บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการและเหตุผล

พื้นที่บริเวณอำเภอทับคล้อ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นพื้นที่ที่มีแหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย มีบริษัทเอกชนขอประทานบัตรและดำเนินการเพื่อทำเหมืองแร่ทองคำ ในบริเวณดังกล่าว จากกิจกรรมของเหมืองที่มีการใช้สารเคมีบางชนิดซึ่งเป็นสารพิษที่มีอันตรายต่อสุขภาพของประชาชน คือไซยาไนด์ มีการร้องเรียนเรื่องคุณภาพน้ำบาดาลของชุมชนบริเวณรอบเหมืองแร่ทองคำ โดยอ้างว่าพบ ไซยาไนด์เจือปนในน้ำบาดาล ซึ่งคาดว่ามาจากกระบวนการแยกโลหะทองคำและเงินออกจากสินแร่ และไซยาไนด์ดังกล่าวได้ซึมลงสู่ใต้ดินทำให้น้ำใต้ดินได้รับผลกระทบจนไม่สามารถใช้น้ำบาดาลได้ นอกจากนั้นยังมีรายงานว่าพบปริมาณสารหนูสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภคได้ ซึ่ งในธรรมชาติสารหนูพบได้ทั่วไปในส่วนประกอบของหิน ถ่านหิน และดินในธรรมชาติ การชะล้างของหินและแร่ที่มีสารหนูเป็นองค์ประกอบ เช่น อาร์เซโนไพไรท์ (FeAsS) ทำให้สามารถพบสารหนูทั่วไปในสิ่งแวดล้อม แต่บางครั้งกิจกรรมของมนุษย์ทำให้สารหนูในสิ่งแวดล้อมเพิ่มปริมาณขึ้น เช่น การทำเหมืองแร่ การถลุงโลหะ การใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงในการเกษตร เป็นต้น อย่างไรก็ดีการปนเปื้อนของสารหนูในบริเวณอำเภอทับคล้อ และอำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ไม่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าเกิดจากสาเหตุทางธรรมชาติหรือกิจกรรมของมนุษย์

การป้องกันทรัพยากรน้ำบาดาลจากการปนเปื้อนของสารพิษ จำเป็นต้องทราบถึงสภาพทางอุทกธรณีวิทยาและสารพิษ เพื่อให้ทราบถึงลักษณะการปนเปื้อน ความคงตัว การแพร่กระจายในชั้นหินอุ้มน้ำ และผลกระทบของการปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ต้องมีการวางระบบป้องกันโดย คัดเลือกบ่อสังเกตการณ์น้ำบาดาลในพื้นที่ที่เหมาะสม และต้องมีมาตรการรองรับในกรณีพบการปนเปื้อน รวมทั้งต้องมีการให้ความรู้แก่ประชาชนให้มีความเข้าใจพร้อมเป็นเครือข่ายในการดูแลทรัพยากรน้ำบาดาล แนวทางการจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่มีประสิทธิภาพ ต้องเน้นที่การป้องกันมา กกว่าการแก้ไขหรืออีกนัยหนึ่ง คือ เน้นนโยบายเชิงรุกมากกว่าเชิงรับ ดังนั้นความเข้าใจในคุณสมบัติของสารพิษที่มีผลกระทบต่อแหล่งน้ำบาดาล ความเข้าใจในกลไกการปนเปื้อนของสารพิษจากแหล่งกำเนิดสารพิษ ตลอดจนความเข้าใจถึงลักษณะการแพร่กระจายของสารพิษลงสู่แหล่งน้ำบาดาล จึงมีความสำคัญต่อการกำหนดแนวทางการป้องกันแหล่งน้ำบาดาลที่มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อน และกำหนดแนวทางการป้องกัน การฟื้นฟูคุณภาพน้ำบาดาลในพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากกิจกรรมของเหมือง

การปนเปื้อนของสารพิษดังกล่าวข้างต้นอาจทำให้เกิดการปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน สร้างมลพิษให้กับแหล่งน้ำที่สำคัญของประชาชน ส่งผลกระทบต่อคุณภาพและการใช้ประโยชน์น้ำบาดาล ซึ่งปัญหาคุณภ าพน้ำบาดาลดังกล่าวนี้ อาจก่อให้ เกิดปัญหามลภาวะต่อแหล่งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำ รวมถึงระบบนิเวศของแหล่งน้ำ และการเกษตรกรรม ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชาชน กรมทรัพยากรน้ำบาดาลตระหนักถึงความสำคัญของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อเป็นการประเมินการปนเปื้อนและวางเครือข่ายเฝ้าระวังเพื่อป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดิน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องดำเนินการศึกษา สำรวจในพื้นที่อำเภอทับคล้อ และอำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อศึกษาสาเหตุของปัญหา และหาแนวทางการแก้ไขปัญหาในระยะเร่งด่วนและระยะยาว ในการป้องกันแหล่งน้ำบาดาลจากการปนเปื้อน ตลอดจนการสร้างความเข้าใจแก่ประชาชนและให้ ชุมชนเป็นเครือข่ายเฝ้าระวังการปนเปื้อนของทรัพยากรน้ำบาดาล

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

(1) เพื่อศึกษาถึงแหล่งกำเนิดการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่อำเภอทับคล้อ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก และ อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

(2) เพื่อศึกษาถึงผลกระทบจากการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำต่อนิเวศวิทยาทางน้ำ การเกษตรกรรม สุขภาพอนามัย และคุณภาพชีวิตของประชาชน รวมทั้งสร้างระบบเครือข่ายเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

(3) เพื่อเสริมสร้างความเข้าใจ และแนวคิดด้ านการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลให้แก่ชุมชนในพื้นที่ศึกษา

1.3 เป้าหมายของโครงการ

เพื่อทราบแหล่งที่มาของการปนเปื้อนของสารพิษที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาสารพิษปนเปื้อนในระยะเร่งด่วน และเฝ้าระวัง ป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาโดยชุมชนมีส่วนร่วม

1.4. พื้นที่ศึกษา

การศึกษาครั้งนี้กำหนดขอบเขตครอบคลุมพื้นที่ศึกษาประมาณ 928 ตารางกิโลเมตร ปรากฏในแผนที่ภูมิศาสตร์ของกรมแผนที่ทหาร มาตราส่วน 1:50,000 ระวาง 5041 I, 5041 II, 5141 I, 5141 II, 5141 III และ 5141 IV พิกัดกริดพื้นที่ศึกษา 661000 E - 690000 E และ 1787000 N - 1819000 N

ครอบคลุมตำบลเขาเจ็ดลูก ตำบลเขาทราย ตำบลทับคล้อ อำเภอทับคล้อ และตำบลหนองพระ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ตำบลท้ายดง และตำบลวังศาล อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ (ดัง**รูปที่ 1.4-1**)

1.5. ขอบเขตการดำเนินงาน

1.5.1 สำรวจลักษณะทางธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน โดยมีขั้นตอนการดำเนินโครงการด้านอุทกธรณีวิทยา ดังนี้

(1) รวบรวมข้อมูลและศึกษาสภาพปัจจุบันของพื้นที่โครงการสำหรับเป็นข้อมูลพื้นฐาน ที่ปรึกษาจะต้องรวบรวมข้อมูลดังต่อไปนี้

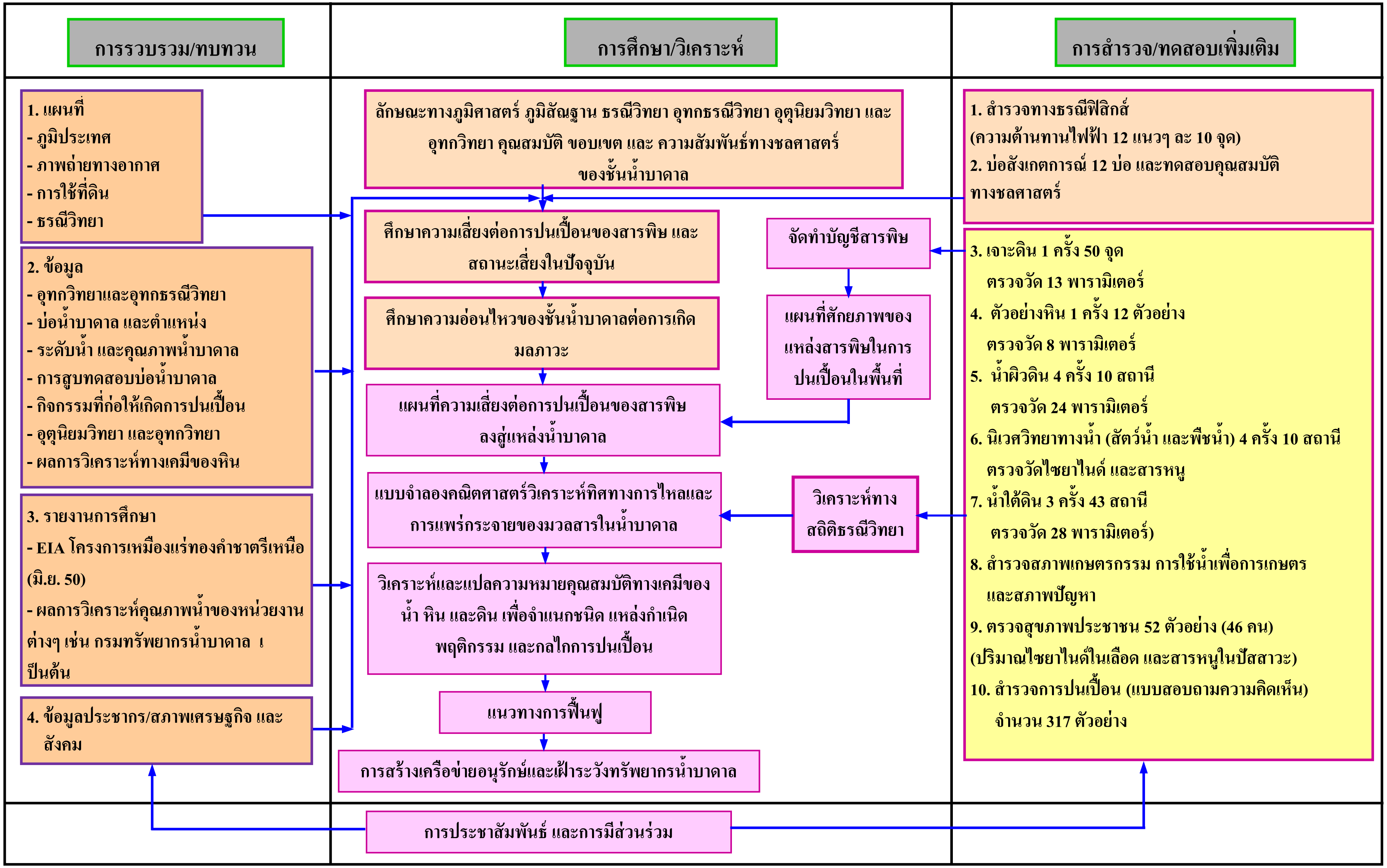
- แผนที่ภูมิประเทศบริเวณพื้นที่โครงการ มาตราส่วน 1:50,000
- ภาพถ่ายทางอากาศ มาตราส่วน 1:25,000
- แผนที่การใช้ที่ดิน
- แผนที่ทางธรณีวิทยา
- สภาพอุทกวิทยาและอุทกธรณีวิทยา
- ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลและตำแหน่งบ่อในพื้นที่
- ข้อมูลระดับน้ำและคุณภาพน้ำบาดาล
- ข้อมูลการสูบทดสอบบ่อน้ำบาดาล
- ข้อมูลกิจกรรมใดๆ ที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนในชั้นน้ำบาดาลและน้ำผิวดิน
- ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา
- ข้อมูลผลวิเคราะห์ทางเคมีของหินบริเวณโครงการ

(2) สำรวจลักษณะทางกายภาพของพื้นที่โครงการและพื้นที่ใกล้เคียง เพื่อศึกษาลักษณะภูมิศาสตร์และภูมิสัณฐาน และลักษณะโครงสร้างทางธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยา

(3) ศึกษา และวิเคราะห์รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ในพื้นที่ศึกษาของเหมืองแร่ทองคำชาตรีเหนือ ที่ได้เสนอต่อ สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (สผ.) รวมถึงการปฏิบัติตามมาตรการต่างๆ ตามที่ได้เสนอไว้ในรายงาน ฯ เพื่อวิเคราะห์ข้อดีและข้อจำกัดต่างๆ ที่มีผลต่อคุณภาพใต้ดิน

(4) กำหนดจุดเจาะบ่อสังเกตการณ์ เพื่อติดตามคุณภาพน้ำบาดาลจากแหล่งกำเนิดสารพิษ

(5) สำรวจทางธรณีฟิสิกส์ด้วยวิธีการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้า (Resistivity) แบบหยั่งลึกไม่น้อยกว่า 80 จุด ที่ความลึกปรากฏไม่น้อยกว่า 100 เมตร และด้วยวิธีการวัดค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าแบบภาคตัดขวางแบบ 2/3 มิติ จำนวนไม่ต่ำกว่า 12 แนว แนวละไม่ต่ำกว่า 10 จุด ระยะต่อแนวไม่ต่ำกว่า 1,000 เมตร



รูปที่ 1.4-1 แผนภูมิขั้นตอนการดำเนินงานศึกษาของโครงการ

(6) เจาะบ่อสังเกตการณ์จำนวนไม่น้อยกว่า 12 บ่อ โดยการเจาะบ่อสำรวจและบ่อสูบทดสอบเพื่อหาลักษณะการไหลและคุณภาพน้ำบาดาล มีความลึกของหลุมเจาะรวม 600 เมตร และดำเนินการหยั่งธรณีหลุมเจาะ สูบทดสอบบ่อแบบ Long term (ระยะเวลาสูบ 72 ชั่วโมงต่อบ่อ) พร้อมติดตั้งรั้วรอบบ่อสังเกตการณ์

(7) สำรวจรังวัดค่าระดับบ่อน้ำบาดาลและวัดระดับน้ำบาดาล เมื่อเจาะบ่อสังเกตการณ์แล้วเสร็จ ประกอบด้วย บ่อเดิม 31 บ่อ และบ่อใหม่ 12 บ่อ

(8) ศึกษาลักษณะอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่และบริเวณใกล้เคียงทั้งเชิงปริมาณเชิงคุณภาพ การเพิ่มเติมน้ำ การสูญเสียน้ำ สมดุลน้ำบาดาล และแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ของลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่

(9) ศึกษาและประมาณค่าตัวแปรต่างๆ ที่ควบคุมการไหลของน้ำบาดาลและสารพิษทั้งในห้องปฏิบัติการและในภาคสนาม

(10)สร้างระบบเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์เพื่อตรวจสอบระดับและคุณภาพน้ำบาดาลในเขตพื้นที่ศึกษาและเพื่อวิเคราะห์หาสารพิษที่ปนเปื้อนในน้ำบาดาล โดยจัดทำเป็นฐานข้อมูลบ่อสังเกตการณ์พื้นที่ศึกษา

1.5.2 ศึกษาความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารพิษลงสู่แหล่งน้ำและสถานะความเสี่ยงในปัจจุบัน

(1) ศึกษาและจัดทำแผนที่ความอ่อนไหวทางอุทกธรณีวิทยาต่อการเกิดมลภาวะ (Aquifer vulnerability map) โดยวิธี DRASTIC

(2) สำรวจและรวบรวมประเด็นปัญหาการปนเปื้อนสารพิษลงสู่น้ำบาดาลโดยวิธีการสำรวจความคิดเ ห็นจากประชาชน ผู้นำชุมชน และรวบรวมข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง โดยใช้แบบสอบถาม จำนวน 300 ตัวอย่าง

(3) เจาะดินเพื่อเก็บตัวอย่างด้วย Hand auger ความลึกรวมไม่น้อยกว่า 200 เมตร และเก็บตัวอย่างดินทุกพื้นที่ไม่น้อยกว่า 50 ตัวอย่าง มาทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมี และสารพิษพื้นฐานของโลหะหนักเพื่อบ่งชี้คุณภาพดิน ซึ่งการตรวจวัดและวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางกายภาพและเคมีของสารพิษพื้นฐาน จำนวน 13 พารามิเตอร์ ดังนี้

3.1) ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH), Redox potential (Eh)
3.2) ค่าการนำไฟฟ้า (EC)
3.3) ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ (Soil permeability)
3.4) ความชื้น
3.5) แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม
3.6) สารหนู (Arsenic)
3.7) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์
3.8) ตะกั่ว (Lead)
3.9) แมงกานีสและสารประกอบแมงกานีส
3.10) ปรอท และสารประกอบปรอท
3.11) นิกเกิลในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้
3.12) ซีลีเนียม (Selenium)
3.13) ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์

ทั้งนี้การตรวจวัดกำหนดพารามิเตอร์ตามมาตรฐานคุณภาพดิน ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547)

(4) เก็บตัวอย่างหิน 1 ครั้ง จำนวนไม่น้อยกว่า 12 ตัวอย่าง บริเวณพื้นที่ศึกษามาทำการวิเคราะห์ ซึ่งการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมีและสารพิษพื้นฐานของโลห ะหนักที่ไม่ได้เกิดขึ้นตามธรรมชาติเพื่อบ่งชี้คุณภาพหิน จำนวน 8 พารามิเตอร์ ดังนี้

4.1) สารหนู (As)
4.2) ตะกั่ว (Pb)
4.3) ปรอท (Hg)
4.4) แคดเมียม (Cd)
4.5) ซีลีเนียม (Se)
4.6) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Cr^{6+})
4.7) แมงกานีส (Mn)
4.8) นิกเกิล (Ni)

(5) เก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน 4 ครั้งๆ ละ 10 ตัวอย่าง ในแหล่งน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่ศึกษา ได้แก่ คลองล่องหอย คลองสายยางรุ้ง อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ และอ่างเก็บนั้นในเหมืองแร่ทองคำ มาทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมีและสารพิษพื้นฐานของโลหะหนักเพื่อบ่งชี้คุณภาพน้ำผิวดินตามมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน

การตรวจวัดและวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมีและสารพิษพื้นฐาน จำนวน 24 พารามิเตอร์ ดังนี้

3.14) ค่าความเป็นกรด–ด่าง (pH), Redox potential (Eh)
3.15) ค่าการนำไฟฟ้า (EC)
3.16) ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (TDS)
3.17) อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)
3.18) เหล็ก (Fe)
3.19) แมงกานีส (Mn)
3.20) ทองแดง (Cu)
3.21) สังกะสี (Zn)
3.22) ซัลเฟต (SO_4)
3.23) คลอไรด์ (Cl)
3.24) ฟลูออไรด์ (F)
3.25) ไนเตรต (NO_3)
3.26) สารหนู (As)
3.27) ไซยาไนด์ (CN)
3.28) ตะกั่ว (Pb)
3.29) ปรอท (Hg)
3.30) แคดเมียม (Cd)
3.31) ซีลีเนียม (Se)
3.32) โครเมียมเฮ็กซะวาเลนท์ (Cr^{6+})
3.33) นิกเกิล (Ni)
3.34) แคลเซียม (Ca)
3.35) โพแทสเซียม (K)
3.36) แมกนีเซียม (Mg)
3.37) โซเดียม (Na)

ทั้งนี้การตรวจวัดกำหนดพารามิเตอร์ตามมาต รฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537)

(6) เก็บตัวอย่างน้ำบาดาลจากบ่อตื้น และน้ำบาดาล 3 ครั้งๆ ละไม่น้อยกว่า 40 ตัวอย่าง มาทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมีและสารพิษพื้นฐานของโลหะหนักเพื่อบ่งชี้คุณภาพน้ำใต้ดิน

การตรวจวัดและวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมีและสารเคมีพื้นฐาน จำนวน 28 พารามิเตอร์ ดังนี้

6.1) ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH), Redox potential (Eh)
6.2) ค่าการนำไฟฟ้า (EC)
6.3) ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (TDS)
6.4) อุณหภูมิ ($^{\circ}C$)
6.5) ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as $CaCO_3$)
6.6) ความกระด้างถาวร (Not-carbonate hardness $CaCO_3$)
6.7) ไบคาร์บอเนต (HCO_3)
6.8) คาร์บอเนต (CO_3)
6.9) เหล็ก (Fe)
6.10) แมงกานีส (Mn)
6.11) ทองแดง (Cu)
6.12) สังกะสี (Zn)
6.13) ซัลเฟต (SO_4)
6.14) คลอไรด์ (Cl)
6.15) ฟลูออไรด์ (F)
6.16) ไนเตรต (NO_3)
6.17) สารหนู (As)
6.18) ไซยาไนด์ (CN)
6.19) ตะกั่ว (Pb)
6.20) ปรอท (Hg)
6.21) แคดเมียม (Cd)
6.22) ซีลีเนียม (Se)
6.23) โครเมียมเฮ็กซะวาเลนท์ (Cr^{6+})
6.24) นิกเกิล (Ni)
6.25) แคลเซียม (Ca)
6.26) โพแทสเซียม (K)
6.27) แมกนีเซียม (Mg)
6.28) โซเดียม (Na)

ทั้งนี้การตรวจวัดกำหนดพารามิเตอร์ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543)

(7) ศึกษาระบบนิเวศ ของแหล่งน้ำทั้งพืชน้ำและสัตว์น้ำ โดยการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ปริมาณสารพิษ (ไซยาไนด์ และสารหนู) ในพืชน้ำและสัตว์น้ำ 4 ครั้งๆ ละ 10 ตัวอย่าง ซึ่งเป็นจุดเก็บตัวอย่างและระยะเวลาเดียวกันกับการเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน

(8) ศึกษาสภาพการเกษตรกรรม เนื่องจากในบริเวณพื้นที่ศึกษามีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเกษตรกรรม โดยมีการปลูกนาข้าว พืชไร่ (ข้าวโพดสลับงา) สวนมะม่วง สวนมะขาม และไม้ผลผสม ในการทำการเกษตรมีการนำน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ มาใช้ ซึ่งหากน้ำดังกล่าวมีการปนเปื้อนของสารพิษอาจส่งผลกระทบต่อพืช ซึ่งอาจส่งผลต่อเนื่องไปยังผลผลิตที่ได้รับ สุขภาพอนามัยและคุณภา พชีวิตของประชาชนและผู้บริโภคได้ ในการศึกษาจึงต้องดำเนินการสำรวจตรวจสอบการใช้ที่ดิน และสภาพการเกษตร การใช้น้ำเพื่อการเกษตร ผลผลิตที่ได้ ตลอดจนสุขภาพอนามัยและคุณภาพชีวิตของประชาชน โดยการตรวจสุขภาพประชาชน จำนวนไม่น้อยกว่า 50 ตัวอย่าง

(9) จัดทำบัญชีสารพิษในพื้นที่ศึ กษา โดยรวบรวมและระบุรูปแบบ /องค์ประกอบ /สถานะทางเคมีของสารพิษ และระดับความรุนแรงของสารพิษต่อสิ่งมีชีวิต และจัดทำแผนที่ศักยภาพของแหล่งสารพิษปนเปื้อนในพื้นที่ (Total Contamination Potential Map)

1.5.3 จัดทำแผนที่ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารพิษลงสู่แหล่งน้ำบาดาล (Groundwater Risk Map) โดยการประเมินจากแผนที่ศักยภาพของแหล่งสารพิษปนเปื้อนในพื้นที่ศึกษา (Total Contamination Potential Map) ร่วมกับการประเมินความอ่อนไหวทางอุทกธรณีวิทยาต่อการเกิดมลภาวะ (Aquifer Vulnerability Map) แล้วให้น้ำหนักความสำคัญการปนเปื้อนของสารพิ ษ จากนั้นนำข้อมูลทั้งหมดเข้าระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS)

1.5.4 จัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม Visual Modflow Premium เพื่อวิเคราะห์ทิศทางการไหล และการแพร่กระจายของมวลสารในน้ำบาดาล

1.5.5 ทำการวิเคราะห์และแปลความหมายคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ หิน และดิน โดยการศึก ษาขบวนการทางธรณีเคมี (Geochemistry) อุทกธรณีเคมี (Hydro geochemistry) และเคมีของดิน (Soil chemistry analysis) เพื่อจำแนก /บ่งชี้ ชนิด แหล่งกำเนิด พฤติกรรม และกลไกการปนเปื้อนของสารมลพิษในน้ำใต้ดิน

1.5.6 นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาทำการวิเคราะห์ตามระเบียบวิธีทางสถิ ติธรณีวิทยา (Geostatistics) ซึ่งเป็นสาขาหนึ่งของวิชาสถิติประยุกต์ว่าด้วยเรื่องชุดข้อมูลเชิงพื้นที่มีทิศทางและเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง (Spatiotemporal datasets) เพื่อช่วยขยายความสามารถในการวิเคราะห์และแปลผลข้อมูลให้สามารถบ่งชี้ ความถูกต้อง การกระจายตัวและการเก าะกลุ่มกันของข้อมูลสถิติ ทำให้ผลการแปลความหมายและการวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูลมีความน่าเชื่อถือ ตามหลักการทางสถิติ

1.5.7 จัดทำแนวทางการฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่เสี่ยง

จัดทำคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลที่เหมาะสมเพื่อให้กรมทรัพยากรน้ำบาดาลทราบถึงความถี่ในการเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำบาดาลที่ต้องตรวจสอบ พร้อมทั้งศึกษาแนวทางและกำหนดรายละเอียดแนวทางการบำบัด (Remediation) และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล

1.5.8 การประชาสัมพันธ์ และการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยการจัดประชุมสัมมนา 3 ครั้ง และการจัดกิจกรรมฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล คือ

วันที่ 20 เมษายน 2553	ประชุมปฐมนิเทศโครงการ
วันที่ 7-11 กุมภาพันธ์ 2554	ประชุมกลุ่มย่อย จำนวน 5 กลุ่ม
วันที่ 26-27 พฤษภาคม 2554	การฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลของประชาชน และเยาวชน
วันที่ 19 ธันวาคม 2554	ประชุมปัจฉิมนิเทศโครงการ

1.5.9 การสร้างเครือข่ายอนุรักษ์เฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นการให้ความรู้เกี่ยวกับน้ำบาดาลเบื้องต้น การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลโดยอุปกรณ์พื้นฐาน การอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาลโดยจัดการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล ออกเป็น 2 กลุ่ม คือ ภาคประชาชนและเยาวชน เมื่อวันที่ 26-27 พฤษภาคม 2554 ณ ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

การดำเนินงานของโครงการศึ กษาการปนเปื้อน และการวางเครือข่ายเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดิน ในพื้นที่อำเภอทับคล้อ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ กิจกรรมหลักของโครงการ ประกอบด้วย การสำรวจสภาพธรณีวิทยา อุทกธรณีวิทยา การสร้างเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์ การวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม เช่น หิน ดิน น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และนิเวศวิทยาทางน้ำ เป็นต้น การตรวจสุขภาพประชาชน รวมถึงการจัดทำศักยภาพการปนเปื้อน และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการศึกษาลักษณะการปนเปื้อนของมลสารต่างๆ โดย ได้นำเสนอผลการศึกษาทางด้านสิ่งแวดล้อม และจำลองสถานการณ์การปนเปื้อนให้ชุมชน โดยรอบพื้นที่ศึกษาโครงการ หน่วยงานในท้องถิ่น ผู้มีส่วนได้ ส่วนเสียได้รับทราบข้อมูลการศึกษาในการประชุมปัจฉิมนิเทศ วันที่ 19 ธันวาคม 2554 ณ ห้องประชุมมะยงชิด โรงแรมพิจิตรพลาซ่า จังหวัดพิจิตร ดังแสดงรายละเอียดในบทที่ 2 ถึง บทที่ 9 ต่อไป

บทที่ 2
สภาพทั่วไปของพื้นที่

2.1 ที่ตั้งและอาณาเขต

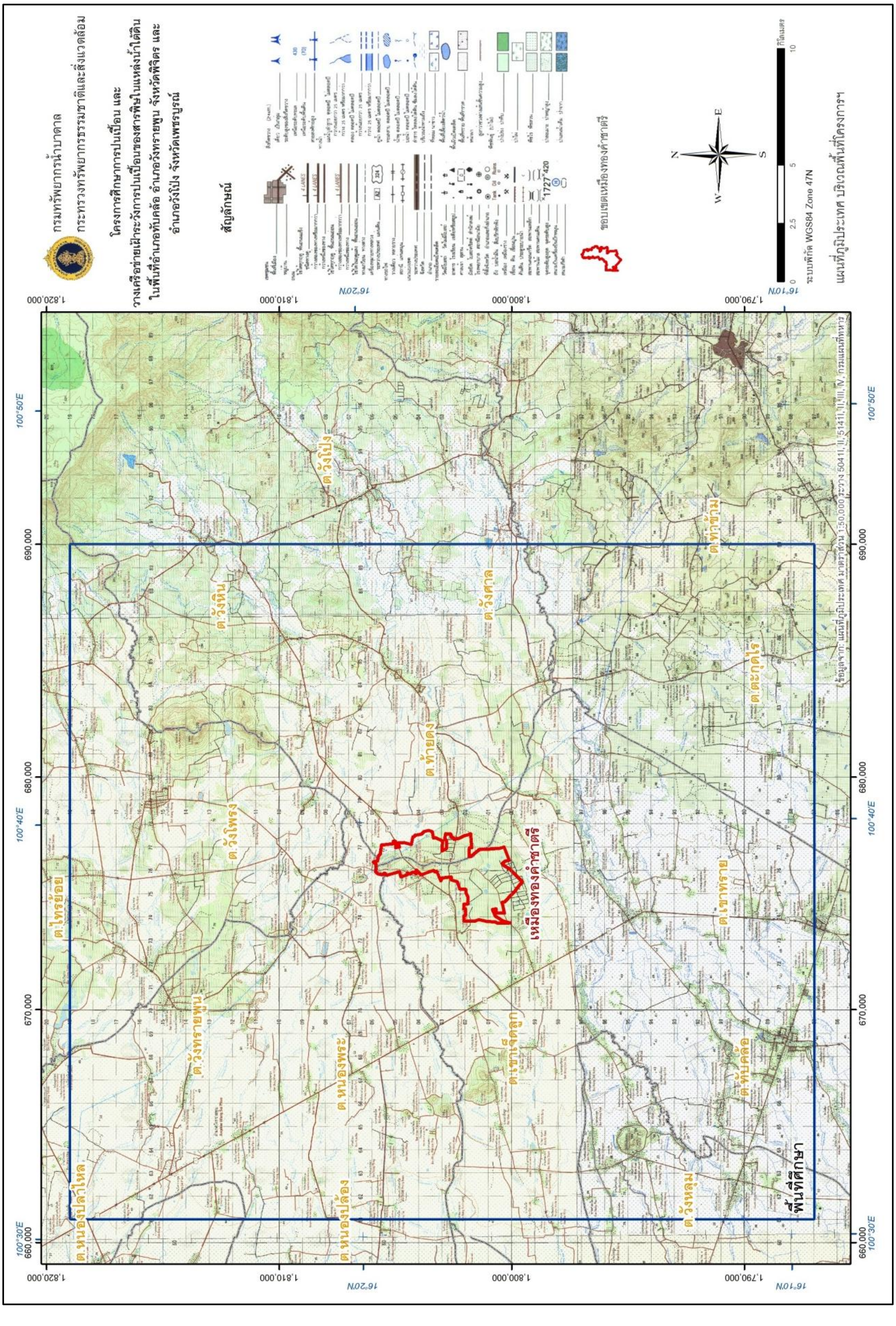
พื้นที่โครงการประกอบด้วย 7 ตำบล 4 อำเภอ 3 จังหวัด คือ ตำบลเขาเจ็ดลูก ตำบลเขาทราย ตำบลทับคล้อ อำเภอทับคล้อ และตำบลหนองพระ อำเภอวังทรายพู น จังหวัดพิจิตร ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ตำบลท้ายดง และตำบลวังศาล อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์(**รูปที่ 2.1-1**) โดยมีอาณาเขตติดต่อกับพื้นที่ต่างๆ ดังนี้

ทิศเหนือ	ติดต่อกับตำบลหนองปลาไหล อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตรและ ตำบลไทรย้อย ตำบลวังยาง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก
ทิศใต้	ติดต่อกับ ตำบล ท้ายทุ่ง ตำบล ทับคล้อและตำบลเขาทราย อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร ตำบลดงขุย อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์
ทิศตะวันออก	ติดต่อกับตำบลท่าข้าม และตำบลตะกุดไร อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ ตำบลวังศาล ตำบลวังหิน และตำบลวังโป่ง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
ทิศตะวันตก	ติดต่อกับตำบลสายคำโห้ อำเภอเมือง ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ ตำบลหนองพยอม ตำบลวังหลุม และตำบลทุ่งโพธิ์ อำเภอตะพานหิน ตำบลหนองปล้อง อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร

ภายในพื้นที่ศึกษา มีพื้ นที่เหมืองแร่ทองคำ ชาตรี ของบริษัท อัครา ไมนิ่ง จำกัด (**รูปที่ 2.1-1**) ที่ผ่านความเห็นชอบในการศึกษา รายงานการวิเคราะห์ ผลกระทบสิ่งแวดล้อม และได้รับอนุญาตประทานบัตรเพื่อทำเหมืองแร่ทองคำแล้ว เมื่อเดือนพฤศจิกายน 2554 สำหรับการดำเนินการทำเหมืองแร่ทองคำและการใช้พื้นที่ในบริเวณเหมืองจะกล่าวรายละเอียดในข้อ 2.11.4 ต่อไป

2.2 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่โครงการครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด จึงมีสภาพภูมิประเทศแตกต่างกันไปโดยพื้นที่ด้านทิศตะวันตกของโครงการส่วน ใหญ่เป็นพื้นที่ของจังหวัดพิจิตรคือ อำเภอทับคล้อ และอำเภอวังทรายพูน พื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอทับคล้อเป็นที่ราบลุ่มและที่ราบเชิงเขา เป็นที่เนินเหมาะแก่การทำไร่ ส่วนที่ราบลุ่มเหมาะแก่การทำนา บางส่วนเป็นป่าทึบ มีพันธุ์ไม้จำนวนมาก ซึ่งพื้นที่ในบริเวณนี้เป็นที่อุดมสมบูรณ์จึงมีประชาชน เข้ามาบุกเบิกที่ดินทำกินเป็นจำนวนมาก มีการตั้งบ้านเรือนจนกลายเป็นชุมชน ขนาด ใหญ่ ส่วนตำบลหนองพระตั้งอยู่ทางทิศใต้ของอำเภอวังทรายพูน ภูมิประเทศมีลักษณะเป็นที่ราบ ในฤดูแล้งขาดแคลนน้ำ ส่วนในฤดูน้ำมีน้ำไหลหลากแต่ไม่สามารถเก็บกักน้ำไว้ได้ ส่วนมากเป็นพื้นที่ทำนา สำหรับ



รูปที่ 2.1-1 แผนที่ลักษณะภูมิประเทศ บริเวณพื้นที่โครงการ

พื้นที่ทางตอนเหนือของโครงการซึ่งเป็นพื้นที่ตอนล่างของจังหวัดพิษณุโลก (ตำบลวังโพรง) มีสภาพภูมิประเทศเป็นพื้นที่ราบเหมาะแก่การทำการเกษตร มีพื้นที่ที่เป็นภูเขาบางส่วน คือเขาเขียวและเขารวก และพื้นที่ทางทิศตะวันออกของโครงการมีสภาพภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม และที่ราบเชิงเขา มีลำคลองไหลผ่าน โดยเป็นพื้นที่ทางทิศตะวันตกของจังหวัดเพชรบูรณ์

2.3 สภาพอุตุ–อุทกวิทยา

2.3.1 สภาพภูมิอากาศ

สถานีตรวจสภาพภูมิอากาศที่อยู่ใกล้เคียงพื้นที่โครงการมากที่สุด คือ จังหวัดพิจิตร แต่เนื่องจากจังหวัดพิจิตรไม่มีสถานีตรวจอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา จึงได้พิจารณาใช้ข้อมูลภูมิอากาศของสถานีตรวจวัดอากาศของจังหวัดพิษณุโลกกับจังหวัดเพชรบูรณ์ที่มีระยะห่างจากพื้นที่โครงการใกล้เคียงกัน โดยหาเกณฑ์เฉลี่ยจากสภาพภูมิอากาศของสถานีทั้งสองแห่งเป็นข้อมูลของสภาพอากาศบริเวณพื้นที่โครงการ

ข้อมูลสภาพภูมิอากาศของจังหวัดพิษณุโลก แสดงค่าดัง **ตารางที่ 2.3.1-1** และของจังหวัดเพชรบูรณ์แสดงดัง**ตารางที่ 2.3.1-2** ข้อมูลภูมิอากาศของพื้นที่โครงการจากเกณฑ์เฉลี่ยของสถานีตรวจวัดทั้ง 2 แห่ง ซึ่งมีข้อมูลยาวนาน 30 ปี มีค่าดัง**ตารางที่ 2.3.1-3** โดย**รูปที่ 2.3.1-1** แสดงการผันแปรรายเดือนเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศหลักบริเวณพื้นที่ศึกษา (ปี พ.ศ. 2514- พ.ศ. 2543) จะเห็นว่าสภาพภูมิอากาศหลักของทั้ง 2 จังหวัด มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน

2.3.2 ปริมาณน้ำฝน

สถานีตรวจวัดฝนที่พิจารณานำข้อมูลไปคำนวณวิเคราะห์กับพื้นที่โครงการมี 6 สถานี ตามรายชื่อและจำนวนปีของสถิติข้อมูลดัง **ตารางที่ 2.3.2-1** นำมาวิเคราะห์หาค่าฝนเฉลี่ยรายเดือนและรายปีได้ดัง**ตารางที่ 2.3.2-2** แสดงให้เห็นว่า ช่วงฤดูฝนในบริเวณพื้นที่ศึกษา ระหว่างเดือนพฤษภาคม- ตุลาคม และช่วงฤดูแล้ง ระหว่างเดือนพฤศจิกายน- เมษายน มีปริมาณฝนเฉลี่ยรายปี 1,108.10 และ 135.6 มิลลิเมตร ตามลำดับ

2.3.3 ปริมาณน้ำท่า

สถานีตรวจวัดน้ำท่าที่นำมาพิจารณาคำนวณวิเคราะห์ทางด้านน้ำผิวดินมีอยู่ 2 สถานี คือ สถานีคลองวังโป่ง (N.54) ตั้งอยู่ที่บ้านวังโป่ง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ดังแสดงข้อมูลน้ำท่ารายเดือนและรายปีดัง**ตารางที่ 2.3.3-1** และปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปีดัง **ตารางที่ 2.3.3-2** สำหรับข้อมูลของสถานีตรวจวัดน้ำท่าที่นำมาพิจารณาอีกหนึ่งแห่ง คือ คลองบุษบง (N.53) อยู่ที่บ้านพุทธบาท อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ ดังแสดงข้อมูลน้ำท่ารายเดือนดัง**ตารางที่ 2.3.3-3**

ตารางที่ 2.3.1-1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีตรวจอากาศจังหวัดพิษณุโลก รายคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2514-2543)

ชื่อสถานี	พิษณุโลก	ระดับสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	44	ม.
รหัสสถานี	48378	ความสูงของบาโรมิเตอร์เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	45	ม.
ละติจูด	16°47’ N	ความสูงของเทอร์โมมิเตอร์เหนือพื้นดิน	1.25	ม.
ลองติจูด	100°16’ E	ความสูงของเครื่องมือวัดความเร็วลมเหนือพื้นดิน	12.50	ม.
		ความสูงของเครื่องมือวัดน้ำฝน	0.76	ม.

รายการ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
ความกดอากาศ													
(+1000 หรือ 900 มิลิบาร์													
เฉลี่ย	1013.09	1011.16	1009.42	1007.69	1006.58	1005.61	1005.72	1005.97	1007.85	1010.38	1012.80	1014.40	1009.22
สูงสุด	1025.35	1022.88	1024.36	1018.53	1014.00	1012.80	1013.03	1013.20	1015.39	1019.94	1023.32	1025.30	1025.35
ต่ำสุด	1003.79	1001.81	1000.12	998.22	998.22	997.32	997.70	998.13	999.18	1001.24	1003.40	1004.34	997.20
พิสัยรายวันเฉลี่ย	5.29	5.64	597.00	5.99	5.17	4.18	3.95	4.06	4.67	4.77	4.76	5.04	4.96
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส, °C)													
เฉลี่ย	24.5	26.7	29.1	30.7	29.8	28.9	2.4	28.0	28.1	27.7	26.1	241.0	27.0
เฉลี่ยสูงสุด	31.7	33.9	35.9	37.0	35.7	33.9	33.1	32.4	332.5	32.3	31.5	0.7	33.4
เฉลี่ยต่ำสุด	18.4	20.8	23.7	25.5	25.3	25.0	2.8	24.6	24.7	24.1	21.6	18.0	23.1
สูงสุด	36.3	38.4	40.3	41.8	42.0	39.4	38.4	36.7	36.0	35.7	35.0	353.0	42.0
ต่ำสุด	8.9	13.0	12.7	19.6	20.4	21.0	21.6	21.4	21.7	17.1	12.1	8.9	9.0
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)													
เฉลี่ย	65	62	61	62	71	76	80	80	80	78	72	67	71
เฉลี่ยสูงสุด	85	81	80	80	86	89	90	92	92	91	88	86	87
เฉลี่ยต่ำสุด	39	3	9	1	51	58	61	64	64	60	51	42	51
ต่ำสุด	14	16	15	20	25	33	39	39	42	32	31	21	14
จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส, °C)													
เฉลี่ย	16.9	18.3	20.3	21.9	23.3	23.9	23.8	24.0	24.2	23.3	20.4	16.9	21.0
การระเหย (มม.)													
เฉลี่ยจากถาด	109.8	121.2	162.8	186.8	179.9	149.4	112.0	129.1	120.0	122.6	113.0	111.5	1647.6
ความครึ้มของเมฆ (0-10)													
เฉลี่ย	3.0	3.1	3.4	0.5	6.7	7.9	8.3	8.5	7.8	6.1	4.2	3.2	5.6
ชั่วโมงที่มีแสงแดด													
เฉลี่ย	261.7	20.2	264.1	265.8	246.6	179.9	167.0	154.8	167.2	214.2	238.4	260.8	2670.7
ทัศนวิสัย (กม.)													
0700 L.S.T.	4.8	45	6.1	7.8	9.6	10.4	10.2	100	9.7	9	8	6.6	8.1
เฉลี่ย	6.8	62	6.9	8.3	10.4	11.1	11.0	107	10.7	10.4	10	8	9.2
ความเร็วลม (น๊อต)													
ความเร็วลมเฉลี่ย	0.9	1.4	2.0	21.0	1.9	1.7	1.6	1.5	1.1	1.1	1.0	1.0	-
ทิศทางลม	S	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	-
ความเร็วลมสูงสุด	19	24	50	52	38	38	30	30	32	32	20	25	52
ฝน (มม.)													
เฉลี่ย	5.1	12.9	0.5	54.5	1784	179.8	187.9	256.7	230.6	159.3	33	6.6	1335.6
จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	1.4	2	3.1	55	14.2	16.3	18.1	20.9	180	12.9	3.8	0.9	1171
ฝนสูงสุดใน 24 ชม.	26.1	62.3	79	1.5	141.5	105.0	111.1	130.5	265.7	184.8	81.8	82.7	26.7
จำนวนวันที่เกิด (วัน)													
เมฆ	28.3	27.5	28.7	21.7	4.5	0.1	0	0.2	1.3	4.9	12.2	22.9	152.3
หมอก	0.1	0.1	0.1	0	0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.1	0.0	0.7
ลูกเห็บ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ฟ้าคะนอง	0.2	1.1	2.5	5.7	12.0	8.6	7.9	8.9	11.6	8.7	1.3	0.0	68.5
ลมพายุ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1

ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา, 2545

ตารางที่ 2.3.1-2 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีตรวจอากาศจังหวัดเพชรบูรณ์ รายคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2514-2543)

ชื่อสถานี	เพชรบูรณ์	ระดับสถานีเหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	114	ม.
รหัสสถานี	48379	ความสูงของบาโรมิเตอร์เหนือระดับน้ำทะเลปานกลาง	116	ม.
ละติจูด	$16^{O}26'$ N	ความสูงของเทอร์โมมิเตอร์เหนือพื้นดิน	1.29	ม.
ลองติจูด	$101^{O}09'$ E	ความสูงของเครื่องมือวัดความเร็วลมเหนือพื้นดิน	10.90	ม.
		ความสูงของเครื่องมือวัดน้ำฝน	0.83	ม.

รายการ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	รายปี
ความกดอากาศ													
(+1000 หรือ 900 มิลิบาร์													
เฉลี่ย	1012.27	1010.36	1008.60	1006.94	1005.83	1004.74	1004.81	1005.01	1006.94	1009.49	1011.91	1013.57	1,008.37
สูงสุด	1025.10	1022.18	1024.00	18.55	1015.32	1011.48	1012.22	1012.10	1014.70	1018.71	1022.14	1024.29	1025.10
ต่ำสุด	1002.28	1000.13	98.14	996.17	997.94	995.40	995.82	996.53	998.26	999.57	1002.10	1002.99	995.82
พิสัยรายวันเฉลี่ย	5.97	0.89	998.14	6.94	5.06	5.48	2.39	4..54	4.76	4.98	4.94	5.38	5.05
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส, ^{O}C)													
เฉลี่ย	2.9	26.2	28.6	29.8	28.8	28.1	27.6	27.2	271.0	26.7	25.1	23.2	26.9
เฉลี่ยสูงสุด	32.2	34.6	36.5	37.2	35.2	33.3	32.6	32.0	32.2	32.1	31.5	30.0	33.4
เฉลี่ยต่ำสุด	6.0	19.4	22.2	24.4	24.6	24.5	24.1	24.0	23.9	22.8	19.8	16.7	21.9
สูงสุด	37.4	39.4	42.0	42.5	42.0	39.4	37.8	36.5	36.3	35.0	35.9	36.6	42.5
ต่ำสุด	6.1	11.1	12.1	19.5	20.7	22.0	21.5	21.7	19.6	14.6	8.1	5.1	5.1
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)													
เฉลี่ย	65	62	61	65	75	80	82	84	84	80	7	66	73
เฉลี่ยสูงสุด	87	84	83	85	91	93	94	95	96	94	90	88	90
เฉลี่ยต่ำสุด	39	37	38	42	55	62	65	68	67	59	48	41	52
ต่ำสุด	16	17	14	20	27	37	39	44	40	23	19	17	1
จุดน้ำค้าง (องศาเซลเซียส, ^{O}C)													
เฉลี่ย	16	17.4	19.5	21.8	23.5	24.0	23.9	24.0	24.0	22.6	19.1	15.8	21.0
การระเหย (มม.)													
เฉลี่ยจากถาด	121.4	132.7	174.0	184.3	156.4	130.1	117.9	106.1	105.0	119.0	122.7	126.5	1596.3
ความครึ้มของเมฆ (0-10)													
เฉลี่ย	2.8	2.9	3.2	4.5	6.7	8.0	8.3	8.6	7.0	5.7	3.8	2.7	5.4
ชั่วโมงที่มีแสงแดด													
เฉลี่ย	234.0	219.1	244.0	231.3	230.1	140.4	120.3	106.8	131.1	190.1	220.0	240.4	2307.6
ทัศนวิสัย (กม.)													
0700 L.S.T.	4.1	2.8	3.3	5.3	8.0	9.1	8.5	8.3	7.9	6.9	67	6.1	6.4
เฉลี่ย	5.9	0.5	4.6	6.6	9.6	10.3	9.9	9.7	9.6	9.2	9	8	8.1
ความเร็วลม (น๊อต)													
ความเร็วลมเฉลี่ย	1.4	1.6	2.1	2.5	2.1	2.4	2.3	2.0	1.3	1.7	2.1	1.9	-
ทิศทางลม	N	S	S	S	S	S	S	S	S	N	N	N	-
ความเร็วลมสูงสุด	18	30	30	40	50	40	21	30	27	29	16	22	50
ฝน (มม.)													
เฉลี่ย	5.6	19.0	38.4	67.9	155.8	144.2	154.1	189.3	200.8	86.9	11	6.6	1079.1
จำนวนวันที่ฝนตก (วัน)	1.1	2.2	3.7	7.4	15.6	16.4	18.2	21	18	10.3	2.4	0.7	117.0
ฝนสูงสุดใน 24 ชม.	26.1	120.8	73.8	64.6	142.0	156.4	100.6	110.2	121.2	78.4	46.3	43.6	156.4
จำนวนวันที่เกิด (วัน)													
เมฆ	27.9	27.6	29.5	22.9	6.8	0.8	0	0.4	1.8	6.6	13.1	21.1	159.3
หมอก	1.0	1.2	0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	13	1.1	0.8	0.1
ลูกเห็บ	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ฟ้าคะนอง	0.0	2.1	5.9	12.9	1.5	10.0	8..6	9.1	12.3	81.0	0.9	0.2	88.8
ลมพายุ	0.0	0.0	0.1	0.1	0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6

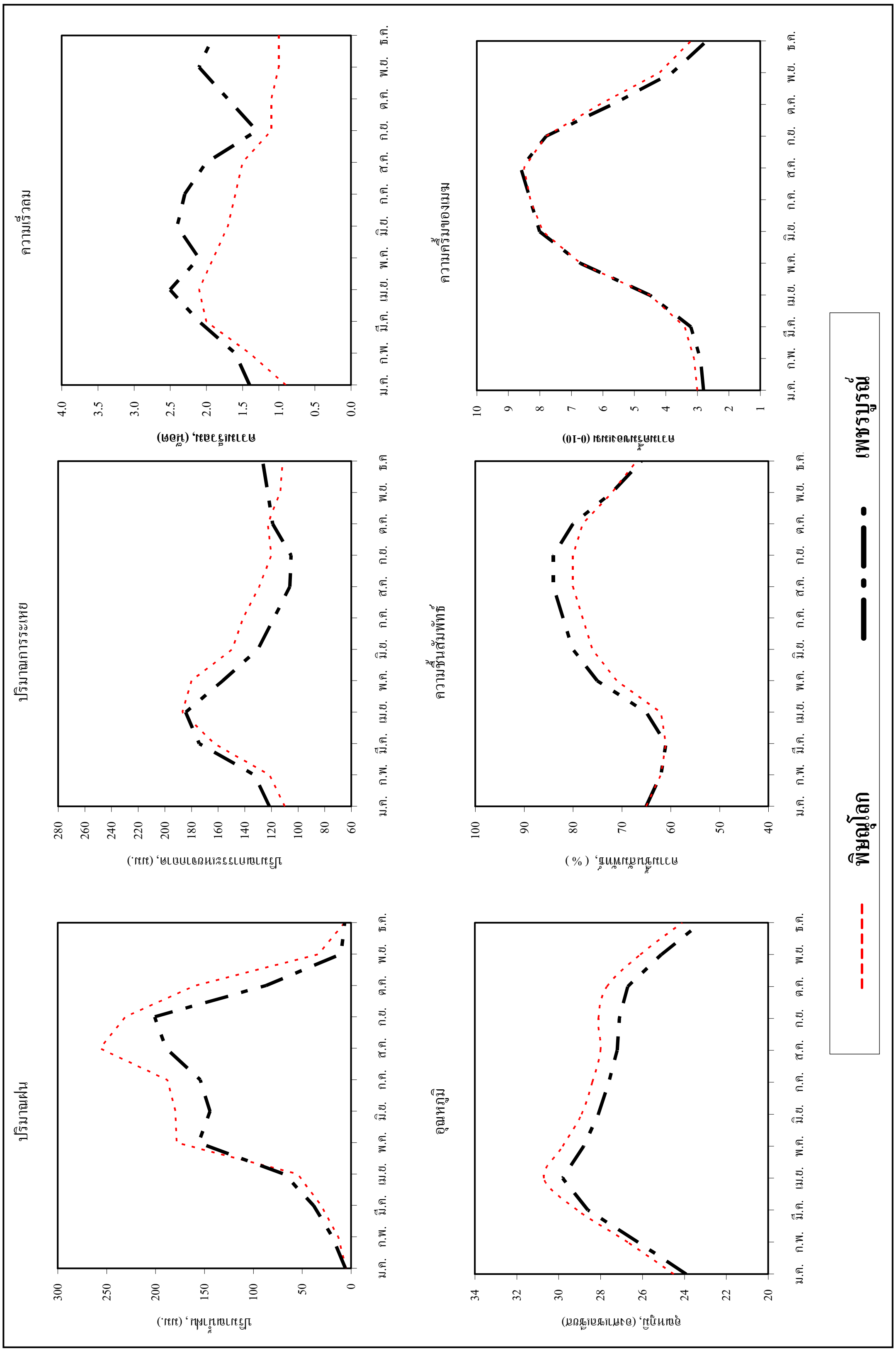
ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทยา, 2545

ตารางที่ 2.3.1-3 สรุปสภาพภูมิอากาศเฉลี่ยของสถานีตรวจวัดอากาศจังหวัดพิษณุโลก และ จังหวัดเพชรบูรณ์ รายคาบ 30 ปี (พ.ศ. 2514–2543)

สภาพอากาศ	หน่วย	ค่าสภาพอากาศ		
		จังหวัดพิษณุโลก	จังหวัดเพชรบูรณ์	เฉลี่ย
1) ความกดอากาศรายปี	มิลลิบาร์			
- เฉลี่ย		1,009.22	1008.37	1,008.79
- สูงสุด		1,025.35	1,025.10	1,025.22
- ต่ำสุด		997.32	995.82	995.57
2) อุณหภูมิ	องศาเซลเซียส ($^{\circ}$C)			
- เฉลี่ย		27.0	26.9	26.9
- สูงสุด		42.0	42.5	42.3
- ต่ำสุด		8.9	5.1	7.0
3) ความชื้นสัมพัทธ์	เปอร์เซ็นต์ (%)			
- เฉลี่ย		71	73	72
- เฉลี่ยสูงสุด		87	90	88.5
- เฉลี่ยต่ำสุด		51	52	51.5
- ต่ำสุด		14	14	14
4) การระเหย	มิลลิเมตร	1,647.6	1,596.3	1,621.9
5) ชั่วโมงที่มีแสงแดด	ชั่วโมง	2,670.7	2,307.6	2,489.2
6) ความเร็วลมสูงสุด	น๊อต	52	50	51
7) ปริมาณฝนทั้งปี	มิลลิเมตร	1,335.6	1,079.1	1,207.3
จำนวนวันฝนตก	วัน	117.1	117	117
ฝนสูงสุด 24 ชั่วโมง	มิลลิเมตร	265.7	156.4	211.1

ตารางที่ 2.3.2-1 รายชื่อสถานีตรวจวัดน้ำฝน และจำนวนช่วงข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ลำดับที่	สถานีตรวจวัดน้ำฝน	รหัสสถานี	จำนวนปีข้อมูล	ช่วงเวลาข้อมูล
1	อ.เมือง จ.พิจิตร	38012	2520 – 2552	33 ปี
2	อ.วังทรายพูน จ.พิจิตร	38072	2522 – 2552	31 ปี
3	อ.ตะพานหิน จ.พิจิตร	38042	2520 – 2552	33 ปี
4	อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร	38082	2526 – 2552	27 ปี
5	อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์	36052	2520 – 2552	33 ปี
6	อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์	36172	2530 - 2552	17 ปี



รูปที่ 2.3.1-1 การผันแปรรายเดือนเฉลี่ยของตัวแปรภูมิอากาศหลักบริเวณพื้นที่ศึกษา (ปี พ.ศ. 2514-2543)

ตารางที่ 2.3.2-2 ปริมาณน้ำฝนรายเดือนและรายปีเฉลี่ยของสถานีวัดน้ำฝนบริเวณใกล้เคียงพื้นที่โครงการ

ลำดับ	ชื่อสถานี	จังหวัด	รหัสสถานี	ปริมาณ ฝนรายเดือน (มิลลิเมตร)												ปริมาณฝนรายปี (มม.)		
				เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ฤดูฝน (พ.ค.-ต.ค.)	ฤดูแล้ง (พ.ย.-เม.ย.)	รายปี
1	อ.เมือง	พิจิตร	38012	40.1	125	139	164	208	229	101	25.6	6.8	2.1	4.9	16	965.60	95.5	1,061.1
2	อ.วังทรายพูน	พิจิตร	38072	66.7	177	184	199	238	264	118	29.5	5.4	2.7	16.8	37	1,178.10	157.6	1,335.7
3	อ.ทับคล้อ	พิจิตร	38082	74.2	128	139	130	168	190	120	21.2	3.2	2.0	13.0	23	874.50	136.3	1,010.8
4	อ.ตะพานหิน	พิจิตร	38042	47.9	150	138	161	214	247	100	22.1	4.8	5.2	20.0	27	1,011.10	127.2	1,138.3
5	อ.วังโป่ง	เพชรบูรณ์	36172	72.1	201	228	201	288	306	132	18.1	4.9	6.5	17.0	25	1,356.30	143.8	1,500.1
6	อ.ชนแดน	เพชรบูรณ์	36052	89.2	203	231	185	241	276	127	15.8	2.8	3.1	10.9	32	1,262.80	153.3	1,416.1
เฉลี่ย				65.0	164	177	173	226	252	116	22.1	4.7	3.6	13.8	27	1,108.10	135.6	1,243.7

ที่มา : กรมชลประทาน, 2553

ตารางที่ 2.3.3-1 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีคลองวังโป่ง บ้านวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ (N.54)

พื้นที่รับน้ำ : 174 ตร.กม.

ปี	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												ปริมาณน้ำท่ารายปี	
พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	(ล้าน ลบ.ม.)	(ลบ.ม./วินาที)
2542	6.60	12.60	15.30	16.00	29.70	52.50	11.60	7.30	1.10	0.30	0.10	0.00	153.1	4.85
2543	0.20	12.02	36.72	13.97	15.71	42.16	15.04	4.14	1.00	0.61	0.49	0.52	14258	4.52
2544	0.54	1.73	10.79	8.21	23.72	21.49	8.97	1.83	0.83	0.62	0.45	0.40	9.58	2.52
2545	0.09	0.59	12.82	7.31	21.19	53.96	12.70	2.72	1.03	0.85	0.80	0.81	114.7	3.64
2546	1.00	1.10	12.30	11.90	11.70	28.20	6.70	0.80	0.20	0.10	0.10	0.00	74.10	2.5
2547	0.00	0.41	21.99	14.19	12.92	32.18	.45	2.80	2.63	1.11	0.00	0.00	91.68	2.91
2548	0.52	0.54	13.30	18.96	9.98	27.79	5.28	3.10	1.20	0.00	0.00	0.00	80.67	2.56
2549	0.00	5.24	4.49	27.87	21.77	44.16	19.84	5.04	1.31	0.30	0.00	0.00	130.02	4.12
2550	1.89	5.42	15.93	1635	18.19	37.75	12.43	4.86	1.27	0.54	0.53	0.28	115.44	3.66
2551	1.52	3.22	20.31	37.77	23.86	47.50	21.72	13.92	2.26	0.13	2.39	0.30	14.90	5.55
2552	8.45	16.74	11.32	7.31	11.36	27.51	19.05	7.01	1.21	1.45	1.05	0.72	11318	3.59
เฉลี่ย	1.89	5.42	15.93	16.35	18.19	37.75	12.43	4.87	1.28	0.55	0.54	0.28	115.47	3.66
สูงสุด	8.45	16.74	36.72	37.77	29.70	53.96	21.72	13.92	2.63	1.45	2.39	0.81	174.90	5.55
ต่ำสุด	0.00	0.41	4.49	731	9.98	21.49	3.45	0.80	0.20	0.00	0.00	0.00	74.10	2.35

ที่มา : กรมชลประทาน, 2553

ตารางที่ 2.3.3-2 ปริมาณน้ำท่าสูงสุดรายปีสถานีคลองวังโป่ง บ้านวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ (N.54)

ปี พ.ศ.	ปริมาณการไหลสูงสุดรายปี	
	ลบ.ม./วินาที	วันที่
2542	81.75	11 ก.ย.
2543	158.28	11 ก.ย.
2544	73.48	14 ส.ค.
2545	99.2	4 ก.ย.
2546	66.13	30 ก.ค.
2547	73.35	15 มิ.ย.
2548	77.1	24 มิ.ย.
2549	117.6	10 ก.ค.
2551	111.3	21 ก.ย.
2552	76.81	27 ก.ย.

ที่มา : กรมชลประทาน, 2553

ตารางที่ 2.3.3-3 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนและรายปีคลองบุษบง บ้านพุทธบาท จังหวัดเพชรบูรณ์ (N.53)

พื้นที่รับน้ำ : 113 ตร.กม.

ปี	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												ปริมาณน้ำท่ารายปี	
พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	(ล้าน ลบ.ม.)	(ลบ.ม./วินาที)
2522	0.73	2.11	13.01	1.91	3.68	6.76	1.59	0.58	0.67	0.28	0.10	0.10	31.52	1.00
2523	1.07	6.50	21.52	26.30	9.33	32.80	4.34	2.09	0.50	0.00	0.00	0.03	104.48	3.31
2524	0.01	1.02	9.14	8.44	13.88	6.02	2.69	0.75	0.20	0.07	0.01	0.07	42.30	1.34
2525	0.20	1.22	2.30	1.05	10.14	30.30	7.48	2.11	0.98	0.48	0.21	0.12	56.59	1.79
2526	0.00	1.19	1.93	1.90	12.48	26.91	7.97	2.66	1.17	0.66	0.29	0.19	57.35	1.82
2527	0.8	0.72	20.09	7.23	5.64	27.36	10.86	2.17	0.88	0.43	0.20	2.62	78.48	2.49
2528	0.67	0.82	1.82	5.23	12.54	10.56	10.03	3.01	1.10	0.81	0.52	0.45	47.56	1.51
2529	0.22	0.39	4.35	4.87	9.69	20.77	2.16	0.68	0.30	0.10	0.02	0.16	43.71	1.39
2530	003	0.03	0.60	1.02	4.97	48.03	11.56	2.56	0.2	0.10	0.05	0.03	69.22	2.19
2531	0.02	5.21	6.99	4.01	8.03	3.62	8.33	1.43	0.45	0.08	0.01	0.00	38.18	1.21
2532	0.00	5.39	6.51	3.16	4.05	9.21	10.79	1.92	0.73	0.30	0.05	0.59	42.70	1.35
2533	0.00	079	1.39	2.10	4.90	7.62	5.28	1.08	0.32	0.08	0.00	0.00	23.56	0.75
2542	0.00	2.65	3.08	2.66	31.12	12.21	7.28	2.13	0.83	0.70	0.15	0.00	62.81	1.99
2534	0.00	5.00	2.60	3.90	8.00	14.50	3.80	2.70	0.50	0.20	0.00	0.00	41.20	1.31
2543	0.20	17.40	12.40	5.00	13.90	50.40	4.90	2.00	0.80	0.10	0.00	0.00	107.10	3.40
2544	0.00	3.25	3.71	4.31	8.10	15.73	3.11	1.18	0.21	0.00	0.00	0.00	39.60	1.26
2545	019	1.71	4.59	1.79	6.61	22.69	3.27	1.32	0.48	0.04	0.00	0.50	43.1	1.37
2546	020	0.60	2.80	8.90	7.50	18.20	3.50	1.10	0.30	0.00	0.00	0.00	43.10	1.37
2547	0.00	0.18	15.55	2.62	6.17	21.28	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	46.48	1.47
2549	0.00	0.81	3.54	10.84	13.06	30.40	9.94	1.45	1.18	0.41	0.00	0.00	71.63	2.27
เฉลี่ย	0.19	2.80	6.90	5.36	9.69	20.77	5.98	1.65	0.59	0.24	0.08	0.24	54.54	1.73
สูงสุด	1.07	17.40	21.52	26.30	31.12	50.40	11.56	3.01	1.18	0.81	0.52	2.62	107.10	3.40
ต่ำสุด	0.00	0.03	0.60	1.02	3.68	3.62	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.56	0.75

ที่มา : กรมชลประทาน, 2550

2.3.4 พื้นที่เพาะปลูกและการใช้น้ำ

พื้นที่เพาะปลูกบริเวณโครงการมีแหล่งน้ำเป็นลำ คลองขนาดเล็ก- ใหญ่ อยู่โดยรอบ เช่น คลองวัง โป่ง คลองเดื่อ คลองพิกุล คลองสายยางรุ้ง คลองน้ำอ้อม ฯลฯ รวมถึงมีอ่างเก็บน้ำขนาดเล็กอยู่ใกล้เคียงบริเวณพื้นที่โครงการ เช่น อ่างเก็บน้ำทุ่งยาง อ่างเก็บน้ำร่องสมอดำ และอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ เป็นต้น โดยอ่างเก็บน้ำและ คลองที่อยู่บริเวณพื้นที่โครงการ จะสามารถรับน้ำจากแห ล่งน้ำขนาดใหญ่ทางต้นน้ำ คือ คลองวังโป่ง ไปใช้เพื่อการเพาะปลูก อุปโภค-บริโภค อุตสาหกรรมในครัวเรือน รวมถึงการส่งน้ำไปทางท้ายน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศของแหล่งน้ำ

(1) พื้นที่เพาะปลูกในเขตโครงการ

พื้นที่ชลประทานเดิมในเขตโครงการเป็นพื้นที่ขนาดเล็กประกอบด้วย อาคารชลประทานที่เป็นฝายและท่อระบายน้ำ (ทรบ.) แสดงข้อมูลโครงการดัง**ตารางที่ 2.3.4-1** รวมมีพื้นที่ชลประทานเท่ากับ 44,000 ไร่

ตารางที่ 2.3.4-1 พื้นที่ชลประทานขนาดเล็กในเขตโครงการ

ลำดับที่	โครงการ	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	ความจุ (ลบ.ม.)	พื้นที่ (ไร่) *
1	ทรบ.วังแดง	เขาทราย	ทับคล้อ	พิจิตร	1,000	4,000
2	ทรบ.วังหินเพลิง	เขาทราย	ทับคล้อ	พิจิตร		3,000
3	ฝายคลองน้ำลัด	เขาทราย	ทับคล้อ	พิจิตร	300	4,000
4	ฝายด่านช้าง	เขาทราย	ทับคล้อ	พิจิตร		8,000
5	ทรบ.บ้านสวนพริก	ทับคล้อ	ทับคล้อ	พิจิตร		5,000
6	ทรบ.หนองอีตู้	ทับคล้อ	ทับคล้อ	พิจิตร	800	4,000
7	ทรบ.คลองกระแบก	ทับคล้อ	ทับคล้อ	พิจิตร	400	5,000
8	ทรบ.คลองร่องกอก	เขาทราย	ทับคล้อ	พิจิตร		1,000
9	ฝายวังขะนาง	ท้ายดง	วังโป่ง	เพชรบูรณ์		6,000

หมายเหตุ * รวมพื้นที่ชลประทานขนาดเล็กในโครงการ 44,000 ไร่
ที่มา : กรมชลประทาน, 2553

(2) เกณฑ์การประยุกต์ใช้ข้อมูลในการคำนวณวิเคราะห์ความต้องการใช้น้ำ

- การใช้น้ำเพื่ออุปโภค -บริโภค ของประชากรบริเวณเขตพื้นที่โครงการเท่ากับ 120 ลิตร/คน/วัน
- การใช้น้ำเพื่อการปศุสัตว์ใช้เกณฑ์เฉลี่ยของสัตว์ประเภท วัว กระบือ หมู เป็ด และไก่ เท่ากับ 30 ลิตร/ตัว/วัน
- การใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรมขนาดเล็กในครัวเรือน ใช้เกณฑ์เฉลี่ยประมาณ 4,000 ลูกบาศก์เมตร/ปี

- การใช้น้ำเพื่อรักษาสมดุลระบบนิเวศ กำหนดใช้กับแหล่งน้ำที่มีน้ำไหลผ่านพื้นที่โครงการ โดยมีค่าของปริมาณน้ำเพื่อรักษาสมดุลระบบนิเวศด้วย ปริมาณน้ำที่ 80% ในช่วงเวลาการไหล (Flow Duration) ของปริมาณน้ำปีแล้งปกติ (ปี พ.ศ. 2546)

2.4 การประเมินปริมาณน้ำผิวดิน

พื้นที่โครงการซึ่งมีขนาด 11 ตารางกิโลเมตร หรือ 6,875 ไร่ กับพื้นที่ศึกษาข้างเคียงโดยรอบโครงการซึ่งมีพื้นที่ขนาด 928 ตารางกิโลเมตร หรือ 580,000 ไร่ ในการประเมินน้ำผิวดินนั้นมีแหล่งน้ำผิวดิน ที่สามารถนำมาประเมินเป็นปริมาณน้ำผิวดิน และนำมาใช้ประโยชน์ในกิจการต่างๆ ได้ 2 แหล่งด้วยกัน คือ

2.4.1 ศักยภาพน้ำฝน

เป็นแหล่งน้ำซึ่งพื้นที่ของโครงการได้รับโดยตรง ปริมาณฝนเฉลี่ยรายเดือนของพื้นที่โครงการแสดงดังตารางที่ 2.3.3-2 ซึ่งให้ค่าฝนเฉลี่ยรายปี 1,243.7 มิลลิเมตร ช่วงฤดูฝนระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม จะมีปริมาณฝนเฉลี่ยถึง 89.1% ของฝนทั้งปีเป็นจำนวนฝน 1,108.1 มิลลิเมตร ซึ่งเมื่อคิดเฉพาะขนาดพื้นที่โครงการ 11 ตารางกิโลเมตร จะมีปริมาณน้ำให้ใช้ประโยชน์ได้ 12.2 ล้านลูกบาศก์เมตร และหักค่าการสูญเสียไปประมาณ 25% น้ำฝนจำนวนดังกล่าวจะเป็นน้ำผิวดิน สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ถึงประมาณ 9.14 ล้านลูกบาศก์เมตร

2.4.2 ศักยภาพน้ำผิวดิน

ศักยภาพน้ำผิวดิน หรือที่เรียกกันโดยทั่วไปว่า “น้ำท่า” บริเวณพื้นที่ศึกษาทั้งหมดของโครงการมีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ที่นำน้ำจากต้นน้ำไหลเข้าสู่พื้นที่โครงการ คือ แหล่งน้ำคลองวังโป่ง มีต้นน้ำอยู่ที่บริเวณ อำเภอวังโป่ง ไหลไปทางตะวันตกเข้าสู่พื้นที่โครงการโดยตรง คลองวังโป่งแห่งนี้มีสถานีสำรวจปริมาณน้ำ ของกรมชลประทานทำการตรวจวัดน้ำอยู่ รหัสสถานี คือ N.54 มีผลการสำรวจเป็นข้อมูลปริมาณน้ำจำนวน 11 ปี แสดงข้อมูล ดัง**ตารางที่ 2.3.3-1** กับค่าของปริมาณน้ำสูงสุดรอบปี ดัง **ตารางที่ 2.3.3-2** จากผลการตรวจวัดน้ำท่า ดัง**ตารางที่ 2.3.3-1** จะได้ค่าเฉลี่ยปริมาณน้ำเท่ากับ 115.47 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี

(1) การขยายช่วงเวลาข้อมูลน้ำท่า

ช่วงเวลาของสถิติข้อมูลที่ยาวนาน จะทำให้การพิจารณาถึงสมดุลระหว่างความต้องการใช้น้ำกับศักยภาพแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาของโครงการถูกต้องมากขึ้น การต่อขยายสถิติข้อมูลปริมาณน้ำท่าที่สถานี N.54 คลองวังโป่ง ได้ใช้โปรแกรม HEC-4 ซึ่งเป็นโปรแกรมใน HEC-Series ที่พัฒนาขึ้นโดย U.S. Hydrologic Engineering ประเทศสหรัฐอเมริกา หลักการของวิธีดังกล่าว คือ การวิเคราะห์ถดถอยเชิงซ้อน (Multiple Regression Analysis) จากสถานีสำรวจที่ต้องการต่อเติมข้อมู ลน้ำท่ากับข้อมูล

ของสถานีอื่นที่อยู่ใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ยังสามารถใช้กับกลุ่มข้อมูลฝนข้างเคียงที่มีสถิติการสำรวจวัดยาวนาน โดยนำมาประกอบรวมกันได้

(2) ผลการประเมินศักยภาพน้ำผิวดินของสถานี N.54

ข้อมูลของสถานีตรวจวัดน้ำข้างเคียงที่นำมาคำนวณวิเคราะห์ขยายสถิติข้อมูลของสถานี N.54 ประกอบด้วย

- สถานีตรวจวัดปริมาณน้ำ N.53 คลองบุษบง อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ มีสถิติข้อมูลตั้งแต่ปี พ.ศ. 2522-2549 ดัง**ตารางที่ 2.3.3-3**
- สถานีตรวจวัดน้ำฝนอำเภอวังทรายพูน (38072) จังหวัดพิจิตร มีสถิติข้อมูล จำนวน 31 ปี (ตั้งแต่พ.ศ. 2522-2552) ดัง**ตารางที่ 2.4.2-1**
- สถานีตรวจวัดน้ำฝนอำเภอวังโป่ง (36172) จังหวัดเพชรบูรณ์ มีสถิติข้อมูล จำนวน 24 ปี (ตั้งแต่ พ.ศ. 2529-2552) ดัง**ตารางที่ 2.4.2-2**
- เมื่อนำข้อมูลดังกล่าว เข้าโปรแกรมการต่อขยายข้อมูลหาความสัมพันธ์ใน ลักษณะ Correlation matrix จะให้ผลการประเมินค่าปริมาณน้ำรายเดือนของสถานี N.54 ที่มีข้อมูลยาวนาน 31 ปี เป็นค่าปริมาณน้ำปีเฉลี่ย 106.0 ล้านลูกบาศก์เมตร ปริมาณน้ำปีสูงสุด 174.9 ล้านลูกบาศก์เมตร และค่าปริมาณน้ำปีต่ำสุด 71.0 ล้านลูกบาศก์เมตร ดัง**ตารางที่ 2.4.2-3** โดยค่าดังกล่าวนี้ จะเป็นค่าของศักยภาพน้ำผิวดินของโครงการที่จะนำไปใช้พิจารณาถึงสมดุลน้ำต่อไป

ตารางที่ 2.4.2-1 ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนและรายปีของสถานีอำเภอวังทรายพูน (38072) จังหวัดพิจิตร

หน่วย : มิลลิลิตร

ปี	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												ปริมาณน้ำฝน
พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2522	0.0	176.8	326.6	132.9	191.0	149.5	13.2	0.0	0.0	0.0	37.9	14.8	1,042.7
2523	48.4	188.4	141.5	312.9	160.4	376.1	204.1	1.5	0.0	0.0	3.9	90.0	1,527.2
2524	35.2	223.9	115.2	302.4	237.8	79.9	105.1	34.7	0.0	0.0	0.0	16.8	1,151.0
2525	72.1	122.1	233.8	219.6	380.8	423.2	131.4	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1,595.4
2526	3.8	178.8	206.1	279.5	276.2	223.7	153.0	93.6	19.8	0.0	47.3	39.7	1,521.5
2527	33.3	126.1	190.7	63.8	170.8	170.5	150.8	31.0	0.0	13.0	17.5	0.0	967.5
2528	127.5	231.0	179.0	145.1	163.1	271.0	150.0	230.5	0.0	0.0	0.0	62.0	1,559.2
2529	138.7	131.2	306.5	162.1	200.0	90.6	89.4	0.0	5.8	0.0	0.0	94.0	1,218.3
2530	25.5	110.5	182.2	111.0	130.4	372.2	128.9	16.8	0.0	0.0	5.5	0.0	1,083.0
2531	101.0	382.5	177.5	178.6	330.9	112.2	185.7	0.0	0.0	0.0	0.0	115.8	1,584.2
2532	46.4	177.3	211.7	47.4	200.8	166.0	121.0	12.0	0.0	0.0	0.0	87.2	1,069.8
2533	0.0	148.6	89.5	192.7	166.0	258.7	108.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	964.3
2534	19.0	71.1	59.3	105.3	552.9	102.0	56.3	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0	972.4
2535	5.0	10.5	31.2	124.6	234.0	117.7	62.8	0.0	85.0	0.0	6.0	10.5	687.3
2536	21.5	119.8	15.0	186.3	145.0	294.1	45.0	0.0	0.0	0.0	1.2	174.0	1,001.9
2537	15.0	209.0	129.0	55.0	223.5	115.0	17.0	0.0	26.0	0.0	.0.	26.0	815.5
2538	73.0	116.0	42.0	279.0	314.0	186.0	20.0	10.0	0.0	0.0	90.0	10.	1,131.0
2539	250.3	168.1	155.5	138.9	309.5	389.7	75.2	159.8	0.0	0.0	0.0	55.2	1,702.2
2540	50.4	72.7	66.4	113.4	140.5	272.1	140.3	32.4	0.0	0.0	3.4	0.0	891.6
2541	48.5	256.7	77.5	257.0	147.4	254.5	99.9	20.0	0.0	15.2	0.0	5.4	1,182.1
2542	98.7	201.4	192.8	443.1	284.6	182.6	136.1	45.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,584.3
2543	195.4	181.6	219.4	123.5	258.7	303.0	176.8	0.0	4.7	8.1	0.0	77.0	1,548.2
2544	66.5	156.1	145.3	97.7	230.8	249.0	146.6	0.0	0.0	39.5	0.0	0.0	1,131.5
2545	14.5	119.0	94.7	84.1	194.3	420.7	110.2	0.0	25.1	0.0	2.0	60.5	1,125.1
2546	18.4	70.7	240.8	183.4	72.5	279.3	3.1	0.0	0.0	7.0	198.9	0.0	1,074.1
2547	43.1	99.8	443.3	227.1	234.6	330.0	46.2	0.0	0.0	0.0	0.0	85.1	1,509.2
2548	158.4	128.1	167.8	401.2	350.1	508.1	82.5	16.0	0.0	0.0	61.1	72.5	1,945.8
2549	90.9	467.3	279.3	529.9	425.9	686.6	290.2	16.0	0.0	0.0	41.0	18.0	2,845.1
2550	87.6	463.3	342.7	104.1	341.1	272.1	245.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,856.7
2551	117.3	84.5	273.0	287.0	134.2	287.9	291.9	140.0	0.0	0.0	0.0	26.8	1,642.6
2552	61.6	289.1	357.4	275.0	162.6	227.4	62.2	41.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1,476.8
เฉลี่ย	66.7	176.8	183.6	198.8	237.6	263.6	117.7	29.5	5.4	2.7	16.8	36.5	1,335.7
สูงสุด	250.3	467.3	443.3	529.9	552.9	686.6	291.9	230.5	85.0	39.5	198.9	174.0	2,845.1
ต่ำสุด	0.0	10.5	15.0	47.4	72.5	79.9	3.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	687.3

ที่มา : กรมชลประทาน, 2553

ตารางที่ 2.4.2-2 ข้อมูลปริมาณฝนรายเดือนและรายปีของสถานีอำเภอวังโป่ง (36172) จังหวัดเพชรบูรณ์

หน่วย : มิลลิลิตร

ปี	ปริมาณน้ำท่ารายเดือน (ล้าน ลบ.ม.)												ปริมาณ
พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	น้ำท่ารายปี
2529	0.0	200.9	228.3	200.5	288.2	306.0	132.4	0.0	0.0	0.0	3.7	66.0	1,426.0
2530	50.6	98.9	180.0	66.7	164.1	571.2	116.3	99.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1,347.0
2531	105.3	155.6	149.7	137.9	214.4	53.3	190.7	0.0	0.0	0.0	0.0	15.9	1,022.8
2532	8.2	340.6	290.3	128.4	110.8	258.1	138.5	27.7	0.0	15.1	90.7	113.4	1,521.8
2533	23.2	231.2	112.5	197.5	129.0	266.3	60.7	15.0	0.0	0.0	0.0	11.5	1,046.9
2534	34.0	207.2	158.0	141.9	689.2	295.8	80.0	0.0	20.4	17.3	0.0	0.0	1,643.8
2535	0.0	53.4	219.0	192.7	336.8	324.6	99.2	0.0	5.6	40.4	0.0	35.5	1,307.2
2536	36.1	240.0	81.2	204.7	276.2	251.2	27.7	0.0	0.0	0.0	39.1	113.4	1,269.6
2537	67.8	241.9	282.1	279.0	386.7	228.8	111.6	0.0	66.7	21.0	0.0	16.3	1,701.9
2538	21.5	172.1	269.4	375.8	387.1	268.5	236.0	3.7	0.0	0.0	63.6	14.7	1,812.4
2539	158.9	259.3	276.4	63.7	369.2	346.0	91.4	99.2	3.7	3.0	6.5	64.6	1,741.9
2540	131.4	105.9	80.6	227.1	175.3	299.2	191.2	18.1	0.0	0.0	16.2	0.0	1,245.0
2541	47.8	150.7	88.2	207.7	447.3	536.4	144.2	34.5	0.0	16.3	0.0	0.0	1,673.1
2542	143.4	277.2	340.7	356.1	327.5	206.8	228.0	8.3	0.0	0.0	72.6	0.0	1,960.6
2543	144.7	355.3	486.7	216.6	242.5	294.4	185.8	0.0	0.0	0.0	0.0	52.0	1,978.0
2544	79.3	268.4	198.2	141.0	345.0	306.0	79.1	5.0	0.0	24.8	0.0	1.3	1,448.1
2545	37.1	195.5	150.3	41.4	241.1	465.4	0.0	0.0	0.0	0.0	39.1	53.6	1,223.5
2546	28.8	65.4	250.6	285.8	284.2	524.7	67.2	0.0	0.0	13.4	53.3	5.1	1,578.5
2547	29.2	156.2	558.3	200.5	152.7	216.3	18.4	0.0	0.0	5.2	0.0	9.2	1,346.0
2548	60.0	173.3	238.3	424.6	260.3	299.1	156.4	38.3	21.8	0.0	14.0	0.0	1,686.1
2549	90.4	200.9	77.5	216.8	268.3	149.2	89.4	2.8	0.0	0.0	0.0	1.2	1,096.5
2550	98.4	325.4	305.9	117.8	169.9	206.6	289.7	0.0	0.0	0.0	8.3	0.0	1,522.0
2551	157.3	84.4	307.8	256.2	368.8	415.4	229.6	60.3	0.0	0.0	0.0	30.6	1,910.4
2552	177.6	261.2	148.9	130.5	282.7	255.4	213.5	21.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1,491.2
เฉลี่ย	72.1	200.9	228.3	200.5	288.2	306.0	132.4	18.1	4.9	6.5	17.0	25.2	1,500.0
สูงสุด	177.6	355.3	558.3	424.6	689.2	571.2	289.7	99.2	66.7	40.4	90.7	113.4	1,978.0
ต่ำสุด	0.0	53.4	77.5	41.4	110.8	53.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,022.8

ที่มา : กรมชลประทาน, 2553

ตารางที่ 2.4.2-3 ผลการประเมินปริมาณน้ำท่าสถานี N.54 คลองวังโป่ง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

พื้นที่รับน้ำ 174 ตร.กม. หน่วย : ล้าน ลบ.ม.

