

สถานการณ์และผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำเหมืองแร่

1. เหมืองแร่ในประเทศไทย²

ทรัพยากรแร่จัดเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่เมื่อผลิตขึ้นมาใช้แล้วจะหมดไปจากแหล่งกำเนิด (Nonrenewable resources) เนื่องจากการเกิดขึ้นของแร่จะใช้เวลายาวนานตามกระบวนการทางธรณีวิทยา ทั้งนี้ ในอดีตประเทศไทยมีการขุดใช้แร่มาตั้งแต่โบราณ โดยถือว่าเป็นประเทศหนึ่งที่มีแหล่งแร่อุดมสมบูรณ์จนมีการเรียกขานว่าเป็นดินแดน “สุวรรณภูมิ” ตั้งแต่สมัยสุโขทัยจนถึงกรุงศรีอยุธยา เริ่มต้นจากเหมืองทองคำและดีบุกเพื่ออุตสาหกรรมสำริด ต่อมา มีการนำเหล็กมาเป็นอาวุธ การพัฒนาด้านการผลิตเครื่องปั้นดินเผา การนำแร่คันชาติมาเป็นเครื่องประดับ การหล่อโลหะเป็นพระพุทธรูป รวมถึงการสร้างเทวสถานและปูชนียสถานต่าง ๆ โดยใช้หินทราย ศิลาลง และอิฐเผา

ปัจจุบันการสำรวจและการทำเหมืองมีความซับซ้อนและต้องใช้เทคนิคและความรู้วิชาการการเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันต้องพึ่งพาวิธีการผลิตที่ซับซ้อน ใช้เงินทุนมากและขยายตัวเป็นอุตสาหกรรมการผลิตขนาดใหญ่เพื่อให้คุ้มค่าการลงทุน และบางครั้งมีผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมและชุมชนในด้านต่าง ๆ

2. ผลกระทบเชิงลบจากการทำเหมืองแร่

ปีที่ผ่านมา มีการร้องเรียนในกรณีปัญหาจากการพัฒนาทรัพยากรดังกล่าวเป็นจำนวนมากจากทุกภูมิภาคของประเทศไทย เช่น กรณีมลพิษจากเหมืองตะกั่วคลิตี้-เคมโก๋ จังหวัดกาญจนบุรี กรณีเหมืองแร่โพแทช จังหวัดอุดรธานี ที่เกี่ยวเนื่องถึงปัญหาพระราชบัญญัติแร่ฉบับใหม่อันเอื้อประโยชน์เฉพาะต่อกลุ่มทุนข้ามชาติและกลุ่มทุนขนาดใหญ่ หรือกรณีการพัฒนาแหล่งหินที่เป็นกรณีในระดับชุมชนท้องถิ่นแต่มีความรุนแรงในการข่มขู่ คุกคามต่อประชาชนที่คัดค้าน จนถึงขั้นการลอบสังหารแกนนำ เช่น กรณีโรงโม่หิน ตำบลชมพู อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก และกรณีโรงโม่หินที่เขาชะอางกลางทุ่ง กิ่งอำเภอเขาชะเมา จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นเหตุต่อการลอบสังหาร นายพิทักษ์ โตนุช และนายนรินทร์ โพธิ์แดง ตามลำดับ นอกจากนี้ ยังมีกรณีที่อยู่ในระหว่างการขอประทานบัตร และการคัดค้านของชุมชน เช่น โครงการเหมืองแร่แคลไซต์ที่เขาย่างกะเชอร์ อำเภอลานสัก จังหวัดอุทัยธานี เป็นต้น

นอกจากนี้กิจกรรมการระเบิดหินเป็นปัญหาการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่ปรากฏเด่นชัดที่สุด และมีกรณีที่เกิดผลกระทบต่าง ๆ ก่อให้เกิดความวิตกกังวลในเรื่องแหล่งต้นน้ำ รวมถึงการคุกคามต่อความเชื่อ หรือความรู้สึกในความเป็นเอกลักษณ์ของท้องถิ่น และอาจกล่าวได้ว่า

² ที่มา : คณะกรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติ คณะอนุกรรมการเพื่อศึกษาและตรวจสอบกรณีปัญหาเหมืองแร่ โครงการศึกษาข้อมูลเชิงวิชาการกรณีปัญหาเหมืองแร่ เพื่อกำหนดข้อเสนอเชิงนโยบาย กรุงเทพฯ : คณะอนุกรรมการเพื่อศึกษาและตรวจสอบกรณีปัญหาเหมืองแร่ คณะกรรมการสิทธิมนุษยชนแห่งชาติ, 2547

หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาให้กับผู้เดือดร้อน หรือสร้างความมั่นใจให้ผู้ที่วิตกกังวลต่อปัญหาได้

ถึงแม้ว่าการใช้ทรัพยากรธรณีในกิจกรรมเหมืองแร่ส่งผลกระทบต่อชุมชนน้อยกว่าเหมืองหินอุตสาหกรรมก่อสร้าง แต่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวและแก้ไขปัญหาได้ยากกว่า ดังที่ปรากฏในกรณีโรงแต่งแร่ตะกั่วคลิตี้ ในขณะเดียวกันโครงการทำเหมืองแร่ที่ต้องการผลผลิตในปริมาณมากก็ส่งผลถึงความวิตกกังวลต่อชุมชนในวงกว้าง ดังนั้น ได้จากกรณีโครงการเหมืองแร่ใต้ดินแร่โพแทช จังหวัดอุดรธานี หรือโครงการเหมืองแร่ถ่านหิน อำเภอเวียงแหง จังหวัดเชียงใหม่ และหากเปรียบเทียบลักษณะผลกระทบ จะพบว่า เหมืองหินก่อสร้างจะกระทบต่อชุมชนในระดับหมู่บ้าน ส่วนเหมืองแร่โพแทชและเหมืองถ่านหินเวียงแหงจะส่งผลกระทบในระดับอำเภอ หรือหากมลพิษจากกรณีคลิตี้ได้รับการพิสูจน์ว่าส่งผลถึงเขื่อนศรีนครินทร์และแม่น้ำแม่กลองก็อาจนับได้ว่าผลกระทบกว้างถึงระดับภูมิภาคลุ่มน้ำแม่กลอง ในขณะเดียวกันปัญหาอันเกิดจากทัศนะยะอุดจาดและการทำลายศักยภาพการค้นพบถ่านหินเทือกเขาแรด จังหวัดกาญจนบุรี สามารถนับเป็นปัญหาที่มีความสำคัญในระดับประเทศและทำให้เสียผลประโยชน์ของประเทศในส่วนของการพัฒนาแหล่งท่องเที่ยวอย่างไม่คุ้มค่า

ทั้งนี้ เทคโนโลยีการทำเหมืองและการป้องกันผลกระทบสิ่งแวดล้อม ในแทบทุกกรณีปัญหาต่าง ๆ มีความบกพร่องทั้งทางด้านเทคนิค วิชาการ และความบกพร่องของผู้ประกอบการ รวมถึงการปล่อยและละเลยของหน่วยงานดูแล ควบคุม และอาจกล่าวได้ว่าเป็นสาเหตุหลักของการร้องเรียน

3. ผลกระทบต่อสุขภาพ

Carolyn Stephens และ Mike Ahern นักวิจัยจาก London School of Hygiene & Tropical Medicine³ ได้เขียนรายงานเรื่อง ผลกระทบต่อสุขภาพคนงานและสุขภาพชุมชน จากการทำเหมืองแร่ในนานาประเทศ (Worker and community health impacts related to mining operations internationally) โดยทั้งคู่ได้ทบทวนเอกสารและสังเคราะห์ข้อมูลจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำเหมืองแร่ จำนวน 996 ชิ้น จากประเทศต่าง ๆ ที่เผยแพร่ในระหว่างปี ค.ศ. 1965-2001

รายงานฉบับนี้ระบุว่าเหมืองแร่ เป็นอาชีพที่อันตรายมากที่สุดในโลก เพราะมีผลกระทบต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว โดยในระยะสั้นพบว่าคนงานมักได้รับบาดเจ็บและเสียชีวิตจากการทำงานในเหมือง ส่วนระยะยาวพบว่ามีคนงานจำนวนไม่น้อยที่ป่วยเป็นโรคมะเร็งและโรคระบบทางเดินหายใจ เช่น silicosis asbestosis นอกจากนี้การทำเหมืองแร่ยังส่งผลกระทบต่อชุมชนใกล้เคียงอีกด้วย มีบางกรณีที่เกิดทางวิทยาศาสตร์ระบุว่าเหมืองมีผลกระทบในระยะยาว และคนงานเคยใช้ผลการพิสูจน์นี้เรียกร้องให้มีกฎหมายคุ้มครองสุขภาพและมาตรฐานทางอาชีวอนามัย ซึ่งต้องใช้การต่อสู้ ต่อรองเป็นระยะเวลานานแต่อย่างไรก็ตามในทางปฏิบัติยังไม่คลุมถึงการทำเหมือง

³ Carolyn Stephens & Mike Ahern. Worker and Community Health Impacts Related to mining Operations Internationally. A rapid Review of the Literature, November 2001

ขนาดเล็ก และชุมชนที่อยู่รอบเหมืองส่วนใหญ่มักจะไม่ได้รับความคุ้มครอง ในตอนท้ายผู้วิจัยสรุปว่า การที่จะทำให้เหมืองแร่เป็นสถานประกอบการที่ปลอดภัยและชุมชนสุขภาวะ ยังห่างไกลกับความเป็นจริงอีกมาก

