - ปลาทั่วไป 0.5 มก./กก. - ปลาน้ำจืด 1 มก./กก.

2) เกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนสารโลหะหนักในน้ำของหน่วยงานต่างๆ

ที่	หน่วยงาน	เกณฑ์มาตรฐาน/เกณฑ์แนะนำ
1	ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551	มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค - สารหนู ต้องไม่มีเลย (ค่าอนุโลมสูงสุด 0.05 มก/ล.) - โซเดียมไนต์ ต้องไม่มีเลย (ค่าอนุโลมสูงสุด 0.1 มก/ล.) - ตะกั่ว ต้องไม่มีเลย (ค่าอนุโลมสูงสุด 0.05 มก/ล.) - ปรอท ต้องไม่มีเลย (ค่าอนุโลมสูงสุด 0.001 มก/ล.) - แคดเมียม ต้องไม่มีเลย (ค่าอนุโลมสูงสุด 0.01มก/ล.) - เหล็ก 0.5 มก/ล. - แมงกานีส 0.3 มก/ล.

ที่	หน่วยงาน	เกณฑ์มาตรฐาน/เกณฑ์แนะนำ
2	ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะที่ปิดสนิท	น้ำดื่มบรรจุขวด - สารหนู 0.05 มก/ล. - โซเดียมไนต์ 0.1 มก/ล. - ตะกั่ว 0.05 มก/ล. - โปรท 0.002 มก/ล. - แคดเมียม 0.005 มก/ล. - เหล็ก 0.3 มก/ล. - แมงกานีส 0.05 มก/ล.
3	ประกาศกรมอนามัยเรื่อง เกณฑ์คุณภาพน้ำประปาดื่มได้ (พ.ศ. 2553)	น้ำประปา - สารหนู 0.01 มก/ล. - ตะกั่ว 0.01 มก/ล. - โปรท 0.001 มก/ล. - แคดเมียม 0.003 มก/ล. - เหล็ก 0.5 มก/ล. - แมงกานีส 0.3 มก/ล.
4	ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 332 (พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค	โรงงานผลิตน้ำดื่ม - สารหนู 0.05 มก/ล. - โซเดียมไนต์ 0.2 มก/ล. - ตะกั่ว 0.05 มก/ล. - โปรท 0.001 มก/ล. - แคดเมียม 0.01 มก/ล. - เหล็ก 0.5 มก/ล. - แมงกานีส 0.3 มก/ล.
5	ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน	น้ำผิวดิน - สารหนู 0.01 มก/ล. - โซเดียมไนต์ 0.05 มก/ล. - ตะกั่ว 0.05 มก/ล. - โปรท 0.002 มก/ล. - แคดเมียม 0.005 มก/ล. - แมงกานีส 1.0 มก/ล.

ที่	หน่วยงาน	เกณฑ์มาตรฐาน/เกณฑ์แนะนำ
6	WHO: Guideline for drinking water Quality	น้ำดื่ม - สารหนู 0.01 มก/ล. - ไซยาไนต์ 0.07 มก/ล. - ตะกั่ว 0.01 มก/ล. - พรอท อนินทรีย์ 0.006 มก/ล. - แคดเมียม 0.003 มก/ล. - แมงกานีส 0.4 มก/ล.

3) เกณฑ์มาตรฐานการปนเปื้อนสารโลหะหนักในดิน

ที่	หน่วยงาน	เกณฑ์มาตรฐาน/เกณฑ์แนะนำ
1	ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (2547) เรื่องกำหนดมาตรฐานคุณภาพดิน	คุณภาพดินที่ใช้ประโยชน์เพื่อการอยู่อาศัยและเกษตรกรรม - สารหนู ไม่เกิน 3.9 มก/กก. - ตะกั่ว ไม่เกิน 400 มก/กก. - แคดเมียม ไม่เกิน 37 มก/กก. - แมงกานีส ไม่เกิน 1800 มก/กก. - พรอท ไม่เกิน 23 มก/กก.

