สรข.3 / 2546 / 010

รายงานผลการตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม
บริเวณหมู่เหมืองทองคำของ บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด
อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร และ อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์

การเทโลหะผสมที่ถลุงได้ลงในแบบ

โดย

ดร.พลยุทธ ศุขสมิติ

นายวิวัฒน์ โตธิรกุล

กลุ่มส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3

กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่

กระทรวงอุตสาหกรรม

พฤศจิกายน 2546

สารบัญ

		หน้า
สารบัญรูป		ข
สารบัญตาราง		ค
บทคัดย่อ		ง
คำขอบคุณ		จ
1. บทนำ		1
2. วัตถุประสงค์		1
3. พื้นที่ดำเนินการและการปฏิบัติงาน		2
4. จุดเก็บตัวอย่างน้ำ		5
5. วิธีเก็บและวิเคราะห์น้ำ		8
6. ผลของการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ		9
7. สรุปและเสนอแนะ		13
8. เอกสารอ้างอิง		14
ภาคผนวก ก	ความรู้เรื่องสารประกอบไซยาไนด์	15
ภาคผนวก ข.	ค่าความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างคุณภาพน้ำและจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	20

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	แผนที่ภูมิประเทศคลุมพื้นที่เหมืองทองคำชาตรี ของบริษัทอัคราไมนิ่ง จำกัด แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ	3
2	ขุมเหมือง “สุริยันต์” ที่อยู่ตอนกลางค่อนไปทางตะวันตกของหมู่เหมือง	4
3	โรงถลุงแร่ทองคำ	4
4	บ่อบาดาล บ.หนองระมาน (W-1)	6
5	บ่อขุดผิวดิน ที่บ้านเลขที่ 83/1 บ.คลองสายรุ้ง (W-4)	6
6	บ่อกักเก็บน้ำสำรอง (W-7)	6
7	บ่อสังเกตการณ์คุณภาพน้ำ (W-11)	6
8	ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำส่วนที่อยู่ในพื้นที่เหมืองแร่ทองคำและบริเวณรอบๆ	7

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

1. รายละเอียดของจุดเก็บตัวอย่างน้ำ 7
2. วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ 9
3. คุณภาพน้ำในบริเวณหมู่บ้านที่อยู่รอบเหมืองฯ และโรงประกอบโลหะกรรมฯ 11
4. คุณภาพน้ำในบริเวณที่ทำกิจกรรมของเหมืองฯ และโรงประกอบโลหะกรรมฯ 12
5. แสดงรูปแบบต่างๆ ของไซยาไนด์ที่อยู่ในน้ำ 17
6 แสดงค่า Effluent limits 19

บทคัดย่อ

การดำเนินการติดตามตรวจสอบผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมืองแร่ทองคำของบริษัท อัครไมนิ่ง จำกัด ที่ อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร และ อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์ ได้เก็บตัวอย่างน้ำจาก ทางน้ำธรรมชาติ บ่อขุด บ่อบาดาลเพื่อการอุปโภค-บริโภค แหล่งน้ำที่ผ่านกิจกรรมการทำเหมืองแร่ และบ่อเจาะสังเกตการณ์คุณภาพน้ำที่อยู่รอบ ๆ เหมืองแร่ มาวิเคราะห์หาคุณภาพทางกายภาพและเคมี พบว่าน้ำผิวดินทั้งที่เป็นธารน้ำธรรมชาติ แอ่งน้ำที่น้ำได้ผ่านกิจกรรมการทำเหมืองแร่และการโลหะกรรมแล้ว ยังมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 2 – 4 สำหรับบ่อบาดาลของหมู่บ้านที่อยู่โดยรอบและบ่อเจาะสังเกตการณ์ พบว่าส่วนใหญ่มีค่าความกระด้างถาวรสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค จากการหาค่าสัมประสิทธิ์สหความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพกับจุดเก็บตัวอย่างน้ำพอที่จะสรุปได้ว่ามีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิด ถึงระดับปานกลาง โดยเฉพาะน้ำจากบ่อบาดาลของหมู่บ้านบริเวณดังกล่าวกับน้ำจากบ่อเจาะสังเกตการณ์

จากการศึกษาสภาพทางธรณีวิทยาพบว่าในบริเวณเหมืองแร่ทองคำมีแร่ซัลไฟด์ปะปนอยู่ ทำให้มีโอกาสที่จะถูกออกซิไดซ์แล้วทำปฏิกิริยากับความชื้นเกิดเป็นกรดแก่ขึ้น ซึ่งอาจจะมีผลให้น้ำที่ผ่านกิจกรรมทำเหมืองแร่มีคุณสมบัติเป็นกรดได้

<u>คำขอบคุณ</u>

ขอขอบคุณ คุณเยาวนุช จันทร์ดุ้ง ผู้ประสานงานด้านสิ่งแวดล้อมของบริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด เป็นผู้ประสานงานกับคณะสำรวจ และอำนวยความสะดวกในการเก็บตัวอย่าง ทำให้งานสัมฤทธิ์ผลตามแผนที่กำหนดไว้

ขอขอบคุณ คุณประกิต อมรสิงห์ หัวหน้าฝ่ายอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ สำนักงานอุตสาหกรรมจังหวัดพิจิตร ที่ได้ประสานงานไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ทำให้ผู้ประกอบการให้ความสะดวกแก่คณะสำรวจเป็นอย่างดี

การปฏิบัติงานครั้งนี้ได้รับการช่วยเหลือในการเตรียมข้อมูลพื้นฐานและแผนที่ จากคุณนิวัฒน์ ศรีโคกกรวด และ คุณชาตรี ศรีโวทานัย กลุ่มตรวจสอบประเมินผลและเศรษฐศาสตร์เหมืองแร่ สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่ ก่อนการไปปฏิบัติราชการและในขั้นตอนการเขียนรายงาน ทำให้งานสัมฤทธิ์ผลตามที่ตั้งใจไว้ จึงขอขอบคุณมา ณ ที่นี้

ท้ายที่สุดนี้คณะทำงานขอขอบคุณ คุณสมชัย วงศ์สวัสดิ์ ผู้อำนวยการสำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 ที่ได้ส่งเสริมและสนับสนุนในการปฏิบัติงานครั้งนี้

1. บทนำ

ในปี พ.ศ. 2543 บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด ได้รับประทานบัตรเหมืองแร่ทองคำ จำนวน 4 แปลง มีเนื้อที่รวม 1,166 ไร่ ประกอบด้วยแปลงประทานบัตรเลข ที่26910/15365 ที่ร่วมผังโครงการทำเหมืองกับประทานบัตรที่ 26911/15366 และ 26912/15367 ตั้งอยู่ที่ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร และประทานบัตรที่ 25618/15368 ตั้งอยู่ที่ ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ จากการประเมินเบื้องต้นพบว่าบริเวณหมู่เหมืองนี้ มีสินแร่ที่มีทองคำปนอยู่โดยเฉลี่ย 2.6 กรัมต่อตัน จะสามารถผลิตโลหะทองคำออกมาได้ประมาณ 32 เมตริกตัน และโลหะเงินอีกประมาณ 98 เมตริกตัน

ในการทำเหมืองแร่ทองคำและกระบวนการสกัดแร่ทองคำ-เงินนั้นมีความเกี่ยวข้องกับสารเคมีที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมเช่นสารไซยาไนด์ กรดกำมะถัน ฯลฯ ซึ่งในขบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทางบริษัทฯ ได้มีการใช้เทคโนโลยีที่มีการดำเนินการในประเทศนิวซีแลนด์ เป็นต้นแบบในการดำเนินการ และปรับปรุงให้เหมาะสมกับสภาพแหล่งแร่ของไทย