ปี	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รวมทั้งปี
2522	2.00	3.00	11.00	11.00	26.00	38.00	6.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	99.0
2523	1.00	2.00	11.00	16.00	16.00	36.00	13.00	3.00	1.00	0.00	0.00	0.00	99.0
2524	0.00	1.00	24.00	20.00	18.00	23.00	8.00	4.00	2.00	1.00	0.00	0.00	101.0
2525	0.00	1.00	6.00	10.00	14.00	64.00	15.00	5.00	1.00	3.00	0.00	0.00	119.0
2526	0.00	2.00	17.00	12.00	14.00	26.00	12.00	9.00	1.00	0.00	0.00	0.00	93.0
2527	1.00	1.00	14.00	6.00	24.00	43.00	16.00	5.00	2.00	1.00	0.00	0.00	113.0
2528	0.00	1.00	9.00	11.00	25.00	48.00	16.00	16.00	2.00	0.00	1.00	0.00	129.0
2529	0.00	0.00	26.00	25.00	16.00	24.00	8.00	3.00	2.00	0.00	0.00	0.00	104.0
2530	0.00	0.00	10.00	8.00	17.00	28.00	14.00	7.00	1.00	0.00	0.00	0.00	85.0
2531	0.00	24.00	10.00	8.00	11.00	30.00	14.00	3.00	2.00	2.00	0.00	0.00	104.0
2532	0.00	2.00	21.00	8.00	26.00	27.00	13.00	6.00	1.00	0.00	0.00	0.00	104.0
2533	0.00	1.00	7.00	9.00	18.00	51.00	16.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	107.0
2534	0.00	4.00	13.00	8.00	14.00	22.00	9.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.0
2535	0.00	1.00	14.00	10.00	24.00	33.00	10.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	95.0
2536	1.00	8.00	9.00	10.00	15.00	51.00	13.00	3.00	2.00	1.00	0.00	0.00	113.0
2537	0.00	2.00	16.00	8.00	11.0	36.0	9.00	3.00	1.00	0.00	2.00	2.00	90.0
2538	3.00	4.00	17.00	26.00	14.00	46.00	14.00	6.00	1.00	0.00	0.00	0.00	131.0
2539	0.00	4.00	19.00	12.00	9.00	31.00	12.00	8.00	2.00	1.00	0.00	0.00	98.0
2540	0.00	4.00	6.00	6.00	19.00	37.00	6.00	6.00	2.00	0.00	0.00	0.00	86.0
2541	0.00	2.00	8.00	12.00	18.00	17.00	13.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	75.0
2542	6.60	12.60	15.30	16.00	29.70	52.50	11.60	7.30	1.10	0.30	0.10	0.00	153.1
2543	0.20	12.02	36.72	13.97	15.71	42.16	15.04	4.14	1.00	0.61	0.49	0.52	142.6
2544	0.54	1.73	10.79	8.21	23.72	21.49	8.97	1.83	0.83	0.62	0.45	0.40	79.6
2545	0.09	0.59	12.82	7.31	21.19	53.96	12.70	2.72	1.03	0.85	0.80	0.81	114.9
2546	1.00	1.10	12.30	11.90	11.70	28.20	6.70	0.80	0.20	0.10	0.10	0.00	74.1
2547	0.00	0.41	21.99	14.19	12.92	32.18	3.45	2.80	2.63	1.11	0.00	0.00	91.7
2548	0.52	0.54	13.30	18.96	9.98	27.79	5.28	3.10	1.20	0.00	0.00	0.00	80.7
2549	0.00	5.24	4.49	27.87	21.77	44.16	19.84	5.04	1.31	0.30	0.00	0.00	130.0
2550	1.89	5.42	15.93	16.35	18.19	37.75	12.43	4.86	1.27	0.54	0.53	0.28	115.4
2551	1.52	3.22	20.31	37.77	23.86	47.50	21.72	13.92	2.26	0.013	2.39	0.30	174.9
2552	8.45	16.74	11.32	7.31	11.36	27.51	19.05	7.01	1.21	1.45	1.05	0.72	113.2
เฉลี่ย	0.93	4.08	14.30	13.41	17.71	36.33	12.06	4.92	1.32	0.48	0.29	0.16	106.0
สูงสุด	1.52	3.22	20.31	37.77	23.86	47.50	21.72	13.92	2.26	0.13	2.39	0.30	174.9
ต่ำสุด	0.00	4.00	13.00	8.00	14.00	22.00	9.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	71.0

ที่มา : กรมชลประทาน, 2553

2.4.3 การคำนวณและวิเคราะห์ค่าปริมาณน้ำหลาก

อุทกภัยที่ทำให้เกิดน้ำท่วมหลากในพื้นที่โครงการมี 2 สาเหตุหลักๆ คือ

(1) ฝนตกหนักบนพื้นที่โครงการโดยตรง

เนื่องจากพื้นที่โครงการมีขนาด 11 ตารางกิโลเมตร ถือว่ามีขนาดเล็ก การคำนวณค่าปริมาณน้ำท่วมหลากแห่งนี้ จึงใช้สูตร Empirical โดยวิธีของ Rational ดังนี้ คือ

$$Q = 0.278\ C\ I\ A \qquad (2.4.3\text{-}1)$$

โดยพารามิเตอร์ของสมการ (2.4.3-1) สามารถหาได้ดังต่อไปนี้

- ค่า C พิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศของโครงการ โดยพื้นที่โครงการค่า C จะอยู่ Band 3 มีค่าเท่ากับ 0.25 (ดังแสดงใน**รูปที่ 2.4.3-1**)
- ค่า I คือ ความเข้มฝนในช่วงเวลาสั้นๆ น้อยกว่า**1** วัน

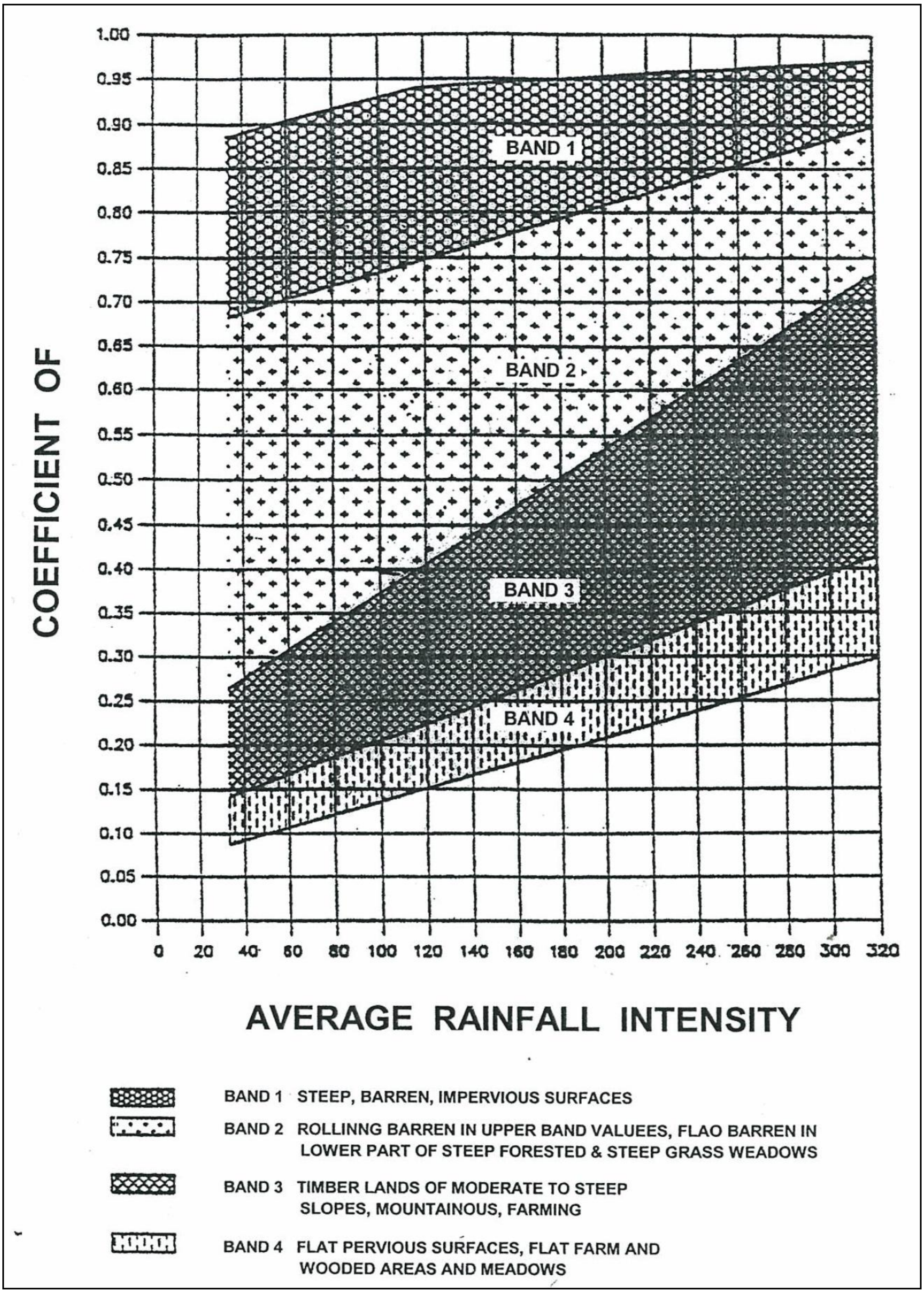
  คือ ช่วงเวลาTime of Concentration ของพื้นที่โครงการหาได้จากสูตร

  $T_c = (0.87\ L^3/H)^{0.385}$

  เมื่อ L = 4 กม. และ H = 3.0 ม. ค่า T_c จะเท่ากับ 3.0 ชั่วโมง
- การคำนวณวิเคราะห์ฝนรายชั่วโมง เนื่องจากมีสถานีตรวจวัดฝนเป็นรายนาที รายชั่วโมง อยู่ใกล้พื้นที่โครงการ คือ สถานีฝน 39013 อ.เมือง จ.พิษณุโลก ตามข้อมูลที่แสดงใน **ตารางที่ 2.4.3-1** นำข้อมูลฝนจากตารางดังกล่าวไปคำนวณค่าฝนรายชั่วโมงสูงสุดรอบปีต่างๆ (Maximum rainfall intensity – Duration frequency) ตามวิธีการของ Gumbel distribution จะให้ค่าความสัมพันธ์ของฝนรายนาที รายชั่วโมงต่างๆ ดังแสดงใน**ตารางที่ 2.4.3-2** และ **ตารางที่ 2.4.3-3** จากข้อมูลความเข้มฝนสูงสุด ความถี่การเกิดฝนสูงสุดในแต่ละช่วงเวลาที่รอบปีการเกิดต่างๆ สามารถนำมาสร้างกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน- ช่วงเวลา- ความถี่การเกิดฝนที่สถานีอำเภอเมืองพิษณุโลก (39013) ได้ดังแสดงใน**รูปที่ 2.4.3-2** โดยค่าฝนสูงสุด 3 ชั่วโมงรอบ 10 ปี จะมีค่าความถี่การเกิดฝน สูงสุดเท่ากับ 99.4 มิลลิเมตร **(ตารางที่ 2.4.3-2)** หรือความเข้มฝนสูงสุดเท่ากับ 33.1 มิลลิเมตร **(ตารางที่ 2.4.3-3)**
- ค่า A ของสมการ (2.4.3-1) คือ ขนาดพื้นที่โครงการเท่ากับ 11 ตารางกิโลเมตร เมื่อนำค่าต่างๆ ไปแทนค่าในสมการ (2.4.1) จะได้ค่า Q ดังนี้

$$Q = 0.278 \times 0.25 \times 33.1 \times 11$$
$$= 25.3 \text{ ลบ.ม./วินาที}$$

เพราะฉะนั้นปริมาณน้ำท่วมหลากซึ่งเกิดจากฝนตกหนักที่ต้องทำการระบายออกจากพื้นที่โครงการจะมีค่าเท่ากับ 25.3 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที



รูปที่ 2.4.3-1 กราฟสำหรับอ่านค่าสัมประสิทธิ์น้ำท่า C ที่ใช้ในสูตร Rational formula

ตารางที่ 2.4.3-1 ข้อมูลฝนสูงสุดรายนาทีของสถานีอำเภอเมือง (39013) จังหวัดพิษณุโลก

ความเข้มฝนสูงสุดรายนาที รายชั่วโมง (มิลลิเมตร)

ปี (พ.ศ.)	15 นาที	30 นาที	45 นาที	1 ชั่วโมง	3 ชั่วโมง	6 ชั่วโมง	24 ชั่วโมง
2499	25.5	48.4	66.4	76.0	88.2	92.5	124.3
2500	25.6	41.0	55.3	58.4	66.1	91.0	97.9
2501	24.0	30.0	35.0	40.0	74.0	77.0	93.0
2502	16.2	21.1	27.7	40.9	83.1	87.6	87.6
2503	20.3	37.4	49.5	50.5	66.3	79.8	94.3
2504	29.4	42.8	53.0	68.8	92.7	92.7	116.2
2505	37.8	48.3	54.8	61.3	73.9	93.6	109.8
2506	24.9	36.0	37.8	45.1	51.8	73.0	87.6
2507	34.4	66.0	80.7	91.4	100.5	100.5	100.5
2508	25.3	33.0	44.1	45.7	63.8	64.8	68.2
2509	21.5	47.9	55.9	57.2	72.4	79.8	79.8
2510	28.7	40.9	41.5	41.5	45.0	51.5	54.5
2511	28.0	40.6	40.6	40.6	40.6	45.5	75.6
2512	22.3	36.8	45.6	53.3	89.2	98.7	98.7
2513	41.3	58.4	74.9	81.8	117.4	121.9	126.6
2514	23.7	43.2	56.2	63.5	81.5	99.5	99.5
2515	31.4	52.4	65.5	72.5	76.0	77.0	106.2
2516	26.4	38.9	43.4	64.0	96.5	103.1	107.6
2517	27.9	43.2	51.7	60.2	68.6	72.9	76.5
2518	31.2	38.0	43.7	47.5	61.6	77.0	79.7
2519	21.6	28.1	38.6	47.6	87.5	126.1	144.0
2520	46.3	60.9	62.0	62.2	63.7	64.9	66.5
2521	55.8	58.1	59.5	79.3	89.8	99.1	137.7
2522	33.0	42.7	51.8	55.7	62.1	63.4	71.1
2523	27.6	32.9	47.9	56.0	84.5	88.7	88.7
2524	40.0	64.5	72.2	74.8	96.7	97.9	105.0
2525	39.4	45.2	47.0	47.8	53.1	54.2	54.2
2526	23.9	30.7	33.0	36.8	78.5	112.5	130.5
2527	29.1	38.1	38.9	38.9	47.1	66.5	93.3
2528	30.0	44.9	50.3	51.4	51.9	52.4	52.4
2529	26.8	42.8	47.1	48.0	52.9	52.9	82.2
2530	30.8	42.9	47.3	50.6	51.7	71.2	71.2
2531	26.4	45.1	51.5	59.4	65.4	68.4	69.4
2532	31.1	44.4	44.4	44.4	56.7	81.6	100.8
2533	15.9	21.2	30.7	37.8	58.3	63.7	83.1
2534	58.2	58.2	59.8	62.3	62.3	62.3	66.1
2535	22.9	36.0	36.7	37.1	53.5	69.0	79.3
2536	30.2	57.2	78.0	97.8	107.1	111.1	111.1
2537	29.5	80.4	80.4	80.4	80.4	152.3	167.1
2538	16.8	25.1	32.6	34.7	35.0	68.4	136.8
2539	25.3	33.0	47.5	60.0	69.0	69.0	69.0

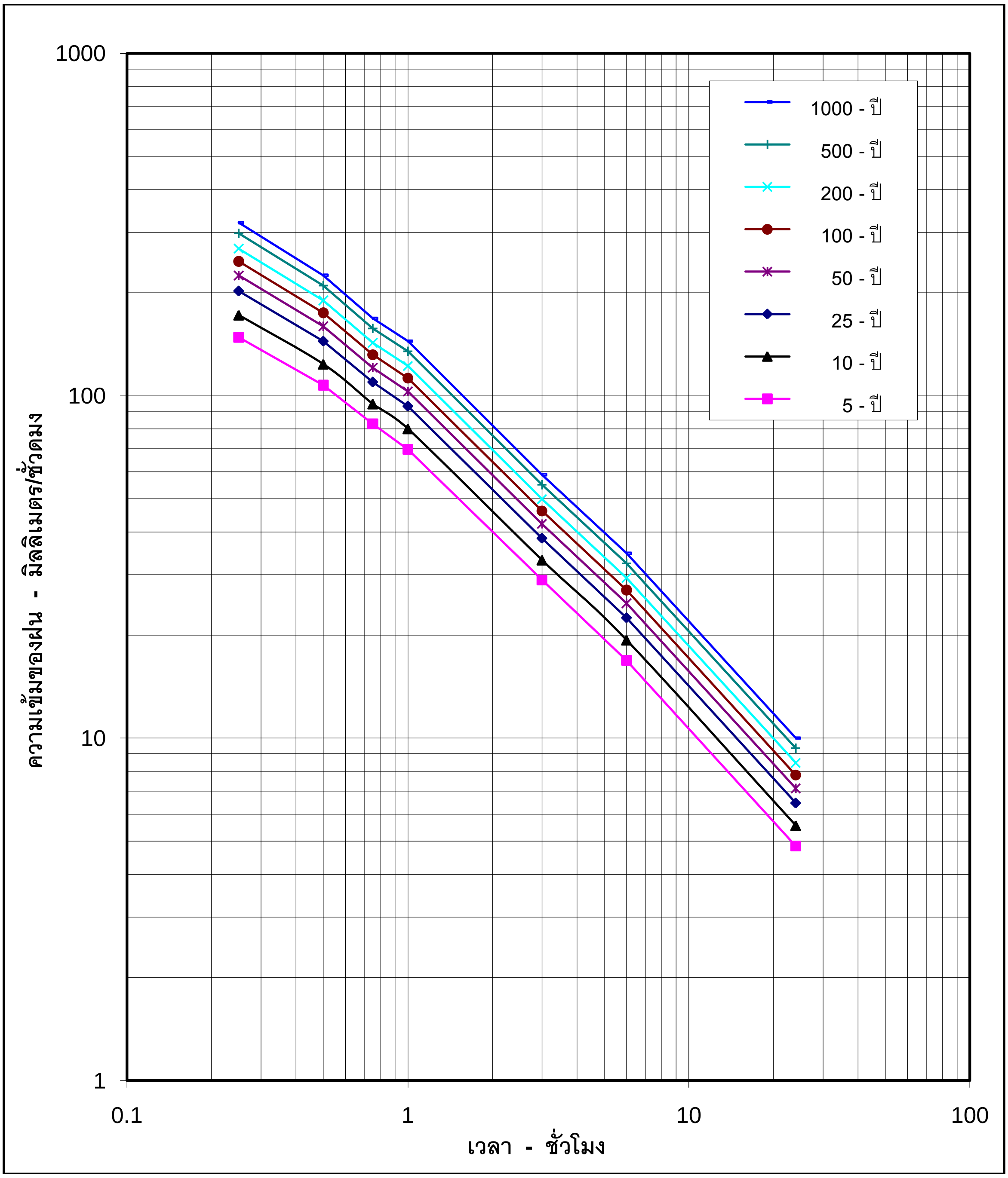
ที่มา : กรมอุตุนิยมวิทย, 2545

ตารางที่ 2.4.3-2 การวิเคราะห์ความถี่ของการเกิดฝนสูงสุดของแต่ละช่วงเวลาของสถานี 39013 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

รอบปี	ความเข้มฝน – มิลลิเมตร/ชั่วโมง						
	15 นาที	**30 นาที**	**45 นาที**	**1 ชม.**	**3 ชม.**	**6 ชม.**	**24 ชม.**
5 ปี	37.0	53.7	62.1	69.7	86.9	101.2	116.2
10 ปี	43.0	61.8	71.0	80.1	99.4	116.0	133.4
25 ปี	50.5	72.1	82.2	93.2	115.0	134.8	155.1
50 ปี	56.1	79.8	90.6	102.9	126.7	148.7	171.3
100 ปี	61.7	87.3	98.8	112.5	138.2	162.4	187.3
200 ปี	67.2	94.9	107.1	122.1	149.7	176.2	203.2
500 ปี	74.5	104.8	118.0	134.8	164.9	194.3	224.2
1000 ปี	80.0	112.4	126.2	144.4	176.4	208.0	240.2

ตารางที่ 2.4.3-3 ความเข้มฝนสูงสุด-ช่วงเวลา-ความถี่ฝนของ สถานี 39013 อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

รอบปี	ความเข้มฝน – มิลลิเมตร/ชั่วโมง						
	15 นาที	**30 นาที**	**45 นาที**	**1 ชม.**	**3 ชม.**	**6 ชม.**	**24 ชม.**
5 ปี	148.1	107.4	82.8	69.7	29.0	16.9	4.8
10 ปี	172.0	123.7	94.6	80.1	33.1	19.3	5.6
25 ปี	202.2	144.3	109.6	93.2	38.3	22.5	6.5
50 ปี	224.5	159.5	120.7	102.9	42.2	24.8	7.1
100 ปี	246.8	174.7	131.8	112.5	46.1	27.1	7.8
200 ปี	268.9	189.8	142.8	122.1	49.9	29.4	8.5
500 ปี	28.1	209.7	157.3	134.8	55.0	32.4	9.3
1000 ปี	320.2	224.7	168.2	144.4	58.8	34.7	10.0



รูปที่ 2.4.3-2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มฝน-ช่วงเวลา-ความถี่ฝน ของสถานี 39013 อำเภอเมือง จ.พิษณุโลก

(2) ปริมาณน้ำท่วมจากคลองวังโป่งไหลเข้าสู่พื้นที่โครงการ

อุทกภัยจากสาเหตุนี้สามารถคำนวณได้จากค่าปริมาณน้ำสูงสุดรายปีที่มีการตรวจวัดอยู่ที่สถานีสำรวจน้ำ N.54 คลองวังโป่ง ซึ่งอยู่ทางต้นน้ำของพื้นที่โครงการ จากข้อมูลการสำรวจค่าปริมาณน้ำสูงสุดรายปีตามที่แสดงค่าใน **ตารางที่ 2.3.3-2** ซึ่งเมื่อนำค่าจากตารางดังกล่าวไปคำนวณหาค่าความถี่การเกิดปริมาณน้ำสูงสุดรอบ 10 ปี จะได้ค่าเท่ากับ 146.4 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ดังกราฟ**รูปที่ 2.4.3-3**

ดังนั้นปริมาณน้ำหลากสูงสุดของโครงการซึ่งเกิดจากสภาพอุทกภัยของคลองวังโป่ง ที่จะทำความเสียหายกับพื้นที่โครงการกำหนดให้มีค่าเท่ากับ 146 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที

2.5 สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดิน

พื้นที่โครงการในส่วนของจังหวัดพิจิตร พิษณุโลก และเพชรบูรณ์ มีลักษณะเป็นพื้นที่ราบลุ่มและมีพื้นที่เชิงเขาสลับเป็นบางพื้นที่ ซึ่งเป็นแหล่งสะสมตัวของตะกอนตามที่ราบลุ่มและเป็นแหล่งสะสมของตะกอนตามลานตะพักแม่น้ำ แต่จะปรากฏให้เห็นในลักษณะเนินเขาโดยทั่วไปทางด้านตะวันออกติด กับเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นที่ราบลุ่มในบริเวณพื้นที่โครงการมีความอุดมสมบูรณ์มากและเหมาะ สมในการทำการเกษตร จึงเห็นได้ว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ในบริเวณนี้จะใช้ทำการเกษตร พืชที่ปลูกมาก ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง สับปะรด และมีการทำสวนผลไม้บ้าง เช่น มะม่วง กล้วย มะขาม น้อยหน่า เป็นต้น สำหรับการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทอื่นๆ ได้แก่ พื้นที่ชุมชนที่อยู่อาศัย พื้นที่ป่าไม้ ทุ่งหญ้า พื้นที่เหมืองแร่ บ่อขุด พื้นที่ โรงเรือนเลี้ยงสัตว์ พื้นที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และพื้นที่แหล่งน้ำ ดัง**ตารางที่ 2.5-1 และรูปที่ 2.5-1**

สำหรับสภาพการใช้ที่ดินในบริเวณโดยรอบพื้นที่โครงการ คิดเป็นพื้นที่ประมาณ 927.7 ตร.กม. หรือ 579,812.5 ไร่ ด้วยแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน จากกรมพัฒนาที่ดิน (2553) ดัง**รูปที่ 2.5-1** และพื้นที่ของการใช้ที่ดินแต่ละประเภทดัง**ตารางที่ 2.5-1** ซึ่งสรุปได้ดังนี้

(1) พื้นที่ปลูกนาข้าว คิดเป็นสัดส่วนมากที่สุดถึงร้อยละ 67.50 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนใหญ่มีการกระจายอยู่ทั่วไป

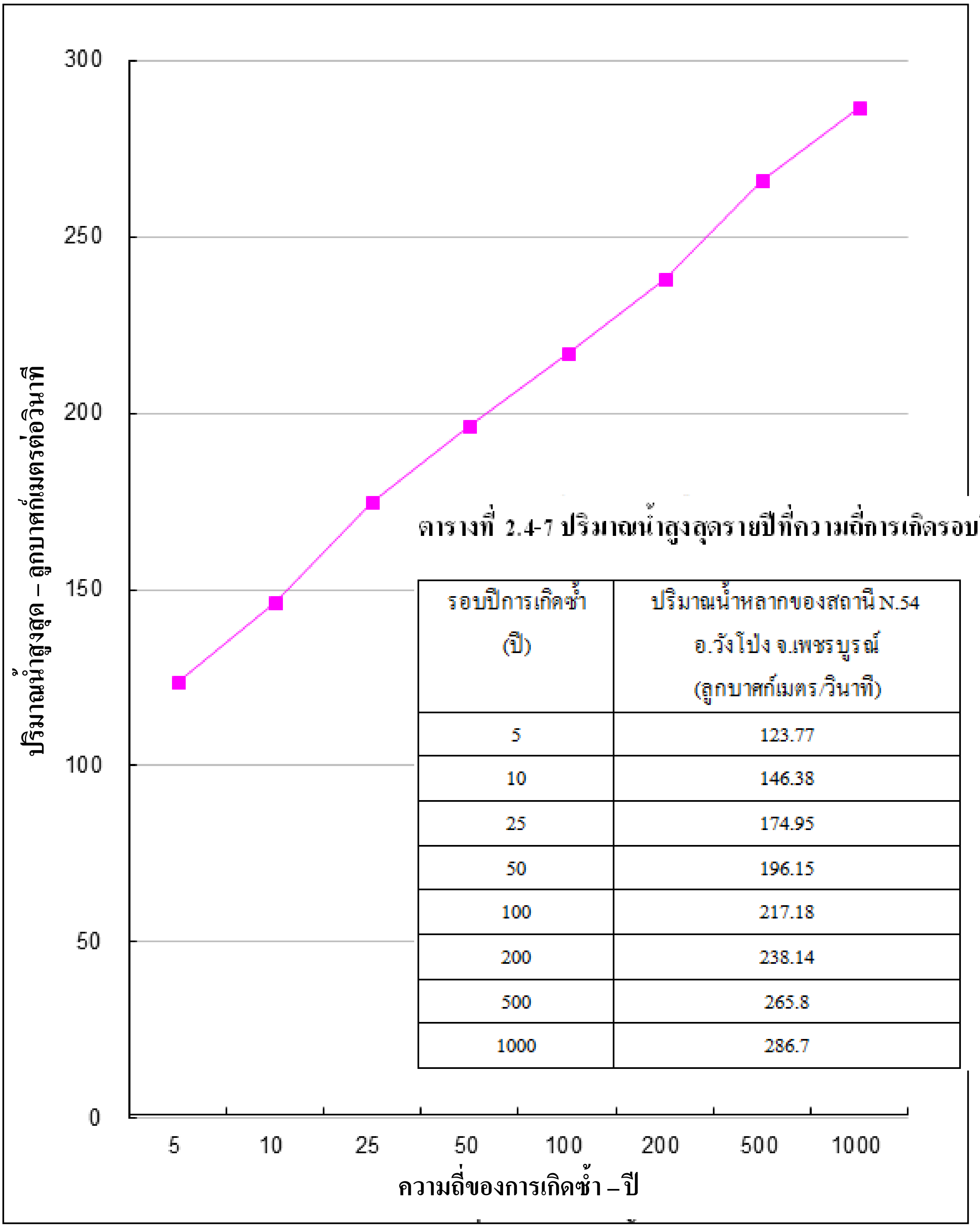
(2) พื้นที่เกษตรกรรมอื่นๆ ยกเว้น นาข้าว คิดเป็น ร้อยละ 18.93 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนใหญ่อยู่ด้านทิศตะวันออกของพื้นที่โครงการ

(3) พื้นที่อยู่อาศัย คิดเป็นร้อยละ 4.89 ของพื้นที่ทั้งหมด ส่วนใหญ่มีการกระจายอยู่ทั่วไป

(4) พื้นที่ป่าไม้ ทุ่งหญ้า คิดเป็นร้อยละ 7.19 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งอยู่บริเวณด้านทิศตะวันออกของพื้นที่โครงการ

(5) พื้นที่เหมืองแร่ บ่อขุด คิดเป็นร้อยละ 0.57 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งอยู่บริเวณตรงกลางของพื้นที่โครงการ และด้านทิศตะวันตกของพื้นที่โครงการ

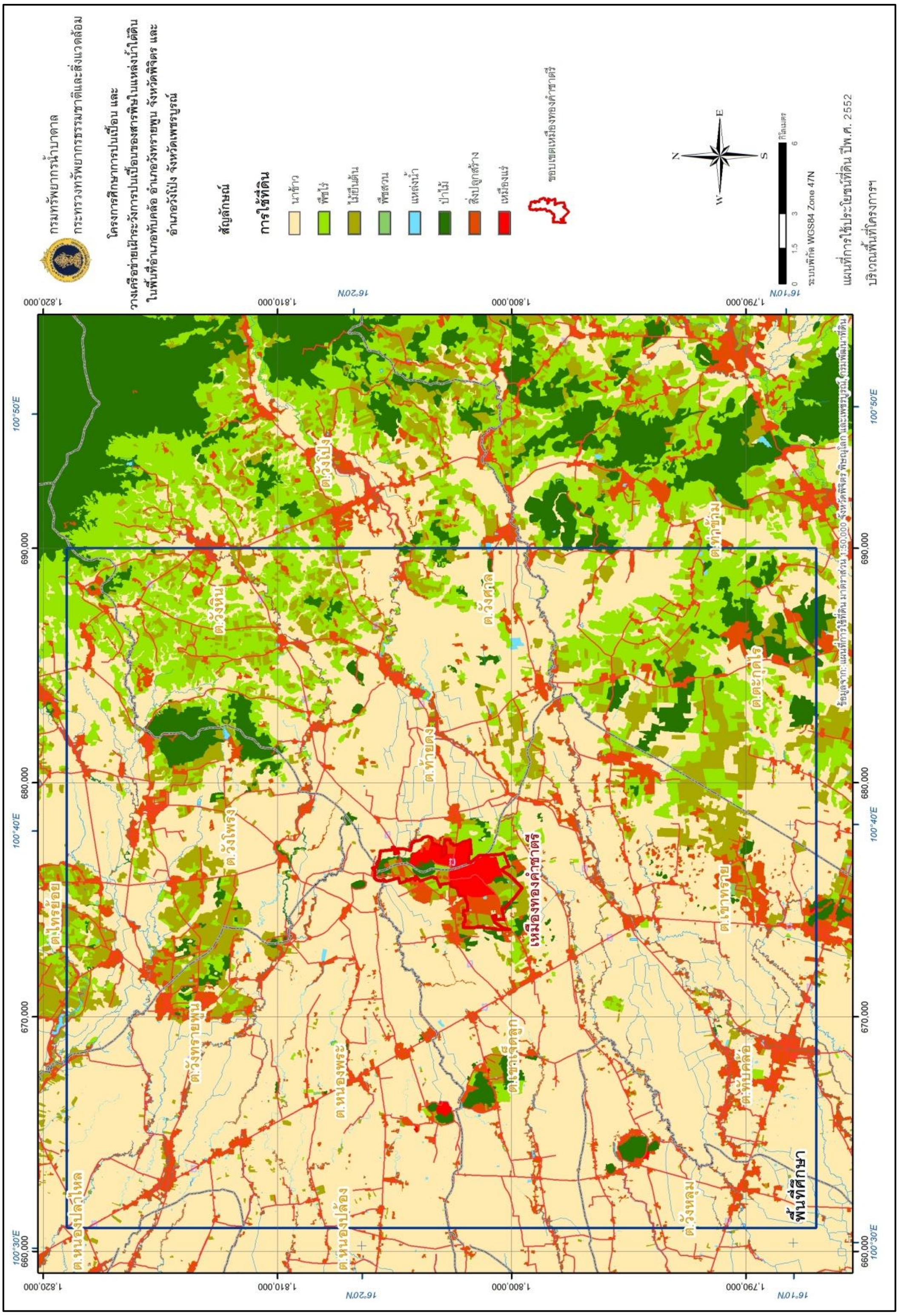
(6) พื้นที่น้ำ พื้นที่ลุ่ม และอื่นๆ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 0.78 ของพื้นที่ทั้งหมด ซึ่งกระจายตามบริเวณพื้นที่โครงการ



ตารางที่ 2.4-7 ปริมาณน้ำสูงสุดรายปีที่ความถี่การเกิดรอบปีต่างๆ

รอบปีการเกิดซ้ำ (ปี)	ปริมาณน้ำหลากของสถานี N.54 อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์ (ลูกบาศก์เมตร/วินาที)
5	123.77
10	146.38
25	174.95
50	196.15
100	217.18
200	238.14
500	265.8
1000	286.7

รูปที่ 2.4.3-3 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำสูงสุดกับความถี่การเกิดซ้ำรอบปีต่างๆ สถานี N.54



ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน, 2553

รูปที่ 2.5-1 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่โครงการ

ตารางที่ 2.5-1 ประเภทการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่โครงการ

ประเภทการใช้ประโยชน์	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
นาข้าว	626.19	67.50
พืชไร่	99.61	10.74
ไม้ยืนต้น	51.32	5.53
ไม้ผล	24.28	2.62
พืชสวน	0.33	0.04
ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	1.09	0.12
สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	0.38	0.04
ป่าผลัดใบ	31.69	3.42
สวนป่า	3.69	0.40
ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	31.28	3.37
พื้นที่ลุ่ม	0.11	0.01
เหมืองแร่ บ่อขุด	5.26	0.57
อื่นๆ	0.05	0.01
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	45.41	4.89
พื้นที่แหล่งน้ำ	7.01	0.76
รวม	**927.70**	**100.00**

ที่มา : กรมพัฒนาที่ดิน, 2553

2.6 การประเมินการใช้น้ำผิวดินในพื้นที่โครงการ

2.6.1 การใช้น้ำเพื่อการเกษตร

การใช้น้ำเพื่อการเกษตรมีสิ่งที่พิจารณาดังต่อไปนี้

(1) ขนาดพื้นที่เพาะปลูก

จากข้อมูลพื้นที่ชลประทานขนาดเล็กในเขตโครงการดัง **ตารางที่ 2.3-8** มีพื้นที่เพาะปลูกในเขตอำเภอทับคล้อ อำเภอวังทรายพูน และอำเภอวังโป่ง รวมทั้งสิ้น 44,000 ไร่ โดยแยกเป็นพื้นที่เพาะปลูกย่อย 9 แห่ง มีขนาดตั้งแต่ 1,000 ไร่ ถึง 8,000 ไร่

(2) ปฏิทินการปลูกพืชและชนิดของพืช

ปฏิทินการปลูกพืชจะเริ่มปลูกข้าวนาปี โดยเตรียมแปลงและปักดำเดือนมิถุนายน ถึงกรกฎาคม เก็บเกี่ยวเดือนพฤศจิกายน ถึง ธันวาคม ส่วนพืชไร่ปลูกในฤดูแล้งเริ่มเดือน มกราคม เก็บเกี่ยวเดือน มีนาคม ถึงเดือนเมษายน ตามผังปฏิทินการปลูกพืชใน**ตารางที่ 2.6.1-1** พืชไร่ที่ปลูก ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ ข้าวโพดหวาน ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียว แตงโม

ตารางที่ 2.6.1-1 ปฏิทินปลูกพืชในเขตชลประทานภาคเหนือ

ชนิดของพืช	เดือน											
	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
ข้าว						เตรียมแปลง						
ข้าว						ตกกล้า						
พืชไร่ ข้าว							ปักดำ					
	ไม้ผล ไม้ยืนต้น											

หมายเหตุ ช่วงเวลาเก็บเกี่ยว

พืชไร่ เช่น ข้าวโพด ถั่วเหลือง ถั่วลิสง ถั่วเขียว กระเทียม ผักต่างๆ ฯลฯ

(3) การใช้น้ำของพืช

ความต้องการใช้น้ำของพืช คือปริมาณน้ำที่พืชดูดไปใช้งานแล้วคายออกทางใบ รวมกับปริมาณน้ำส่วนที่ระเหยจากแปลงเพาะปลูก คำนวณหาได้จากสูตรดังนี้ คือ

$$CET = K_c PET \qquad (2.6.1\text{-}1)$$

เมื่อ CET คือ ความต้องการใช้น้ำของพืช (Crop evapotranspiration)

K_c คือ สัมประสิทธิ์การใช้น้ำของพืช (Crop coefficient) ค่านี้ได้จากสถานี ทดลองการปลูกพืชของกรมชลประทานดัง**ตารางที่ 2.6.1-2**

PET คือ ค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิง (Potential evapotranspiration) คำนวณจากตัวแปรของข้อมูลภูมิอากาศ มีสูตรคำนวณของ Penman montieth ดังนี้ คือ

$$PET = C\,[WR_n + (1\text{-}W) + F\,(U_2)\,(C_s - C_a)] \qquad (2.6.1\text{-}2)$$

โดย W = Weighting Factor ขึ้นกับอุณหภูมิ

R_n = Net Radiation

C = Adjustment Factor

$F(U_2)$ = $0.27\ (1.0 + 0.1\ U_z)$

U_2 = ความเร็วลมที่ 2 เมตรจากพื้นดิน = $U_z\ (2/3)^{0.2}$

U_z = ความเร็วลมที่ Z เมตรจากพื้นดิน หน่วย กิโลเมตรต่อวัน

C_a = Actual Vapor Pressure หน่วย มิลิบาร์

C_s = Saturate Vapor Pressure หน่วย มิลิบาร์

ผลคำนวณค่า PET ของฝ่ายเกษตรฯ กรมชลประทาน จากข้อมูลภูมิอากาศที่จังหวัดพิษณุโลก แสดงค่าเป็นรายเดือนและรายปี ดัง**ตารางที่ 2.6.1-3**

(4) ปริมาณฝนใช้การ (Effective rainfall)

ปริมาณฝนใช้การบนพื้นที่เพาะปลูก จะช่วยทำให้ลดการส่งน้ำจากแหล่งน้ำ วิธีคำนวณค่าฝนใช้การใช้วิธีของกระทรวงเกษตรสหรัฐฯ ที่ได้ทำการทดลองหาค่าฝนใช้การได้จากความสัมพันธ์กับค่าฝนรายเดือน และอัตราการใช้น้ำของพืชรายเดือนแสดงค่าความสัมพันธ์ดัง**ตารางที่ 2.6.1-4** ซึ่งนำมาหาค่าฝนใช้การของพื้นที่เพาะปลูกแต่ละเดือนของปีต่างๆ ดัง**ตารางที่ 2.6.1-5**

(5) อัตราการซึมของน้ำลงดิน (Percolation)

ตามข้อมูลการค้นคว้าวิจัยการใช้น้ำของพืชที่ฝ่ายเกษตรชลประทาน กรมชลประทาน ทำการศึกษาไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ.2524 ตรวจวัดผลของอัตราการซึมของน้ำลงดินที่สถานีทดลองในภาคต่างๆ ของประเทศ ดังนี้

- สถานีทดลองแม่แตง จ.เชียงใหม่ อัตราการซึม 0.7 มิลลิเมตรต่อวัน
- สถานีทดลองสามชุก จ.สุพรรณบุรี อัตราการซึม 0.9 มิลลิเมตรต่อวัน
- สถานีทดลองเขื่อนเพชร จ.เพชรบุรี อัตราการซึม 1.1 มิลลิเมตรต่อวัน
- สถานีทดลองแม่กลอง จ.กาญจนบุรี อัตราการซึม 0.7 มิลลิเมตรต่อวัน
- สถานีทดลองห้วยบ้านยาง จ.นครราชสีมา อัตราการซึม 2.1 มิลลิเมตรต่อวัน

จึงเห็นสมควรกำหนดเกณฑ์การซึมของน้ำลงดินบนพื้นที่เพาะปลูกของโครงการนี้ เฉลี่ยเท่ากับ 1.0 มิลลิเมตรต่อวัน

ตารางที่ 2.6.1-2 ค่าสัมประสิทธิ์ของพืชโดยวิธี Penman-Montieth (K_c)

สัปดาห์ที่ (Week)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (Maize)	ข้าวโพดหวาน (Sweet Corn)	ถั่วเหลือง (Soybean)	ถั่วลิสง (Groundnut)	ถั่วเขียว (Mungbean)	แตงโม (Water melon)
1	0.63	0.65	0.64	0.60	0.58	102
2	0.72	0.68	0.69	0.72	0.87	1.14
3	0.86	0.84	0.81	0.5	1.18	1.60
4	1.13	0.99	1.01	0.94	1.40	1.90
5	1.35	1.16	1.23	1.1	1.28	2.10
6	1.52	1.22	1.32	1.24	1.19	1.90
7	1.61	1.21	1.35	1.28	0.66	1.37
8	1.63	1.15	1.34	1.6	0.44	144
9	1.2	0.96	1.27	1.04	0.34	1.03
10	1.50	0.72	1.09	0.99		0.75
11	1.8	0.61	0.85	0.91		0.65
12	1.15		0.74	0.7		0.52
13	0.90		0.74	0.60		
14	0.67		0.72	0.50		
15				0.45		
16						
เฉลี่ย	**1.19**	**0.93**	**0.99**	**0.88**	**0.88**	**21.58**

เดือน (Month)		อ้อย (Sugarcane)	มะม่วง (Mango)
1	มิถุนายน	065	2.10
2	กรกฎาคม	0.86	2.46
3	สิงหาคม	1.13	2.53
4	กันยายน	1.35	2.28
5	ตุลาคม	1.56	2.29
6	พฤศจิกายน	1.29	2.50
7	ธันวาคม	1.20	1.90
8	มกราคม	0.93	1.69
9	กุมภาพันธ์	0.63	1.61
10	มีนาคม	0.52	1.7
11	เมษายน		1.24
12	พฤษภาคม		1.19
เฉลี่ย		**1.01**	**1.92**

ที่มา : กรมชลประทาน, 2539

ตารางที่ 2.6.1-3 ค่าการคายระเหยของพืชอ้างอิง จังหวัดพิษณุโลก

เดือน	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส		ความชื้น (%)	ความเร็วลม (กิโลเมตร/วัน)	แสงแดด (ชั่วโมง)	พลังงานแสงแดด (MJ/ตารางเมตร/วัน)	Eto-PenMon	
	สูงสุด	ต่ำสุด					มิลลิเมตร/วัน	มิลลิเมตร./เดือน
มกราคม	31.7	18.0	67.0	28.0	8.5	18.0	3.1	96.1
กุมภาพันธ์	33.9	20.5	64.0	44.0	8.9	20.3	3.9	109.2
มีนาคม	35.9	23.2	63.0	63.0	8.5	21.7	4.7	145.7
เมษายน	37.4	25.2	63.0	72.0	9.1	23.5	5.4	162.0
พฤษภาคม	35.7	25.2	72.0	63.0	8.1	22.0	5.1	158.1
มิถุนายน	33.7	24.8	78.0	57.0	6.1	18.7	4.3	129.0
กรกฎาคม	32.9	24.6	79.0	50.0	5.5	17.9	4.0	124.0
สิงหาคม	32.3	24.5	81.0	47.0	5.1	17.3	3.8	117.8
กันยายน	32.3	24.5	82.0	41.0	5.4	17.2	3.7	111.0
ตุลาคม	32.3	23.9	79.0	38.0	7.1	18.3	3.8	117.8
พฤศจิกายน	31.7	21.5	74.0	32.0	8.1	17.9	3.4	102.0
ธันวาคม	30.9	18.2	69.0	32.0	8.5	17.4	3.1	96.1
เฉลี่ย	33.4	22.8	72.6	47.3	7.4	19.2	4.0	1468.8

ที่มา : กรมชลประทาน, 2539

ตารางที่ 2.6.1-4 ปริมาณฝนใช้การของพืชผักและไม้ผลยืนต้นสำหรับฝนรายเดือนเฉลี่ย และอัตราการใช้น้ำของพืชต่างๆ

ฝนรายเดือนเฉลี่ย	อัตราการใช้น้ำของพืช (ET) ประจำเดือน (มิลลิเมตร)									
(มิลลิเมตร)	25	50	75	100	125	150	175	200	225	250
15	9	10	10	11	11	12	12	13	14	15
20	12	13	14	14	15	16	17	18	19	20
30	18	19	21	22	22	23	24	26	28	30
40	23	25	27	29	30	31	32	35	38	40
50	25	32	34	35	37	38	40	43	46	49
60		38	40	42	44	45	47	51	55	59
70		43	46	49	52	53	55	59	63	68
80		48	52	55	59	60	63	67	71	77
90		50	57	61	66	67	70	75	79	85
100			63	67	73	74	78	82	87	94
110			68	73	79	80	84	89	95	102
120			73	78	85	86	91	97	102	110
130			75	83	91	92	98	104	110	118
140				89	97	99	105	112	118	126
150				94	103	105	110	120	125	134
160				99	108	110	117	125	132	142
170				100	113	116	123	131	138	149
180					118	121	129	136	144	155
190					124	126	134	142	150	161
200					135	132	140	148	157	168
ความสามารถเก็บน้ำของดิน ในเขตราก (มิลลิเมตร)	20	30	40	50	60	75	100	125	150	175
ตัวคูณปรับแก้	0.74	0.82	0.88	0.93	0.96	1.00	1.02	1.04	1.06	1.07

หมายเหตุ ฝนใช้การเฉลี่ยประจำเดือนต้องไม่มากกว่าจำนวนฝนเฉลี่ยหรืออัตราการใช้น้ำของพืชในเดือนเดียวกันใน กรณีฝนเฉลี่ยรายเดือนน้อยกว่าค่าต่ำสุดของฝนใช้การในตารางข้างบนให้ถือว่าฝนดังกล่าวเป็นฝนใช้การทั้งหมด

ตารางที่ 2.6.1-5 ปริมาณฝนใช้การรายเดือนของพื้นที่เพาะปลูกในพื้นที่โครงการ

หน่วย : มิลลิเมตร

ปี	ปริมาณฝนใช้การรายเดือน												ปริมาณน้ำฝน
พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	รายปี
2522	32.9	44.3	135.0	64.0	118.3	123.4	6.8	0.0	0.0	0.0	11.9	15.0	551.6
2523	30.8	132.0	120.8	135.0	116.1	125.0	102.5	14.1	0.0	0.0	6.9	51.2	834.4
2524	43.5	125.5	107.6	135.0	124.8	98.6	48.3	42.8	0.0	0.0	2.5	20.1	748.7
2525	48.1	95.2	135.0	123.4	125.0	125.0	97.1	17.8	0.7	1.0	0.0	0.2	768.5
2526	13.2	132.0	124.7	135.0	125.0	125.0	105.3	44.9	14.2	0.0	26.6	23.2	869.1
2527	77.0	96.7	135.0	83.0	105.4	120.9	90.6	14.2	0.0	17.1	6.6	5.6	752.1
2528	92.3	115.1	135.0	114.6	125.0	125.0	124.7	67.3	0.0	0.0	0.0	14.5	913.5
2529	56.8	95.0	113.5	102.0	125.0	118.4	56.5	2.4	4.3	0.0	3.3	55.2	732.4
2530	39.7	67.7	97.0	51.7	87.1	125.0	63.7	33.4	0.0	0.0	14.4	9.3	589.0
2531	68.9	132.0	120.1	114.2	125.0	62.3	125.0	0.7	0.0	4.9	0.0	37.6	790.7
2532	20.5	132.0	135.0	71.0	108.1	125.0	69.1	12.4	0.0	2.5	12.4	74.8	762.8
2533	14.7	117.3	89.3	135.0	98.5	123.0	74.1	13.0	0.0	3.8	0.0	3.7	672.4
2534	18.7	132.0	82.2	72.2	125.0	125.0	64.3	1.7	9.8	6.3	4.0	0.0	641.2
2535	1.2	40.4	93.6	114.0	125.0	125.0	64.8	0.0	22.8	7.4	1.0	18.3	613.5
2536	27.0	120.4	46.8	97.9	125.0	125.0	20.5	0.0	0.0	0.0	7.9	70.0	640.5
2537	22.4	132.0	131.6	95.5	125.0	125.0	52.1	0.0	22.8	3.5	0.0	12.8	722.7
2538	44.2	111.5	79.1	135.0	125.0	125.0	73.2	6.2	0.0	0.0	42.8	10.4	752.4
2539	112.7	119.3	110.9	63.8	125.0	125.0	51.8	80.0	1.4	1.0	3.0	21.6	815.5
2540	66.5	58.0	48.6	93.8	92.5	125.0	87.8	11.4	0.0	0.6	14.9	3.6	602.7
2541	48.5	114.6	64.5	108.3	125.0	125.0	83.5	24.7	4.7	10.9	1.2	6.1	717.0
2542	116.9	132.0	122.0	135.0	125.0	125.0	121.8	32.3	0.0	0.0	21.1	0.7	931.8
2543	97.7	132.0	135.0	111.4	125.0	125.0	115.0	4.9	0.8	3.9	8.9	55.8	915.4
2544	54.3	127.4	96.5	85.1	125.0	125.0	89.4	2.8	0.0	14.0	0.5	12.9	732.9
2545	38.9	104.0	116.9	51.4	125.0	125.0	73.0	4.4	18.3	0.0	25.0	60.3	742.2
2546	35.5	66.5	135.0	135.0	86.4	125.0	23.6	0.0	0.0	12.6	55.2	2.9	677.7
2547	35.7	125.6	135.0	135.0	107.4	125.0	16.5	0.0	0.0	2.0	0.0	21.4	703.6
2548	53.2	76.3	135.0	135.0	121.0	125.0	68.7	20.4	5.2	0.0	15.6	22.4	777.8
2549	50.6	132.0	96.8	135.0	125.0	125.0	70.1	11.2	0.0	0.0	13.9	10.1	769.7
2550	55.1	132.0	135.0	44.4	125.0	100.7	104.5	0.0	0.0	1.2	14.5	1.6	714.0
2551	82.7	42.1	116.2	116.8	121.9	125.0	116.7	38.1	0.0	0.0	0.0	28.8	788.3
2552	64.8	104.6	135.0	98.9	100.1	125.0	87.2	11.9	1.3	0.0	0.0	0.0	728.8
เฉลี่ย	50.5	106.0	111.7	104.1	117.3	120.9	75.7	16.5	3.4	3.0	10.1	21.6	741.1

(6) ประสิทธิภาพการชลประทาน (Irrigation efficiency)

เห็นสมควรกำหนดค่าของประสิทธิภาพการชลประทานตามเกณฑ์ที่ใช้อยู่ในโครงการต่างๆ ของกรมชลประทาน คือ 56%

$$Wi = CET + P - Re / IE \quad (2.6.1\text{-}3)$$

เมื่อ Wi = ค่าความต้องการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูก

C E T = ปริมาณน้ำที่พืชต้องการ – (หาได้จากสมการ 2.5.1)

P = อัตราการซึมของน้ำลงดินบนพื้นที่เพาะปลูก (**ตารางที่ 2.6.1-4** ข้อ 5)

Re = ค่าฝนใช้การ (**ตารางที่ 2.6.1-4** ข้อ 4)

I E = ค่าประสิทธิภาพการชลประทาน (**ตารางที่ 2.6.1-4** ข้อ 6) = 56 %

จากข้อมูลพื้นที่เพาะปลูกของตำบลต่างๆในพื้นที่โครงการ ดัง**ตารางที่ 2.3.4-1** ซึ่งมีพื้นที่เพาะปลูกรวมกันทั้งสิ้น 44,000 ไร่ นำมาคำนวณหาค่าการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกตาม **สมการ (2.6.1-3)** จะได้ค่าการใช้น้ำดังแสดงใน**ตารางที่ 2.6.1-6** โดยมีความต้องการน้ำเฉลี่ยปีละ 32.8 ล้านลูกบาศก์เมตร

2.6.2 การใช้น้ำเพื่ออุปโภค – บริโภค ปศุสัตว์ และอุตสาหกรรมขนาดเล็ก

กำหนดประชากรที่ใช้น้ำเพื่ออุปโภคบริโภคบริเวณพื้นที่โครงการ 10,000 คน อัตราการใช้น้ำ 120 ลิตรต่อคนต่อวัน เป็นการใช้น้ำเพื่ออุปโภค- บริโภคต่อปี 438,000 ลูกบาศก์เมตร /ปี (36,5000 ลูกบาศก์เมตร/เดือน)

การใช้น้ำเพื่อปศุสัตว์จำนวน 8,000 ตัว ในอัตรา 30 ลิตร/ตัว/วัน ปีนการใช้น้ำตลอดปี 65,700 ล้านลูกบาศก์เมตร/ปี (5,475 ลูกบาศก์เมตร/เดือน)

การใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรมขนาดเล็ก ซึ่งใช้น้ำไม่มากประมาณแห่งละ 4,000 ลูกบาศก์เมตร /ปี บริเวณพื้นที่โครงการมีอยู่ประมาณ 50 แห่งจะใช้น้ำ 240,000 ล้านลูกบาศก์เมตร /ปี (20,000 ลูกบาศก์เมตร/เดือน) รวมการใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภค เลี้ยงสัตว์ และอุตสาหกรรมครัวเรือนตลอดปีเท่ากับ

438,000 + 65,700 + 240,000 = 743,700 ลูกบาศก์เมตร/ปี (61,975 ลูกบาศก์เมตร/เดือน)

สำหรับในอีก 20 ปีข้างหน้า การใช้น้ำอาจเพิ่มขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ จะเป็นการใช้น้ำ เพื่ออุปโภค –บริโภค การเลี้ยง สัตว์ และโรงงานอุตสาหกรรมครัวเรือนขนาดเล็ก เท่ากับ 892,440 ลูกบาศก์เมตร/ปี (74,370 ลูกบาศก์เมตร/เดือน)

ตารางที่ 2.6.1-6 ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกในพื้นที่โครงการ

หน่วย : ล้านลูกบาศก์เมตร

ปี	ปริมาณความต้องการใช้น้ำเพื่อการเพาะปลูกรายเดือน												ความต้องการ
พ.ศ.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	ใช้น้ำทั้งปี
2522	0.00	0.00	3.05	7.37	4.15	4.43	16.62	3.14	0.00	0.57	3.25	0.48	43.06
2523	0.00	0.00	3.11	4.02	4.15	4.43	4.59	2.26	0.00	0.57	3.37	0.17	26.67
2524	0.00	0.00	3.47	4.02	4.15	5.33	11.40	0.79	0.00	0.57	3.48	0.41	33.62
2525	0.00	0.00	3.05	4.07	4.15	4.43	5.27	2.02	0.00	0.55	3.55	0.66	27.75
2526	0.00	0.00	3.09	4.02	4.15	4.43	4.37	0.79	0.00	0.57	2.88	0.37	24.67
2527	0.00	0.00	3.05	6.10	4.15	4.43	6.08	2.25	0.00	0.35	3.38	0.60	30.39
2528	0.00	0.00	3.05	4.11	4.15	4.43	4.37	0.79	0.00	0.57	3.55	0.48	25.50
2529	0.00	0.00	3.14	4.82	4.15	4.43	10.37	2.99	0.00	0.57	3.46	0.17	34.10
2530	0.00	0.00	4.18	8.19	5.64	4.43	9.47	1.04	0.00	0.57	3.18	0.55	37.25
2531	0.00	0.00	3.11	4.11	4.15	9.89	4.37	3.10	0.00	0.50	3.55	0.19	32.97
2532	0.00	0.00	3.05	6.90	4.15	4.43	8.79	2.36	0.00	0.53	3.23	0.17	33.61
2533	0.00	0.00	4.70	4.02	4.21	4.43	8.16	2.33	0.00	0.52	3.55	0.62	32.54
2534	0.00	0.00	5.17	6.82	4.15	4.43	9.39	3.04	0.00	0.49	3.44	0.67	37.60
2535	0.00	0.00	4.41	4.11	4.15	4.43	9.33	3.14	0.00	0.47	3.52	0.44	34.00
2536	0.00	0.00	7.55	5.10	4.15	4.43	14.90	3.14	0.00	0.57	3.35	0.17	43.36
2537	0.00	0.00	3.06	5.26	4.15	4.43	10.92	3.14	0.00	0.52	3.55	0.51	35.54
2538	0.00	0.00	5.38	4.02	4.15	4.43	8.27	2.75	0.00	0.57	2.47	0.54	32.58
2539	0.00	0.00	3.25	7.38	4.15	4.43	10.96	0.79	0.00	0.55	3.47	0.39	35.37
2540	0.00	0.00	7.43	5.37	4.97	4.43	6.44	2.43	0.00	0.56	3.17	0.62	35.42
2541	0.00	0.00	6.36	4.40	4.15	4.43	6.98	1.59	0.00	0.43	3.51	0.59	32.44
2542	0.00	0.00	3.10	4.02	4.15	4.43	4.37	1.11	0.00	0.57	3.01	0.66	25.42
2543	0.00	0.00	3.05	4.19	4.15	4.43	4.37	2.83	0.00	0.52	3.32	0.17	27.03
2544	0.00	0.00	4.22	5.95	4.15	4.43	6.24	2.97	0.00	0.39	3.53	0.50	32.38
2545	0.00	0.00	3.12	8.21	4.15	4.43	8.30	2.87	0.00	0.57	2.92	0.17	34.74
2546	0.00	0.00	3.05	4.02	5.73	4.43	14.51	3.14	0.00	0.41	2.16	0.63	38.08
2547	0.00	0.00	3.05	4.02	4.15	4.43	15.40	3.14	0.00	0.54	3.55	0.40	38.68
2548	0.00	0.00	3.05	4.02	4.15	4.43	8.84	1.86	0.00	0.57	3.15	0.38	30.45
2549	0.00	0.00	4.20	4.02	4.15	4.43	8.66	2.44	0.00	0.57	3.20	0.54	32.21
2550	0.00	0.00	3.05	8.82	4.15	5.07	4.37	3.14	0.00	0.55	3.18	0.65	32.98
2551	0.00	0.00	3.13	4.10	4.15	4.43	4.37	0.79	0.00	0.57	3.55	0.30	25.39
2552	0.00	0.00	3.05	5.03	4.15	4.43	6.51	239	0.00	0.57	3.55	0.67	30.35
เฉลี่ย	0.00	0.00	3.83	5.18	4.28	4.66	8.29	2.28	0.00	0.53	3.29	0.45	32.78

2.6.3 การใช้น้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศท้ายน้ำ

เกณฑ์การใช้น้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศท้ายน้ำของโครงการคิดจากแหล่งน้ำที่ส่งน้ำให้กับพื้นที่เพาะปลูกของโครงการ คือ แหล่งน้ำจากคลองวังโป่ง ซึ่งพิจารณาจากข้อมูลปริมาณน้ำของสถานี N.54 พบว่า ในปี พ.ศ. 2546 (ปีแล้ง) ที่ 80% ของช่วงเวลา 1 ปีจะเป็นค่าปริมาณน้ำอยู่ที่เดือนมกราคม มีปริมาณน้ำเฉลี่ยเท่ากับ 0.10 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งโครงการควรมีค่าปริมาณน้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศท้ายน้ำไม่น้อยกว่าค่าดังกล่าว

2.7 สมดุลน้ำของพื้นที่โครงการ

การพิจารณาถึงสมดุลน้ำบริเวณพื้นที่โครงการกระทำโดยการเปรียบเทียบระหว่างศักยภาพแหล่งน้ำผิวดินกับการใช้น้ำในกิจการต่างๆ ของโครงการ ซึ่งทำการเปรียบเทียบได้ดังนี้

(1) ศักยภาพแหล่งน้ำผิวดินของโครงการ

- ปริมาณน้ำฝนที่นำมาใช้ประโยชน์ได้	=	9.14	ล้านลูกบาศก์เมตร
(ฤดูฝน เดือน พฤษภาคม – ตุลาคม ตามข้อ 2.3.2)			
- ปริมาณน้ำผิวดินตลอดปีเฉลี่ย	=	106.00	ล้านลูกบาศก์เมตร
เดือนที่มีน้ำผิวดินเฉลี่ยสูงสุด (กันยายน)	=	36.30	ล้านลูกบาศก์เมตร
เดือนที่มีน้ำผิวดินเฉลี่ยต่ำสุด (มีนาคม)	=	0.16	ล้านลูกบาศก์เมตร

(2) การใช้น้ำเพื่อกิจการต่างๆ ของโครงการ

- ใช้น้ำเพื่อการเกษตรทั้งปี	=	32.78	ล้านลูกบาศก์เมตร
เดือนที่ใช้น้ำสูงสุด กรกฎาคม	=	5.18	ล้านลูกบาศก์เมตร
- ใช้น้ำเพื่ออุปโภค-บริโภคทั้งปี	=	0.525	ล้านลูกบาศก์เมตร
รายเดือน	=	0.044	ล้านลูกบาศก์เมตร
- ใช้น้ำเพื่อปศุสัตว์ทั้งปี	=	0.105	ล้านลูกบาศก์เมตร
รายเดือน	=	0.009	ล้านลูกบาศก์เมตร
- ใช้น้ำเพื่ออุตสาหกรรมครัวเรือนทั้งปี	=	0.240	ล้านลูกบาศก์เมตร
รายเดือน	=	0.020	ล้านลูกบาศก์เมตร
- ใช้น้ำเพื่อรักษาระบบนิเวศทั้งปี	=	1.200	ล้านลูกบาศก์เมตร
รายเดือน	=	0.100	ล้านลูกบาศก์เมตร
รวมการใช้น้ำทุกกิจการ ทั้งปี	=	34.850	ล้านลูกบาศก์เมตร

เมื่อทำการเปรียบเทียบสมดุลน้ำเป็นรายเดือนตามค่าที่แสดงใน **ตารางที่ 2.7-1** ให้ผลลัพธ์ว่า ปริมาณน้ำทั้งปีของศักยภาพแหล่งน้ำมีค่าสูงกว่าการใช้น้ำทุกกิจการของโครงการมาก เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบแบบรายเดือน พบว่า มีปัญหาขาดแคลนน้ำ ในฤดูแล้ง ช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนมีนาคม

เนื่องจาก มีการเพาะปลูก พืชทำให้มีการใช้น้ำ ปริมาณมาก ดังนั้นวิธีแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำ ในช่วงฤดูแล้ง โดยการสร้างบ่อเก็บน้ำ (Village Pond) กระจายบริเวณพื้นที่ศึกษา เพื่อเก็บน้ำในฤดูฝน ไว้ใช้ในฤดู แล้ง โดยกำหนดความจุบ่อเก็บน้ำให้เ พียงพอกับความต้องการใช้น้ำใน ฤดูแล้ง หรือไม่ทำการเพาะปลูกในช่วงฤดูแล้ง

ตารางที่ 2.7-1 เปรียบเทียบการใช้น้ำกิจการต่างๆ กับศักยภาพแหล่งน้ำผิวดินของโครงการ

หน่วย : x 10^3 ลูกบาศก์เมตร

การใช้น้ำเพื่อ	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ทั้งปี
1. การเกษตร	530.0	3,290.0	450.0	0.0	0.0	3,830.0	5,180.0	4,280.0	4,660.0	8,290.0	2,280.0	0.0.	**32,780.0**
2. อุปโภค-บริโภค	43.8	43.8	43.8	43.8	43.8	43.8	43.8	43.8	43.8	43.8	43.8	43.8	**525.6**
3. ปศุสัตว์	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	8.8	**105.3**
4. อุตสาหกรรม ขนาดเล็ก	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	**240**
5. รักษาระบบนิเวศ	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	**1,200.0**
6. รวมข้อ 1 ถึง 5	**730.0**	**3,462.6**	**622.6**	**172.6**	**172.6**	**4,002.6**	**5,352.6**	**4,452.6**	**4,832.6**	**8,462.6**	**2,452.6**	**172.6**	**34,888.6**
7. ศักยภาพน้ำผิวดิน	**480.0**	**290.0**	**160.0**	**930.0**	**4,080.0**	**14,300.0**	**13,410.0**	**17,710.0**	**36,330.0**	**12,060.0**	**4,920.0**	**1,320.0**	**106,000.0**

2.8 สภาพเศรษฐกิจ สังคม และประชากร

พื้นที่ของโครงการครอบคลุมพื้นที่ 7 ตำบล 4 อำเภอ 3 จังหวัด ประชาชนส่วนใหญ่มีอาชีพหลัก คือ อาชีพเกษตรกรรมและรับจ้าง รองลงมา คือ ค้าขาย และอุตสาหกรรมในครัวเรือน โดยแต่ละตำบลมีจำนวนประชากร ครัวเรือน ดัง**ตารางที่ 2.8-1**

จากการสำรวจแบบสอบถาม พบว่า จำนวนผู้ตอบแบบสอบถามประกอบอาชีพการเกษตรเป็นอาชีพหลักมากที่สุดร้อยละ 45.4 รองลงมา คือ ค้าขาย ร้อยละ 13.6 โดยส่วนใหญ่มีรายได้จากการทำเกษตร เช่น นาปี นาปรัง พืชไร่ และพืชสวน ประมาณ 140,000 48,000 40,000 และ 30,000 บาทต่อปี ตามลำดับ สำหรับรายได้ครัวเรือน พบ ว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 29.3 (จำนวน 93 คน) มีรายได้ของครัวเรือนโดยประมาณ 10,001–20,000 บาทต่อเดือน รองลงมาร้อยละ 18.0 (จำนวน 57 คน) มีรายได้ของครัวเรือนโดยประมาณ 20,000–40,000 บาทต่อเดือน และรายได้ของครัวเรือนโดยประมาณไม่เกิน 10,000 บาทต่อเดือน รวมเป็นจำนวน 147 คน (ร้อยละ 46.4) ในขณะที่ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จำนวน 80 คน (ร้อยละ 25.2) มีรายจ่ายประจำครัวเรือนโดยประมาณ 10,001–20,000 บาทต่อเดือน และ 188 คน (ร้อยละ 59.4) มีรายจ่ายประจำครัวเรือนโดยประมาณไม่เกิน 10,000 บาท

ตารางที่ 2.8-1 จำนวนประชากร ครัวเรือน และอาชีพหลักในพื้นที่ศึกษา

ลำดับที่	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	จำนวน (คน)	ครัวเรือน	อาชีพหลัก
1.	วังทรายพูน	วังทรายพูน	พิจิตร	5,952	1,441	เกษตรกรรม
2.	หนองพระ	วังทรายพูน	พิจิตร	7,200	2,204	ทำนา
3.	เขาเจ็ดลูก	ทับคล้อ	พิจิตร	7,580	2,314	ทำนา รับจ้าง
4.	เขาทราย	ทับคล้อ	พิจิตร	9,762	2,948	ทำนา รับจ้างทั่วไป ทำสวน
5.	ทับคล้อ	ทับคล้อ	พิจิตร	10,206	3,253	ทำนา
6.	วังหลุม	ตะพานหิน	พิจิตร	7,854	1,417	ทำนา จักสานผักตบชวา
7.	วังโพรง	เนินมะปราง	พิษณุโลก	7,236	2,565	ทำนา รับจ้างทั่วไป ค้าขาย
8.	ท้ายดง	วังโป่ง	เพชรบูรณ์	4,198	1,331	ทำนาข้าว ทำไร่
9.	วังศาล	วังโป่ง	เพชรบูรณ์	5,548	1,481	ทำนา ทำไร่ ข้าวโพด ยาสูบ รับจ้างทั่วไป
10.	ตะกุดไร	ชนแดน	เพชรบูรณ์	5,231	1,408	ทำนา รับจ้าง ทำไร่ เลี้ยงสัตว์ ทำสวน และอื่นๆ

ที่มา : กระทรวงมหาดไทย, 2552

2.9 แหล่งท่องเที่ยว

ในบริเวณพื้นที่โครงการมีสถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญทางด้านจิตใจและสังคม ดัง**ตารางที่ 2.9-1**

ตารางที่ 2.9-1 สถานที่ท่องเที่ยวที่สำคัญในพื้นที่ศึกษา

ชื่อแหล่งท่องเที่ยว	ชนิดแหล่งท่องเที่ยว	ลักษณะความสำคัญ	สถานที่ตั้ง
วัดมงคลทับคล้อ	วัด	ประกอบพิธีทางศาสนา	อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
อนุเสาวรีย์อนุสรณ์สถาน รัชกาลที่ 5	อนุเสาวรีย์อนุสรณ์สถาน	ที่กราบไหว้และสักการะบูชา	ตำบลวังหลุม อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร
วัดพระพุทธบาทเขาทราย	วัด	ประกอบพิธีทางศาสนา	ตำบลเขาทราย อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
ศูนย์ถ่ายทอดข้อมูลภูมิปัญญาท้องถิ่น	พิพิธภัณฑ์	ถ่ายทอดภูมิปัญญาท้องถิ่น	ตำบลวังหลุม อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร

2.10 การคมนาคม

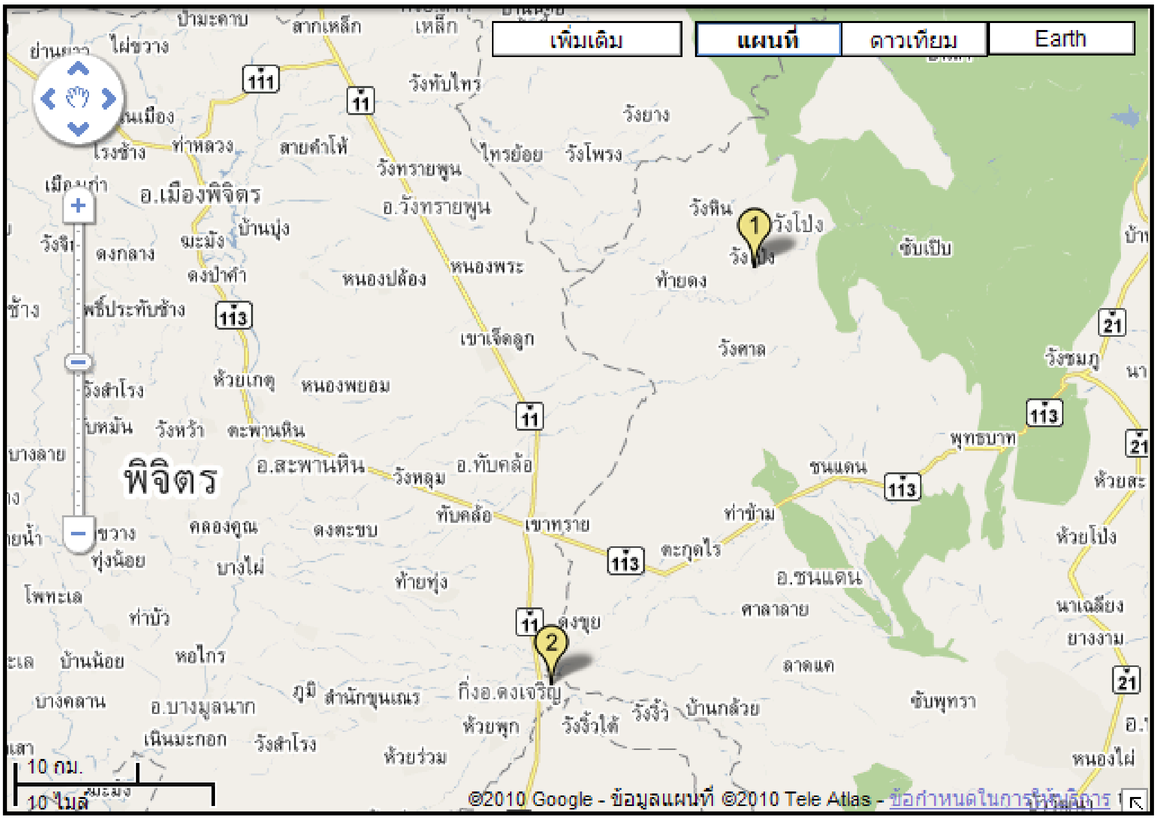
พื้นที่ศึกษาครอบคลุมพื้นที่รอยต่อ 3 จังหวัด มีเส้นทางคมนาคมโดยรอบ จึงเดินทางได้สะดวก โดยสามารถเดินทางได้ 2 ช่องทาง คือ

(1) ทางบก

การเดินทางเข้าสู่พื้นที่โครงการสามารถเดินทางได้สะดวกจากกรุงเทพมหานคร โดยใช้ทางหลวงสายเอเชียหรือทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 12 ผ่านจังหวัดอยุธยา และอ่างทอง จนถึงอำเภออินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี จะถึงทางแยกไปตามทางหลวงหมายเลข 11 ผ่านอำเภอตากฟ้า อำเภอไพศาลี และอำเภอหนองบัว จังหวัดนครสวรรค์ จนถึงบ้านเขาทราย อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร (**รูปที่ 2.10-1**)

(2) ทางอากาศ

โดยสารเครื่องบินลงที่สนามบินพิษณุโลก และเดินทาง ต่อบนเส้นทางหลวงที่ 11 โดยรถยนต์หรือรถประจำทาง ไปถึงจังหวัดพิจิตร



ที่มา : http://maps.google.co.th/

รูปที่ 2.10-1 แผนที่เส้นทางคมนาคม

2.11 แหล่งแร่ทองคำ

2.11.1 การกำเนิดแหล่งแร่ทองคำ

แร่ทองคำ มีแหล่งกำเนิด 2 แหล่ง คือ แหล่งปฐมภูมิ (Primary deposit) และแหล่งทุติยภูมิ (Secondary deposit) ดังนี้

(1) แหล่งปฐมภูมิ เป็นแหล่งแร่อยู่ในสายหรือทางแร่ทองคำ (Gold bearing vien) ซึ่งเกิดรวมกับหินอัคนี เช่น เกิดรวมในสายแร่ควอตซ์ปนกับแร่ไพไรต์ แร่คาลโคไพไรต์ แร่กาลีนา แร่สฟาเลอไรต์ ซึ่งแร่เหล่านี้มีความสัมพันธ์กับมวลหินแกรนิต การเกิดของแร่ทองคำแบบนี้จะมีสารละลายน้ำร้อน (Hydrothermal solution) จากต้นกำเนิดที่เรียกว่า หินหนืด (Magma) ซึ่งเคลื่อนตัวตามรอยแตกของหินภายใต้เปลือกโลก ส่วนบนของมวลหินหนืดจะเป็นหินแกรนิต และสารละลายน้ำร้อนจะตกผลึกให้เป็นแร่ หรือสายแร่ตามรอยแตก

(2) แหล่งทุติยภูมิ เป็นแหล่งแร่บนลานแร่ (Placer deposit) ซึ่งมีธารน้ำไหลผ่าน พบปนกับแร่หนักชนิดอื่นๆ ที่ทนกับการสึกกร่อน เช่น แร่แมกนีไทต์ แร่อิลเมไนต์ แร่การ์เนต ทองคำขาว โดยมีชั้นดินหรือกรวดทรายปิดทับชั้นที่มีแร่ไว้ การเกิดแบบนี้จะพบหินต้นกำเนิดในภูมิประเทศที่เป็นภูเขาหรือพื้นที่ลาดชัน เมื่อเกิดการผุสลายตัวไปตามธรรมชาติ จะถูกธารน้ำไหลพัดพาไปจากแหล่งเดิม แต่ทองคำและแร่อื่นที่หนักและทนต่อการสึกกร่อนผุพัง จะแยกตัวออกจากเศษหินดินทรายอื่นๆ และสะสมมากขึ้นตรงบริเวณที่เป็นแหล่งลานแร่ ซึ่งถ้าเป็นแหล่งแร่ท้องน้ำ (Stream deposit) แร่จะสะสมรวมตัวกันมากขึ้นบริเวณท้องน้ำจนกลายเป็นแหล่งแร่ ส่วนการสะสมของแร่ที่มีอยู่ตามไ หล่เขา หรือที่ลาดชันใกล้กับหินต้นกำเนิด หรือสายแร่เดิม จะเป็นแหล่งแร่พลัด (Eluvial deposit) ต่อมาจะมีตะกอนของดิน ทราย กรวดมาทับถมกันเป็นชั้นหนา จนเกิดเป็นลานหรือแหล่งแร่ทองคำ การผลิตทองคำส่วนใหญ่จะได้จากแหล่งลานแร่ซึ่งพบได้ในทุกทวีป แหล่งแร่ที่ถือว่าสำคัญที่สุด อยู่ที่มณฑลทรานสวาลในประเทศแอฟริกาใต้ ซึ่งเป็นประเทศที่ผลิตทองคำได้ถึงร้อยละ 40 ของผลผลิตทั่วโลก

2.11.2 แหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย

ประเทศไทย พบแหล่งแร่ทองคำในหลายจังหวัด ได้แก่ แหล่งแร่ทองคำโต๊ะโมะ อำเภอสุคิริน จังหวัดนราธิวาส และแหล่งทองคำอำเภอบางสะพาน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ นอกจากนี้ ยังมีแหล่งแร่ทองคำในอำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี จังหวัดกาญจนบุรี จังหวัดเชียงราย จังหวัดลำพูน และจังหวัดเลย ปัจจุบันบริเวณพื้นที่โครงการ มีการทำเหมืองแร่ทองคำในเชิงพาณิชย์ ที่ได้รับประทานบัตร ที่แหล่งแร่ทองคำชาตรี ในบริเวณอำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร และ อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยได้พัฒนาเปิดเหมืองทองคำ รวมทั้งตั้งโรงงานถลุงแร่ทองคำและเงิน เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2544

2.11.3 แหล่งแร่ทองคำในพื้นที่จังหวัดพิจิตร เพชรบูรณ์ และลพบุรี

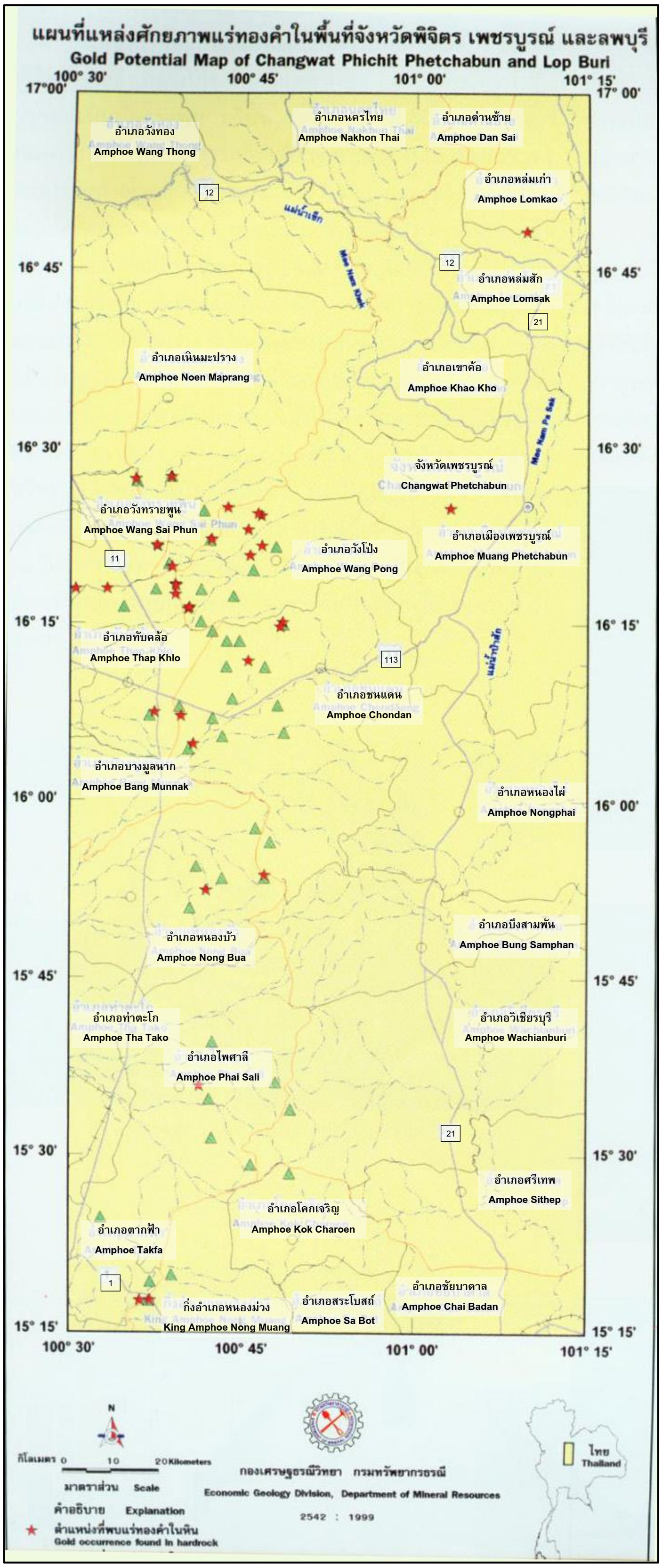
ปัจจุบันในบริเวณพื้นที่3 จังหวัด มีแหล่งแร่ทองคำอยู่2 แหล่ง คือ แหล่งแร่ทองคำเขาหม้อ-เขาโป่ง และแหล่งแร่ทองคำเขาพนมพา ในแหล่งแร่เขาหม้อ– เขาโป่งนั้น เป็นแร่แบบปฐมภูมิที่เกิดอยู่ในสายแร่ Quartz–Carbonate ที่มีทองคำปนแต่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาป ล่า ในแหล่งนี้แร่มีเกรดเฉลี่ย ทองคำ 2.6 กรัม และเงิน 13.3 กรัม มูลค่ารวมของแหล่งนี้ประมาณ 10,600 ล้านบาท ในแหล่งเขาพนมพาเป็นแร่แบบปฐมภูมิที่เกิดร่วมกับสาย Quartz เช่นเดียวกัน และเกิดอยู่ในหิน Diorite เนื้อละเอียด ทองคำในแหล่งนี้ แสดงดัง**รูปที่ 2.11.3-1**

2.11.4 แหล่งแร่ทองคำในพื้นที่โครงการ

ภายในพื้นที่โครงการ มีพื้นที่เหมืองแร่ทองคำ ชาตรี ของบริษัท อัครา ไมนิ่ง จำกัด **(รูปที่ 2.1-1)** ที่ผ่านความเห็นชอบในการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม และได้รับอนุญาตประทานบัตรเพื่อทำเหมืองแร่ทองคำแล้ว โดยมีการดำเนินกิจกรรมการทำเหมืองไปแล้ว **รูปที่ 2.11.4-1** แสดงภาพถ่ายดาวเทียม สภาพพื้นที่เหมืองปี พ.ศ. 2548 และ พ.ศ. 2552

13 พ.ย. 2548	**1 พ.ย. 2552**

รูปที่ 2.11.4-1 สภาพพื้นที่เหมืองแร่ทองคำชาตรี



ที่มา : กองเศรษฐธรณีวิทยา กรมทรัยากรธรณี, 2542

รูปที่ 2.11.3-1 แผนที่ศักยภาพแร่ทองคำในพื้นที่จังหวัดพิจิตร เพชรบูรณ์ และลพบุรี

เนื่องจากมีข้อสงสัยว่า การทำเหมืองแร่ทองคำ ของบริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด ในบริเวณพื้นที่โครงการ นี้ เป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนของไซยาไนด์และสารหนูในสิ่งแวดล้อม ทั้งน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน นิเวศวิทยาทางน้ำ รวมทั้ง เกิดผลต่อ สุขภาพของประชาชน ที่ปรึกษาจึงได้ศึกษากระบวนการการทำเหมือง เพื่อศึกษาถึงขั้นตอน การทำเหมือง ที่อาจทำให้สารพิษปนเปื้อนต่อสิ่งแวดล้อมได้ จากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) โครงการเหมืองแร่ทองคำชาตรีเหนือ (2548) ดังนี้

(1) ลักษณะธรณีวิทยาแหล่งแร่

ในบริเวณพื้นที่เหมืองมีปริมาณโลหะต่างๆ ประกอบด้วย โครเมียม แบเรียม พลวง สังกะสี โมลิบดีนัม สารหนู สูงกว่าของเปลือกโลกเพียงเล็กน้อยถึงปานกลาง

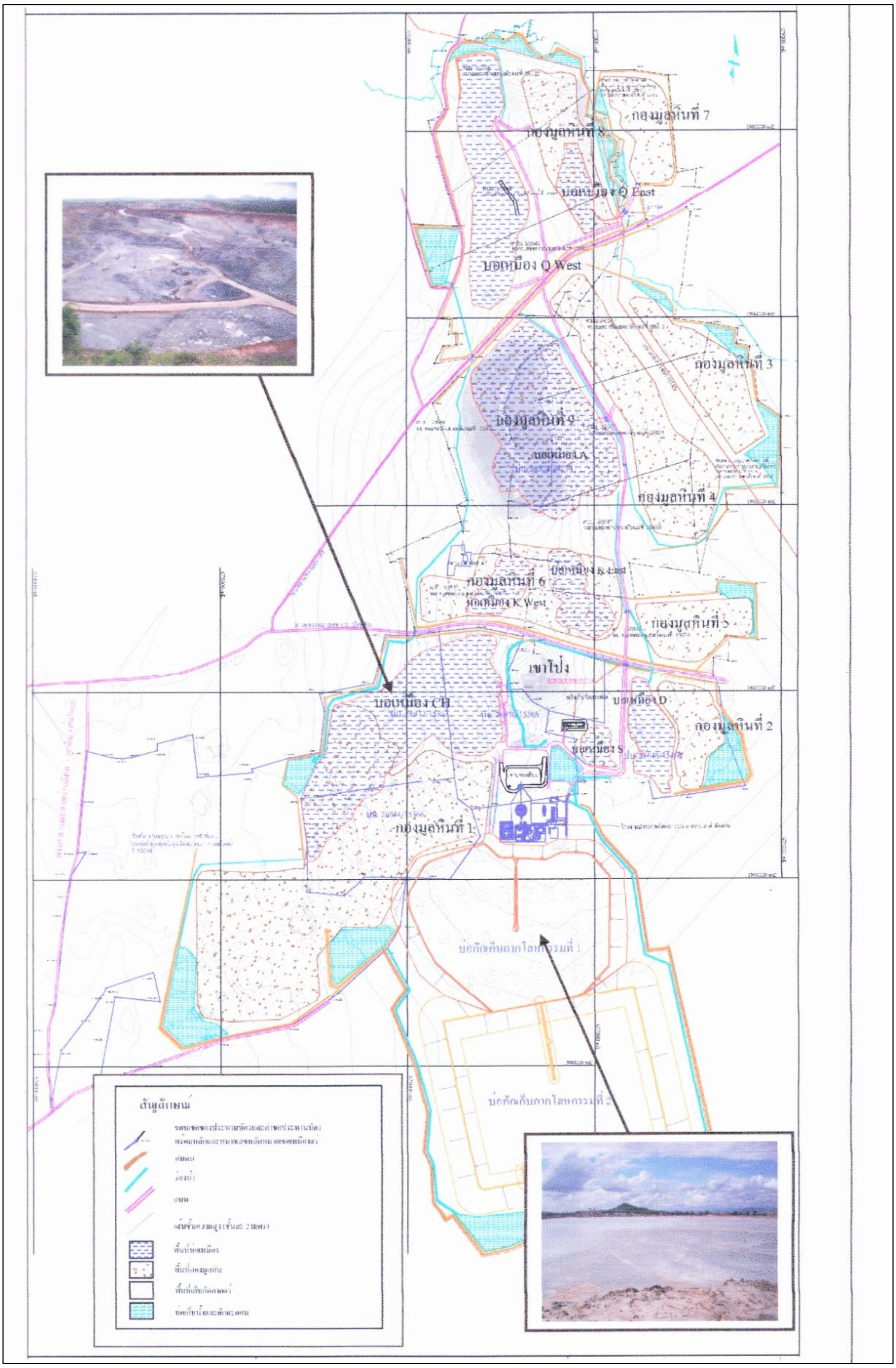
(2) การทำเหมือง

การทำเหมืองของอัคราไมนิ่ง เป็นการเปิดหน้าเหมืองแบบขั้นบันได (Benching) โดยการลดระดับความสูงจากยอดเ ขาลงมา โดยลักษณะพื้นที่เหมืองสุดท้ายจะมีลักษณะเป็นบ่อเหมืองที่มีระดับต่ำกว่าพื้นที่ภูมิประเทศโดยรอบ สินแร่จะใช้รถขุดตักใส่รถบรรทุกขนส่งไปป้อนเข้าสู่ยุ้งรับแร่ในโรงงานประกอบโลหกรรม ซึ่งอยู่ทางทิศใต้ของเหมือง หรือนำไปเก็บที่ลานกองแร่เพื่อรอการป้อนเข้าสู่โรงงานประกอบโลหกรรมต่อไป ส่วนมูลหินจะถูกคัดแยกและนำไปกองเก็บไว้ในพื้นที่กองเก็บมูลหิน (**รูปที่ 2.11.4-2**) โดยพื้นที่เก็บกองมูลหินได้ออกแบบตามมาตรฐานโดยมีระยะห่างจากขอบเขต พื้นที่โครงการ 50 เมตร และมีคันดินควบคุมทิศทางการไหลของน้ำผิวดิน เพื่อมิให้น้ำผิวดินที่อาจปนเปื้อนจากมูลหินไหลออกไปปนเปื้อนแหล่งน้ำภายนอกโครงการ สินแร่จากบ่อเหมืองจะถูกขนส่งตรงไปที่ ROM pad ของโรงงานประกอบโลหกรรมเพื่อป้อนโรงงานโดยตรงหรือเก็บไว้ที่กองแร่เพียงช่วงสั้นๆ เพื่อป้อนโรงงานประกอบโลหกรรม ดังนั้น จึงมีโอกาสน้อยมา กที่โลหะจะถูกชะออกจากสินแร่ก่อนเข้าสู่กระบวนการโลหกรรม

(3) กรรมวิธีในการแต่งแร่

กรรมวิธีในการประกอบโลหกรรมของเหมืองแร่อัคราไมนิ่ง จำแนกออกเป็**ขั้**นตอน ดังนี้

1) การบดหยาบ (Primary crushing)
2) การกองเก็บสินแร่หยาบและการขนย้าย (Crush ore stockpile and reclaim)
3) การบดละเอียด และการคัดขนาด (Grinding and Classification)
4) การแยกโลหะทองคำด้วยกรรมวิธีทางเคมีด้วยกระบวนการ Carbon-In-Leach (CIL)
5) การชะล้างทองคำออกจากเม็ดถ่าน การแยกโลหะทองคำออกจากสารละลายโดยใช้กรรมวิธีทางไฟฟ้าและการหลอมโลหะผสมเป็นแท่ง (Stipping and goldroom operations)



ที่มา : บริษัท เอส.พี.เอส คอนซัลติ้งเซอร์วิส จำกัด, 2548

รูปที่ 2.11.4-2 ตำแหน่งบ่อเหมือง กองมูลหิน โรงงานประกอบโลหกรรม และบ่อกักเก็บกากโลหกรรม

กรรมวิธีในการแต่งแร่หรือการประกอบโลหกรรมนั้นมีการใช้สารไซยาไนด์ในกระบวนการ Carbon-In-Leach ซึ่งมีการควบคุมไม่ให้สารละลายไซยาไนด์ในถังเปลี่ยนสภาพเป็นก๊าซไซยาไนด์ ซึ่งเป็นการลดอันตรายต่อสุขภาพของคนงาน และช่วยให้สารละลายมีสภาวะที่เหมาะสมต่อการชะล้างทองคำ (และเงิน) ออกจากสินแร่โดยมีปฏิกิริยาดัง**สมการ (2.11.4-1)**

$$4Au + 8CN + O_2 + 2H_2O \longrightarrow 4Au(CN)_2 + 4\ OH \qquad (2.11.4\text{-}1)$$

ในการแยกทองจากสารละลายไซยาไนด์จะใช้เม็ดถ่านกัมมันต์ (Activated carbon) ดูดซับทองคำและเงินที่ถูกชะล้างออกมาอยู่ในสารละลายไซยาไนด์ ซึ่งถังแช่สินแร่ในสารละลายไซยาไนด์เป็นเหล็กโครงสร้างรูปวงแหวนติดตั้งบนพื้นคอนกรีต มีความลาดชันเอียงเทไปทางบ่อพัก ในโรงประกอบโลหกรรมล้อมรอบด้วยคันเขื่อนคอนกรีต สารละลายที่กรองเอาเม็ดถ่านกัมมันต์ออกแล้วจะถูกส่งไปยังถังปรับสภาพความเป็นกรดด่างด้วยกรดซัลฟูริก เพื่อให้เหล็กไซยาไนด์ในกากโลหกรรมเกิดการตกตะกอนก่อนที่จะส่งไปเก็บกักไว้ในบ่อกักเก็บกากโลหกรรม

(4) กระบวนการกำจัดสารไซยาไนด์

น้ำจากโรงแต่งแร่พร้อมกากโลหกรรม ถูกนำไปกำจัดไซยาไนด์โดย วิธี INCO SO_2/Air ซึ่งสามารถลดปริมาณไซยาไนด์ในกากโลหกรรมให้เหลือไม่เกิน 20 มิลลิกรัม/ลิตร ก่อนที่จะถูกส่งทางท่อไปกักเก็บไว้ในบ่อกักเก็บกากโลหกรรมทางทิศใต้ของเหมือง ความเข้มข้นของสารไซยาไนด์ที่ปนมากับกากโลหกรรมในระดับดังกล่าวนี้อยู่ในระดับซึ่งได้รับการยอมรับจากนานาประเทศว่า มีความปลอดภัยต่อ การดำรงชีวิตของนกที่บริโภคสารละลายดังกล่า ว นอกจากนี้สารไซยาไนด์ที่ปนเปื้อนมากับกากโลหกรรม เมื่อกระทบกับรังสีอุลตร้าไวโอเล็ตจากแสงแดดก็จะเกิดการสลายตัวและจะลดระดับความเข้มข้นลงตามลำดับ โดยปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นในวิธี INCO SO_2/Air ดัง**สมการ (2.11.4-2)**

$$CN^{-} + SO_2 + O_2 + H_2O \longrightarrow CNO^{-} + H_2SO_4 \qquad (2.11.4\text{-}2)$$

(5) บ่อกักเก็บกากโลหกรรมและการจัดการกากโลหกรรม

กากโลหกรรมถูกส่งไปยังบ่อกักเก็บกากโลหกรรมในรูปของ Slurry ซึ่งจะถูกทิ้งให้ตกตะกอน เมื่อตกตะกอนแล้วจะได้น้ำใสซึ่งจะถูกสูบ กลับเข้าไปใช้ใหม่ในโรงงานประกอบโลหกรรม ซึ่งบ่อกักเก็บกากโลหกรรมได้ถูกออกแบบไม่ให้มีน้ำรั่วไหลออกไปภายนอก โดยมีคันกั้นบ่อที่มีระดับ 34 เมตรจากพื้นดิน คันกั้นบ่อนี้จะเสริมให้สูงขึ้นทุกๆ ปี ตลอดอายุโครงการ

2.12 การปนเปื้อนของมลสารในสิ่งแวดล้อมก่อนดำเนินงานเหมืองแร่ทองคำ

ในปี พ.ศ.2545 กรมทรัพยากรธรณี ได้จัดทำการกระจายตัวของธาตุสารหนู และตะกั่วทั่วประเทศไทย ซึ่งครอบคลุมถึงพื้นที่ศึกษาด้วย โดยข้อมูลดังกล่าวที่ได้มาเป็นการสำรวจโดยการเก็บตัวอย่างจากตะกอนท้องน้ำ โดยพบ ว่า การกระจายตัวของสารหนูในพื้นที่นั้น มีค่าประมาณ 0.5-60 ppm (**รูปที่ 2.12-1**) และการกระจายตัวของตะกั่วนั้นมีค่าประมาณ 1-10^3 ppm (**รูปที่ 2.12-2**)

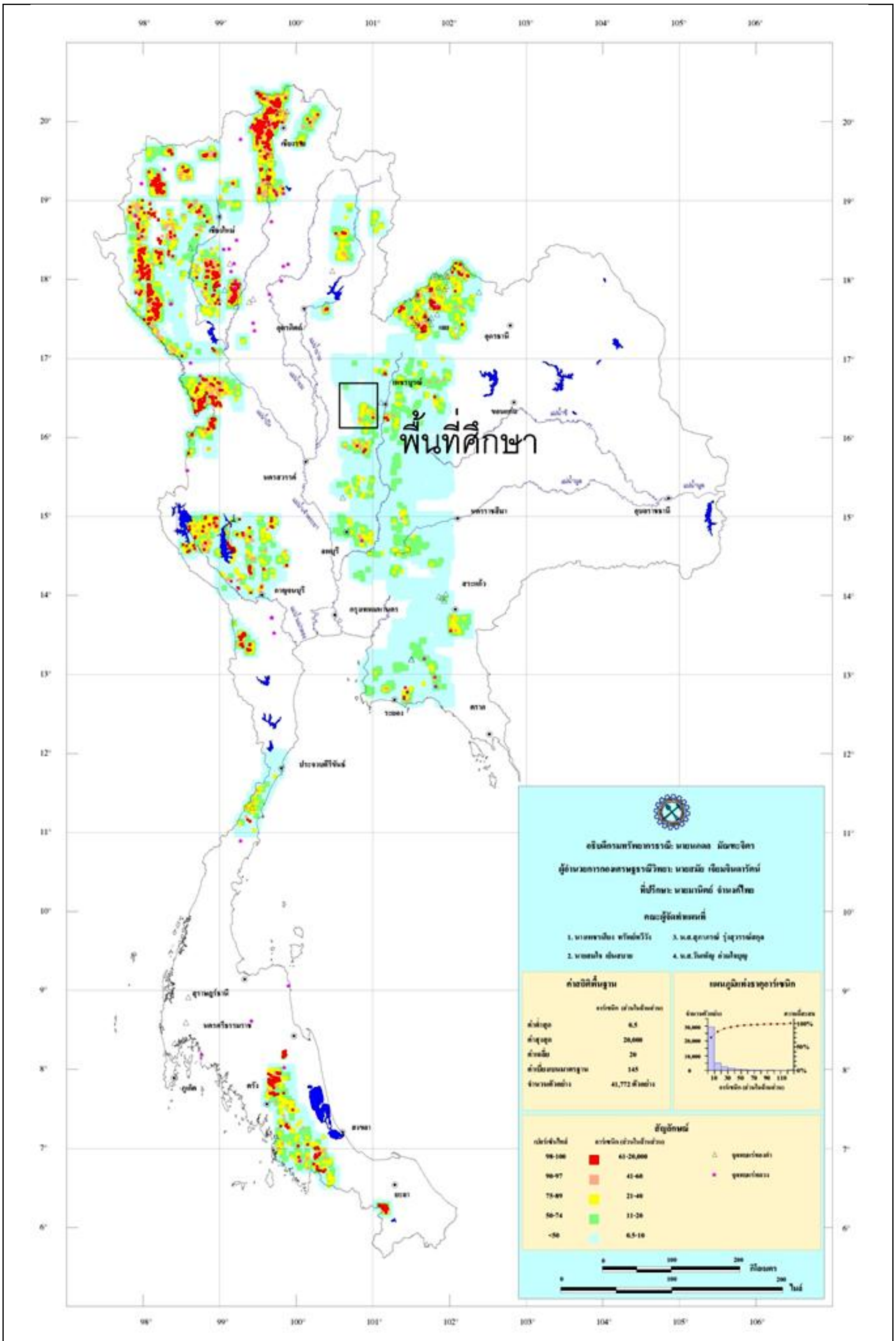
จากรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมของเหมืองทองคำชาตรีใต้ (พ.ศ. 2542) และชาตรีเหนือ (พ.ศ. 2548) ซึ่งมีการสำรวจคุณภาพของดิน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดินบริเวณเหมืองทองคำ ได้ดังนี้

การสำรวจดินในบริเวณพื้นที่เหมืองทองคำชาตรีใต้นั้น ได้มีการวิเคราะห์สารพิษจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ สารหนู (As) โครเมียม (Cr) แมงกานีส (Mn) นิกเกิล (Ni) ตะกั่ว (Pb) และสังกะสี (Zn) อีกทั้งยังมีการวิเคราะห์ค่า pH ปริมาณสารอินทรีย์ และค่าความนำไฟฟ้าในดินด้วย โดยสารพิษดังกล่าวมีค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด (ค่าเฉลี่ย) ของโครเมียม (Cr) แมงกานีส (Mn) นิเกิล (Ni) ตะกั่ว (Pb) และสังกะสี (Zn) มีค่า 1-91 (25), 4-21(10), 0.1-0.4 (0.2), 1-6 (4) และ 1-10 (4) มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยผลการตรวจวัดสารหนู (As) และ ซีลีเนียม (Se) นั้น ไม่สามารถวัดได้เกินค่าที่เครื่องสามารถวัดได้ (Detection limit) ดัง**ตารางที่ 2.12-1**

การสำรวจดินบริเวณพื้นที่เหมืองทองคำชาตรีเหนือ ได้มีการวิเคราะห์สารพิษจำนวน 8 ชนิด ได้แก่ สารหนู (As) ทองแดง (Cu) ปรอท (Hg) แมงกานีส (Mn) ตะกั่ว (Pb) สังกะสี (Zn) และ ไซยาไนด์ (CN) โดยสารพิษดังกล่าวมีค่าพิสัย และค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.4-85 (37.59), 6-105 (39.93), 0.05-0.95 (0.14), 15-1878 (914.52), 3-55 (8.04), 1-48 (20.93) และ 0.06-1.4 (0.34) มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยผลการตรวจวัดแคดเมี ยม (Cd) นั้น ไม่สามารถวัดได้เกินค่าที่เครื่องสามารถวัดได้ (Detection limit) ดัง**ตารางที่ 2.12-2**

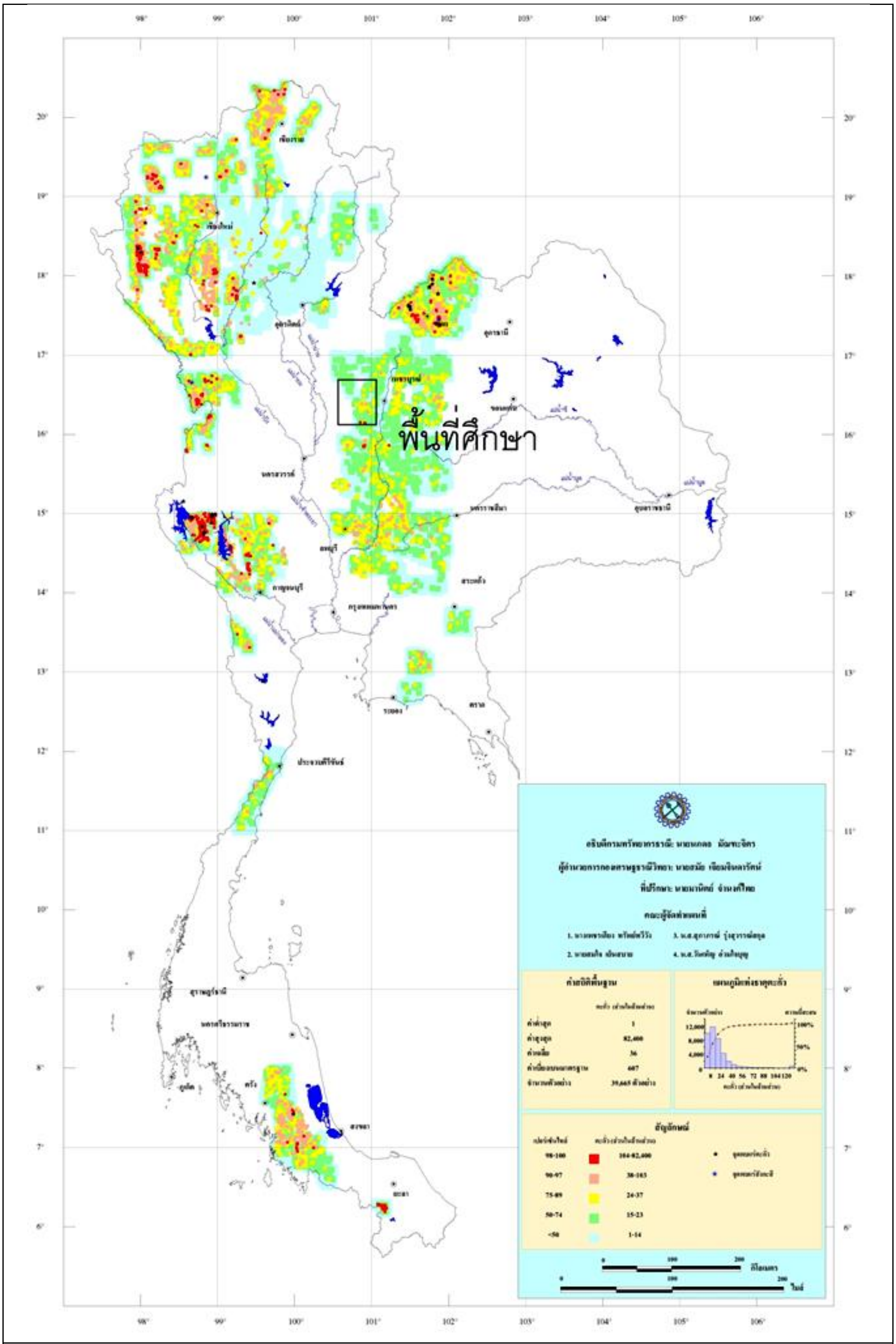
การสำรวจเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินบริเวณเหมืองทองคำชาตรีเหนือ ในช่วงเดือนสิงหาคม 2544 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2548 โดยผลการตรวจวัดดัง**ตารางที่ 2.12-3** ซึ่งได้มีการวัดปริมาณสารพิษในน้ำ ได้แก่ As Cd Cr Pb Mn Hg Ni Se และ CN ซึ่งมีค่าพิสัย และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.004-0.014 (0.008), 0.001-0.009 (0.004), 0.001-0.013 (0.004), 0.01-0.15 (0.065), 0.01-0.28(0.1), 0.001-0.023 (0.011), 0.003-0.026 (0.010), 0.001-0.004 (0.002), และ 0.001-0.012 (0.004) มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ

การสำรวจเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินบริเวณเหมืองทองคำชาตรีเหนือในช่วงเดือน พฤษภาคม 2546 ถึงเดือนพฤษภาคม 2548 โดยผลการตรวจ วัดสรุป ได้ดัง**ตารางที่ 2.12-4** ซึ่งมีการวัดปริมาณ สารพิษ ในน้ำ ได้แก่ สารหนู (As) แคดเมียม (Cd) โครเมียม (Cr) ตะกั่ว (Pb) แมงกานีส (Mn) ปรอท (Hg) นิกเกิล (Ni) ซีลีเนียม (Se) และ ไซยาไนด์ (CN) ซึ่งมีค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด (ค่าเฉลี่ย) ดังต่อไปนี้ 0.003-0.01 (0.007), 0.001-0.083 (0.015), 0.001-0.02 (0.012), 0.05-0.2 (0.099), 0.03-8.4 (1.58), 0.001-0.002 (0.001), 0.001-0.04 (0.021), 0.001-0.01 (0.004), และ 0.001-0.017(0.007) มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ



ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี, 2545

รูปที่ 2.12-1 แผนที่ธรณีเคมีภูมิภาคของธาตุสารหนูในประเทศไทย



ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี, 2545

รูปที่ 2.12-2 แผนที่ธรณีเคมีภูมิภาคของธาตุตะกั่วในประเทศไทย

ตารางที่ 2.12-1 ปริมาณสารในตัวอย่างดินบริเวณเหมืองแร่ทองคำชาตรีใต้ (ปี พ.ศ. 2542)

Station	Fe	Mn	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	pH	Organic matter (%)	Conductivity (umho/cm)
St.1	45894	921	6	4	1	6	0.1	4.66	2.8	35
St.2	45363	873	6	3	2	9	0.1	4.1	2.48	23
St.3	44242	969	7	6	2	3	0.1	3.86	2.2	33
St.4	50715	980	10	4	2	21	0.1	4.1	2.45	26
St.5	53697	879	16	5	9	77	0.3	5.63	0.98	28
St.6	46241	953	8	3	3	1	0.1	3.64	2.03	14
St.7	52364	979	19	4	2	37	0.2	5.05	3.95	35
St.8	49396	949	9	5	1	11	0.1	4.24	2.6	19
St.9	42817	661	5	3	2	1	0.1	3.68	2.64	14
St.10	53199	582	17	4	4	78	0.2	3.14	3.38	45
St.11	44558	958	9	4	8	16	0.2	6.24	3.19	104
St.12	49682	937	10	1	10	30	0.2	5.44	2.33	26
St.13	49401	814	8	3	3	32	0.2	7.13	2.44	44
St.14	50166	837	9	3	4	20	0.1	5.74	1.89	28
St.15	39104	540	16	2	6	1	0.1	4.81	0.52	11
St.16	45448	952	4	2	2	1	0.1	4.88	1.82	16
St.17	41507	710	9	3	2	3	0.1	4.72	1.33	19
St.18	48292	955	9	5	2	13	0.1	4.59	2.98	18
St.19	46476	990	7	4	2	12	0.1	5.14	2.15	18
St.20	51891	899	11	2	5	28	0.2	5.84	2.62	58
St.21	50103	961	10	1	4	36	0.2	5.16	3.62	34
St.22	41155	900	5	3	2	4	0.1	5.32	1.96	17
St.23	43834	892	4	4	2	34	0.1	5.1	0.95	29
St.24	42086	271	8	5	2	18	0.1	5.06	1.27	22
St.25	49928	976	12	4	8	52	0.2	7.12	4.59	125
St.26	49641	951	11	6	7	13	0.2	6.37	2.25	30
St.27	44347	887	11	4	3	13	0.1	4.92	2.52	19
St.28	48030	898	10	4	3	25	0.2	5.79	4.1	19
St.29	51859	636	12	4	3	36	0.2	5.55	1.69	14
St.30	46023	340	21	4	9	46	0.4	4.77	1.02	15
St.31	45414	307	5	4	1	91	0.1	4.5	2.92	25
St.32	50122	866	6	3	1	30	0.1	5.09	2.86	117
Max	53697	990	21	6	10	91	0.4	7.13	4.59	125
Min	39104	271	4	1	1	1	0.1	3.14	0.52	11
Average	47281	819	10	4	4	25	0.2	5.0	2.4	33.8

ที่มา : บริษัท เอส.พี.เอส. คอนซัลติ้งเซอร์วิส จำกัด, 2548

ตารางที่ 2.12-2 ปริมาณสารในตัวอย่างดิน บริเวณเหมืองแร่ทองคำชาตรีเหนือ (ปี พ.ศ. 2548)

Station	Mn	Hg	Pb	As	Cu	Zn	Cd	CN
Site 1	1202	<0.05	<3	36	27	16	<1	0.12
Site 2	250	0.05		34	11	8	<1	0.36
Site 3	501	0.1	5	7	35	29	<1	0.08
Site 4	520	0.08		5.7	18	9	<1	0.62
Site 5	15	<0.05		14	11	6	<1	<0.06
Site 6	1154			1.4	23	45	<1	0.12
Site 7	459		5	62	33	12	<1	0.12
Site 8	676	0.08	15	40	60	23	<1	1.2
Site 9	614	0.08	15	62	91	42	<1	0.22
Site 10	916		6	6	8	3	<1	0.18
Site 11	642	0.06		85	35	16	<1	0.18
Site 12	743			83	25	14	<1	0.22
Site 13	545	0.16		53	19	8	<1	0.78
Site 14	1733			38	26	12	<1	0.82
Site 15	448			13	11	8	<1	0.16
Site 16	295	0.09		3.9	6	1	<1	0.1
Site 17	1431		29	79	50	16	<1	0.3
Site 18	1179	0.95		31	79	25	<1	<0.06
Site 19	1134			75	37	41	<1	0.56
Site 20	920			27	25	19	<1	0.14
Site 21	1878	0.12	55	67	98	37	<1	1.4
Site 22	1598		21	47	71	35	<1	0.08
Site 23	1789		5	29	81	48	<1	0.1
Site 24	1443		10	30	105	41	<1	0.1
Site 25	1121			16	29	20	<1	0.44
Site 26	1003	0.81		11	37	18	<1	0.1
Site 27	483	0.36		59	27	13	<1	0.63
Max	1878	0.95	55	85	105	48	1	1.4
Min	15	0.05	3	1.4	6	1	1	0.06
Avg	914.52	0.14	8.04	37.59	39.93	20.93	1.00	0.34

ที่มา : บริษัท เอส.พี.เอส. คอนซัลติ้งเซอร์วิส จำกัด, 2548

ตารางที่ 2.12-3 ปริมาณสารในตัวอย่างน้ำผิวดินบริเวณเหมืองแร่ทองคำชาตรีเหนือ (สิงหาคม 2544 - กุมภาพันธ์ 2548)

Parameters	St.1	St.2	St.3	St.4	OreBody C	OreBody H	OreBody D	Max	Min	Average
pH	8.01	7.77	7.67	7.90	6.50	6.60	6.50	8.01	6.50	7.279
TDS	177.00	214.00	70.00	70.00	167.00	230.00	135.00	230.00	70.00	151.857
Conductivity	217.00	259.00	102.00	116.00	102.00	112.00	90.00	259.00	90.00	142.571
Susp. Solids	9.00	1.00	9.00	6.00	1857.00	1854.00	1850.00	1857.00	1.00	798.00
Diss Oxygen (DO)	7.50	7.20	7.70	7.50				7.70	7.20	7.475
BOD	0.60	0.60	2.10	2.00				2.10	0.60	1.325
Total Alkalinity	114.00	93.00	33.00	56.00	36.00	36.00	25.00	114.00	25.00	56.143
Hardness	96.00	96.00	34.00	46.00	34.00	34.20	23.00	96.00	23.00	51.886
Amm. Nitrogen (NH3 Ammonia)	0.31	0.13	0.34	0.21	0.63	0.77	3.20	3.20	0.13	0.80
Phosphorus (P)	0.19	0.09	0.36	0.23	0.50	0.50	0.60	0.60	0.09	0.35
Calcium (Ca)	31.00	31.00	10.00	13.00	4.84	7.20	3.00	31.00	3.00	14.29
Magnesium (Mg)	4.68	4.50	2.33	3.39	3.07	1.80	1.20	4.68	1.20	3.00
Sodium (Na)	5.50	5.40	2.13	4.39	2074.00	4.30	1.70	2074.00	1.70	299.63
Potassium (K)	2.04	1.65	1.48	0.93	12.88	13.50	20.30	20.30	0.93	7.54
Carbonate (CO_3^{2-})	10.00	9.00	0.00	6.00	0.00	0.00	0.00	10.00	0.00	3.57
Bicarbonate (HCO_3^-)	104.00	84.00	33.00	50.00	36.00	36.00	25.00	104.00	25.00	52.57
Salphate (SO_4^{2-})	5.40	7.50	2.40	4.90	20.00	29.60	20.00	29.60	2.40	12.83
Chloride (Cl^-)	5.19	17.54	8.37	1.89	1.00	1.00	1.00	17.54	1.00	5.14
Ion Diff Bal	1.65	2.95	0.35	1.40	4.64	8.56	0.75	8.56	0.35	2.90
Nitrate (HNO_3^-)	0.01	0.100	<0.01	0.03	1.40	0.35	2.00	2.00	0.01	0.557
Aluminum (Al)	<0.01	<0.01	<0.01	0.003	6.400	8.600	16.500	16.50	0.003	4.505
An	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.10	<0.10	<0.10	0.10	0.010	0.049
Arsenic (As)	0.006	0.003	0.006	0.006	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.003	0.007
Balium (Ba)	0.004	0.005	0.003	0.002	<0.1	0.120	<0.1	0.12	0.002	0.048
Bo	0.007	0.006	0.004	0.008	<1.0	<1.0	<1.0	1.00	0.004	0.432
Cadmium (Cd)	0.001	0.001	0.001	0.001	0.083	<0.01	<0.01	0.08	0.001	0.015
Chromium (Cr)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.001	<0.02	<0.02	0.02	0.001	0.012
Cobalt (Co)	<0.01	0.01	0.01	0.01	<0.02	<0.02	<0.02	0.02	0.010	0.014
Copper (Cu)	0.01	<0.01	0.02	0.01	<0.01	0.02	<0.02	0.02	0.010	0.014
Iron (Fe)	0.21	0.03	0.09	0.20	12.72	9.00	6.100	12.72	0.030	4.050
Lead (Pb)	0.12	0.06	0.16	0.20	<0.05	0.05	<0.05	0.20	0.050	0.099
Manganese (Mn)	0.46	0.27	0.03	0.09	1.49	8.40	0.310	8.40	0.030	1.579
Mercury (Hg)	<0.001	<0.001	0.000	<0.001	0.002	<0.001	0.002	0.00	0.00	0.001
Molibdinum (Mo)	0.010	0.009	0.012	0.021	<0.01	<0.1	<0.1	0.10	0.009	0.037
Nickel (Ni)	0.014	0.024	0.022	0.028	<0.001	<0.02	0.040	0.04	0.001	0.021
Selenium (Se)	0.002	0.003	0.001	0.002	<0.01	0.010	<0.00	0.01	0.00	0.004
Silver (Ag)	0.01	0.01	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.010	0.011
TOC	6.60	5.40	2.40	3.10	19.70	10.92	13.90	19.70	2.400	8.860
Cyanide (CN)	<0.001	0.005	0.004	0.015	0.008	0.017	0.001	0.017	0.001	0.007
Zinc (Zn)	0.03	0.02	0.02	0.03	0.05	0.02	0.05	0.05	0.02	0.031

ที่มา : บริษัท เอส.พี.เอส. คอนซัลติ้งเซอร์วิส จำกัด, 2548

ตารางที่ 2.12-4 ปริมาณสารในตัวอย่างน้ำใต้ดิน บริเวณเหมืองแร่ทองคำ ชาตรีเหนือ (พฤษภาคม 2546 - พฤษภาคม 2548)

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	RCW631	RC145	RC632	Max	Min	Average
pH	7.84	7.93	7.62	8.45	7.65	8.52	6.2	6.8	7.3	8.52	6.2	7.590
Suspended. Solids	5	8	11	22	1	6	-	-	-	22	1	8.833
TDS	145	277	161	1,035	482	594	140	470	480	1,035	140	420.444
Conductivity	185	373	227	131	609	762	190	700	630	762	131	423.000
Total Alkalinity	130	205	105	281	320	509	11	250	240	509	11	227.889
Hardness	70	164	91	526	291	500	94	420	380	526	70	281.778
Calcium (Ca)	20	57	27	107	111	97	30	130	120	130	20	77.667
Magnesium (Mg)	4.61	5.59	5.16	5.37	2.06	29.93	4.7	24	22	29.93	2.06	11.491
Sodium (Na)	6.26	6.63	3.93	6.17	6	7.28	9.3	12	13	13	3.93	7.841
Potassium (K)	0.36	0.81	3.84	1.23	0.73	0.14	2.2	4.3	8	8	0.14	2.401
Carbonate (CO_3^{2-})	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
Bicarbonate (HCO_3^-)	80	186	186	255	255	413	110	-	240	413	80	215.625
Sulphate (SO_4^{2-})	16	12.4	15.2	32	2.1	4.1	<1	150	41	150	1	30.422
Chloride (Cl^-)	0.47	1.89	0.47	236.21	22.16	26.17	1.3	2.5	3.5	236.21	0.47	32.741
Ion Diff Bal	0.04	3.63	24.7	30.9	10.5	0.2	1.27	-	-	30.9	0.04	10.177
Amm. Nitrogen (NH3 Ammonia)	< 0.01	< 0.01	0.04	0.349	0.17	< 0.01	-	-	-	0.349	0.01	0.098
Phosphorus (P)	0.18	0.35	0.25	0.23	0.26	0.25	-	-	-	0.35	0.18	0.253
Nitrate (HNO_3^-)	0.01	0.05	0.13	0.253	0.03	0.31	< 1.0	< 1.0	< 1.0	1	0.01	0.420
Aluminum (Al)	0.01	0.01	0.01	0.002	< 0.01	0.01	0.15	< 0.005	< 0.005	0.15	0.002	0.024
An	0.11	0.02	0.04	0.08	0.05	0.04	< 0.005	< 0.005	< 0.005	0.11	0.005	0.039
Arsenic (As)	0.01	0.006	0.006	0.006	0.014	0.004	0.002	< 0.005	0.012	0.014	0.002	0.007
Balium (Ba)	0.003	0.002	0.002	0.006	0.003	0.002	0.15	0.045	0.077	0.15	0.002	0.032
Bo	0.001	0.001	0.004	0.002	0.001	0.001	0.039	< 0.005	0.037	0.039	0.001	0.010
Cadmium (Cd)	0.002	0.003	0.002	0.006	0.001	0.009	< 0.001	< 0.005	0.005	0.009	0.001	0.004
Chromium (Cr)	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.013	< 0.001	< 0.005	< 0.005	0.013	0.001	0.004
Cobalt (Co)	0.03	0.06	0.02	0.036	0.03	0.01	< 0.005	< 0.005	0.015	0.06	0.005	0.023
Copper (Cu)	0.02	0.01	0.01	0.001	< 0.01	0.03	0.009	< 0.005	< 0.005	0.03	0.001	0.011
Iron (Fe)	0.49	0.64	0.35	0.027	0.01	0.04	3.6	0.8	< 0.1	3.6	0.01	0.673
Lead (Pb)	0.09	0.04	0.04	0.15	0.06	0.01	0.072	< 0.005	0.015	0.15	0.005	0.054
Manganese (Mn)	0.22	0.04	0.28	0.028	0.02	0.01	0.37	1.1	1.7	1.7	0.01	0.419
Mercury (Hg)	0.019	0.007	0.001	0.013	0.023	< 0.001	< 0.001	< 0.005	< 0.001	0.023	0.001	0.008
Molibdinum (Mo)	0.005	0.007	0.003	0.009	0.005	0.009	< 0.001	< 0.005	0.006	0.009	0.001	0.006
Nickel (Ni)	0.008	0.008	0.007	0.026	0.003	0.007	< 0.001	< 0.005	0.008	0.026	0.001	0.008
Selenium (Se)	0.001	0.002	0.003	0.002	0.002	0.004	< 0.001	< 0.005	0.006	0.006	0.001	0.003
Silver (Ag)	0.12	0.03	0.024	0.013	0.01	0.01	< 0.005	< 0.005	<0.005	0.12	0.005	0.025
TOC	2	2.6	0.1	1.9	0.1	0.2	6.6	< 5.0	5.7	6.6	0.1	2.689
Cyanide (CN)	0.002	0.012	< 0.001	0.005	< 0.001	0.005	<0.01	< 0.01	< 0.01	0.012	0.001	0.006
Zinc (Zn)	4.13	0.03	0.3	0.031	0.08	0.05	0.85	0.25	0.38	4.13	0.03	0.678

ที่มา : บริษัท เอส.พี.เอส. คอนซัลติ้งเซอร์วิส จำกัด, 2548

2.13 การวิเคราะห์ข้อดี-ข้อเสีย ของมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมของรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เหมืองแร่ทองคำชาตรีเหนือ

การวิเคราะห์ข้อดีข้อเสียหรือข้อจำกัด ของมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบด้านต่างๆ ที่ได้เสนอในรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม เหมืองแร่ทองคำ 'ชาตรีเหนือ' ของบริษัท อัครา ไมนิ่ง จำกัด เพื่อตรวจสอบและหาสาเหตุการร้องเรียนของชุมชน โดยเฉพาะเรื่องคุณภาพน้ำ โดยศึกษาจากรายงานผลการปฏิบัติการตามมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมและมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม

(1) การจัดเตรียมระบบการจัดการน้ำเพื่อรองรับน้ำทั้งหมดของพื้นที่โครงการในแต่ละบริเวณ เช่น จัดเตรี ยมบ่อดักตะกอน เพื่อรองรับน้ำฝน และน้ำที่ไหลบ่าจากบริเวณที่เก็บกองแร่ กองเปลือกดิน และมูลหิน และบริเวณอื่นๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับการทำเหมืองตามแผนผังการทำเหมือง ที่อาจมีการปนเปื้อนออกจากพื้นที่เหมืองไปสู่ภายนอกได้ โดยระบบระบายน้ำจากบริเวณต่างๆ จะต้องมีความต่อเนื่องและระบายน้ำลงสู่บ่อดักตะกอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

<u>ข้อจำกัด</u>

1) ทิศทางการไหลของน้ำ และการแพร่กระจาย โดยเฉพาะในช่วงฤดูฝน ซึ่งมีปริมาณน้ำมาก จึงควรมีการตรวจสอบ และติดตามการแพร่กระจายของน้ำในแต่ละฤดูกาล หรือแต่ละเดือน

2) ความต่อเนื่องของระบบระบายน้ำเพื่อให้ระบายน้ำสู่บ่อดักตะกอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ และตรวจสอบการไหลบ่าไหลล้นโดยเฉพาะฤดูฝนซึ่งมีปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้นอาจทำให้ระบายไม่ทัน

(2) การตรวจวัดคุณภาพน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ทุก 4 เดือน คือ เดือนกุมภาพันธ์ พฤษภาคม สิงหาคม และพฤศจิกายน ซึ่งเป็นการวัดตามฤดูกาล

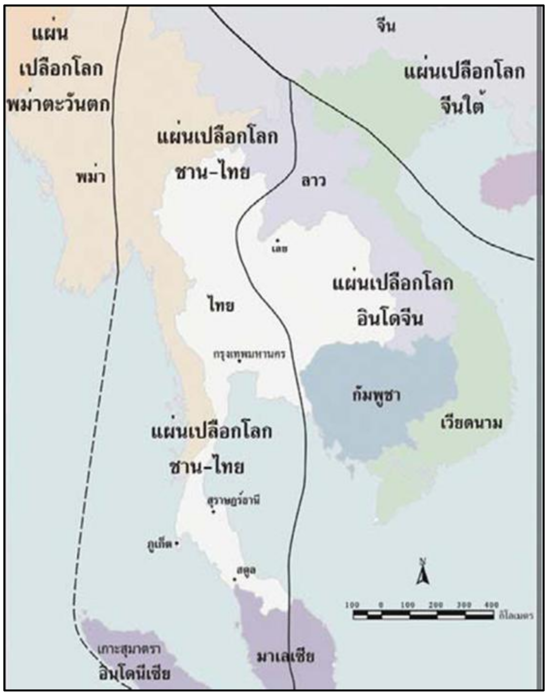
<u>ข้อจำกัด</u> คือ เหมืองแร่ทองคำชาตรีเหนือ บริษัทอัคราไมนิ่ง จำกัด ควรแจ้งผลให้ประชาชนรับทราบ ซึ่งจากรายงานผลการปฏิบัติตามมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อม และมาตรการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อมประจำเดือนกรกฎาคม 2553 กล่าวว่า ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำใต้ดินของบ่อสังเกตการณ์รอบบ่อ TSF ประจำเดือนกรกฎาคม 2553 มีพารามิเตอร์ที่เกินมาตรฐาน คือ เหล็ก แมงกานีส ซัลเฟต และอาร์เซนิก เกินค่ามาตรฐานซึ่งค่า Background ของบ่อน้ำใต้ดินบริเวณนี้มีค่าสูงอยู่แล้วนั้น ควรจะนำเอกสารดังกล่าวมาแสดง ให้ทราบทั่วกัน อย่างไรก็ตามเหมืองควรหาวิธีการที่จะทำให้น้ำในบริเวณดังกล่าวมีปริมาณการปนเปื้อนไม่มากกว่าค่า Background

สำหรับการเก็บตัวอย่างแต่ละครั้งควรประชาสัมพันธ์ และเชิญ ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการเก็บตัวอย่างทั้งน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน และมีการให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการเก็บตัวอย่าง วิธีรักษาสภาพตัวอย่าง การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ และค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน และมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค

บทที่ 3
สภาพธรณีวิทยา

3.1 สภาพธรณีวิทยาภูมิภาค

ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่โครงการ มีส่วนหนึ่งของพื้นที่ของแผ่นเปลือกโลกชาน -ไทย ที่ครอบคลุมด้านตะวันออกของประเทศพม่า บริเวณภาคเหนือ -ภาคตะวันตก -ภาคใต้ของประเทศไทย รวมถึงประเทศมาเลเซียและตอนเหนือของเกาะสุมาตราด้วย พื้นที่ของแผ่นเปลือกโลกอินโดจีน ครอบคลุมบริเวณภาคตะวันออกเฉียงเหนือ -ภาคตะวันออกของประเทศไทย ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว ประเทศกัมพูชา รวมถึงบางส่วนของประเทศเวียดนาม พื้นที่ประเทศไทยที่อยู่ในส่วนของแผ่นเปลือกโลกชาน -ไทย รองรับด้วยหินตั้งแต่มหายุคพรีแคมเบรียน (544-4,500 ล้านปี) มหายุคพาลีโอโซอิก (245-544 ล้านปี) มหายุคมีโซโซอิก (65-245 ล้านปี) และมหายุคซีโนโซอิก (ปัจจุบัน -65 ล้านปี) เป็นส่วนใหญ่แต่ในส่วนของแผ่นเปลือกโลกอินโดจีนรองรับด้วยหินมหายุคพาลีโอโซอิก มหายุคมีโซโซอิก และมหายุคซีโนโซอิกเป็นส่วนใหญ่ (**รูปที่ 3.1-1**)



ที่มา : กรมทรัพยากรธรณี, 2550

รูปที่ 3.1-1 แผนที่แสดงขอบเขตของแผ่นเปลือกโลกของประเทศไทย และภูมิภาคใกล้เคียง

3.1.1 ยุคหินในประเทศไทย

ยุคหินบริเวณพื้นที่ โครงการใน จังหวัดพิษณุโลก จังหวัดพิจิตร และจังหวัดเพชรบูรณ์ อธิบายโดยลำดับดังนี้

(1) หินมหายุคพรีแคมเบรียน

หินมหายุคพรีแคมเบรียนส่วนใหญ่ หมายถึง หินแปรสภาพอย่างไพศาลซึ่งเป็นหินแปรเกรดสูงจำพวกหินออร์โทไนส์ (หินแอนนาเท็กไซต์ หรือหินมิกมาไทต์) หินพาราไนส์ หินชีสต์ หินแคลก์ซิลิเกตและหินอ่อน พบแผ่กระจายตัวอยู่ตามแนวขอบตะวันตกของแผ่นเปลือกโลกชาน-ไทย

(2) หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง

หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนล่าง ประกอบด้วย หินยุคแคมเบรียนถึงหินยุคดีโวเนียน หินชั้นนี้เป็นพวกหินทราย หินดินดาน หินคาร์บอเนต และหินแปรเกรดต่ำ โดยจะโผล่ให้เห็นเป็นแนวยาวจากบริเวณภาคเหนือ และภาคตะวันตกตอนบนผ่านลงมาทางบริเวณภาคตะวันตกตอนล่างจนถึงสุดเขตภาคใต้และบริเวณภาคตะวันออก กลุ่มหินที่สำคัญในบริเวณภาคใต้ ได้แก่ กลุ่มหินตะรุเตา ยุคแคมเบรียน หินคาร์บอเนตกลุ่มหินปูนทุ่งสงยุคออร์โดวิเชียนและกลุ่มหินตะนาวศรียุคไซลูเรียนถึงคาร์บอนิเฟอรัส

(3) หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน

หินมหายุคพาลีโอโซอิกตอนบน ประกอบด้วย หินยุคคาร์บอนิเฟอรัสถึงหินยุคเพอร์เมียน หินมหายุคนี้พบแผ่กระจายตัวอยู่เกือบทั่วทุกภูมิภาคของประเทศยกเว้นบริเวณที่ราบสูงโคราชเท่านั้น หินยุคคาร์บ อนิเฟอรัสส่วนใหญ่เป็นพวกหินทราย หินดินดานและหินโคลนปนกรวด มีหินเชิร์ตและหินปูนบ้าง ในขณะที่หินยุคเพอร์เมียนส่วนใหญ่เป็นหินปูน มีหินดินดาน หินทรายและหินเชิร์ตบ้าง ขอบเขตของหินปูนยุคเพอร์เมียนสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แนว แนวที่ปรากฏอยู่ ทางด้านซีกตะวันตกของประเทศรวมถึงบริเวณภาคใต้ด้วยนั้นกำหนดให้เป็นกลุ่มหินปูนราชบุรี ส่วนแนวที่ปรากฏทางตะวันออกครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดสระบุรี ลพบุรี นครสวรรค์ และพื้นที่ตามแนวขอบที่ราบสูงโคราชด้านตะวันตก ซึ่งมักพบว่ามีหินภูเขาไฟและหินอัลตราเมฟิกปน อยู่ด้วย ได้รับการกำหนดให้เป็นกลุ่มหินปูนสระบุรี

(4) หินมหายุคมีโซโซอิก

หินมหายุคมีโซโซอิก ได้แก่ หินยุคไทรแอสซิก หินยุคจูแรสซิก และหินยุคครีเทเชียส ในช่วงยุคไทรแอสซิกเป็นการสะสมตัวของชั้นหินดินดาน หินปูน และหินทราย ในสภาพแวดล้อมภาคพื้นสมุทร ขอบเขตของหินยุคไทร แอสซิกที่พบส่วนใหญ่จะอยู่บริเวณภาคเหนือและภาคตะวันตก ได้แก่ กลุ่มหินลำปาง แต่ก็มีปรากฏให้เห็นทางด้านชายฝั่งทะเลตะวันออกและภาคใต้เช่นกัน สำหรับหินในช่วงยุคจูแรสซิก -ครีเทเชียส นั้นเป็นพวกหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดานและหินกรวดมน โดยชั้นหินมีลักษณะสีแดงบ่งบอกถึงสภาวะแวดล้อมภาคพื้นทวีปขอบเขตหินยุคจูแรสซิก -ครีเทเชียสแผ่ปกคลุมบริเวณที่ราบสูงโคราชทั้งหมดจึงกำหนดชื่อให้เป็นกลุ่มหินโคราช ส่วนเป็นบริเวณด้านตะวันตก

ของภาคเหนือ และในบางพื้นที่ของภาคตะวันตกตอนบน ภาคตะวันตกตอนล่าง และบริเวณภาคใต้นั้น เป็นพวกหินดินดานและหินปูนยุคจูแรสซิก เกิดสะสมตัวในสภาวะแวดล้อมภาคพื้นสมุทร

(5) หินมหายุคซีโนโซอิก

หินมหายุคซีโนโซอิก ประกอบด้วยหินยุคเทอร์เชียรีและหินยุคควอเทอร์นารี หินมหายุคนี้เป็นหินที่สะสมตัวบนบกและในทะเลลึกของแอ่งที่จมตัวลงไปในลักษณะเป็นบล็อกกึ่งก ราเบน ซึ่งวางตัวอยู่ในแนวเหนือใต้ ทั้งนี้เนื่องจากอิทธิพลการยกตัวของแผ่นดินและการเกิดรอยเลื่อนในช่วงที่แผ่นเปลือกโลกอินเดียเคลื่อนตัวขึ้นมาชนกับแผ่นเปลือกโลกยูเรเซียเมื่อประมาณ 40-50 ล้านปีที่ผ่านมา ชั้นหินภายในแอ่งเทอร์เชียรีประกอบด้วยพวกหินทราย หินดินดาน และหินโคลน แอ่งเทอร์เชียรีที่พบกระจัดกระจายอยู่ทั้งบนบกและในทะเล

(6) ตะกอนยุคควอเทอร์นารี

สมัยไพลสโตซีนส่วนใหญ่พบอยู่ตามบริเวณที่ราบลุ่มน้ำน่าน พิจิตร มีความหนาของชั้นตะกอน ซึ่งสะสมตัวอย่างต่อเนื่องอยู่ในแอ่งอุ้มน้ำ

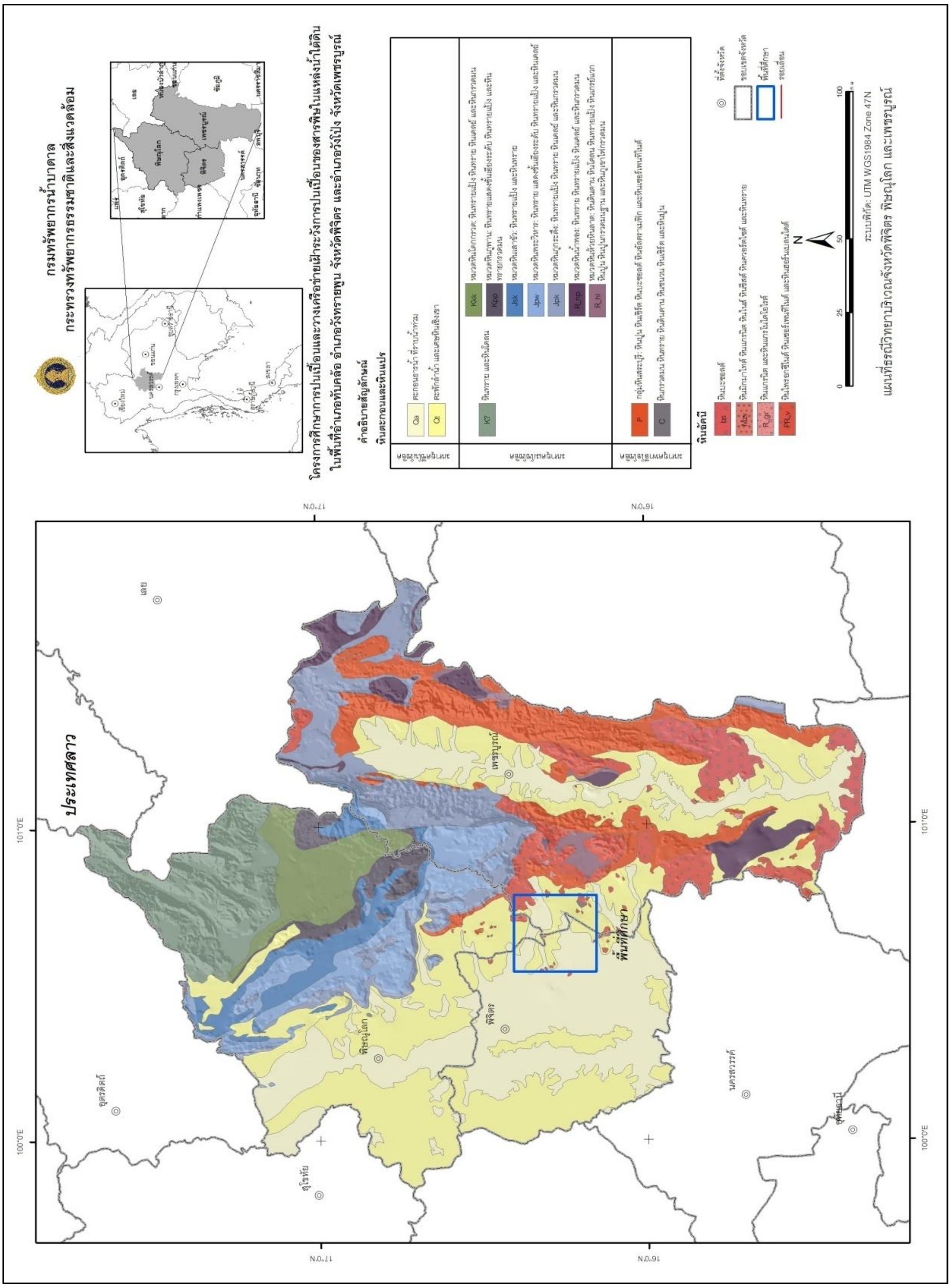
หินอัคนีที่พบในพื้นที่ศึกษา ส่วนใหญ่อยู่ในแนวเหนือ-ใต้ มีทั้งหินอัคนีแทรกซอนพวกหินแกรโนไดออไรต์ หินแกรนิตและหินไดออไรต์ ซึ่งเกิดเป็นมวลหินขนาดเล็กวางตัวสัมผัสกับชั้นหินยุคไซลูเลียน -ดีโวเนียนแบบรอยเลื่อนสัมผัส ส่วนหินอัคนีพุ เป็นพวกหินแอนดีไซต์ หินแดไซต์และหินไรโอไรต์ ที่เกิดเป็นแบบพนังหินตัดผ่านหินไรโอไรต์และหินแกรโนไดออไรต์ และแบบที่ไหลหลากทับอยู่บนชั้นหินยุคเพอร์เมียนและหินยุคที่แก่กว่ายุคเพอร์เมียน นอกจากนั้นยังพบที่เกิดจากการระเบิดของภูเขาไฟ อาทิเช่น หินทัฟฟ์และหินกรวดภูเขาไฟ ซึ่งมีองค์ประกอบเป็นหินไรโอไรต์รวมอยู่ด้วย อายุของหินอัคนีเหล่านี้คาดว่าเกิดหลังยุคเพอร์เมียนแต่ก่อนยุคจูแรสซิก

3.1.2 ธรณีวิทยาภูมิภาคของพื้นที่จังหวัดพิจิตร เพชรบูรณ์ และพิษณุโลก

พื้นที่โครงการครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของ 3 จังหวัด ประกอ บด้วย จังหวัด พิจิตร จั งหวัดพิษณุโลก และจั งหวัด เพชรบูรณ์ สภาพธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการ ได้รวบรวมจากข้อมูลเดิมที่มีการศึกษาไว้ ทั้งจากแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วนต่างๆ ของกรมทรัพยากรธรณี รายงานทางวิชาการในการสำรวจอื่นที่เกี่ยวข้อง แสดงแผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่โครงการ ดัง**รูปที่ 3.1.2-1** สามารถสรุปลักษณะทางธรณีวิทยาของบริเวณพื้นที่โครงการ ได้ดังนี้

(1) มหายุคซีโนโซอิก

เป็นตะกอนที่สะสมตัวอยู่ในบริเวณที่ราบของจังหวัดพิษณุโลก จากการศึกษาจากเอกสารวิชาการสรุปได้ว่ามีวิวัฒนาการมาจากสมัยไพลโอซีนต่อกับไพล ส โตซีน ประมาณ 1.8 ล้านปีหลังการเกิด รอยเลื่อน แบบบล็อก จึงทำให้ส่วนที่เป็นขอบแอ่งด้านทิศตะวันออกยกตัวสูงขึ้นเป็นภูเขา ตะกอนที่สะสมตัวอยู่ตามขอบแอ่งในรูปลานตะพักน้ำยุคเก่า คาดได้ว่าอายุของตะกอนเหล่านี้จะอยู่ในยุคไพลสโตซีนด้วย ตะกอนที่สะสมตัวในที่ราบ ตลอดจนถึงตะกอนที่สะสมตัวแบบน้ำพา อายุอ่อนกว่า



รูปที่ 3.1.2-1 แผนที่ธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษา

ไพลสโตซีนตามลำดับไปจนถึงตะกอนน้ำหลาก อายุโฮโลซีน อายุประมาณ 10,000 ปี กำหนดลำดับชั้นและหน่วยตะกอน จากอายุอ่อนไปอายุแก่กว่า แบ่งได้ 3 หน่วยดังนี้

1) ตะกอนน้ำพา (Alluvium) เป็นตะกอนที่เกิดในช่วงลุ่มน้ำหลาก และสะสมอยู่ในเขตน้ำท่วมถึง ส่วนประกอบมีทรายเป็นส่วนร่วมกับหินกรวดท้องน้ำและดินเหนียวเป็นส่วนน้อย ที่แนวขนานไปกับแม่น้ำน่าน แม่น้ำยม และลำน้ำแควน้อย ระดับความสูงของผิวที่ราบลุ่มตะกอนน้ำพาอยู่ที่ระดับ 35-40 เมตร หลายแห่งเป็นแนวเดิมของแม่น้ำเก่า ซึ่งยังแสดงลักษณะแนวโค้งของแม่ น้ำ หรือบึงน้ำธรรมชาติในรูปของแอกวัว

2) ตะกอนน้ำพายุคใหม่ ประกอบด้วย พื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของตะกอนลานตะพักที่สะสมตัวในยุคหลังไพลสโตซีนประกอบด้วยตะกอนของดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่สลับด้วยตะกอนทรายหรือกรวดในอัต ราส่วนน้อยกว่าหรือวางตัวในรูปของกระเปาะ (Lens) ภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่มซึ่งเป็นแหล่งทำการเกษตรมีระดับความสูง 50-60 เมตร

3) ตะกอนตะพักยุคเก่า ประกอบด้วย ตะกอนกรวดทรายและเศษหินที่มีการคัดขนาดค่อนข้างดี และสะสมตัวอยู่ที่ราบเชิงเขา เช่น แถบขอบแอ่ง ด้านตะวันออก มีระดับความสูงที่ระดับ 70-100 เมตร กับพื้นที่ราบที่เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนในหุบเขา

(2) มหายุคมีโซโซอิก

เป็นชั้นหินที่เกิดจากการสะสมตัวในภาคพื้นทวีป ดังนี้

1) หมวดหินอายุครีเทเชียส- เทอร์เชียรีตอนต้น หมวดหินชุดนี้ใช้ชื่อเดิมว่าหมวดหินภูทอก ประกอบด้วย หินทรายเนื้อละเอียดสีแดง มีชั้นเฉียงสลับขนาดใหญ่และหินทรายสีแดงพบชั้นเฉียงสลับขนาดเล็ก ความหนาของหมวดหินนี้ไม่ต่ำกว่า 200 เมตร โดยที่บริเวณชั้นหินแบบฉบับที่เขาภูทอกน้อย อำเภอศรีวิไล จังหวัดหนองคาย มีความหนา 139 เมตร หมวดหินภูทอกโผล่กระจายตัวทั่วไปตามกลา งแอ่งที่ราบสูงโคราชในบริเวณที่ไม่มีดินปกคลุม หินทรายนี้เกิดจากการสะสมตัวในสภาพแวดล้อมแบบตะกอนพัดพาจากน้ำและลม พบในภาคตะวันออกเฉียงเหนือที่วางตัวต่อเนื่องบนหินมหาสารคาม และกำหนดว่าควรมีอายุอยู่ระหว่างครีเทเชียสถึงเทอร์เชียรีตอนต้น เกิดจา ก การสะสมตัวและตกต ะกอน ทั้งจากแม่น้ำที่พัดพาเป็นครั้งคราวสลับกับการพัดพาของลม ในสภาพภูมิอากาศสมัยโบราณที่กึ่งแห้งแล้ง ในจังหวัดพิษณุโลกได้พบหินชุดนี้ ในอำเภอชาติตระการ และอำเภอนครไทย เป็นหมวดหินเขาย่าปุกและหมวดหินภูขัด

- หมวดหินภูขัด วางตัวไม่ต่อเนื่องอยู่บนหมวดหินเขาย่าปุก ป ระกอบด้วยหินทรายสีน้ำตาลถึงน้ำตาลม่วง เม็ดแร่ขนาดละเอียดถึงปานกลาง มีเนื้อหินปูนปน ที่มีการคัดขนาดที่ดี มีชั้นของหินทรายแป้งและหินโคลนสลับ
- หมวดหินเขาย่าปุก พบที่บริเวณอุทยานแห่งชาติน้ำตกชาติตระการและพื้นที่ข้างเคียง วางตัวต่อเนื่องมาจากหมวดหินมหาสารคาม โด ยอาศัย