จากประสบการณ์การทำเหมืองในต่างประเทศ สรุปได้ว่าผลกระทบทางสุขภาพที่เกิดขึ้นมีความหลากหลายและซับซ้อนเป็นอย่างยิ่ง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับวิธีการทำเหมือง สถานที่ตั้ง สารต่าง ๆ ที่ปนอยู่ในก้อนแร่ที่ขุดขึ้นมา รวมถึงกากหางแร่ที่เป็นของเสียที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตและแต่งแร่ ซึ่งแร่บางชนิดมีพิษในตัว ไม่สามารถป้องกันผลกระทบที่เกิดขึ้นได้ เช่น ยูเรเนียมและตะกั่ว กระบวนการทำเหมืองแต่ละรูปแบบต่างก็สร้างผลกระทบที่แตกต่างกันไป เช่น กระบวนการผลิตโดยวิธีหลอมละลายแร่ซึ่งต้องใช้ความร้อนในอุณหภูมิที่สูงมากจะทำให้เกิดก๊าซพิษ และมีผลต่อมลภาวะทางอากาศ ของเสียที่เป็นโลหะหนักจะปนเปื้อนในแหล่งน้ำทั้งบนดินและใต้ดิน การแยกแร่โดยใช้สารเคมี เช่น โซดาไฟ หรือกรดซัลฟิวริก ส่งผลให้สารพิษเหล่านี้ปนเปื้อนในแม่น้ำ ทะเลสาบ หรือแหล่งน้ำดื่ม

ผลกระทบจากเหมืองแร่มิได้ถูกจำกัดเฉพาะพื้นที่การทำเหมืองเท่านั้น หากแต่สามารถส่งผลกระทบในพื้นที่ที่ห่างไกลได้เป็นพันไมล์ โดยเฉพาะแร่ตะกั่ว และปรอท ที่กระจายไปยังพื้นที่อื่นได้ง่ายโดยทางลมและน้ำ ดังเช่น โรงแต่งแร่ ASARCO ซึ่งอยู่ทางตะวันออกของเมือง Helena ในรัฐ Montana ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ทำให้เกิดการปนเปื้อนสารตะกั่วไปในพื้นที่ 100 ตารางไมล์ ร่องเหมือง (U.S. EPA, 1995) ซึ่งส่งเสียต่อชาวบ้านที่อาศัยอยู่ในพื้นที่นั้น ๆ โดยเฉพาะในเด็ก ทำให้ต้องมีการขุดดินที่ปนเปื้อนออกไป (U.S. EPA, 2003c) นอกจากนี้ยังตรวจพบสารโลหะหนักปนเปื้อนในแหล่งน้ำของชุมชนที่อยู่ตอนล่างของแม่น้ำที่ไหลผ่านเหมืองอีกด้วย เหมืองทองแดงแก่แห่งหนึ่งที่ตั้งอยู่ทางตะวันตกของรัฐ มอนทานา ได้ทำให้กากของเสียและกองหางแร่ปนเปื้อนในแม่น้ำ Clark Fork ซึ่งมีความยาว 120 ไมล์ (Clark Fork, 2003) และพบรังสีในระดับสูง บนถนนตลอดเส้นทาง การขนส่งแร่ยูเรเนียมระหว่าง Midnite uranium mine ทางตะวันออกของกรังวอลชิงตันกับ Dawn mill site (Sedal, 2003d)

ปัจจุบันงานศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบทางสุขภาพจากเหมืองแร่จำนวนมากมักจะมุ่งเฉพาะผลกระทบที่เกิดขึ้นกับคนงานในเหมือง มีงานวิจัยจำนวนน้อยที่ทำงานศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นกับชุมชนใกล้เคียง หรือเส้นทางการกระจายตัวของมลภาวะ ในขณะที่หน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริการะบุว่า 40% ของพื้นที่ลุ่มน้ำทางตะวันตกของสหรัฐมีการปนเปื้อนมลภาวะจากการทำเหมืองแร่ขนาดหนัก⁴ มลภาวะที่เกิดขึ้นนี้ครอบคลุมทั้งพื้นที่ใกล้เคียงกับที่ตั้งเหมือง พื้นที่ใต้ทางลม และท้ายน้ำของเหมือง ทำให้เกิดมลภาวะทางอากาศ การปนเปื้อนในแหล่งน้ำดื่ม แม่น้ำ และดิน ผลผลิตจากการเพาะปลูกลดลงและการเสียสมดุลของระบบนิเวศ ผลกระทบต่อสุขภาพจากการทำเหมืองแร่จำแนกได้ดังนี้

3.1 การเกิดโรคและการเจ็บป่วย

3.1.1 การได้รับสารพิษ

3.1.1.1 พิษจากสินแร่

(1) **ตะกั่ว** (Lead : Pb) เป็นโลหะหนัก ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและเป็นสารพิษที่ร่างกายไม่สามารถย่อยสลายได้ โดยจะสะสมอยู่ในอวัยวะต่าง ๆ เช่น ตับ หัวใจ สมอง กระเพาะอาหาร ไชกระดูก ไต และบริเวณที่มีไขมันเป็นองค์ประกอบ ดังนั้น แม้ร่างกายได้รับสารตะกั่วในปริมาณเล็กน้อยก็สามารถถูกสะสมไว้ในร่างกายมากขึ้น จนเป็นอันตรายถึงขั้นรุนแรงในระยะยาวได้ พิษของสารตะกั่วสามารถทำลายระบบประสาท เส้นประสาทส่วนปลาย เกิดอาการเป็นอัมพาตที่นิ้วและมือ ทำลายเซลล์สมอง หลอดโลหิตฝอยทำให้มีอาการมึนงง แปรปรวน หงุดหงิดง่าย เหนื่อยง่าย อ่อนเพลีย ชุนเฉียว ถ้าเป็นมากจะมีอาการปวดศีรษะ วิงเวียนศีรษะ ความรู้สึกสับสน ความจำเสื่อม ปวดกล้ามเนื้อ โลหิตจาง เยื่อหุ้มสมองอักเสบ เกิดการตกเลือด การบวม สมอง หด เกิดอาการเพ้อ ชัก เป็นอัมพาต หอมสติและถึงตายได้

นอกจากนี้ ตะกั่วยังทำลายการทำงานของไชกระดูก ซึ่งทำหน้าที่สร้างเม็ดเลือดทำให้ผนังเม็ดเลือดแดงเปราะ ทำลายเนื้อเยื่อที่ผลิตเลือดให้เสื่อมลงทำให้เม็ดเลือดแดงอายุสั้นลง ทำให้ร่างกายเกิดภาวะขาดการซิเจน เหงือกคล้ำปลายมือปลายเท้าเขียว เป็นโรคโลหิตจาง เป็นอันตรายต่อทารกในครรภ์ เมื่อทารกในครรภ์ได้รับตะกั่ว เนื่องจากมารดาสูดอากาศที่มีสารตะกั่วเข้าไปเป็นอันตรายต่อระบบสืบพันธุ์ สารตะกั่ว จะสะสมอยู่ในกระดูกและเม็ดเลือดได้นานและจะผ่านทางรกเข้าสู่ร่างกาย พิษของสารตะกั่ว จะทำลายสมอง ระบบประสาท ตับ ไต หัวใจ ทางเดินอาหารทำให้ทารกแรกเกิดปัญญาอ่อนทำลายอวัยวะต่าง ๆ หรือไปหยุดยั้งการเจริญเติบโตของอวัยวะบางส่วนมีอาการพิการทางสมองและทุพพลภาพ ตาบอด หูหนวก หรือถึงขั้นเสียชีวิตได้ สารตะกั่วยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดมะเร็งที่ปอด โรคหัวใจ โรคหอบหรือ อีกด้วย

(2) **แคดเมียม** (Cd) แคดเมียมเป็นโลหะหนักอีกชนิดหนึ่งที่มักจะปะปนอยู่ในอากาศ แคดเมียมที่พบในอากาศจะอยู่ในรูปฝุ่นหรือไอ ที่เกิดจากกระบวนการทำโลหะให้บริสุทธิ์ เช่น สังกะสี ทองแดง ตะกั่ว ทำให้แคดเมียมที่ปะปนอยู่กับโลหะหลุดออกมาปะปนอยู่ในอากาศ น้ำ ดิน เข้าสู่ร่างกายได้ทั้งในการรับประทาน การหายใจและทางผิวหนัง อันตรายเกิดจากการหายใจเอาควันแคดเมียมเข้าไป ได้แก่ อาการแพ้พิษเฉียบพลัน เกิดที่ระบบหายใจ จมูกและคออักเสบ แขนงหน้าอกหายใจขัด ปวดบวมและตายได้ นอกจากนี้ยังรู้สึกอ่อนเพลีย ปวดเมื่อยตามกล้ามเนื้อ มีไข้หนาวสั่น สำหรับพิษเรื้อรังจะมีความผิดปกติที่ปอด เยื่อปอดจะถูกทำลาย ถุงลมโป่งพองกลายเป็นปอดพิการในที่สุด มีอาการหอบ เหนื่อยง่าย ทำงานไม่ได้เช่นเดิมต่อไป แคดเมียมทำให้ร่างกายไม่เจริญเท่าที่ควร การย่อยโปรตีนและไขมันลดลง ความดันเลือดสูงเป็นโรค หัวใจ ประเภทต่าง ๆ แคดเมียมจะไปสะสมในไต ตับ และอวัยวะสืบพันธุ์ เข้าไปแทนที่สังกะสีในร่างกาย ทำให้โปรตีนและไกลโคเจนซึ่งมีประโยชน์ต่อร่างกายถูกขับออกมากับปัสสาวะ ปัสสาวะจะปริบะปรอย เกิดโรคปอดต่าง ๆ และยังพบอีกว่าทำให้เกิดโรคมะเร็ง และเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะสะสมอยู่ในไต ทำลายเซลล์ของหลอดไต และทำให้กระดูกผุกร่อน หักง่าย และเกิดอาการปวดอย่างรุนแรง เรียกว่า โรคอิไต-อิไต ถ้าสะสมไว้ในร่างกายเพียง 50 มก. ก็จะทำให้เสียชีวิตได้