นอกจากนี้ในบริเวณดังกล่าวได้มีการตั้งโรงประกอบโลหะกรรมโดยนำแร่ที่ขุดมาได้จากแหล่งมาทำการสกัดเอาโลหะที่มีค่าเช่นทองคำ และเงิน โดยใช้ขบวนการ Cyanidation โดยทองคำ เงิน ฯ จะเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนกับไซยาไนด์สามารถละลายได้ดีในน้ำ กากที่เหลือจากการสกัดจะถูกสูบเก็บไว้ในบ่อเก็บกักของเสีย (ภาคผนวก ก) จากนั้นนำเอาสารละลายที่มีทองคำและเงินไปผ่านถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) เพื่อดูดซับ (Adsorption) สารประกอบเชิงซ้อนของทองคำและเงินออกจากสารละลายไซยาไนด์ ส่วนสารละลายไซยาไนด์จะนำกลับไปใช้ใหม่(Recycle) นำสารละลายที่เหมาะสมมาชะ หรือลอก (Desorption) เอาสารประกอบเชิงซ้อนของทองคำ และเงินออกจากผิวถ่านกัมมันต์ แล้วนำสารละลายที่ได้มาไปเข้าสู่ขบวนการแยกโลหะทองคำ และโลหะเงินโดยแยกด้วยไฟฟ้า (Electrowinning) นำโลหะที่ได้ไปทำการหลอมเพื่อหล่อเป็นแท่งโลหะผสมเพื่อส่งไปทำให้บริสุทธิ์ที่ต่างประเทศต่อไป

2. วัตถุประสงค์

เพื่อเฝ้าระวัง และติดตามผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมและชุมชน อันเนื่องมาจากการดำเนินกิจกรรมของเหมืองแร่ทอง คำ ชาตรี และโรงประกอบโลหะกรรมของบริษัทอัคราไมนิ่ง จำกัด อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร และ อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์ และพื้นที่โดยรอบ โดยศึกษาถึงคุณภาพน้ำในบริเวณเหมือง ในลำธารธรรมชาติ และบ่อน้ำบริโภคในบริเวณหมู่บ้านโดยรอบ การศึกษาดังกล่าวจะก่อประโยชน์ในการวางแผนป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมล่วงหน้า และแนวทางแก้ไขที่ถูกวิธี ก่อนที่จะเกิดผลกระทบแล้วค่อยหาวิธีแก้ไขในภายหลัง ซึ่งจะก่อให้เกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจ สังคมและสุขอนามัยของผู้ได้รับผลกระทบที่รุนแรงภายหลัง สำนักงานอุตสาหกรรมพื้นฐานและการเหมืองแร่เขต 3 (สรข.3) จังหวัดเชียงใหม่ ได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวที่อาจจะเกิดขึ้นเป็นอย่างดีจึงได้จัดทำโครงการเฝ้าระวังและติดตามผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมดังกล่าวขึ้น

3. พื้นที่ดำเนินการ และการปฏิบัติงาน

3.1 ที่ตั้งและสภาพภูมิประเทศ

แหล่งแร่บริเวณหมู่เหมืองแร่ทองคำชาตรี ของ บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด ตั้งอยู่บริเวณรอยต่อระหว่างอำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตรและอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ปรากฏบนแผนที่ภูมิประเทศมาตราส่วน 1: 50,000 ของกรมแผนที่ทหาร ระวาง 5141 IV (บ้านวังทรายพูนใน) บริเวณพิกัด 675500E – 677700E และ1801000N – 1802300N มีลักษณะภูมิประเทศเป็นที่ราบที่มีระดับความสูงของผิวดินเดิมเฉลี่ยประมาณ 80 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง มีภูเขาลูกเล็ก ๆ ปรากฏอยู่ด้านทิศเหนือของพื้นที่ประกอบด้วยเขาโป่ง และเขาหม้อ ดังรูปที่ 1 พื้นที่โดยรอบส่วนใหญ่เป็นนาข้าวและพืชหมุนเวียนอื่น ๆ

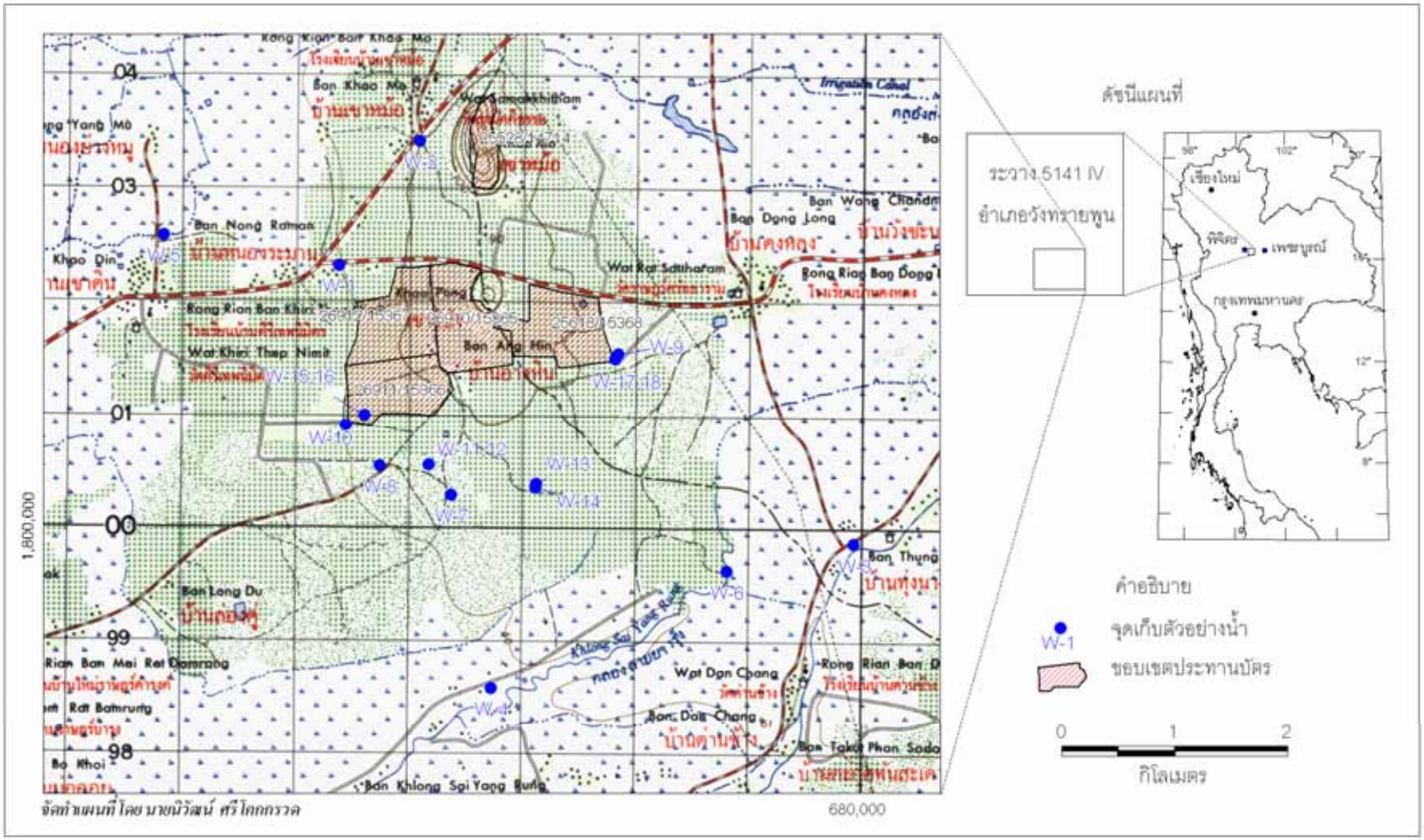
3.2 ธรณีวิทยาแหล่งแร่โดยสังเขป

แหล่งแร่บริเวณหมู่เหมืองแร่ทองคำของ บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด ตั้งอยู่ในแนวหินภูเขาไฟยุค เพอร์เมียนถึงไทรแอสซิค (อายุประมาณ 200 ล้านปี) ที่คดโค้งตามแนวขอบของหินชุดโคราช มีลักษณะเป็นหินแข็งสายแร่ประกอบด้วยแร่ควอตซ์และแร่ในกลุ่มคาร์บอเนตที่ปะปนด้วยเม็ดทองคำและเงินที่เล็กมากจนมองด้วยตาเปล่าไม่เห็น แทรกอยู่ตามรอยแตกและรอยเลื่อนของหินภูเขาไฟดังกล่าว