4) ค่าอ้างอิง

สิ่งคุกคามสุขภาพ	EPA: IRIS (กรณีเป็นมะเร็ง)			EPA: IRIS		ATSDR
	OSF	Drinking water unit risk	Inhalation Unit Risk	RfD	RfC	MRL
สารหนู	1.5 mg/kg-day	5×10^{-5} µg/l	4.3×10^{-3} µg/m ³	3×10^{-4} mg/kg-day	Not assessed	Oral Chronic 0.0003mgAs/kg/day (Inorganic)
ไอโดรเจน ไซยาไนต์/เกลือ ไซยาไนต์	Not assessed	Not assessed	Not assessed	0.0006 mg/kg-day	0.0008 mg/m ³	Oral (15-364 days) 0.05 mg CN/kg/day Chronic-No derived

สิ่งคุกคาม สุขภาพ	EPA: IRIS (กรณีเป็นมะเร็ง)			EPA: IRIS		ATSDR
	OSF	Drinking water unit risk	Inhalation Unit Risk	RfD	RfC	MRL
ตะกั่ว	Not estimated	Not estimated	Not assessed	Not estimated	Not assessed	Not derived
ปรอท	-	-	-	1x10 ⁻⁴ mg/kg-day (methyl mercury)	-	-
แคดเมียม	Not assessed	Not assessed	1.8x10 ⁻³ µg /m3	5x10 ⁻⁴ mg/kg-day (น้ำ) 1x10 ⁻³ mg/kg-day (อาหาร)	Not assessed	Oral 1x10 ⁻⁴ mg Cd/kg-day (chronic)
แมงกานีส	Not assessed	Not assessed	Not assessed	1.4x10 ⁻¹ mg /kg-day	5x10 ⁻⁵ mg /m3	Not derived

5) แร่ธาตุที่ร่างกายต้องการปริมาณน้อย

1. แมงกานีส (Manganese)

แมงกานีสเป็นแร่ธาตุปริมาณน้อยที่มีความสำคัญต่อการทำงานของสมอง การสร้างกระดูกและเอ็นไซม์ต่างๆ ในร่างกาย ปัจจุบันข้อมูลทางโภชนาการของแมงกานีสยังไม่เพียงพอ แต่พบว่าหากได้รับในปริมาณที่ไม่เพียงพอก็จะเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ ในขณะเดียวกันหากได้รับสูงเกินไปอาจทำให้เกิดอันตรายต่อระบบประสาทได้ จึงมีการกำหนดค่าสูงสุดที่บริโภคแมงกานีสได้อย่างปลอดภัย ในตารางที่ 6.1 นอกจากนี้พบว่าคนที่ดื่มน้ำที่ปนเปื้อนแบคทีเรียนาน 2-3 เดือน พบอาการผิดปกติทางประสาทอย่างรุนแรง แต่ไม่พบรายงานภาวะเป็นพิษจากการได้รับแมงกานีสปริมาณสูงจากอาหาร (Kondakis XG et.al. อ้างในกรมอนามัย 2546)

ตารางที่ 6.1 ปริมาณสูงสุดของแมงกานีสที่รับได้ในแต่ละวัน (กรมอนามัย, 2546)

กลุ่มบุคคล	อายุ	ปริมาณสูงสุดที่รับได้ (มิลลิกรัม/วัน)
ทารก	0-11 เดือน	ไม่ได้กำหนดไว้
เด็ก	1-3 ปี	2
	4-8 ปี	3
	9-13 ปี	6
วัยรุ่น	14-18 ปี	9
หญิงตั้งครรภ์	14-18 ปี	9
	≥19 ปี	11
หญิงให้นมบุตร	14-18 ปี	9
	≥ 19 ปี	11

2. เหล็ก (Iron)