3.1.1.2 พิษจากสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการแต่งแร่ อันตรายจากการทำเหมืองส่วนหนึ่งเกิดจากสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการผลิต เช่น การใช้ไซยาไนด์ในการแยกแร่ทองคำและเงิน

ไซยาไนด์ (Cyanide) เป็นผลพลอยได้จากการทำเหมืองแบบใหม่ที่เกิดขึ้น ผลกระทบต่อสุขภาพอย่างรุนแรง เพราะทำให้เสียชีวิตได้แม้ได้รับในปริมาณเพียงเล็กน้อย ถึงแม้ว่าไซยาไนด์จะสลายตัวได้เร็ว แต่สารอื่น ๆ ที่มีไซยาไนด์เป็นองค์ประกอบก็สามารถทำอันตรายได้ ซึ่งสารเหล่านี้คงอยู่ได้นานในสิ่งแวดล้อม และสะสมในห่วงโซ่อาหาร ดังนั้น ไซยาไนด์จึงถือเป็นตัวคุกคามสุขภาพที่สำคัญ

การได้รับพิษจากไซยาไนด์ เกิดจากการสูดดมก๊าซไซยาไนด์หรือรับประทานสารละลายของไซยาไนด์ เช่น NaCN, KCN, Ca(CN)₂ อาการเป็นพิษจะปรากฏให้เห็นในเวลาเป็นนาที่หรือภายใน 1 ชั่วโมงเป็นอย่างช้าหลังได้รับสารพิษ ผู้ป่วยจะหมดสติหรือชัก และตามมาด้วยภาวะช็อคและเสียชีวิตในเวลาอันรวดเร็ว

3.2 โรคระบบทางเดินหายใจ

การทำเหมืองแร่ในทุกประเภททำให้เกิดฝุ่น ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ ดังที่ทางกรมควบคุมโรคได้รวมไว้ในกลุ่มโรคปอดจากการประกอบอาชีพ (Pneumoconiosis)

กลุ่มโรคนี้เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นละอองสารอนินทรีย์ หรือฝุ่นแร่เข้าไปในปอดทำให้เกิดพยาธิสภาพเนื้อปอดในลักษณะต่าง ๆ กัน ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของฝุ่น เช่น ฝุ่นหิน โยหิน ฝุ่นฝ้าย ฝุ่นถ่านหิน ฝุ่นแร่เหล็ก และดินขาว เป็นต้น

ข้อมูลจากสรุปรายงานเฝ้าระวังโรค กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข ระบุว่า ปี พ.ศ. 2548 มีรายงานผู้ป่วยโรคปอดจากการประกอบอาชีพ จำนวน 137 ราย อัตราป่วย 0.22 ต่อประชากรแสนคน ซึ่งสูงกว่าทุกปีที่ผ่านมา (พ.ศ. 2536-2548) และไม่มีรายงานผู้เสียชีวิต ภาคที่มีอันตรายป่วยสูงสุดได้แก่ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เท่ากับ 0.28 ต่อประชากรแสนคน รองลงมาได้แก่ ภาคกลางภาคเหนือและภาคใต้ เท่ากับ 0.22 0.18 และ 0.13 ต่อประชากรแสนคน การจำแนกชนิดฝุ่นของการป่วย พบว่า เป็นชนิดฝุ่นแร่ 1 ราย ฝุ่นหิน 17 ราย ฝุ่นชานอ้อย 10 ราย ฝุ่นฝ้าย 17 ราย และไม่ทราบชนิด/ระบุ 92 ราย คิดเป็นร้อยละ 67.15 ตัวอย่างฝุ่นจากเหมืองแร่ที่ทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ ได้แก่

(1) **ฝุ่นหิน** เป็นสารประกอบซิลิกา (Silica) เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการขุดเจาะแร่ระเบิดและโม่บดหิน ผลิตปูนซีเมนต์ ผลิตภัณฑ์เซรามิค ผลิตแก้ว เมื่อหายใจเอาฝุ่นละอองเล็ก ๆ ของหินเข้าไปเป็นเวลานานจะเกิดอาการระคายเคืองทำให้เกิดพังผืดเป็นจุดเล็ก ๆ ในปอด ทำให้การทำงานของปอดลดลง หายใจขัด ไอ เจ็บหน้าอก หอบ อ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย เราเรียกว่าโรคซิลิโคซิส (Silicosis) ซึ่งเป็นโรคปอดที่ไม่มีทางรักษาให้หายได้ และอาจจะเป็นวัณโรคได้

(2) **แอสเบสตอส (Asbestos)** หรือที่เรียกว่า “แร่ใยหิน” เป็นวัตถุที่ประกอบด้วยแร่ที่มีรูปร่างเป็นเส้นใยมีขนาดเล็กมาก มีทั้งที่เป็นเส้นใยโค้งและตรงเป็นวัตถุที่ใช้ทำผ้าคลัช ผ้าเบรคของรถยนต์ ทำกระเบื้อง ทำแผ่นฉนวนกันความร้อน นอกจากแอสเบสตอสจะเข้าสู่ร่างกายทางเดินหายใจแล้ว

ยังสามารถเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังและเข้าสู่กระแสเลือดได้เมื่อเข้าสู่ปอดจะทำให้เป็นโรคที่เรียกว่า Asbestosis ผู้ที่เป็นโรคนี้จะมีอาการของปอดอักเสบ เนื้อปอดจะเป็นพังผืด มีรอยแผลเป็นและเนื้อปอดจะแข็ง ขนาดของปอดเล็กลง ทำให้มีอาการเหนื่อยง่าย ไอ หอบ หายใจลำบากและยังทำให้เกิดมะเร็งในอวัยวะต่าง ๆ ที่แอสเบสตอสไปสะสมอยู่ เช่น มะเร็งเยื่อหุ้มปอด มะเร็งกล่องเสียง มะเร็งทางเดินอาหารและมะเร็งเยื่อช่องท้อง

4. การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

4.1 การปนเปื้อนในแหล่งน้ำและการสะสมในห่วงโซ่อาหาร กรณีตัวอย่าง การปนเปื้อนตะกั่วบริเวณห้วยคลิตี้ อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี

ประชาชนในหมู่บ้านคลิตี้เริ่มเจ็บป่วยและเสียชีวิตโดยมีอาการสัมพันธ์กับโรคพิษตะกั่วหลายราย อันมีสาเหตุเนื่องมาจากการแต่งแร่ตะกั่วของโรงแต่งแร่คลิตี้ บริษัท ตะกั่วคอนเซนเตรทส์ (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งตั้งอยู่ริมห้วยคลิตี้ ภายในเขตป่าสงวนแห่งชาติป่าน้ำโจน ท้องที่ตำบลชะแล อำเภอทองผาภูมิ จังหวัดกาญจนบุรี ทำการแต่งแร่ตะกั่วคาร์บอเนต ($PbCo^3$) หรือเซอร์สไซด์ (Cerussite) ซึ่งจากการตรวจสอบ พบว่า จุดก่อนผ่านโรงงานแต่งแร่คลิตี้ ค่าตะกั่วที่ตรวจวัดได้มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งกำหนดค่าไว้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่เมื่อไหลผ่านโรงแต่งแร่คลิตี้แล้ว พบว่า ปริมาณตะกั่วสูงเกินค่ามาตรฐานทุกจุด เห็นได้ว่าโรงแต่งแร่คลิตี้ก่อให้เกิดการรั่วไหลของตะกอนดินและน้ำขุ่นข้นที่มีสารตะกั่วปนเปื้อนจากบ่อเก็บกักตะกอน (Tailing Pond) ลงสู่ลำห้วยคลิตี้ ทำให้มีการสะสมตะกอนตะกั่ว ตั้งแต่โรงแต่งแร่เรื่อยไปจนถึงท้ายน้ำเป็นระยะทางประมาณ 19 กิโลเมตร โดยในช่วงกิโลเมตรที่ 12 ของห้วยคลิตี้ จากโรงแต่งแร่จะไหลผ่านหมู่บ้านคลิตี้ล่าง ซึ่งมีประชาชนอาศัยอยู่ประมาณ 47 ครัวเรือน (317 คน) ก่อนบรรจบกับลำคลองงู และไหลลงสู่อ่างเก็บน้ำเขื่อนศรีนครินทร์

ขณะที่ผลจากการตรวจสอบปลาในแหล่งน้ำที่ชาวบ้านนิยมจับมาประกอบอาหารของกรมอนามัยเมื่อปี พ.ศ. 2542 พบว่า ส่วนใหญ่มีปริมาณตะกั่วปนเปื้อนเกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยพบระดับตะกั่วในปลาตั้งแต่ 1.215 – 1.275 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขณะที่ค่ามาตรฐานของกรมอนามัยกำหนดไว้ไม่เกิน 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