3.3 การปฏิบัติงาน

ได้ดำเนินการเก็บ และตรวจวัดคุณภาพน้ำจากลำธารธรรมชาติ น้ำจากบ่อขุดสำหรับการบริโภค ในหมู่บ้านที่อยู่รอบๆ บริเวณที่ได้ดำเนินกิจกรรมเหมืองแร่ฯ อันได้แก่หมู่บ้าน หนองระมาน บ้านเขาหม้อ บ้านดงหลง บ้านเขาดิน บ้านร่องคู่ บ้านทุ่งนางงาม บ้านหนองย่างหมู และบ้านด่านช้าง ราษฎรที่อาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าวจะทำการเกษตรปลูกข้าว ข้าวโพด และมันสัมปะหลังเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้น้ำจากแหล่งธรรมชาติและน้ำบาดาลในการเกษตรกรรม ซักล้าง และอุปโภค สำหรับน้ำบริโภคส่วนใหญ่จะเป็นน้ำฝน หรือน้ำดื่มบรรจุขวด

สำหรับในบริเวณเหมืองแร่ฯ และโรงประกอบโลหะกรรมฯ ได้เก็บตัวอย่างน้ำ ในบ่อน้ำสำรองเพื่อใช้ในกิจกรรมต่างๆ ภายในเหมืองและโรงประกอบโลหะกรรม(Reserve pond) บ่อดักตะกอนบ่อที่ 1(Sedimentation pond 1) บ่อดักตะกอนบ่อที่ 2 (Sedimentation pond 2) และน้ำจากบ่อเจาะสังเกตการณ์คุณภาพน้ำผิวดิน-น้ำใต้ดินเพื่อตรวจดูผลกระทบจากบ่อ Tailing storage ซึ่งเก็บกากเสียที่เหลือจากการสกัดทองคำ เงิน ฯลฯ ออกจากแร่โดยขบวนการ Cyanidation ซึ่งตำแหน่งและรายละเอียดของจุดเก็บตัวอย่างน้ำจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 1 แผนที่ภูมิประเทศ คลุมพื้นที่เหมืองทองคำชาตรี ของบริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

รูปที่ 2 ขุมเหมือง “สุริยันต์” ที่อยู่ตอนกลางค่อนไปทางตะวันตกของหมู่เหมือง

รูปที่ 3 โรงถลุงแร่ทองคำ

โดยได้ปฏิบัติการในการเก็บตัวอย่างในระหว่างวันที่ 17-18 กันยายน พ.ศ. 2546 ผู้ปฏิบัติงานภาคสนามประกอบด้วย

1.	ดร.พลยุทธ	ศุขสมิติ	นักวิทยาศาสตร์ 7 ว.
2.	นายวิวัฒน์	โตธิรกุล	นักธรณีวิทยา 7 ว.
3.	นายนิรันดร	ศรชัย	พนักงานขับรถยนต์

4. จุดเก็บตัวอย่างน้ำ

4.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณหมู่บ้านที่อยู่รอบเหมืองฯ และโรงประกอบโลหะกรรมฯ

จุดเก็บตัวอย่างที่1(W-1) บ่อบาดาล บ.หนองระมาน ต.หนองขนาก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร (รูปที่ 4)
จุดเก็บตัวอย่างที่2(W-2) บ่อบาดาล บ.เขาหม้อ ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
จุดเก็บตัวอย่างที่3(W-3) บ่อบาดาล บ.ทุ่งนางงาม ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
จุดเก็บตัวอย่างที่4(W-4) บ่อขุดผิวดิน ของบ้านเลขที่ 83/1 บ.คลองสายรุ้ง ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร (รูปที่ 5)
จุดเก็บตัวอย่างที่5(W-5) ลำธารธรรมชาติคลองร่องหอย บ.หนองย่างหมู ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
จุดเก็บตัวอย่างที่6(W-6) ลำธารธรรมชาติคลองสายรุ้ง บ.คลองสายรุ้ง ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร

4.2 จุดเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณที่ทำกิจกรรมของเหมืองฯ และโรงประกอบโลหะกรรมฯ

จุดเก็บตัวอย่างที่7(W-7) Reserve pond (รูปที่ 6)
จุดเก็บตัวอย่างที่8(W-8) Sedimentation pond 1
จุดเก็บตัวอย่างที่9(W-9) Sedimentation pond 2
จุดเก็บตัวอย่างที่10(W-10) บ่อพักน้ำ ศาลาขาว
จุดเก็บตัวอย่างที่11(W-11) บ่อเจาะสังเกตการณ์คุณภาพน้ำ บ่อRC 684
จุดเก็บตัวอย่างที่12(W-12) บ่อเจาะสังเกตการณ์คุณภาพน้ำ บ่อRC 685
จุดเก็บตัวอย่างที่13(W-13) บ่อเจาะสังเกตการณ์คุณภาพน้ำ บ่อRC 699
จุดเก็บตัวอย่างที่14(W-14) บ่อเจาะสังเกตการณ์คุณภาพน้ำ บ่อRC 663 (รูปที่ 7)
จุดเก็บตัวอย่างที่15(W-15) บ่อเจาะสังเกตการณ์คุณภาพน้ำ บ่อRC 701
จุดเก็บตัวอย่างที่16(W-16) บ่อเจาะสังเกตการณ์คุณภาพน้ำ บ่อRC 523
จุดเก็บตัวอย่างที่17(W-17) บ่อเจาะสังเกตการณ์คุณภาพน้ำ บ่อRC 678
จุดเก็บตัวอย่างที่18(W-18) บ่อเจาะสังเกตการณ์คุณภาพน้ำ บ่อRC 679