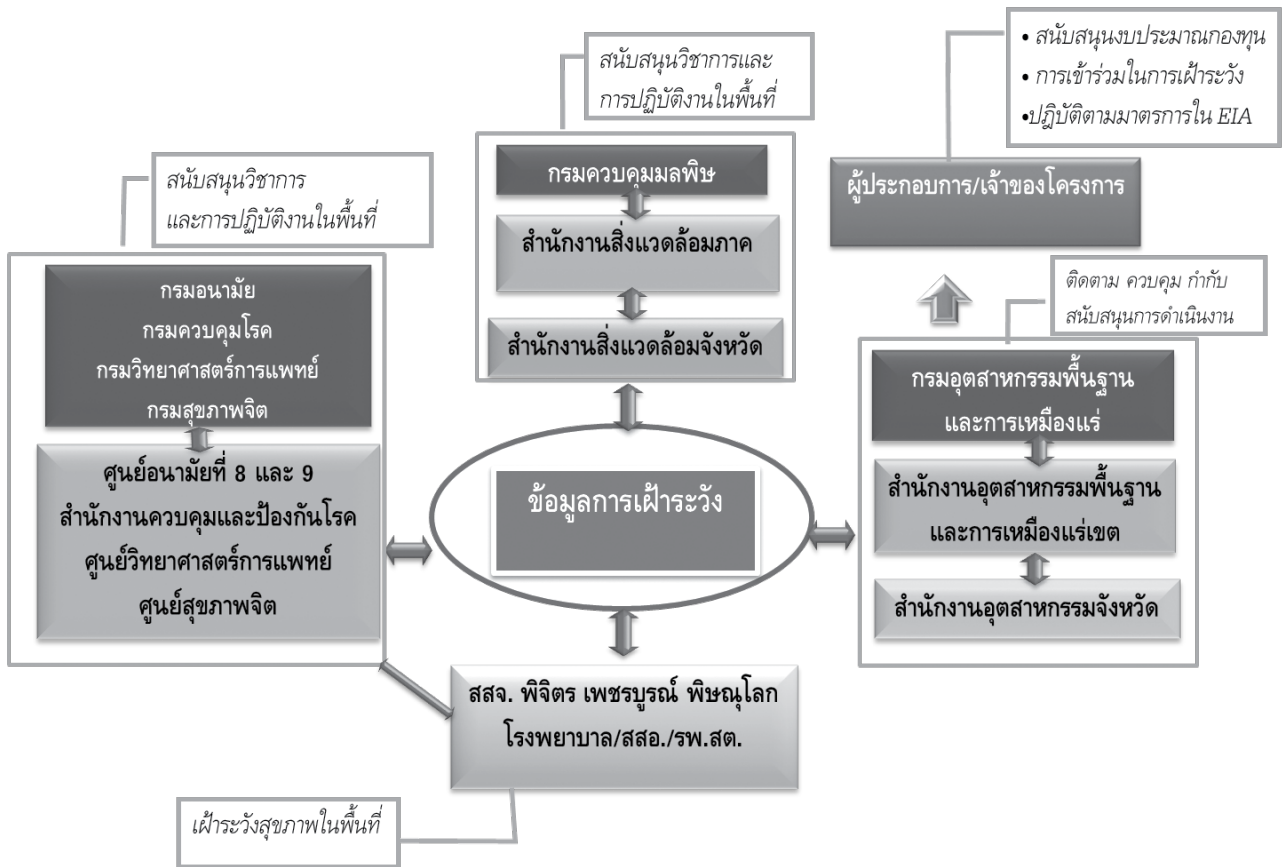
การกำหนดค่าปริมาณธาตุเหล็กที่ควรได้รับประจำวัน ซึ่งเป็นปริมาณสูงสุดที่บริโภคได้โดยยังไม่มีอันตรายต่อร่างกาย แสดงในตาราง 6.2

ตารางที่ 6.2 ปริมาณสูงสุดของธาตุเหล็กที่รับได้ในแต่ละวัน (Greger JL 1999, อ้างในกรมอนามัย, 2546)

กลุ่มบุคคล	อายุ	ปริมาณสูงสุดที่รับได้ (มิลลิกรัม/วัน)
เด็ก	1-13 ปี	40
	14 ปี ขึ้นไป	45
วัยรุ่น	15-18 ปี	45
ผู้ใหญ่	14-18 ปี	45
	≥19 ปี	45

บทบาทหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

ในการดำเนินงานเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพกรณีเหมืองแร่ทองคำนั้น มีภาคส่วนที่สำคัญประกอบด้วย 4 ส่วนคือ 1) หน่วยงานควบคุมกำกับ ได้แก่ กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ และกรมโรงงานอุตสาหกรรม 2) ผู้ประกอบการหรือเจ้าของโครงการ 3) หน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อม และ 4) หน่วยงานด้านสาธารณสุข ทั้งหน่วยงานส่วนกลาง และหน่วยงานในพื้นที่ตั้งแต่ระดับสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขอำเภอ โรงพยาบาล และโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบล ซึ่งแต่ละส่วนควรมีการบูรณาการข้อมูลทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและสุขภาพเพื่อประโยชน์ในการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน ดังแสดงในภาพที่ 6-1



ภาพที่ 6-1 บทบาทหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสุขภาพกรณีเหมืองแร่ทองคำ