การเรียงลำดับชั้นหิน จากหลุมเจาะน้ำบาดาล ที่บ้านน้ำลัด อำเภอนครไทย หมวดหินนี้ประกอบด้วยส่วนบนเป็นชั้น หินทราย ชั้นหนา เม็ดทรายสีแดงอิฐูมีความกลมมนดี หินทรายแป้ง หินโคลน และหินกรวดมนสีน้ำตาลแดง สีแดงปนม่วง พบชั้นเฉียงระดับและริ้วรอยคลื่น

2) กลุ่มหินโคราชตอนบน ประกอบด้วยหมวดหินครีเทเชียส 2 หมวดหิน หินกลุ่มนี้วางตัวต่อเนื่องจากหมวดหินภูพาน พบหมวดหินมหาสารคามแผ่กระจายในตอนกลางของแอ่งนครไทย

- หมวดหินมหาสารคาม ประกอบด้วย หินทรายแป้ง และหินทราย มีชั้นโพแทชยิปซัมและเกลือหิน หนาเฉลี่ย 200 เมตร หมวดหินนี้มีความหนาประมาณ 600 เมตร เกิดจากการสะสมตัวของแอ่งซึ่งอาจแยกกันเป็น 2 แอ่ง คือ แอ่งสกลนครกับแอ่งโคราช อายุของหินมหาสารคามนี้มีอายุประมาณ ยุคครีเทเชียส ตอนปลาย จากหลักฐานสนามแม่เหล็กบรรพกาล
- หมวดหินโคกกรวดประกอบด้วย หินทรายแป้ง หินทราย และหินทรายแป้งปนปูน (Caliche-siltstone) หินกรวดมน มีซากดึกดำบรรพ์เศษชิ้นส่วนของไดโนเสาร์ชนิดกินพืช เต่าและปลา(Buffetaut *et al.,* 1997) หมวดหินนี้มีความหนาประมาณ 709 เมตร

3) กลุ่มหินโคราชตอนกลาง ประกอบด้วยหมวดหินจูแรสซิกตอนบน 3 หมวดหิน หินกลุ่มนี้วางตัวต่อเนื่องจากหมวดหินภูกระดึง แผ่กระจายในตอนกลางของอำเภอนครไทย และอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก

- หมวดหินภูพาน มีลักษณะค่อนข้างเด่นโดยเฉพาะ ประกอบด้วยหินทรายปนหินกรวดมนชั้นหนา ที่แสดงการวางชั้นเฉียงระดับ มีรายงานพบเศษชิ้นส่วนของกระดูกไดโนเสาร์ จำนวน 2-3 ชิ้น นอกจากนั้นยังพบว่ามีสารประกอบของพวกคาร์บอนเกิดอยู่ในหมวดหินนี้ด้วย ความหนาของหมวดหินนี้ ประมาณ 114 เมตร (Maranate and Vella, 1986) และจากไอโซโทป ของแร่มีอายุประมาณ 100 ล้านปี
- หมวดหินเสาขัว ประกอบด้วยหินทรายแป้ง หินโคลน และหินกรวดมนปนทราย มีชั้นหินค่อนข้างหนา ซึ่งความหนาของหมวดหินนี้ในบริเวณเสาขัว หนา 512 เมตร มีซากดึกดำบรรพ์หอยกาบเดี่ยว (Gastropod) พวก Naticoid พวกหอยกาบคู่ ชื่อ *Trigoniodides* sp. และ *Plicatounio* sp. (Meesook *et al.,* 1995) และพวกไดโนเสาร์กินพืช (Buffetaut *et al.,* 1997) จากซากดึกดำบรรพ์ที่พบนี้ คาดว่าหินมีอายุครีเทเชียสตอนต้น (Early cretaceous)
- หมวดหินพระวิหาร ประกอบด้วยหินทรายเนื้อควอตซ์สีขาว มักแสดงลักษณะชั้นเฉียงระดับและมีชั้นบางๆของหินทรายแป้งสีเทาดำแทรก ความหนาของหมวดหินนี้แตกต่างกันในแต่ละบริเวณตั้งแต่ 56-136 เมตร

4) กลุ่มหินโคราชตอนล่าง กลุ่มหินชุดนี้พบกระจายตัวบริเวณขอบแอ่งเจ้าพระยาตอนเหนือด้านตะวันออก ในเขตอำเภอนครไทย และอำเภอชาติตระการ จังหวัดพิษณุโลก โดยมีการโค้งของชั้นหินในรูปของโค้งรูปประทุนหงายและรูปประทุนคว่ำ สลับกันในหลายพื้นที่มีการวางตัวเองเทไปทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ หมวดหินภูกระดึงโผล่ให้เห็นชัดเจนบริเวณเหมืองหินเก่า บ้านวังดินสอ

- หมวดหินภูกระดึง วางตัวอยู่บนหมวดหินน้ำพอง หรือบนหินยุคเพอร์เมียนในบริเวณที่ไม่มีหมวดหินน้ำพอง ประกอบด้วย หินทรายแป้ง หินทรายสีเทาอมเขียว หินโคลนและหินกรวดมนเนื้อปูนผสม มีซากดึกดำบรรพ์ชิ้นส่วนของกระดูกและฟันพลีสิโอซอร์ และกระดูกไดโนเสาร์ (Buffetaut *et al.,* 1997) ความหนาของหมวดหินนี้ที่บริเวณภูกระดึงประมาณ 1,001 เมตร
- หมวดหินน้ำพอง เป็นหมวดหินล่างสุดของกลุ่มหินโคราชที่เริ่มมีสีแดง (Ward และ Bunnag, 1964) โดยเฉพาะทางโคราชด้านตะวันตก หมวดหินน้ำพองประกอบด้วยชั้นหินทรายแป้ง หินทรายและหินกรวดมน สลับกันเป็นชั้นหนาวางตัวต่อเนื่องจากหมวดหินห้วยหินลาดในขณะที่บางบริเวณวางตัวอยู่บนหินปูนยุคเพอร์เมียนแบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่องหมวดหินนี้หนาประมาณ 1,465 เมตร
- หมวดหินห้วยหิ นลาด ประกอบด้วย หินกรวดมน ซึ่งมีกรวดของหินปูนมากรวมทั้งหินไรโอไลต์และหินอื่นด้วย ตามความหมายของ Iwai et al. (1966) หมวดหินห้วยหินลาดประกอบด้วยหินทราย หินทรายแป้ง หินดินดานสีเทา ซึ่งมีซากดึกดำบรรพ์ใบไม้ (Iwai *et al.,* 1966) หอยสองฝา *Euestheria mansuyi* เรณูและสปอร์ (Pollen and spore: Haile 1973) และ Phytosaur (Buffetaut and Ingawat, 1982) บ่งอายุปลายยุคไทรแอสซิก หมวดหินนี้วางตัวอยู่บนหินปูนยุคเพอร์เมียนแบบรอยชั้นไม่ต่อเนื่อง

(3) มหายุคพาลีโอโซอิก

1) หินชั้นกึ่งแปรยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส (Permian- Caboniferous)

ประกอบด้วย หินทรายกึ่งหินควอร์ตไซต์ (Quartzitic sandstone) หินดินดานกึ่งหินชนวน (Phyllitic to slaty shale) และหินกรวดมน ที่บางส่วนแปรสภาพไปเนื่องจากอิทธิพลของหินภูเขาไฟที่เกิดขึ้นมาภายหลัง ทำให้เนื้อหินค่อนข้างแข็ง มีการวางตัวเป็นแนวสันเขาด้านทิศตะวันออกและเหนือของอำเภอหล่มสัก ด้านตะวันออกของอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ อำเภอหนองไผ่ อำเภอบึ่งสามพัน อำเภอวิเชียรบุรี และอำเภอศรีเทพ นอกจากนี้ยังพบเป็นแนวเนินเขาด้านตะวันตกของอำเภอหนองไผ่ และวางตัวเป็นเนินที่ระดับความสูงไม่มากนัก ในอำเภอ ชนแดนและอำเภอวังโป่ ง ด้านที่ติดกับจังหวัดพิจิตร

2) หินคาร์บอเนตยุคเพอร์เมียน (Permian)

หินปูนสีเทา หินเชิร์ตสีดำ หินดินดานสีเทา หินทรายและหินกรวดมนสีเทาขาวถึงน้ำตาลแกมแดง มักพบแทรกอยู่ในชั้นหินชุดอื่น พบเป็นสันเขาแคบๆ มีพื้นที่ไม่มากนักในหลายบริเวณของจังหวัดเพชรบูรณ์ ดังนี้ พบว่ามีการแทรกอยู่ในชั้นหินชั้นกึ่งแปรบริเวณอำเภอน้ำหนาว พบว่ามีการแทรกอยู่ในกลุ่มหินโคราชตอนล่าง (หมวดหินภูกระดึง- น้ำพอง) บริเวณตอนใต้ของอำเภอหล่มเก่า อำเภอวิเชียรบุรีและแทรกอยู่ระหว่าง ชั้นหินชั้นกึ่งแปรและหินอัคนีใน อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ อำเภอวังโป่ง อำเภอหนองไผ่ อำเภอวิเชียรบุรี

(4) หินอัคนี

หินอัคนีที่พบมี 3 ชนิดดังนี้

1) หินภูเขาไฟยุคเพอร์โม-ไทรแอสซิก (Permo-Triassic Volcanic Rocks)

พบเป็นหินภูเขาไฟ ประเภท แอนดีไซต์ (Andesite) ไรโอไลต์ (Rhyolite) และหินทัฟฟ์ (Tuff) มีหินกรวดภูเขาไฟ (Agglomerate) และหินชั้นภูเขาไฟ (Pyroclastic rock) แทรกอยู่เป็นบางแห่ง มักพบเป็นเนินเขาโดดๆ แทรกอยู่ประปรายในหินยุคเพอร์เมียน- คาร์บอนิเฟอรัสและหินยุคไทรแอสซิกตอนบน- จูแรสซิกตอนล่าง พบ ในจังหวัดเพชรบูรณ์ บริเวณทางเหนือของอำเภอหล่มเก่าและอำเภอน้ำหนาว พบแทรกอยู่ในหินยุคไทรแอสซิกตอน บน-จูแรสซิกตอนล่าง ถัดลงมาในเขตอำเภอเมืองเพชรบูรณ์ กระจายตัวแทรกอยู่ระหว่างหินยุคเพอร์เมียน- คาร์บอนิเฟอรัส และหินยุคไตรแอสซิกตอนบน- จูแรสซิกตอนล่างบางส่วน พบแทรกอยู่ในหินยุคเพอร์เมียน- คาร์บอนิเฟอรัส ในบริเวณอำเภอวังโป่ง อำเภอชนแดน และอำเภอหนองไผ่ ที่พบแทรกในหินยุคเพอร์เมียน- คาร์บอนิเฟอรัส และหินยุคไทรแอสซิกตอนบน-จูแรสซิกตอนล่าง พบในอำเภอบึงสามพัน และอำเภอวิเชียรบุรี

2) หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก (Triassic granite)

พบเป็นหินแกรนิต (Granite) แกรโนไดโอไรต์ (Grano-Diorite) และไดโอไรต์ (Diorite) พบกระจายเป็นหย่อมๆ ในเขตอำเภอวังโป่ง และอำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ หินแกรนิตชุดนี้จัดอยู่ในยุคไทรแอสซิก ตามแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตราส่วน 1:500,000

3) หินบะซอลต์ยุคเทอรเชียรี (Tertiary basalt)

พบหินบะซอลต์ปิดทับหินอายุอยู่ในยุคไทรแอสซิกบริเวณอำเภอศรีเทพ และปิดทับหินอายุเพอร์เมียน -คาร์บอนนิเฟอรัส ในอำเภอวิเชียรบุรี อำเภอบึงสามพัน และอำเภอหนองไผ่ หินบะซอลต์ ชุดนี้จัดอยู่ในยุคเทอร์เชียรี ตามแผนที่ธรณีวิทยาประเทศไทย มาตราส่วน 1:500,000

3.2 การกำเนิดแร่ทองคำในพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาของ Kromkhun (2005) ในบริเวณ H Zone ของเหมืองแร่ทองคำชาตรี ในบริเวณเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง พบว่า ทองคำในบริเวณนี้มีการสะสมตัวในสิ่งแวดล้อมที่เป็นรูปแบบ Low-sulfidation epithermal gold deposit หรือเป็นการสะสมตัวของทองคำในรูปแบบไอน้ำร้อนซัลเฟอร์อุณหภูมิต่ำ ซึ่งอยู่ในบริเวณที่ เกิดเทคโทนิคในบริเวณเขตมุดตัวของเปลือกโลกตามแนวหินภูเขาไฟเลย-เพชรบูรณ์ โดยที่มีหินอัคนีบาดาลแทรกตัวอยู่ด้านใต้ของแนวหินภูเขาไฟนี้ เป็นแหล่งให้ความร้อนและสร้างระบบไอน้ำร้อนทำให้มีการสะสมตัวของแร่โลหะ ซึ่งนำไปสู่การสะสมตัวของแร่ทองคำและแร่เงินในบริเวณนี้

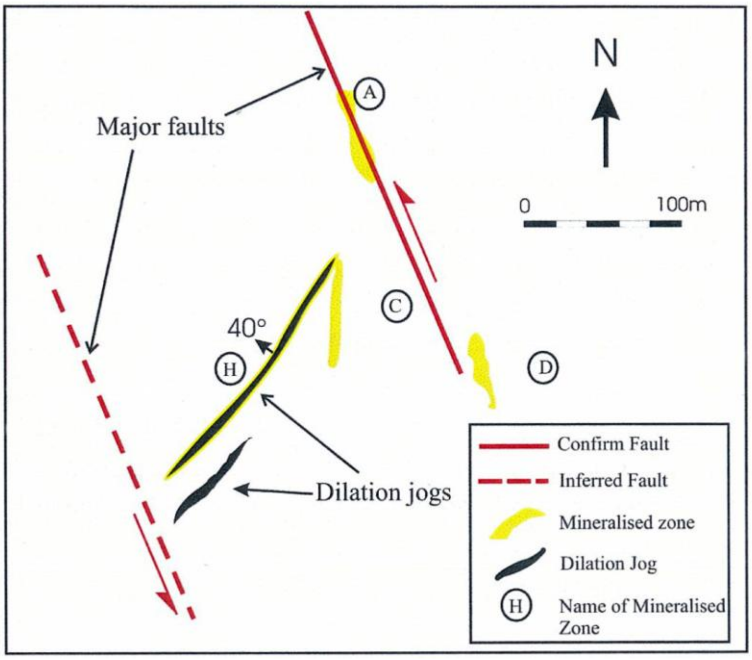
กระบวนการสะสมตัวของแร่ทองคำและแร่เงินในบริเวณนี้ มีองค์ประกอบหลากหลายอย่างด้วยกัน ได้แก่ กระบวนการเคลื่อนตัวของหินหนืด โครงสร้างทางธรณีวิทยา การเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางธรณีวิทยา วิวัฒนาการทางธรณีเคมีและไอน้ำแร่ร้อน โดยกระบวนการดังกล่าว Kromkhun (2005) ได้แบ่งขั้นตอนการเกิดแหล่งแร่ออกเป็น 8 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

3.2.1 Pre-magmatism ground preparation

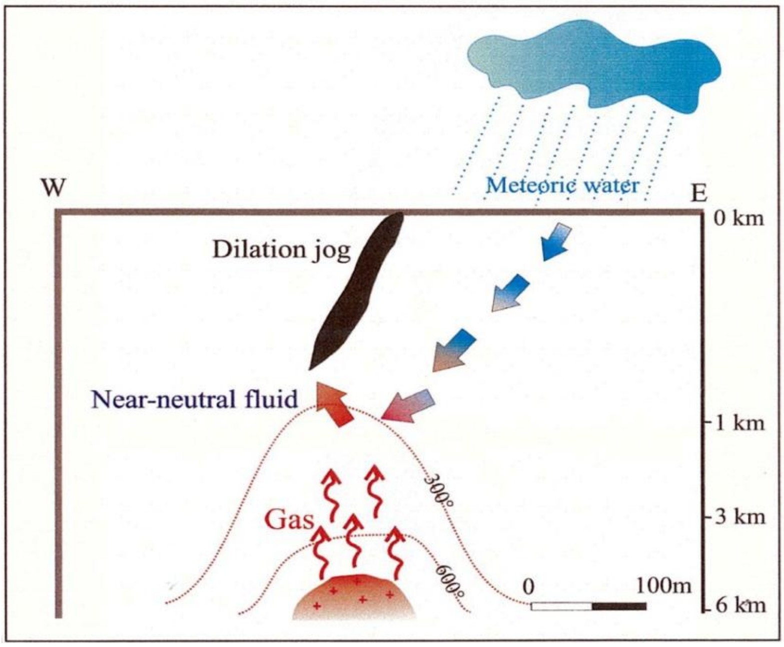
ก่อนเกิดกระบวนการทางเทคโทนิคจนเกิดเป็นแหล่งแร่ในบริเวณนี้ นั้น พบว่าหินดั้งเดิมหรือหินท้องที่ (Country rock) นั้นเป็นหินจำพวก หินภูเขาไฟ (Volcanic rock) และหินตะกอนภูเขาไฟ (Pyrolastic rock) ซึ่งเป็นหินที่สะสมตัวอยู่ในช่วงการรุกล้ำของน้ำทะเลในระดับตื้น (Minor shallow submarine transgressive) หลังจากนั้นจึงเกิดแนวรอยเลื่อนขนาดใหญ่สองแนวที่ขนานกันในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ ทำให้เกิดการขยายแนวรอยแตก (Dilation jog) ในแนวตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีมุมเอียงประมาณ 40 องศา **(รูปที่ 3.2.1-1)** โดยแนวรอยแตกที่ขยายออกมานี้จะเป็นแนวที่เกิดการสะสมตัวของแหล่งแร่ในขั้นตอนถัดไป

3.2.2 Intrusion-related heated source

หลังจากกระบวนการแรก ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเตรียมพื้นที่สำหรับการสะสมตัวของแหล่งแร่ทองคำในพื้นที่ กระบวนการถัดมา คือ กระบวนการที่มีการแทรกซอนของหินอัคนีบาดาล (Intrusive igneous rocks) ทำให้เกิดแหล่งความร้อนอยู่บริเวณใต้พื้นที่ดังกล่าวลึกลงไปประมาณ 6 กิโลเมตร **(รูปที่ 3.2.2-1)** จากนั้น น้ำฝนที่ไหลลงสู่ใต้ดินกลายเป็นน้ำบาดาล ได้รับความร้อนจากหินอัคนีบาดาลนี้ ทำให้เกิดการไหลวนของน้ำขึ้นสู่ผิวโลก น้ำที่ถูกพาขึ้นมานี้ จากการศึกษาไอโซโทปของซัลเฟอร์ คาร์บอน และออกซิเจนแล้ว พบว่า เป็นสารละลายที่มีส่วนผสมของน้ำฝนและสารระเหยที่มาจากแมกมา (Magmatic volatile) โดยมีค่าความเป็นกรดด่าง อยู่ในช่วงค่าเป็นกลาง



รูปที่ 3.2.1-1 แนวรอยเลื่อนหลักสองแนวในระนาบตะวันตกเฉียงเหนือที่ส่งผลให้เกิด Dilation jogs



รูปที่ 3.2.2-1 รูปจำลองภาพตัดขวางการเดินทางของน้ำฝนลงสู่ใต้ดินและได้รับความร้อนจากพลูตอนจนกลายเป็นน้ำแร่ร้อนไหลเข้า Dilation jog

3.2.3 Hydrothermal breccia and boiling

สารสะลายที่มีค่าความเป็นกลาง ไหลขึ้นมา ยังบริเวณรอยแตกของ Dilation jogs อีกทั้งพาเอาเศษหินแตกขนาดเล็ก ๆ ในบริเวณนั้นขึ้นมาด้านบน ทำให้เกิดหินกรวดเหลี่ยมจากน้ำแร่ร้อน (Hydrothermal breccia) ซึ่งน้ำแร่ร้อนเหล่านี้จะไหลขึ้นไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถูกปิดกั้นหรือพลังงานลดลงจนไม่สามารถไปต่อได้(**รูปที่ 3.2.3-1**)

3.2.4 Gangue precipitation

บริเวณที่เป็น Dilation jogs เป็นร่องเปิดทำให้ความดันในร่องน้อยกว่าบริเวณร อยแตกอื่นๆ เมื่อน้ำ แร่ร้อน เคลื่อนที่มาถึงบริเวณดังกล่าว ความดันที่ลดลงทำให้อุณหภูมิลดลงไปตามกัน ทำให้มีปริมาณน้ำ/ไอน้ำสูงขึ้น จึงเกิดการตกผลึกของแร่พวก Amorphous silica (Quartz และ Adularia) ทำให้ Dilation jogs ถูกปิดไปด้วย ค่าการซึมผ่านก็มากกว่าเดิม ทำให้ค่าความดันใน Dilation jogs เปลี่ยนแปลงไปเป็นมากกว่าปกติ ส่งให้อุณหภูมิของน้ำแร่ร้อนกลับมาสูงขึ้นอีกครั้งหนึ่ง

จากปรากฏการณ์ดังกล่าว ทำให้ค่าของ CO_2 ที่สูงในน้ำแร่ร้อน เกิดการจับตัวกันแล้วตกผลึกออกมาเป็นแร่จำพวกคาร์บอเนต (Hedenquist *et al.,* 2000) จากเหตุการณ์ทั้งหมดในกระบวนการนี้ จึงทำให้มีแร่ต่างๆ (**รูปที่ 3.2.4-1**)

3.2.5 Electrum precipitation

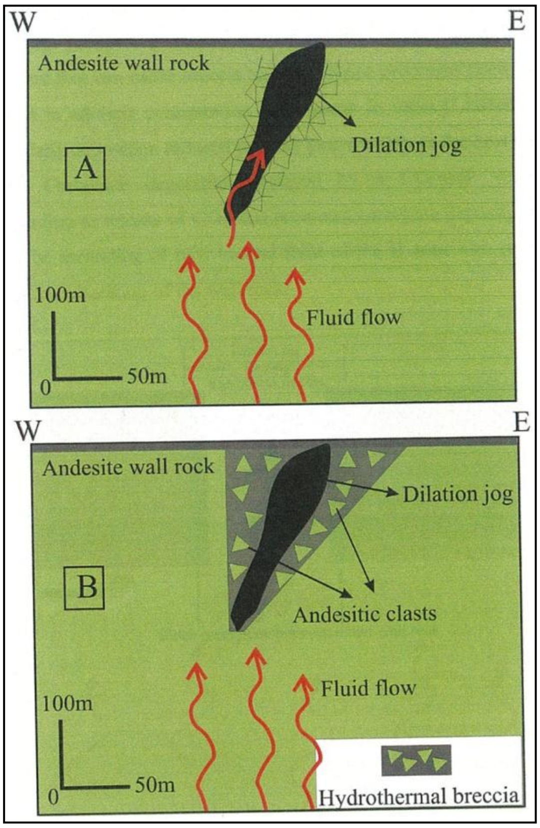
Electrum คือ ส่วนผสมของทอง เงิน และทองแดงบางส่วน เป็นสินแร่ที่เกิดขึ้นมาร่วมกับแร่อื่นๆ โดยพื้นที่ศึกษา พบว่า จะอยู่กับแร่กาลีนา ชาลโคไพไรท์ สฟาเลอไรท์ ในควอตซ์เนื้อละเอียด ซึ่ง Electrum นี้จะสะสมตัวในอุณหภูมิประมาณ 190-260 องศาเซลเซียส (Lawless *et al.,* 1990)

3.2.6 Late mineral precipitation and steam-heated zone

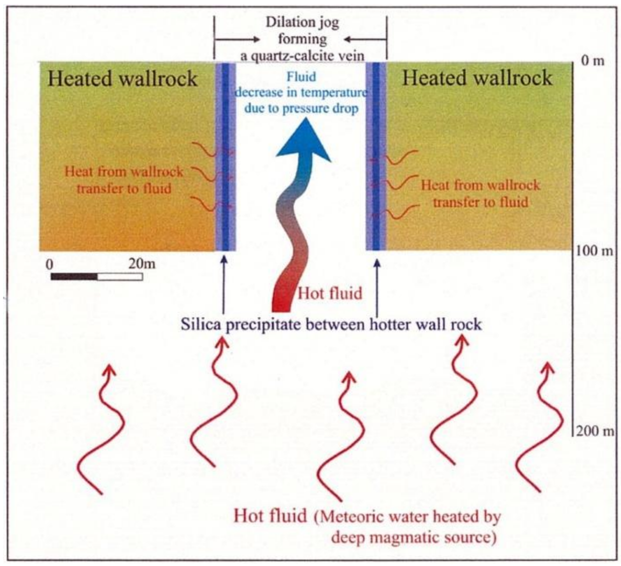
ในบริเวณพื้นที่ระดับตื้นของระบบน้ำแร่ร้อน (Hydrothermal system) นั้น พบว่าส่วนใหญ่น้ำแร่ร้อนจะเป็นน้ำแร่กรดซัลเฟต (Acid sulfate water) โดย Calcium-bearing acid sulfate water จะพบอยู่บริเวณเหนือแนวน้ำแร่เดือด และสะสมตัวในรอยแตกจนเป็น Carbonate-bearing vien และ กลุ่มแร่อัลเทอเรชั่น (Alteration assemblage) โดยใน ระดับบนใกล้กับพื้นผิวจะทำการกัดกร่อนหินเหย้าให้กลายเป็นดินที่ประกอบด้วยแร่ Kaolinite, Montmorillonite, Illitie, Smectite และ Pyrite (**รูปที่ 3.2.6-1**)

3.2.7 Post mineralization

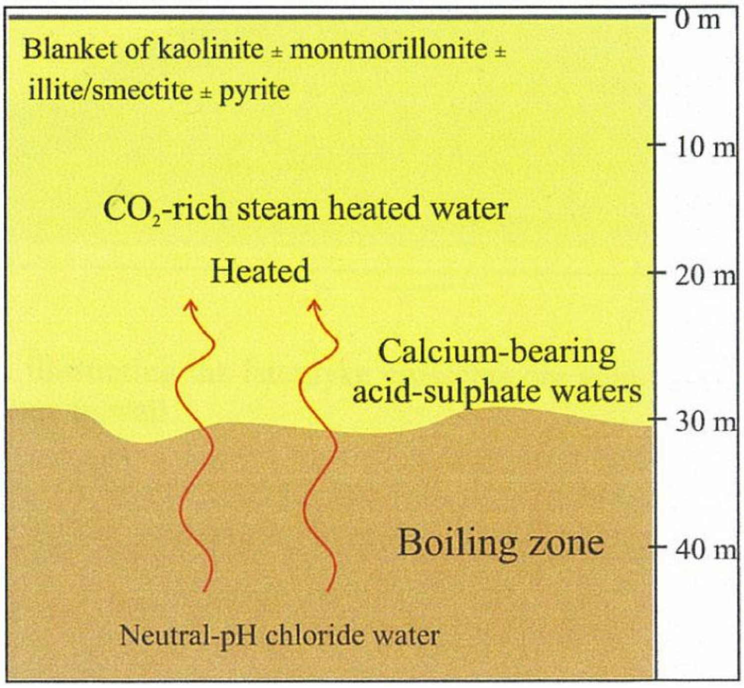
หลังจากการสะสมตัวของแร่ต่างๆ แล้ว กระบวนการทางเทคโทนิคยังไม่จบลง ซึ่งได้มีการขยับตัวของแผ่นเปลือกโลกอีกครั้งหนึ่ง ทำให้พื้นที่บริเวณนี้แนวเฉือน (Shear zone) ทำให้มีน้ำแร่ร้อนอีกชุดมาสะสมตัวอยู่ในรอยแนวเฉือนนี้เป็นพวกCalcite vein ซึ่งจะทำการตัดหินทุกหน่วยหินในบริเวณที่ศึกษา



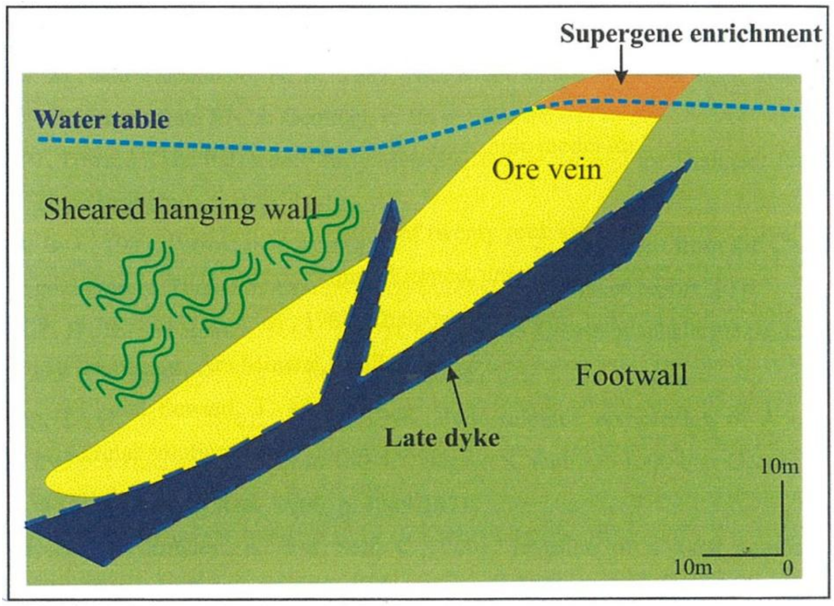
รูปที่ 3.2.3-1 รูปจำลองภาพตัดขวางการเดินทางของน้ำแร่ร้อน



รูปที่ 3.2.4-1 ภาพตัดขวางแสดงการถ่ายโอนความร้อนในบริเวณรอยแตกในเนื้อหิน



รูปที่ 3.2.6-1 ภาคตัดขวางแสดงการวางตัวของ Calcium-bearing sulphate water



รูปที่ 3.2.8-1 กระบวนการ Supergene enrichment บริเวณพื้นที่ศึกษา ที่เกิดขึ้นในบริเวณที่มีการขึ้นลงของน้ำบาดาลในอดีต ทำให้เกิดการออกซิเดชั่นและรีดักชั่นจนเกิดเป็นแร่ใหม่

3.2.8 Supergene enrichment

หลังจากเหตุการณ์ทั้งหมดที่เกิดขึ้น กระบวนการน้ำใต้ดินได้เข้ามามีบทบาทอีกครั้งหนึ่ง คือ กระบวนการ Supergene enrichment เป็นกระบวนการขึ้นลงของระดับน้ำใต้ดิน ทำให้กลุ่มแร่ที่อยู่ในระดับน้ำนั้นเกิดการ Redox เกิดเป็นกลุ่มแร่ Oxide-sulfide ในบริเวณดังกล่าว (**รูปที่ 3.2.8-1**)

3.3 การสำรวจลักษณะทางธรณีวิทยา

3.3.1 การสำรวจภูมิประเทศ

การศึกษาสภาพธรณีวิทยา และสภาพอุทกธรณีวิทยาในพื้นที่ จำเป็นต้องมีการสำรวจลักษณะภูมิประเทศของพื้นที่ก่อนการลงสำรวจ เพื่อเปรียบเทียบระดับที่ได้มาว่ามีความน่าเชื่อถือมากน้อยเพียงใด อีกทั้งการสำรวจลักษณะทางอุทกธรณีวิทยาในบทที่ 4 จำเป็นต้องทราบระดับความสูงที่ชัดเจนของบ่อบาดาลแต่ละบ่อ เพื่อประโยชน์ในการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่อไปในบทที่ 6

การรังวัดงานสนาม **(ภาคผนวก ก)** เริ่มจากการจัดแบ่งบ่อสูบน้ำบาดาลออกเป็นกลุ่มๆ เพื่อให้สะดวกสำหรับการทำรังวัดค่าระดับโดยแบ่งออกเป็น 9 กลุ่ม ดัง**ตารางที่ 3.3.1-1** โดยการรังวัดค่าระดับความสูงของบ่อสูบน้ำบาดาล ใช้วิธีทำการสำรวจถ่ายระดับแบบ Stadia โดยใช้กล้อง Total station

ตารางที่ 3.3.1-1 กลุ่มหมุดหลักฐานควบคุม ที่ใช้เพื่ออ้างอิงระดับบ่อสูบน้ำบาดาล

กลุ่มที่	หมุดหลักฐานควบคุม	หมายเลขบ่อสูบน้ำบาดาล
1	A-101626	GWS-06
2	A-101625	GWS-07,GWS-17, GWS-19, GWS-22,GWS-27, GWS-32, GWS-35
3	A-101624	GWS-12,GWS-31,GWS-36, GWS-38, GWS-40
4	A-101623	GWS-16,GWS-11,GWS-15, GWS-14,GWS-05, GWS-02, GWS-20,GWS-30,GWS-26,GWS-04, GWS-03,GWS-24
5	A-101687	GWS-07,GWS-09
6	A-101688	GWS-28, GWS-10, GWS-18, GWS-08, GWS-34, GWS-23, GWS-25, GWS-33, GWS-01
7	A-101622	GWS-13
8	A-101685	GWS-39
9	A-101684	GWS-21,GWS-29,GWS-41, GWS-42

(1) งานคำนวณและแปลผล

งานคำนวณและตรวจสอบค่าที่ได้เป็นการทำงานในขั้นตอนสุดท้าย โดยผลที่ได้เป็นค่าระดับความสูงของบ่อสูบน้ำบาดาลทั้งหมด 42 ตำแหน่ง โดยสรุปค่าระดับความสูงของบ่อสูบน้ำบาดาล ดัง**ตารางที่ 3.3.1-2**

ตารางที่ 3.3.1-2 ระดับความสูงของบ่อสูบน้ำบาดาล

ลำดับ	ชื่อจุด	พิกัด		ชื่อบ่อ	ค่าระดับความสูง (เมตร)
		ตะวันออก	เหนือ		
1	GWS-01	674389	1800396	บ่อเจาะใหม่	+57.950
2	GWS-02	678818	1802553	บ่อเจาะใหม่	+73.577
3	GWS-03	676132	1806313	บ่อเจาะใหม่	+66.251
4	GWS-04	675897	1804245	บ่อเจาะใหม่	+73.101
5	GWS-05	687446	1817206	บ่อเจาะใหม่	+103.680
6	GWS-06	667198	1815565	บ่อเจาะใหม่	+48.480
7	GWS-07	675836	1814477	บ่อเจาะใหม่	+63.630
8	GWS-08	686931	1794671	บ่อเจาะใหม่	+96.095
9	GWS-09	663418	1795389	บ่อเจาะใหม่	+41.998
10	GWS-10	676806	1795080	บ่อเจาะใหม่	+60.630
11	GWS-11	686106	1807329	บ่อเจาะใหม่	+93.918
12	GWS-12	666311	1800628	บ่อเจาะใหม่	+51.518
13	GWS-13	690496	1800681	N1092	+97.681
14	GWS-14	690193	1812456	ME0108	+112.668
15	GWS-15	685950	1809096	N1164	+89.329
16	GWS-16	682464	1803155	PW22441	+79.389
17	GWS-17	681766	1818345	MB0655	+82.541
18	GWS-18	681033	1796020	PC56	+69.292
19	GWS-19	680662	1807676	DCD15351	+76.247
20	GWS-20	679981	1800301	DCD15328	+71.750
21	GWS-21	677547	1790257	TC0162	+56.186
22	GWS-22	677208	1810081	TC371	+66.809
23	GWS-23	677020	1796953	TC104	+61.805

ตารางที่ 3.3.1-2 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อจุด	พิกัด		ชื่อบ่อ	ค่าระดับความสูง (เมตร)
		ตะวันออก	เหนือ		
24	GWS-24	676308	1807526	PW17791	+66.594
25	GWS-25	676086	1798770	MD1147	+59.758
26	GWS-26	675692	1804055	MD1105	+69.013
27	GWS-27	674663	1817463	DCD14128	+60.513
28	GWS-28	674287	1794375	PC55	+57.089
29	GWS-29	674259	1786175	TC0036	+54.132
30	GWS-30	674189	1802301	TC202	+62.257
31	GWS-31	672073	1806617	MQ0261	+58.178
32	GWS-32	671573	1810745	PW23903	+57.269
33	GWS-33	671465	1799149	DOH10663	+51.114
34	GWS-34	670348	1791617	TC65	+48.495
35	GWS-35	670242	1813426	กยธ09118	+53.426
36	GWS-36	668846	1804868	MQ0237	+53.302
37	GWS-37	668050	1795771	กยธ16656	+51.339
38	GWS-38	665721	1803494	TZ63	+48.940
39	GWS-39	665050	1791032	PC57	+41.357
40	GWS-40	662217	1808304	MD1154	+44.302
41	GWS-41	685245	1788740	ก3261	+80.493
42	GWS-42	680959	1788908	DCD15110	+69.222

3.3.2 การเจาะสำรวจทางธรณีวิทยา

หลังจากการวัดค่าระดับความสูงของบ่อต่างๆ ที่มีอยู่ในพื้นที่ จึงดำเนินการเจาะบ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติม จำนวน 12 บ่อ โดยเจาะบ่อสำรวจและบ่อสูบทดสอบ หาลักษณะการไหลและคุณภาพน้ำบาดาล

บ่อสังเกตการณ์ที่ทำการเจาะ ใหม่ เป็นแหล่งข้อมูลในการติดตามระดับน้ำบาดาล และเก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ เพื่อหาทิศทางการไหลและการปนเปื้อนในน้ำบาดาล โดยการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้บ่อสังเกตการณ์ที่เจาะเป็นแบบบ่อเดี่ยว ดัง **รูปที่ 3.3.2-1** ซึ่งการเจาะบ่อแต่ละบ่อ ให้มีการกระจายครอบคลุม ตามแนวการไหลหลักของน้ำบาดาลและบริเวณที่คาดว่ามีการปนเปื้อนของมลสารในน้ำบาดาลของพื้นที่โครงการ ทั้งนี้ความลึกของบ่อที่จะเจาะ ตามความเหมาะสมของสภาพพื้นที่ จากการประเมินลักษณะทางภูมิประเทศโดยรวมของพื้นที่ ลักษณะทางธรณีวิทยา มีการกระจายตัวครอบคลุมจุดน่าสนใจ ดัง**รูปที่ 3.3.2-2** และ**ตารางที่ 3.3.2-1**

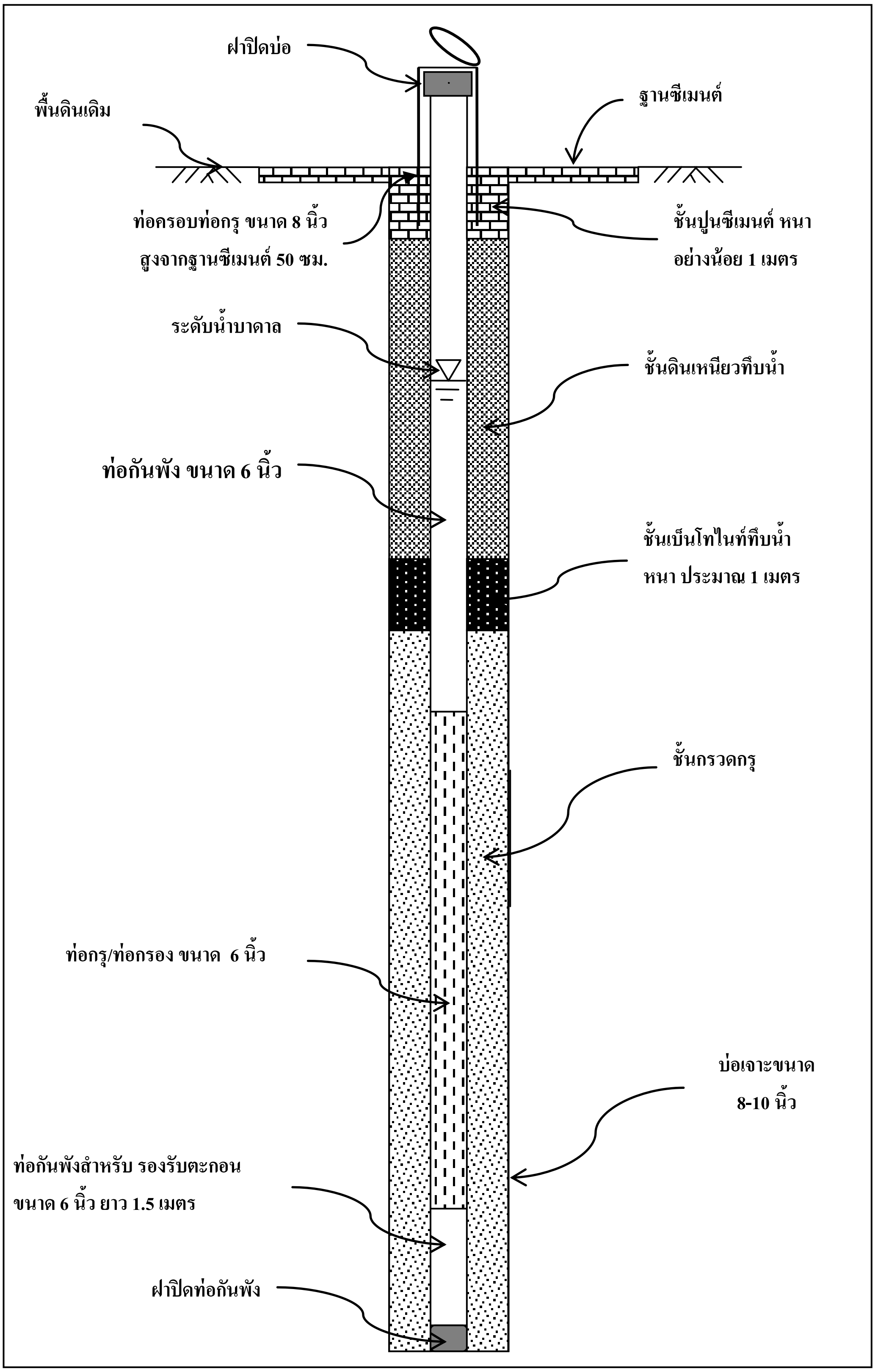
การสร้างเครือข่ายบ่อสังเกตการณ์ เพื่อติดตามการไหลของน้ำบาดาลจึง กำหนดตำแหน่ง พร้อมเจาะและติดตั้งบ่อใหม่ จำนวน 12 บ่อ และศึกษาข้อมูลบ่อเดิมในพื้นที่ 30 บ่อ กำหนดให้การดำเนินการดังนี้

(1) ดำเนิน การเจาะ บ่อตามขั้นตอนที่ได้มาตรฐาน โดยการเจาะแบบหมุนที่มีการไหลเวียนของน้ำโคลน (Mud circulation rotary drilling) มีเส้นผ่านศูนย์กลางการเจาะประมาณ 8-10 นิ้ว **(รูปที่ 3.3.2-3)** ในระหว่างการเจาะทำการเก็บตัวอย่างหินจากดินและหินทุ ก 1.0 เมตร **(รูปที่ 3.3.2-3)** โดยตัวอย่างดินและหินได้ นำไปวิเคราะห์ลักษณะหินเบื้องต้น และจึงทำการสร้างลำดับชั้นดิน /หิน บริเวณหลุมเจาะแต่ละหลุม ดัง**ภาคผนวก ข**

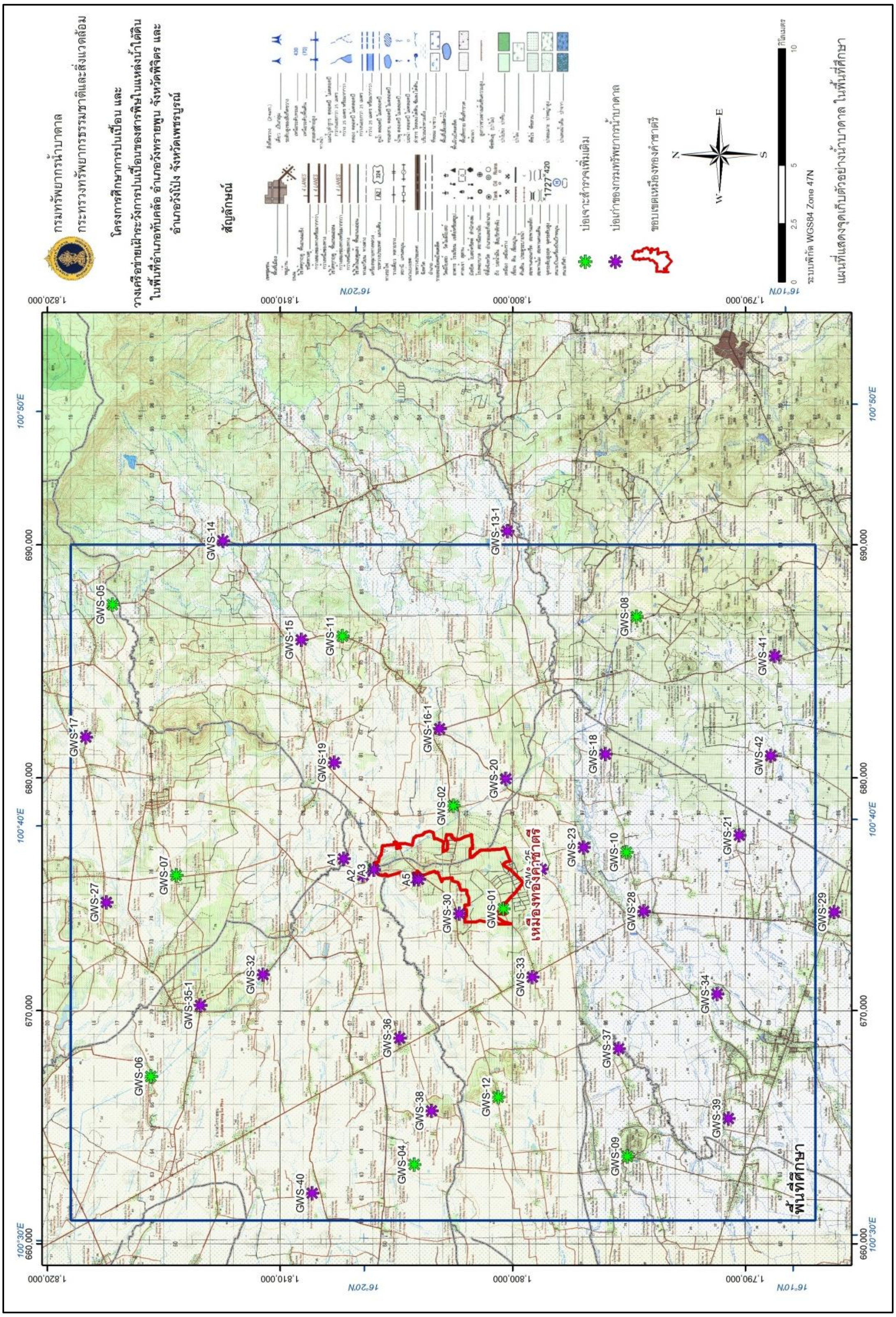
(2) ทำการหยั่งธรณีหลุมเจาะ เพื่อตรวจสอบชั้นดิน และหินที่ให้น้ำบาดาล โดยผลการสำรวจการหยั่งธรณีหลุมเจาะ แสดงใน **ภาคผนวก ค** และทำการคัดเลือกชั้นน้ำบาดาลที่ต้องการตรวจสอบ เพื่อติดตั้งท่อกรุ และท่อกรอง

(3) ติดตั้งบ่อสังเกตการณ์ขนาดเส้นผ่า นศูนย์กลางของท่อกรุ และท่อกรอง (ใช้ท่อ PVC) ขนาด 6 นิ้ว แบบบ่อสังเกตการณ์เป็นไปตามแบบมาตรฐานของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล แสดงดัง **รูปที่ 3.3.2-4 และ รูปที่ 3.3.2-5**

(4) ติดตั้ง ท่อกรอง ที่ตอนปลายของบ่อความยาวตลอดความหนาของชั้นดินหินอุ้มน้ำที่ต้องการศึกษา เพื่อให้น้ำเข้าบ่อในความลึกที่ต้องการตามสภาพพื้นที่



รูปที่ 3.3.2-1 ตัวอย่างบ่อสังเกตการณ์และติดตามคุณภาพน้ำบาดาล



รูปที่ 3.3.2-2 จุดสำรวจบ่อบาดาล และบ่อน้ำตื้นในบริเวณรอบๆ พื้นที่โครงการ รวมถึงค่าระดับความสูงของแต่ละบ่อสังเกตการณ์

ตารางที่ 3.3.2-1 รายชื่อบ่อสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาล

ลำดับ	ชื่อจุด/ เลขที่บ่อ	สถานที่
1	GWDP-01	บ่อเหมือง บ้านนิคม หมู่ 8 ตำบลเขาทราย อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
2	GWDP-02	บ้านนางทองแดง ทรงพระสุวรรณ์ บ้านเลขที่ 3 บ้านดงหลง หมู่ 8 ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
3	GWDP-03	บ่อเหมือง บ้านคลองตาลัด หมู่ 6 ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก
4	GWDP-04	โรงเรียนบ้านเขาหม้อ บ้านเขาหม้อ หมู่ 9 ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
5	GWDP-05	บ้านนายประดิษฐ์ อุ่นแก้ว บ้านเลขที่ 37 บ้านใหม่วังตะเคียน หมู่ 10 ตำบลวังหิน อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
6	GWDP-06	บ้านนายวงศ์ บุญสุข บ้านเลขที่ 37 บ้านบุ่งมะกรูด หมู่ 3 ตำบลวังทรายพูน อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร
7	GWDP-07	วัดหนองดู่สามัคคีธรรม บ้านหนองดู่ หมู่ 3 ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก
8	GWDP-08	บ้านนายสมศักดิ์ ทับทัน บ้านเลขที่ 273 บ้านเขาดิน หมู่ 11 ตำบลท่าข้าม อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์
9	GWDP-09	บ้านนายสุดใจ คุริพันธ์ บ้านเขาบรเพ็ด หมู่ 8 ตำบลวังหลุม อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร
10	GWDP-10	บ้านนายประเสริฐ จันทร์วงษ์ บ้านเลขที่ 275/2 บ้านหนองพงษ์ หมู่ 9 ตำบลเขาทราย อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
11	GWDP-11	บ้านนางสมทรง ชานุวัตร์ บ้านเลขที่ 1 บ้านบ่อทองพัฒนา หมู่ 11 ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
12	GWDP-12	บ้านนายทอง บุญศรี บ้านเลขที่ 408 บ้านเนินพลวง หมู่ 11 ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553

	
(ก) เครื่องเจาะแบบหมุนที่มีการไหลเวียนของ น้ำโคลน (Mud Circulation Rotary Drilling)	(ข) การแบ่งตัวอย่างดินหินตามความลึก ทุก 1 เมตร

รูปที่ 3.3.2-3 อุปกรณ์การเจาะบ่อสังเกตการณ์ และลักษณะตัวอย่างดิน หิน

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>บ่อ GWDP-01
ต.เขาทราย อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร</td><td>บ่อ GWDP-02
ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>บ่อ GWDP-03
ต.วังโพรง อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก</td><td>บ่อ GWDP-04
ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>บ่อ GWDP-05
ต.วังหิน อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์</td><td>บ่อ GWDP-06
ต.วังทรายพูน อ.วังทรายพูน จ.พิจิตร</td></tr>
</table>

รูปที่ 3.3.2-4 บ่อสังเกตการณ์ บ่อ GWDP-01 ถึง บ่อGWDP-06

	
บ่อ GWDP-07 ต.วังโพรง อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก	บ่อ GWDP-08 ต.ท่าข้าม อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์
	
บ่อ GWDP-09 ต.วังหลุม อ. ตะพานหิน จ.พิจิตร	บ่อ GWDP-10 ต.เขาทราย อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
	
บ่อ GWDP-11 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์	บ่อ GWDP-12 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร

รูปที่ 3.3.2-5 บ่อสังเกตการณ์ บ่อ GWDP-07 ถึง บ่อ GWDP-12

3.3.3 การสำรวจธรณีฟิสิกส์

(1) หลักการสำรวจความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะแบบหยั่งลึก (Vertical electrical sounding)

การสำรวจด้วยวิธีธรณีฟิสิกส์วัดค่าความต้านทานไฟฟ้าแบบหยั่งลึก (Vertical electrical sounding) เป็นการสำรวจตรวจวัดหาค่าความต้านทานไฟฟ้าของชั้นดิน -หินต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลในรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับลักษณะการลำดับชั้นหิน ชนิดของชั้นหิน และความหนาของชั้นหิน รวมทั้งสามารถกำหนดชั้นหินที่อาจมีน้ำเค็มอยู่ และกำหนดกลุ่มรอยแตกของชั้นหิน อาศัยคุณสม บัติทางกายภาพ และส่วนประกอบทางเคมีของแร่ธาตุในหิน ที่หินแต่ละชนิดมีแตกต่างกัน หมายถึง ความต้านทานไฟฟ้าของวัตถุนั้นๆ โดยมีค่าเป็นโอห์ม (Ohm) ต่อหนึ่งหน่วยความยาว เมื่อวัตถุนั้นมีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางหน่วย เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตามความยาว ดังนี้

$$\rho = RA/L$$

โดย ρ = ความต้านทานจำเพาะ (ohm-m, ohm-ft)

R = ความต้านทาน (ohm)

A = พื้นที่หน้าตัด (m^2, ft^2)

L = ความยาว (m, ft)

ค่าความต้านทานไฟฟ้าของหิน-ดิน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลักๆ 2 ประการ คือ 1) การนำไฟฟ้าของน้ำหรือสารละลายที่แทรกอยู่หรือถูกกักเก็บอยู่ในช่องว่างซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของเกลือแร่ที่ละลายอยู่ และ 2) ปริมาณของสารละลายที่แทรกหรือกักเก็บอยู่ในช่องว่าง ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าความพรุนของชั้นดิน -หิน การสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าเป็นวิธีการ สำรวจที่อาศัยการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติด้านความต้านทานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในชั้นดินชั้นหิน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติดังกล่าวทำให้เกิดค่าผิดปกติที่สามารถตรวจสอบได้ และค่าผิดปกติที่เกิดขึ้นย่อมสะท้อนให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงทางธรณีวิทยาใต้พื้นที่สำรวจ อันอาจเกิดจา กการเปลี่ยนแปลงในชนิดหิน หรือโครงสร้างทางธรณีวิทยา จากคุณสมบัติดังกล่าว เมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าลงไปในดิน จะเป็นผลให้มีการนำไฟฟ้า หรือมีค่าความต้านทานไฟฟ้าแตกต่างกัน เช่น ชั้นหินร่วน (Unconsolidated rock) จะมีค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่าหินแข็ง (Consolidated rock) หรือหินฐานราก (Bed rock) รวมทั้งกลุ่มรอยแตกในหิน ซึ่งเป็นที่สะสมน้ำบาดาล ก็จะมีค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่าหินที่ไม่มีรอยแตก และน้ำเค็มจะมีค่าความต้านทานไฟฟ้าต่ำกว่าน้ำจืด เป็นต้น จากหลักการดังกล่าว ก็สามารถที่จะสำรวจหาความลึกของชั้นตะกอนอุ้มน้ำ หรือน้ำบาดาลในหินแข็ง รวมทั้งแยกน้ำบาดาลจืดและเค็มได้ โดย **ตารางที่ 3.3.3-1** แสดงถึงค่าความต้านทานจำเพาะของแร่ หรือหินแต่ละชนิด ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานที่จะนำมาใช้การวิเคราะห์หาลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่

ตารางที่ 3.3.3-1 ค่าความต้านทานจำเพาะของแร่ และหิน

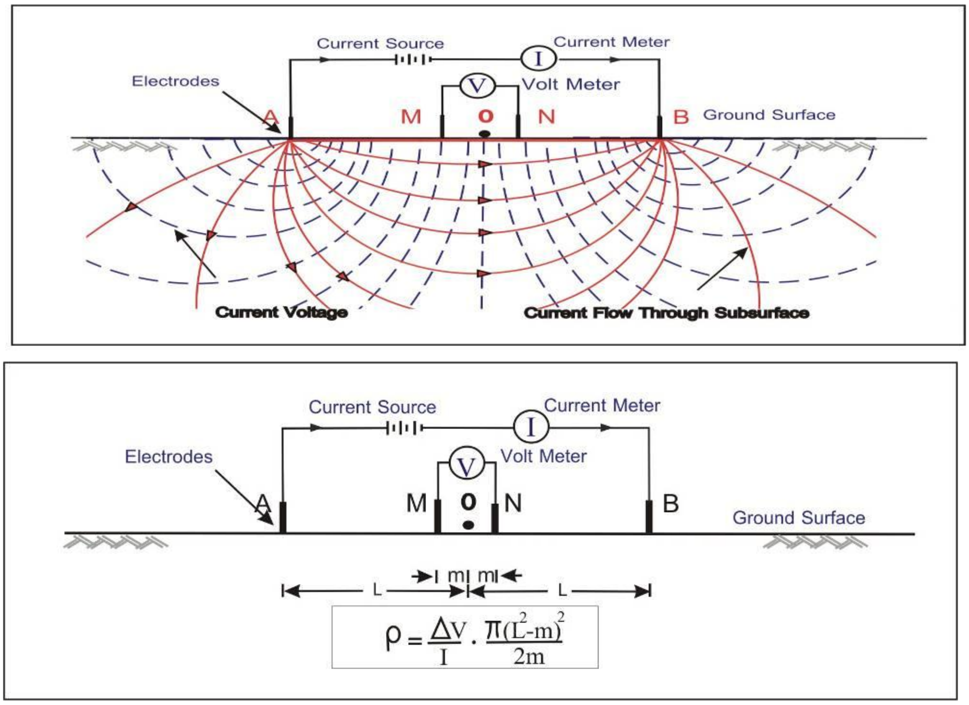
MINERALS AND ROCK TYPES	**RESISTIVITY RANGE** (ohm-m)
Igneous and metamorphic rocks	
Granite	$3 \times 10^{2} - 10^{6}$
Granite porphyry	4.5×10^{3}(wet) – 1.3×10^{6}(dry)
Feldspar porphyry	4×10^{3}(wet) – 3.3×10^{3}(dry)
Albite	3×10^{2}(wet) – 3.3×10^{3}(dry)
Syenite	$10^{2} - 10^{6}$
Diorite	$10^{4} - 10^{5}$
Diorite porphyry	1.9×10^{3}(wet) – 2.8×10^{4}(dry)
Porphyry	$10 - 5 \times 10^{4}$(wet) – 3.3×10^{3}(dry)
Carbonatized porphyry	2.5×10^{3}(wet) – 6×10^{4}(dry)
Quartz porphyry	3×10^{2}(wet) – 9×10^{5}(dry)
Quartz diorite	$2 \times 10^{4} - 2 \times 10^{6}$(wet) – 1.8×10^{5}(dry)
Porphyry (various)	$60 - 10^{4}$
Dacite	2×10^{4}(wet)
Andesite	4.5×10^{4}(wet) – 1.7×10^{6}(dry)
Diabase porphyry	10^{3}(wet) – 1.7×10^{5}(dry)
Diabase (various)	$60 - 5 \times 10^{7}$
Lavas	$10^{2} - 5 \times 10^{4}$
Gabbro	$10^{3} - 10^{6}$
Basalt	$10 - 1.3 \times 10^{7}$(dry)
Olivine norite	$10^{3} - 6 \times 10^{4}$(dry)
Peridotile	3×10^{3}(wet) – 6.5×10^{3}(dry)

ที่มา : Telford et al., 1977

ตารางที่ 3.3.3-1 (ต่อ)

MINERALS AND ROCK TYPES	RESISTIVITY RANGE (ohm-m)
Igneous and metamorphic rocks (con.)	
Hornfels	8×10^3(wet) – 6×10^7(dry)
Schists (calcareous and mica)	$20 - 10^4$
Tuffs	2×10^3(wet) – 10^5(dry)
Graphite schist	$10 - 10^2$
Slates (various)	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$(dry)
Gneiss (various)	6.8×10^4(wet) – 3×10^6(dry)
Marble	$10^2 - 2.5 \times 10^8$(dry)
Skarn	2.5×10^2(wet) – 2.5×10^8(dry)
Quartzites (various)	$10 - 2 \times 10^8$
Sediments and sedimentary rocks	
Consolidated shales	$20 - 2 \times 10^3$
Argillites	$10 - 8 \times 10^2$
Conglomerates	$2 \times 10^3 - 10^4$
Sandstones	$1 - 6.4 \times 10^8$
Limestones	$50 - 10^7$
Dolomite	$3.5 \times 10^2 - 5 \times 10^3$
Unconsolidated wet clay	20
Marls	3 – 70
Clays	1 – 100
Alluvial sands	10 – 800
Oil sands	4 – 800

ที่มา : Telford et al., 1977



รูปที่ 3.3.3-1 หลักการการสำรวจและการจัดวางขั้วไฟฟ้าแบบชลัมเบอร์เจอร์

รูปที่ 3.3.3-2 เครื่องมือสำรวจความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะแบบหยั่งลึก

(2) วิธีการสำรวจ

การสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าต้องมีขั้วไฟฟ้า (Electrodes) 2 ประเภท คือ (1) ขั้วปล่อยและรับกระแสไฟฟ้า (Current electrodes) ได้แก่ ขั้ว A และ B และ (2) ขั้ววัดศักย์ไฟฟ้า (Potential electrodes) ได้แก่ ขั้ว M และ N (**รูปที่ 3.3.3-1**) ซึ่งเมื่อปล่อยกระแสไฟฟ้าลงสู่พื้นดินผ่านขั้ว A ไปยังขั้ว B ก็จะสามารถวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างขั้ว M และ N ได้ และค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการคำนวณหาค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistance, R) และค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (Resistivity, ohm) ได้ในที่สุด

ปัจจุบันเครื่องมือสำรวจส่วนใหญ่สามารถวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าได้โดยตรง และสามารถคำนวณหาค่าความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะได้ ในการศึกษาครั้งนี้มีรูปแบบการจัดวางขั้วแบบชลัมเบอร์เจอร์ (Schlumberger configuration) (**รูปที่ 3.3.3-2**) โดยสำรวจเป็นจำนวน 80 จุด โดยมีระยะห่างระหว่างขั้วปล่อยกระแสไฟฟ้า (AB/2) ไม่เกิน 200 เมตร

การนำค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่วัดได้ ไปคำนวณหาความสัมพันธ์กับค่ากระแสไฟฟ้าที่ส่งลงไป ออกมาเป็นค่าความต้านทานจำเพาะของตัวกลางพื้นดิน–ชั้นหินได้โดยใช้สูตร

$$\rho = K \cdot U / I$$

เมื่อ ρ = สัมประสิทธิ์ความต้านทานไฟฟ้า (ohm –m, ohm –ft)

K = ค่าคงตัวซึ่งแปรเปลี่ยนไปตามระยะห่างของขั้วไฟฟ้า (Electrode spacing)

U = ค่าความต่างศักย์ (Potential different) ที่ขั้ว (M, N)

I = สัมประสิทธิ์ความต้านทานไฟฟ้า (A, B)

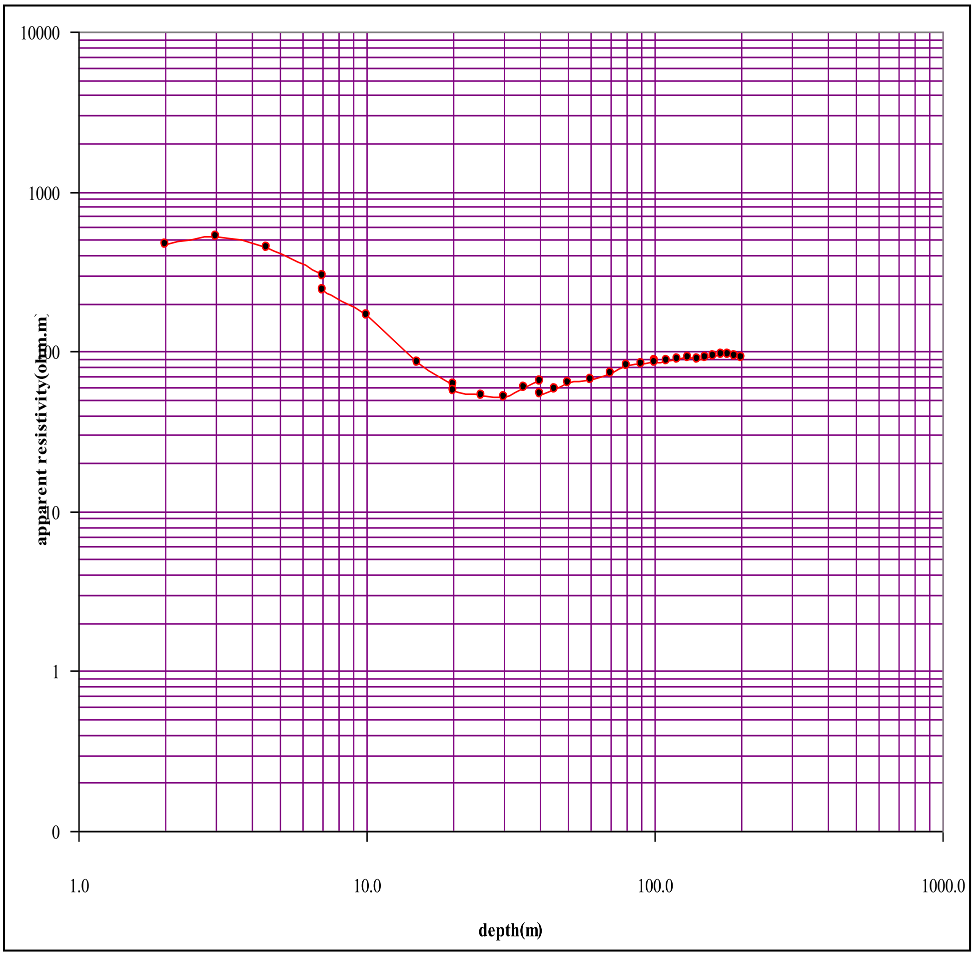
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า มีดังนี้

1) เครื่องมือวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า (Resistivity meter)
2) ม้วนสายไฟความยาวม้วนละ 300 เมตร จำนวน 2 ม้วน
3) ฆ้อนตอกหลัก จำนวน 4 อัน
4) หลักเหล็ก (Electrode) จำนวน 4 หลัก
5) เครื่องหาพิกัดตำแหน่งบนพื้นโลก (GPS) จำนวน 1 เครื่อง
6) วิทยุรับ-ส่งสนาม จำนวน 3 เครื่อง
7) Battery 12 Volt 1 ลูก

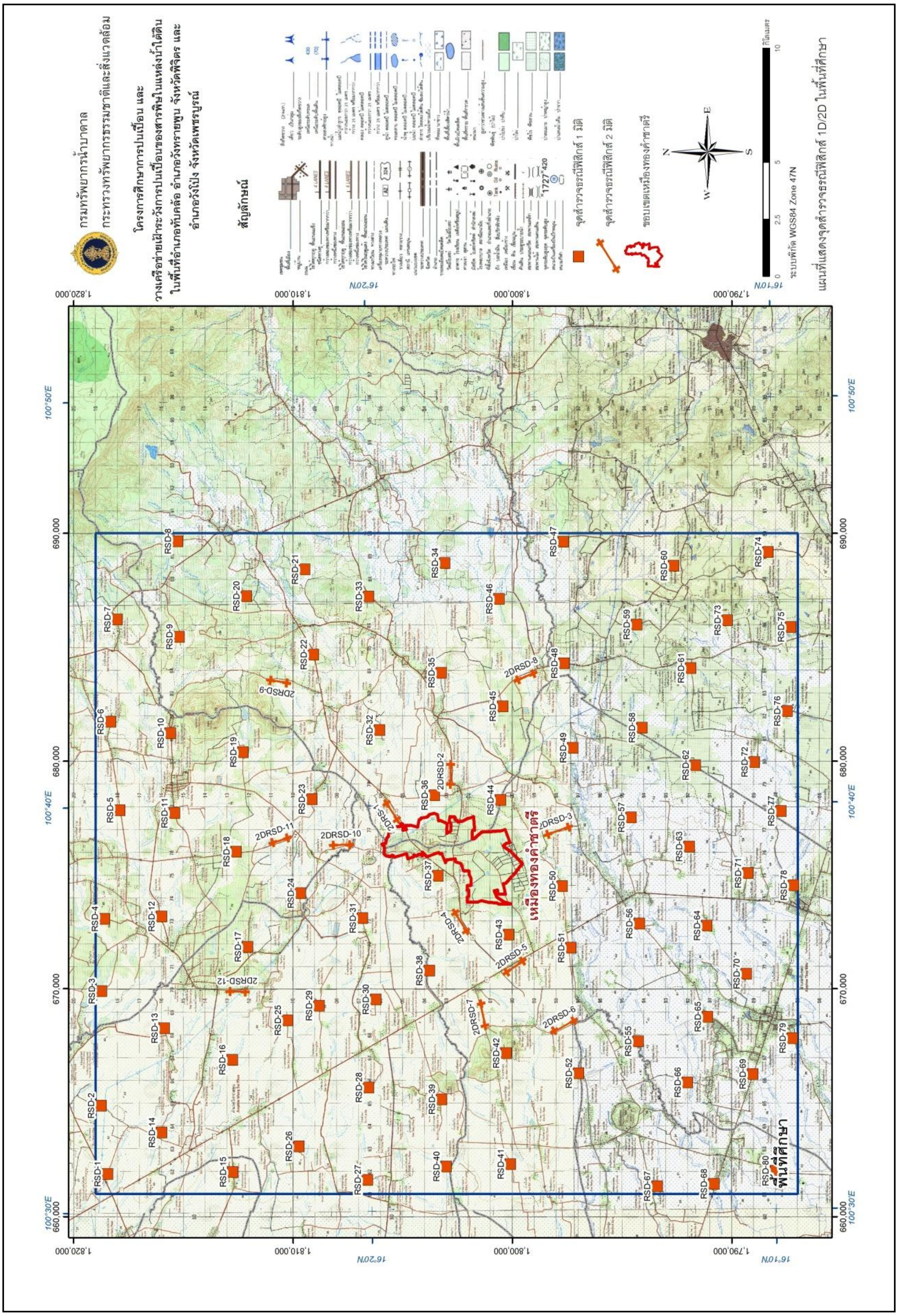
การศึกษาสำรวจและความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะแบบหยั่งลึก (Vertical electrical sounding) ครั้งนี้ ครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 928 ตารางกิโลเมตร ซึ่งประกอบไปด้วยเขตพื้นที่ของตำบลเขาเจ็ดลูก ตำบลเขาทราย ตำบลทับคล้อ อำเภอทับคล้อ และตำบลหนองพระ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ตำบลท้ายดง และตำ บลวังศาล อำเภอวังโป่ง ตำบลตะกุดไร อำเภอชนแดน จังหวัดเพ ชรบูรณ์ จำนวน 80 ตำแหน่งด้วยกัน ดังแสดงใน **รูปที่ 3.3.3-3** เพื่อแปลผลหาค่าลักษณะทางธรณีวิทยาใต้ผืนดินว่ามีวัสดุทางธรณีเป็นชนิดใด มีความหนา และโครงสร้างเป็นรูปแบบใด เพื่อเป็นข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์ชั้นน้ำบาดาลของพื้นที่ในขั้นตอนต่อๆ ไป

(3) การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ได้ทำการเก็บข้อมูลตัวเลขค่าความต้านทานไฟฟ้าแต่ละความลึกของ AB/2 พร้อมแสดงเป็นรูปกราฟ Log – Log scale ของค่าความต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม-เมตร) กับ ความลึกของ AB/2 ในโปรแกรม Excel จำนวน 80 จุด ดังตัวอย่างใน**รูปที่ 3.3.3-4**



รูปที่ 3.3.3-4 กราฟ Log – Log scale ของค่าความต้านทานไฟฟ้า (โอห์ม-เมตร) กับความลึกของ AB/2



รูปที่ 3.3.3-3 จุดสำรวจความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะแบบหยั่งลึกในพื้นที่ศึกษา

การวิเคราะห์ข้อมูลใช้การแปลข้อมูลโดยคอมพิวเตอร์โปรแกรม RINVERT โดยทำการแสดงรูปกราฟข้อมูลที่ได้บันทึกและคำนวณผลเช่นข้างต้น โดยเรียกว่า กราฟจากการวัดในสนาม (Field curve) โปรแกรมจะจัดสร้างกราฟในการสังเคราะห์ (Synthetic curve) ที่ใกล้เคียงที่สุด หรือ มีความผิดเพี้ยน (error) ต่ำที่สุด ซึ่งผลการสำรวจครั้งนี้ มีค่าความผิดเพี้ยนอยู่ระหว่าง ร้อยละ 1 ถึงร้อยละ 10 พร้อมกันนี้ โปรแกรมจะใช้ Synthetic curve จัดสร้างแบบจำลอง (Model) ของช่วงชั้นความลึก และ ค่าความต้านทานปรากฏ (Apparent resistivity - Ro) แบบจำลองนี้ที่ได้แต่ละจุดสำรวจจะนำไปใช้แปลความเป็นจำนวนชั้นดิน/ชั้นหิน (Layer) ความหนา (Thickness)

(4) ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลแสดงการวิเคราะห์ข้อมูลของโปรแกรม RINVERT ทั้ง 80 จุด ได้รวบรวมไว้ในแผ่นดิสก์เนื่องจากมีข้อมูลในปริมาณมาก โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูล และผลการสำรวจธรณีฟิสิกส์แบบ 2 มิติ ใน**ภาคผนวก ง**

จากผลการวิเคราะห์สามารถแบ่งชนิดหินออกมาได้จำนวน 5 ชนิดด้วยกัน ได้แก่ ดินชั้นบน ดินลูกรัง ตะกอนที่เกิดจากการผุพังของหินภูเขาไฟ หินภูเขาไฟที่มีรอยแตกมาก และหินภูเขาไฟที่มีรอยแตกน้อย โดยความหนาของหินแต่ละชนิดนั้น จะมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศและสภาพทางธรณีวิทยาของพื้ นที่ โดยบริเวณที่มีความหนาของดินชั้นบนมากที่สุดอยู่บริเวณที่ราบน้ำท่วมถึงทางตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษา ซึ่งมีความหนาประมาณ 5-12 เมตร (RSD 1, RSD 2) บริเวณที่มีความหนาของดินลูกรังมากที่สุดนั้น อยู่บริเวณทางตอนใต้ของเหมืองทองอัครา ซึ่งมีความหนาอยู่ประมาณ 5–15 เมตร (RSD 61-63, RSD 79) บริเวณที่มีความหนาของตะกอนที่เกิดจากการผุพังของหินภูเขาไฟมากที่สุดนั้น อยู่บริเวณทางตอนกลางถึงทางตะวันออกของพื้นที่ ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะเป็นบริเวณที่เป็นเนินสูง หรือที่เนินลูกระนาด (Undulating terrain) มีความหนาตั้งแต่ 10–50 เมตร ส่วนหินภูเขาไฟนั้นจากการแปลความหมายค่าความต้านทานไฟฟ้า พบว่าเป็นหินดาน (Basement rock) จำพวกหินภูเขาไฟ กระจายอยู่ทั้งพื้นที่ศึกษา

3.4 ธรณีวิทยาระดับท้องถิ่น

จากการศึกษารายงานที่ผ่านมา การแปลความหมายจากภาพดาวเทียม และภาพถ่ายทางอากาศ การออกภาคสนามเพื่อเก็บตัวอย่าง สำรวจระดับภูมิประเทศ การเจาะบ่อสำรวจ การสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ ในพื้นที่ศึกษา สามารถวิเคราะห์และแปลความหมายลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่บริเวณนี้ออกมาทั้งในระดับพื้นผิว และใต้พื้นผิวได้ดังต่อไปนี้