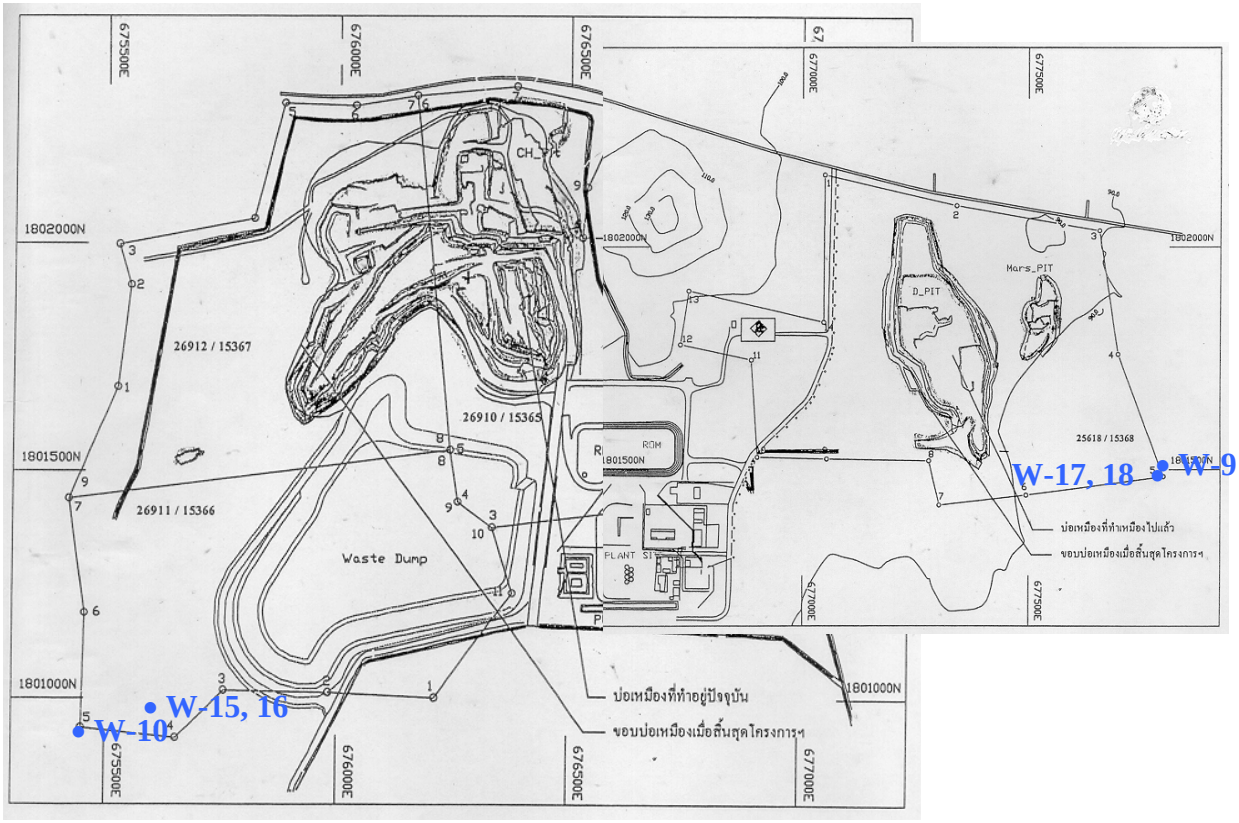
แผนที่แสดงตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำปรากฏตามรูปที่ 1 และ 8 และรายละเอียดของจุดเก็บตัวอย่างน้ำได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

รูปที่ 4 บ่อบาดาล บ.หนองระมาน (W-1)

รูปที่ 5 บ่อขุดผิวดิน ที่บ้านเลขที่ 83/1
บ.คลองสายรุ้ง (W-4)

รูปที่ 6 บ่อกักเก็บน้ำสำรอง (W-7)

รูปที่ 7 บ่อสังเกตการณ์คุณภาพน้ำ (W-11)



รูปที่ 8 ตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างน้ำส่วนที่อยู่ในพื้นที่เหมืองแร่ทองคำและบริเวณรอบๆ

ตารางที่1. รายละเอียดของจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

จุดที่	พิกัดบนแผนที่ (UTM)		รายละเอียด
W-1	675374 E	1802317 N	บ่อบาดาล มีระบบประปาชนบท เจาะน้ำโดย กรมทรัพยากรธรณี บ้านหนองระมาน ตำบลหนองขนาก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
W-2	676078 E	1803418 N	บ่อบาดาลเพื่อการเกษตร บ้านเขาหม้อ ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
W-3	679926 E	1799866 N	บ่อบาดาล ประปาชนบทที่จัดทำโดย กรมทรัพยากรธรณี บ้านทุ่งนางงาม ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
W-4	676739 E	1798578 N	บ่อขุดผิวดิน ที่ชาวบ้านใช้อุปโภคที่บ้านเลขที่ 83/1 บ้านหนองสายรุ้งเหนือ หมู่ 4 ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร

W-5	673828 E	1802625 N	ลำธารธรรมชาติ คลองร่องหอย บริเวณบ้านหนองย่างหมู ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
W-6	678907 E	1799625 N	ลำธารธรรมชาติ คลองสายรุ้ง
W-7	676376 E	1800282 N	Reserve pond เป็นบ่อพักน้ำสำหรับใช้ในกิจกรรมของเหมือง สูบมาจากบ่อลดระดับน้ำบาดาล (De-watering well)
W-8	675744 E	1800541 N	Sedimentation pond I รองรับน้ำจากบ่อเหมือง “สุริยันต์”
W-9	677839 E	1801543 N	Sedimentation pond II รองรับน้ำจากบ่อเหมือง “จันทรา”
W-10	675443 E	1800899 N	บ่อพักน้ำ “ศาลาขาว” เก็บน้ำที่อาจล้นออกมาจาก Sediment pond I มีน้ำซึมจากชั้นศิลาแลงมาก เป็นน้ำตกย่อม ๆ
W-11	676175 E	1800552 N	บ่อสังเกตการณ์ ลึก 10 เมตร (RC 684)
W-12	676175 E	1800552 N	บ่อสังเกตการณ์ ลึก 60 เมตร (RC 685)
W-13	677123 E	1800385 N	บ่อสังเกตการณ์ ลึก 10 เมตร (RC 699)
W-14	677118 E	1800352 N	บ่อสังเกตการณ์ ลึก 60 เมตร (RC 663)
W-15	675606 E	1800990 N	บ่อสังเกตการณ์ ลึก 10 เมตร (RC 701)
W-16	675606 E	1800990 N	บ่อสังเกตการณ์ ลึก 60 เมตร (RC 523)
W-17	677815 E	1801502 N	บ่อสังเกตการณ์ ลึก 10 เมตร (RC 678)
W-18	677815 E	1801502 N	บ่อสังเกตการณ์ ลึก 60 เมตร (RC 679)

5. วิธีเก็บ และวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ

5.1 วิธีเก็บตัวอย่างน้ำ

ตัวอย่างน้ำได้แบ่งเก็บในขวดพลาสติกชนิด HDPE ที่ล้างทำสะอาดแล้วจำนวน 2 ขวด ขวดแรกเก็บปริมาตร 1 ลิตรเพื่อวิเคราะห์หาความเป็นกรด-ด่าง (pH) ความกระด้าง (Total hardness, TH) การนำไฟฟ้า (Electric conductivity) และปริมาณสารที่ละลายได้ในน้ำ (Total dissolved solid, TDS) ขวดที่สองจะกรองด้วยกระดาษกรองเพื่อแยกเอาตะกอนแขวนลอยออกจากน้ำ จากนั้นเติมกรดไนตริกเข้มข้นปริมาตร 5 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่างน้ำปริมาตร 1 ลิตร เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณโลหะคือ โซเดียม (Na) โปตัสเซียม (K) แมงกานีส (Mn) ตะกั่ว (Pb) สังกะสี (Zn) ทองแดง (Cu) แคดเมียม (Cd) นิเกิล (Ni) และโคบอลต์ (Co) แล้ว

นำไปเปรียบเทียบกับค่าระดับที่ปลอดภัยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภคตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 332 (พ.ศ.2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2521 และตามมาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินตามประกาศของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 พ.ศ. 2537 (ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535)

5.2 วิธีวิเคราะห์ตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ

วิธีวิเคราะห์ และพารามิเตอร์คุณภาพน้ำ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2. วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

พารามิเตอร์	วิธีวิเคราะห์*
pH	pH-meter
Electric conductivity	Conductometer
Total Dissolved Solid	Calculation
Total Hardness	EDTA titration
Sulfate	Turbidimetry
Na และK	FAAS
Mn, Fe, Cd, Cu, Zn, Pb, Ni และ Co	ICP-OES

(*วิเคราะห์ตาม Standard Methods for Examination of Water and Waste water, 20th ed., 1998, American Public of Health Association)

6. ผลของการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ผลของการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ และทางเคมีของน้ำในจุดเก็บตัวอย่างต่างๆ แสดงไว้ในตารางที่ 3 และตารางที่ 4