จากการที่มีตะกั่วปนเปื้อนในธรรมชาติเป็นปริมาณมากอย่างในบริเวณหมู่บ้านคลิตี้ล่างนี้ ตะกั่วที่อยู่ในน้ำและตะกอนดินธารน้ำสามารถสะสมในร่างกาย (Bio-accumulate) ได้ถึง 70 % โดยมากจะเข้าสู่ร่างกายทางห่วงโซ่อาหาร ตะกั่วที่ปนเปื้อนทั้งในน้ำและตะกอนธารน้ำอาจไปปนเปื้อนในน้ำใต้ดินและพื้นดินเมื่อพืชหรือสัตว์ดูดซึมหรือดื่มน้ำเข้าไปก็จะสะสมไว้ตามส่วนต่าง ๆ หากมนุษย์บริโภคพืชหรือสัตว์นั้น ก็จะได้รับสารตะกั่วด้วย (ศูนย์ศึกษากะเหรี่ยงและพัฒนา ไม่ปรากฏปี) หลังจากรับตะกั่วเข้าสู่ร่างกายแล้ว ตะกั่วจะถูกลำเลียงไปยังอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกายผ่านทางระบบไหลเวียนเลือด โดยประมาณ 90 % จะรวมตัวกับเม็ดเลือดแดงและส่วนที่เหลืออยู่ในน้ำเลือดครึ่งชีวิต (Half life) ของตะกั่วในเลือดจะมีช่วงประมาณ 2-4 สัปดาห์ จากนั้นจะนำไปยังแหล่งสะสม ซึ่ง

แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ เนื้อเยื่อแข็ง (Hard tissue) ได้แก่กระดูก ฟัน เล็บ เส้นผม และเนื้อเยื่ออ่อน (Soft tissue) ได้แก่ไขกระดูก ระบบประสาท ตับ ไต ประมาณ 90 % ของตะกั่วในร่างกายจะอยู่ในกระดูก ซึ่งอยู่อย่างค่อนข้างมีเสถียรภาพและมีครึ่งชีวิต 16-20 ปี ยกเว้นในเด็กซึ่งมีประมาณ 70 % เท่านั้นที่สะสมในกระดูก การเกิดเป็นพิษหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับปริมาณตะกั่วที่มีอยู่ในเนื้อเยื่ออ่อน ดังนั้น ถ้าตะกั่วดูดซึมเข้าร่างกายเร็วมาก จะเข้ากระดูกน้อยแต่จะอยู่ในเนื้อเยื่ออ่อนมาก จึงเกิดอาการพิษได้เร็ว

4.2 การปนเปื้อนในดิน กรณีตัวอย่าง การปนเปื้อนแคดเมียมในพื้นที่ ตำบลแม่ตาว และตำบลพระธาตุผาแดง อำเภอแม่สลด จังหวัดตาก

สืบเนื่องจากการเกิดโรคอิไต-อิไต ในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งพบว่ามีสาเหตุมาจากการบริโภคข้าวที่ปนเปื้อนแคดเมียมเป็นเวลา 30 ปีขึ้นไป ดร.โรเบิร์ต ซิมมอนส์ นักวิจัยจากสถาบันจัดการคุณภาพน้ำ-อิวมี (Intonation Water Management Institute-IMWI) จึงได้ร่วมกับ ดร.พิชิต พงศ์สกุล นักวิชาการจากกรมวิชาการเกษตร ทำการตรวจวัดระดับแคดเมียมในดินและข้าว บริเวณอำเภอแม่สลด จังหวัดตาก รวมทั้งศึกษาแหล่งกำเนิดและแคดเมียมระหว่างปี พ.ศ. 2541-2546 โดยในบริเวณนี้มีเหมืองสังกะสีตั้งอยู่ ซึ่งมีโรงงานถลุงสังกะสีของ บริษัท ผาแดง อินดัสทรี จำกัด และเหมืองสังกะสีของบริษัท ตากไม้นิ่ง จำกัด และในแหล่งแร่สังกะสีพบแคดเมียมรวมอยู่ด้วย

ทีมวิจัยแบ่งการศึกษาเป็น 2 ช่วง คือ ปี พ.ศ. 2541-2543 ศึกษาแปลงนาบริเวณตำบลพะเต๊ะ โดยการตรวจดินในนาข้าว 154 แปลง พบการปนเปื้อนของแคดเมียมในดิน อยู่ในช่วง 3.4-284 มิลลิกรัมแคดเมียม/กิโลกรัมดิน สูงกว่าค่ามาตรฐานของสหภาพยุโรปที่กำหนดไว้ 3 มิลลิกรัมแคดเมียม/กิโลกรัมดิน 1.13-94 และมีมากกว่า 1800 เท่าของมาตรฐานที่กำหนดไว้ของไทยสำหรับความเข้มข้นของแคดเมียมในเมล็ดข้าวที่สีแล้วจากข้าวในนา 9 แปลง พบว่าร้อยละ 95 ของเมล็ดข้าวที่สุ่มตัวอย่างมีแคดเมียมปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0.1-4.4 มิลลิกรัมแคดเมียม/กิโลกรัมข้าว มีปริมาณมากกว่าค่าที่พบในข้าวที่ปลูกในประเทศไทยบริเวณอื่นสูงสุดถึง 100 เท่า

การศึกษาระยะที่ 2 ในปี พ.ศ. 2544-2546 ได้ขยายพื้นที่ศึกษาจากช่วงแรกมาตามลำห้วยแม่ตาว ในบริเวณตำบลแม่ตาว ซึ่งเป็นบริเวณท้ายน้ำจากบริเวณแรกและพบว่าความเข้มข้นแคดเมียมในดินอยู่ในช่วง 0.5-218.2 มิลลิกรัมแคดเมียม/กิโลกรัมดิน ซึ่งมีปริมาณสูงเกินกว่ามาตรฐานของสหภาพยุโรป ซึ่งกำหนดไว้ 3 มิลลิกรัมแคดเมียม/กิโลกรัมดิน สำหรับความเข้มข้นของแคดเมียมจากตัวอย่างข้าวในนาข้าว 432 แปลง พบในช่วงน้อยกว่า 0.05-7.7 มิลลิกรัมแคดเมียม/กิโลกรัมข้าว ซึ่งประเมินได้ว่าร้อยละ 80 ของตัวอย่างข้าวมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐานของญี่ปุ่นและองค์การอาหารและเกษตร (FAO) โดยนาข้าวที่อยู่ติดคลองชลประทานมีการปนเปื้อนของแคดเมียมมากที่สุด และลดลงตามระยะทางที่ห่างออกไป ยังพบด้วยว่าตัวอย่างกระเทียมที่เก็บมาตรวจสอบ 14 แปลง มีแคดเมียมปนเปื้อนในช่วง 1.3-6.3 มิลลิกรัมแคดเมียม/กิโลกรัมกระเทียม ซึ่งสูงกว่า 126 เท่า

ของมาตรฐานของ CODEX ที่กำหนดไว้ 0.05 มิลลิกรัมแคดเมียม/กิโลกรัมกระเทียม รวมทั้งศึกษาความเข้มข้นของแคดเมียมในถั่วเหลือง 76 แปลง พบปริมาณแคดเมียมปนเปื้อน 0.34-3.37 มิลลิกรัมแคดเมียม/กิโลกรัมถั่วเหลือง ซึ่งสูงเกินกว่าค่ามาตรฐานของ CODEX ที่กำหนดไว้ 0.2 มิลลิกรัมแคดเมียม/กิโลกรัมถั่วเหลือง ถึง 1.7-16.8 เท่า

สาเหตุของปัญหา เกิดจากการที่ฝนชะหน้าดินที่อุดมด้วยแร่สังกะสี และแคดเมียมลงสู่ต้นน้ำของลำน้ำธรรมชาติ คือห้วยแม่ตาว ทำให้เกิดการสะสมในตะกอนท้องน้ำ เมื่อปล่อยน้ำเข้าสู่แปลงนา ตะกอนจะตกในแปลงต้นน้ำ และลดลงในแปลงต่อ ๆ ไป อย่างไรก็ตามยังไม่มีหลักฐานเพียงพอที่จะกล่าวว่าแคดเมียมมาจากเหมืองสังกะสีที่ทำการอยู่ในบริเวณที่พบการปนเปื้อนนี้ แต่มีชาวบ้านร้องเรียนมาว่าเหมืองแร่ใหญ่ทั้ง 2 แห่ง มีการลักลอบปล่อยน้ำเสียมายังที่นาและไร่ถั่วเหลืองเป็นประจำ

ผลกระทบต่อสุขภาพ คือ ประชากรจำนวน 6 พันคนที่อาศัยใน 8 หมู่บ้านของตำบลพระธาตุผาแดง และตำบลแม่ตาว อำเภอแม่สอด จะบริโภคผลผลิตทางการเกษตรและดื่มน้ำที่ปนเปื้อนเป็นระยะเวลานาน จนทำให้เกิดการสะสมแคดเมียมในร่างกายในปริมาณมาก จนอาจทำให้เกิดโรค อีไต-อีไต และภาวะการทำงานของไตผิดปกติ

จากการตรวจสอบสุขภาพล่าสุด ซึ่งสรุปรายงานโดยโรงพยาบาลแม่สอด จังหวัดตาก เมื่อวันที่ 13 มิถุนายน 2547 จากการตรวจสุขภาพตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ 2547-13 มิถุนายน 2547 มีประชาชนที่ได้รับการตรวจแล้วรวม 4,849 ราย ซึ่งทราบผลแล้ว 1,495 ราย พบว่าร้อยละ 9.5 มีระดับแคดเมียมค่อนข้างสูง (5-10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน) และร้อยละ 3.4 มีระดับแคดเมียมสูง (มากกว่า 10 ไมโครกรัม/กรัมครีเอตินีน)