3.4.1 สภาพธรณีวิทยาพื้นผิว

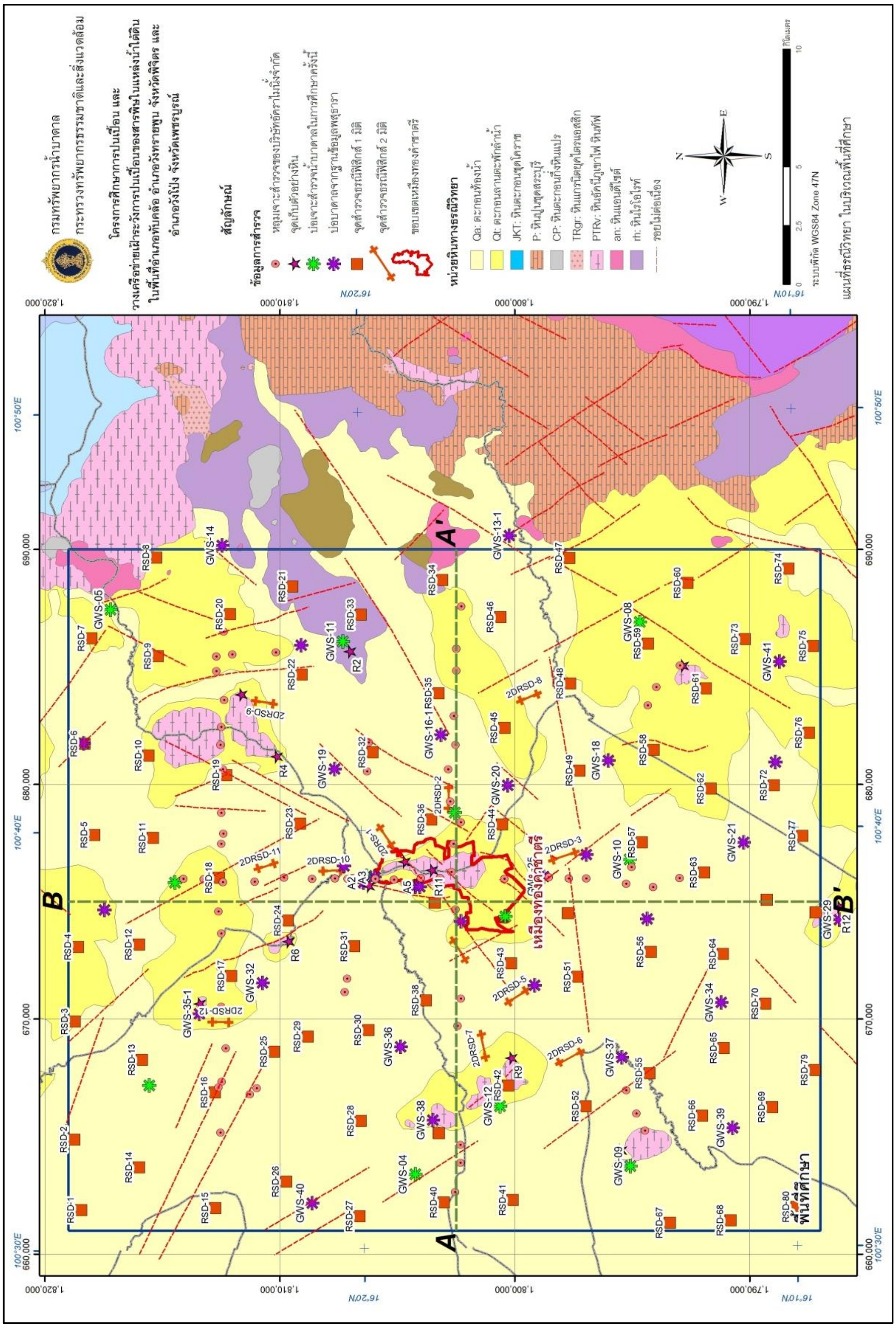
พื้นที่ โครงการ เป็นส่วนหนึ่งของบริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง ในช่วงตะวันออกของที่ราบลุ่มเจ้าพระยาตอนบน โดยสภาพภูมิประเทศของพื้นที่เป็นที่ราบลุ่มทางด้านตะวันตกติดกับแม่น้ำ น่าน ลาดขึ้นไปทางเทือกเขาเพชรบูรณ์ทางฝั่งตะวันออกของพื้นที่ ทางน้ำทั้งหมดของพื้นที่ไหลจากทางเทือกเขาเพชร บูรณ์ฝั่งตะวันตกไปยังแม่น้ำน่านฝั่งตะวันออก มีลักษณะทางน้ำโดยทั่วไปเป็นแบบกึ่งขนาน (Sub-parallel drainage system) จากแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:50,000 จากกรมทรัพยากรธรณี สามารถแบ่งกลุ่มหินในพื้นที่ศึกษาได้เพียง 2 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ ตะกอนยุคใหม่ (Quaternary sediments) และกลุ่มหินภูเขาไฟที่ไม่สามารถแยกได้ (Undifferentiated volcanic rocks) แต่เนื่องจากในบริเวณพื้นที่ศึกษาฝั่งตะวันตกในบริเวณต้นน้ำ ยังพบหิ นอีกหลากหลายชนิด และอาจมีผลต่อการศึกษาน้ำใต้ดินในบริเวณนี้ จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาหินที่อยู่นอกพื้นที่บริเวณนี้ด้วย โดยการลำดับชั้นหินจะกล่าวได้ดังต่อไปนี้ (**รูปที่ 3.4.1-1**)

(1) หินตะกอนและหินแปร

- ตะกอนน้ำพายุคใหม่ ประกอบด้วย พื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของตะกอนลานตะพักที่สะสมตัวในยุคหลังไพลสโตซีนประกอบด้วยตะกอนของดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่สลับด้วยตะกอนทราย หรือกรวดในอัตราส่วนน้อยกว่าหรือวางตัวในรูปของกระเปาะ (lens) ภูมิประเทศเป็นที่ราบลุ่ม ซึ่งเป็นแหล่งทำการเกษตรมีระดับความสูง 50-60 เมตร ปกคลุมพื้นที่ มากกว่าร้อยละ 70
- ตะกอนตะพักยุคเก่า ประกอบด้วย ตะกอนกรวดทรายและเศษหินที่มีการคัดขนาดค่อนข้างดี และสะสมตัวอยู่ที่ราบเชิงเขา เช่น แถบขอบแอ่งด้านตะวันออก มีระดับความสูงที่ระดับ 70-100 เมตร กับพื้นที่ราบที่เกิดจากการสะสมตัวของตะกอนในหุบเขา

(2) กลุ่มหินโคราช จากแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1:50,000 โดยกรมทรัพยากรธรณี พบกลุ่มหินโคราชเพียงหมวดหินเดียว คือ หมวดหินภูกระดึง ซึ่งมีลักษณะเป็นหินตะกอนจำพวกหินทรายแป้ง หินทราย หินเคลย์ และหินกรวดมน สีเทา ถึงเทาปนม่วง หมวดหินภูกระดึงนี้อยู่นอกพื้นที่ศึกษาออกไปทางตะวันออกสุด

(3) กลุ่มหินสระบุรี คือ หินปูนยุคเพอร์เมียน ประกอบด้วย หินปูนสีเทาถึงเทาเข้ม ลักษณะเป็นชั้นค่อนข้างหนามีหินดินดานสีเทาลักษณะชั้นบางแทรกสลับ พบซากดึกดำบรรพ์ จำพวกหอยสองฝาไคนอยด์ ปะการัง และฟอแรมินิเฟอรา พบลักษณะเป็นเทือกเขาในเขตด้านตะวันออก นอกพื้ นที่ศึกษาบริเวณตำบลบ้านมุง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก เริ่มตั้งแต่เขาป่าแดงรังกาย ยาวไปในแนวตะวันออกเฉียงใต้ประมาณ 30 กิโลเมตร นอกจากนี้ยังมีเขาหินปูนโดดๆ อีกหลายลูกกระจาย อยู่ในเขตอำเภอเนินมะปราง เช่น เขาผาหมาตาย เขาคอกควาย เขาผาท่าพล เป็นต้น



รูปที่ 3.4.1-1 แผนที่ธรณีวิทยาบริเวณพื้นที่ศึกษา

(4) หินชั้นกึ่งแปร ยุคเพอร์เมียนถึงคาร์บอนิเฟอรัส (Permian to carboniferous) ประกอบด้วยหินทรายกึ่งหินควอร์ตไซต์ (Quartzitic sandstone) หินดินดาน หินชนวน (Phyllitic to slaty shale) แปรสภาพไปเนื่องจากอิทธิพลของหินภูเขาไฟที่เกิดขึ้นมาภายหลัง ทำให้เนื้อหินค่อนข้างแข็ง แนวการวางตัวเป็นแนวตะเข็บติดต่อกับจังหวัดเพชรบูรณ์ บริเวณตะวันออกของกิ่งอำเภอสากเหล็ก อำเภอวังทรายพูน อำเภอทับคล้อ และกิ่งอำเภอดงเจริญ

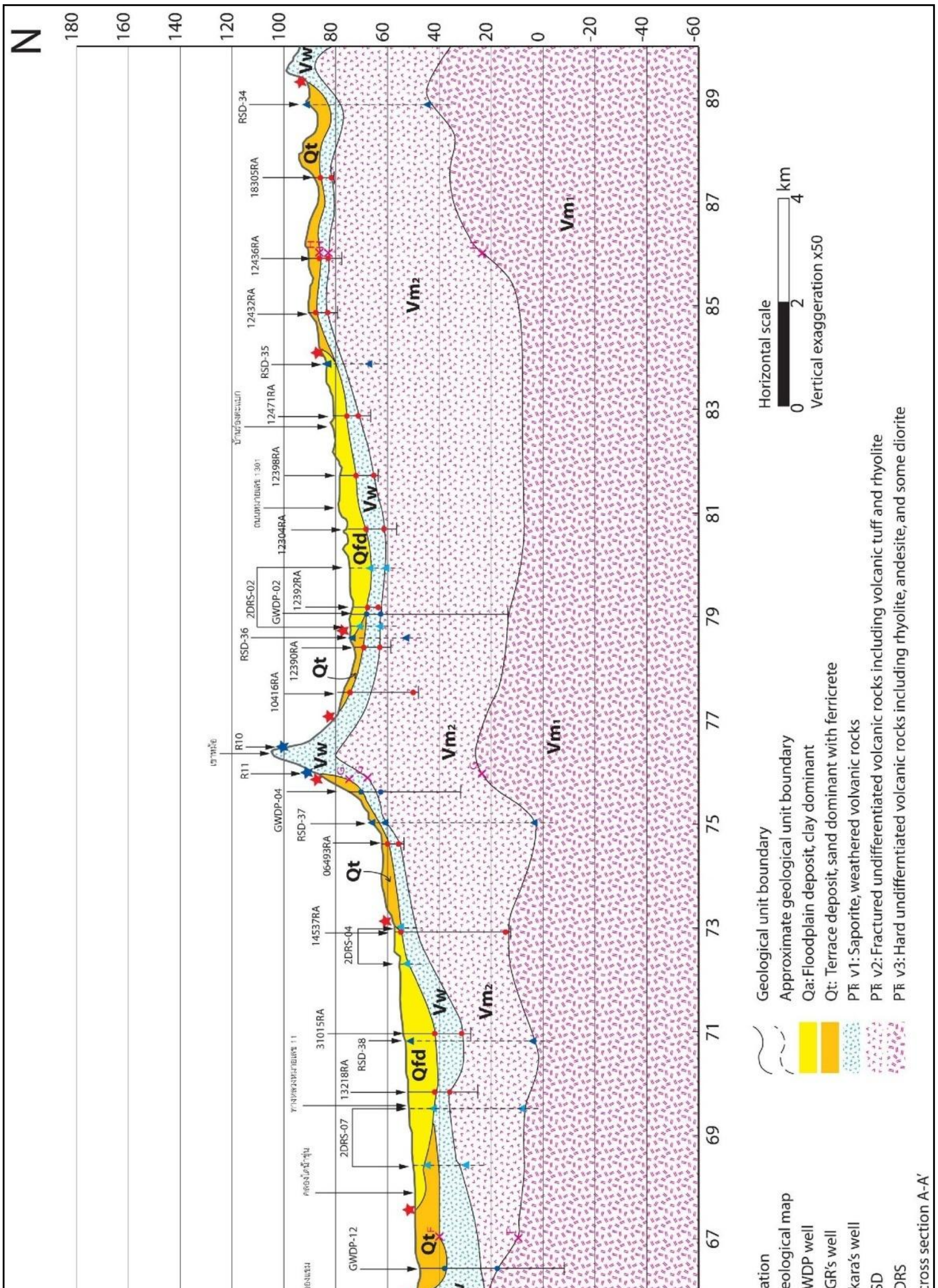
(5) หินอัคนี ที่พบมี 2 ชนิดดังนี้

- หินภูเขาไฟยุคเพอร์โม-ไทรแอสซิก (Permo-Triassic volcanic rocks) พบเป็นหินภูเขาไฟประเภท แอนดีไซต์ (Andesite) ไรโอไลต์ (Rhyolite) และหินทัฟฟ์ (Tuff) มีหินกรวดภูเขาไฟ (Agglomerate) และหินชั้นภูเขาไฟ (Phyroclastic rock) แทรกอยู่เป็นบางแห่ง มักพบเป็นเนินเขาโดดๆ แทรกอยู่ประปรายในหินยุคเพอร์เมียน- คาร์บอนิเฟอรัสและหินยุคไทรแอสซิกตอนบน-จูแรสซิกตอนล่าง กระจายตัวแทรกอยู่ระหว่างหินยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส และหินยุคไตรแอสซิกตอนบน-จูแรสซิกตอนล่างบางส่วน พบแทรกอยู่ในหินยุคเพอร์เมียน-คาร์บอนิเฟอรัส ในบริเวณอำเภอวังโป่ง อำเภอชนแดน และอำเภอหนองไผ่ ที่พบแทรกในหินยุคเพอร์เมียน- คาร์บอนิเฟอรัส และหินยุคไทรแอสซิกตอนบน-จูแรสซิกตอนล่าง พบในบริเวณอำเภอบึงสามพัน และอำเภอวิเชียรบุรี
- หินแกรนิตยุคไทรแอสซิก (Triassic granite) พบเป็นหินแกรนิต (Granite) แกรโนไดโอไรต์ (Grano-Diorite) และไดโอไรต์ (Diorite) หินแกรนิตชุดนี้จัดอยู่ในยุคไทรแอสซิก เป็นหินที่ตัดเข้ามาในหินไรโอไรท์ แอนดีไซต์ และทัฟฟ์ในยุคเพอร์โม-ไทรแอสซิก

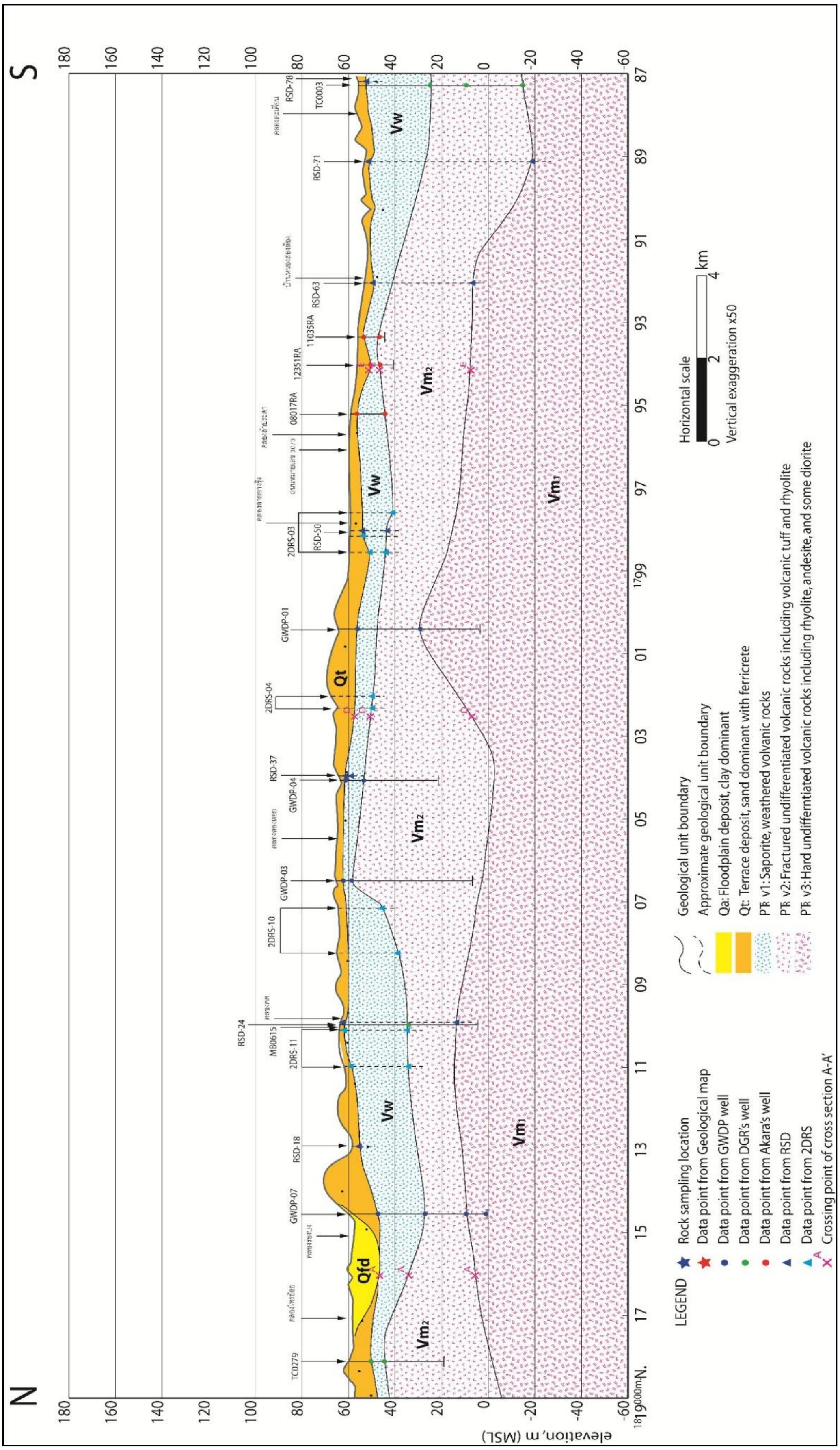
อย่างไรก็ตาม ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่สามารถแบ่งรอยต่อระหว่างหินอัคนีทั้งสองชนิดออกจากกันโดยสิ้นเชิง เนื่องจากหินดังกล่าวมีการว างตัวที่ซับซ้อน จึงต้องใช้ข้อมูล จำนวนมาก มาพิจารณา และได้รวมกลุ่มหินดังกล่าวเป็นกลุ่มเดียวกัน ซึ่งยังพอที่จะแยกแยะกลุ่มหินดังกล่าวออกได้ทางตะวันตกนอกพื้นที่โครงการ

3.4.2 สภาพธรณีวิทยาใต้พื้นผิว

จากการรวบรวมข้อมูลการศึกษาธรณีวิทยาพื้นผิว และการเก็บข้อมูลจากภาคสนามต่างๆ รวมถึงข้อมูลหลุมเจาะจากบริษัทอัคราไมนิ่ง จำกัด และข้อมูลพสุธารา ดัง**ภาคผนวก ค** สามารถนำมาสร้างความสัมพันธ์ทางธรณีวิทยาได้ออกมาเป็นธรณีวิทยาใต้พื้นผิวในบริเวณพื้นที่ศึกษาได้ โดยทำการสร้างภาพตัดขวางในพื้นที่ศึกษาออกมาเป็นสองแนวด้ วยกัน คือ แนวตะวันออก -ตะวันตก และแนว เหนือ -ใต้ โดยแสดงไว้ดัง**รูปที่ 3.4.2-1** และ **รูปที่ 3.4.2-2**



รูปที่ 3.4.2-1 ภาพตัดขวางในพื้นที่ศึกษาแนวตะวันออก-ตะวันตก



รูปที่ 3.4.2-2 ภาพตัดขวางในพื้นที่ศึกษาแนวเหนือ-ใต้

จากข้อมูลภาพตัดขวาง สามารถแบ่งชนิดหินออกมาได้ 5 ชนิดด้วยกัน คือ

(1) ตะกอนน้ำพายุคใหม่ ประกอบด้วย พื้นที่ซึ่งเป็นแหล่งสะสมของตะกอน ลานตะพักที่สะสมตัวในยุคหลังไพลสโตซีน บริเวณที่ราบ ถึงที่ราบลุ่ม ประกอบด้วย ตะกอนของดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่ สลับด้วยตะกอนทราย หรือกรวดในอัตราส่วนน้อยกว่าหรือวางตัวในรูปของกระเปาะ (Lens) มีความหนาประมาณ 5-20 เมตร ตามลักษณะภูมิประเทศ

(2) ตะกอนลานตะพักลำน้ำ เป็นตะกอนกึ่งแข็งประกอบด้วย ตะกอน กรวดทรายและเศษหินที่มีการคัดขนาดค่อนข้างดี และสะสมตัวอยู่ที่ราบเชิงเขา มีความหนาประมาณ 10-30 เมตร

(3) หินภูเขาไฟผุ (Saporite, PTRv1) เป็นหินภูเขาไฟจำพวก หินไรโอไรท์ หินแอนดิไซต์และหินทัฟฟ์ที่มีความผุสูง มีความหนาประมาณ 10-30 เมตร

(4) หินภูเขาไฟมีรอยแตกสูง (PTRv2) เป็นหินภูเขาไฟจำพวก หินไรโอไรท์ หินแอนดิไซต์และหินทัฟฟ์ที่มีรอยแตกมาก มีความหนาประมาณ 20-60 เมตร

(5) หินภูเขาไฟไม่มีรอยแตก หรือมีรอยแตกน้อย (PTRv3) เป็นหินอัคนีจำพวก หินไรโอไรท์ หินแอนดิไซต์ และอาจพบหินไดโอไรท์บ้างในบางบริเวณ ที่มีรอยแตกมีรอยแตกน้อย มักเป็นหินที่ไม่มีความผุเลย วางตัวอยู่ชั้นล่างสุดในพื้นที่โครงการ

บทที่ 4
สภาพอุทกธรณีวิทยา

4.1 สภาพอุทกธรณีวิทยาภูมิภาค

น้ำบาดาลในแต่ละพื้นที่มีศักยภาพและความเหมาะสมในการนำมาใช้ประโยชน์แตกต่างกันตามลักษณะของ ชั้นหินอุ้มน้ำ เช่น ความลึก วัสดุ ชั้นหินอุ้มน้ำ ปริมาณและคุณภาพของน้ำบาดาล แหล่งน้ำบาดาลที่สำคัญของประเทศไทยอยู่ในชั้นกรวดทราย และเป็นแหล่งน้ำบาดาลที่มีศักยภาพเชิงปริมาณสูง ส่วนแหล่งน้ำบาดาลในชั้นหินแข็งโดยทั่วไปมีศักยภาพต่ำ แต่ก็สามารถนำมาใช้ประโยชน์เพื่อการบริโภคได้ ในพื้นที่ศึกษาจะพบ ชั้นหินอุ้มน้ำ 2 ลักษณะ คือ ชั้นหินอุ้มน้ำ ในหินร่วน (Unconsolidated rocks) และชั้นหินอุ้มน้ำในหินแข็ง (Consolidated rocks) ดังแสดงใน**รูปที่ 4.1-1**

4.1.1 ชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนร่วน (Unconsolidated aquifers)

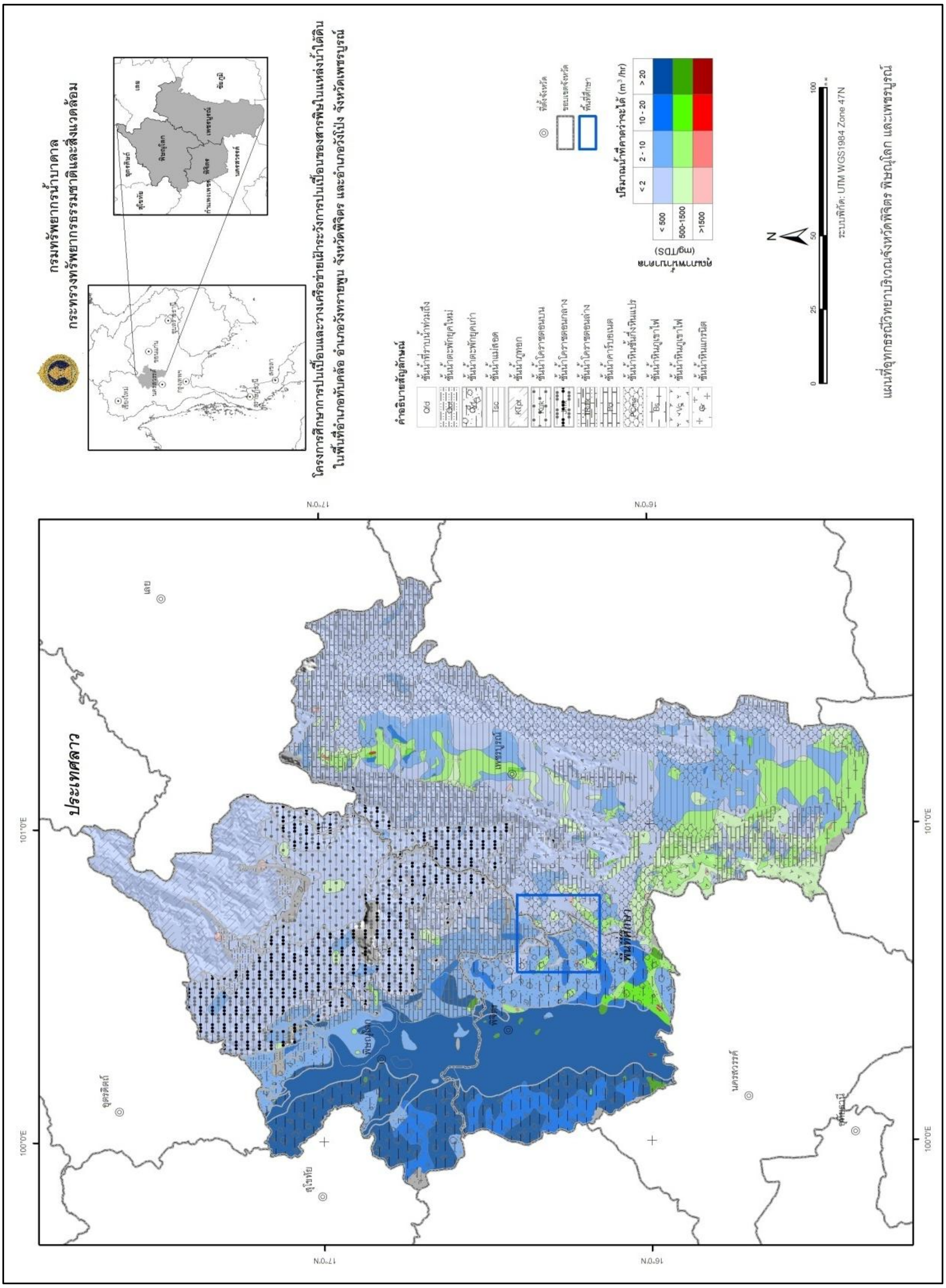
แหล่งน้ำบาดาลชนิดนี้ประกอบด้วยตะกอนของกรวด ทราย ทรายแป้ง เศษหิน และดินเหนียวที่มีการจับตัวกันอย่างหลวมๆ ทำให้น้ำบาดาลแทรกซึมอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดตะกอน ปริมาณน้ำที่กักเก็บในชั้นตะกอนขึ้นกับความหนาของชั้นตะกอน การคัดขนาด รูปร่างของเม็ดตะกอนนั้นๆ จังหวัด พิษณุโลกมีชั้นหินอุ้มน้ำตะกอนร่วน 3 ประเภท ได้แก่

(1) ชั้นหินอุ้มน้ำ ที่ราบน้ำท่วมถึง ยุคควอเทอร์นารี (Quaternary flood plain deposits aquifer: Qfd)

ประกอบด้วย ชั้นตะกอน กรวด ทราย ทรายแป้ง สลับกับชั้นดินเหนียว วางตัวแผ่กระจายอยู่สองข้างขนานกับแม่น้ำยม และแม่น้ำน่าน ชั้นหินอุ้มน้ำอยู่ลึกประมาณ 25-40 เมตร มีความสามารถในการให้น้ำอยู่ระหว่าง 10-20 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง คุณภาพน้ำดี ครอบคลุมพื้นที่ ประมาณ 5-8 กิโลเมตร ในอำเภอพรหมพิราม อำเภอวัดโบสถ์ จังหวัดพิษณุโลก มีความกว้างประมาณ 20-25 กิโลเมตร บริเวณแม่น้ำยมมาบรรจบแม่น้ำน่านในเขตอำเภอบางกระทุ่ม พื้นที่มีระดับต่ำจึงเกิดปัญหาน้ำท่วมพื้นที่บ่อยๆ

(2) ชั้นหินอุ้มน้ำตะพักระดับต่ำ ยุคควอเทอร์นารี (Quaternary low terrace deposits aquifer : Qlt)

ประกอบด้วย ชั้นตะกอน กรวด ทราย ทรายแป้ง สลับกับชั้นดินเหนียว สะสมตัวอยู่ในที่ราบ ด้านตะวันตกของจังหวัด พิษณุโลก อำเภอบางระกำ บางส่วนของอำเภอเมือง อำเภอพร หมพิราม ส่วนด้านตะวันออก ตั้งแต่เขตน้ำท่วมถึงของแม่น้ำน่าน ไปจนถึงเชิงเขา จัดเป็นชั้นหินอุ้มน้ำที่ใช้อุปโภคและบริโภคได้ แต่มีศักยภาพการให้น้ำต่ำกว่าชั้นหินอุ้มน้ำ Qfd ความลึกของชั้นหินอุ้มน้ำอยู่ระหว่าง 40-60 เมตร มีความสามารถในการให้น้ำได้ในอัตรา 5-15 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง



รูปที่ 4.1-1 แผนที่อุทกธรณีวิทยาในพื้นที่โครงการ

(3) ชั้นหินอุ้มน้ำตะพักระดับสูง ยุคควอเทอร์นารี (Quaternary high terrace deposits aquifer : Qht)

ประกอบด้วยชั้นตะกอนขนาดใหญ่ที่สะสมตัวในที่ราบเชิงเขาแอ่งและเอียงเทมาทางตะวันตก มีแนวต่อเนื่องไป รองรับใต้ตะกอนตะพักน้ำยุคใหม่ ในส่วนตอนกลางของที่ราบลุ่ม ชั้นหินอุ้มน้ำบริเวณขอบแอ่งลึกประมาณ 35-55 เมตร และ 90-110 เมตร เช่น ในพื้นที่ตำบลหินลาด ตำบลท่างาม อำเภอวัดโบสถ์ ส่วนกลางแอ่งให้น้ำได้ปริมาณถึง 20 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ส่วนใกล้เชิงเขาให้ปริมาณน้ำประมาณ 10 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง บริเวณตะกอนสะสมตัวอยู่ในที่ราบริมฝั่งน้ำอำเภอนครไทย มีความลึกถึงชั้นหินอุ้มน้ำประมาณ 20-25 เมตร มีความสามารถในการให้น้ำได้ในอัตราไม่เกิน 5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

4.1.2 ชั้นหินอุ้มน้ำในหินชั้น (Sedimentary rock aquifers)

(1) ชั้นหินอุ้มน้ำภูทอก (Phu tok aquifer : KTpt) ประกอบด้วย หินทรายเนื้อละเอียดสีแดง มีชั้นเฉียงสลับขนาดใหญ่และหินทรายสีแดง พบชั้นเฉียงสลับขนาดเล็ก เนื้อทรายละเอียดถึงปานกลาง แทรกสลับด้วยหินทรายแป้ง สีน้ำตาลถึงน้ำตาลแกมแดงหมวดหินภูขัดตอนบน และหินทรายสีแดงอิฐ ที่เนื้อทรายขนาดปานกลางถึงหยาบแสดงชั้นเฉียงระดับขนาดใหญ่ มีหินทรายเม็ดละเอียด และหินทรายแป้งสีน้ำตาลแกมแดง แสดงพนังทราย ร อยริ้วคลื่น และระแหงโคลน ของหมวดหินเขาย่าปุกตอนล่าง ได้น้ำจากรอยแตกของหินที่ระดับ20-50 เมตร ปริมาณน้ำค่อนข้างน้อยปริมาณ3-5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

(2) ชั้นหินอุ้มน้ำโคราชตอนบน (Upper khorat aquifer : Kuk) ประกอบด้วย หินทราย หินทรายแป้ง และหินโคลน สีส้มแดงและแดงแกมม่วง หมวดหินมหาสารคาม และหินทราย หินทรายแป้ง สีน้ำตาลแดงจนถึงน้ำตาลอ่อน หมวดหินโคกกรวด ชั้นหินอุ้มน้ำ นี้โผล่ให้เห็นเป็นแนวกว้างคลุมพื้นที่อำเภอนครไทย หินมีแนวรอยแตก รอยเลื่อนในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ-ตะวันออกเฉียงใต้มาก มายความลึกถึงชั้นให้น้ำบาดาลมีช่วงความลึกตั้งแต่ 30-110 เมตร แต่มีความลึกเฉลี่ยที่ 40 เมตร อัตราการให้น้ำเฉลี่ยที่ 3-5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง คุณภาพน้ำดี แต่ในบางพื้นที่มีปริมาณเหล็กสูง

(3) ชั้นหินอุ้มน้ำโคราชตอนกลาง (Middle khorat aquifer : Jmk) ประกอบด้วย หินทรายและหินกรวดมนสีเทาแกมเหลืองถึงชมพูเทา หมวดหินภูพาน หินดินดาน และหินทรายแป้ง สีน้ำตาลแดงหมวดหินเสาขัว และหินทราย สีเทาแดงถึงสีเขียว หมวดหินพระวิหาร ชั้นหินอุ้มน้ำนี้พบทั่วไปในจังหวัดพิษณุโลก เป็นแนวยาวตั้งแต่อำเภอวัดโบสถ์ผ่านอำเภอวังทอง สิ้นสุดที่อำเภ อเนินมะปราง หินวางตัวในแนวตะวันตกเฉียงเหนือ- ตะวันออกเฉียงใต้ มีแนวลอยเลื่อน ชั้นหินคดโค้งรูปประทุนหงายและชั้นหินโค้งรูปประทุนคว่ำ ลักษณะการเอียงตัวของชั้นหินให้น้ำลักษณะให้เกิดแรงดันใน ชั้นหินอุ้มน้ำทำให้น้ำไหลขึ้นมาเองที่ผิวดินโดยธรรมชาติ ซึ่งพบเห็นได้หลา ยแห่ง เช่น อำเภอวัดโบสถ์ และเกิดน้ำตกหลายแห่ ง ในอำเภอวังทอง ระดับความลึกถึงรอยแตกที่ให้น้ำในหินดินดานตั้งแต่ 30-120 เมตร โดยมีความลึก เฉลี่ยเท่ากับ 45 เมตร อัตราการให้น้ำเฉลี่ย 5-8 ลูกบาศก์เมตร /ชั่วโมง และมีคุณภาพน้ำดี แต่ในบางพื้นที่พบว่ามีปริมาณเหล็กสูง

(4) ชั้นหินอุ้มน้ำโคราชตอนล่าง (Lower khorat aquifer : TRJlk) ประกอบด้วย หินดินดาน สีน้ำตาลแดงและแดงแกมม่วง ปนเนื้อไมกา หินทรายแป้ง และหินทราย สีน้ำตาลแดง หมวดหินภูกระดึง หินทราย สีน้ำตาลแดง และหินกรวดมน สีน้ำตาลแดง หมวดหินน้ำพอง และหินกรวดมน หินทราย สีเทาถึงน้ำตาลแกมแดง หินดินดาน สีเทาถึงดำ หมวดห้วยหินลาด โผล่ให้เห็นเป็นแนวยาวตามขอบแอ่ง โดยวางตัวรองรับชั้นหินอุ้มน้ำโคราชตอนกลาง ตั้งแต่อำเภอวัดโบสถ์มาถึงอำเภอวังทอง และแผ่กระจายมากขึ้นในตำบลชมพู ตำบลบ้านมุง และตำบลวังยาง อำเภอเนินมะปราง ให้น้ำบาดาลจากรอย ต่อของหินดินดานผุกับหินทราย และหินกรวดมนเนื้อแน่นที่ความลึกประมาณ 50 เมตร อัตราการจ่ายน้ำ 3-5 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

(5) ชั้นหินอุ้มน้ำหินปูนอายุเพอร์เมียน (Permian limestone aquifers : Pc)

ประกอบด้วยหินปูน เนื้อแน่นสีเทา มีกระเปาะหินเชิร์ทสีดำสลับด้วย หินดินดาน อยู่ในยุคเพอร์เมียนตอนกลาง จากการเทียบอายุซากบรรพชีวิน จัดอยู่ในหมวดหินผานกเค้า โดยชั้นหินอุ้มน้ำนี้วางตัวรองรับ ชั้นหินอุ้มน้ำ โคราชตอนล่าง พบเห็นเป็นแนวยาวจาก ตำบลชมพู ผ่านตำบลเนินมะปราง ตำบลบ้านมุง จนถึงตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง และพบกระจายตัวในที่ราบ บริเวณตำบลบ้านน้อยซุ้มขี้เหล็ก แสดงลักษณะของโพรงหิน ถ้ำ และน้ำซับจากหินปูนหมวดนี้หลายแห่ง ความลึกถึง ชั้นหินอุ้มน้ำ มีตั้งแต่ 20-40 เมตร ให้น้ำในอัตราแตกต่างกันระหว่าง 2-30 ลูกบาศก์เมตร / ชั่วโมง และปริมาณน้ำอยู่ในเกณฑ์ 5-8 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

(6) ชั้นหินอุ้มน้ำชั้นกึ่งหินแปร (Carboniferous metasedimentary aquifer : PCms)

ประกอบด้วยหินทรายกึ่งหินควอร์ตไซต์ (Quartzitic sandstone) หินดินดานกึ่งชนวน (Phyllitic to Slaty Shale) หินกรวดมน พบน้ำบาดาลในรอยแตกและรอยแยกของหินเท่านั้น ความลึกที่พัฒนาน้ำบาดาลในพื้นที่ประมาณ 10-60 เมตร

4.1.3 ชั้นหินอุ้มน้ำหินอัคนี (Igneous rock aquifers : Gr)

(1) ชั้นหินอุ้มน้ำหินภูเขาไฟ (Volcanic aquifer: Vc)

ประกอบด้วย หินแอนดีไซต์ (Andesite) ไรโอไลต์ (Rhyolite) และหินทัฟฟ์ (Tuff) และกรวดเหลี่ยมภูเขาไฟ สีขาว เหลือง เทา น้ำตาล พบน้ำบาดาลตามรอยแตกของหินและบริเวณหินผุ ที่ความลึก 10-30 เมตร

(2) ชั้นหินอุ้มน้ำหินแกรนิตผุ (Weathered granite aquifer: Gr)

พบหินแกรนิต (Granite) แกรโนไดโอไรต์ (Grano-Diorite) และไดโอไรต์ (Diorite) น้ำบาดาลกักเก็บตัวอยู่ในบริเวณชั้นหินผุและรอยแตกรอยแยกของชั้นหิน ที่ความลึกเฉลี่ย 10-30 เมตร

(3) ชั้นหินอุ้มน้ำบะซอลต์ (Basaltic aquifer: Bs)

พบหินบะซอลต์ น้ำบาดาล กักเก็บ ตัวอยู่ในรอยแตกรอยแยกของหิน และบริเวณที่มีการผุพัง ความลึกเฉลี่ย 10-30 เมตร

4.2 การสำรวจลักษณะทางอุทกธรณีวิทยา

ทำการเจาะบ่อสำรวจและสูบทดสอบใหม่ จำนวน 12 บ่อ พร้อมทั้งติดตั้งรั้วรอบบ่อสังเกตการณ์ บ่อสังเกตการณ์ที่ ติดตั้งเป็นแบบบ่อเดียว ดัง **รูปที่ 4.2-1** เพื่อหาลักษณะการไหลและคุณภาพน้ำบาดาล โดยความลึกของหลุมเจาะรวม 600 เมตร และดำเนินการหยั่งธรณีหลุมเจาะ **(ภาคผนวก ค)** สูบทดสอบบ่อแบบ Long term (ระยะเวลาสูบ 72 ชั่วโมงต่อบ่อ) **(ภาคผนวก จ)** ดังนี้

4.2.1 การสูบทดสอบชั้นหินอุ้มน้ำ

การทดสอบคุณสมบัติทาง ชลศาสตร์ของหินอุ้มน้ำ โดยการสูบทดสอบ บ่อเจาะใหม่จำนวน 12 บ่อ เพื่อเป็นตัวแทนของหินอุ้มน้ำบริเวณพื้นที่ ศึกษา ทำการวิเคราะห์หาค่าตัวแปรทางชลศาสตร์ขอ ง ชั้นดินหรือหินอุ้มน้ำในภาคสนาม จากการสูบ ทดสอบแบบอัตราคงที่ เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ทำการวัดระดับน้ำ ที่ลดลงของบ่อสังเกตการณ์จากการสูบน้ำจนกระทั่งระดับน้ำลดคงที่หรือไม่สามารถลด ได้อีก และบันทึกข้อมูลระดับน้ำลดตามเวลาที่กำหนดตลอดการสูบทดสอบ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Aquifer test เพื่อหาค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่านของหลุมเจาะแต่ละหลุม

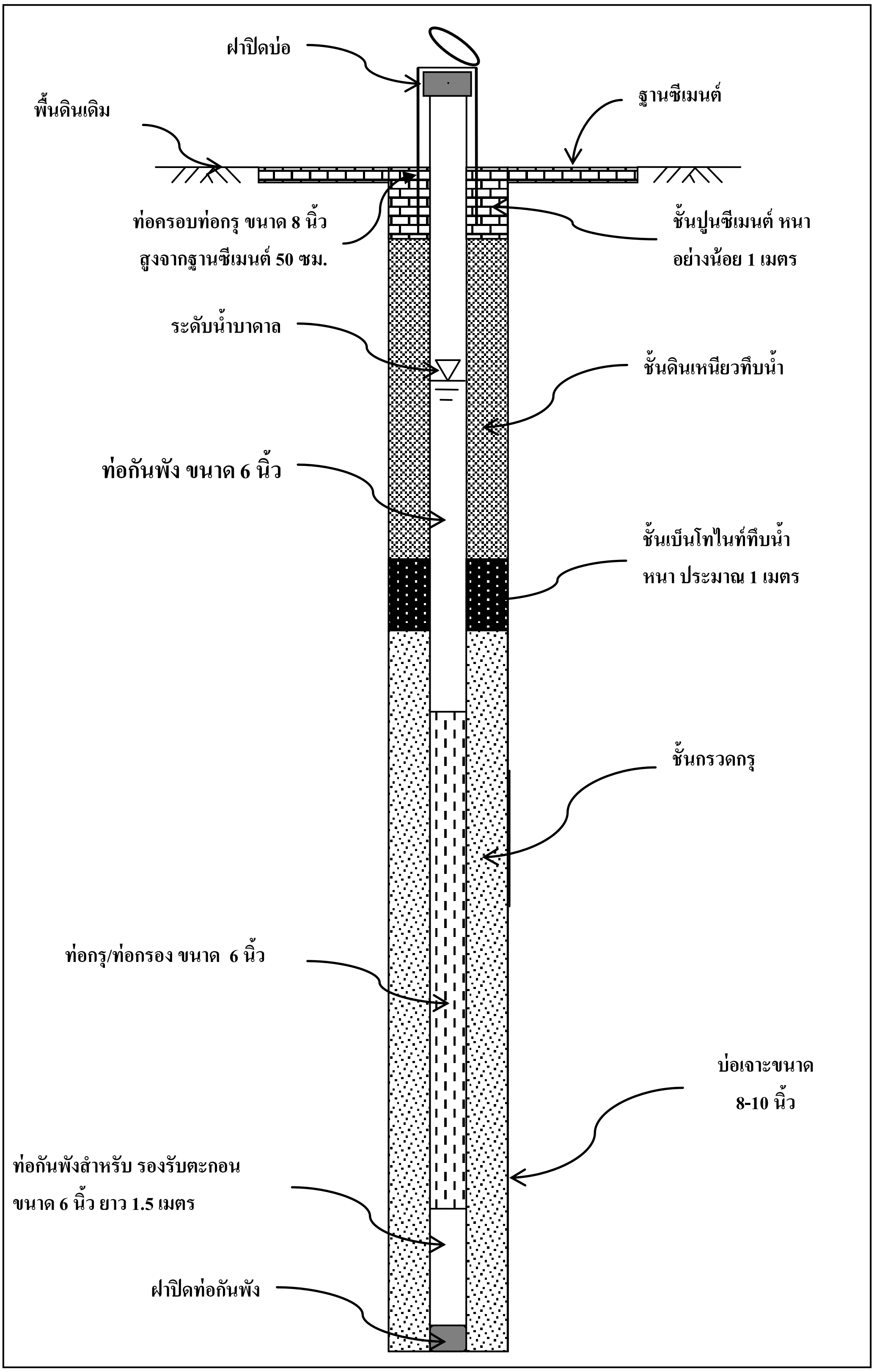
ในการศึกษาทางอุทกธรณีวิทยา การสูบทดสอบเป็นวิธีการศึกษาที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติทางชลศาสตร์ คุณสมบัติ ในการจ่ายน้ำ ของชั้นหินอุ้มน้ำ หรือของบ่อน้ำบาดาลได้เป็นอย่างดี โดยหลักการกว้างๆ แล้ว การสูบทดสอบจะให้ข้อมูลทางอุทกธรณีที่สำคัญ ต่อไปนี้

- คุณสมบัติทางชลศาสตร์ที่สำคัญของชั้น หินอุ้มน้ำ ได้แก่ สัมประสิทธิ์ของการซึมได้ (K) สัมประสิทธิ์ของการจ่ายน้ำ (T) และสัมประสิทธิ์ของการกักเก็บ (S) เพื่อประโยชน์ในการทำนาย วางแผน และจัดการใช้ประโยชน์จากชั้นหินอุ้มน้ำต่อไป
- ประสิทธิภาพในการทำงานของบ่อที่ทำ การทดสอบ ซึ่งปกติจะรายงานอยู่ในรูปของคุณลักษณะในการให้น้ำกับระยะน้ำลด เพื่อประโยชน์ในการเลือกใช้เครื่องสูบที่เหมาะสมต่อไป
- ผลกระทบสืบเนื่องจากระบบการสูบน้ำบาดาลที่มีต่อระบบน้ำบาดาลในพื้นที่ที่มีการสูบน้ำ

การสูบทดสอบจึงสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการสูบทดสอบ กล่าวคือ (1) การสูบทดสอบชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer test) และ (2) การสูบทดสอบประสิทธิภาพของบ่อบาดาล (Step Drawdown test)

หลักการทั่วไปของการสูบทดสอบชั้นหินอุ้มน้ำ

(1) การไหลคงที่แบบรัศมีเข้าสู่บ่อในชั้นหินอุ้มน้ำไม่มีแรงดัน (Steady radial flow to a well in an unconfined aquifer) การไหลคงที่แบบรัศมีเข้าสู่บ่อ เมื่อมีการสูบทดสอบน้ำบาดาลด้วยอัตราคงที่ระดับน้ำลดจะลดลงและคงที่ที่ระดับใดระดับหนึ่ง ซึ่งจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลาการสูบน้ำ วิธีการคำนวณของ Theis จะได้สูตรแบบสมดุลย์ (Theis equation or Equilibrium equation) ซึ่งในชั้นหินอุ้มน้ำไม่มีแรงดัน หรือไหลแบบมีแรงดัน อัตราการสูบน้ำออกจากบ่อหรือ ปริมาณน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ทรงกระบอกรอบๆ บ่อ ดังสมการ 4.2-1



รูปที่ 4.2-1 ตัวอย่างบ่อสังเกตการณ์และติดตามคุณภาพน้ำบาดาล

$$K = \frac{Q \ln(r_2/r_1)}{\pi(S_2^2 - S_1^2)} \qquad \text{...(4.2-1)}$$

สมการที่ (4.2-1) สมการการไหลของน้ำบาดาลในชั้นหินอุ้มน้ำไร้แรงดัน (Unconfined aquifer)

โดยมี K = สัมประสิทธิ์ความซึมผ่านได้ (Hydraulic conductivity; m/d)

Q = อัตราการสูบน้ำ (m^3/d)

r_1 = ระยะห่างจากบ่อสังเกตการณ์บ่อที่ 1 ถึงบ่อสูบทดสอบ (m)

r_2 = ระยะห่างจากบ่อสังเกตการณ์บ่อที่ 2 ถึงบ่อสูบทดสอบ (m)

s_1 = ค่าระยะน้ำลดของบ่อสังเกตการณ์บ่อที่ 1 (m)

s_2 = ค่าระยะน้ำลดของบ่อสังเกตการณ์บ่อที่ 2 (m)

$$T = \frac{Q\ln(r_2/r_1)}{2\pi\,(s_2^2 - s_1^2)} \qquad \text{...(4.2-2)}$$

สมการที่ (4.2-2) สมการการไหลของน้ำบาดาลในชั้นหินอุ้มน้ำไร้แรงดัน (Confined aquifer)

โดยมี T = ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่าน (Transmissivity; m^2/d)

Q = อัตราการสูบน้ำ (m^3/d)

r_1 = ระยะห่างจากบ่อสังเกตการณ์บ่อที่ 1 ถึงบ่อสูบทดสอบ (m)

r_2 = ระยะห่างจากบ่อสังเกตการณ์บ่อที่ 2 ถึงบ่อสูบทดสอบ (m)

s_1 = ค่าระยะน้ำลดของบ่อสังเกตการณ์บ่อที่ 1 (m)

s_2 = ค่าระยะน้ำลดของบ่อสังเกตการณ์บ่อที่ 2 (m)

(2) การไหลไม่คงที่แบบรัศมีเข้าสู่บ่อในชั้นหินอุ้มน้ำมีแรงดันที่มีการรั่วซึม (Non-steady radial flow to a well in a leaky confined aquifer) บ่อน้ำบาดาลที่เจาะอยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำมีแรงดันโดยมีชั้นหินอุ้มน้ำปิดกัน (Confining bed) เป็นชั้นหินที่ไม่ได้กันน้ำร้อยเปอร์เซ็นต์ แต่มีลักษณะเป็นชั้นหินที่ปล่อยให้น้ำซึมผ่านได้ หรือเรียกว่าชั้นหินต้านน้ำ (Aquitard) น้ำจะรั่วซึม (Leakage) จากชั้นหินอุ้มน้ำไม่มีแรงดันที่วางทับอยู่ด้านบนผ่านลงไปสู่ชั้นหินอุ้มน้ำมีแรงดันด้านล่าง ในขณะทำการสูบน้ำ ระดับน้ำมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาทำให้ เกิดการขยายของรัศมีกรวยน้ำลด การ ไหลของน้ำบาดาลจึงไม่เข้าสู่สภาวะสมดุลย์

<u>วิธีของ Jacob</u>

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi\Delta s} \qquad \text{...(4.2-3)}$$

$$S = \frac{2.25Tt_0}{r^2} \quad ...(4.2\text{-}4)$$

สมการที่ (4.2-3) และ (4.2-4) สมการการไหลของน้ำบาดาลในสภาวะการไหลไม่คงที่ คำนวณโดยวิธีของ Jacob

โดยมี T = ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่าน (Transmissivity; m^2/d)

Q = อัตราการสูบน้ำ (m^3/d)

S = สัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำ (Storage Coefficient)

r = ระยะห่างจากบ่อสังเกตการณ์ถึงบ่อสูบทดสอบ (m)

Δs = ผลต่างของระยะน้ำลด 1 ช่วงเวลาที่เขียนบนแกนกราฟ Logarithm (m)

t_0 = จุดตัดแกนเวลา เมื่อระยะน้ำลดเท่ากับศูนย์ (Day)

วิธีคำนวณแบบวัดระดับน้ำคืนตัว (Recovery)

$$T = \frac{2.3Q}{4\pi\Delta S^2} \quad ...(4.2\text{-}5)$$

สมการที่ (4.2-4) และ (4.2-5) สมการการไหลของน้ำบาดาลในสภาวะการไหลไม่คงที่ โดยวิธีคำนวณแบบวัดระดับน้ำคืนตัว (Recovery)

โดยมี T = ความสามารถในการให้น้ำซึมผ่าน (Transmissivity; m^2/d)

Q = อัตราการสูบน้ำ (m^3/d)

S = สัมประสิทธิ์การกักเก็บน้ำ (Storage coefficient)

r = ระยะห่างจากบ่อสังเกตการณ์ถึงบ่อสูบทดสอบ (m)

Δs = ผลต่างของระยะน้ำลด 1 ช่วงเวลาที่เขียนบนแกนกราฟ Logarithm (m)

t_0 = จุดตัดแกนเวลา เมื่อระยะน้ำลดเท่ากับศูนย์ (Day)

ผลการสูบทดสอบน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

จากการสูบทดสอบน้ำบาดาล จำนวน 12 บ่อ (**รูปที่ 4.2.1-1** และ**รูปที่ 4.2.1-2**) ระยะเวลา 72 ชั่วโมงต่อเนื่องนั้น แสดงรายละเอียด ของบ่อสูบทดสอบ ระดับน้ำก่อนสูบทดสอบและ ระยะน้ำลดหลังการสูบน้ำบาดาล ในแต่ละช่วงเวลา แสดงใน **ภาคผนวก จ** และสรุปผลการสูบทดสอบ ดัง**ตารางที่ 4.2.1-1**

บ่อ GWDP-01
ต.เขาทราย อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร

บ่อ GWDP-02
ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์

บ่อ GWDP-03
ต.วังโพรง อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก

บ่อ GWDP-04
ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร

บ่อ GWDP-05
ต.วังหิน อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์

บ่อ GWDP-06
ต.วังทรายพูน อ.วังทรายพูน จ.พิจิตร

รูปที่ 4.2.1-1 การสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลของบ่อสังเกตการณ์บ่อ GWDP-01 ถึง บ่อGWDP-06

	
บ่อ GWDP-07 ต.วังโพรง อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก	บ่อ GWDP-08 ต.ท่าข้าม อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์
	
บ่อ GWDP-09 ต.วังหลุม อ. ตะพานหิน จ.พิจิตร	บ่อ GWDP-10 ต.เขาทราย อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
	
บ่อ GWDP-11 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์	บ่อ GWDP-12 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร

รูปที่ 4.2.1-2 การสูบทดสอบปริมาณน้ำบาดาลของบ่อสังเกตการณ์บ่อ GWDP-06 ถึง บ่อGWDP-12

4.2.2 ค่าการซึมผ่านของน้ำในดินชั้นบน

การขุดเจาะสำรวจ และวิเคราะห์ตัวอย่างดิน โดย การเก็บตัวอย่างดินชั้นบน เพื่อหา ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำในดิน มีผลการวิเคราะห์ดัง**ตารางที่ 4.2.2-1** ซึ่งนำผลที่ได้ไปประมวลการเคลื่อนย้ายมวลสารในบทที่ 6 ต่อไป

ตารางที่ 4.2.2-1 สัมประสิทธิ์การซึมผ่านของดินชั้นบน

จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (เซนติเมตร/วินาที)	จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (เซนติเมตร/วินาที)
SS-01.1	$8.923 x 10^{-7}$	SS-26	$1.481 x 10^{-8}$
SS-02	$2.455 x 10^{-7}$	SS-27	$1.147 x 10^{-7}$
SS-03	$2.143 x 10^{-8}$	SS-28	$8.034 x 10^{-8}$
SS-04	$4.111 x 10^{-7}$	SS-29	$4.016 x 10^{-8}$
SS-05	$4.307 x 10^{-7}$	SS-30	$6.679 x 10^{-8}$
SS-06	$9.948 x 10^{-8}$	SS-31	$1.561 x 10^{-8}$
SS-7.1	$2.885 x 10^{-8}$	SS-32	$2.554 x 10^{-7}$
SS-8.1	$7.395 x 10^{-7}$	SS-33	$3.405 x 10^{-7}$
SS-09	$2.639 x 10^{-5}$	SS-34	$1.208 x 10^{-7}$
SS-10	$2.625 x 10^{-7}$	SS-35.2	$8.929 x 10^{-8}$
SS-11	$2.330 x 10^{-8}$	SS-36.2	$9.248 x 10^{-8}$
SS-12.2	$5.862 x 10^{-7}$	SS-37	$7.386 x 10^{-6}$
SS-13	$1.051 x 10^{-7}$	SS-38	$6.820 x 10^{-8}$
SS-14	$2.202 x 10^{-8}$	SS-39.2	$2.438 x 10^{-7}$
SS-15	$1.839 x 10^{-7}$	SS-40	$5.308 x 10^{-7}$
SS-16	$8.371 x 10^{-8}$	SS-41.2	$3.594 x 10^{-8}$
SS-17-3	$3.195 x 10^{-7}$	SS-42	$1.574 x 10^{-5}$
SS-18	$9.888 x 10^{-6}$	SS-43.2	$1.414 x 10^{-5}$
SS-19-1	$8.630 x 10^{-8}$	SS-44	$7.412 x 10^{-9}$
SS-20	$2.909 x 10^{-7}$	SS-45.2	$6.715 x 10^{-8}$
SS-21	$1.270 x 10^{-7}$	SS-46	$1.250 x 10^{-7}$
SS-22	$6.810 x 10^{-8}$	SS-47	$1.738 x 10^{-7}$
SS-23	$2.299 x 10^{-7}$	SS-48	$9.123 x 10^{-8}$
SS-24	$5.651 x 10^{-7}$	SS-49	$6.061 x 10^{-6}$
SS-25	$2.273 x 10^{-7}$	SS-50	$1.608 x 10^{-8}$

4.2.3 การตรวจวัดระดับน้ำบาดาล

ดำเนินการตรวจวัดระดับน้ำบาดาล จากบ่อสังเกตการณ์จำนวน 43 บ่อ ทุกเดือน ซึ่งเป็นบ่อที่ทำการเก็บตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์หามลสสารในแหล่งน้ำใต้ดิน (**ภาคผนวก ฆ**)

4.3 อุทกธรณีวิทยาท้องถิ่น

จากข้อมูลการสำรวจทางด้านธรณีวิทยาทั้งผิวดิน และใต้ดิน รวมถึงผลการสูบทดสอบจากบ่อสูบทดสอบในพื้นที่ศึกษา ได้สรุปข้อมูลออกมาเป็นแผนที่อุทกธรณีวิทยา และภาคตัดขวาง โดย มีรายละเอียดดังนี้

4.3.1 หน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา

ผลการศึกษาพบว่า พื้นที่ศึกษามีหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาทั้งสิ้น 5 หน่วย ได้แก่ Qfd, Qt, Vw, Vf และ Vm โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) ตะกอนที่ราบน้ำท่วมถึง ยุคควอเทอร์นารี (Quaternary floodplain deposits, Qfd) เป็นหน่วยหินร่วน (Unconsolidated) ที่เกิดจากตะกอนน้ำพา (Alluvium deposits) ประกอบด้วยดินเหนียวเป็นหลัก และมีตะกอนขนาดทราย และทรายแป้งเป็นองค์ประกอบรอง

(2) ตะกอนตะพักยุคควอเทอร์นารี (Quaternary terrace deposits, Qt) เป็นหน่วยหินร่วน (Unconsolidated) ที่เกิดจากตะกอนตะพักลำน้ำ (Terrace deposits) ประกอบด้วยตะกอนศิลาแลง กรวด ทราย ทรายแป้งและดินเหนียว

(3) หินอัคนีพุที่ผุพัง (Volcanic weathered rocks, Vw) เป็นหน่วยหินที่เกิดจากการผุพังของหินฐาน (Basement rock) ซึ่งประกอบด้วยหินภูเขาไฟเป็นหลัก ในบางบริเวณเกิดจากการผุพังของหินตะกอนกึ่งแปร มักพบปะปนกับตะกอนยุคควอเทอร์นารี่

(4) หินอัคนีพุที่มีรอยแตก (Volcanic Fractured Rocks, Vf) เป็นหน่วยหินแข็งที่มีการผุพังเล็กน้อย มีรอยแตกและให้น้ำเฉพาะบริเวณ (Local aquifer) ประกอบด้วยหินภูเขาไฟประเภทไรโอไลท์ (Rhyolite) และแอนดีซิติกทัฟฟ์ (Andesitic tuff)

(5) หินอัคนีพุเนื้อแน่น (Volcanic Massive Rocks, Vm) เป็นหน่วยหินแข็งชั้นหินทึบน้ำ (Aquifuge) ประกอบด้วยหินภูเขาไฟประเภทไรโอไลท์ (Rhyolite) และแอนดีไซท์ (Andesite) เป็นหลัก ในบางบริเวณพบหินแกรนิต (Granite) และแกรโนไดโอไรท์ (Granodiorite)

เมื่อพิจารณาเทียบหินทั้ง 5 หน่วยกับหน่วยหิ นทางอุทกธรณีวิทยาที่กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี จำแนกไว้ตามแผนที่น้ำบาดาลมาตราส่วน 1:100,000 (กองน้ำบาดาล 2544 ก, 2544ข, 2544ค) ซึ่งประกอบด้วย 3 หน่วย ได้แก่ Qfd Qlt และ Vc จะเห็นได้ว่าหน่วยหิน Qfd ของการศึกษาครั้งนี้ยังคงเทียบเคียงได้กับหน่วยหินเดิม จึ งใช้ชื่อ Qfd ตามเดิม ในขณะที่หน่วยหิน Qt

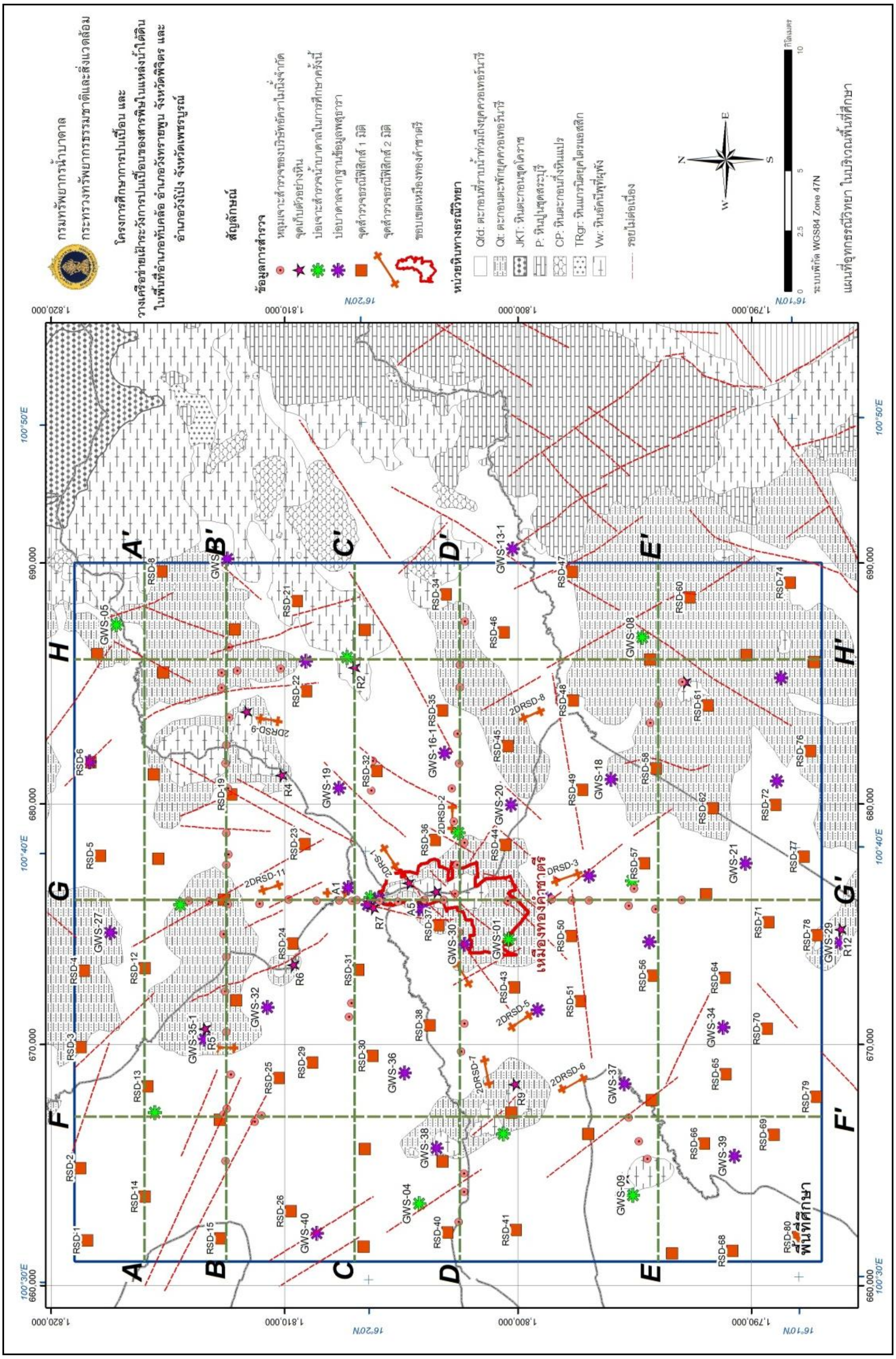
เทียบเคียงได้กับหน่วยหิน Qlt เช่นกัน เพียงแต่ใช้ชื่อ Qt เนื่องจากเห็นว่าหน่วยหิน Qlt นั้นอาจแบ่งย่อยเป็นชั้นที่มีศิลาแลงเป็นหลักและชั้นที่ไม่มีศิลาแลงหรือมีศิลาแลงเป็นองค์ประกอบย่อย (ณ ปัจจุบัน ยังไม่ได้ดำเนินการแยกหน่วยหินออกเป็นหน่วยย่อย) ส่วน Vw และ Vf เป็นหน่วยหินที่แบ่งย่อยจากหน่วยหิน Vc

4.3.2 แผนที่อุทกธรณีวิทยา

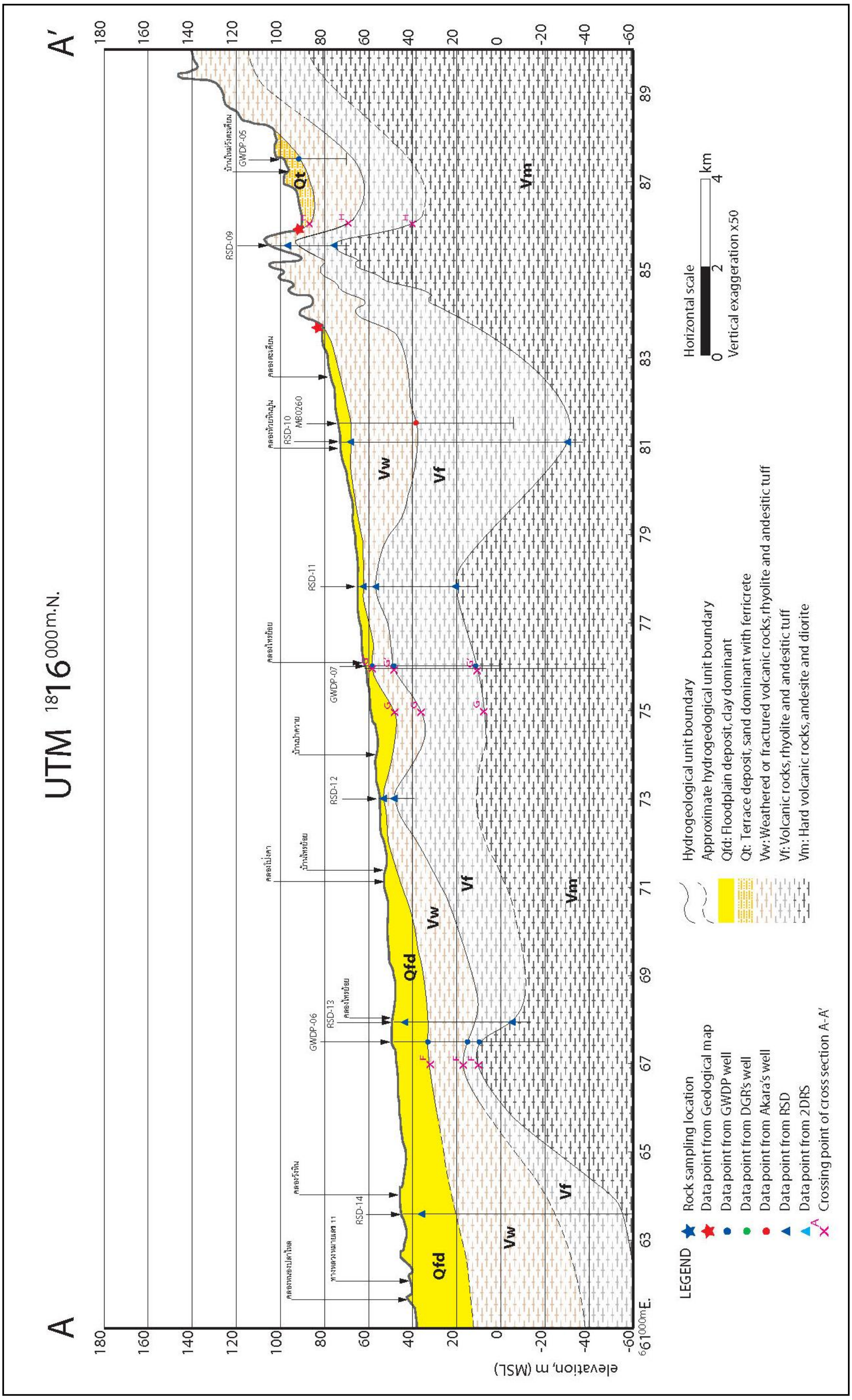
จากการแปลข้อมูลอุทกธรณีวิทยาสามารถจัดทำแผนที่อุทกธรณีวิทยาของพื้นที่ศึกษาในมาตราส่วน 1:50,000 โดยแผนที่ดังกล่าวได้ถูกย่อส่วน เพื่อนำเสนอในรายงาน ดังแสดงใน **รูปที่ 4.3.2-1** นอกจากนี้ได้จัดทำภาพตัดขวาง มาตราส่วน 1:50,000 ตามแนวนอนและมาตราส่วน 1:1,000 ตามแนวดิ่ง (ขยายแนวดิ่ง 50 เท่า) จำนวน 8 แนว ประกอบด้วยแนวนอน 5 แนว ได้แก่ แนว A-A’, B-B’, C-C’, D-D’, และ E-E’ และแนวตั้งจำนวน 3 แนว ได้แก่แนว F-F’, G-G’, และ H-H’ ดังแสดงขนาดย่อส่วนใน **รูปที่ 4.3.2-2** ถึง **รูปที่ 4.3.2-9** และมีลักษณะรูปร่างของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยา สรุปดัง **ตารางที่ 4.3.2-1**

ตารางที่4.3.2-1 ลักษณะหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาที่กำหนดในแบบจำลองเชิงมโนทัศน์

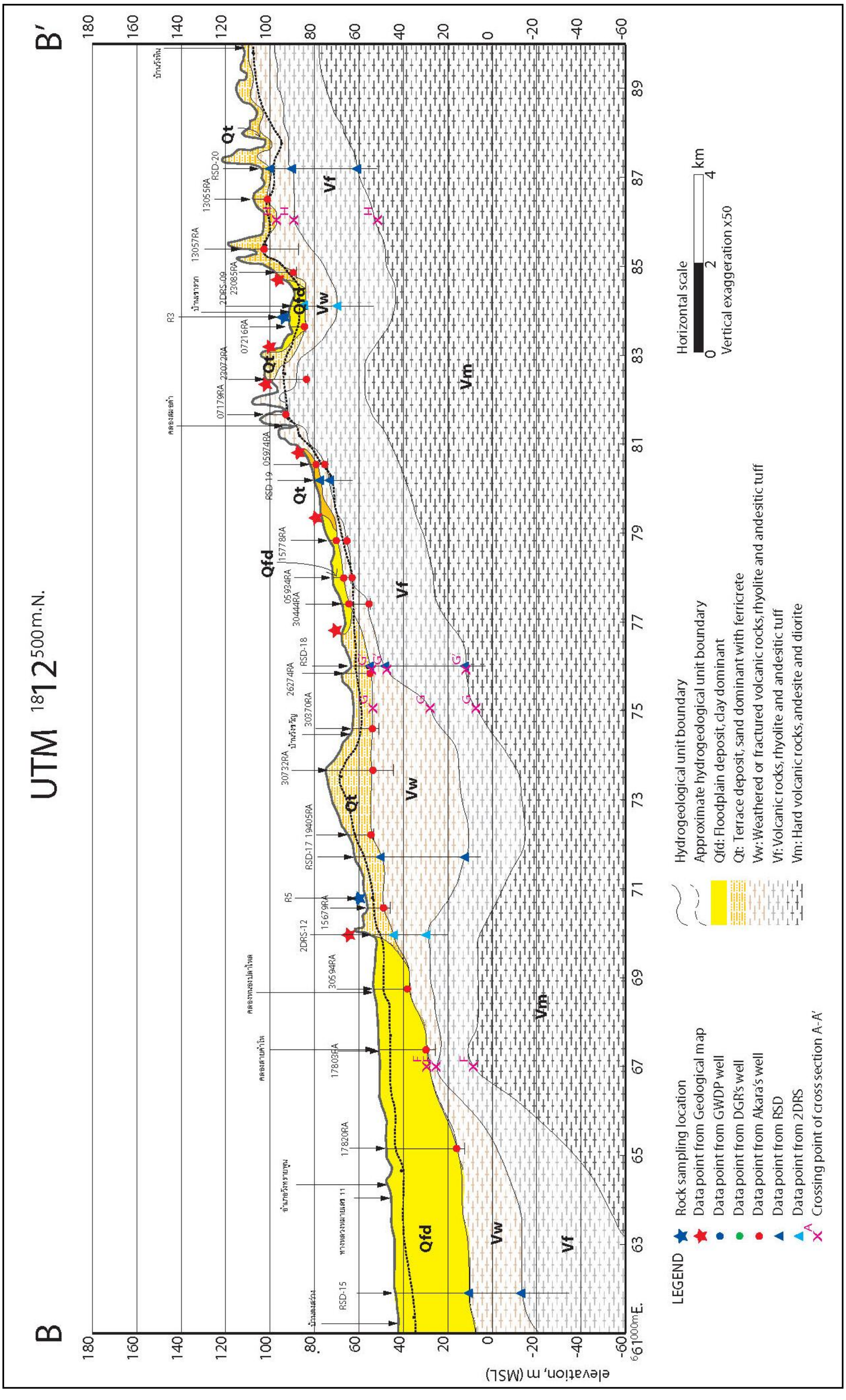
หน่วยหิน	คำอธิบายหน่วยหิน
Qfd	Qfd (Quaternary floodplain deposits) เป็นหน่วยหินร่วน (Unconsolidated) ที่เกิดจากตะกอนน้ำพา (Alluvium deposits) ประกอบด้วยดินเหนียวเป็นหลัก และมีตะกอนขนาดทราย และทรายแป้งเป็นองค์ประกอบรอง
Qt	Qt (Quaternary terrace deposits) เป็นหน่วยหินร่วน (Unconsolidated) ที่เกิดจากตะกอนตะพักลำน้ำ (Terrace deposits) ประกอบด้วยตะกอนศิลาแลง กรวด ทราย ทรายแป้งและดินเหนียว
Vw	Vw (Volcanic weathered rocks) เป็นหน่วยหินที่เกิดจากการผุพังของหินฐาน (Basement rock) ซึ่งประกอบด้วยหินภูเขาไฟเป็นหลัก ในบางบริเวณเกิดจากการผุพังของหินตะกอนกึ่งแปร มักพบปะปนกับตะกอนยุคควอเทอร์นารี่
Vf	Vf (Volcanic fractured rocks) เป็นหน่วยหินแข็งที่มีการผุพังเล็กน้อย มีรอยแตกและให้ น้ำเฉพาะบริเวณ (Local aquifer) ประกอบด้วยหินภูเขาไฟประเภทไรโอไลท์ (Rhyolite) และแอนดีซิติกทัฟฟ์ (Andesitic tuff)
Vm	Vm (Volcanic massive rocks) เป็นหน่วยหินแข็งชั้นหินทึบน้ำ (Aquifuge) ประกอบด้วยหินภูเขาไฟประเภทไรโอไลท์ (Rhyolite) และแอนดีไซท์ (Andesite) เป็นหลัก ในบางบริเวณพบหินแกรนิต (Granite) และแกรโนไดโอไรท์ (Granodiorite)