6.1 คุณภาพน้ำบริเวณหมู่บ้านที่อยู่รอบเหมืองฯ และโรงประกอบโลหะกรรมฯ

ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำในลำธารธรรมชาติ บ่อขุดน้ำผิวดิน และบ่อบาดาลบริเวณหมู่บ้านที่อยู่รอบเหมืองฯ และโรงประกอบโลหะกรรมฯ เดือนกันยายน พ.ศ. 2546 จำนวน 6 จุดเก็บตัวอย่าง ผลของการวิเคราะห์คุณภาพน้ำได้แสดงไว้ในตารางที่ 3

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำจากลำธารธรรมชาติในเหมือง และบริเวณโดยรอบกลุ่มเหมืองทองคำ ในเดือนกันยายน พ.ศ. 2546 จำนวน 6 จุดเก็บตัวอย่าง พบว่าน้ำมีคุณภาพในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6.2 – 7.4 ค่าการนำไฟฟ้า(E.C.) อยู่ในช่วง 112 – 1945 μS/cm ค่าปริมาณ

สารที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด(TDS) อยู่ในช่วง 95 – 1582 mg/L ปริมาณความกระด้างรวม(TH) 100 – 446 mg/L as $CaCO_3$ ปริมาณแมงกานีส(Mn)อยู่ในช่วง 0.015 –0.431 mg/L ปริมาณทองแดง(Cu) โคบอลต์(Co) ปริมาณโครเมียม(Cr) และนิเกิล(Ni) มีปริมาณ <0.005 mg/L ปริมาณสังกะสี(Zn) อยู่ในช่วง 0.049 – 0.773 mg/L ปริมาณตะกั่ว(Pb) อยู่ในช่วง <0.005 – 0.017 mg/L ปริมาณแคดเมียม(Cd) <0.002 mg/L และปริมาณเหล็ก(Fe) อยู่ในช่วง 0.014 –0.243 mg/L ซึ่งปริมาณโลหะหนักยังอยู่ในปริมาณต่ำ ปริมาณโซเดียม(Na) 0.43 – 25.20 mg/L ปริมาณโปตัสเซียม(K) 0.27 – 2.27 mg/L และปริมาณซัลเฟต (SO_4^{2-}) 1.1 – 1423.1 mg/L

สำหรับคุณภาพน้ำของจุดเก็บตัวอย่างน้ำ W-3 และW-4 ซึ่งเป็นน้ำจากบ่อบาดาล และบ่อขุดผิวดินของราษฎร บ้านทุ่งนางงาม และบ้านคลองสายรุ้งเหนือ พบว่ามีค่าความกระด้างรวมเกินมาตรฐานน้ำบริโภค โดยเฉพาะบ่อที่ W-4 จะมีปริมาณซัลเฟต และปริมาณสารที่ละลายได้ในน้ำมีปริมาณสูงเกินกว่ามาตรฐานน้ำบริโภคมาก แต่อย่างไรก็ตามจากการสอบถามราษฎรที่ใช้น้ำ 2บ่อดังกล่าว พบว่าส่วนใหญ่ใช้ในการอุปโภคและซักล้างเท่านั้น ส่วนน้ำดื่มได้อาศัยน้ำฝน หรือน้ำดื่มบรรจุขวดแทน

6.2 คุณภาพน้ำจากบริเวณที่ทำกิจกรรมของเหมืองแร่ฯ และโรงประกอบโลหะกรรมฯ

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำบริเวณที่ทำกิจกรรมของเหมืองฯ และโรงประกอบโลหะกรรมฯในเดือนกันยายน พ.ศ. 2546 จำนวน 12 จุดเก็บตัวอย่าง(ตารางที่ 4) เพื่อตรวจสอบการป้องกันน้ำจากภายในเหมืองแร่ไหลออกไปปนเปื้อนกับน้ำบริเวณภายนอกเหมืองทั้งน้ำผิวดิน และน้ำบาดาล ผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำในบ่อเจาะสังเกตการณ์ ทั้งในระดับความลึก 10 เมตร 60 เมตร และน้ำในบ่อดักตะกอน พบว่าน้ำยังมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน โดยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 5.8 – 7.3 ค่าการนำไฟฟ้า (E.C.) อยู่ในช่วง 110 – 698 μS/cm ค่าปริมาณสารที่ละลายได้ในน้ำทั้งหมด (TDS) อยู่ในช่วง 90 – 562 mg/L ปริมาณความกระด้างรวม (TH) 107.6 – 475.6 mg/L as $CaCO_3$ ปริมาณแมงกานีส (Mn) อยู่ในช่วง 0.018 – 0.852 mg/L ปริมาณทองแดง (Cu) <0.005 - 0.009 mg/L ปริมาณโครเมียม (Cr) <0.005 – 0.009 mg/L โคบอลต์ (Co) และนิเกิล (Ni) มีปริมาณ <0.005 mg/L ปริมาณสังกะสี (Zn) อยู่ในช่วง 0.026 – 0.439 mg/L ปริมาณตะกั่ว(Pb) อยู่ในช่วง <0.005 – 0.009 mg/L ปริมาณแคดเมียม (Cd) <0.002 mg/L และปริมาณเหล็ก (Fe) อยู่ในช่วง 0.015 – 0.276 mg/L ซึ่งปริมาณโลหะหนักยังมีในปริมาณต่ำ ปริมาณโซเดียม (Na) 2.34 – 24.91 mg/L ปริมาณโปตัสเซียม (K) 0.11 – 6.16 mg/L และปริมาณซัลเฟต (SO_4^{2-}) 2.2 – 827.7 mg/L

ตารางที่ 3.คุณภาพน้ำในบริเวณหมู่บ้านที่อยู่รอบเหมืองฯ และโรงประกอบโลหะกรรมฯ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ						มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 2-4
	W-1	**W-2**	**W-3**	**W-4**	**W-5**	**W-6**	
pH	7.3	7.1	7.4	7.2	6.7	6.2	5.0 – 9.0
E.C.(μS/cm)	384	312	524	1945	384	112	
TDS(mg/L)	307	255	425	1582	92	95	-
TH(mg/L)	196.8	182.0	328.0	446.0	100.0	124.4	-
Mn(mg/L)	0.431	0.275	0.178	0.025	0.028	0.015	<1.0
Cd(mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.005*/0.05**
Cu(mg/L)	<0.005	0.006	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.1
Zn(mg/L)	0.773	0.092	0.178	1.191	0.049	0.342	<1.0
Pb(mg/L)	0.017	0.006	0.007	0.011	<0.005	0.006	<0.05
Co(mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	-
Cr(mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05
Ni(mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<1.0
Fe(mg/L)	0.243	0.070	0.064	0.266	0.014	0.036	-
Na(mg/L)	25.20	13.04	17.63	24.77	4.93	0.43	-
K(mg/L)	1.36	2.27	0.27	0.70	0.38	0.84	-
Sulfate(mg/L)	3.5	2.2	28.9	1423.1	1.1	1.5	-

(* น้ำที่มีความกระด้างไม่เกิน กว่า 100 mg/L ** น้ำที่มีความกระด้างเกิน กว่า 100 mg/L)

ตารางที่ 4.คุณภาพน้ำในบริเวณที่ทำกิจกรรมของเหมืองฯ และโรงประกอบโลหะกรรมฯ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	จุดเก็บตัวอย่างน้ำ											
	W-7	**W-8**	**W-9**	**W-10**	**W-11**	**W-12**	**W-13**	**W-14**	**W-15**	**W-16**	**W-17**	**W-18**
pH	5.9	7.2	6.5	5.8	6.7	5.8	6.8	7.3	7.2	6.6	7.1	6.5
E.C.(μS/cm)	604	581	666	110	507	635	667	698	397	235	317	234
TDS(mg/L)	485	470	534	90	406	512	538	562	322	189	258	195
TH(mg/L)	390.4	393.2	380.8	107.6	341.6	416.4	447.2	475.6	259.6	144.4	259.6	177.2
Mn(mg/L)	0.255	0.018	0.852	0.040	0.319	0.727	0.261	0.896	0.082	0.297	0.020	0.329
Cd(mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Cu(mg/L)	0.009	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Zn(mg/L)	0.080	0.026	0.027	0.034	0.248	0.052	0.047	0.439	0.095	0.072	0.356	0.124
Pb(mg/L)	<0.005	<0.005	0.009	0.007	0.006	0.006	0.005	<0.005	<0.005	0.006	0.008	0.009
Co(mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Cr(mg/L)	0.009	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Ni(mg/L)	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005
Fe(mg/L)	0.152	0.142	0.015	0.008	0.055	0.052	0.019	0.049	0.032	0.124	0.015	0.276
Na(mg/L)	8.69	10.86	22.30	5.89	17.57	19.52	24.91	16.70	2.34	8.14	11.39	9.86
K(mg/L)	3.73	4.19	6.16	0.91	0.80	1.05	0.18	1.34	1.09	1.99	0.11	0.68
Sulfate(mg/L)	800.0	591.9	827.7	24.3	135.3	4.2	5.8	110.9	2.3	31.2	2.2	2.5