ส่วนผลการตรวจการทำงานของไตในกลุ่มผู้ที่มีระดับแคดเมียมสูงและค่อนข้างสูงที่ทราบผลแล้วจำนวน 158 ราย พบว่ามีภาวะไตวายหรือไตเสื่อม 10 ราย (ร้อยละ 6.3) มีภาวะไตเริ่มเสื่อม 35 ราย (ร้อยละ 22.2) และพบนิ่วในทางเดินปัสสาวะ 2 ราย โดย 1 รายมีภาวะไตวายร่วมด้วย

สำหรับภาวะโลหิตจาง พบว่ามีผู้ป่วย 67 ราย โดยมีผู้ป่วยอีก 35 รายในกลุ่มที่ระดับแคดเมียมสูงและค่อนข้างสูง กำลังรอผลการตรวจอยู่

4.3 การปนเปื้อนในอากาศ ฝุ่น ฝนกรด

อุตสาหกรรมเหมืองแร่และกระบวนการแต่งแร่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศมีทั้งที่ฝุ่นละออง เขม่าควัน ก๊าซพิษชนิดต่าง ๆ ทั้งจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงและการปล่อยสารเคมีที่ระเหยเป็นไอออกมาจากกระบวนการผลิต ทำให้มีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของแรงงาน ผู้ปฏิบัติงานและประชาชนผู้อยู่อาศัยใกล้เคียง เช่น เป็นโรคผิวหนัง หอบ หายใจไม่สะดวก ปวดศีรษะ คลื่นไส้ อาเจียน โรคระบบทางเดินหายใจ หลอดลมอักเสบ มะเร็ง เป็นลมหมดสติ และเสียชีวิตได้

สารมลพิษทางอากาศที่สำคัญ ได้แก่ คาร์บอนมอนนอกไซด์ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ออกไซด์ของไนโตรเจน ไฮโดรคาร์บอน อนุภาคมลสาร ควัน ไอ และก๊าซที่มีโลหะหนักปะปน

(1) **ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (Carbonmonoxide : CO)** เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และรส มีแหล่งที่มาสำคัญทั้งจากธรรมชาติและจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การเผาไหม้แบบไม่สมบูรณ์ของสารประกอบคาร์บอน เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม ก๊าซธรรมชาติ ถ่านไม้ ฟืน ฯลฯ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ไม่เป็นพิษต่อพืช แต่เป็นพิษต่อคนและสัตว์ คือเมื่อหายใจเอาก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์เข้าสู่ปอด และแพร่กระจายเข้าสู่กระแสเลือดโดยผ่านผนังของถุงลม ซึ่งก๊าซชนิดนี้จะจับกับฮีโมโกลบิน (Haemoglobin) ในเม็ดเลือดแดงได้ดีกว่าก๊าซออกซิเจน 200-250 เท่ากลายเป็นคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน (Carboxyhaemoglobin : HbCo) ทำให้เม็ดเลือดสามารถรับออกซิเจนได้น้อยลง ถ้าร่างกายได้รับก๊าซนี้เป็นเวลานาน จะทำให้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเกิดภาวะขาดก๊าซออกซิเจน สมองได้รับออกซิเจนไม่เพียงพอมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้มีอาการง่วงซึม ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย วิงเวียน หน้ามืด ตาลายตามัว สายตาพร่า ความจำเสื่อม รู้สึกเฉื่อยชา การเห็นการได้ยินเสื่อมไป มึนงงเป็นลม ชัก คลื่นไส้อาเจียน หัวใจเต้นเร็ว หายใจเร็ว เจ็บหน้าอก ออกซิเจนในเลือดลดต่ำลงทำให้หมดสติ และอาจถึงตายได้

(2) **ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (Sulphurdioxide : SO₂)** เป็นก๊าซไม่มีสี มีกลิ่นฉุน ไม่ติดไฟ ไม่ไวไฟ มีที่มาจากสองแหล่งคือ แหล่งธรรมชาติ และจากการกระทำของมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง (Fossil Fuel) เช่น ถ่านหินและน้ำมันปิโตรเลียม เนื่องจากเชื้อเพลิงเหล่านี้มีสารประกอบของกำมะถันปะปนอยู่ด้วย ถ่านหินบางแหล่งมีปริมาณกำมะถันปะปนอยู่ด้วย ถ่านหินบางแหล่งมีปริมาณกำมะถันสูงถึงร้อยละ 3 โดยน้ำหนัก ส่วนน้ำมันปิโตรเลียมมีประมาณร้อยละ 0.5-3.4 โดยน้ำหนัก เมื่อเผาไหม้เชื้อเพลิงเหล่านี้กำมะถันจะถูกออกซิไดซ์เป็น SO₂ นอกจากนี้อุตสาหกรรมบางประเภท ได้แก่ การกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม การผลิตกรดกำมะถัน การผลิตแบล็คคาร์บอน และการถลุงแร่เหล็ก ตะกั่วและสังกะสี ทำให้เกิดกำมะถันที่เจือปนอยู่ในวัตถุดิบหรือสินแร่ รั่วไหลออกมาระหว่างกระบวนการผลิตหรือการถลุงและเมื่อรวมตัวกับก๊าซออกซิเจนในอากาศกลายเป็นก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งสามารถรวมตัวกับไอน้ำในอากาศกลายเป็น กรดซัลฟูริก หรืออาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่ากรดกำมะถัน มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน ทำให้เกิดฝนกรด

ซัลเฟอร์ไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้ดี สามารถรวมตัวกับความชื้นในอากาศเป็นละอองกรดกำมะถัน ทั้งซัลเฟอร์ไดออกไซด์และละอองกรดกำมะถันในอากาศเมื่อเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจหรือสัมผัสถูกเยื่อในร่างกายต่าง ๆ เช่น ผิวหนังเยื่อทางเดินหายใจ เยื่อปอด ฯลฯ ทำให้เกิดอาการระคายเคืองบริเวณผิวหนัง มีอาการแสบตา แสบจมูก หายใจอักเสบ หลอดอักเสบเรื้อรัง และทำลายเนื้อเยื่อปอดอาจกลายเป็นมะเร็งปอดได้

(3) **ออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x)** ไนโตรเจนสามารถรวมกับออกซิเจนจนเกิดเป็นออกไซด์ได้หลายออกไซด์ ที่ปล่อยสู่บรรยากาศเป็นปริมาณมากโดยกิจกรรมของมนุษย์ ได้แก่ การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเช่นการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมหรือเครื่องยนต์ อุตสาหกรรมปิโตรเคมี แปรรูปก๊าซธรรมชาติ ถลุงแร่ หลอมโลหะ ผลิตแก้วและปูนซีเมนต์ จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิของการเผาไหม้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการเกิด (NO_x) การเผาไหม้ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 550⁰ C จะไม่เกิด NO แต่แก๊สนี้จะเกิดมากที่อุณหภูมิสูงกว่า 1100⁰ C ดังนั้น

การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงต่าง ๆ เช่น ถ่านหิน น้ำมันปิโตรเลียม และแก๊สธรรมชาติ ให้ NO_x ในปริมาณที่ไม่เท่ากันเพราะอุณหภูมิโดยเฉลี่ยของการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงไม่เท่ากัน

ก๊าซไนตริกออกไซด์ NO เป็นก๊าซไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ละลายน้ำได้เล็กน้อย เมื่อเข้าไปในปอดจะกลายเป็น Nitrosamines ซึ่งเป็นสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งที่ปอดได้ ทำลายเนื้อเยื่อปอดและทำให้ทางเดินหายใจอักเสบ

ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) เป็นก๊าซที่มีสีน้ำตาลแกมแดง หรือเหลืองแกมน้ำตาล มีกลิ่นฉุนคล้ายกลิ่นคลอรีน มีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดีมาก เป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรง เป็นก๊าซที่ทำลายสุขภาพทำให้เกิดอาการแสบคอ แสบจมูก และแสบตาได้ ถ้าได้รับเป็นระยะเวลานานจะเกิดอาการอักเสบของระบบทางเดินหายใจ จะมีอาการบวมของเนื้อเยื่อในหลอดลมตอนบน และจะลุกลามถึงหลอดลมส่วนถึงในระบบจนถึงมีอาการปวดบวม และถ้าในอากาศมีปริมาณความเข้มข้นถึง 100 ppm. จะหายใจไม่ออก ระบบหายใจล้มเหลวจนอาจเสียชีวิตได้

(4) **สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbon)** เป็นก๊าซพิษที่มีกลิ่นเหม็นมาก ไฮโดรคาร์บอนมีจำนวนมากหลายร้อยชนิด โดยมีลักษณะและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้เกิดผลกระทบที่เกิดจากสารประกอบไฮโดรคาร์บอนมีความแตกต่างกันหลายรูปแบบบางชนิดอาจทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่อ เกิดอาการผิดปกติต่อระบบทางเดินหายใจ เกิดอาการแสบตา แสบจมูก น้ำตาไหล น้ำมูกไหล และบางชนิดอาจทำให้เกิดอันตรายได้มาก หากได้รับต่อเนื่องในปริมาณมากและเป็นเวลานาน อาจก่อให้เกิดมะเร็งได้ เช่น สารเบนโซไพรีน (Benzopyrene) สารนี้เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง นอกจากนี้ไฮโดรคาร์บอนจะทำปฏิกิริยากับออกไซด์ของไนโตรเจนในอากาศ เกิดเป็นก๊าซต่าง ๆ ทำให้เกิดหมอกควันที่ทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อเยื่อทางเดินหายใจและตาได้