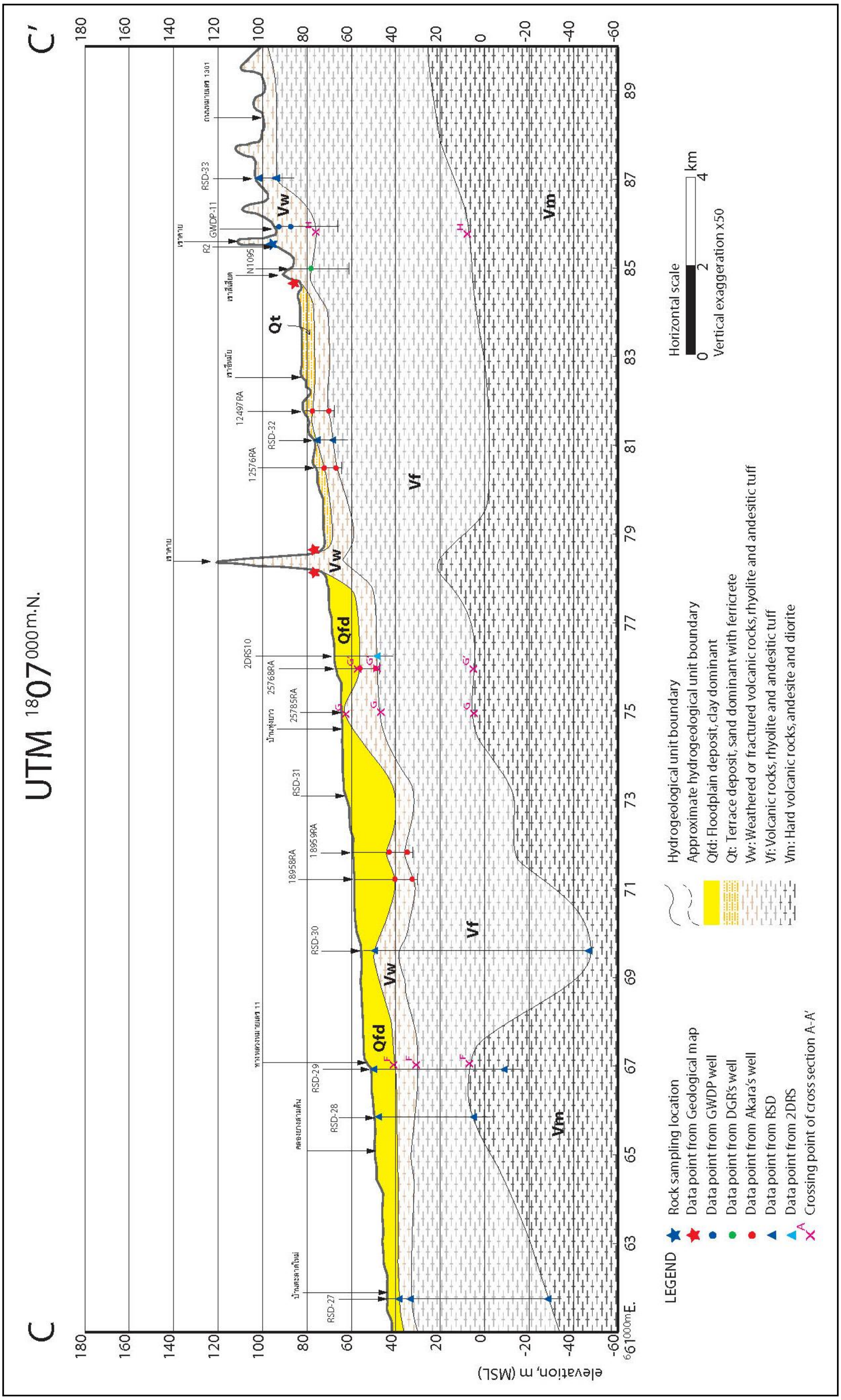
รูปที่ 4.3.2-1 แผนที่หน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาฉบับร่างของพื้นที่ศึกษา



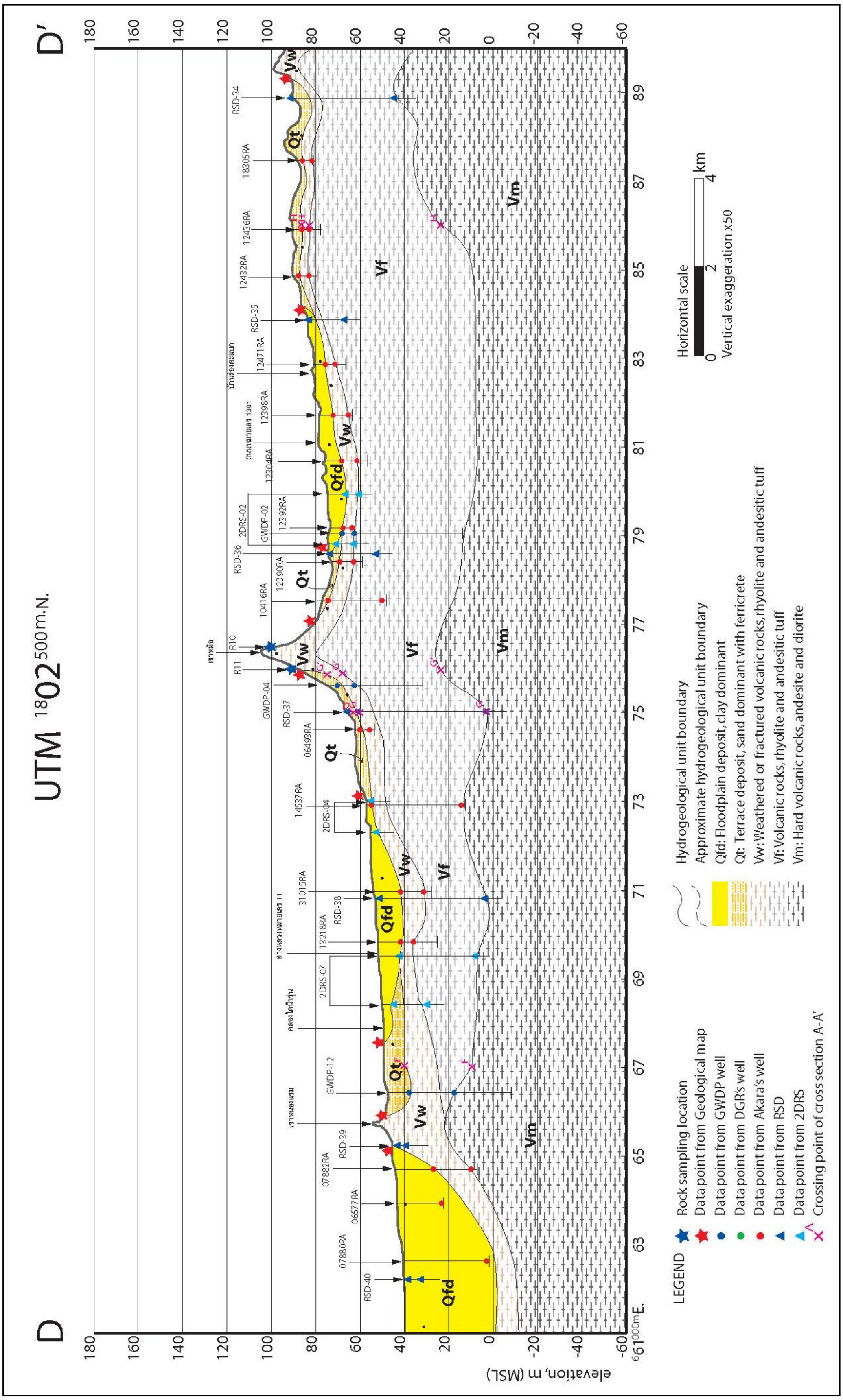
รูปที่ 4.3.2-2 ภาพตัดขวางของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาในแนว A-A'



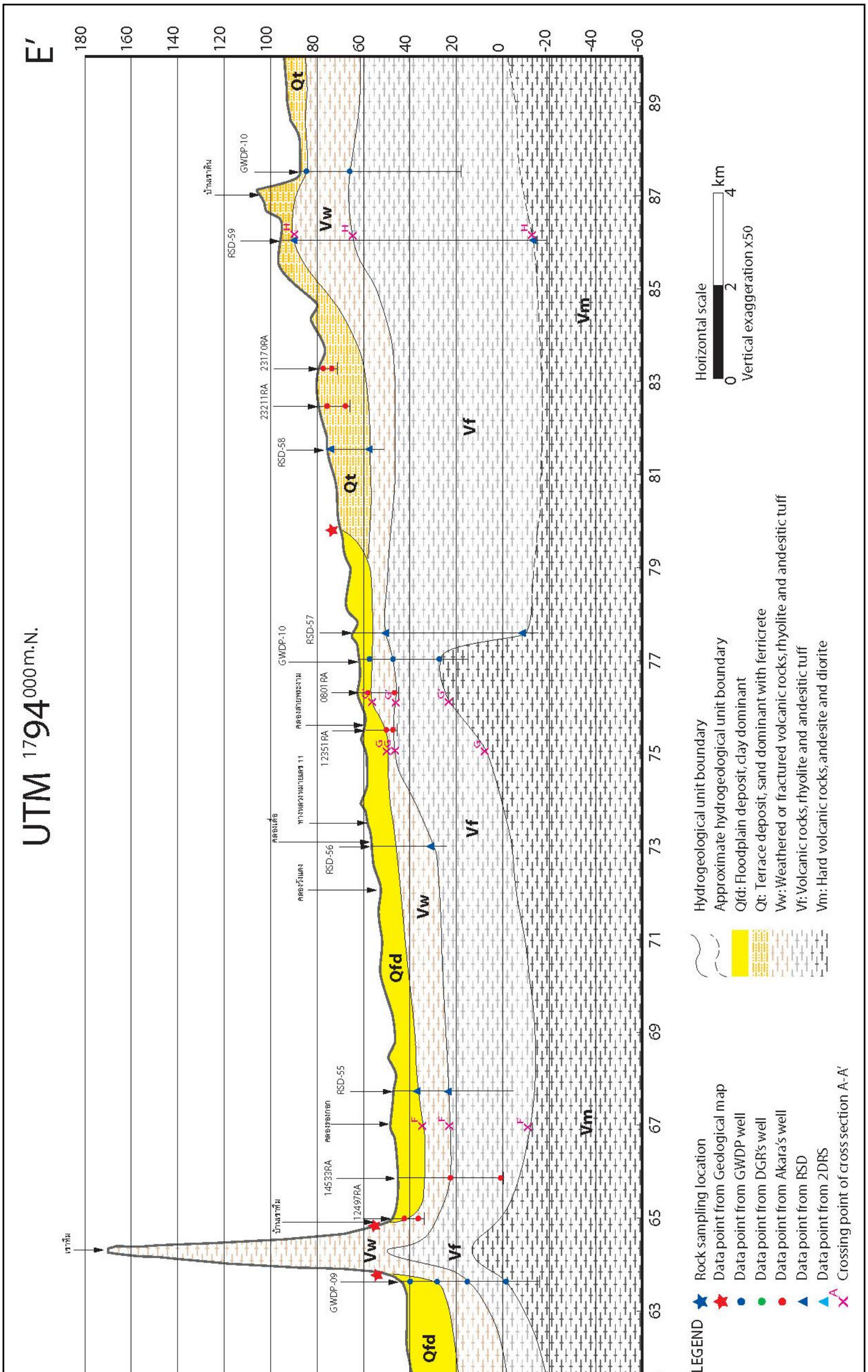
รูปที่ 4.3.2-3 ภาพตัดขวางของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาในแนว B-B'



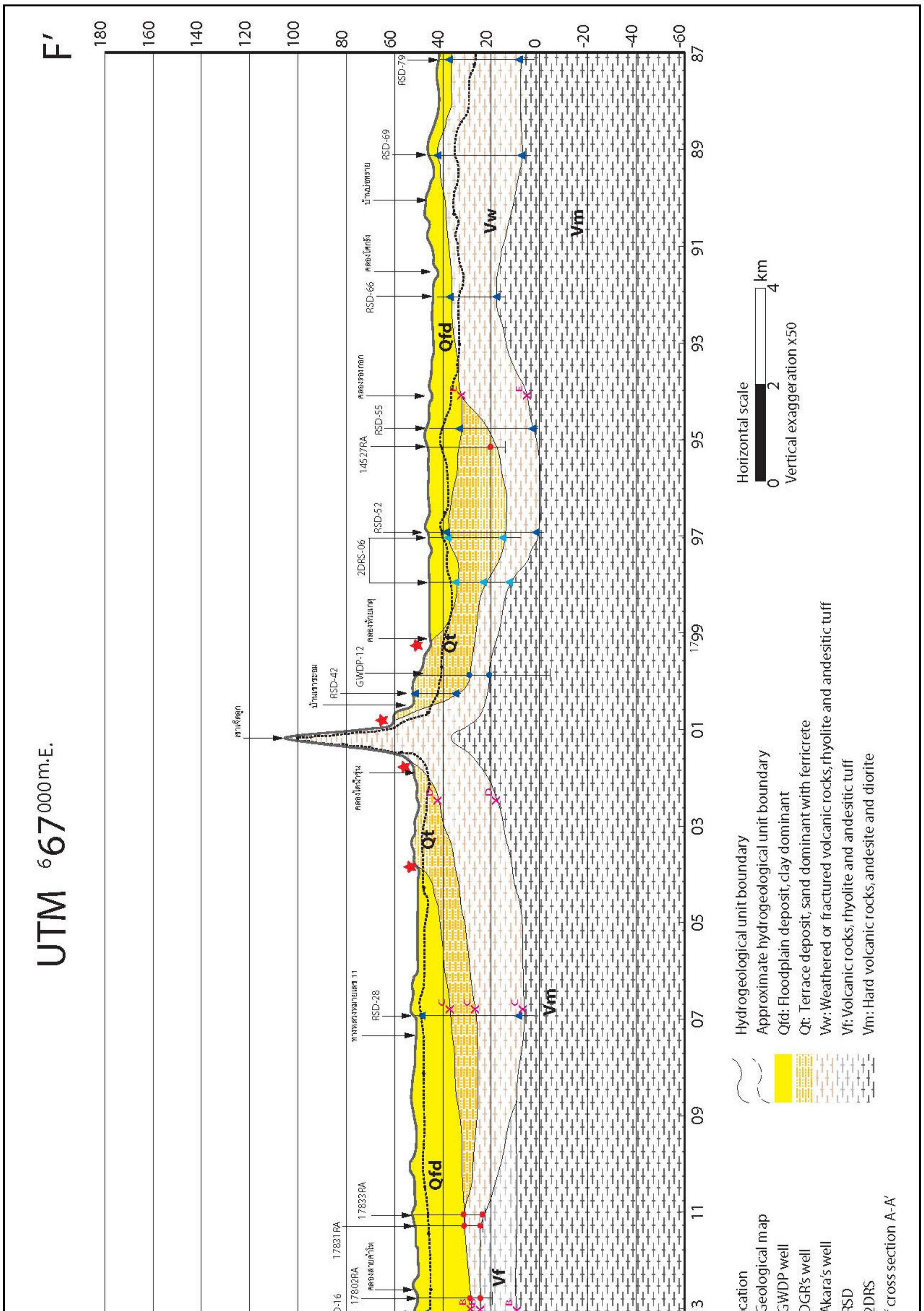
รูปที่ 4.3.2-4 ภาพตัดขวางของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาในแนว C-C′



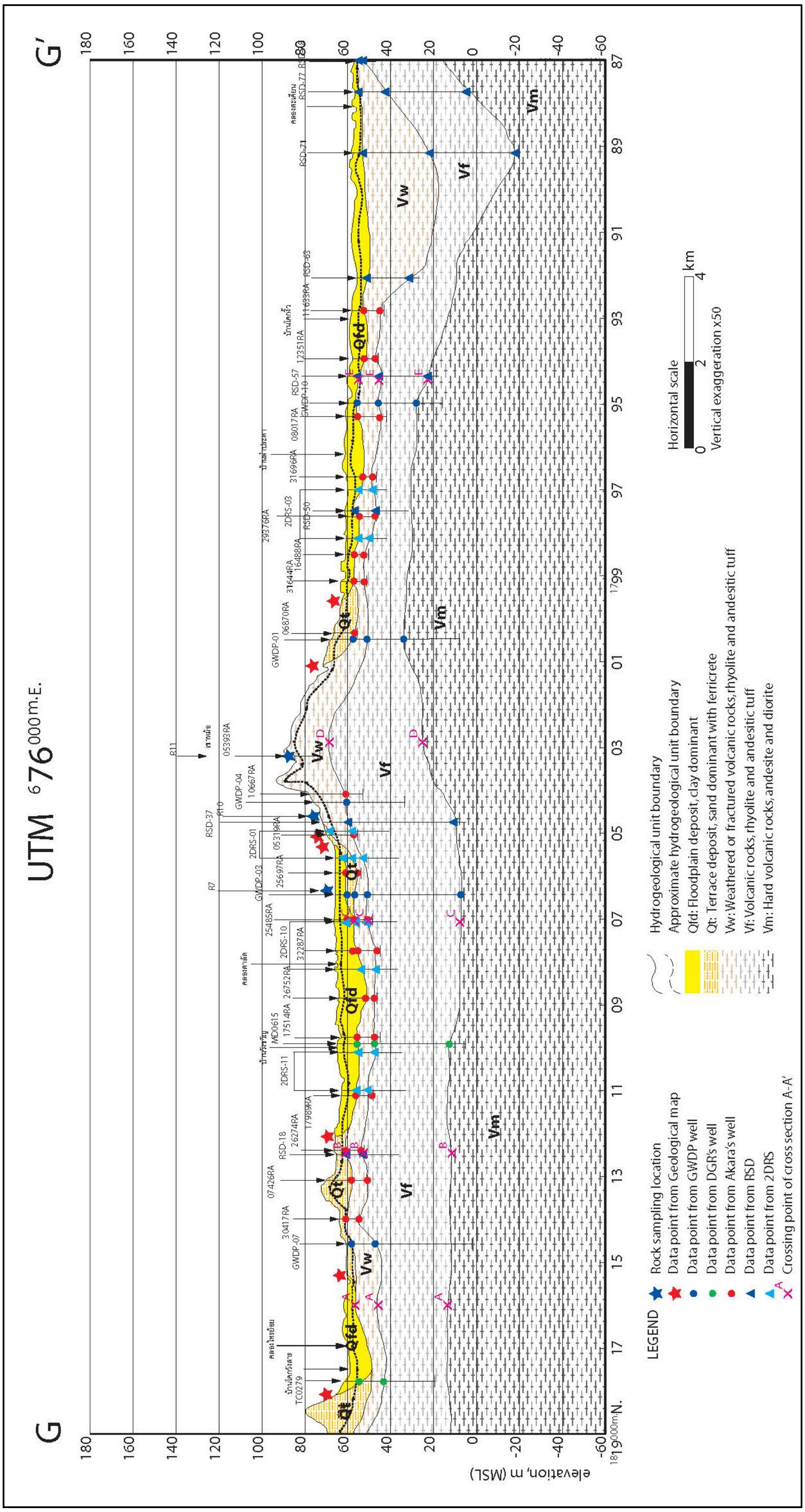
รูปที่ 4.3.2-5 ภาพตัดขวางของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาในแนว D-D'



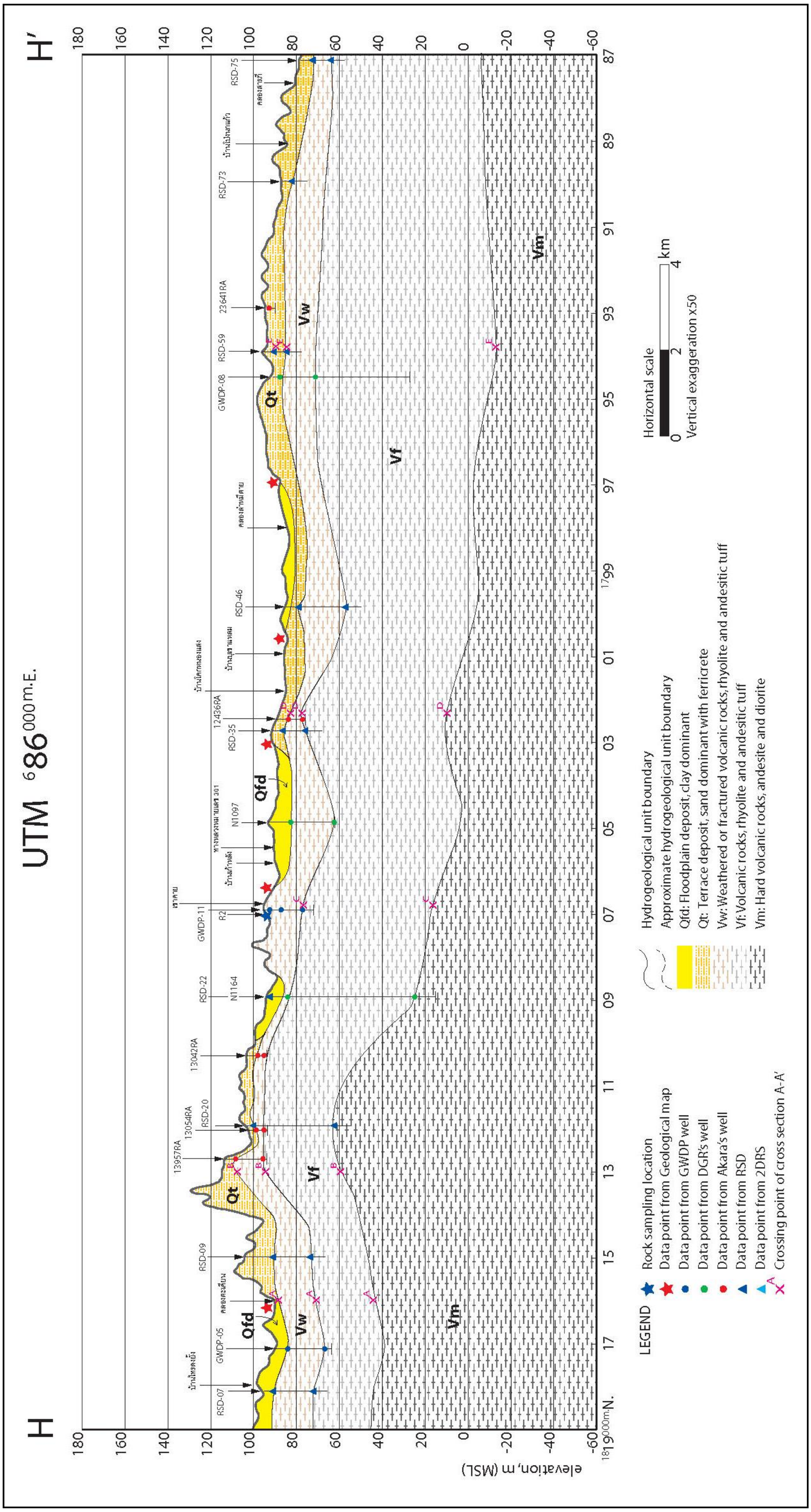
รูปที่ 4.3.2-6 ภาพตัดขวางของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาในแนว E-E'



รูปที่ 4.3.2-7 ภาพตัดขวางของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาในแนว F-F′



รูปที่ 4.3.2-8 ภาพตัดขวางของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาในแนว G-G'



รูปที่ 4.3.2-9 ภาพตัดขวางของหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาในแนว H-H′

4.4 แบบจำลองเชิงมโนทัศน์

แบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual model) ของอุทกธรณีวิทยา เป็นการจำลองสภาพอุทกธรณีวิทยาเชิงแนวคิดของลักษณะรูปร่างและการกระจายตัวของชั้นหินและชั้นดิน และทิศทางการไหลของน้ำบาดาล การจัดทำแบบจำลองเชิงมโนทัศน์นี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญสำหรับการจัดทำแบบจำลองทางคณิ ตศาสตร์ เพราะแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ที่สามารถเสนอสภาพอุทกธรณีวิทยาที่ใกล้เคียงความเป็นจริงจะทำให้การจำลองการไหลของน้ำบาดาลมีความน่าเชื่อถือ

4.4.1 หน่วยหินและคุณสมบัติทางชลศาสตร์

ลักษณะรูปร่างของหน่วยหินทางอุทก ธรณีวิ ทยานั้น ได้จากการดำเนินงานในหัวข้อ 6.2 ส่วนคุณสมบัติทางชลศาสตร์ ได้มีการกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (Hydraulic conductivity) ในเบื้องต้น โดยพิจารณาจากข้อมูลแผนที่น้ำบาดาลและภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยาของกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี (กองน้ำบาดาล 2544ก, 2544ข, 2544ค; บริษัท เลน (ประเทศไทย) จำกัด 2544ก, 2544ข; บริษัท เอทอปเทคโนโลยี จำกัด, 2544) ดัง**ตารางที่ 4.3.2-1**

4.4.2 ระดับน้ำบาดาลและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล

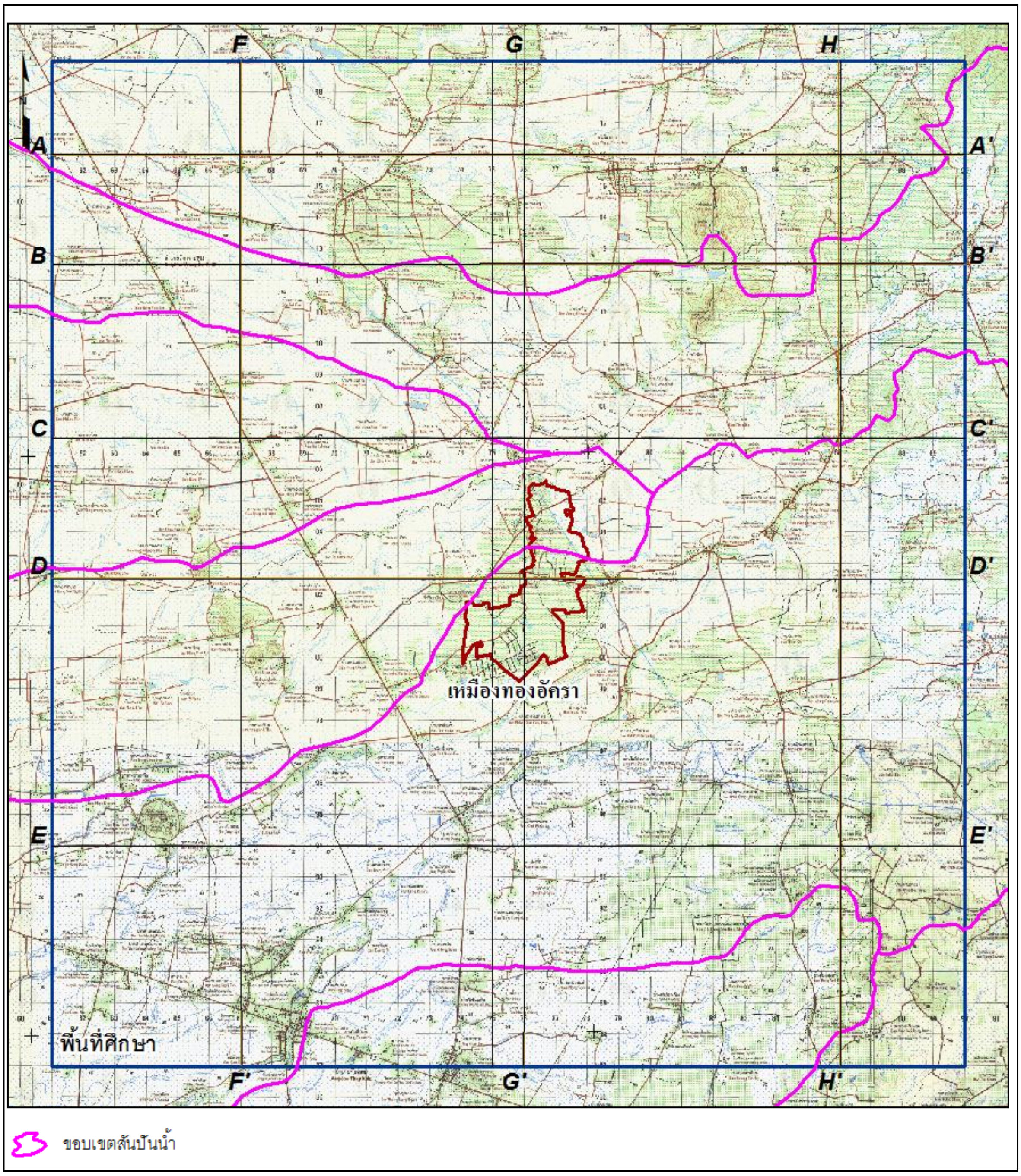
ระดับน้ำบาดาลและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลได้จากการแปลความหมายข้อมูลดังต่อไปนี้

(1) ข้อมูลระดับความสูงของพื้นที่ ซึ่งได้จากแผนที่ภูมิประเทศ มาตราส่วน 1:50,000 ของกรมแผนที่ทหาร (กรมแผนที่ทหาร, 2526ก, 2526ข, 2526ค, 2529, 2533, 2534)

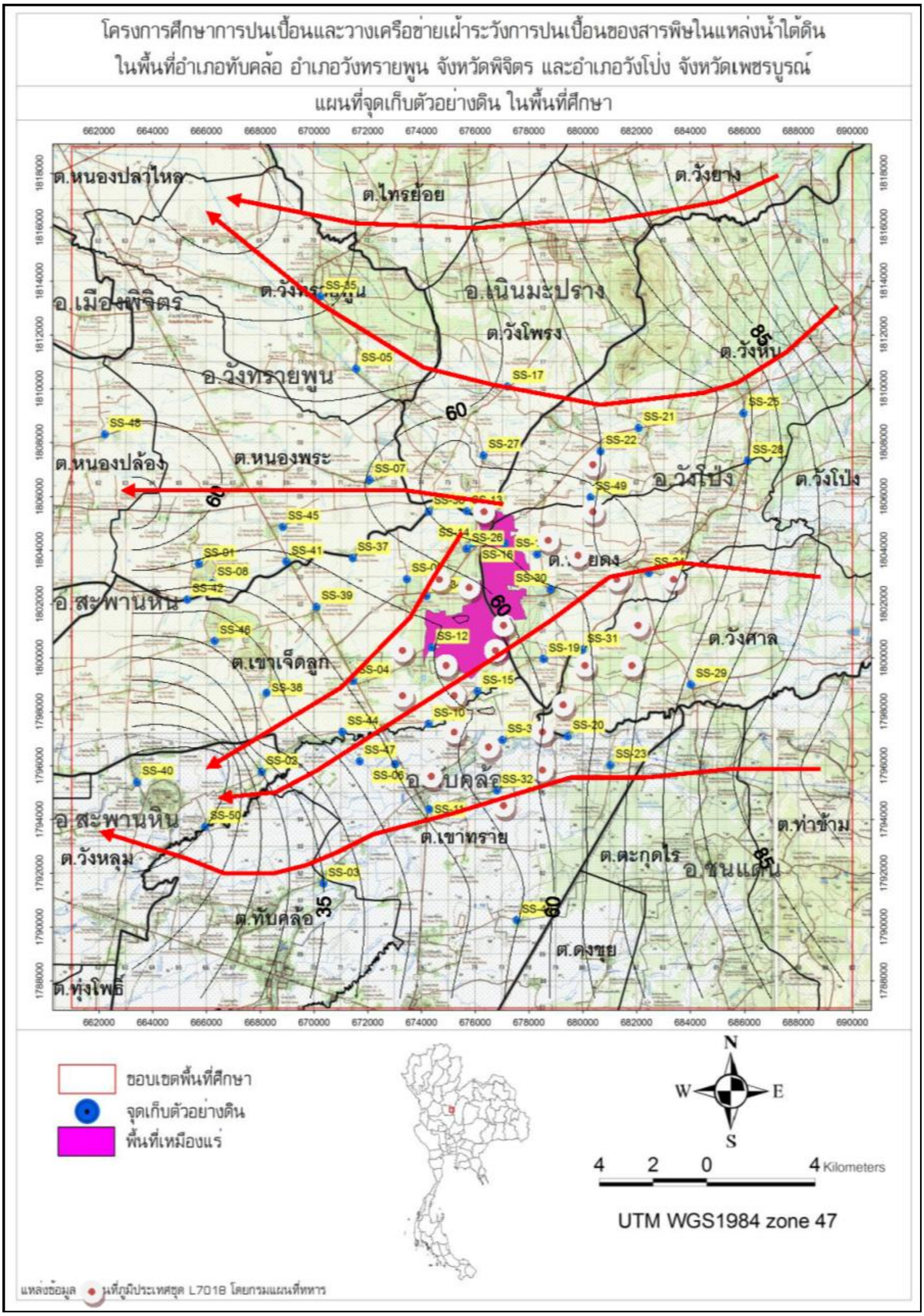
(2) ขอบเขตสันปันน้ำ ซึ่งได้จากการประมวลข้อมูลระดับความสูงของภูมิประเทศดัง **รูปที่ 4.4.2-1**

(3) ข้อมูลระดับน้ำบาดาลซึ่งได้จากการสำรวจและเก็บตัวอย่างดินในสนาม ดังอธิบายใน **หัวข้อ 4.2.2 และ 4.2.3**

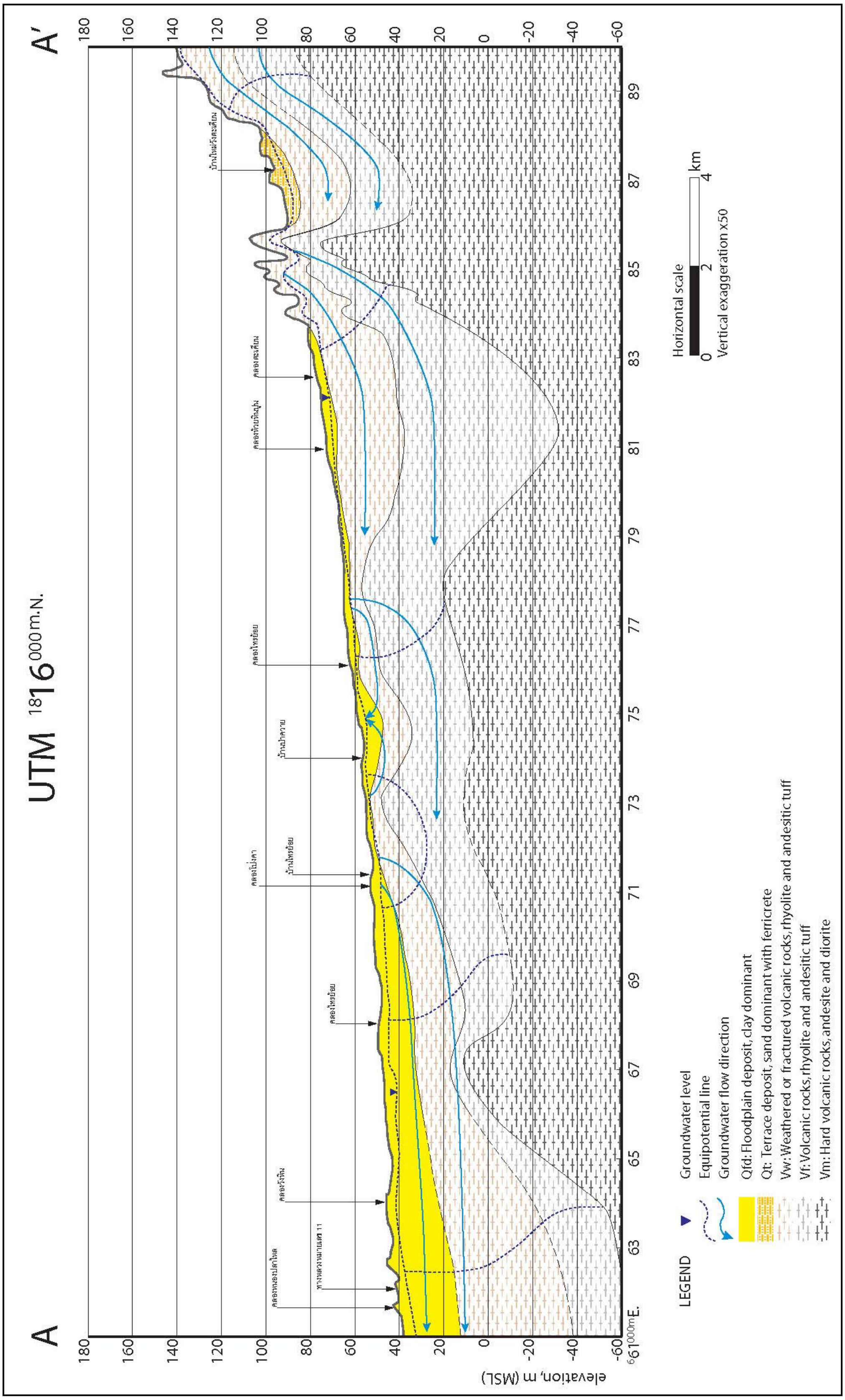
ผลของการดำเนินงาน ได้แก่ แผนที่ระดับน้ำบาดาลและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล ดัง**รูปที่ 4.4.2-2** และภาพตัดขวางแสดงระดับน้ำและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลจำนวน 4 แนว (เป็นแนวที่มีทิศทางขนานกับทิศทางของการไหล) ดัง**รูปที่ 4.4.2 -3** ถึง **รูปที่ 4.4.2-6**



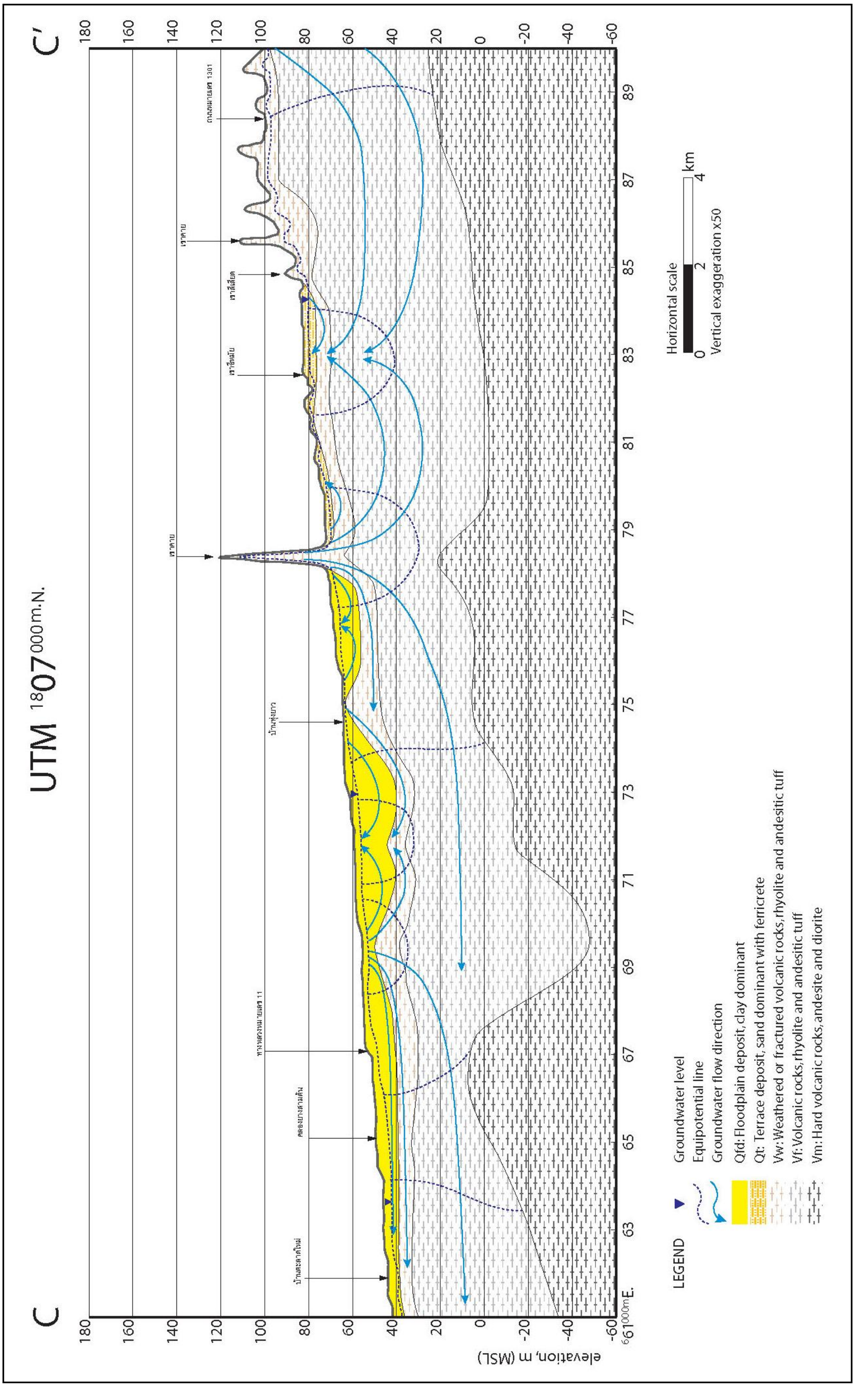
รูปที่ 4.4.2-1 ขอบเขตสันปันน้ำของพื้นที่โครงการ



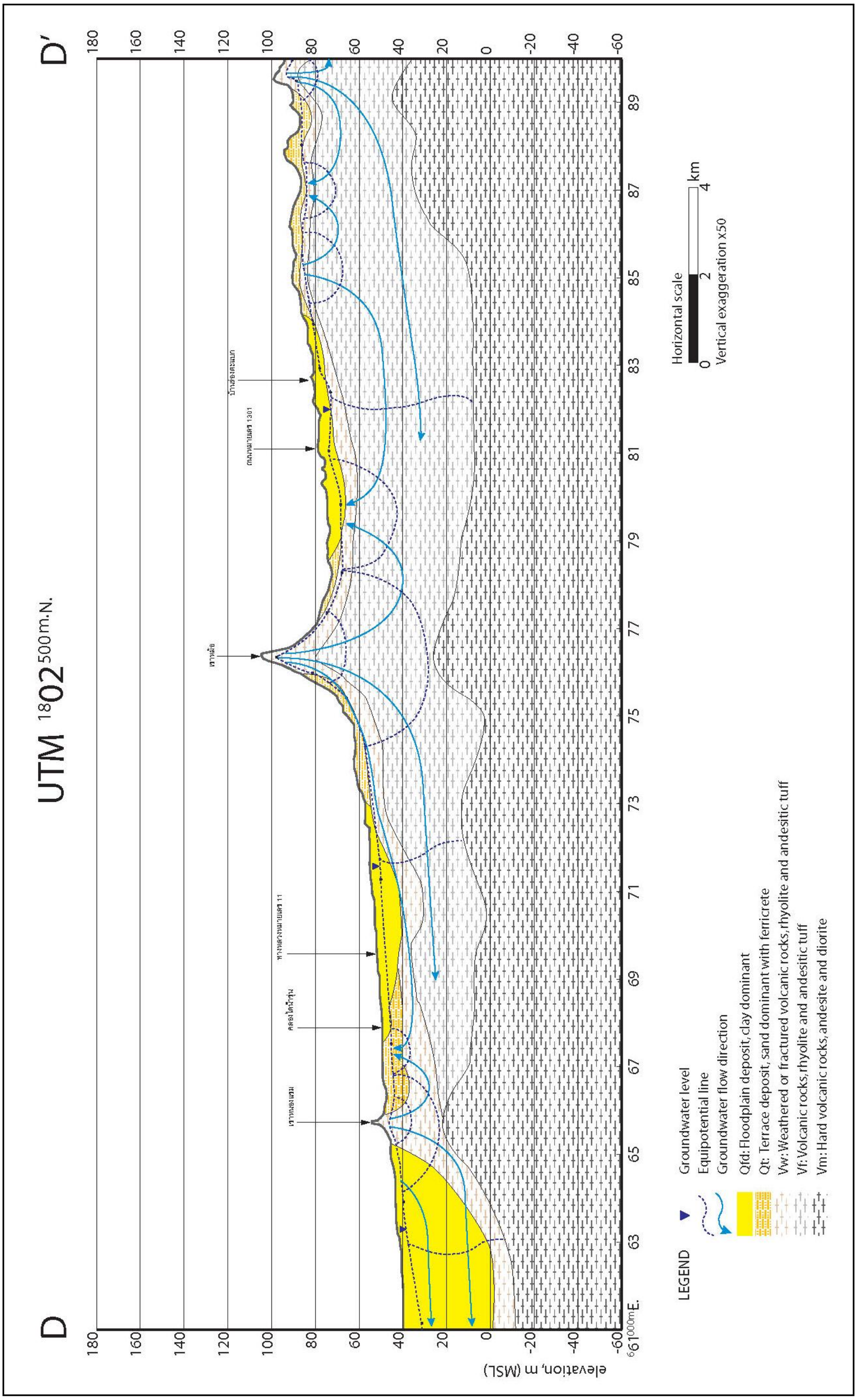
รูปที่ 4.4.2-2 ระดับน้ำบาดาลและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล



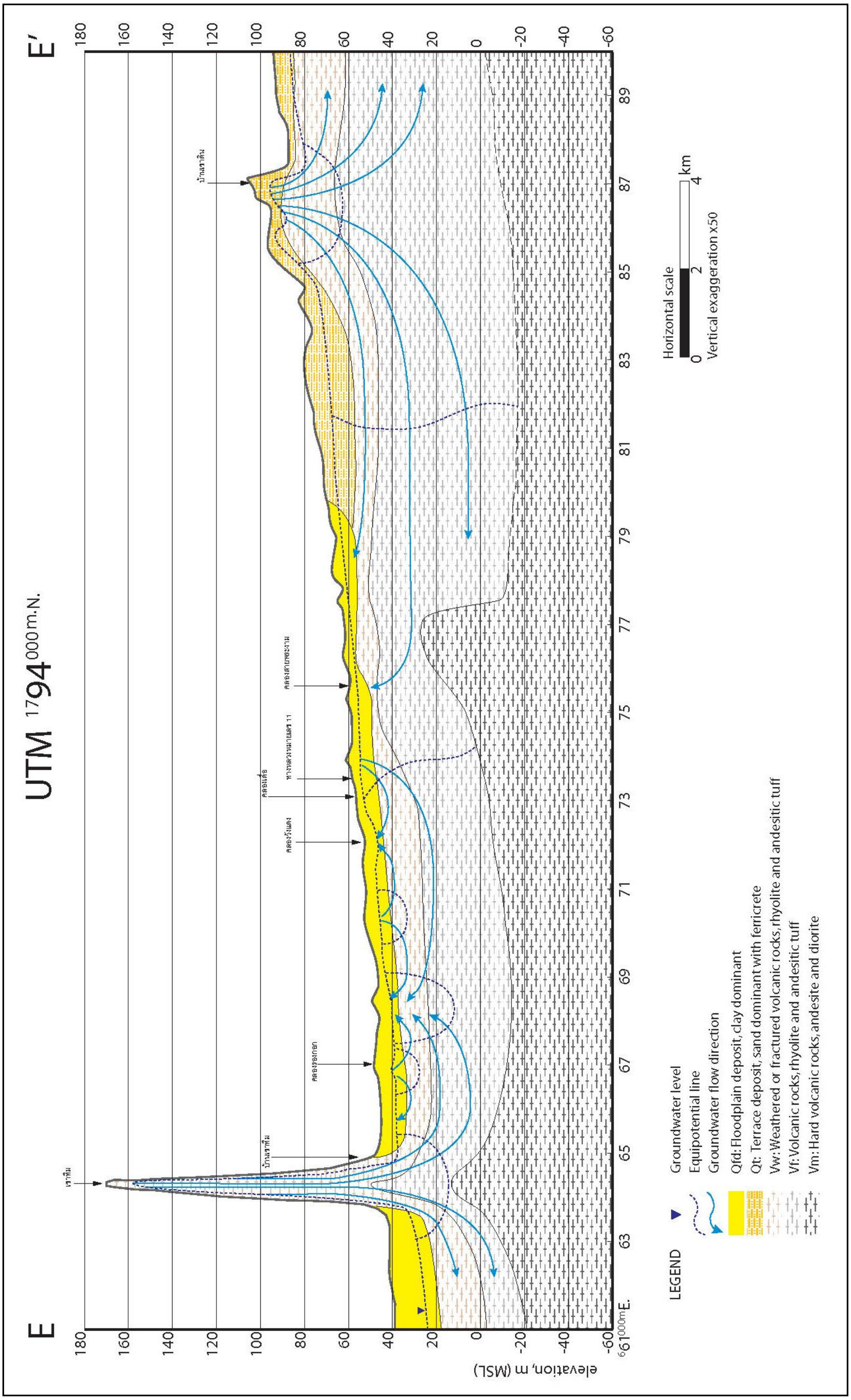
รูปที่ 4.4.2-3 ภาพตัดขวางแสดงระดับน้ำบาดาลและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในแนว A-A’



รูปที่ 4.4.2-4 ภาพตัดขวางแสดงระดับน้ำบาดาลและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในแนว C-C'



รูปที่ 4.4.2-5 ภาพตัดขวางแสดงระดับน้ำบาดาลและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในแนว D-D'



รูปที่ 4.4.2-6 ภาพตัดขวางแสดงระดับน้ำบาดาลและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในแนว E-E′

บทที่ 5
สภาพการปนเปื้อนของสารพิษในสิ่งแวดล้อม

5.1 ความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะโดยวิธี DRASTIC

การจัดทำแผนที่ความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนต่อชั้นหินให้น้ำ เป็นการจำแนกพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ บาดาล โดยพิจารณาจากปัจจัยต่าง ๆ ที่เสริมให้มลสารมีการเคลื่อนที่ใต้ดินลงไปสู่ชั้นน้ำบาดาล ดังนั้นบริเวณที่มีความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล สูงจึงเป็นบริเวณที่เสี่ยงที่มลสารจะสามารถเคลื่อนที่ไปสู่ชั้นน้ำบาดาลได้เร็ว และถ้าหากมีปริมาณมลสารที่ สูงอยู่บนพื้นที่ความอ่อนไหวสูงแล้ว การเคลื่อนที่ของมลสารที่เร็วและมีปริมาณ สูง จะทำให้ก่อสภาวะมลพิษ (Contamination) ในแหล่งน้ำใต้ดินมีการปนเปื้อน ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

การศึกษาการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดินในครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์เพื่อหาความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อมลภาวะ โดยการใช้เทคนิคทางสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ซึ่งเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ มีความแม่นยำ และง่ายต่อการประเมินผลและนำเสนอข้อมูลทั้งในรูปแบบของแผนที่ หรือตาราง (Babiker *et al*., 2005) ผลลัพธ์ดังกล่าวที่ออกมาจะใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการวิเคราะห์หาความเสี่ยงในการเกิดมลภาวะในน้ำใต้ดินขั้นตอนต่อไป

วิธีการประเมินพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนในน้ำบาดาล ที่นิยมใช้คือ DRASTIC ซึ่งประกอบด้วย 7 ปัจจัย เพื่อใช้เป็นดัชนีในการกำหนดการปนเปื้อนในน้ำบาดาล ปัจจัยเหล่านั้นได้แก่

(1) ความลึกของระดับน้ำปกติ (Depth of water: D) ความลึกของชั้นน้ำบาดาลบ่งบอกถึงระยะทางของมลสารที่จะเดินทางจากผิวดินลงสู่ชั้นน้ำบาดาล หากชั้นน้ำบาดาลมีความลึกมากระยะทางที่มลสารจะเดินทางลงไปสู่ชั้นน้ำบาดาลมาก ทำให้มีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนที่ต่ำกว่าชั้นน้ำที่ตื้น

(2) การเพิ่มเติมน้ำ (Net recharge: R) คือ ปริมาณน้ำที่น้ำฝนสามารถซึมผ่านลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ปริมาณฝนในพื้นที่จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่จะนำพามลสารลงไปสู่ชั้นน้ำได้มากและเร็วขนาดไหน

(3) วัสดุในชั้นดิน หินให้น้ำ (Aquifer media: A) ชนิดดิน หิน ที่แตกต่างกันของชั้นน้ำบาดาลมีผลต่อการปนเปื้อนของชั้นน้ำ ไม่ว่าจะเป็นการกระจายของมลสาร การดูดซับมลสาร ลักษณะทางโครงสร้างธรณี คุณสมบัติเฉพาะตัวของชั้นน้ำ เช่น ความสามารถในการซึมผ่านได้ ความสามารถในการกระจายน้ำ ความสามารถในการกั กเก็บน้ำ เป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่มีผลต่อกระบวนการปนเปื้อน โดยทั่วไปถ้าชั้นน้ำมีความพรุนสูง รอยแตกและช่องว่างของรอยแตกมีมาก แสดงถึงโอกาสในการส่งผ่านมลสารต่างๆ ที่มากขึ้น

(4) ชนิดดิน (Soil media : S) ชนิดของหน้าดินเหนือชั้นไม่อิ่มตัว (Vadose zone) เป็นส่วนที่มีกิจกรรมทางชีววิทยาสูง กำหนดอยู่ลึกประมาณไม่เกิน 2 เมตรจากพื้นดิน เป็นช่วงที่มีการปนเปื้อนสูง

เนื่องจากการซึมของน้ำผิวดินลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ถ้ากระบวนการซึมผ่าน (Filtration) กระบวนการย่อยสลายทางชีววิทยา (Biodegradation) กระบวนการดูดซึม (Sorption) และกระบวนการระเหย (Volatilization) และชนิดหน้าดิน (Soil type) จะมีผลโดยตรงต่อการปนเปื้อน

(5) ภูมิประเทศ /ความลาดชัน (Topography : T) ภูมิประเทศมีผลโดยตรงต่อการกระจายตัวของมลสารและการซึมผ่านลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ถ้าลักษณะภูมิประเทศสูงชัน การไหลของน้ำผิวดินจะมีความรวดเร็ว ทำให้การดูดซึมลงสูงน้ำบาดาลน้อย การปนเปื้อนของมลสารในบริเวณนั้นๆจะมีโอกาสน้อยลงตามลักษณะของภูมิประเทศ

(6) ผลกระทบในชั้นไม่อิ่มตัว (Impact of vadose zone : I) คือ บริเวณที่ชั้นดิน หินที่ไม่อิ่มตัวอยู่สูงจากระดับน้ำบาดาล กระบวนการทางชีววิทยา กร ะบวนการทางเคมี กระบวนการซึมผ่าน กระบวนการกระจายมลสาร และกระบวนการอื่นๆ ที่มีกิจกรรมในชั้นนี้ จะมีผลต่อการส่งผ่านมลสารสู่ชั้นน้ำบาดาล

(7) ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (Hydraulic conductivity of the aquifer; C) ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านเกี่ยวเนื่องถึงความสามารถการให้น้ำของชั้นน้ำบาดาล ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านมาก การกระจายของมลสารก็จะมากตามไปด้วย

ปัจจัยแต่ละปัจจัยจะนำมาพิจารณาเพื่อกำหนดค่าด้วยตัวเลข อีกทั้งยังพิจารณาถ่วงน้ำหนักของแต่ละปัจจัย จากนั้นรวมค่าที่ไ ด้จากทุกปัจจัยจะเป็นค่าดัชนี DRASTIC โดยผลของข้อมูลที่ออกมาจะแสดงเป็นค่าตัวเลข ซึ่งเป็นค่าเปรียบเทียบที่จะแสดงให้เห็นถึงความอ่อนไหวที่สูงต่ำแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ โดยจะนำค่าต่างๆ แบ่งชั้นความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนออกเป็นชั้นต่างๆ 5 ชั้นด้วยกัน ได้แก่ ชั้นการปนเปื้อนสูงมาก สูง กลาง ต่ำ และต่ำมาก

นอกจากการวิเคราะห์เพื่อหาความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของชั้นน้ำบาดาลแล้ว การหาแหล่งที่มาของมล สาร นับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งในบริเวณที่อยู่ใกล้แหล่งมล สารจะต้องได้รับการปนเปื้อนมากที่สุดและต้องมีการจัดการอย่างดีและเร่งด่วน ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อๆ ไป

5.1.1 การศึกษาและจัดทำแผนที่ความอ่อนไหวทางอุทกวิทยา โดยวิธี DRASTIC

Aller *et al.*, (1987) ได้จัดทำหลักการในการประเมินใน ค .ศ. 1987 โดยการประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ มีสามส่วนหลักๆ ได้แก่ การให้ค่าน้ำหนักของปัจจัยแต่ละปัจจัย (Weights) ช่วงกำหนดค่าคะแนนของปัจจัย (Ranges) และ ค่าคะแนนของปัจจัย (Rating) ซึ่งเทคนิคการกำหนดค่าต่างๆ ปรับปรุงจาก Dee *et al.*, (1973) โดยได้นำข้อมูลปฐมภูมิจากการสำรวจและวิเคราะห์ในภาคสนาม ร่วมกับข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ มาร่วมทำการศึกษาโดยชนิดของข้อมูลต่างๆ ได้แจกแจงดัง**ตารางที่ 5.1.1-1**

(1) ค่าน้ำหนักแต่ละปัจจัย (Weights)

ค่าน้ำหนักของปัจจัยของการประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล ต่อการเกิดมลภาวะ ได้ถูกกำหนดจาก ข้อสรุปของคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญด้านต่างๆ ที่สอดคล้องและมีเหตุผลอ้างอิง ดังแสดงใน**ตารางที่ 5.1.1-1**

(2) ช่วงกำหนดค่าคะแนนของปัจจัย (Ranges)

การกำหนดค่าคะแนนของปัจจัย (Rating) ในการประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล ต่อการเกิดมลภาวะ เพื่อช่วยในการตัดสินใจในการประเมินฯ ได้มีการกำหนดเป็นช่วงตามลำดับความอ่อนไหวของแต่ละปัจจัย โดยปัจจัย ด้าน D, R, S, T, และ C ได้มีการกำหนดค่าคะแนน 1 ค่าต่อช่วงการกำหนดคะแนน แต่ปัจจัย A และ I สามารถปรับค่าคะแนนได้ โดยอาศัยความรู้ความเชี่ยวชาญในศาสตร์นั้นๆ ดังรายละเอียดใน**ตารางที่ 5.1.2-1, 5.1.3-1, 5.1.4-1, 5.1.5-1, 5.1.6-1, 5.1.7-1 และ 5.1.8-1**

ตารางที่ 5.1.1-1 ค่าการให้น้ำหนักแต่ละปัจจัยในการประเมินแบบ DRASTIC

รายละเอียด	ค่าน้ำหนัก
1. ความลึกของระดับน้ำปกติ (Depth of water : D_w)	5
2. การเพิ่มเติมน้ำ (Net recharge : R_w)	4
3. วัสดุในชั้นดิน หินให้น้ำ (Aquifer media : A_w)	3
4. ชนิดดิน (Soil media : S_w)	2
5. ภูมิประเทศ /ความลาดชัน (Topography : T_w)	1
6. ผลกระทบในชั้นไม่อิ่มตัว (Impact of vadose zone : I_w)	5
7. ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (Hydraulic Conductivity of the aquifer : C_w)	3

สมการในการประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะแบบ DRASTIC มีรายละเอียดดังนี้

$$D_RD_W+R_RR_W+A_RA_W+S_RS_W+T_RT_W+I_RI_W+C_RC_W = \text{DRASTIC INDEX}$$

(ดัชนีความเสี่ยงการปนเปื้อนมลสาร)

โดยที่ R = ค่าคะแนนของปัจจัย (Rating)
W = ค่าน้ำหนักของปัจจัย (Weights)

โดยค่าดัชนีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนดังกล่าวแสดงถึงการตรวจวัดความอ่อนไหวในเชิงเปรียบเทียบ นั่นคือพื้นที่ที่มีค่าดัชนีมากกว่าอีกพื้นที่หนึ่ง แสดงว่าพื้นที่นั้น ๆ มีความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะมากกว่าอีกพื้นที่หนึ่ง อย่างไรก็ตามพื้นที่ที่มีค่าดัชนีต่ำ ไม่ได้หมายความว่า

พื้นที่นั้นไม่มีความอ่อนไหวต่อการเกิดมลภาวะเลย เพียงแต่เป็นพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวน้อยกว่าพื้นที่ที่มีค่าดัชนีที่สูงกว่าเท่านั้น ในทางกลับกันพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวสูง ก็จะเป็นพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวมากกว่าพื้นที่โดยรอบว่ามีความอ่อนไหวมากกว่าเท่านั้น

การประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ สามารถแบ่งขั้นตอนการศึกษาออกเป็น 6 ขั้นตอนหลัก ได้แก่

1. การรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ จากแหล่งต่างๆ
2. การ วิเคราะห์และแปลผลข้อมูลให้ตรงกับการแบ่งกลุ่มเพื่อกำหนดช่วงข้อมูลของ DRASTIC
3. การนำเข้าข้อมูล ให้สู่ระบบ GIS พื้นฐาน โดยในที่นี้ใช้ ARCGIS 9.3 เป็นโปรแกรมในการวิเคราะห์ และทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Spatial analysis ซึ่งจะต้องนำค่าทั้งหมดแปลงเป็น RASTER FORMAT โดยมีความละเอียดของแต่ละ Pixel อยู่ที่ 30x30 ตารางเมตร
4. การกำหนด และแบ่งช่วงค่าข้อมูล (คะแนน) โดยทำการแปลความหมายของข้อมูลและให้คะแนนของข้อมูลต่าง ๆ เพื่อทำการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป
5. การคำนวนค่าดัชนี DRASTIC โดยขั้นตอนนี้จะเป็นขั้นตอนการคำนวนข้ อมูลทั้งหมด โดยค่าต่ำสุดและสูงสุดที่เป็นไปได้ของดัชนี DRASTIC คือ 23 และ 226 ตามลำดับ
6. การจัดลำดับความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่โครงการ

ข้อมูลที่นำมาใช้เพื่อการ วิเคราะห์ความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะในครั้งนี้ได้สรุปไว้ใน**ตารางที่ 5.1.1-2**

5.1.2 การกำหนดความลึกถึงระดับน้ำ (Depth to groundwater table; D)

(1) วิธีการคำนวนความลึกถึงระดับน้ำ

ความลึกถึงระดับน้ำเป็นปัจจัยกำหนดที่สำคัญตัวหนึ่ง ซึ่งแสดงถึงระยะทางที่มลสารใช้เวลาเดินทางไปก่อนที่จะถึงระดับน้ำใต้ดิน โดยทั่วไปแล้วมลสารจะใช้เวลาลงสู่ระดับน้ำใต้ดินตามระยะทางหรือความลึกของตัวกลาง การคำนวณหาความลึกของระดับน้ำ พิจารณาจากชนิดของชั้นน้ำ ใต้ดินตามระยะทาง หรือความลึกของตัวกลาง การคำนวณหาความลึกของระดับน้ำใต้ดิน พิจารณาจากชนิดของชั้นน้ำใต้ดิน กล่าวคือ ถ้าเป็นชั้ นน้ำมีแรงดัน (Confined aquifer) ค่าความลึกของระดับน้ำ (D) จะเท่ากับระยะทางจากผิวดินถึงขอบเขตด้านบนของชั้นน้ำ(Depth to top of aquifer) ส่วนกรณีของชั้นน้ำไม่มีแรงดัน (Unconfined aquifer) ค่าความลึกของระดับน้ำจะเท่ากับระยะทางจากผิวดินถึงระดับน้ำ(Water table)

ในการศึกษาเพื่อวิเคราะห์ค่าความลึกถึงระดับน้ำ (D) ขั้นแรกจะทำการศึกษาภาพรวมของพื้นที่ว่าเป็นชั้นน้ำแบบมีแรงดัน หรือไม่มีแรงดัน โดยพิจารณาจากข้อมูลชั้นน้ำบาดาลของพื้นที่จากนั้นจึงหาค่าความลึกของระดับน้ำบาดาลจากหลุมเจาะบาดาลในพื้นที่ศึกษา

เมื่อมีข้อมูลความลึกของน้ำบาดาลจากระดับผิวดินแล้ว นำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) และแปลงเป็น RASTER ขนาดกริด 30x30 ตารางเมตร จากนั้นกำหนดค่าคะแนนให้กับค่าคะแนนของปัจจัยของความลึกถึงระดับน้ำบาดาล (D_r) แสดงใน **ตารางที่ 5.1.2-1**

ตารางที่ 5.1.1-2 ข้อมูลนำมาใช้วิเคราะห์

ปัจจัย		ข้อมูล	แหล่งข้อมูล
D	ความลึกของระดับน้ำปกติ	ข้อมูลระดับน้ำใต้ดิน	ฐานข้อมูลพสุธารา
R	การเพิ่มเติมน้ำ	แผนที่ชุดดิน ข้อมูลสถิติปริมาณน้ำฝน 30 ปี	กรมพัฒนาที่ดิน ปี 2550 กรมอุตุนิยมวิทยา 2552
A	วัสดุในชั้นดิน หินให้น้ำ	แผนที่ธรณีวิทยา แผนที่อุทกธรณีวิทยา	กรมทรัพยากรธรณี 2543 กรมทรัพยากรน้ำบาดาล 2545
S	ชนิดดิน	แผนที่ชุดดิน แผนที่ภูมิประเทศ	กรมพัฒนาที่ดิน 2550 กรมแผนที่ทหาร 2543
T	ภูมิประเทศ /ความลาดชัน	แผนที่ภูมิประเทศ	กรมแผนที่ทหาร 2543
I	ผลกระทบในชั้นไม่อิ่มตัว	ข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ แผนที่ธรณีวิทยา	ฐานข้อมูลพสุธารา กรมทรัพยากรธรณี 2543
C	ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน	ข้อมูลการสูบทดสอบ ข้อมูลธรณีวิทยาหลุมเจาะ ข้อมูลธรณีวิทยา	ฐานข้อมูลพสุธารา ฐานข้อมูลพสุธารา กรมทรัพยากรธรณี 2543

ตารางที่ 5.1.2-1 ช่วงกำหนดค่าคะแนนของปัจจัย (Ranges) และค่าคะแนนของปัจจัย (Rating) ของความลึกของระดับน้ำปกติ (Depth of Water (feet); D)

ความลึกถึงระดับน้ำ (feet)	D_r
0-5	10
5-15	9
15-30	7
30-50	5
50-75	3
75-100	2
>100	1

(2) ผลการคำนวณความลึกถึงระดับน้ำบาดาล

จากที่กล่าวถึงวิธีการคำนวณค่าความลึกถึงชั้นน้ำบาดาล(D) ที่ต้องแยกประเภทของชั้นหินอุ้มน้ำ และดูทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่ศึกษา พบว่า เทือกเขาต่าง ๆ ทางตะวันออกเป็นแหล่งรับน้ำฝนและซึมลงสู่ชั้นตะกอนร่วน จากนั้นไหลลงสู่ที่ราบด้านตะวันตกซึ่งเป็นแหล่งสะสมตะกอนก่อนไหลลงสู่ระบบทางน้ำธรรมชาติ

จากข้อมูลระดับน้ำบาดาลจำนวน 190 บ่อ อยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำแบบไม่มีแรงดัน (Unconfined aquifer) โดยพิจารณาค่าความลึกถึงระดับน้ำเท่านั้น (Water table) พบว่า พื้นที่ที่เป็นบริเวณหินแข็งมีค่าระดับของชั้นน้ำบาดาลที่ตื้นกว่าในบริเวณที่เป็นตะกอนยุคใหม่ โดยบริเวณหินแข็งนี้จะกระจายตัวอยู่ทางตะวันตก และตอนกลางของพื้นที่เป็นส่วนใหญ่ โดยมีระดับน้ำบาดาลเฉลี่ย 4 เมตร จากระดับผิวดิน ส่วนบริเวณที่เป็นตะกอนยุคใหม่ คือ บริเวณตำบลวังหลุม ตำบลทับคล้อ ตำบลเขาเจ็ดลูก และตำบลหนองพระ ซึ่งเป็นทางลงไปสู่แม่น้ำน่าน ซึ่งมีระดับน้ำบาดาล อยู่ประมาณ22 เมตรจากผิวดิน เพราะฉะนั้นจากข้อมูลดังกล่าว พบว่า บริเวณที่มีค่าคะแนน D มาก (9-10) จะอยู่ในบริเวณตอนกลางและตะวันตกของพื้นที่ ส่วนบริเวณที่ ค่าเป็นกลางนั้น (5-7) จะอยู่บริเวณตอนกลางของพื้นที่ ส่วนบริเวณที่มีค่า D ต่ำนั้นจะอยู่ทางตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ กล่าวได้โดยสรุปว่า พื้นที่ส่วนใหญ่ของพื้นที่ศึกษานั้นมีค่าคะแนน D ค่อนข้างสูงถึงสูงกระจายอยู่เป็นส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ90 แสดงผลปัจจัยระดับความลึกดัง**รูปที่ 5.1.2-1**

5.1.3 การคำนวนปริมาณน้ำสุทธิที่เพิ่มเติมสู่ชั้นหินอุ้มน้ำ (Net Racharge: R)

(1) วิธีการคำนวนปริมาณน้ำสุทธิที่เพิ่มเติมสู่ชั้นหินอุ้มน้ำ

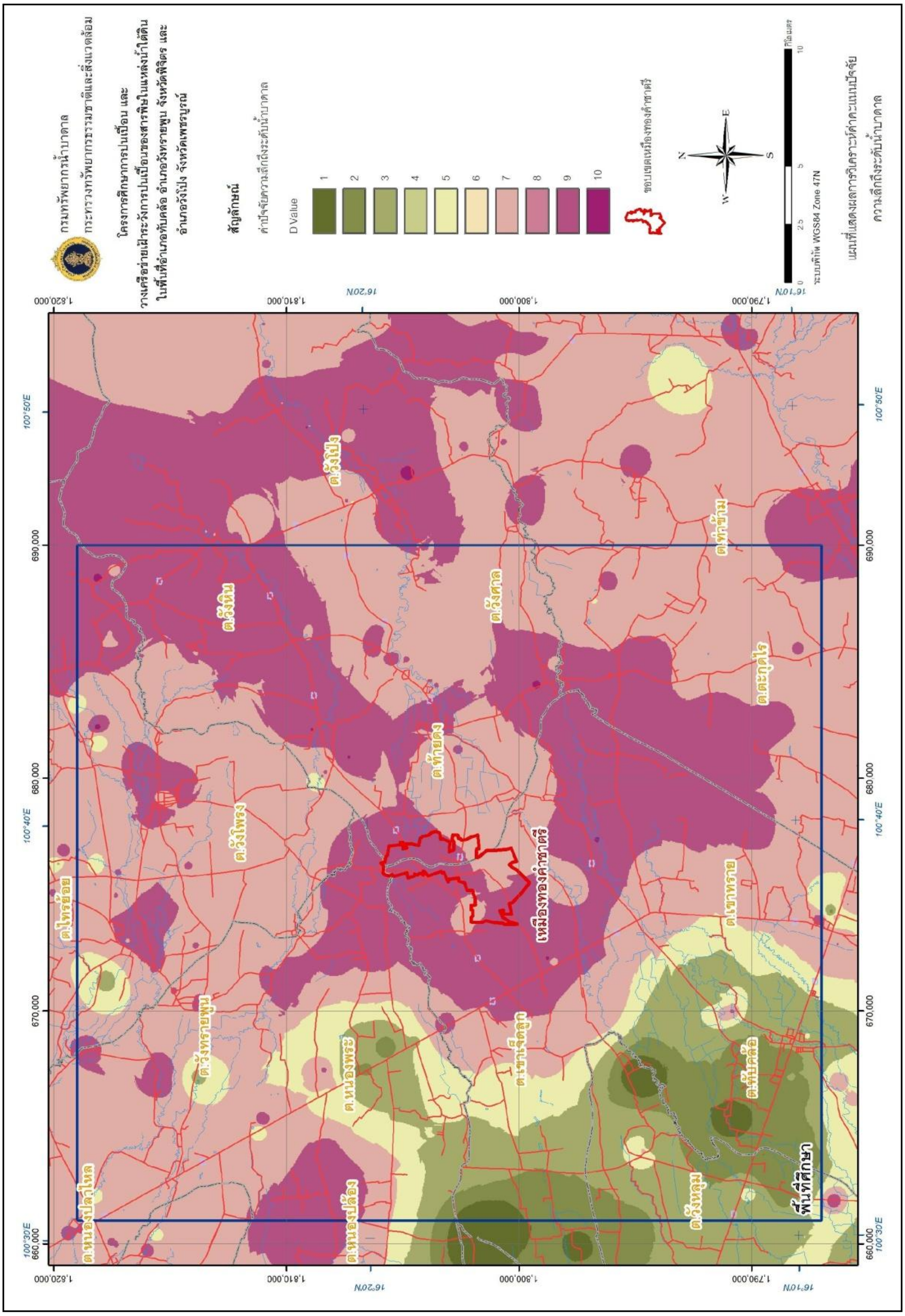
อัตราการซึมของน้ำสู่ชั้นหินอุ้มน้ำ (R) แสดงถึงปริมาณน้ำซึ่งเป็นตัวทำละลายและนำมลสารลงสู่ชั้นหินอุ้มน้ำ นอกจากนั้นยังเป็นปัจจัยกำหนดปริมาณน้ำที่ซึมไปเพื่อเจือจางมลสารต่างๆ ลงไปยังชั้นเหนือระดับน้ำบาดาล (Vadose zone) และลงไปยังชั้นอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturated zone) โดยทั่วไปแล้ว ถ้าปริมาณการซึม (Recharge) มาก ศักยภาพในการเกิดมลภาวะในน้ำบาดาลก็จะมากขึ้นเช่นกัน

อัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ขึ้นอยู่กับปัจจัยสำคัญ คือ ปริมาณน้ำฝนที่ตกลงในพื้นที่ศึกษา และอัตราการซึมผ่านของน้ำฝนตามชนิดของกลุ่มชุดดิน จากการศึกษาของสุจริตและปณต (2545) พบว่า อัตราการซึมผ่านในหน่วยร้อยละของปริมาณฝน (r) และสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำในชุดดินต่างๆ ในหน่วยเซนติเมตรต่อชั่วโมง (i) มีความสัมพันธ์กันดังนี้

$$r = 0.24i + 3.2$$

โดย r คือ อัตราการซึมผ่านในหน่วยร้อยละของปริมาณฝน

i คือ สัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำในชุดดินต่างๆ ในหน่วยเซนติเมตรต่อชั่วโมง



รูปที่ 5.1.2-1 ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนปัจจัยความลึก

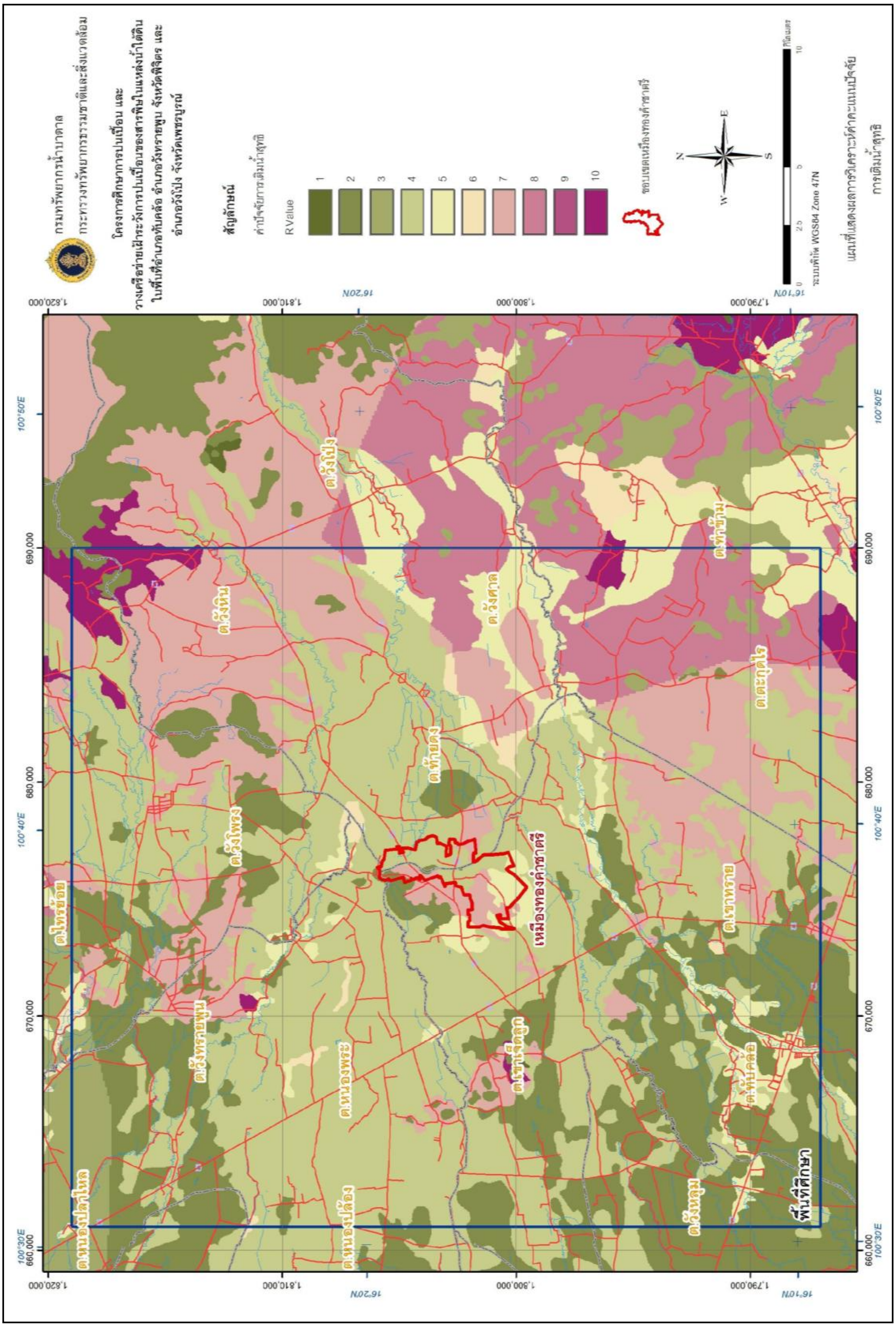
สรุปได้ว่าปริมาณน้ำฝนที่ไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาลโดยอาศัยความสัมพันธ์กับกลุ่มชุดดินเป็นอัตราส่วนในช่วงร้อยละ 3.88 ถึง 11.00 ของปริมาณฝนรายเดือนที่ตกลงในพื้นที่ ซึ่งจากการศึกษาดังกล่าว มีค่าอัตราการซึมของน้ำฝนสู่แหล่งน้ำใต้ดินใกล้เคียงกับการศึกษาของ วจี และ สมชัย (2541) ซึ่งระบุว่าอัตราการซึมของน้ำฝนสู่แหล่งน้ำใต้ดินในพื้นที่ภาคกลางของชั้นน้ำบาดาลที่มีสภาพทางธรณีวิทยาแบบหินแข็งมี น้ำปานกลาง หินแข็งมีน้ำมาก และหินร่วน เท่ากับร้อยละ 3 5 และ 10 ของปริมาณฝนเฉลี่ยที่ตกในพื้นที่ตามลำดับ กำหนดค่าคะแนนให้กับการเพิ่มเติมน้ำ (R_r) แสดงใน **ตารางที่ 5.1.3-1**