7.สรุปและเสนอแนะ

จากการตรวจวัดคุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติและที่ประชาชนใช้อุปโภคที่อยู่รอบๆ เหมืองแร่ฯ พบว่าส่วนที่เป็นน้ำบาดาลมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดตามมาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค ยกเว้นบ่อที่ บ.ทุ่งนางงาม ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์ (W-3) ที่พบว่าน้ำมีความกระด้างถาวรเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งน้ำจากบ่อนี้ไม่ควรนำไปบริโภค เช่นเดียวกับน้ำบ่อขุดที่ บ.หนองสายรุ้งเหนือ หมู่ 4 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร ที่มีปริมาณซัลเฟตและความกระด้างถาวรในน้ำสูงมาก และมีธาตุสังกะสีเจือปนอยู่เกินกว่าที่มาตรฐานน้ำผิวดินประเภท 2 – 4 กำหนด ซึ่งจากคุณภาพน้ำในส่วนที่ด้อยคุณภาพนั้น ประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวไม่เดือดร้อนมากนักเนื่องจากใช้น้ำฝนและน้ำบรรจุขวดในการบริโภค น้ำจากทางน้ำธรรมชาติน้ำพบว่ามีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานน้ำผิวดินประเภท 2 – 4 กำหนด

คุณภาพน้ำในบริเวณที่ทำกิจกรรมเหมืองแร่และโลหะกรรมพบว่าน้ำที่อยู่ในบ่อเก็บน้ำสำรอง บ่อดักตะกอนและบ่อพักน้ำนั้น ยังมีคุณภาพอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานน้ำผิวดินประเภท 2 – 4 กำหนด ในส่วนของบ่อสังเกตการณ์พบว่าส่วนใหญ่น้ำจะมีค่าความกระด้างถาวรเกินกว่ามาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค ซึ่งก็ไม่เกิดผลกระทบด้วยน้ำจากบ่อดังกล่าวไม่มีการนำไปบริโภค

ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำจากการสุ่มเก็บจากที่ต่างๆ มีค่าความสัมพันธ์ทางสถิติ (ใช้โปรแกรม SPSS ในการศึกษา) สามารถสรุปได้ดังนี้

- น้ำจากบ่อบาดาล (W-1 ถึง W-3) และบ่อเจาะสังเกตการณ์ทั้งหมด (W-11 ถึง W-18) มีค่าความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างใกล้ชิด แสดงว่าเป็นกลุ่มน้ำที่เกิดในสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกันมาก
- น้ำจากบ่อพักน้ำสำรอง (W-7) และน้ำจากบ่อกักเก็บตะกอน ทั้งฝั่งบ่อสุริยันต์และบ่อจันทรา (W-8 และ W-9) มีค่าความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด เมื่อเทียบน้ำกลุ่มนี้กับน้ำบาดาล พบว่ามีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง
- น้ำในลำธารธรรมชาติ ที่คลองสายรุ้ง (W-6) มีความสัมพันธ์กับน้ำบาดาลที่อยู่ใต้โครงการทำเหมืองแร่ทองคำและบริเวณใกล้เคียง ในระดับค่อนข้างใกล้ชิด สำหรับน้ำจากคลองร่องหอย (W-5) พบว่ามีความสัมพันธ์กับน้ำอื่น ๆ ในระดับปานกลาง

จากการหาค่าความสัมพันธ์ทางสถิติแล้ว จะเห็นได้ว่าคุณภาพของน้ำ ทั้งที่อยู่ในพื้นที่โครงการฯ และโดยรอบ มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลางถึงมากซึ่งแสดงถึงสภาพแวดล้อมที่คล้ายคลึงกัน ดังนั้นควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำอย่างต่อเนื่อง เพราะหากระดับความสัมพันธ์ดังกล่าวมีความผิดปกติอาจบ่งชี้ถึงการแพร่กระจายของสารปนเปื้อน-สารพิษได้

เนื่องจากในเหมืองแร่ทองคำมักจะมีสารประกอบของแร่ซัลไฟด์(Sulfide hosting gold mineralization)ปนอยู่ซึ่งเป็นแร่ที่มี Potentially acid forming(PAF) สารประกอบแร่เหล่านั้นเมื่อสัมผัสกับ

อากาศ น้ำ ตลอดจนแบคทีเรียบางสายพันธุ์ จะทำให้เกิดกรดแก่(Strong acid)เช่นกรดกำมะถัน ซึ่งจะมีผลก่อให้เกิด Acid mine drainage (AMD) ได้ แต่จะเกิดมากน้อยแค่ไหนนอกจากจะขึ้นกับพารามิเตอร์ข้างต้นแล้ว ยังขึ้นกับปริมาณแร่ดังกล่าวที่ปะปนอยู่มีในปริมาณมากหรือน้อยกว่าแร่ที่มี Non Potentially acid forming (NAF) เพียงใด นอกจากนี้ถ้าน้ำมีสภาพเป็นกรดจะทำให้เกิดการละลายของโลหะหนักออกมาจากดิน หรือหินที่น้ำเป็นกรดดังกล่าวไหลผ่าน สิ่งสำคัญที่สุดคือการป้องกันการเกิด AMD หรือให้เกิดน้อยที่สุด เพราะการเกิด AMD จะมีผลทำให้น้ำที่มีสภาพเป็นกรดแก่เมื่อเจอกับสารประกอบเชิงซ้อนของไซยาไนด์จะทำให้เกิด Reactive cyanide อันก่อเกิดอันตรายกับสิ่งมีชีวิตได้

สำหรับการวิเคราะห์หาปริมาณไซยาไนด์ในรูปแบบต่างๆ ยังไม่สามารถดำเนินการวิเคราะห์ได้เนื่องจากยังขาดอุปกรณ์ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์คุณภาพสูงที่ใช้วิเคราะห์หาปริมาณในรูปแบบต่างๆ ได้ ทั้งนี้การวิเคราะห์หาปริมาณไซยาไนด์เพื่อการติดตาม ในการป้องกัน และระวังเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมีความจำเป็นมาก เนื่องจากความเป็นพิษของไซยาไนด์เอง และการละลายน้ำได้ดีของสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างไอออนโลหะกับไซยาไนด์ทำให้มีการแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้ง่าย **ดังนั้นจึงจำเป็นยิ่งที่ สรข.3 หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องของรัฐ พัฒนาขีดความสามารถในการวิเคราะห์ไซยาไนด์เพื่อร่วมกันดูแลคุณภาพสิ่งแวดล้อมอย่างเร่งด่วนต่อไป**

8. เอกสารอ้างอิง

1. บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด, 2546, "***เหมืองแร่ทองคำชาตรี***", เอกสารแนะนำ, 8 หน้า
2. จิตติมา อรรถอารุณ, 2544, ***"ผู้บุกเบิกมิติใหม่...อุตสาหกรรมทองคำไทย***", คอลัมน์เพชรในวงการ, ข่าวสารการธรณี ปีที่ 46 ฉบับที่ 6 ปี 2544, พฤศจิกายน-ธันวาคม, หน้า 6-14
3. Akcil, ***Minerals Engineering***, 15 (2002) 695-699.
4. Aysen Muezzinoglu, ***Critical Reviews in Environmental*** *Science and Technology*, 33(1)(2003)45-71.
5. U.S.Department of Energy ; Office of Environmental Management; Office of Science and Technology ***"Cyanide Destruction Immobilization of Residual Sludge"***, 1998.