(5) **อนุภาคมลสาร (total Suspended Particulates : TSP)** ที่เกิดจากกิจกรรมด้านอุตสาหกรรม การเผาไหม้ทั้งที่อยู่ในรูปอนุภาคของแข็ง เช่น ฝุ่นละอองจากวัตถุดิบ เชื้อเพลิง และอนุภาคของเหลวในรูปละอองไอน้ำในอากาศ เช่น ละอองไอน้ำหรือละอองไอของสารเคมีต่าง ๆ เป็นต้น อนุภาคมลสารที่มีผลต่อสุขภาพมากคืออนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ส่วนใหญ่เกิดจากการเผาไหม้เชื้อเพลิง เชื้อเพลิงจากโรงงานอุตสาหกรรม อนุภาคมลสารขนาดเล็กนี้สามารถเข้าสู่ระบบหายใจส่วนลึกได้และอนุภาคมลสารที่สามารถละลายน้ำได้ก็สามารถซึมเข้าสู่ระบบโลหิตได้ เช่น ฝุ่น ควัน ไอ หมอก

- ฝุ่นละออง (Suspended Particulate Matter : SPM) เป็นสารที่มีความหลากหลายทางด้านกายภาพและองค์ประกอบ อาจมีสภาพเป็นของแข็งหรือของเหลวก็ได้ ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในบรรยากาศรอบ ๆ ตัวเรามีขนาดตั้งแต่ 0.02 ไมครอน (เป็นกลุ่มของโมเลกุลที่มองด้วยตาเปล่าไม่เห็นต้องใช้กล้องจุลทรรศน์แบบอิเล็กตรอน) ไปจนถึงฝุ่นที่ขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน (ฝุ่นที่มองเห็นด้วยตาเปล่ามีขนาดตั้งแต่ 50 ไมครอนขึ้นไป) ฝุ่นละอองที่แขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานจะเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก (ขนาดเล็กผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 10 ไมครอน) เนื่องจากมีความเร็วในการ

ตกตัวต่ำและจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานมากขึ้น หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามามีส่วนเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น ฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่กว่า 100 ไมครอน) อาจแขวนลอยอยู่ในบรรยากาศได้เพียง 2-3 นาที แต่ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กโดยเฉพาะขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน อาจแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นปี ฝุ่นละอองในบรรยากาศอาจแยกได้เป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดโดยตรงและฝุ่นละอองซึ่งเกิดขึ้นภายหลังโดยปฏิกิริยาต่าง ๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์หรือปฏิกิริยาทางเคมี ฝุ่นละออง ที่เกิดขึ้นเหล่านี้ จะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามลักษณะการรวมตัว เช่น ควีน (smoke) ฟูม (Fume) เป็นต้น ฝุ่นละอองนี้มีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ ฝุ่นละอองจากหิน แร่ใยหิน ฝุ่นฝ้ายและโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว แคดเมียม ปรอท ทองแดง เป็นต้น

ข้อมูลเบื้องต้นโครงการเหมืองทองคำ จังหวัดเลย

1.1 พื้นที่โครงการ

สำนักงานบริษัท หุ่นคำ จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 179 หมู่ 3 ตำบลเขาลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย บริษัทฯ ได้รับอนุญาตประทานบัตรทำเหมืองแร่ทองคำจำนวน 6 แปลง รวมเนื้อที่ประมาณ 1,290 ไร่

1.2 วิธีการทำเหมือง

วิธีการทำเหมืองใช้วิธีเหมืองแบบชันบันได โดยทำเหมืองครั้งละ 2.5 เมตร และจะรวบรวมความสูงของแต่ละชันบันไดที่ความสูง 10 เมตร ขั้นตอนการทำเหมืองประกอบด้วย

© การเจาะเก็บตัวอย่างและการเจาะระเบิด ก่อนจะตักแร่ จะมีการเจาะสำรวจเก็บตัวอย่างเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าความสมบูรณ์ของแร่ และนำผลวิเคราะห์ไปใช้ในการกำหนดพื้นที่การทำเหมืองตามค่าความสมบูรณ์ที่ทางโรงประกอบโลหกรรมต้องการ

© การตัด-ขนส่ง เมื่อทราบตำแหน่งของแร่ที่ต้องการ จะใช้รถชุดไฮดรอลิค (Backhoe) ขุดและลำเลียงสินแร่ไปยังโรงประกอบโลหกรรม โดยอาจจะส่งเข้าปากไปโดยตรง หรือจัดเก็บที่บริเวณกองสินแร่

1.3 กรรมวิธีประกอบโลหกรรม

กรรมวิธีในการประกอบโลหกรรมสามารถแบ่งออกเป็น 3 กระบวนการใหญ่ ๆ ได้แก่

© วิธีการที่ใช้สารละลายเคมี แล้วแยกโลหะออกมา หรือทำให้โลหะตกตะกอน (HYDROMETALLURGICAL PROCESS)

© วิธีการใช้กระแสไฟฟ้า (ELECTRO WINNING PROCESS)

© วิธีที่ใช้ความร้อน (PYROMETALLURGICAL PROCESS)

1.4 แร่เชื้อเพลิง และวัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบโลหกรรม

วัตถุดิบ	หน่วย	ปริมาณการใช้	แหล่งที่มา
สินแร่ทองคำ	ตัน/วัน	1,000-1,500	พื้นที่ประทานบัตร
LPG GAS	ตัน/เดือน	50	ประเทศไทย (ปตท.)
ACTIV ATED CARBON	ตัน/เดือน	2	ประเทศศรีลังกา
SODIUM CYANIDE	ตัน/เดือน	90	ประเทศออสเตรเลีย
LIME	ตัน/เดือน	370	ประเทศไทย
SODIUM METABISULPHITE	ตัน/เดือน	300	ประเทศไทย
SODIUM HYDROXIDE	ตัน/เดือน	1.5	ประเทศไทย
HYDROCHLORIC ACID	ตัน/เดือน	16	ประเทศไทย

1.5 ผลิตภัณฑ์

ปริมาณของโลหะทองคำผสมที่สามารถผลิตได้ต่อวัน สามารถทำได้ประมาณ 2-2.5 กิโลกรัมต่อวัน โดยโลหะผสมที่ผลิตได้จะประกอบด้วยทองคำประมาณร้อยละ 60-70 เงิน งบประมาณร้อยละ 5.10 และโลหะอื่น ๆ ประมาณร้อยละ 35-40

1.6 กระบวนการผลิต (PROCESS FLOW)

กระบวนการผลิต แบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ 5 กระบวนการ โดยแต่ละกระบวนการเป็นกระบวนการที่ต่อเนื่อง โดยรายละเอียดของกระบวนการผลิตเป็นดังนี้

1.6.1 การบดย่อยแร่ขั้นต้น (PRIMARY CRUSHING)

สินแร่ที่ได้จากเหมือง จะถูกนำมาลดขนาดโดยใช้เครื่องโม่ขั้นต้น (PRIMARY CRUSHING JAW CRUSHER) สินแร่จะถูกป้อนใส่เครื่องโม่ โดยใช้เครื่องป้อนแร่แบบสั่น (GRIZZLY FEEDER) เครื่องโม่มีขนาด 30"x42" โดยปรับปากโม่ให้มีขนาดประมาณ 2-4 นิ้ว จากนั้นสินแร่จะถูกลำเลียง โดยใช้สายพานลำเลียงและโปรยกอง โดยใช้ STACKER จากนั้นจะใช้รถตัก ตักสินแร่ที่โปรยกองไว้ลงใน BELT FEEDER และระบบสายพานลำเลียง เพื่อเข้าสู่ขั้นตอนการบดละเอียดต่อไป ในระหว่างนี้จะมีการปรับ pH ของสินแร่โดยการเติมหินปูนฝุ่น (FINE DUST) เป็นช่วง ๆ

1.6.2 การบดย่อยแร่ขั้นละเอียด (GRINDING)

สินแร่ที่ผ่านการบดขั้นต้น จะถูกลำเลียงโดยระบบสายพานลำเลียง ป้อนเข้าสู่เครื่องบดย่อยละเอียด (SAG MILL) สินแร่ที่ผ่านการบดย่อยขั้นละเอียดแล้วจะมีขนาดกว่า 106 ไมครอน สินแร่ที่ผ่านการบดแล้วจะส่งต่อไปยังเครื่องคัดขนาด (HYDRO CYCLONE) สินแร่ที่มีขนาดใหญ่กว่า 106 ไมครอน (UNDER FLOW) จะถูกนำกลับไปบดใหม่ ส่วนที่มีขนาดเล็กกว่า 106 ไมครอน (OVER FLOW) จะถูกนำเข้าสู่กระบวนการละลายสกัดทองคำ (CARBON IN PULP PLANT) ต่อไป

1.6.3 การละลายและดูดซับแร่ (CARBON IN PULP PLANT)

สินแร่ที่ผ่านการบดละเอียด จนมีขนาดเล็กกว่า 106 ไมครอน ปนกับน้ำ (PULP) โดยมีอัตราส่วน 1:1 จะถูกปั๊มเข้าสู่ถังละลายแร่ (LEACHING TANK) และใช้เครื่องกวนแร่ (AGITATOR) กวนสินแร่ปนกับน้ำ สินแร่ปนน้ำ (PULP) จะถูกปรับสภาพค่าความเป็นกรดและด่าง โดยการเติมปูนขาว (LIME) ลงไปจนมีค่า pH ประมาณ 10 หรือมากกว่าเล็กน้อย จากนั้นจะเติมสารละลาย SODIUM CYANIDE (NaCN) ลงไปเพื่อละลายทองคำที่อยู่ในสินแร่ปนน้ำ (PULP) และเติมถ่านกัมมันต์ (ACTIVATED CARBON) เพื่อดูดซับเอา GOLD CYANIDE COMPOUND เอาไว้ที่บริเวณผิว จากนั้น ACTIVATED CARBON จะถูกแยกออกจากสินปนน้ำ (PULP) โดยใช้ตะแกรง