ตารางที่ 5.1.3-1 ค่าคะแนนของปัจจัยปริมาณน้ำสุทธิที่เพิ่มเติมในชั้นหินอุ้มน้ำ (R_r)

อัตราเพิ่มเติมน้ำสุทธิ (cm/hr)	R_r
0 - 2	1
2 - 4	3
4 - 7	6
7 - 10	8
> 10	9

(1) ผลการวิเคราะห์

จากการศึกษาข้อมูลปริมาณน้ำฝน จากกรมอุตุนิยมวิทยา พ .ศ. 2550 พบว่า พื้นที่ศึกษามีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย1,050 ถึง 1,330 มิลลิเมตร/ปี โดยบริเวณริมเขาฝั่งตะวันตกบริเวณตำบลท่าข้ามมีปริมาณฝนมากสุด มากกว่า 1,220 มิลลิเมตร/ปี อย่างไรก็ตาม อัตราการซึมของน้ำไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนเพียงอย่างเดียว โดยขึ้นอยู่กับความสามารถในการยอมให้น้ำซึมผ่านของดินแต่ละชนิดด้วย สำหรับการวิเคราะห์และให้ค่าคะแ นน ในระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ได้ผลการคำนวณอัตราการซึมของน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาล แสดงค่าคะแนนการเติมน้ำในพื้นที่ศึกษาดัง**รูปที่ 5.1.3-1** โดยจะพบว่าการเติมน้ำของทั้งพื้นที่มีค่า 0.5-5 นิ้ว/ปี บริเวณที่มีการซึมมากอยู่บริเวณตำบลวังศาลอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ตำบลท่าข้าม และตำบลตะกุดไร อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ อยู่บริเวณตะวันออกของพื้นที่โครงการติดภูเขาสูง ซึ่งเป็นบริเวณที่มีปริมาณฝนมากกว่าบริเวณอื่น ดังที่กล่าวไปแล้ว พื้นที่ที่มีการซึมรองลงมา คือ บริเวณตอนกลางของพื้นที่ที่มีดินพวกดินเหนียวปนทราย และดินทรายกระจายตัวอยู่ในพื้นที่3 ตำบล ได้แก่ ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ตำบลหนองพระ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร และตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ส่วนบริเวณที่มีการซึมน้อยที่สุดอยู่บริเวณทางตะวันตกของพื้นที่ ที่เป็นบริเวณที่มีดินเหนียวปิดทับเป็นบริเวณกว้าง และมีปริมาณน้ำฝนน้อยกว่าบริเวณอื่น 4 ตำบล ได้แก่ ตำบลหนองปลาไหล อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร ตำบลไทรย้อย อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ตำบลวังหลุม อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร และตำบลทับคล้อ อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร



รูปที่ 5.1.3-1 ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนปัจจัยการเพิ่มเติมน้ำสุทธิ

5.1.4 การวิเคราะห์วัสดุของชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer Media, A)

(1) วิธีการวิเคราะห์วัสดุของชั้นหินอุ้มน้ำ

ลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer media, A) พิจารณาจากวัสดุว่าเป็นตะกอนร่วนหรือหินแข็ง (Unconsolidated or Consolidated rock) ซึ่งในชั้นน้ำบาดาลที่เป็นหินแข็ง อัตราการซึมผ่านของน้ำขึ้นอยู่กับรอยแตกหรือรอยเลื่อนของหิน ถ้าชั้นหินอุ้มน้ำเป็นหินแข็งมีรอยแตกมาก จะทำให้ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำบาดาลได้ ดี นั่นคือ มีความเคลื่อนไหลของน้ำบาดาลมากขึ้นด้วย ส่วนชั้นหินอุ้มน้ำที่เป็นตะกอนร่วน (Unconsolidated aquifer) อัตราการซึมผ่านของน้ำจะขึ้นอยู่กับขนาดและการเรียงตัวของเม็ดตะกอน หลังจากพิจารณาลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำแล้ว จึงนำข้อมูลทั้งหมดเข้าสู่ระบบสารสนเทศท างภูมิศาสตร์ (GIS) พร้อมทั้งแปลงเป็น Raster format ขนาดกริด 30x30 ตร.ม. ดัง **ตารางที่ 5.1.4-1** เป็นรายละเอียดการกำหนดค่าคะแนนตามชนิดของวัสดุในชั้นหินอุ้มน้ำที่ดัดแปลงมาจากการให้คะแนนของ Aller *et al.* (1987)

ตารางที่ 5.1.4-1 ช่วงกำหนดค่าคะแนนของปัจจัย (Ranges) และค่าคะแนนปัจจัยของวัสดุทางธรณีวิทยาที่ประกอบเป็นชั้นหินอุ้มน้ำ (A_r)

วัสดุทางธรณีวิทยาที่ประกอบเป็นหินอุ้มน้ำ	ช่วงค่า A_r ตามดุลพินิจ	A_r
1. หินชนวนเนื้อแน่น	1-3	2
2. หินแปร/หินอัคนี	2-5	3
3. หินแปรผุ/หินอัคนีผุ	3-5	4
4. หินทรายชั้นบาง/หินปูนชั้นบาง	5-9	6
5. หินชนวนแทรกสลับ	4-9	6
6. หินทรายเนื้อแน่น	4-9	6
7. หินปูนเนื้อแน่น	4-9	8
8. กรวดและทราย	2-10	9
9. หินบะซอลต์	9-10	10

(2) ผลการวิเคราะห์

วัสดุทางธรณีวิทยาของชั้นหินอุ้มน้ำเป็นตัวกำหนดอัตราการไหลของน้ำบาดาลและมลสารตลอดจนการสลายตัวของมลสารในชั้นหินอุ้มน้ำนั้น ซึ่งคุณสมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำเป็นอีกปัจจัยที่มีความสำคัญ เพราะเป็นปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำได้ (Hydraulic conductivity) โดยตรง เนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำเป็นตัวบ่งบอกความสามารถของน้ำบาดาลหรือมลสาร ที่จะเคลื่อนที่ได้ในตัวกลางนั้นๆ

จากการวิเคราะห์วัสดุทางธรณีวิทยาของชั้นหินอุ้มน้ำ ดัง**รูปที่ 5.1.4-1** พบว่า พื้นที่ส่วนใหญ่มีชนิดของวัสดุของชั้นหินอุ้มน้ำเป็นหินแข็งหลายชนิด เช่น หินปูน หินแกรนิต หินทราย และหินภูเขาไฟ โดยชั้นหินแข็งเหล่านี้อยู่บริเวณตอนกลางถึงฝั่งตะวันตกของพื้นที่ ส่วนชั้นหินอุ้มน้ำจำพวกตะกอนยุคใหม่ จะวางตัวอยู่บริเวณตะวันออกของพื้นที่ขนานกับแม่ น้ำน่าน จากลักษณะของชั้นหินอุ้มน้ำที่หลากหลายนี้ ทำให้ค่าคะแนนของวัสดุทางธรณีวิทยาของชั้นหินอุ้มน้ำ มีค่าตั้งแต่3 ถึง 9 คะแนน ดังนี้

1) พื้นที่ตำบลวังหิน ตำบลวังศาล ตำบลตะกุดไร ฝั่งตะวันตกของตำบลวังโพรง รวมถึงบริเวณเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง มีชั้นหินอุ้มน้ำเป็นหินภูเขาไฟผุ จึงทำให้ชั้นหินอุ้มน้ำดังกล่าวมีค่าคะแนนเท่ากับ 4

2) พื้นที่ตอนเหนือของพื้นที่ศึกษา มีชั้นหินอุ้มน้ำหินทรายชั้นหนาแทรกสลับกับหินดินดาน จึงมีค่าคะแนนเท่ากับ 6

3) พื้นที่ทางตอนกลางถึงทางตะวันตกของพื้นที่ มีชั้นหินอุ้มน้ำเป็นหินปูนเ นื้อหนา ทำให้ชั้นหินอุ้มน้ำดังกล่าวมีค่าเท่ากับ 8

4) พื้นที่ทางตะวันตกของพื้นที่นั้น เป็นหินอุ้มน้ำจำพวกตะกอนยุคใหม่ จำพวกดินทราย กรวด และดินเหนียว ทำให้ชั้นหินดังกล่าวมีค่าคะแนนเท่ากับ 9

เมื่อพิจารณาคุณสมบัติของชั้นหินอุ้มน้ำในพื้นที่ศึกษาต่อความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลแล้วพบว่า พื้นที่ที่เป็นบริเวณชั้นตะกอนยุคใหม่ เป็นบริเวณที่มีค่าความอ่อนไหวสูงที่สุด ซึ่งพื้นที่บริเวณนี้ยังเป็นชั้นตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว มีค่าการซึมผ่านของน้ำสูงกว่า บริเวณอื่ น ทำให้อัตราการแพร่ของมลสารได้มากกว่าชั้นหินอุ้มน้ำประเภทอื่นๆ

5.1.5 การวิเคราะห์วัสดุของดิน (Soil Media, S)

(1) วิธีการวิเคราะห์วัสดุของดิน

ดิน คือ วัสดุที่อยู่ชั้นบนสุดของพื้นผิวโลก มีการกัดกร่อนและผุพังตามแต่สภาพของภูมิอากาศและภูมิประเทศ โดยเฉลี่ยแล้วดินมีความลึ กไม่เกิน 2 เมตรจากผิวดิน (Osborn. N.I., and other, 1998) ดินมีผลต่อปริมาณน้ำที่สามารถซึมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินเป็นอย่างมาก โดยทั่วไปแล้วดินที่มีความสามารถในการหดตัว หรือพองตัวน้อยกว่า และมีอนุภาคดินที่เล็กกว่ามลสารจะผ่านชั้นดินนั้นลงสู่ระดับน้ำบาดาลได้ยากกว่าดินที่มีความสามารถในการหดตัวหรือพองตัวมากกว่าและมีอนุภาคขนาดใหญ่

ข้อมูลคุณสมบัติของดินในพื้นที่ศึกษา จากแผนที่กลุ่มชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน นำมาจัดกลุ่มคุณสมบัติดินตามลักษณะทางกายภาพ และเข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) และแปลงเป็น Raster format ขนาดกริด 30x30 ตร.ม. หลังจากนั้นหาค่าคะแนนของคุณสมบัติดิน (S) อ้างอิงดัง**ตารางที่ 5.1.5-1**

(2) ผลการวิเคราะห์

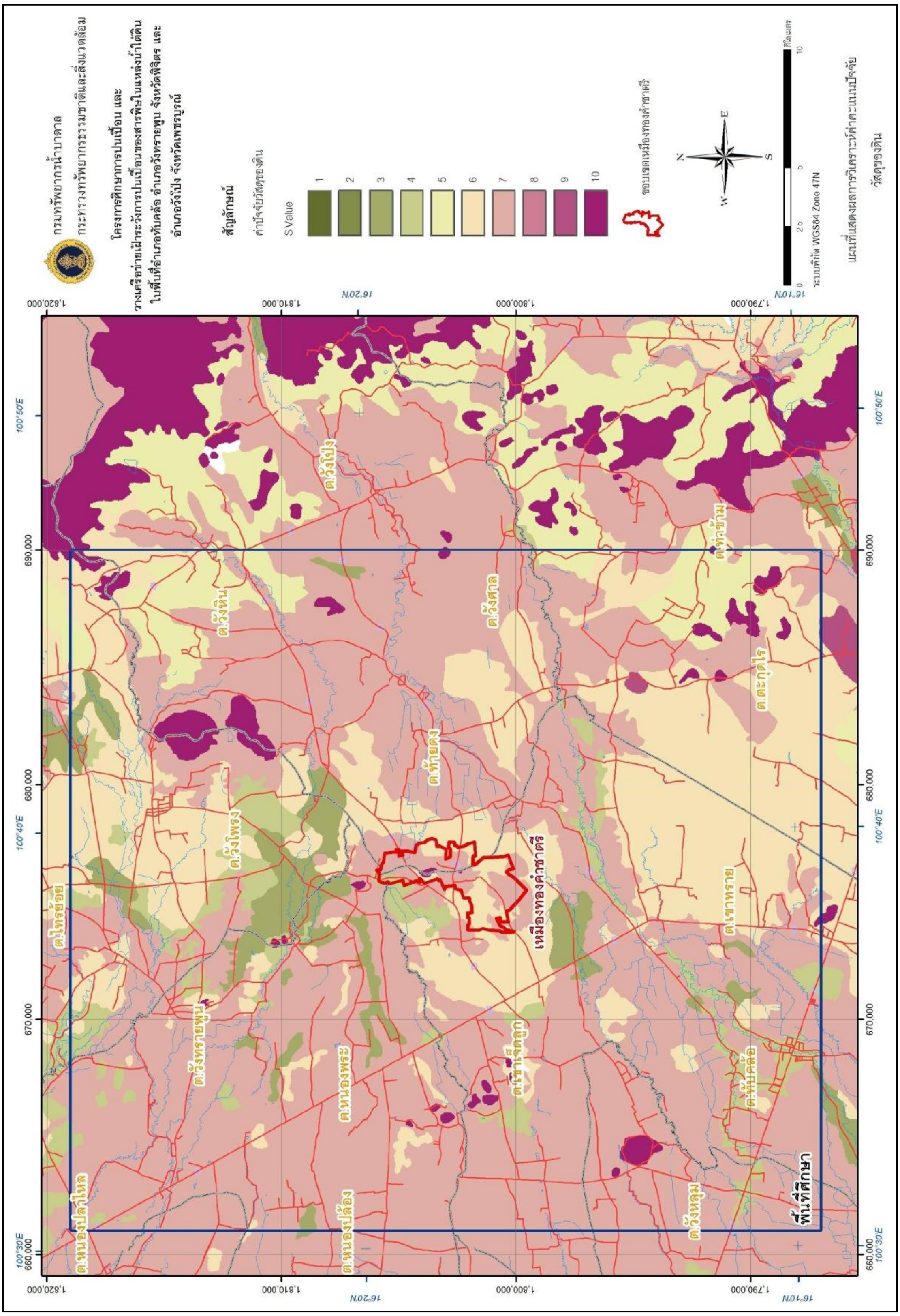
จากการนำข้อมูลคุณลักษณะของดินที่ได้มาจากแผนที่ชุดดินของกรมพัฒนาที่ดิน มาจัดกลุ่มใหม่ลักษณะของดิน แล้วนำมาประเมินค่าคะแนนตามวิธีการของ DRATIC แล้วทำการประมวลด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ ให้ผลดัง**รูปที่ 5.1.5-1**

ตารางที่ 5.1.5-1 ค่าคะแนนของปัจจัย ของวัสดุดินชนิดต่างๆ (S_r)

ชนิดดิน	S_r
1. ชั้นดินบางมาก หรือไม่มีเลย (Thin or Absent)	10
2. กรวด (Gravel)	10
3. ทราย (Sand)	9
4. ซากพืช (Peat)	8
5. ดินเหนียวอัดแน่น (Aggregated clay)	7
6. ทรายปนดินร่วน(Sandy loam)	6
7. ดินร่วน (Loam)	5
8. ทรายแป้งปนดินร่วน(Silty loam)	4
9. ดินเหนียวปนดินร่วน(Clay loam)	3
10. โคลน (Mud)	2
11. ดินเหนียวร่วนซุย (Nonaggregated clay)	1

ผลจากการวิเคราะห์ค่าคะแนนปัจจัยสมบัติของดิน ในพื้นที่ศึกษา พบว่ามีค่าคะแนนอยู่ที่ 3-10 โดยทั่วไปแล้วมีค่าคะแนนปัจจัยสมบัติของดิน เท่ากับ 7 กระจายตัวอยู่ทั่วพื้นที่ โดยส่วนใหญ่ถูก ปกคลุมด้วยชั้นดินเหนียว ที่เกิดจากการพัดพาของระบบทางน้ำเป็นหลัก และพบว่า ค่าคะแนนปัจจัยสมบัติของดิน เท่ากับ 6 นั้น กระจายตัวในตอนกลางของพื้นที่วางตัวในแนวเหนือใต้ โดยจะเป็นพื้นที่ที่เป็นดินทรายปนดินร่วน

ส่วนค่าคะแนนปัจจัยวัสดุของดิน ที่มีค่าน้อยนั้น (ค่าคะแนนปัจจัยสมบัติของดินเท่ากับ 3 และ 4) จะกระจายตัวอยู่บริเวณตำบลวังโป่ง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ และด้านใต้ของเหมือง งแร่ทองคำอัคราไมนิ่งเป็นกระจุกใหญ่



รูปที่ 5.1.5- 1 ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนปัจจัยวัสดุของดิน

5.1.6 การวิเคราะห์หาค่าความลาดชันของภูมิประเทศ (Topography, T)

(1) วิธีการคำนวณความลาดชันของภูมิประเทศ

ข้อมูลภูมิประเทศแสดงถึงความลาดชัน (Slope) ของพื้นที่ซึ่งเป็นปัจจัยที่มีผลต่อความเป็นไปได้ที่มลสารลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ถ้าพื้นที่มีความลาดชันน้อย น้ำที่ไหลผ่านพื้นที่มีการไหลของน้ำท่าน้อย (Run off) โอกาสที่มลสารจะไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาลได้มากขึ้น ในทางตรงข้ามพื้นที่ที่มีความลาดชันสูง น้ำท่าจะไหลจากพื้นที่ ได้เร็วกว่าทำให้โอกาสที่มลสารจะสัมผัสผิวดิน และไหลลงสู่ชั้นน้ำบาดาลน้อยลง โดยข้อมูลเหล่านี้ถูกนำเข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ แปลงเป็น Raster format ด้วยค่ากริดขนาด 30x30 ตารางเมตร หลังจากนั้นจึงแปลงค่าความสูงของพื้นที่เป็นค่าความลาดชันโดยคิดเป็นร้อยละ และให้คะแนนความลาดชันของพื้นที่ (T) ตามช่วงความลาดชันแต่ละกริดดัง**ตารางที่ 5.1.6-1**

ตารางที่ 5.1.6-1 เปอร์เซ็นต์ช่วงความลาดชัน และค่าคะแนนของปัจจัยของความลาดชัน (T_r)

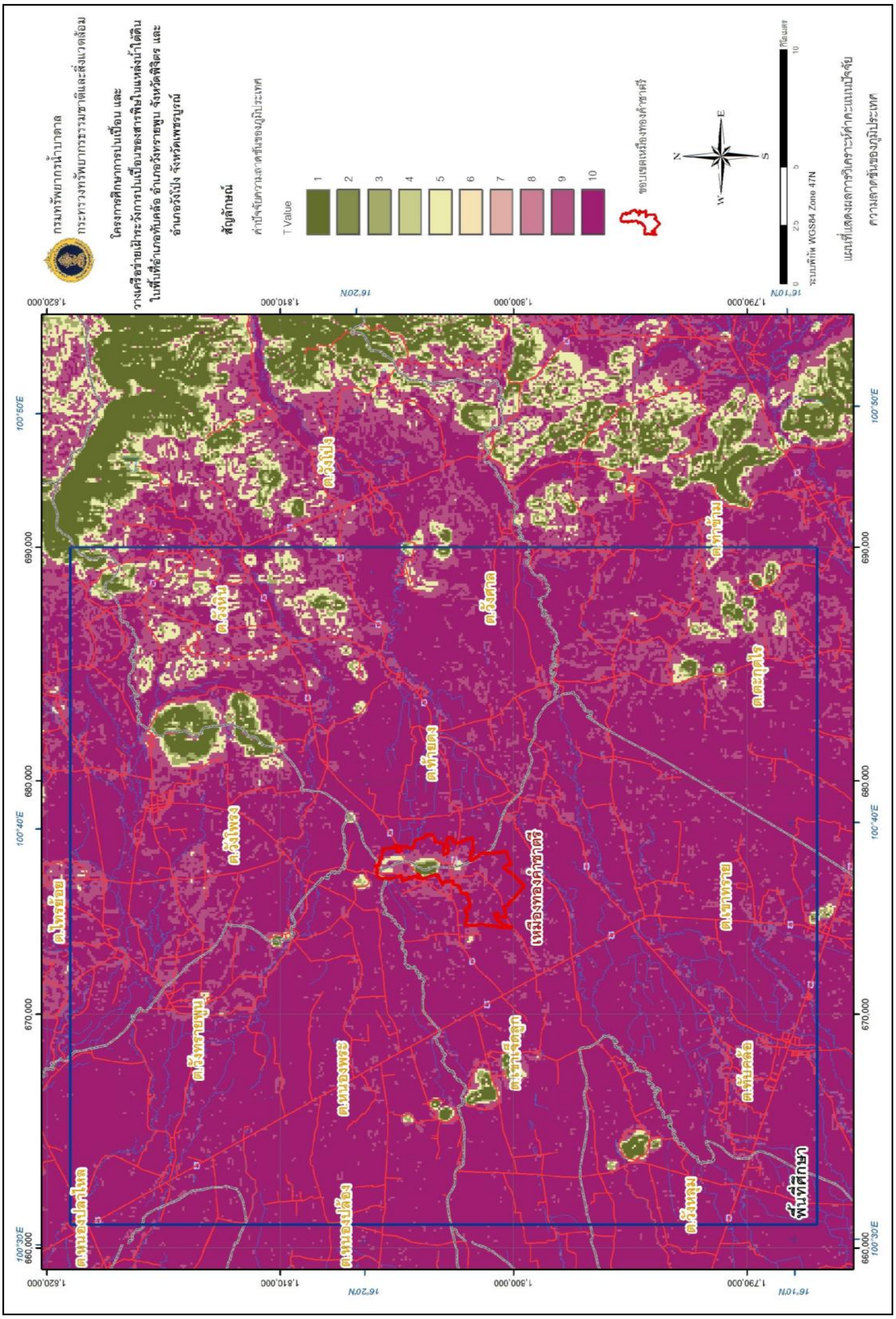
ความลาดชัน (%)	T_r
0 - 2	10
2 - 6	9
6 - 12	5
12 - 18	3
> 18	1

(2) ผลการวิเคราะห์

ค่าความลาดชัน (Slope) ที่ได้จากลักษณะภูมิประเทศ เป็นอีกปัจจัยกำหนดหนึ่งที่มีผลต่อความเป็นไปได้ที่มลสารลงสู่ชั้นน้ำบาดาล จากการวิเคราะห์ค่าความลาดชันของพื้นที่ศึกษา ดัง**รูปที่ 5.1.6-1** พบว่าในพื้นที่แบ่งความลาดชันเป็น 5 ระดับ ตามสัดส่วนความสูงต่อระยะทางของพื้นที่ในแนวราบ พื้นที่ที่มีความลาดชันสูงสุด (ระดับ 5) โดยมีค่า T_r เท่ากับ 1 คือ พื้นที่ที่เป็นภูเขาสูงประกอบด้วยพื้นที่ในบริเวณภูเขาทางตะวันตกสุดของพื้นที่ คือ บริเวณตำบลท่าข้าม อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ ตำบลวังหิน และตำบลวังโป่ง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

1) พื้นที่ที่มีความลาดชันในช่วง 12-18% (ระดับ 4) โดยมีค่า T_r เท่ากับ 3 พบอยู่ในบริเวณริมเขาทางฝั่งตะวันตก ครอบคลุมพื้นที่ ตำบลวังหิน ตำบลวังโป่ง ตำบลวังศาล อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ และตำบลท่าข้าม อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์

2) พื้นที่ที่มีความลาดชันในช่วง 6-12% (ระดับ 3) โดยมีค่า T_r เท่ากับ 5 พบอยู่ในบริเวณริมเขาทางฝั่งตะวันตก ครอบคลุมพื้นที่ตำบลวังหิน ตำบลวังโป่ง ตำบลวังศาล อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ และตำบลท่าข้าม อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์



รูปที่ 5.1.6-1 ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนปัจจัยความลาดชันของภูมิประเทศ

3) พื้นที่ที่มีความลาดชันในช่วง 2-6% (ระดับ 2) โดยมีค่า T_r เท่ากับ 9 พบอยู่ในบริเวณริมเขาทางฝั่งตะวันตก และบริเวณที่ราบลูกระนาด ครอบคลุมพื้นที่ตำบลวังหิน ตำบลวังโป่ง ตำบลวังศาล อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ พื้นที่ตำบลท่าข้าม ตำบลตะกุดไร อำเภอชนแดน จังหวัดเพชรบูรณ์ และตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก

4) พื้นที่ที่มีความลาดชันในช่วง 0-2% (ระดับ 1) โดยมีค่า T_r เท่ากับ 10 พบกระจายตัวอยู่ทั่วบริเวณพื้นที่ศึกษา ครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 75%

5.1.7 การวิเคราะห์ผลกระทบของชั้นไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Impact of vadose zone, I)

(1) วิธีการคำนวนผลกระทบของชั้นไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ

ความสำคัญของชั้นไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Vadose zone) มีผลต่อการกระจายของการปนเปื้อนได้อย่างชัดเจน ทั้งนี้การที่มลสารปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำบาดาลในปริมาณเท่าใดหรือทิศทางใดนั้นควบคุมโดยลักษณะของชั้นดินและชั้นหินที่อยู่เหนือชั้นหินอุ้มน้ำนั้นเป็นสำคัญ ดังนั้นการวิเคราะห์ค่าความอ่อนไหวจำเป็นต้องมีการพิจารณาส่วนประกอบของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นหินอุ้มน้ำอย่างละเอียด

นิยามของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นหินอุ้มน้ำ คือ บริเวณที่อยู่เหนือระดับน้ำบาดาลทั้งหมด อาจเป็นบริเวณที่ไม่อิ่มตัวด้วยน้ำหรือมีความอิ่มตัวอยู่บ้างแต่ไม่ต่อเนื่องกัน ควบคุมด้วยแรงที่ดูดซึมตามแรงแคปิลลารี่ (Capillary force) ในวัสดุ ตัวกลางของชั้นเหล่านี้ คือ ตะกอนกรวดทรายและเศษหินทุกชนิดที่อยู่เหนือระดับน้ำบาดาลขึ้นไป

ชนิดของตัวกลางของวัสดุที่อยู่เหนือชั้นหินอุ้มน้ำนั้น เป็นดัชนีบ่งชี้ความสามารถในการลดความรุนแรงของมลสารที่กระจายลงไปสู่แหล่งน้ำบาดาล กระบวนการที่จะช่วยลดความรุนแรงอาจเกิดขึ้นภายในบริเวณนี้ ได้แก่

1. การย่อยสลายทางชีวภาพ (Biodegradation)
2. กระบวนการปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างของสารปนเปื้อนให้เข้าสู่สมดุล
3. การกรอง (Mechanical filtration)
4. ปฏิกิริยาเคมี (Chemical reaction)
5. การระเหย และการแพร่ของมลสาร (Volatization and dispersion) ทั้งนี้ความรุนแรงทางชีวภาพและการระเหยนั้นจะลดลงเมื่อความลึกของ Vadose zone เพิ่มขึ้น

นอกจากนี้ตัวกลางของวัสดุที่อยู่เหนือระดับน้ำบาดาล ยังเป็นตัวควบคุมระยะและทิศทางการเคลื่อนที่ของมลสาร ทั้งยังส่งผลกระทบโดยตรงต่อระยะเวลาและปริมาณของมลสารที่คงค้างอยู่ในตัวกลาง อันเป็นตัวแปรสำคัญที่ควบคุมประสิทธิภาพของการลดสารปนเปื้อนทางชีวภาพอีกด้วย

ทิศทางในการแพร่กระจายของสารปนเปื้อนในเบื้องต้นนั้นถูกกำหนดโดยปัจจัยกายภาพที่สำคัญ เช่น รอยแตก และรอยแยกที่ปรากฏในตัวกลางวัสดุที่อยู่เหนือระดับน้ำบาดาล หรืออาจมีชั้นดินเหนียวหรื อหินเนื้อแน่นที่มีค่าการซึมผ่านได้ต่ำ (Impermeable zone) มาแทรกสลับอยู่ รวมทั้งต้อง

คำนึงถึงปัจจัยภายนอกที่เข้ามาเปลี่ยนแปลงและมีผลต่อตัวกลาง เช่น การตอกเสาเข็ม การหล่อฐานราก ซีเมนต์ ตอม่อ สำหรับสิ่งปลูกสร้าง ฯลฯ ที่อาจส่งผลกระทบต่อทิศทางการแพร่กระจายของมลสารต่างๆ

สำหรับตัวแปรของชั้นไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (I) สามารถจำแนกได้ตามลักษณะทางธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยาของบริเวณวัสดุที่อยู่เหนือระดับน้ำบาดาลโดยเริ่มต้นด้วยการประเมินชนิดของตัวกลางทางธรณีวิทยาในระดับดินชั้นบน (Top soil) แต่อยู่เหนือระดับน้ำบาดาลโดยใช้ข้อมูลธ รณีวิทยาจากหลุมเจาะว่าเป็นดินชนิดใด ร่วมกับแผนที่ธรณีวิทยา แล้วจึงนำเข้าข้อมูลทั้งหมดสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) และแปลงเป็น Raster format ขนาดกริดเซลล์ 30x30 ตารางเมตร จากนั้นจึงพิจารณาให้ค่าคะแนนตามศักยภาพที่เอื้อต่อการปนเปื้อนของตัวกลางนั้นๆ ในแต่ ละกริดเซลล์ โดยอ้างอิงค่าคะแนน ดัง**ตารางที่ 5.1.7-1**

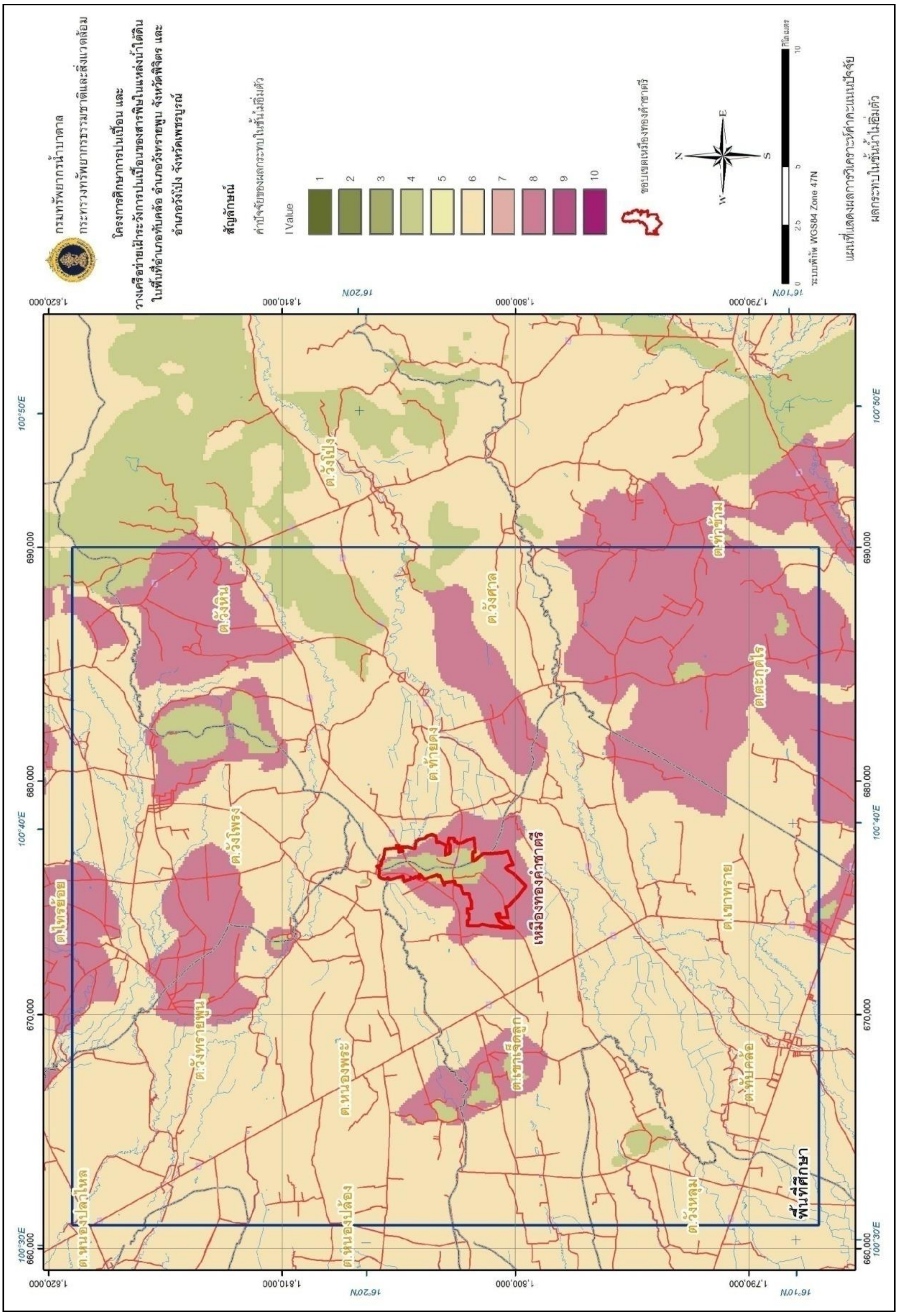
(2) ผลการวิเคราะห์

ผลจากการแปลข้อมูลทางธรณีวิทยา และอุทกธรณีวิทยา พบว่า ประกอบด้วยวัสดุหินแข็งและดินร่วนกระจายตัวทั่วทั้งพื้นที่ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าคะแนนของปัจจัยผลกระทบต่อชั้นไม่อิ่มตัวด้วยน้ำดัง**ตารางที่ 5.1.7-1** สามารถแสดงได้ดัง **รูปที่ 5.1.7-1** พบว่า I_r มีค่าอยู่ที่ 4-8 โดยบริเวณพื้นที่ที่มีค่า I_r ผลกระทบต่อชั้นน้ำไม่อิ่มตัวน้อยที่สุด คือ บริเวณที่เป็นพื้นที่ราบมีชั้นตะกอนปิดทับป้องกันชั้นน้ำด้านบน (Confined aquifer) ซึ่งทำให้มีค่า I_r น้อยสุด คือ 4 กระจายตัวอยู่ทั้งพื้นที่ศึกษามากกว่าร้อยละ 65 ส่วนบริเวณที่มีดินตะกอนชนิดต่างๆ นั้นจะมีค่า Impact of vadose zone ที่สูงกว่า โดยกระจายตัวเป็นกลุ่มเล็กๆ ตอนกลางของพื้นที่ รวมถึงทางตะวันตกเฉียงเหนือของพื้นที่ศึกษาด้วย

บริเวณที่มีค่า Impact of vadose zone มากสุด จะอยู่บริเวณตำบลไทรย้อย ตำบลวังโพรง ตำบลวังหิน ตำบลเขาเจ็ดลูก ตำบลตะกุดไร และตำบลท่าข้าม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 8

ตารางที่ 5.1.7-1 ค่าคะแนนของปัจจัย(Rating) ของผลกระทบในชั้นไม่อิ่มตัว(Impact of vadose zone; I_r)

รายละอียด	ช่วงค่าคะแนนตามดุลพินิจ	ค่าคะแนนโดยทั่วไป
ทรายแป้ง/ดินเหนียว	1-2	1
หินชนวน	2-5	3
หินปูน	2-7	6
หินทราย	4-8	6
หินปูนแสดงชั้น/หินทราย/หินชนวน	4-8	6
ทราย กรวด ปนทรายแป้งและดินเหนียว	4-8	6
หินแปร/หินอัคนี	2-8	4
กรวดและทราย	6-9	8
หินบะซอลต์	2-10	9
หินปูนมีโพรงแสดง ภูมิประเทศแบบคาสต์	8-10	10



รูปที่ 5.1.7-1 ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนปัจจัยผลกระทบในชั้นไม่อิ่มตัว

5.1.8 การคำนวนค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำ (Hydraulic conductivity of the aquifer, C)

(1) วิธีการคำนวนค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำ

ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำ (C) แสดงถึงความสามารถในการยอมให้น้ำไหลซึมผ่านวัสดุในชั้นหินอุ้มน้ำในแนวราบ (Horizontal hydraulic conductivity) ซึ่งความสามารถนี้เป็นตัวควบคุมอัตราการไหลของน้ำบาดาลภายใต้ความแตกต่างของแรงดันน้ำ อัตราการไหลของน้ำบาด าล ส่งผลโดยตรงกับอัตราการเคลื่อนที่ของมลสารให้กระจายออกไปเร็วหรือช้าจึงขึ้นอยู่กับค่าสภาพนำทางชลศาสตร์ดังกล่าว ถ้าค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำมีค่ามาก มลสารจะแพร่กระจายได้เร็ว แสดงถึงความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการปนเปื้อนของมลสารนั้น

ค่าสัมป ระสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำนั้นขึ้นอยู่กับตัวแปรสำคัญทางธรณีวิทยากายภาพ คือ ปริมาณของช่องว่างภายในหินอุ้มน้ำ และความต่อเนื่องของช่องว่างเหล่านั้น ช่องว่างในหินอุ้มน้ำเหล่านี้ คือ รูพรุนและขนาดของเมื ดตะกอนในชั้นน้ำบาดาล ซึ่งสามารถประเมินค่าได้ในรูปของความพรุน (Porosity) โดยน้ำสามารถเคลื่อนที่ไประหว่างเม็ดแร่ในหิน หรือรอยแตก หรือรอยแยก หรือรอยต่อระหว่างระนาบชั้นหิน

ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำโดยปกติสามารถคำนวณได้จากการสูบทดสอบ (Pumping test) ของชั้นหินอุ้มน้ำในภาคสนาม ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลการสูบทดสอบของบ่อบาดาลในพื้นที่ ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำ สามารถประเมินได้จากสัดส่วนค่าปริมาณการให้น้ำ (Well yield) ของบ่อบาดาล และค่าการลดลงของระดับน้ำ (Drawdown) ซึ่งก็คือ ค่า Specific capacity ข้อมูลบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาที่นำมาใช้ในการประเมินค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำมีลักษณะดังนี้

- บ่อเจาะที่มีตำแหน่งท่อกรองอยู่ในชั้นน้ำไม่มีแรงดัน (Unconfined aquifer)
- บ่อเจาะที่ท่อกรองอยู่ในชั้นหินอุ้มน้ำแบบมีแรงดัน (Confined aquifer) หรือกึ่งมีแรงดัน (Semi-confined aquifer) ซึ่งเป็นชั้นน้ำชั้นแรกที่อยู่ใกล้ผิวดินมากที่สุด และมีดินเหนียวหนาอย่างน้อย 9 เมตร ปิดทับอยู่ด้านบนของชั้นน้ำ

โดย Brassington (1988) ได้ทำการประเมินค่าการซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำในชั้นน้ำต่างๆ เอาไว้เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินการซึมผ่านของน้ำเบื้องต้นได้ โดยแสดงไว้ดัง **ตารางที่ 5.1.8-1 และตารางที่ 5.1.8-2**

เมื่อประเมินค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำจากชั้นน้ำบาดาลได้แล้ว จึงนำข้อมูลที่ได้เข้าสู่ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ (GIS) และแปลงเป็น Raster format ขนาด 30x30 ตารางเมตร และให้ค่าคะแนนจากช่วงค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของชั้นหินอุ้มน้ำโดยอ้างอิงดัง**ตารางที่ 5.1.8-2**

ตารางที่ 5.1.8-1 การเปรียบเทียบชนิดหิน ขนาดเม็ดตะกอน และสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ

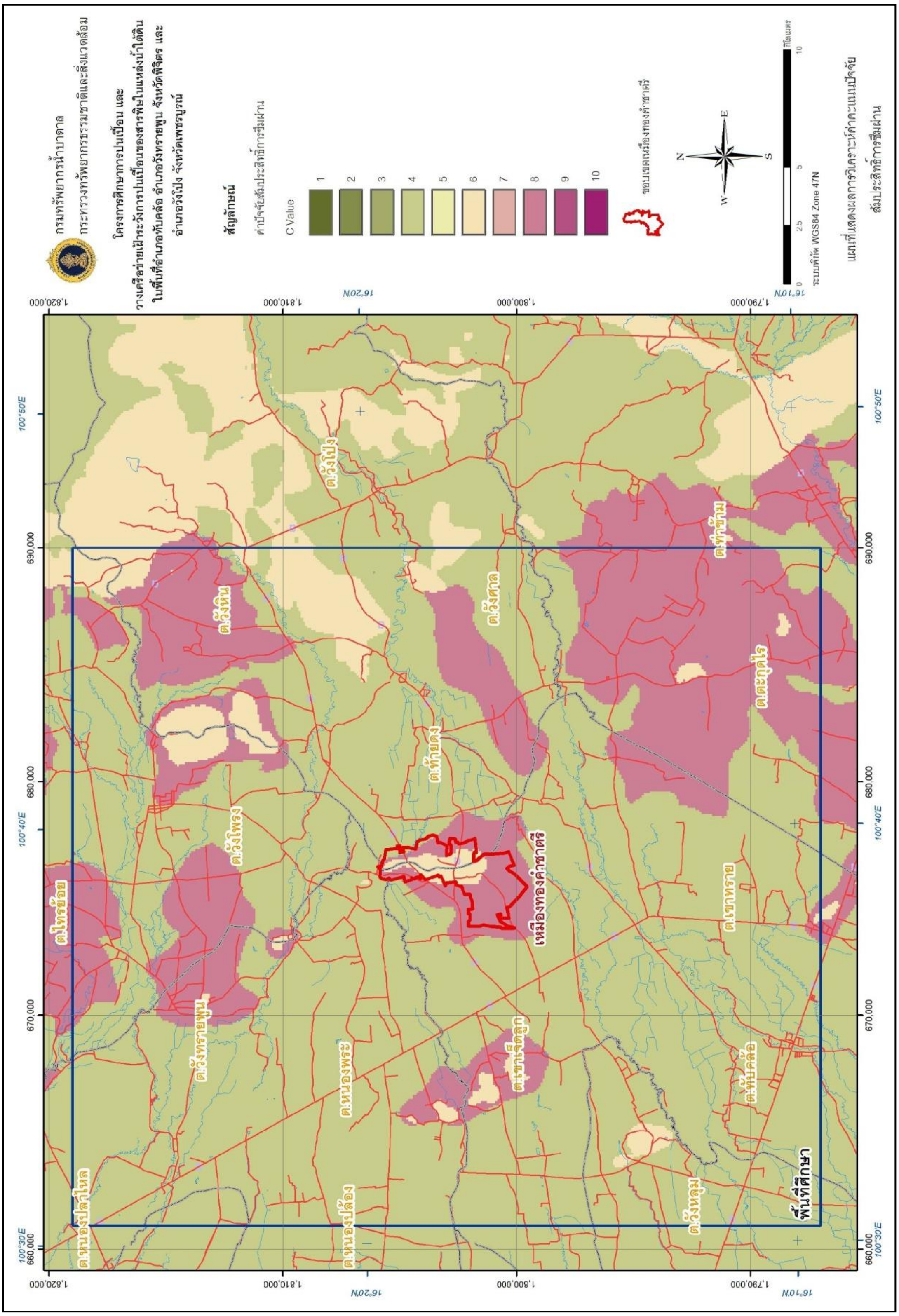
ชนิดหิน	ขนาดตะกอน (มม.)	สัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ K (m/d)
Clay	0.0005-0.002	10^{-8}-10^{-2}
Silt	0.002-0.06	10^{-2} - 1
Fine Sand	0.06 -0.25	1-5
Medium Sand	0.25-0.50	5-20
Coarse Sand	0.50-2	20-100
Gravel	2-64	100-1000
Shale	Small	$5x10^{-8}$ - $5x10^{-6}$
Sandstone	Medium	10^{-3}-1
Limestone	Variable	10^{-5}-1
Basalt	Small	0.0003-3
Granite	Large	0.0003-0.03
Slate	Small	10^{-8}-10^{-5}
Schist	Medium	10^{-7}-10^{-4}

ตารางที่ 5.1.8-2 ค่าดัชนีชี้วัดการไหลของน้ำสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เปรียบเทียบกับค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ และการให้คะแนนปัจจัย

ดัชนีชี้วัดการไหลของน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน	m/d	C_r
ช้ามาก	0.0001	2
ช้า	0.01	4
ปานกลาง	1	6
เร็ว	10	8
เร็วมาก	100	10

(2) ผลการวิเคราะห์

ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำ (C_r) ในชั้นหินอุ้มน้ำ ในพื้นที่ศึกษา จาก**รูปที่ 5.1.8-1** พื้นที่ที่มีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำสูง มีศักยภาพที่จะถูกปนเปื้อนได้มากกว่าพื้นที่อื่นๆ ในพื้นที่ศึกษาที่มีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำต่ำกว่า เพราะค่าสัมประสิทธิ์ซึมผ่านได้ของน้ำ ขึ้นอยู่กับชนิดของชั้นหินอุ้มน้ำ และความต่อเนื่องของรอยแตก และรอยแยกในหินแข็ง



รูปที่ 5.1.8-1 ผลการวิเคราะห์ค่าคะแนนปัจจัยสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน

1) บริเวณที่มีค่า C_r เท่ากับ 4 คือ บริเวณที่เป็นหินภูเขาไฟ เนื่องจากหินภูเขาไฟเหล่านี้มีค่าการซึมผ่านของน้ำต่ำ ทำให้มีค่า C_r น้อยที่สุด

2) บริเวณที่มีค่า C_r เท่ากับ 6 คือ บริเวณที่เป็นหินตะกอนต่างๆ เนื่องจากส่วนใหญ่เป็นหินทรายที่มีค่าการซึมผ่านของน้ำได้สูงกว่าหินภูเขาไฟ รวมถึงบริเวณที่เป็นตะกอนน้ำพายุคใหม่ เนื่องจากพื้นที่บริเวณนี้ปกคลุมด้วยตะกอนดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่

3) บริเวณที่มีค่า C_r เท่ากับ 8 คือ บริเวณที่ปกคลุมด้วยตะกอนเชิงเขา เนื่องจากบริเวณนี้เป็นที่ที่มีความหลากหลายของขนาดเม็ดตะกอนที่มาก อีกทั้งยังเป็นตะกอนที่ยังไม่แข็งตัว ทำให้ค่าการซึมผ่านของน้ำมีค่ามากที่สุด

5.1.9 สรุปผลการประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล (Groundwater vulnerability map)

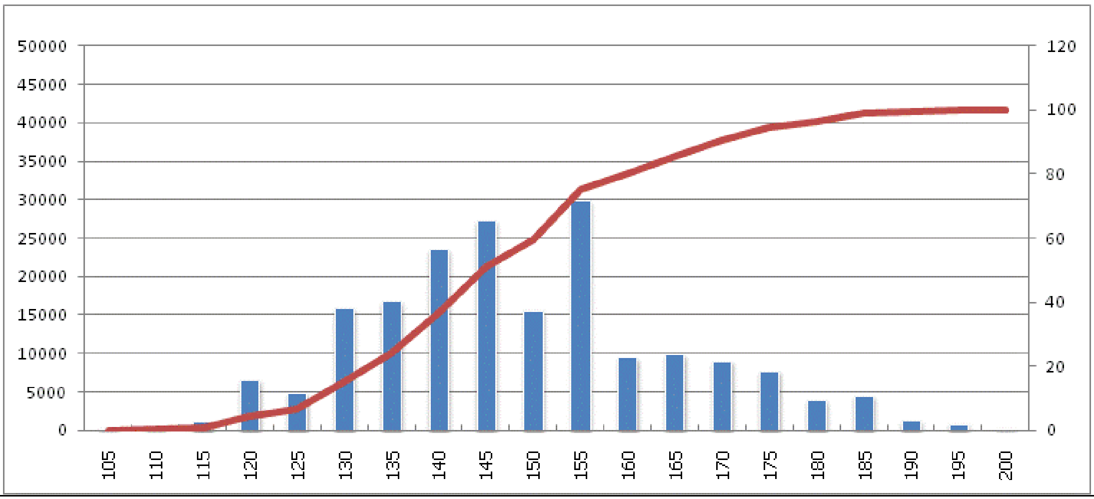
แผนที่ความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลเป็นแผนที่แสดงความอ่อนไหวเชิงเปรียบเทียบ ในการให้มลสารต่างๆ จากผิวดินซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลของแต่ละพื้นที่ จากผลการศึกษาปัจจัยต่างๆ พบว่าปัจจัยหลักที่มีนัยสำคัญ เป็นตัวกำหนดสภาพความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา คือ ความลึกของระดับน้ำปกติ (D) การเพิ่มเติมน้ำ (R) วัสดุในชั้นดิน-หินให้น้ำ (A) ชนิดดิน (S) ภูมิประเทศ /ความลาดชัน (T) ผลกระทบในชั้นไม่อิ่มตัว(I) และค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (C)

ปัจจัยแต่ละปัจจัยจะกำหนดด้วยค่าตัวเลข และคูณด้วยค่าถ่วงน้ำหนัก จากนั้นรวมค่าที่ได้จากทุกปัจจัยจะเป็นค่าดัชนี DRASTIC สำหรับใช้ในหน่วยแผนที่ ถ้าได้ค่าสูงแสดงว่ามีความอ่อนไหวต่อการปนเปื้อนของน้ำบาดาลสูง

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์นั้น พบว่าระดับความอ่อนไหวทางอุทกธรณีวิทยาต่อการเกิดมลภาวะในบริเวณพื้นที่ศึกษานั้นมีระดับ ความอ่อนไหวที่ 100 ถึง 201 มีค่ากลาง (Average) อยู่ที่ 147 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 16.2 ซึ่งเมื่อเทียบกับช่วงระดับความอ่อนไหวที่สามารถคำนวนได้นั้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 23-236 ซึ่งถือได้ว่าค่าดังกล่าวเป็นค่าที่อยู่ในระดับกลาง ค่าระดับความอ่อนไหวของพื้นที่ศึกษานี้สามารถนำมาสร้างความสัมพันธ์เชิงสถิติได้ ดัง**รูปที่ 5.1.9-1** ซึ่งบ่งบอกถึงการกระจายตัวของค่าระดับความอ่อนไหวในพื้นที่ศึกษา กราฟแท่งแสดงความถี่ของค่าระดับความอ่อนไหว โดยที่กราฟเส้นสีแดงแสดงถึงความถี่สะสมของระดับความอ่อนไหว พบว่า ช่วงค่าระดับความอ่อนไหวที่มากนั้น อยู่ในช่วงตั้งแต่ 125-155 ซึ่งเป็นบริเวณที่เส้นกราฟมีระดับที่ชันกว่าบริเวณอื่ น และค่าความอ่อนไหวในช่วง 155-200 นั้นมีค่าความถี่น้อยลงตามลำดับ

การแบ่งค่าระดับความอ่อนไหว เนื่องจากค่าระดับความอ่อนไหวจะเป็นการเปรียบเทียบกันเองภาย ในพื้นที่ อีกทั้งไม่มีรายงานการวิจัยใดระบุค่าเหมาะสมไว้อย่างชัดเจน ดังนั้นผลลัพท์ที่ได้จากการวิเคราะห์นั้น จึงเป็นการเปรียบเทียบกับค่าภายในพื้นที่ศึกษาเอง ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการแบ่งระดับความอ่อนไหวออกเป็น 5 ระดับ คือ ความอ่อนไหวระดับต่ำมาก ต่ำ ปานกลา ง สูง และสูงมาก

โดยการประเมินระดับของความอ่อนไหวนี้จะใช้ข้อมูลเชิงสถิติพื้นที่มาช่วยในการประเมินระดับความอ่อนไหว โดยประเมินจากค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยมีค่าจากต่ำมากไปสูงมาก คือ น้อยกว่า 122, 122-139, 139-155, 155-171 และมากกว่า 171 ตามลำดับ



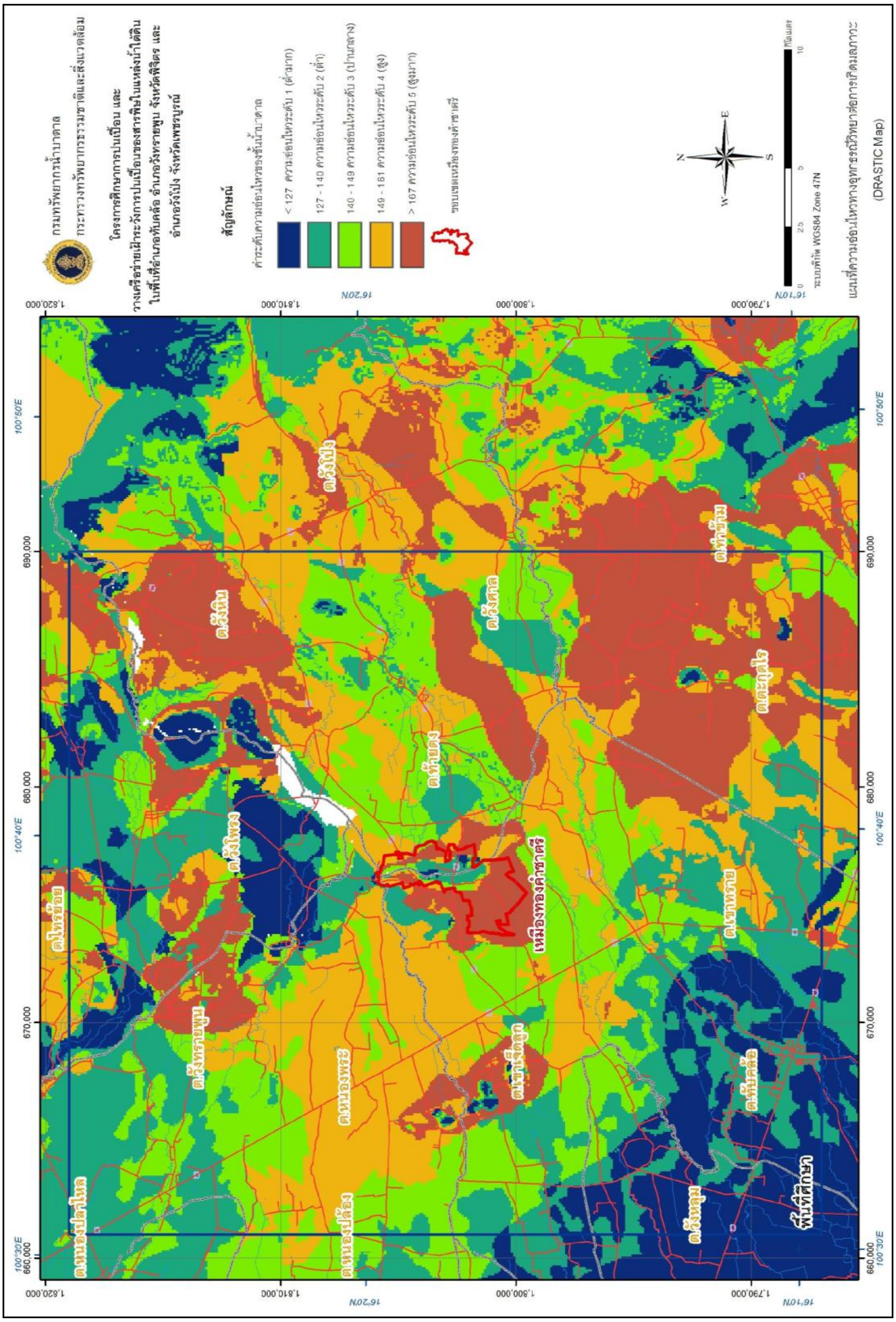
รูปที่ 5.1.9-1 ผลการวิเคราะห์เชิงสถิติของค่าคะแนนความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะในพื้นที่ศึกษา

โดย ■ **ปริมาณต่อความถี่ของค่าคะแนนความอ่อนไหว**

— **คะแนนสะสมต่อค่าคะแนนความอ่อนไหว**

ผลจากการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล โดยวิธี DRASTIC ทำให้สามารถระบุพื้นที่ความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลสูงมาก (ระดับความอ่อนไหว 5) ดัง**ตารางที่ 5.1.9-1** และ**รูปที่ 5.1.9-2** พบว่า มีหมู่บ้านจำนวน 17 หมู่บ้าน 6 ตำบล ที่มีพื้นที่อยู่บริเวณความอ่อนไหวของน้ำบาดาลในระดับสูงมาก เมื่อทำการเปรียบเทียบระดับความอ่อนไหว กับลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่นั้น พบว่าบริเวณที่มีระดับความอ่อนไหวที่สูงมากในพื้นที่นั้นจะอยู่ในบริเวณลานตะพักลำน้ำ (Qt) สามารถอธิบายได้ตามลักษณะทางอุทกธรณีว่า บริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณพื้นที่ให้น้ำ (Recharge area) ที่มีลักษณะตะกอนค่อนข้างร่วน หยาบ และมีระดับน้ำบาดาลที่ตื้นกว่าในบริเวณอื่น ทำให้น้ำฝนที่ตกลงมามีการซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลได้ง่าย บริเวณดังกล่าวจึงเป็นบริเวณที่มีโอกาสที่จะทำให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษต่างๆ ลงสู่น้ำบาดาลได้มากกว่าในบริเวณอื่น

อย่างไรก็ตามการประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะด้วยวิธี DRASTIC เป็นข้อมูลหนึ่งที่จะนำไปใช้ในการประเมินพื้นที่เพื่อทำการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษ จากข้อมูลที่บ่งบอกว่าเป็นพื้นที่อ่อนไหวมากนั้น ไม่ได้หมายถึงว่าห้ามมีการรบกวนพื้นที่เลย ห ากแต่ว่าจะต้องมีการบริหารจัดการพื้นที่ที่ดี การปลูกพืชและใช้ยาปราบศัตรูพืชที่เหมาะสม จึงน่าจะเป็นทางออกที่ดีที่จะใช้พื้นที่ดังกล่าวและรักษาคุณภาพของน้ำบาดาลไว้อย่างยั่งยืน



รูปที่ 5.1.9-2 แผนที่ความอ่อนไหวทางอุทกธรณีวิทยาต่อการเกิดมลภาวะ (DRASTIC MAP)

ตารางที่ 5.1.9-1 รายชื่อหมู่บ้านที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่มีความอ่อนไหวของน้ำบาดาลระดับสูงมาก

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่บ้าน
จ.พิจิตร	อ.ทับคล้อ	ต.เขาเจ็ดลูก	บ.เนินพวง, บ.เขาหม้อ, บ.เขาดิน,
	อ.วังทรายพูน	ต.วังทรายพูน	บ.หนองยาง
		ต.หนองปลาไหล	บ.ทับไทร
จ.เพชรบูรณ์	อ.วังโป่ง	ต.วังหิน	บ.เนินสวรรค์, บ.วังหินซองเหนือ, บ.เนินศิลาเพชร, บ.ใหม่วังตะเคียน
	อ.ชนแดน	ต.ตะกุดไร	บ.หนองกลอย, บ.ร่องกอก, บ.เขาสัก
		ต.ท่าข้าม	บ.ก.ม.39, บ.ตะกุดจั่น,บ.ดงแขวน, บ.โคกสูง, บ.ตะกุดเป้า

5.2 การสำรวจและวิเคราะห์การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม

การศึกษาในครั้งนี้ได้ให้คำนิยามการปนเปื้อนไว้ว่า การที่หน่วยสิ่งแวดล้อม (น้ำ อากาศ ดิน หรืออาหาร) มีสารที่ไม่พึงประสงค์อยู่ หรือมีปริมาณสารไม่พึงประสงค์มากกว่าปกติในสิ่งแวดล้อม ซึ่งคำว่า การปนเปื้อนนี้ ส่วนใหญ่จะเป็นคำพ้องความหมายกับคำว่า มลพิษ หรือ Pollution แต่ในการศึกษาครั้งนี้ ได้แยกความหมายของ "การปนเปื้อน" กับ "มลพิษ" ออกจากกัน เนื่องจากคำว่า การปนเปื้อน หมายถึงการที่มลสารในสิ่งแวดล้อมนั้นมีค่ามากกว่าค่าปกติในสิ่งแวดล้อม ซึ่งอาจจะทำให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวด ล้อมหรือมนุษย์ได้หรือไม่ก็ได้ แต่คำว่า "มลพิษ" เป็นคำที่บ่งบอกว่ามลสารเหล่านั้นได้มีค่าเกินมาตรฐานและอยู่ในระดับที่สามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและมนุษย์ได้แล้ว

ในส่วนของคำว่า "สารพิษ" ของการศึกษาในครั้งนี้จะทำการศึกษา ธาตุหรือสารเคมี จำนวน 9 ชนิด ด้วยกัน คือ สารหนู (Arsenic) แคดเมียม (Cadmium)โครเมียม (Chromium) ตะกั่ว (Lead) แมงกานีส (Manganese) ซีลีเนียม (Selenium) ปรอท (Mercury) นิกเกิล (Nickel) และไซยาไนด์ (Cyanide and compounds) ซึ่งโลหะหนักและสารประกอบเหล่านี้ เป็นผลลัพธ์โดยตรงจากการทำเห มือง ที่สามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้ โดยโลหะหนักทั้งหมด มีปริมาณมากขึ้นจากการเปิดหน้าเหมือง โดยทำให้หินต่าง ๆ มีพื้นที่ผิวมากขึ้น ก่อให้เกิดการชะล้างที่มากขึ้น สามารถทำให้มลสารเหล่านี้แพร่กระจายสู่หน่วยสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดีขึ้น ส่วนสารประกอบไซยาไนด์นั้ น เป็นสารเคมีหลักในกระบวนการแต่งแร่ ที่จะทำการแยกทองและเงินออกมาจากหินได้ ซึ่งไซยาไนด์นี้หากมีความเข้มข้นที่สูงในระดับหนึ่งจะเป็นสารพิษต่อผู้ที่ได้รับสาร ซึ่งเป็นสารพิษที่ออกฤทธิ์ได้ทั้งแบบเฉียบพลัน (Acute effect) และสะสมในร่างกาย (Chronic effect) (Fortin JL, *et al.*, 2010)

ในการศึกษาสภาพการปนเปื้อนของสิ่งแวดล้อมของโครงการ ได้ดำเนิน การเก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม ได้แก่ หิน ดิน น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และนิเวศวิทยาทางน้ำ โดยนำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์หาปริมาณมลสารที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมนั้น เช่น โลหะหนัก หรือสารพิษ เป็นต้น ในการดำเนินงานมีรายละเอียด ดังนี้

5.2.1 สภาพการปนเปื้อนของมลสารในหิน

จากการศึกษาแผนที่ธรณีวิทยามาตราส่วน 1:50,000 ของพื้นที่ศึกษา และสำรวจบริเวณใกล้เคียง พบว่าในพื้นที่ศึกษามีหินอยู่หลากหลายทั้งหินอัคนีบาดาล หินอัคนีภูเขาไฟ หินตะกอน หินปูน ฯลฯ โดยได้พิจารณาเก็บตัวอย่างหินชนิดต่างๆ ให้มีความหลากหลาย เพื่อวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหนักในหิน

(1) พารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์คุณภาพหิน

ดำเนินการ เก็บตัวอย่างหิน 1 ครั้ง จำนวน 12 ตัวอย่าง บริเวณพื้นที่ศึกษา พิกัดจุดเก็บตัวอย่างดัง**ตารางที่ 5.2.1-1** และแสดงจุดเก็บตัวอย่างหิน ใน**รูปที่ 5.2.1-1** มาทำการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมี และธาตุส่วนน้อย (Trace elements) ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ เพื่อบ่งชี้ธาตุประกอบของหินจำนวน 10 พารามิเตอร์ ดังนี้

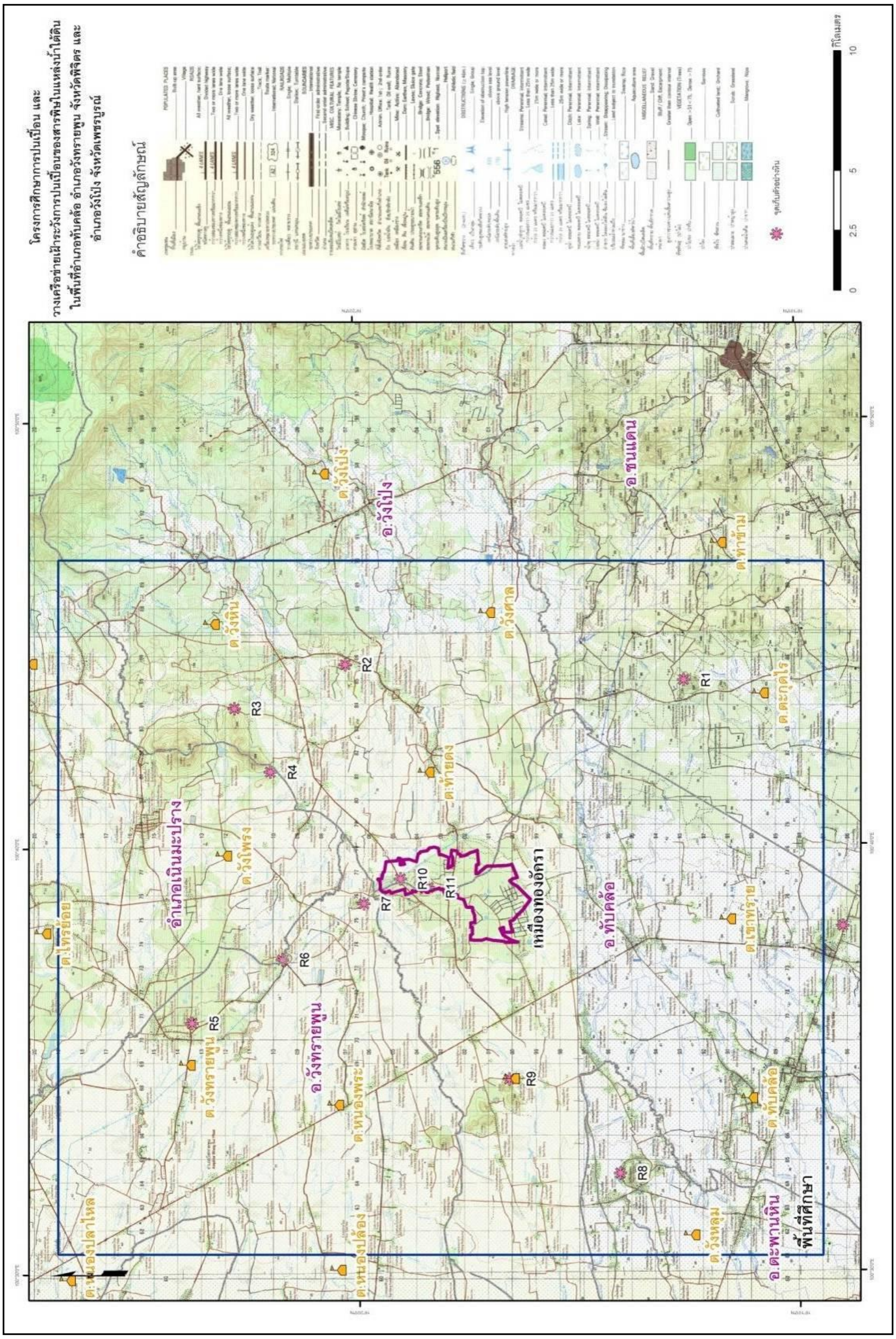
1. แคดเมียม (Cd)	2. โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent chromium, Cr^{6+})
3. ซีลีเนียม (Se)	4. ตะกั่ว (Pb)
5. นิกเกิล (Ni)	6. แบเรียม (Ba)
7. ปรอท (Hg)	8. แมงกานีส (Mn)
9. วาเนเดียม (V)	10. สารหนู (As)

ในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมีและสารพิษพื้นฐานของโลหะหนักในตัวอย่างหินนี้ได้อ้างอิงการตรวจวัดกำหนดพารามิเตอร์ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ. 2543)

นอกจากนี้ ในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมีและสารพิษพื้นฐานของตัวอย่างหินนั้น นิยมใช้วิธี XRF ในการวิเคราะห์ ซึ่งจะประกอบด้วยแร่ออกไซด์หลัก(Major oxide) ได้แก่ SiO_2, Al_2O_3, TiO_2, Fe_2O_3, CaO, P_2O_5, MnO, K_2O, MgO, Na_2O และสารพิษ จากข้างต้น10 ชนิดนั้น และวิเคราะห์Ba และ V เพิ่มเติม

(2) วิธีการเก็บตัวอย่าง

สำรวจพื้นที่ศึกษาและเก็บตัวอย่างหินบริเวณที่มีลักษณะทางธรณีต่างๆ เพื่อเป็นตัวแทนของหินในลักษณะต่างๆ ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา เช่น หินซิลิซิไฟด์ มัดสโตน (Silicified mudstone) หินไรโอลิติก ทัฟฟ์ (Rhyolitic tuff) และโพรไฟริติก แอนด์ดีไซต์ (Prophyritic andesite) เป็นต้น การสำรวจพื้นที่ภาคสนาม และเก็บตัวอย่างหินในพื้นที่ จำนวน 12 ตัวอย่าง โดยมีพิกัดตำแหน่งเก็บตัวอย่างใน ดัง**ตารางที่ 5.2.1-1** และ**รูปที่ 5.2.1-1**



รูปที่ 5.2.1-1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างหินจำนวน 12 จุด บริเวณพื้นที่โครงการ

ตารางที่ 5.2.1-1 พิกัดจุดเก็บตัวอย่างหิน และชนิดของหิน รอบพื้นที่โครงการ

ลำดับ	ชื่อจุด	พิกัด		ชนิดหิน
		ตะวันออก	เหนือ	
1	R1	685051	1792845	Silicified mudstone
2	R2	685667	1807009	Rhyolitic tuff
3	R3	683822	1811639	Porphyritic andesite
4	R4	681182	1810141	Rhyolite
5	R5	670662	1813413	Andesitic breccia
6	R6	673325	1809631	Rhyolitic tuff
7	R7	675679	1806215	Rhyolitic tuff
8	R8	664421	1795486	Andesite
9	R9	668355	1800138	Rhyolite
10	R10	676713	1804692	Andesitic tuff
11	R11	676359	1803520	Rhyolitic tuff
12	R12	674784	1786175	Andesite

(3) วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน

หลังจากการเก็บตัวอย่างหินแล้ว ตัวอย่างหินจะถูกแบ่งออกมาเป็นสองส่วนด้วยกัน เพื่อนำไปวิเคราะห์ในหาปริมาณสารเคมีด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน โดยสามารถแบ่งการวิเคราะห์ออกมาได้ดังนี้

1) การตรวจหาธาตุองค์ประกอบพื้นฐานของหินด้วยวิธี X-Ray Fluorescence spectroscopy (XRF)

การตรวจวิเคราะห์คุณภาพหินด้วยเครื่องมือ X-Ray fluorescence spectroscopy (XRF) **(รูปที่ 5.2.1-2)** เป็นเครื่องที่สามารถตรวจสอบธาตุต่างๆได้อย่างรวดเร็วและได้ผลดีมาก สามารถตรวจสอบสารได้หลายสถานะ เช่น ของแข็ง ของเหลว เป็นต้น วิธีการตรวจสอบตัวอย่างด้วยวิธีนี้มีข้อดี ได้แก่ สามารถวิเคราะห์ธาตุได้หลายธาตุในการวัดหนึ่งครั้ง รวดเร็วใช้เวลาวัดประมาณ 15-20 นาทีต่อตัวอย่าง ไม่ทำลายสภาพของตัวอย่างที่ทำการตรวจวัด สามารถให้ข้อมูลในเชิงปริมาณและคุณภาพได้ ข้อเสีย คือ ไม่เหมาะกับการวัดตัวอย่างที่มีความเข้มข้นน้อยโดยระดับความเข้มข้นที่สามารถที่จะตรวจวัดได้ต้องมากกว่า 10^{-9} กรัม หรือความเข้มข้นในระดับ ppm เท่านั้น สำหรับในการทดสอบ นำตัวอย่างหินมาอบแห้งที่อุณหภูมิ 105 ^{o}C 24 ชั่วโมง จากนั้นนำตัวอย่างหินมาย่อยและบดให้ละเอียดคล้ายแป้งก่อนที่จะทำการอัดเป็นแผ่นกลม (Pellets) การเตรียมตัวอย่างลักษณะอัดเป็นแผ่นเรียบกลมนั้นจะทำให้การตรวจวัดมีค่าที่เที่ยงตรงมากกว่าสภาพที่เป็นผง หลังจากนั้นทำการวัดตรวจตัวอย่างได้กราฟค่าสเปกตรัมของธาตุต่างที่มีอยู่ในตัวอย่าง นำกราฟดังกล่าวมาทำการแปลผลด้วยโปรแกรมการคำนวณ IQ+

รูปที่ 5.2.1-2 เครื่อง X–ray fluorescence (XRF)

2) การตรวจวิเคราะห์ธาตุส่วนน้อยของหิน

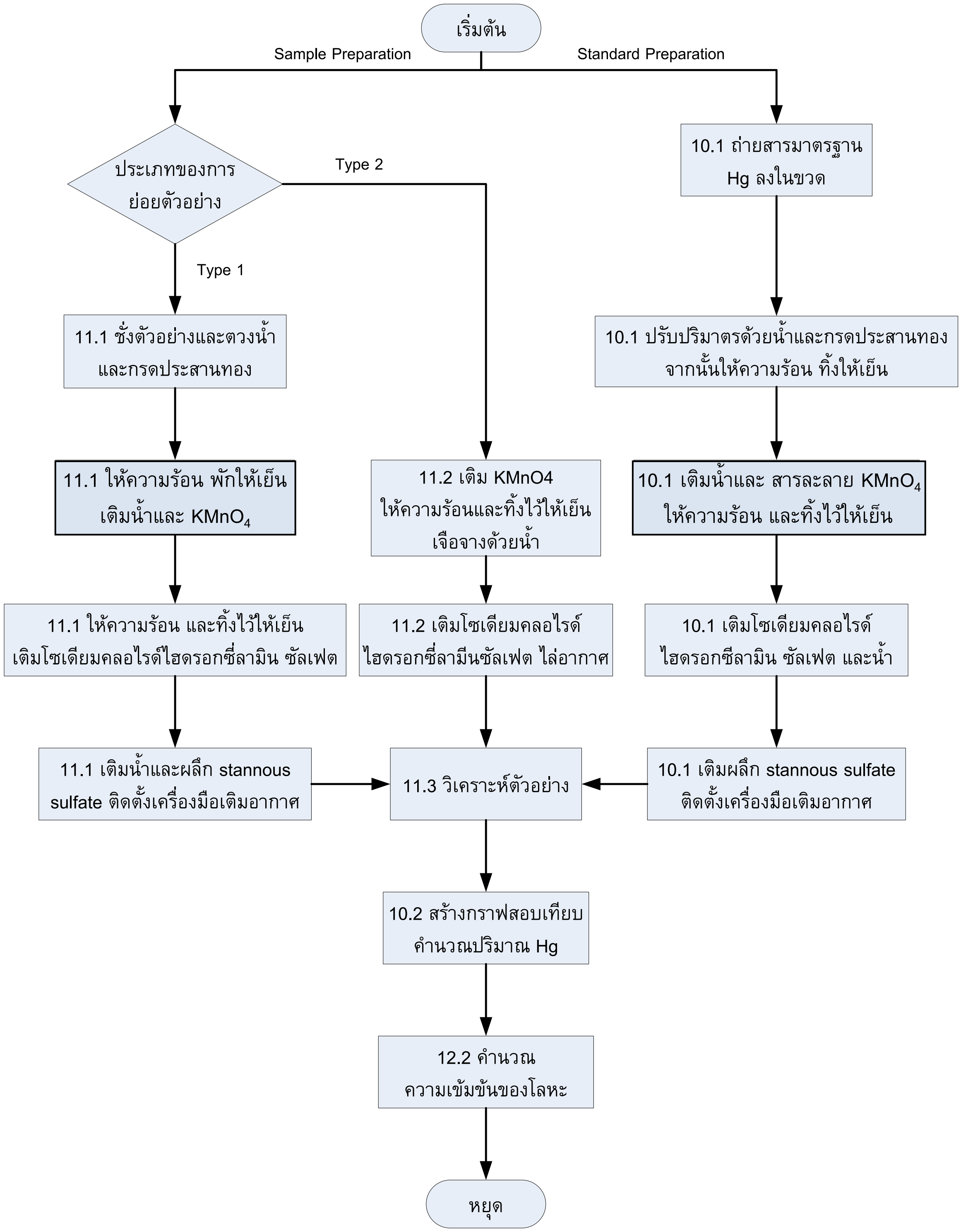
ในการศึกษาทำการพิจารณาธาตุส่วนน้อยของหินที่จะมีผลต่อการปนเปื้อนในน้ำบาดาล โดยวิเคราะห์ธาตุต่างๆ จำนวน 10 ธาตุ ได้แก่ แคดเมียม (Cd) โครเมียมชนิดเฮ็กซะวาเลนท์ (Cr^{6+}) ซีลีเนียม (Se) ตะกั่ว (Pb) นิกเกิล (Ni) แบเรียม (Ba) ปรอท (Hg) แมงกานีส (Mn) วาเนเดียม (V) และสารหนู (As)