บรรณานุกรม

- กรมอนามัย.กระทรวงสาธารณสุข.2553.รายงานการพัฒนาพัฒนาระบบการติดตามตรวจสอบผลกระทบต่อสุขภาพจากโครงการเหมืองแร่ในพื้นที่นาร่อง 3 จังหวัด (จังหวัดราชบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดพิจิตร)
- กระทรวงแรงงาน.2550. มาตรฐานการวินิจฉัยโรคจากการทำงาน ฉบับเฉลิมพระเกียรติ เนื่องในโอกาสมหามงคลเฉลิมพระชนมพรรษา 80 พรรษา 5 ธันวาคม 2550.
- กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข.2546 ปริมาณสารอาหารอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันสำหรับอนามัย พ.ศ 2546
- คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล.คู่มือการส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการทางการแพทย์.สืบค้นจาก <http://www.si.mahidol.ac.th/th/manual/Document/a07/Lead-Whole%20Blood.htm>
- ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ.2551 <http://www.pcd.go.th/download/regulation.cfm?task=s9>
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่อง มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน
- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 332 (พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เรื่องกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค. http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_water01.html#s3
- รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโครงการขยายโรงประกอบโลหะกรรมแร่ทองคำ บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด ศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา.พิษจากโลหะตะกั่ว.สืบค้นจาก http://webdb.dmsc.moph.go.th/ifc_toxic/a_tx_1_001c.asp?info_id=41
- ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 3 นครสวรรค์ และ ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 2 พิษณุโลก กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.กระทรวงสาธารณสุข.2557.คู่มือการเก็บตัวอย่างส่งตรวจห้องปฏิบัติการ.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)แหล่งทองในประเทศไทย การเกิดแหล่งแร่ทอง และการทำเหมืองแร่ทอง.2555. สืบค้นจาก <http://fieldtrip.ipst.ac.th/>
- สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชน.ทองคำ. เล่มที่ 36.2555.สืบค้นจาก <http://kanchanapisek.or.th/>
- สุเทพ ศิลปนนท์กุล.ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำเหมืองและตัวอย่างการจัดทำ EHIA.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007. Toxicological Profile for Arsenic. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2006.ToxGuideTM for Cyanide CN. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007.ToxGuide™ for Arsenic AS. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2007.ToxGuide™ for Lead Pb. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.
- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). 2012.ToxGuide™ for Manganese Mn. U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Services.
- Codex Alimentarius Commission.2012. Retrieved from ftp://ftp.fao.org/codex/meetings/cccf/cccf6/cf06_INFe.pdf
- Codex Alimentarius Commission.2005.Discussion Paper on Guideline Levels for Methylmercury in Fish . Retrieved from ftp://ftp.fao.org/codex/Meetings/CCFAC/ccfac37/fa37_35e.pdf. 6 January 2013
- Curtis D. Klaassen.Casarett&Douall's toxicology: the basic science of poisons.7th ed.2007
- FDA US . Action Levels for Poisonous or Deleterious Substances in Human Food and Animal Feed. Retrieved from <http://www.fda.gov/Food/GuidanceRegulation/GuidanceDocumentsRegulatoryInformation/ChemicalContaminantsMetalsNaturalToxinsPesticides/ucm077969.htm#merc>
- Integrated Risk Information System (IRIS). สืบค้นจาก <http://www.epa.gov/iris/>
- Kofi,A.D.2002. Public Health Risk Assessment for Human Exposure to Chemicals, Environmental Pollution, Vol. 6.
- Official Journal of the European Union COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Retrieved from <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:EN:PDF>WHO.2008. Guidelines for drinking-water quality - Volume 1: Recommendations Third edition, incorporating first and second addenda. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/en/
- WHO.2011.Joint FAO/WHO food standard Programme Codex Committee on Contaminants in Food.<http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=3511>

คณะผู้จัดทำ

อธิบดีกรมอนามัย	ที่ปรึกษา
อธิบดีกรมควบคุมโรค	ที่ปรึกษา
รองอธิบดีกรมอนามัย (ด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม)	ที่ปรึกษา
รองอธิบดีกรมควบคุมโรค	ที่ปรึกษา
ผู้ทรงคุณวุฒิ กรมอนามัย	ที่ปรึกษา
ผู้ทรงคุณวุฒิ กรมควบคุมโรค	ที่ปรึกษา
ผู้อำนวยการสำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย	ที่ปรึกษา
ผู้อำนวยการสำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ กรมอนามัย	ที่ปรึกษา
ผู้อำนวยการศูนย์บริหารกฎหมายสาธารณสุข กรมอนามัย	ที่ปรึกษา
ผู้อำนวยการศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย กรมอนามัย	ที่ปรึกษา
ผู้อำนวยการสำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค	ที่ปรึกษา