1.6.4 การละลายทองคำออกจาก ACTIVATED CARBON (ELUTION PROCESS)

CARBON ที่อิ่มตัวด้วยทองคำจะถูกส่งไปยังถังชะล้างทองคำ (ELUTION PROCESS) เพื่อทำการล้าง

สิ่งสกปรกที่ติดมากับถ่านด้วย HYDROCHLORIC ACID 3% ก่อนที่จะทำการชะล้าง ทองคำออกจาก CARBON โดยใช้สารละลาย SODIUM HYDROXIDE (NaOH) 1% และ SODIUM CYANIDE (NaCN) 0.1% ที่อุณหภูมิ 90°C ชะล้างผิวของ CARBON จากนั้นสารละลายที่มีทองคำละลายอยู่จะถูกส่งต่อไปยังกระบวนการ ELECTROWINNING ต่อไป

1.6.5 . การจับทองคำจากสารละลายและการหลอม (ELECTROWINNING AND SMELTING)

สารละลายที่มีทองคำละลายอยู่มากนี้ จะถูกส่งไปยัง GOLD ROOM ซึ่งจะเป็นกระบวนการที่ดึงทองคำที่อยู่ในสารละลายและจะถึงไปรวมกัน โดยใช้กระบวนการทางไฟฟ้า หรือ ELECTROWINNING ทองคำจะถูกแยกออกจากสารละลาย และไปจับตัวรวมกันที่ขั้วลบ (CATHODE) ซึ่งทำด้วย MILD STEEL WOOL หรือ STAINLESS STEEL MESH จากนั้นทองคำจะถูกดึงออกจาก MESH โดยการล้างด้วยน้ำที่มีความดันสูง หรือถ้าเป็น STEEL MESH ก็จะใช้การดึงทองคำออกมา โดยการล้างด้วยกรดเกลือ HCl (HYDROCHLORIC ACID) ทองคำที่ถูกดึงออกมา จะถูกนำไปผสมกับ FLUX หลายชนิด แล้วนำเข้าไปหลอมในเตาหลอมขนาดเล็ก ทอดค่าแท่งที่ได้นี้ จะมีสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ จะถูกคัดออกไปโดยการ REFINING อีกครั้ง

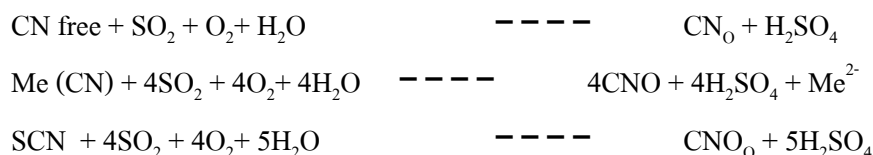
1.7 กรรมวิธีการบำบัดกากแร่

กระบวนการบำบัดกากแร่ที่เกิดจากกระบวนการแต่งแร่ จะใช้กระบวนการ CYANIDE DETOXIFICATION โดยการใช้ถึงทำการลดสารพิษจำนวน 2 ถัง และ กากแร่ที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกส่งต่อไปยังบ่อเก็บกักกากแร่ ซึ่งเป็นบริเวณที่ใช้เก็บกากแร่ที่ผ่านกระบวนการแต่งแร่มาแล้ว โดยกากแร่ที่ผ่านการบำบัดมาแล้วจะต้องมีค่าของ CYANIDE อยู่ไม่เกิน 2 ppm ส่วนน้ำที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกนำกลับมาใช้ป้อนน้ำในกระบวนการผลิตอีกครั้ง โดยจะไม่มีน้ำปล่อยออกนอกโครงการ

ขั้นตอนและวิธีการบำบัดกากแร่โดยวิธีการ CYANIDE DETOXIFICATION

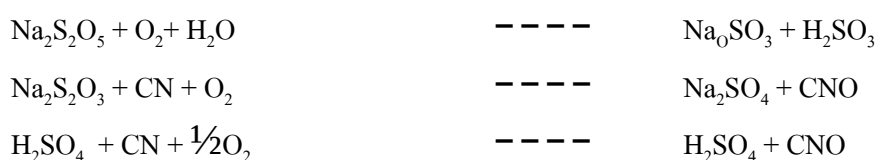
กากแร่ที่ผ่านกระบวนการแต่งแร่แล้ว จะถูกส่งไปยัง CARBON SAFETY SCREEN เพื่อทำการคัดเอาถ่านกัมมันต์ (ACTIVATED CARBON) ที่ติดมากับกากแร่ จากนั้นกากแร่จะถูกสูบไปยัง THICKENER เพื่อทำการตกตะกอนและแยกเอาน้ำออกจากกากแร่ น้ำส่วนที่แยกออกมาได้นี้ จะถูกส่งไปเก็บไว้ที่ PROCESS WATER TANK ซึ่งเป็นถังที่เก็บน้ำไว้ใช้ในกระบวนการผลิตเช่นเดียวกัน

กระบวนการที่ใช้ในการลดสารพิษในกากแร่ จะใช้กระบวนการแบบ INCO PROCESS หรือ SO₂/AIR PROCESS เป็นกระบวนการที่จะทำให้ CYANIDE จะเกิดปฏิกิริยา OXIDATION กลายเป็น CYANATE ซึ่งสมการทางเคมีจะเขียนได้ดังนี้



กระบวนการ SO_2 / AIR PROCESS จะไปทำลายการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนของโลหะกับไซยาไนด์ ที่เกิดขึ้น กระบวนการนี้จะไปทำการแยกเอกสารประกอบเชิงซ้อนของเหล็กไซยาไนด์จากสารละลาย เหล็กที่เหลือยู่จะอยู่ในรูปของ REDUCED FERROUS และสามารถแยกออกได้โดยการตกตะกอนเป็นสารประกอบ METAL FERROCYANIDE ในรูปของสารประกอบ $\text{Me}_2\text{Fe (CN)}_6$ โดยที่ ME คือ Cu, Zn, Ni ซึ่งไม่สามารถละลายน้ำได้

เมื่อ SODIUM METABISULPHITE ถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการให้ SO_2 และ SO_2 ที่จะได้เกิดจากการแตกตัวของปฏิกิริยาต่อไปนี้



ในการทำการบำบัด จะทำการเก็บตัวอย่างกากแร่ จากถังในกระบวนการแต่งแร่ถึงสุดท้ายมาเพื่อทำการวัดหาปริมาณของ FREE CYANIDE โดยการไตเตรท และหาค่าของ CN (wad) และ TOTAL CYANIDE โดยการกลั่น โดยใช้ PICRIC ACID และใช้เครื่อง SPECTROPHOTOMETER ทำการหาค่าของ CYANIDE ทั้ง 3 จะทำให้รู้ว่าจะต้องใช้ปริมาณของสารละลาย SODIUM METABISULPHITE เป็นปริมาณเท่าไร สำหรับกากแร่ที่ปล่อยลงสู่บ่อเก็บกากแร่ มี CYANIDE ปนเปื้อนไม่เกิน 2 ppm. โดยมีความถี่ในการตรวจวัด 2 ชั่วโมงต่อครั้ง

มาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม โครงการเหมืองแร่ทองคำ
บริษัท ทองคำ จำกัด คำขอประทานบัตรที่ 62-67/2538
ตำบลเขาหลวง อำเภอวังสะพุง จังหวัดเลย

1. การทำเหมือง

1. ในการเปิดทำเหมืองในบริเวณคำขอประทานบัตรที่ 62-66/2538 ให้ความยาวหน้าเหมือง Ultimate pit ยาวประมาณ 300 เมตร กว้างประมาณ 60 เมตร ลึกประมาณ 60 เมตร
2. ในการเปิดทำเหมืองในแปลงคำขอประทานบัตรที่ 67/2538 Ultimate pit ให้ความยาวประมาณ 400 เมตร กว้าง 110 เมตร และมีความลึกประมาณ 45 เมตร
3. ให้เปิดทำเหมืองโดยวิธีเหมืองหาคือเป็นชั้นบันได โดยความสูงของ Bench ประมาณ 10 เมตร กว้าง 6 เมตร และให้มี total pit slope ประมาณ 42 องศา
4. ให้สร้าง Diversion Ditch รอบพื้นที่ที่จะเปิดทำเหมือง สร้าง Settling pond รองรับน้ำจากหน้าเหมือง เพื่อบำบัดน้ำเบื้องต้นก่อนจะผ่านไปยังระบบบำบัดน้ำเสียที่เป็น Physical Treatment
5. ให้นำ Overburden ที่เกิดจากการเปิดหน้าเหมืองและแยกเก็บกองจากเศษดินอื่น ๆ และตำแหน่งที่เก็บกองควรจะอยู่ใกล้กับขอบของบ่อเหมือง เพื่อสะดวกในการนำมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุงพื้นที่
6. การใช้วัตถุระเบิดในการทำเหมือง โดยปริมาณวัตถุระเบิดไม่เกิน 16 ปอนด์ต่อจังหวัดถ่วงและต้องมีวิศวกรควบคุมการทำเหมืองเป็นประจำ
7. ในการเก็บกองเศษเหลือจากการทำเหมืองแร่ให้แยกการเก็บกองระหว่างเศษหินที่เกิดขึ้นในชั้นของ Oxide, Transition และชั้นของ Skarn หรือ Sulphide โดยนำเศษเหลือเหล่านี้ไปเก็บกองไว้ 3 บริเวณ
8. เศษดิน เศษหินที่เกิดจากการทำเหมืองในชั้นของ Skarn หรือ Sulphide Zone จะต้องนำไปเก็บกองไว้ในบริเวณที่แสดงในแผนที่
9. เศษดิน เศษหินที่เกิดจากการทำเหมืองในชั้นของ Transition Zone ให้เก็บกองไว้ในบริเวณที่แสดงในแผนที่
10. สำหรับเศษดิน เศษหิน ที่เกิดจากการทำเหมืองในชั้น Oxide หรือ Carbonate หรืออื่น ๆ ที่ไม่ใช่ Waste rock ในข้อที่ 9 และ 10 ให้นำไปเก็บกองไว้ในส่วนล่างของ Tailing pond