ภาคผนวก ก.

ความรู้เรื่องสารประกอบไซยาไนด์

สารประกอบไซยาไนด์(Cyanide compound)

ปรกติในธรรมชาติจะไม่พบสารประกอบไซยาไนด์ ถ้าตรวจพบแสดงว่าต้องมีการปนเปื้อน (Contamination) มาจากแหล่งต่างๆ อันเนื่องจากการทำกิจกรรมของมนุษย์ที่อยู่ใกล้เคียงได้มีรายงานการศึกษาถึงผลกระทบของไซยาไนด์ต่อสิ่งแวดล้อม พบว่าความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตจะขึ้นกับรูปแบบต่างๆ (Cyanide species) ของไซยาไนด์ที่อยู่ในน้ำ โดยรูปแบบที่เป็นพิษมากที่สุดคือรูปไซยาไนด์อิสระ (Free cyanide หรือ Reactive cyanide, CN^-) ในสภาวะที่เหมาะสมเช่นความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6.0 ไซยาไนด์สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็น Hydrogencyanide (HCN) ละลายอยู่ในน้ำ และจะระเหยเป็นไอของแก๊ส HCN ได้ง่าย ซึ่งจะมีพิษรุนแรง การได้รับไซยาไนด์เข้าไปในร่างกายมีทั้งได้จากการสูดดม ดื่มหรือกินปะปนไปในอาหาร และสามารถดูดซึมผ่านเข้าไปในร่างกายได้ในทางผิวหนัง สำหรับอาการเกิดพิษของไซยาไนด์มีทั้งชนิดเฉียบพลันถ้าได้รับเข้าไปในร่างกายในปริมาณมากคือ จะทำให้เกิดอาการชัก เหนื่อยหอบ หมดสติ และหยุดหายใจทั้งเนื่องจากไซยาไนด์จะไปขัดขวางไม่ให้เม็ดเลือดแดงรับออกซิเจนส่งไปยังเนื้อเยื่อ ทำให้เนื้อเยื่อตายเนื่องจากไม่สามารถรับออกซิเจนได้เพียงพอนอกจากนี้ ถ้าได้รับในปริมาณน้อยในระยะเวลานานๆ จะเกิดพิษเรื้อรัง จะมีอาการปวดศีรษะ ทรงตัวลำบาก คลื่นไส้ อาเจียน มีความผิดปรกติของระบบทางเดินอาหาร มีอาการแพ้ที่ผิวหนัง และเกิดเป็นแผลอักเสบได้ง่าย

นอกจากนี้ ไอออนของไซยาไนด์ (CN^-) ยังสามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนได้ดีกับโลหะไอออนต่างๆ ที่อยู่ในน้ำ โดยอาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ คือ

กลุ่มที่ 1 จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่ค่อนข้างสลายตัวได้ง่าย(Weak cyanocomplexes หรือ Weak acid dissociable cyanide (WAD)) เช่นไอออนของ Ag, Cd, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Zn.

กลุ่มที่ 2 จะเกิดสารประกอบเชิงซ้อนที่ค่อนข้างเสถียร (Strong cyanocomplexes) เช่น Au, Co, Fe, Mo, Pt-group

ซึ่งกลุ่มสารประกอบเชิงซ้อนเหล่านี้จะมีพิษค่อนข้างต่ำต่อสิ่งแวดล้อม แต่อย่างไรก็ตามถ้าสภาวะแวดล้อมมีสภาพเป็นกรด ก็จะมีผลให้สารประกอบเชิงซ้อนเหล่านั้นปล่อย CN^- อิสระออกมา โดยเฉพาะกลุ่ม Weak cyanocomplexes ถึงแม้ว่าสารประกอบเชิงซ้อนของ กลุ่ม Strong cyanocomplexes จะสลายตัวค่อนข้างยากแต่ได้มีรายงานการวิจัยพบว่าแสงสว่างจะทำให้เกิดปฏิกิริยา Photochemical reaction ซึ่งจะมีผลทำให้สารประกอบเชิงซ้อนดังกล่าว สลายตัวให้ไซยาไนด์อิสระออกมาได้ดี

ตารางที่ 5. แสดงรูปแบบต่างๆ ของไซยาไนด์ที่อยู่ในน้ำ

Cyanide Species	
1. Free cyanide	CN^-, HCN
2. Simple cyanide compounds a) Readily soluble b) Readily insoluble	 NaCN, KCN, $Ca(CN)_2$, $Hg(CN)_2$ $Ni(CN)_2$, AgCN, $Zn(CN)_2$, $Cu(CN)_2$
3. Weak metal-cyanide	$Zn(CN)_4^{2-}$, $Cd(CN)_3^{2-}$, $Cd(CN)_4^{2-}$
4. Moderately strong metal cyanide complex	$Cu(CN)_2^-$, $Cu(CN)_3^-$, $Ni(CN)_4^{2-}$, $Ag(CN)_2^-$
5. Strong metal-cyanide	$Fe(CN)_6^{3-}$, $Fe(CN)_6^{4-}$, $Co(CN)_6^{4-}$, $Au(CN)_2^-$, $Hg(CN)_4^{2-}$,

การขจัดไซยาไนด์ในน้ำทิ้ง(Cyanide destruction)

มีอยู่หลายขบวนการด้วยกันคือ

1. Alkaline chlorination

1.1 Chlorinated oxidants

จะใช้แก๊สคลอรีน กับโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโซเดียม ไฮโปคลอไรท์ ทำปฏิกิริยากับสารละลายที่มีไซยาไนด์ (CN^-) โดยสารละลายต้องมีความเป็นกรด-ด่างมากกว่า 10 หรือในบางครั้งจะมีการทำให้เกิดปฏิกิริยาในถังปฏิกิริยา (Reaction tank) 3 ถัง โดย**ถังแรก**จะเปลี่ยน ไซยาไนด์ไปเป็นไซยาเนต (CNO^-) ตามสมการ ซึ่งมีพิษน้อยมาก

$$NaCN + Cl_2 + 2NaOH \longrightarrow NaCNO + 2NaCl + H_2O$$

การเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวจะใช้เวลา 5-10 นาที

จากนั้นจะสูบสารละลายจากถังแรกใส่ลงไปใน**ถังที่2** เพื่อปรับความเป็นกรด-ด่างให้เหลือประมาณ 8.5 ด้วยสารละลายกรด แล้วสูบสารละลายจากถังที่2ไปใส่ไว้ในถังที่3

ถังที่3 จะปรับความเป็นกรด-ด่างจากสารละลายจากถังแรกให้เหลือประมาณ 8.0 แล้วเติมแก๊สคลอรีนเพื่อทำลายไซยาเนตให้เป็นรูปที่ไม่มีพิษ ตามสมการ

$$2NaCNO + 3Cl_2 + 4NaOH \rightarrow 6NaCl + 2CO_2 + N_2 + 2H_2O$$

การเกิดปฏิกิริยาจะใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที

1.2 Chorine dioxide

จะใช้สารประกอบคลอรีนไดออกไซด์(Chlorine dioxide, ClO_2)ทำปฏิกิริยากับไซยาไนด์ในสารละลายที่มีความเป็นกรด-ด่างประมาณ 8-10 ตามสมการ

$$NaCN + 2ClO_2 + 2NaOH \rightarrow NaCNO + 2NaClO_2 + H_2O$$

ในการทำลายไซยาไนด์โดยใช้วิธี Alkaline chlorination ทั้ง 2 แบบ จะทำลายไซยาไนด์ในรูป Free Cyanide กับ WAD เท่านั้นส่วนรูปอื่นไม่ถูกทำลาย