คณะทำงานข้อมูล เฝ้าระวัง เตือนภัยและสื่อสารสาธารณะ กรมอนามัย

1) นางสาวสิริวรรณ	จันทนจุลกะ	ผู้อำนวยการกองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ กรมอนามัย	ประธาน
2) นางสาวอำพร	บุศรีรังษี	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	รองประธานคนที่ 1
3) นางปรียานุช	บุรณะภักดี	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	รองประธานคนที่ 2
4) นางสาวดรชนัน	มหาชานิกะ	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	คณะทำงาน
5) นายเจริญ	หาญปัญจกิจ	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	คณะทำงาน
6) นางสาวมฤดี	ตรีวัย	สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม	คณะทำงาน
7) นายวิโรจน์	วัชรเกียรติศักดิ์	สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ	คณะทำงาน
8) นายชัยเลิศ	กิ่งแก้วเจริญชัย	สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ	คณะทำงาน
9) นางจิรพรรณ	พรหมลิขิตชัย	สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ	คณะทำงาน
10) นายรัชชพงศ์	ดำรงพิงคสกุล	สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ	คณะทำงาน
11) นางลลนา	ทองแท้	สำนักสุขาภิบาลอาหารและน้ำ	คณะทำงาน
12) นางจิตติมา	รอดสวัสดิ์	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	คณะทำงาน
13) นางสาวพนิดา	เจริญสุข	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	คณะทำงาน
14) นางสาววรรณ	จิโรคกุล	ศูนย์บริหารกฎหมายสาธารณสุข	คณะทำงาน
15) นางสาววาสนา	คงสุข	ศูนย์ห้องปฏิบัติการกรมอนามัย	คณะทำงาน
16) นางสาวเบญจวรรณ	ธวัชสุภา	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	คณะทำงานและเลขานุการ
17) นางสาววรวรรณ	พงษ์ประเสริฐ	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะทำงานการเฝ้าระวังพื้นที่เสี่ยง กรณีเหมืองทองคำ

1) นางสาวกานดา	พัทธาดี	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
2) นางสาวพนิตา	เจริญสุข	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
3) นางสาวปิยมาภรณ์	ดวงมนตร์	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
4) นางสาววาสนา	ลุนสำโรง	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
5) นางสาวชนะจิตร	ปานอุ	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
6) นางสาวละมัย	ไชยงาม	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
7) นางสาววรรณมน	ศรีพนม	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
8) นายวิโรจน์	วัชรเกียรติศักดิ์	สำนักสุขภาพิบาลอาหารและน้ำ	กรมอนามัย
9) นางสาวณราวดี	ชินราช	สำนักโรคจากการประกอบอาชีพ และสิ่งแวดล้อม	กรมควบคุมโรค

ประธานงานและพิธีจัญอักษร

1) นางจิตติมา	รอดสวาสดี	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
2) นางสาววรวรรณ	พงษ์ประเสริฐ	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
3) นางสาวประทุม	สีดาจิตต์	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
4) นางสาวอิสราภรณ์	สมสวย	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
5) นางสาวอนงค์	ทองอ่วมใหญ่	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย
6) นางสาวลัดดา	พิมจัน	กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ	กรมอนามัย

พิมพ์ครั้งที่ 2 : พ.ศ. 2558

จำนวนพิมพ์ : 700 เล่ม

พิมพ์ที่ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด

Download ข้อมูล เอกสารคู่มือ แนวทาง ข้อมูลวิชาการ
เครื่องมือด้านอนามัยสิ่งแวดล้อม เอกสารประกอบการประชุม
และแนวทางการสนับสนุนต่าง ๆ ได้ที่ www.enhealthplan.anamai.mail.go.th

กองประเมินผลกระทบต่อสุขภาพ
กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข
โทร 0 2590 4347, 0 2590 4359
โทรสาร 0 2590 4356
<http://hia.anamai.moph.go.th>