2. การแต่งแร่

1. ให้ใช้วิธีการแต่งแร่โดย Carbon in Leach โดยเตรียมพื้นที่บ่อรองรับน้ำเสียจากกระบวนการแต่งแร่ไม่น้อยกว่า 8 หน่วย โดยแต่ละหน่วยจะต้องมีความสามารถในการรองรับน้ำเสียไม่น้อยกว่า 840 ลูกบาศก์เมตร

2. ให้เสนอแบบรายละเอียดของขั้นตอนการแต่งแร่ที่มีข้อมูลปริมาณสินแร่ป้อน ปริมาณน้ำใช้ คุณภาพและปริมาณน้ำทิ้ง ขนาดของบ่อแยกแร่ ขนาดของบ่อน้ำทิ้ง รวมทั้งโครงข่าย การระบายน้ำภายในโรงแต่งแร่ และระบบน้ำทิ้งทั้งหมดก่อนที่จะส่งไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย ให้ สำนักงานฯ พิจารณาก่อนเปิดดำเนินโครงการ
3. การสูบน้ำจากบริเวณต่าง ๆ เช่น จาก Waste Dump, Tailing Pond ไปยังพื้นที่บำบัดน้ำเสีย ให้ใช้ระบบท่อทั้งหมด เพื่อป้องกันการรั่วซึมของสารพิษและโลหะหนักต่าง ๆ
4. เศษแร่ที่ผ่านการแยกแร่ในขั้นตอนการบดย่อยแร่ก่อนนำเข้าสู่ Sag mill นั้นจะต้องนำไป เก็บกองไว้ในบริเวณที่ระบุว่าเป็นชั้นแร่ใด หากแร่ที่ป้อนอยู่เป็นชั้น Sulphide ให้นำเศษแร่ ไปเก็บไว้ใน พื้นที่ที่เก็บ Sulphide หากแร่ที่ป้อนอยู่ในชั้น Transition หรือ Oxide ก็ต้องนำไปเก็บกองตามสถานที่ที่ กำหนด
5. กากแร่ที่เหลือจากการคัดแยกแร่แล้วจะต้องนำไปยัง Tailing pond โดย Slurry ที่นำไป เก็บไว้ใน Tailing pond นั้น จะต้องมีความเข้มข้นของไซยาไนด์ ไม่เกิน 2 ppm
6. ถ่านหินที่เหลือจากการแต่งแร่และไม่สามารถนำไปใช้ได้อีกจะต้องนำไปเก็บไว้ในสถานที่ ปลดภัย โดยการออกแบบที่เก็บกองที่เหมาะสมตามหลักวิชาการ หรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นใด แต่ ต้องทำการตรวจวัดปริมาณของไซยาไนด์ และกรดเกลือที่ยังคงเหลืออยู่
7. ให้ทำการ Recovery สารไซยาไนด์ ภายหลังจากการใช้ละลายทองคำจากเศษหินที่ป้อนไป ยังถึง Agitation
8. Tailing pond ที่สร้างขึ้นเพื่อรองรับในกากแร่ที่ผ่านการบำบัดไซยาไนด์แล้ว จะต้องทำการ เตรียมพื้นที่โดยการปรับความลาดชัน และปูพื้นด้วยวัสดุที่มีความทนต่อความเป็นกรด จะเป็น HPDE หรือดินเหนียวที่มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับ HPDE
9. Tailing pond จะต้องแบ่งเป็น 2 หน่วย โดยแต่ละหน่วยงานแยกกันโดยมีเขื่อนกั้นใช้ ลักษณะของเขื่อนเช่นเดียวกับสันเขื่อนท้ายน้ำ แต่ผนังของสันเขื่อนระหว่างหน่วยมีความพรุนได้ สำหรับสันเขื่อนด้านล่างจะต้องสร้างด้วยวัสดุที่ไม่สามารถให้น้ำซึมผ่านได้
10. ความสูงของสันเขื่อนแรกประมาณ 310 เมตร เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง สันเขื่อน ท้ายน้ำจะมีความสูงประมาณ 305 เมตร เหนือระดับทะเลปานกลาง
11. บริเวณโดยรอบ Tailing pond จะต้องสร้างเป็นถนนความกว้างไม่น้อยกว่า 5 เมตร และมี คูรองรับน้ำด้านนอก (Diversion Ditch) เพื่อมิให้น้ำไหลเข้าไปใน Tailing pond
12. ให้เปียงเบนน้ำจาก Diversion Ditch รอบ Tailing pond โดยปลายของ Diversion Ditch จะต้องอยู่ในส่วนปลายของ Waste Dump ที่เกิดจากการทำเหมืองในชั้น Oxide

3. การติดตามตรวจสอบ

1. ตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลในชั้นน้ำที่อยู่ติดต่อกับระดับความลึกของ Tailing pond จำนวน 2 บ่อ โดยแต่ละบ่อจะอยู่ในแนวช่องระบายน้ำแต่ละบ่อจะอยู่ห่างกันประมาณ 100 เมตร และห่างจากแนวสันเขื่อน Tailing Pond ประมาณ 100 เมตร ทำการตรวจสอบ 4 ครั้งต่อเดือน
2. ตรวจสอบคุณภาพน้ำผิวดินจากสถานีต่าง ๆ ดังต่อไปนี้
 - 2.1 น้ำทิ้งจากโรงแต่งแร่ จำนวน 1 สถานี
 - 2.2 น้ำทิ้งจาก Waste Dump จำนวน 3 สถานี ทั้ง 3 พื้นที่ ได้แก่ จาก Sulphide Dump Site, Transition Dumping site และ Oxide Dumping site
 - 2.3 น้ำใน Tailing pond จำนวน 2 สถานี
 - 2.4 น้ำทิ้งจากบริเวณโดยรอบโรงแต่งแร่
3. การตรวจสอบคุณภาพน้ำผิวดินทุกสถานี จะต้องตรวจสอบทุกเดือนสำหรับน้ำที่ทิ้งจากโรงแต่งแร่ และทุก 2 เดือนในแหล่งน้ำดินที่สัมพันธ์กับโครงการ รวมทั้งส่งผลการตรวจสอบให้สำนักงานฯ ทราบทุกเดือน
4. ตรวจวัดปริมาณสารไซยาไนด์ในอากาศบริเวณปากปล่องจากโรงแต่งแร่ในขั้นตอนของการแยกแร่ โดยตรวจวัดทุกเดือน
5. หากผู้ถือประทานบัตรมีความประสงค์ที่จะเปลี่ยนแปลงวิธีการทำเหมืองหรือการดำเนินงานที่แตกต่างจากที่เสนอไว้ในรายงานฯ จะต้องเสนอรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีการทำเหมืองและการดำเนินงานในการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว ให้สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม พิจารณาให้ความเห็นชอบด้านสิ่งแวดล้อมก่อน
6. ให้ทำการปรับปรุงฟื้นฟูพื้นที่โครงการฯ ที่ผ่านการทำเหมืองแร่แล้วตามแผนงานที่ได้เสนอในรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งให้รายงานผลการดำเนินงานให้สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม และกรมทรัพยากรธรณีทราบทุก 3 ปี นับจากวันที่ได้รับอนุญาตประทานบัตร โดยมีรายละเอียดของการดำเนินการ และตำแหน่งที่ดำเนินการอย่างเพียงพอในปีที่ผ่านมา
7. ในระหว่างการทำเหมืองหากพบวัตถุโบราณ หรือร่องรอยของโบราณคดี ไม่ว่าจะเป็นภาพเขียนสีหรืออื่น ๆ ที่มีความสำคัญทางประวัติศาสตร์ จะต้องรายงานและขอความร่วมมือกรมศิลปากรหรือสำนักงานศิลปากรในท้องถิ่นเข้าไปดำเนินการตรวจสอบพื้นที่ ทั้งนี้ในระหว่างการทำสำรวจจะต้องหยุดการทำเหมืองชั่วคราว และหากพิสูจน์แล้วว่า เป็นแหล่งโบราณคดี ผู้ถือประทานบัตรจะต้องปฏิบัติตามเงื่อนไขของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยไม่มีข้อเรียกร้องใด ๆ
8. ในการติดตามตรวจสอบให้ดำเนินการโดย บริษัทที่ปรึกษาและจะต้องตรวจสอบ โดยคณะกรรมการซึ่งประกอบด้วย สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กรมทรัพยากรธรณี ผู้อำนวยการฯ ผู้แทนชุมชน และหน่วยราชการท้องถิ่น