2. Hydrogen peroxide and Caro's acid

สารละลายไซยาไนด์จะถูกทำลายโดย Hydrogen peroxide และ Caro's acid ภายใต้สภาวะความเป็นกรด-ด่าง 9-11 โดยมี Cu^{2+} เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

$$H_2O_2 + CN^- \rightarrow CNO^- + H_2O$$

หรือในบางครั้งจะมีการเติม sodium thiosulfated จะได้ Thiocynate(SCN^-)แทน

ถ้าเป็นสารละลาย Slurry จะมีไอออนของโลหะต่างๆ หรือสารประกอบต่างๆ ปะปนอยู่มากซึ่งจะทำปฏิกิริยาได้ดีกับ Hydrogen peroxide ทำให้สิ้นเปลือง ดังนั้นจะใช้ Caro's acid (H_2SO_5) แทน

$$H_2SO_4 + H_2O_2 \rightarrow H_2SO_5 + H_2O$$

หรือใช้

$$Na_2S_2O_8 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} NaHSO_4 + NaHSO_5$$

$$H_2SO_5 + CN^- \rightarrow H_2SO_4 + CNO^-$$

วิธีนี้คงทำลายได้แต่Free cyanide และ WADเท่านั้น แต่จะทำลายไซยาไนด์ในรูปอื่นอาจต้องใช้แสง UV ช่วยหรือเติมสาร Steryldimethylbenzyl ammonium chloride.ลงไป

3. SO_2/air

ในปฏิกิริยานี้จะใช้ส่วนผสมของ Sulfur dioxide หรือ สารละลาย Sulfite อากาศ และปูนขาว โดยมี Cu^{2+} เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา เติมลงในถังปฏิกิริยา

$$CN^- + O_2 + SO_2 \rightarrow CNO^- + H_2SO_4$$

จะเห็นว่าการกำจัดไซยาไนด์ทั้ง 3 วิธีจะได้ไอออนของ CNO^- ออกมา ซึ่งมีความเป็นพิษน้อยกว่าไซยาไนด์ประมาณ1000 เท่า แต่ถ้า คนสารละลายต่อไปอีก 3 – 4 ชั่วโมง CNO^-จะสลายตัวต่อตามสมการ

$$CNO^- + H_2O \rightarrow NH_3 + HCO_3^-$$

ตัวอย่างค่า Effluent limits ของน้ำทิ้ง(Water discharged) สำหรับ เหมืองแร่ทองคำที่มีการใช้ขบวนการ Cyanidation ปรากฏดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 6 แสดงค่า Effluent limits(ดัดแปลงจากA. Akcil, *Minerals Engineering*, 15 (2002) 695-699)

	International Standards(mg/L)			
Element	**Turkish**	**Canada**	**Word Bank**	**USA**
CN total	1	2	1	$0.2CN_{WAD}$
Cd	1	0.01-0.1	0.1	0.05
Zn	5	0.2-1	1	0.75
Cu	5	0.05-0.3	0.1	0.15
Pb	2	0.05-0.2	0.6	0.03
As	5	0.01-1	1	-
Sb	5	-	-	-
Fe	10	0.3-1	2	-
Cr	2	0.05-0.3	1	-
Hg	0.1	0.001	0.002	0.001

ภาคผนวก ข.

ค่าความสัมพันธ์ทางสถิติระหว่างคุณภาพน้ำกับจุดเก็บตัวอย่าง

SITE

Correlation Coefficient Between Water Sampling Sites.
(Peason Correlation)

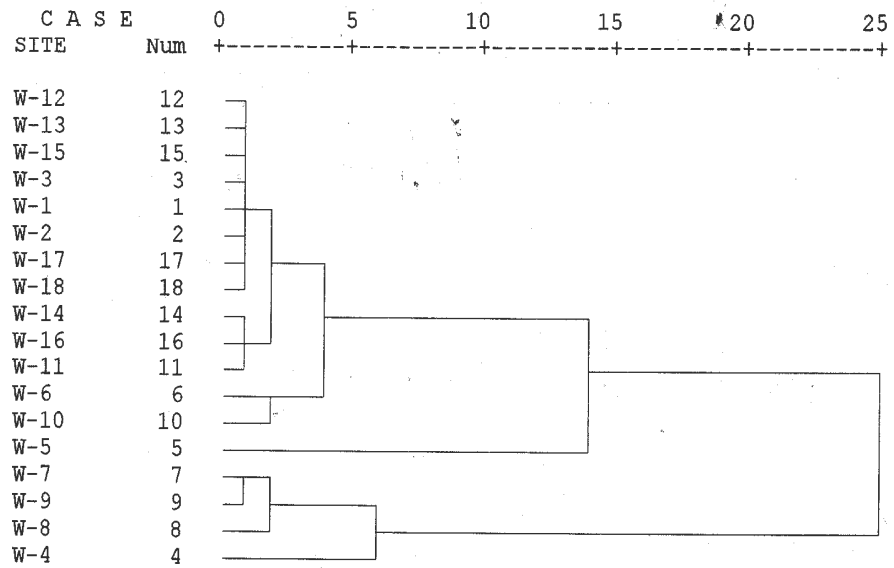
W1	1																
W2	.9984	1															
W3	.9955	.9987	1														
W4	.8048	.7924	.8042	1													
W5	.8847	.8735	.8697	.7367	1												
W6	.9280	.9466	.9556	.6638	.7740	1											
W7	.6335	.6348	.6648	.9224	.5621	.6043	1										
W8	.7466	.7495	.7757	.9452	.6565	.7214	.9868	1									
W9	.6568	.6563	.6844	.9382	.5859	.6138	.9990	.9895	1								
W10	.9404	.9551	.9674	.7625	.7991	.9875	.7156	.8165	.7251	1							
W11	.9729	.9975	.9863	.8669	.8512	.9457	.7760	.8675	.7912	.9780	1						
W12	.9938	.9983	.9989	.7769	.8672	.9630	.6356	.7514	.6551	.9683	.9800	1					
W13	.9928	.9977	.9987	.7741	.8651	.9656	.6360	.7519	.6552	.9705	.9802	.9999	1				
W14	.9850	.9903	.9960	.8301	.8593	.9605	.7206	.8229	.7373	.9807	.9965	.9931	.9933	1			
W15	.9930	.9978	.9984	.7769	.8663	.9630	.6348	.7506	.6542	.9681	.9794	.9997	.9995	.9927	1		
W16	.9914	.9943	.9974	.8329	.8711	.9493	.7034	.8076	.7222	.9703	.9925	.9945	.9942	.9977	.9948	1	
W17	.9759	.9859	.9898	.7353	.8391	.9865	.6252	.7430	.6410	.9848	.9740	.9938	.9949	.9981	.9936	.9851	1
W18	.9838	.9917	.9941	.7516	.8457	.9780	.6276	.7450	.6451	.9794	.9766	.9971	.9977	.9905	.9972	.9904	.9987	1
	W1	**W2**	**W3**	**W4**	**W5**	**W6**	**W7**	**W8**	**W9**	**W10**	**W11**	**W12**	**W13**	**W14**	**W15**	**W16**	**W17**	**W18**

15 Oct 03 SPSS for MS WINDOWS Release 6.0 Page 1

* * * * * * H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * * * * *

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)

Rescaled Distance Cluster Combine



* * * * * * H I E R A R C H I C A L C L U S T E R A N A L Y S I S * * * * * *

Dendrogram using Centroid Method

Rescaled Distance Cluster Combine