เนื่องจาก ปรอทนั้นเป็นธาตุเดียวที่ต้องการวิเคราะห์แยก เนื่องจากเป็นธาตุที่ไวต่อการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการตรวจวัดค่าปรอทนั้นจำเป็นต้องมีการทำการวิเคราะห์แยกย่อยออกไป โดยวิธีการวิเคราะห์ค่าปรอทนั้นได้อ้างอิงขั้นตอนการวิเคราะห์จากสำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (Environmental protection agency -EPA) หมายเลข USEPA METHOD 7471B โดยขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์หาปรอทนี้แสดงดัง**รูปที่ 5.2.1-3**

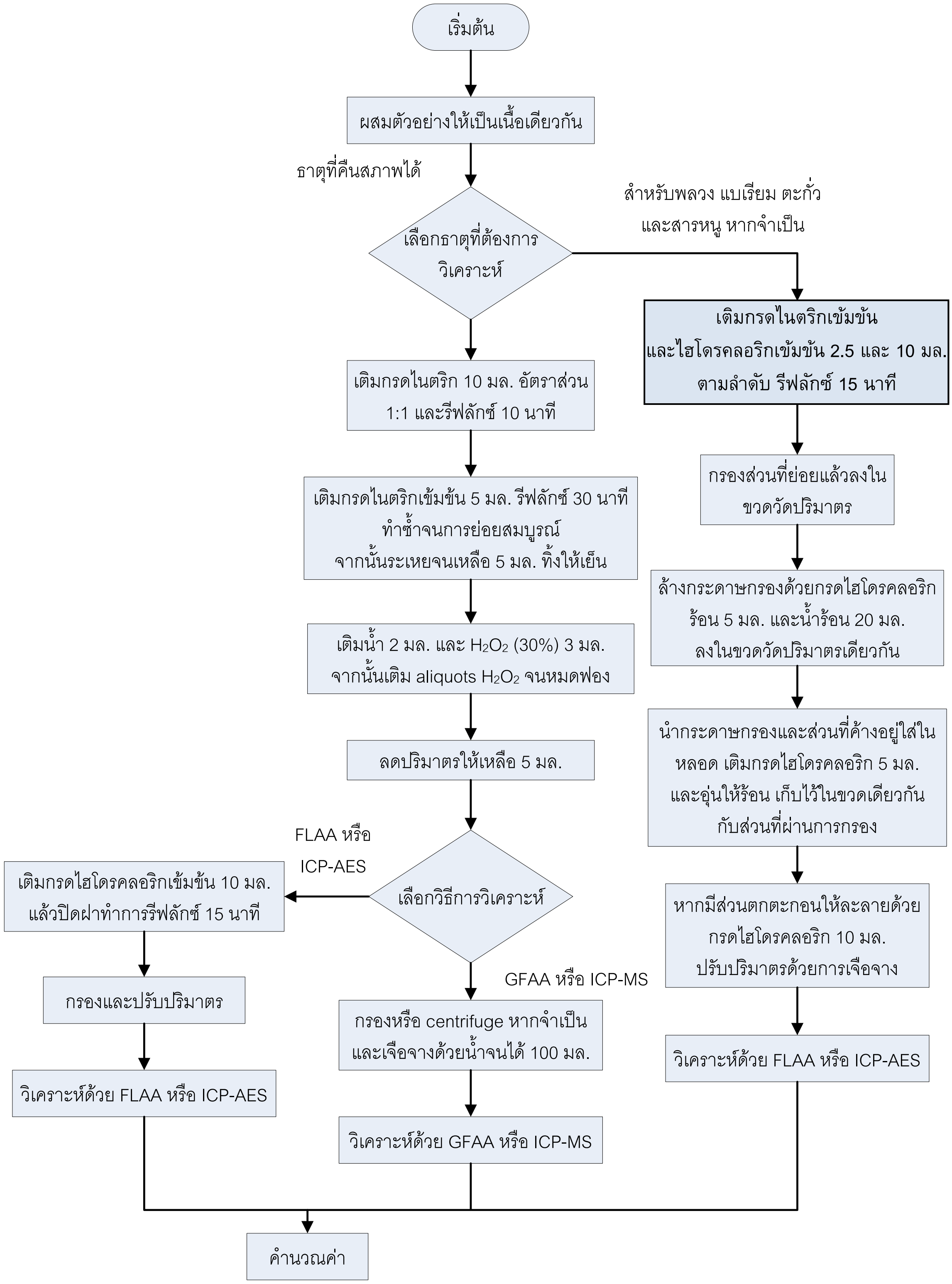
นอกจากนั้น ธาตุอีก 9 ธาตุ ได้แก่ แคดเมียม (Cd) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Cr^{6+}) ซีลีเนียม (Se) ตะกั่ว (Pb) นิกเกิล (Ni) แบเรียม (Ba) แมงกานีส (Mn) วาเนเดียม (V) และสารหนู (As) ทำการวิเคราะห์โดยอ้างอิงมาตรฐานการวิเคราะห์จาก สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมสหรัฐอเมริกา (United state environmental protection agency -EPA(or USEPA)) หมายเลข USEPA METHOD 3050B โดยใช้เครื่องตรวจวิเคราะห์ Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) โดยขั้นตอนและ วิธีการวิเคราะห์หามลสารเหล่านี้แสดงดัง**รูปที่ 5.2.1-4**

(4) ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างหิน

การศึกษาค่าทางเคมีของหินในพื้นที่ศึกษานี้ ได้ทำการสำรวจ เก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ปริมาณทางเคมี เพื่อพิจารณาถึงความเป็นไปได้ของวัสดุทางธรณี ที่จะเป็นแหล่งกำเนิดของมลสารต่างๆ ที่จะก่อให้เกิดสภาวะความเป็นพิษ ในแหล่งน้ำบาดาล ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 12 ตัวอย่าง ครอบคลุมพื้นที่ศึกษา และนำไปทำการวิเคราะห์หาแร่ และธาตุองค์ประกอบหิน รวมถึงธาตุหายาก และธาตุที่จะส่งผลให้เกิดมลภาวะในน้ำใต้ดินอีกด้วย โดยทำการวิเคราะห์องค์ประกอบออกไซด์พื้นฐานของ



รูปที่ 5.2.1-3 การย่อยตัวอย่างด้วยกรดตามวิธีของ USEPA METHOD 7471B



รูปที่ 5.2.1-4 แผนผังการย่อยตัวอย่างด้วยกรดตามวิธีของ USEPA METHOD 3050B

หินด้วยวิธี X-ray fluorescence (XRF) ซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้ โดยจะได้ค่าออกมาเป็น องค์ประกอบออกไซด์พื้นฐาน เช่น SiO_2, Al_2O_3, TiO_2, Fe_2O_3, CaO, P_2O_3 ฯลฯ อีกทั้งได้ทำการวิเคราะห์สารพิษจำพวกโลหะหนักจำนวน 8 ชนิด คือ สารหนู ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม ซิลีเนียม โครเมียมชนิดเฮ็กซะวาเลนท์ แมงกานีส และนิกเกิล ด้วยวิธี Inductively coupled plasma หรือ ICP แสดงตัวอย่างและผลการวิเคราะห์ดัง**ภาคผนวก ฉ**

ผลการวิเคราะห์ค่าออกไซด์ของตัวอย่างหิน 12 ตัวอย่าง ด้วยวิธี XRF นั้น แสดงดัง**ตารางที่ 5.2.1-2** โดยตัวอย่างหินทั้งหมดเป็นหินที่คาดว่าจะเป็นหินท้องที่ที่รองรับน้ำบาดาลทั้งหมดเป็นหินอัคนีพุ ซึ่งประกอบด้วย หินไรโอไรต์ หินแอนดิไซต์ และหินไพโรคลาสติก

ตารางที่ 5.2.1-2 ผลวิเคราะห์ค่าออกไซด์ของหินจำนวน 12 ตัวอย่าง

Compound Name	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	ค่าเฉลี่ย	Nakchaiya (2008)	Metaparsosan (2009)
SiO_2	53.000	44.000	51.000	94.000	52.000	65.690	95.590	60.780	53.120	74.800	62.450	61.350	57.819	58.95	55.14
$Al2O_3$	12.000	53.000	37.000	-	35.000	30.530	-	29.130	12.730	22.410	22.620	29.610	28.403	15.34	18.16
Fe_2O_3	3.500	0.820	2.600	2.100	2.200	1.650	0.851	1.770	2.281	0.560	1.356	2.178	1.891	8.41	-
K_2O	2.100	0.930	0.210	1.300	0.320	0.020	2.985	1.747	2.818	1.834	1.863	0.940	1.278	3.65	1.27
MgO	1.800	0.053	4.000	0.610	2.800	0.113	0.156	1.520	0.484	0.119	7.138	1.247	1.927	4.87	4.55
CaO	1.200	0.180	1.400	0.170	3.800	0.064	0.029	2.317	0.108	0.030	1.973	0.766	1.184	4.61	7.09
Na_2O	0.870	1.000	3.600	0.880	3.100	0.156	0.135	1.789	0.205	0.084	0.060	3.084	1.395	1.14	3.47
TiO_2	0.260	0.110	0.110	0.130	0.110	0.067	0.045	0.158	0.247	0.048	0.051	0.134	0.129	0.58	1.1
P_2O_5	0.110	0.006	0.071	0.023	0.100	0.046	0.032	0.119	0.031	0.011	0.027	0.116	0.064	0.21	0.23
MnO	0.055	-	0.044	0.010	0.046	0.003	0.009	0.040	-	-	0.088	0.029	0.044	0.26	0.16
BaO	0.037	0.015	0.020	0.019	0.015	-	0.077	0.061	0.034	0.040	0.034	0.023	0.036	-	-
SO_3	0.034	0.073	0.100	0.810	0.058	0.073	0.052	0.467	0.029	0.035	2.318	0.459	0.384	-	-
Cl	0.017	0.007	0.015	-	0.027	0.012	0.014	0.021	0.018	0.010	0.014	0.034	0.017	-	-
ชนิดหิน	หินแอนดิไซต์	หินไพโรคลาสติก ทัฟฟ์	หินแอนดิไซต์	หินไรโอไรท์	หินแอนดิไซต์	หินไรโอไรท์	หินไพโรคลาสติก ทัฟฟ์	หินแอนดิไซต์	หินไรโอไรท์	หินไรโอไรท์	หินแอนดิไซต์	หินแอนดิไซต์			

การศึกษาด้านศิลาวรรณาในพื้นที่ศึกษานี้ ได้มีงานวิจัยมากมาย ที่ได้ทำการศึกษา ไว้ โดยส่วนใหญ่เน้นไปทางการศึกษาธรณีวิทยาแหล่งแร่ และธรณีประวัติเป็นส่วนใหญ่ ในการศึกษา ครั้งนี้ได้เลือกงานวิจัยที่มีการศึกษาศิลาววร รณา ที่มีการวิเคราะห์ค่าออกไซด์ด้วยวีธีการทาง XRF มาเปรียบเทียบกับผลการวิเคราะห์ที่ได้มา โดย Nakchaiya (2008) ได้ศึกษาค่าทางเคมีของออกไซด์บริเวณเหมืองทอง อัคราที่หลุมขุด C และ H โดยหินส่วนใหญ่เป็นหินภูเขาไฟ มีค่า SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, K_2O และ MgO ประมาณร้อยละ 59 15 8 4 และ 5 ตามลำดับ Metaparsosan (2009) ได้ทำการศึกษาค่า

ทางเคมีของออกไซด์บริเวณอำเภอชนแดนและ อำเภอวังโป่ง ซึ่งเป็นพื้นที่ซ้อนทับกับพื้นที่ศึกษา และอยู่บริเวณต้นน้ำของพื้นที่ศึกษา ทำการวิเคราะห์ส่วนใหญ่เป็นหินแอนดีไซต์ ซึ่งมีค่า SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, K_2O และ MgO ประมาณร้อยละ 55 18 0 1 และ 5 ตามลำดับ โดยพบว่า ค่าเฉลี่ยของค่าออกไซด์ของหินที่เก็บได้ จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่าค่า SiO_2 มีค่าใกล้เคียงกับงานวิจัยอื่นๆ ซึ่งมีค่าประมาณร้อยละ 55-59 แต่พบว่าค่า Al_2O_3 มีค่าที่สูงกว่าของ Nakchaiya (2008) และ Metaparsosan (2009) อยู่ประมาณ ร้อยละ 10 โดยที่ค่าวิเคราะห์ออกไซด์ตัวอื่นๆ มีค่าน้อยกว่างานวิจัยทั้งสอง

ผลการวิเคราะห์ธาตุส่วนน้อย จำนวน 8 พารามิเตอร์ ของหินที่เก็บ 12 ตัวอย่าง ได้ผลดัง**ตารางที่ 5.2.1-3** พบว่า ค่าสารหนูมีค่าพิสัยอยู่ที่ 0.03-9.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แคดเมียมมีค่าพิสัยอยู่ที่ 0.3-1.4 มิลลิกรัม /กิโลกรัม ตะกั่วมีค่าพิสัยอยู่ที่ 22-165 มิลลิกรัม /กิโลกรัม ซีลีเนียมมีค่าพิสัยอยู่ที่ 0.01-9.2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม นิกเกิลมีค่าพิสัยอยู่ที่ 0.8-6.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แมงกานีสมีค่าพิสัยอยู่ที่ 20-1,690 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โครเมียมเฮกซะโควาเลนท์ไม่สามารถตรวจวัดได้ทุกตัวอย่าง แบเรียมมีค่าพิสัยอยู่ที่ 16-198 มิลลิกรัม/กิโลกรัม วานาเดียมมีค่าพิสัยอยู่ที่ 11-189 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และปรอทมีค่าที่สามารถวัดได้อยู่เพียงตัวอย่างเดียว คือ R6 นอกจากนั้นไม่สามารถวัดค่าปรอทในหินได้

ตารางที่ 5.2.1-3 ผลวิเคราะห์ธาตุร่องรอย (Trace elements) ของหินบริเวณพื้นที่โครงการ

Sample	Total Concentration (mg/Kg)										ชนิดหิน
No	As	Cd	Pb	Se	Ni	Mn	Cr+6	Ba	Va	Hg	
R1	1.1	<0.3	41	0.33	6.5	535	<0.4	81	29	<0.05	หินแอนดิไซต์
R2	8.1	<0.3	22	0.06	3.3	46	<0.4	37	31	<0.05	หินไพโรคลาสติกทัฟฟ์
R3	2.3	<0.3	52	<0.01	5.2	581	<0.4	59	189	<0.05	หินแอนดิไซต์
R4	7.1	<0.3	165	16	2.4	172	<0.4	37	19	<0.05	หินไรโอไรท์
R5	0.03	<0.3	39	<0.01	2.2	352	<0.4	23	87	<0.05	หินแอนดิไซต์
R6	0.55	<0.3	57	9.2	1.2	77	<0.4	16	14	0.07	หินไรโอไรท์
R7	9.3	1.3	70	0.12	1.5	133	<0.4	72	14	<0.05	หินไพโรคลาสติกทัฟฟ
R8	6	<0.3	69	<0.01	4.7	256	<0.4	66	56	<0.05	หินแอนดิไซต์
R9	8.7	1.4	61	0.47	0.8	28	<0.4	25	11	<0.05	หินไรโอไรท์
R10	9	1.1	56	0.12	1.6	20	<0.4	51	46	<0.05	หินไรโอไรท์
R11	8.6	0.9	71	0.19	4.1	1689	<0.4	28	91	<0.05	หินแอนดิไซต์
R12	6.1	0.3	64	<0.01	2.9	517	<0.4	198	84	<0.05	หินแอนดิไซต์
Min	0.03	< 0.3	22	< 0.01	0.8	20	< 0.4	16	11	< 0.05	
Max	9.3	1.4	165	9.2	6.5	1,689	< 0.4	198	189	0.07	
Mean	5.44	0.63	68.14	2.55	3.12	436.79	-	64.79	62.21	-	

หมายเหตุ การวิเคราะห์ธาตุร่องรอยโดยวิธี USEPA 3050B มีดังนี้ As, Cd, Pb, Se, Ni, Mn, Cr^{6+}, Ba และ Va
การวิเคราะห์โดย USEPA 7471B คือ Hg

5.2.2 สภาพการปนเปื้อนของมลสารในดิน

กำหนดจุดเก็บตัวอย่างดินจำนวนทั้งสิ้น 50 จุด ดัง**ตารางที่ 5.2.2-1** และ**รูปที่ 5.2.2-1** โดยทำการเก็บตัวอย่าง จุดละ 2 ระดับ คือ ดินชั้นบน และดินชั้นล่าง ซึ่งมีเกณฑ์การคัดเลือกตำแหน่ง โดยพิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศ ลักษณะชนิดดิน และธรณีวิทยา รวมถึงเส้นทางน้ำเดิม

(1) ดัชนีคุณภาพดิน

ตัวอย่างดิน จำนวน 50 ชุดตัวอย่าง (50 หลุมๆ ละ 2 ตัวอย่าง) เก็บตัวอย่างเมื่อเดือนธันวาคม 2553 นำมาวิเคราะห์คุณภาพดิน โดยกำหนดวิธีการ ตรวจวัด และวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางกายภาพและเคมีของสารพิษพื้นฐาน ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2547) จำนวน 13 พารามิเตอร์ ดังนี้

1) ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH), Redox potential (Eh)
2) ค่าการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity)
3) ความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ (Soil permeability)
4) ความชื้น (Moisture)
5) แคดเมียมและสารประกอบแคดเมียม (Cadmium and compounds)
6) สารหนู (Arsenic)
7) โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Hexavalent chromium)
8) ตะกั่ว (Lead)
9) แมงกานีสและสารประกอบแมงกานีส (Manganese and compounds)
10) ซีลีเนียม (Selenium)
11) ปรอทและสารประกอบปรอท (Mercury and compounds)
12) นิกเกิลในรูปของเกลือที่ละลายน้ำได้ (Nickel, soluble salts)
13) ไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ (Cyanide and compounds)

(2) วิธีการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างดินที่ระดับความลึก 2 ระดับ ดังนี้

1) ดินชั้นบน ที่ระดับความลึกประมาณ 1 เมตร

เพื่อเก็บตัวอย่างดินด้วยท่อพลาสติกพีวีซีที่มีความยาวประมาณ 30–45 เซนติเมตร และหุ้มด้วยพลาสติกทั้งด้านหัว-ปลาย ท่อพลาสติก (ทำการปิดปลายท่อด้วยการหล่อเทียน)

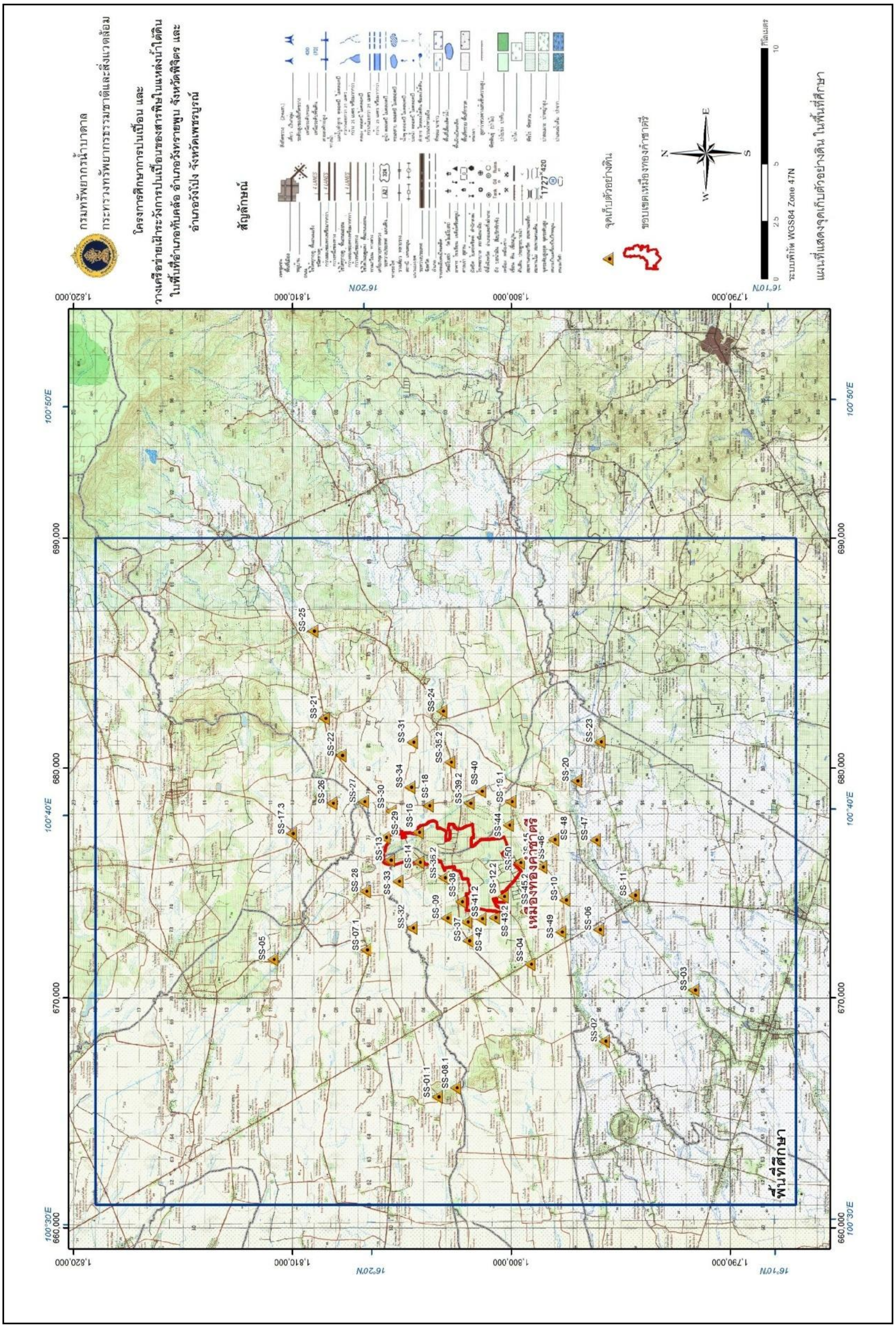
2) ดินชั้นล่าง ที่ระดับความลึก 4 เมตร

เก็บตัวอย่างดินคละเคล้ากั น โดยขุดดินลงไป เก็บตัวอย่างดินให้มีน้ำหนักรวมไม่ต่ำกว่า 1 กิโลกรัม 2 ถุง เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพดิน

โดยแสดงเครื่องมือ และวิธีการเจาะเก็บตัวอย่างดิน ดัง**รูปที่ 5.2.2-2**

ตารางที่ 5.2.2-1 พิกัดจุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณพื้นที่โครงการ

ลำดับที่	สถานีที่	พิกัด		ลำดับที่	สถานีที่	พิกัด	
		ตะวันออก	เหนือ			ตะวันออก	เหนือ
1	SS-01	665669	1803385	26	SS-26	678494	1808484
2	SS-02	668050	1795771	27	SS-27	678535	1806810
3	SS-03	670348	1791617	28	SS-28	674731	1806890
4	SS-04	671465	1799149	29	SS-29	677033	1805926
5	SS-05	671573	1810745	30	SS-30	678063	1805473
6	SS-06	673019	1796054	31	SS-31	681275	1804584
7	SS-07	672065	1806640	32	SS-32	673016	1804585
8	SS-08	666059	1802549	33	SS-33	674256	1804279
9	SS-09	673457	1802932	34	SS-34	679308	1804584
10	SS-10	674271	1797552	35	SS-35	680233	1802814
11	SS-11	674287	1794375	36	SS-36	675206	1803088
12	SS-12	674389	1800396	37	SS-37	671983	1802120
13	SS-13	675653	1805418	38	SS-38	674184	1802323
14	SS-14	675897	1804245	39	SS-39	678446	1801929
15	SS-15	676086	1798770	40	SS-40	679851	1801600
16	SS-16	677099	1804262	41	SS-41	673274	1802055
17	SS-17	677130	1810040	42	SS-42	671950	1800617
18	SS-18	678323	1804326	43	SS-43	673466	1800779
19	SS-19	678548	1799957	44	SS-44	677503	1799800
20	SS-20	679042	1797002	45	SS-45	673726	1799385
21	SS-21	682083	1802791	46	SS-46	675686	1798609
22	SS-22	680662	1807676	47	SS-47	676886	1799179
23	SS-23	681033	1796020	48	SS-48	676881	1798008
24	SS-24	682130	1803147	49	SS-49	672933	1797837
25	SS-25	685950	1809096	50	SS-50	675870	1796800



รูปที่ 5.2.2-1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างดินบริเวณพื้นที่โครงการ

รูปที่ 5.2.2-2 อุปกรณ์และวิธีการเก็บตัวอย่างดิน

(3) วิธีการวิเคราะห์

ทำการวิเคราะห์ดินทั้งลักษณะทางกายภาพ และทางเคมี เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติของดินตามพารามิเตอร์ที่กำหนด ดังนี้

- **การศึกษาค่าความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ (Soil permeability)**

เก็บตัวอย่างเป็นแบบแท่ง (Tube) ความยาวประมาณ 30-45 เซนติเมตร เพื่อศึกษาความสามารถในการซึมผ่านของน้ำ และมีมาตรฐานในการทดสอบ คือ ASTM D 2434-68 (2000) Standard Test Method for Permeability of Granular Soils (Constant Head)

- **การศึกษาลักษณะทางกายภาพ เช่น ส่วนผสมระหว่าง ทราย ทรายแป้ง และดินเหนียว**

ตัวอย่างดินที่เก็บมา นำไปผ่านตะแกรงร่อนขนาดต่างๆ เพื่อศึกษาขนาด และสัดส่วนของอนุภาคดินแต่ละชนิด

- **การวิเคราะห์ทางเคมี**

การวิเคราะห์สารเคมีหรือสารมลพิษที่ตกค้างในดิน จะพิจารณาวิธี Atomic Absorption, Furnace Technique (AA(FT)), Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectrometry (ICP-AES) และ Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS) ในการวิเคราะห์หาสารตกค้างในดิน

(4) ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน

การวิเคราะห์คุณภาพดินเพื่อหาสารปนเปื้อนที่จับกับอนุภาคของดิน และคุณสมบัติทางกายภาพของดิน เป็ นการศึกษาลักษณะพื้นฐานของดินในพื้นที่ศึกษา และแหล่งกำเนิดการปนเปื้อน เพื่อนำข้อมูลทุกประเภทเข้าสู่แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ต่อไป โดยแสดงภาพตัวอย่างดินชั้นบน และดินชั้นล่าง ดัง**รูปที่ 5.2.2-3** และรายงานการเจาะดินใน**ภาคผนวก ช**

ดินชั้นบน	ดินชั้นล่าง

รูปที่ 5.2.2-3 ตัวอย่างดินชั้นบน และดินชั้นล่าง

จากผลการวิเคราะห์คุณสมบัติและธาตุองค์ประกอบดินจากการเก็บตัวอย่าง พบว่าค่าความเป็นกรดด่างของดินในพื้นที่ศึกษา นั้น มีค่าระหว่าง 3.95 ถึง 8.99 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 6.5 (**รูปที่ 5.2.2-4**) สำหรับค่า Redox potential มีค่าระหว่าง 215 ถึง386 mV ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 295.8 mV และค่าความชื้นระหว่าง 3.13 ถึง 29.0% โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.9%

ในส่วนผลของการวิเคราะห์ธาตุส่วนน้อย (Trace elements) นั้น ได้ทำการวิเคราะห์ธาตุจำนวน 9 ชนิด ได้แก่ สารหนู (Total arsenic) โครเมียม (Total cadmium and compounds) ตะกั่ว (Total lead) แมงกานีส (Total manganese and compounds) ปรอท (Total mercury and compounds) นิกเกิล (Nickel, soluble salts) ซีลีเนียม (Total selenium) และไซยาไนด์ (Cyanide and compounds) โดยสามารถสรุปค่าต่างๆ ออกได้ดังต่อไปนี้

ค่าธาตุสารหนูในดิน มีค่าพิสัยอยู่ต่ำกว่าที่เครื่องวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ได้ (BDL, <0.03 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ถึง 73 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.8 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 13.1 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของสารหนูในดิน ในการศึกษาครั้งนี้เทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์จากรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อม (EIA) ชาตรีเหนือ พบว่าค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของสารหนูในการศึกษาครั้งนั้น มีค่าอยู่ที่ 37.6 และ 85 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าที่ตรวจวัดได้ในการศึกษาครั้งนี้ จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของสารหนูในพื้นที่ศึกษา ดังนั้น การทำเหมืองทองในพื้นที่ศึกษา จึงไม่มีผลกระทบต่อการปนเปื้อนสารหนูในดิน

แต่เมื่อวิเคราะห์หาความเป็นมลพิษ ซึ่งทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภา พดินของกรมควมคุมมลพิษ ซึ่งได้กำหนดค่ามาตรฐานของสารหนูในดินไว้ไม่เกิน 3.9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จากตัวอย่างดิน 50 ตัวอย่าง พบว่ามีตัวอย่างจำนวน 12 ตัวอย่าง ที่มีค่าสารหนูเกินมาตรฐาน โดยมีค่าตั้งแต่ 4.6–73 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จาก**รูปที่ 5.2.2-4** แสดงค่าสารหนูในบริเวณจุดเก็บตัวอย่าง พบว่า สารหนู มีค่าเกินมาตรฐาน โดยกระจายตัวอยู่รอบขอบเขตเหมือง ซึ่งมีความสัมพันธ์กับธรณีวิทยาในพื้นที่ที่เป็นบริเวณแหล่งแร่ทองคำ

ธาตุแคดเมียม มีพิสัยอยู่ที่ ค่าต่ำกว่าที่เครื่องวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ได้ (BDL, <0.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ถึง 1.9 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.36 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ 0.2 แต่จากการตรวจสอบเอกสาร ไม่พบว่ามีการตรวจวัดแคดเมี ยมในพื้นที่ศึกษามาก่อน อย่างไรก็ตาม ค่าของแคดเมียมที่ได้ทำการตรวจวัดนั้น ไม่พบว่ามีค่าสูงกว่าค่าปกติในดินทั่ วไป อีกทั้งเมื่อวิเคราะห์หาความเป็นมลพิษ โดยเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินของกรมควมคุมมลพิษได้กำหนดค่ามาตรฐานของ โครเมียมในดินไว้ไม่เกิน 37 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าไม่มีตัวอย่างใดมีค่าเกินมาตรฐาน จึงสามารถสรุปได้ว่า ไม่มีการปนเปื้อนของแคดเมี ยม และไม่มีความเป็นมลพิษในพื้นที่ศึกษา

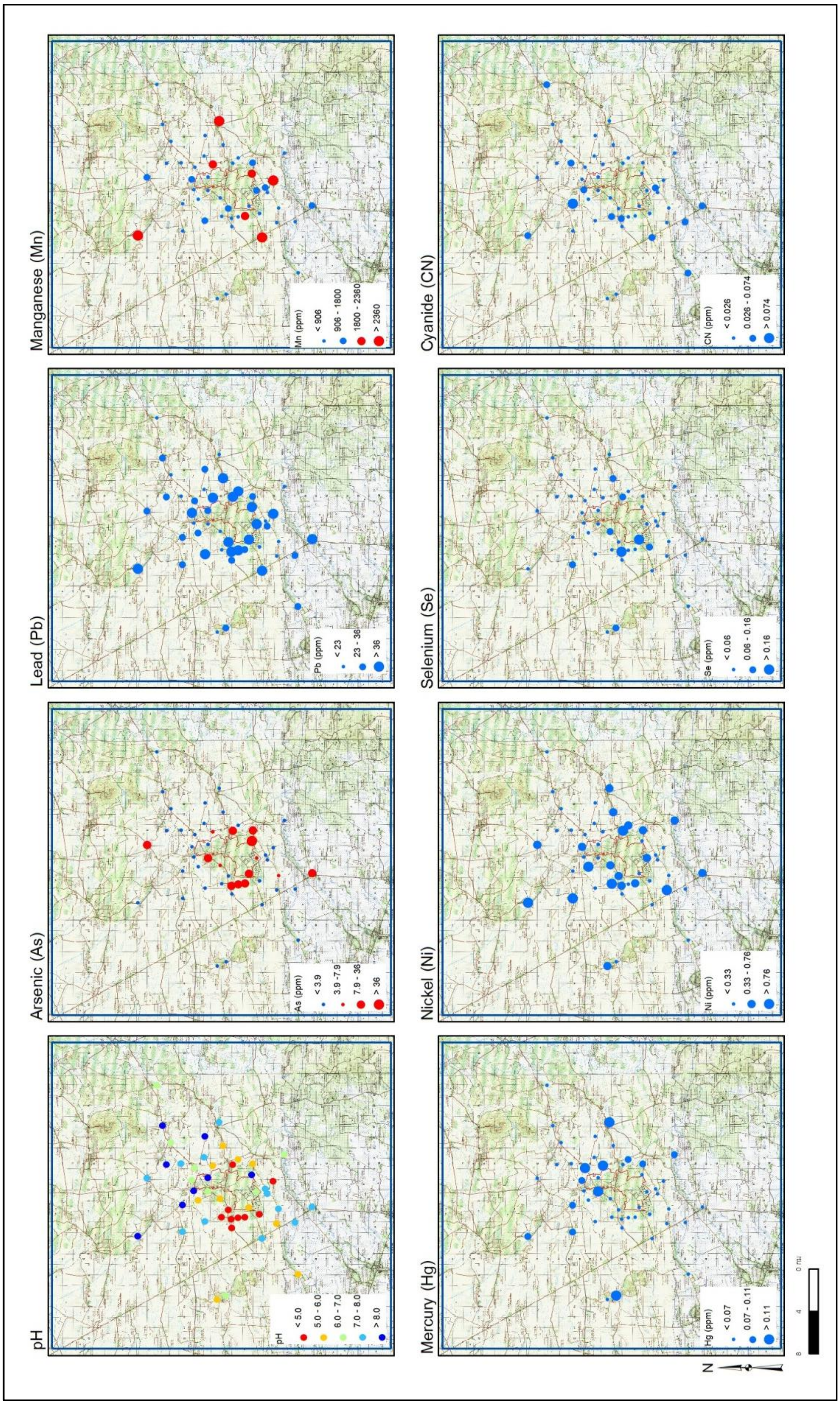
ธาตุโครเมียม พบว่า ไม่มีตัวอย่างใดที่ตรวจวัดเกินกว่าที่เครื่องวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ได้ (น้อยกว่า0.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จึงอนุมานได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนและไม่มีความเป็นมลพิษของโครเมียมในพื้นที่ศึกษา

ธาตุตะกั่ว มีพิสัยอยู่ที่ 7.3 ถึง 79 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 32.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 15.88 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของตะกั่วในดินจากการศึกษาครั้งนี้ เทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ ในรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้ อมชาตรีเหนือ พบว่า ค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของตะกั่ว จากการศึกษาครั้งนั้น มีค่าอยู่ที่ 3 และ 55 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ โดยค่าเฉลี่ยที่ตรวจวัดได้มีค่าน้อยกว่าที่ตรวจวัดได้จากการศึกษาครั้งนี้ จึงสามารถประเมินได้ว่ามีการปนเปื้อนของตะกั่วในพื้นที่ศึกษา ดังนั้น การทำเหมืองทองในพื้นที่ศึกษา จึงมีผลกระทบต่อการปนเปื้อนของสารตะกั่วในดิน

และเมื่อวิเคราะห์หาความเป็นมลพิษ ซึ่งทำการเปรียบเทียบกับมา ตรฐานคุณภาพดินของกรมควบคุมมลพิษ ได้กำหนดค่ามาตรฐานของตะกั่วในดินไว้ไม่เกิน 400 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าไม่มีตัวอย่างใดมีค่าเกินมาตรฐาน จึงสรุปได้ว่า มีการปนเปื้อนของตะกั่วในดิน แต่ไม่มีความเป็นมลพิษในพื้นที่ศึกษา

ธาตุแมงกานีส มีพิสัยอยู่ที่ 5 ถึง 23,707 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ ยเท่ากับ 981.8 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 1,251 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของแมงกานีสในดิน จากการศึกษาครั้งนี้ เปรียบ เทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์จากรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมชาตรีเหนือ พบว่า ค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของตะกั่วจากการศึกษาครั้งนั้น มีค่า เท่ากับ 915 และ 1,878 มิลลิกรัม/กิโลกรั ม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียง กับที่ตรวจวัดได้ จากการศึกษาครั้งนี้ แต่ค่าสูงสุดน้อยกว่ามาก จึงสามารถประเมินได้ว่ามีการปนเปื้อนของแมงกานีสในพื้นที่ศึกษา ดังนั้น การทำเหมืองแร่ทองคำ จึงมีผลกระทบต่อการปนเปื้อนแมงกานีสในดิน

เมื่อวิเคราะห์หาความเป็นมลพิษ ซึ่งทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพดินของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งได้กำหนดค่ามาตรฐานของแมงกานีสในดินไว้ไม่เกิน 1,800 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จากตัวอย่างดินจำนวน 50 ตัวอย่าง พบว่ามีตัวอย่างจำนวน 7 ตัวอย่าง ที่มีค่าเกินมาตรฐาน โดยมีค่าตั้งแต่ 1,980 – 5,700 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ดัง**รูปที่ 5.2.2-4** ได้แสดงถึงการกระจายตัวของแมงกานีส โดยพบว่าค่าที่สูงเกินมาตรฐานนั้นมีการกระจายตัวอยู่นอกขอบเขตเหมืองมากกว่า 4 กิโลเมตร โดยมีค่าสูงสุดสามอันดับแรก อยู่ที่บ้านคลองสายยางรุ้ง (5,700 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) บ้านนิคม (4,825 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) และบ้านทุ่งโม่ง (4,170 มิลลิกรัม/กิโลกรัม)



รูปที่ 5.2.2-4 การวิเคราะห์คุณสมบัติและธาตุองค์ประกอบดิน

ธาตุปรอท (Mercury; Hg) ค่าต่ำกว่าที่เครื่องวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ได้ (BDL, <0.05 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ถึง 0.23 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.04 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของปรอทในดิน จากการศึกษาครั้งนี้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ในรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมชาตรีเหนือ พบว่า ค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของปรอทในการศึกษาครั้งนั้น มีค่าเท่ากับ 0.14 และ 0.95 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าสูงกว่าค่าที่ตรวจวัดได้ ในครั้งนี้ จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของปรอทในพื้นที่ศึกษา ดังนั้น การทำเหมืองทอง จึงไม่มีผลกระทบต่อการปนเปื้อนของสารปรอทในดิน

และเมื่อวิเคราะห์หาความเป็นมลพิษ โดยทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพดินของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งได้กำหนดค่ามาตรฐานของปรอทในดินไว้ไม่เกิน 23 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าไม่มีตัวอย่างใดมีค่าเกินมาตรฐาน จึงสามารถสรุปได้ว่า ไม่มีการปนเปื้อนของปรอทในดิน และไม่มีความเป็นมลพิษในพื้นที่ศึกษา

ค่านิกเกิล (Nickel; Ni) มีพิสัยอยู่ที่ 0.05 ถึง 2.8 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.44 มิลลิกรัม /กิโลกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.48 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของนิกเกิลในดินจากการศึกษาครั้งนี้เทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ ในรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมชาตรีใต้ พบว่าค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของนิกเกิลในการศึกษาครั้งนั้น มีค่า เท่ากับ 0.2 และ 0.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัมตามลำดับ ซึ่ งมีค่าน้อยกว่าที่ตรวจวัดได้ในการศึกษาในครั้งนี้ จึงสามารถประเมินได้ว่ามีการปนเปื้อนของนิกเกิลในพื้นที่ศึกษา ดังนั้น การทำเหมืองทอง จึงมีผลกระทบต่อการปนเปื้อน ของสารนิกเกิลในดิน

และเมื่อวิเคราะห์หาความเป็นมลพิษ โดยทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพดินของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งได้กำหนดค่ามาตรฐานของนิกเกิลในดินไว้ไม่เกิน 1,600 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าไม่มีตัวอย่างใด มีค่าเกินมาตรฐาน จึงสามารถสรุปได้ว่ามีการปนเปื้อนของนิกเกิลในดิน แต่ไม่มีความเป็นมลพิษในพื้นที่ศึกษา

ค่าซีลีเนียม (Selenium; Se) มีพิสัยอยู่ที่ค่าต่ำกว่าที่เครื่องวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ได้ (BDL <0.01 มิลลิกรัม /กิโลกรัม) ถึง 0.144 มิลลิกรัม /กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.019 มิลลิกรัม /กิโลกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.026 แต่เนื่องจากไม่มีการวิเคราะห์ค่า ซีลีเนียมในดินทั้งในรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมเหมืองชาตรีใต้และเหนือ จึงไม่สามารถวิเคราะห์หาภาวะการปนเปื้อนในพื้นที่ได้ แต่เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพดินของกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งได้กำหนดค่ามาตรฐานของซีลี เนียมในดินไว้ไม่เกิน 390 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งพบว่าไม่มีตัวอย่างใดมีค่าเกินมาตรฐาน

ค่าไซยาไนด์ (Cyanide; CN) มีพิสัยอยู่ที่ค่าต่ำกว่าที่เครื่องวิเคราะห์สามารถวิเคราะห์ได้ (BDL <0.03 มิลลิกรัม /กิโลกรัม) ถึง 1.70 มิลลิกรัม /กิโลกรัม โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.08 มิลลิกรัม / กิโลกรัม ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 0.30 เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของไซยาไนด์

ในดินจากการศึกษาครั้งนี้เปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ในรายงานผลกระทบสิ่งแวดล้อมชาตรีเหนือ พบว่า ค่าเฉลี่ย และค่าสูงสุดของไซยาไนด์ในการศึกษาครั้งนั้น มีค่าเท่ากับ 0.34 และ 1.4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่ามากกว่าที่ตรวจวัดได้ในการศึกษาครั้งนี้ จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของไซยาไนด์ในพื้นที่ศึกษา ดังนั้นการทำเหมืองทอง จึงมีผลกระทบต่อการปนเปื้อนไซยาไนด์ในดิน ซึ่งจากข้อมูลการสำรวจของรายงานประเมินผลวิเคราะห์สิ่งแวดล้อมในบริเวณเหมืองทองคำชาตรีเหนือ ได้รายงานไว้แล้วว่าพื้นที่ดังกล่าวมีค่าไซยาไนด์เป็นค่า พื้นฐาน (Background) อยู่แล้ว ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะพบไซยาไนด์ในบริเวณดังกล่าว

และเมื่อวิเคราะห์หาความเป็นมลพิษ ซึ่งทำการเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพดินข อง กรมควบคุมมลพิษ ซึ่งได้กำหนดค่ามาตรฐานของไซยาไนด์ในดินไว้ไม่เกิน 11 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าไม่มีตัวอย่างใดมีค่าเกินมาตรฐาน จึงสามารถสรุปได้ว่า ไม่มีการปนเปื้อนของไซยาไนด์ในดิน และไม่มีความเป็นมลพิษในพื้นที่ศึกษา

กล่าวโดยสรุปแล้ว จากการศึกษา พบว่า พื้นที่ศึกษามีการปนเปื้อนของสารพิษดังต่อไปนี้ คือ ตะกั่ว แมงกานีส และนิกเกิล โดยที่มีสารที่มีค่าเกินมาตรฐาน ได้แก่ สารหนู และแมงกานีส

5.2.3 การปนเปื้อนของมลสารในแหล่งน้ำใต้ดิน

จากการเจาะสำรวจเพื่อวิเคราะห์ลักษณะธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา ดังในบทที่ 3 และบทที่ 4 โดยได้บ่อเจาะสำรวจเพื่อติดตามคุณภาพน้ำใต้ดินจำนวน 12 บ่อ หลังจากนั้นจึงทำการเลือกบ่อบาดาลในพื้นที่ศึกษาเพิ่มเติมอีก 31 บ่อ รวมเป็น 43 บ่อ กระจายทั่วพื้นที่ศึกษา เพื่อทำการวัดระดับน้ำ เก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบาดาล จำนวน 3 ครั้ง เพื่อให้เป็นตัวแทนตามฤดูกาล โดยมีกำหนดการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินดังนี้

ครั้งที่	วัน เดือน ปี
1	วันที่ 17-22 พฤศจิกายน พ.ศ. 2553
2	วันที่ 2-5 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2554
3	วันที่ 5-8 พฤษภาคม พ.ศ. 2554

(1) จุดเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

การวิเคราะห์และประเมินตำแหน่งเพื่อการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน ได้พิจารณาจากลักษณะภูมิประเทศ แนวเส้นทางน้ำเก่า ทิศทางไหลของน้ำ ใต้ดิน และบ่อเก็บน้ำในเหมืองแร่ทองคำ ชาตรีเหนือ บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด ดังแสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ ใต้ดินใน **ตารางที่ 5.2.3-1** และ **รูปที่ 5.2.3-1** โดยมี 2 สถานีที่เป็นพื้นที่ประกอบการทำเหมืองแร่ทองคำ คือ พื้นที่เขตประทานบัตร ของเหมืองแร่ทองคำชาตรีเหนือ บริษัทอัคราไมนิ่ง จำกัด และพื้นที่เหมืองแร่ทองคำเขาพนมพา (เป็นเหมืองเปิดให้ประชาชน

ตารางที่ 5.2.3-1 พิกัดจุดสำรวจบ่อบาดาล และบ่อน้ำตื้นในบริเวณรอบๆ พื้นที่โครงการ

ลำดับ	ชื่อจุด	พิกัด		ชื่อบ่อ
		ตะวันออก	เหนือ	
1	GWS-01	47Q 674389	1800396	บ่อเจาะใหม่
2	GWS-02	47Q 678818	1802553	บ่อเจาะใหม่
3	GWS-03	47Q 676132	1806313	บ่อเจาะใหม่
4	GWS-04	47Q 675897	1804245	บ่อเจาะใหม่
5	GWS-05	47Q 687446	1817206	บ่อเจาะใหม่
6	GWS-06	47Q 667198	1815565	บ่อเจาะใหม่
7	GWS-07	47Q 675836	1814477	บ่อเจาะใหม่
8	GWS-08	47Q 686931	1794671	บ่อเจาะใหม่
9	GWS-09	47Q 663418	1795389	บ่อเจาะใหม่
10	GWS-10	47Q 676806	1795080	บ่อเจาะใหม่
11	GWS-11	47Q 686106	1807329	บ่อเจาะใหม่
12	GWS-12	47Q 666311	1800628	บ่อเจาะใหม่
13	GWS 13-1	47Q 0690602	1800231	ไม่มีข้อมูล
14	GWS-14	47Q 690193	1812456	ME0108
15	GWS-15	47Q 685950	1809096	N1164
16	GWS-16	47Q 682464	1803155	PW22441
17	GWS-17	47Q 681766	1818345	MB0655
18	GWS-18	47Q 681033	1796020	PC56
19	GWS-19	47Q 680662	1807676	DCD15351
20	GWS-20	47Q 679981	1800301	DCD15328
21	GWS-21	47Q 677547	1790257	TC0162
22	GWS-23	47Q 677020	1796953	TC104
23	GWS-25	47Q 676086	1798770	MD1147
24	GWS-27	47Q 674663	1817463	DCD14128
25	GWS-28	47Q 674287	1794375	PC55
26	GWS-29	47Q 674259	1786175	TC0036
27	GWS-30	47Q 674189	1802301	TC202
28	GWS-32	47Q 671573	1810745	PW23903
29	GWS-33	47Q 671465	1799149	DOH10663
30	GWS-34	47Q 670348	1791617	TC65
31	GWS 35-1	47Q 0670242	1813426	ไม่มีข้อมูล

ตารางที่ 5.2.3-1 (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อจุด	พิกัด		ชื่อบ่อ
		ตะวันออก	เหนือ	
32	GWS-36	47Q 668846	1804868	MQ0237
33	GWS-37	47Q 668050	1795771	กยธ16656
34	GWS-38	47Q 665721	1803494	TZ63
35	GWS-39	47Q 665050	1791032	PC57
36	GWS-40	47Q 662217	1808304	MD1154
37	GWS-41	47Q 685245	1788740	ก3261
38	GWS-42	47Q 680959	1788908	DCD15110
39	A-1	47Q 676544	1807268	คลองตาลัด (ประปาหมู่บ้าน)
40	A-2	47Q 675836	1806431	ไม่มีข้อมูล
41	A-3	47Q 676078	1805979	บ้านร่องหอย (ใกล้เขา)
42	A-4	47Q 675658	1804235	วัดเขาหม้อ
43	A-5	47Q 675654	1804054	วัดเขาหม้อ

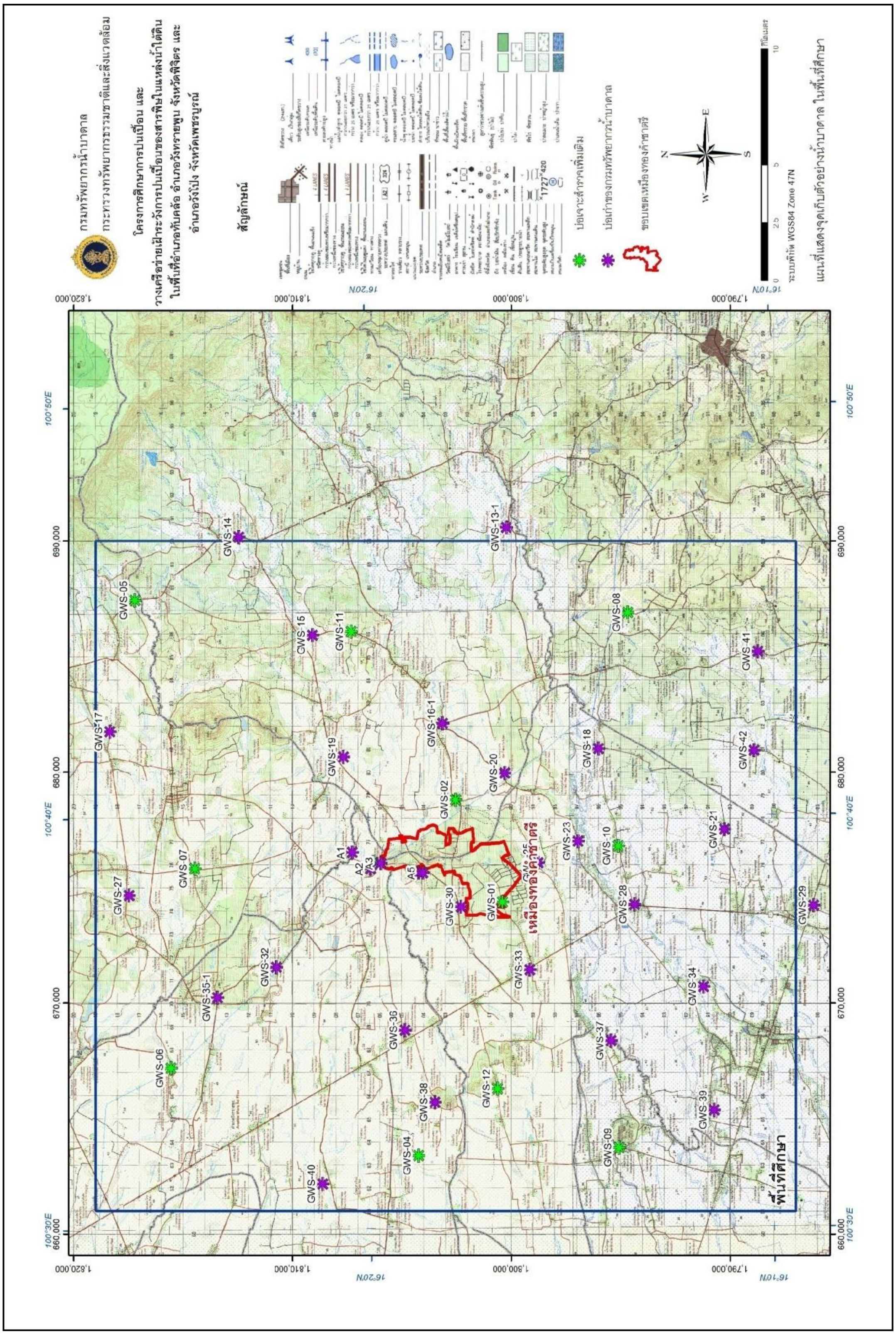
เข้าดำเนินกิจกรรมการขุดหาแร่ทองคำ) ซึ่งทั้งสองพื้นที่มีการใช้สารเคมีในกระบวนการสกัดแร่ทองคำต่างกัน คือ สารไซยาไนด์ และปรอท ตามลำดับ จึงเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินเพื่อศึกษาการปนเปื้อนต่อไป

(2) วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดิน

เก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินจำนวน 3 ขวด ขวดละ 1 ลิตร

1) เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพ
- ภาชนะที่จะใส่ตัวอย่างน้ำ ต้องเป็นขวดพลาสติกที่สะอาด และจะต้องล้างทั้งขวดและฝาด้วยน้ำที่จะบรรจุเสียก่อนประมาณ 2-3 ครั้ง แล้วจึงบรรจุตัวอย่างน้ำให้เต็ม ปิดฝาให้แน่นแล้วรีบนำส่งวิเคราะห์ทันที
- ปริมาณน้ำตัวอย่างที่เก็บจะต้องไม่น้อยกว่า 1 ลิตรต่อขวด

2) เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ลักษณะที่เป็นพิษ
- การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารหนู ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และซิลีเนียม ให้ใช้ภาชนะที่จะใส่ตัวอย่างน้ำและวิธีการเก็บตัวอย่าง เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและทางเคมี แล้วเติมกรดไนตริก (Nitric acid) ที่มีความเข้มข้น 1:1 จำนวน 4 มิลลิเมตร ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร เพื่อทำให้น้ำมีค่าความเป็นกรดต่ำกว่า 2 ปิดฝาให้แน่น เขย่าให้เข้ากัน



รูปที่ 5.2.3-1 จุดสำรวจบ่อสังเกตการณ์รอบๆ พื้นที่โครงการโดยรอบ

- การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไซยาไนด์ ให้ใช้ภาชนะที่จะใส่ตัวอย่างน้ำ และวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและทางเคมี แล้วเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 10 โมลาร์ จำนวน 6 มิลลิเมตร ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร เพื่อทำให้น้ำมีความเป็นด่างมากกว่า 12 ปิดฝาให้แน่น เขย่าให้เข้ากัน
- ปริมาณน้ำตัวอย่างที่เก็บจะต้องไม่น้อยกว่า 1 ลิตรต่อขวด

(3) พารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดิน

การวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมีและสารพิษพื้นฐานของโลหะหนักในน้ำใต้ดิน ได้กำหนดพารามิเตอร์ จำนวน 28 พารามิเตอร์ โดยอ้างอิงตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) สำหรับไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ ในตัวอย่างน้ำผิวดิน ใช้วิธี Iron Chromatography หรือ Pyridine-Barbituric Acid สำหรับพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์มีดังนี้

- ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ Redox potential (Eh)
- ค่าการนำไฟฟ้า
- ไบคาร์บอเนต (HCO_3)
- ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as $CaCO_3$)
- เหล็ก (Iron: Fe)
- ทองแดง (Copper: Cu)
- ซัลเฟต (Sulfate: SO_4^{2-})
- ฟลูออไรด์ (Fluolide: F)
- สารหนู (Arsenic: As)
- ตะกั่ว (Lead: Pb)
- แคดเมียม (Cadmium: Cd)
- แคลเซียม (Calcium:Ca)
- แมกนีเซียม (Magnesium: Mg)
- โซเดียม (Sodium: Na)
- ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids: TDS)
- อุณหภูมิ (Temperature)
- คาร์บอเนต (CO_3^-)
- ความกระด้างถาวร (Non-carbonate hardness $CaCO_3$)
- แมงกานีส (Manganese: Mn)
- สังกะสี (Zinc: Zn)
- คลอไรด์ (Chlolide: Cl)
- ไนเตรต (Nitrate: NO_3^-)
- ไซยาไนด์ (Cyanide: CN)
- ปรอท (Mercury: Hg)
- ซีลีเนียม (Selenium: Se)
- นิกเกิล (Nickel: Ni)
- โพแทสเซียม (Potassium: K)
- โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Chromium hexavalent : Cr^{6+})

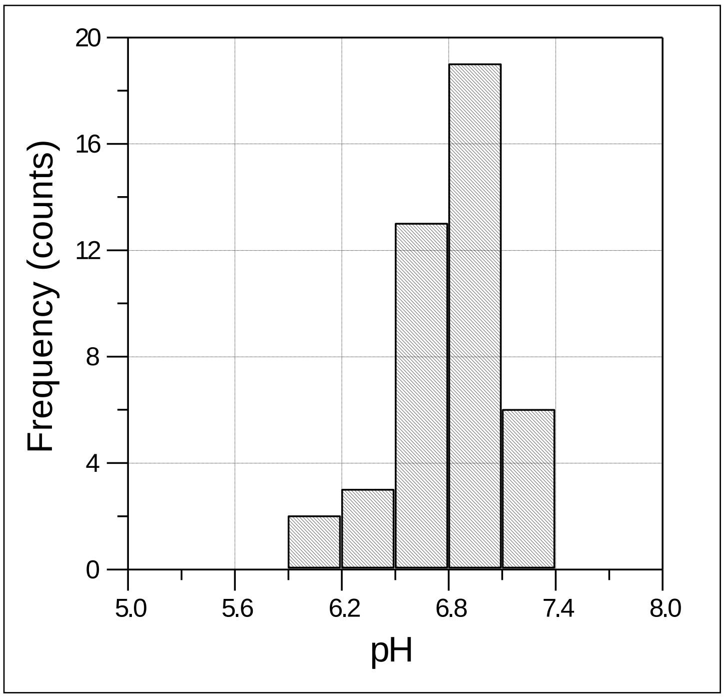
(4) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดิน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดิน ทั้ง 3 ครั้ง (**ภาคผนวก ซ**) จากการเก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2553 (ปลายฤดูฝน) เดือนมกราคม พ.ศ. 2554 (ฤดูหนาว) และ พฤษภาคม พ.ศ. 2554 (ปลายฤดูร้อน) พบว่า พื้นที่ศึกษามีค่าความเป็นกรด- ด่าง ของน้ำบาดาล ตั้งแต่ 5.8 (กรดอ่อน) จนถึง 7.4

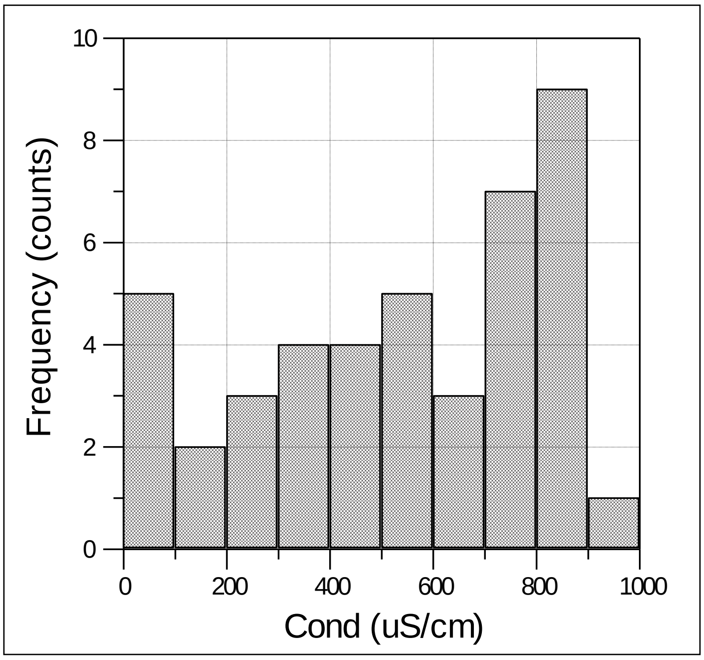
แสดงใน **รูปที่ 5.2.3-2** และค่าการนำไฟฟ้าของน้ำบาดาล มีสารละลายที่สามารถนำไฟฟ้า หากค่าสูงแสดงว่ามีสารละลายมาก พบค่าการนำไฟฟ้าตั้งแต่ 84 ถึง 1,800 ไมโครซีเมนต์/เซนติเมตร โดยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 700 ไมโครซีเมนต์ /เซนติเมตร ซึ่งจัดเป็นน้ำจื ด ส่วนค่าการนำไฟฟ้า สูง 1,800 ไมโครซีเมนต์ / เซนติเมตร อยู่ที่วัดจิราพงษ์วราราม บ้าน คลองสายยางรุ้ง ซึ่งมีค่าอนุมูลแคลเซียมและซัลเฟ ตสูง คือ 310 มิลลิกรัม/ลิตร และ 905 มิลลิกรัม/ลิตร ดัง**รูปที่ 5.2.3-3**

สำหรับ ค่าอนุมูลหลัก ประกอบด้วย อนุมูลบวก เช่น แคลเซียม (Ca) แมกนีเซียม (Mg) โซเดียม (Na) และโพแทชเซียม (K) เป็นต้น และอนุมูลลบ เช่น คลอไรด์ (Cl) ไบคาร์บอเนต (HCO_3) ซัลเฟต (SO_4) และไนเตรท (NO_3) ซึ่งอนุมูลบวกที่สำคัญ คือ แคลเซียมและโซเดียม ส่วนอนุมูลลบที่สำคัญ คือ ไบคาร์บอเนตและซัลเฟต ดังนั้น ชนิดของน้ำบาดาลหลักเป็น Ca-Na-HCO_3 ดัง**รูปที่ 5.2.3-4**

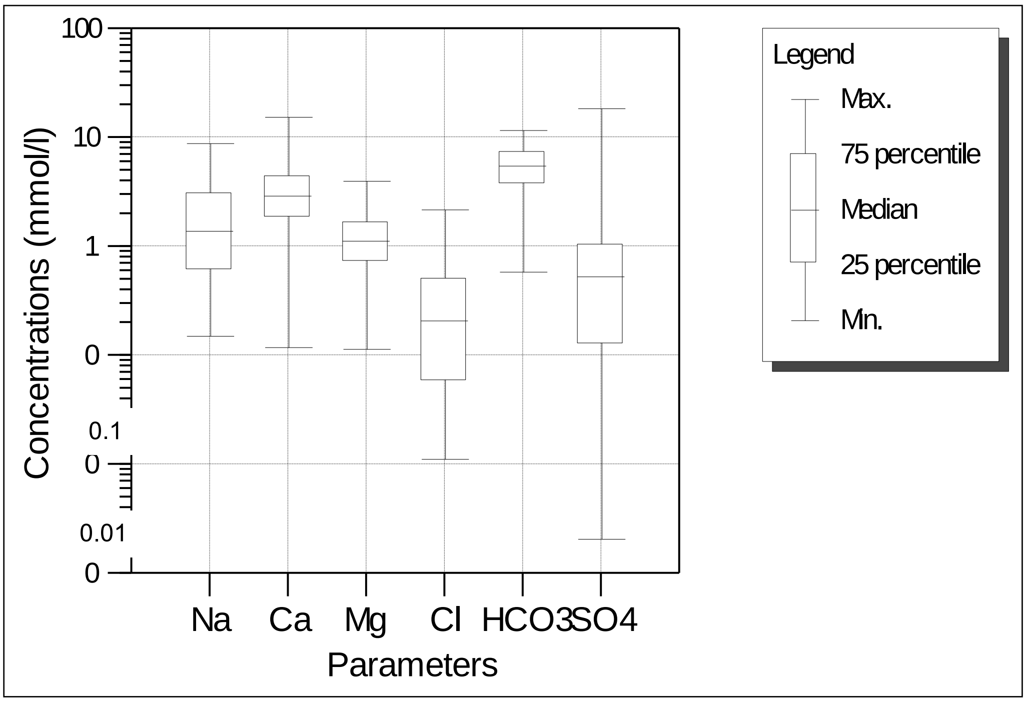
จากผลการวิเคราะห์ คุณภาพน้ำบาดาล สามารถ จำแนก ได้ดัง **ตารางที่ 5.2.3-2** พบว่าน้ำบาดาลส่วนมากเป็นน้ำกระด้าง คือ มีความกระด้างถึงกระด้างมาก ยกเว้น 2 บ่อ คือ บ่อ GWDP-01 (บ่อเจาะใหม่ บริเวณบ้านนิคมอยู่ ทางใต้ของเหมือง) และ บ่อ GWDP-04 (บ่อเจาะใหม่ ข้างโรงเรียนบ้านเขาหม้อ ทางทิศตะวันตกของเหมือง) มีคุณภาพน้ำที่ดี ประเภทน้ำ คือ น้ำอ่อน



รูปที่ 5.2.3-2 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาล



รูปที่ 5.2.3-3 ค่าการนำกระแสไฟฟ้าของน้ำบาดาล



รูปที่ 5.2.3-4 สรุปค่าอนุมูลหลักในน้ำบาดาล

ตารางที่ 5.2.3-2 การจำแนกความกระด้างของน้ำ

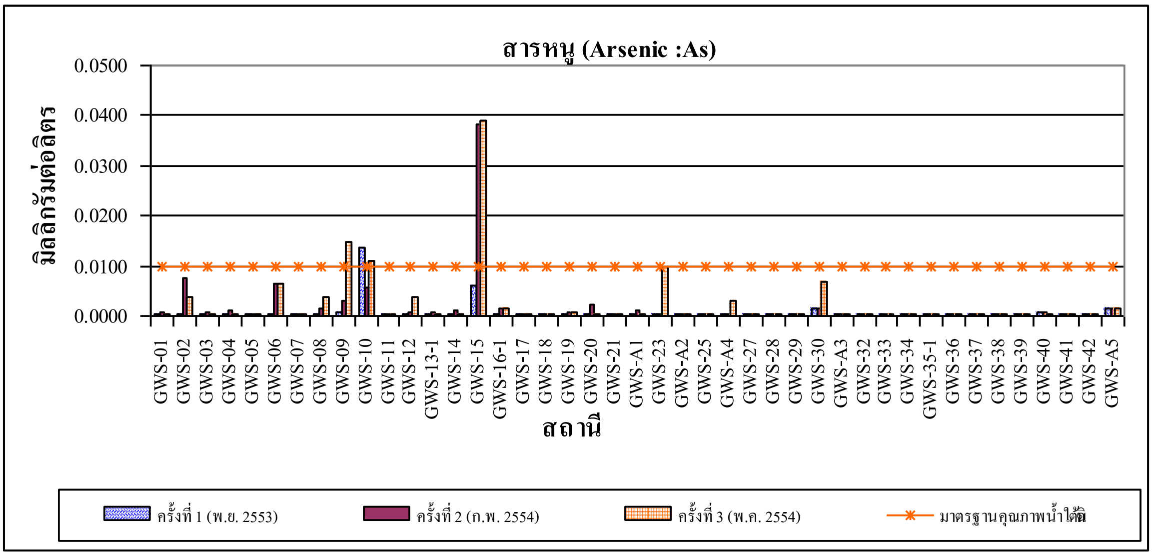
ความกระด้าง (mg/l as $CaCO_3$)	ประเภทของน้ำ
0-75	น้ำอ่อน
75-150	กระด้างปานกลาง
150-300	กระด้าง
มากกว่า 300	กระด้างมาก

ผลการวิเคราะห์ในบางพารามิเตอร์ที่ไม่สามารถตรวจวัดได้ คือ ตรวจไม่พบหรือ มีปริมาณน้อยกว่าค่าที่เครื่องมือสามารถตรวจพบได้ จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล **(ภาคผนวก ญ)** สำหรับบางพารามิเตอร์ที่มีค่าเกินมาตรฐาน คุณภาพน้ำใต้ดิน หรือมาตรฐาน คุณภาพ น้ำบาดาล ที่ใช้บริโภค โดยเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม และเกณฑ์อนุโลมสูงสุด ดังนี้

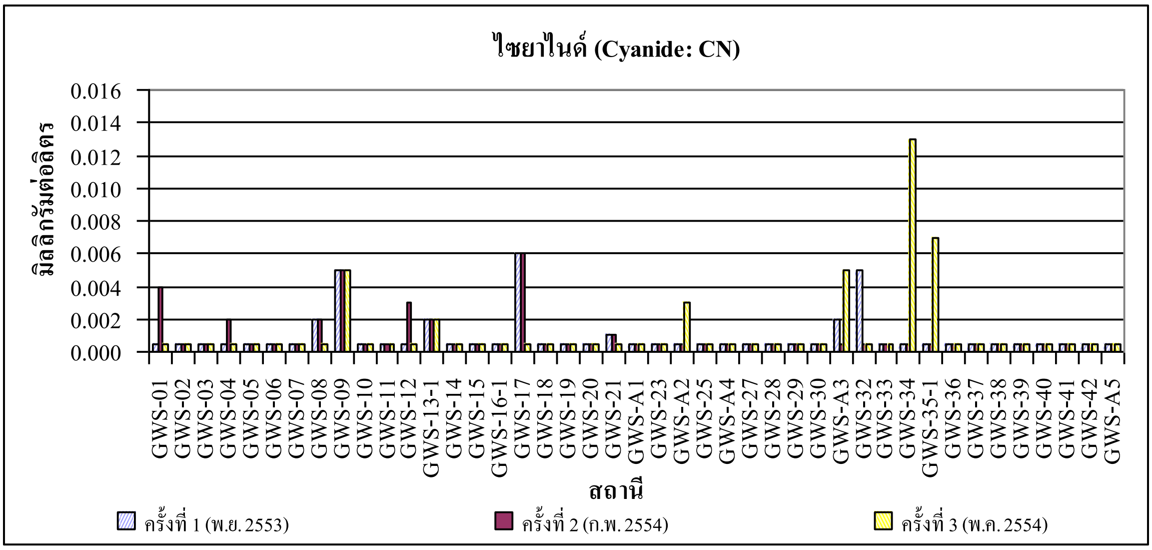
จาก**รูปที่ 5.2.3-5** พบว่า ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินครั้งที่1 บริเวณบ้านหนองพงษ์ ตำบลเขาทราย อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร (GWDP-10) มีปริมาณความเข้มข้นของสารหนูในน้ำ ใต้ดิน เกินมาตรฐาน มีค่าเท่ากับ 0.0136 มิลลิกรัม/ลิตร และผลตัวอย่างครั้งที่ 2 และ 3 สถานีวัดวังหินซองใต้ (GWS-15) มีปริมาณความเข้มข้นของสารหนูในน้ำ ใต้ดินเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน มีค่าเท่ากับ 0.038 และ 0.039 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ แต่ไม่เกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค (เกณฑ์อนุโลมสูงสุด) โดยมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน กำหนดให้มีปริมาณสารหนู (Arsenic; As) ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้การบริโภค กำหนดให้กณฑ์อนุโลมสูงสุดที่ 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร

จาก**รูปที่ 5.2.3-6** พบว่า จุดเก็บตัวอย่าง ตรวจพบสารไซยาไนด์ ในน้ำใต้ดิน มากกว่า 0.0005 มิลลิกรัม /ลิตร มี 9 สถานี คือ บ้านนิคม (GWS-01) มีค่าเท่ากับ 0.004 มิลลิกรัม /ลิตร บ้านเขาหม้อ (GWS-04) มีค่าเท่ากับ 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร บ้านเขาดิน (GWS-08) มีค่าเท่ากับ 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร บ้านเขาบรเพ็ด (GWS-09) มีค่าเท่ากับ 0.005 มิลลิกรัม /ลิตร บ้านเนินพลวง (GWS-12) มีค่าเท่ากับ 0.003 มิลลิกรัม/ลิตร วังศาล (GWS-13-1) มีค่าเท่ากับ 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร โรงเรียนวัดวังดินเหนียว (GWS-17) มีค่าเท่ากับ 0.006 มิลลิกรัม /ลิตร ใกล้วัดบ้านทุ่งโมง (GWS-32) มีค่าเท่ากับ 0.005 มิลลิกรัม /ลิตร (GWS-34) มีค่าเท่ากับ 0.013 มิลลิกรัม/ลิตร และคลองร่องหอย (A3) มีค่าเท่ากับ 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร

ซึ่งมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน กำหนดให้มีปริมาณสารไซยาไนด์ (Cyanide; CN) ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำบาด าลที่ใช้บริโภค เกณฑ์อนุโลมสูงสุดที่ 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร และกระทรวงอุตสาหกรรมกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภคได้กำหนดเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุดไม่เกิน 0.07 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับสถานีอื่นๆ มีผลการวิเคราะห์น้ำใต้ดินตรวจวัดได้ค่าต่ำกว่า 0.0005 มิลลิกรัม /ลิตร เนื่องจากเครื่องมือสามารถวัดปริมาณสารไซยาไนด์ที่ปนเปื้อนในน้ำได้น้อยที่สุดเท่ากับ 0.0005 มิลลิกรัม/ลิตร



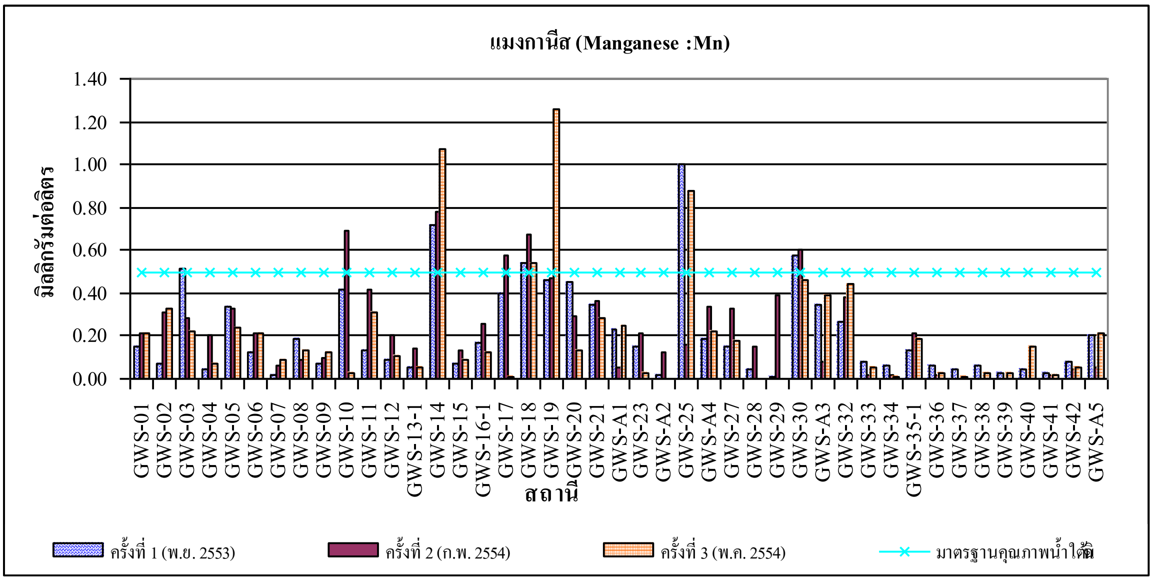
รูปที่ 5.2.3-5 ปริมาณสารหนู (Arsenic; As) ในบ่อสังเกตการณ์



รูปที่ 5.2.3-6 ปริมาณไซยาไนด์ (Cyanide; CN) ในบ่อสังเกตการณ์

สำหรับแมงกานีส (Manganese; Mn) มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน กำหนดให้มีได้ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม /ลิตร สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม ที่ 0.3 มิลลิกรัม /ลิตร และเกณฑ์อนุโลมสูงสุด ที่ 0.5 มิลลิกรัม /ลิตร ดัง**รูปที่ 5.2.3-7** พบว่า น้ำ ใต้ดินในพื้นที่ที่ตรวจพบแมงกานีสมากกว่า0.5 มิลลิกรัม/ลิตร มี 7 สถานี โดยแบ่งเป็น 2 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) จำนวน 5 สถานี คือ คลองตาลัด (GWS-03) มีค่าเท่ากับ 0.51 มิลลิกรัม/ลิตร โรงเรียนบ้านวังหิน (GWS-14) มีค่าเท่ากับ 0.72 มิลลิกรัม/ลิตร วัดหนองจะปราบ (GWS-18) มีค่าเท่ากับ 0.54 มิลลิกรัม/ลิตร วัดจิราพงษ์วราราม (GWS-25) มีค่าเท่ากับ 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร และสถานีเพาะพันธุ์กล้าไม้ (GWS-30) มีค่าเท่ากับ 0.58 มิลลิกรัม/ลิตร



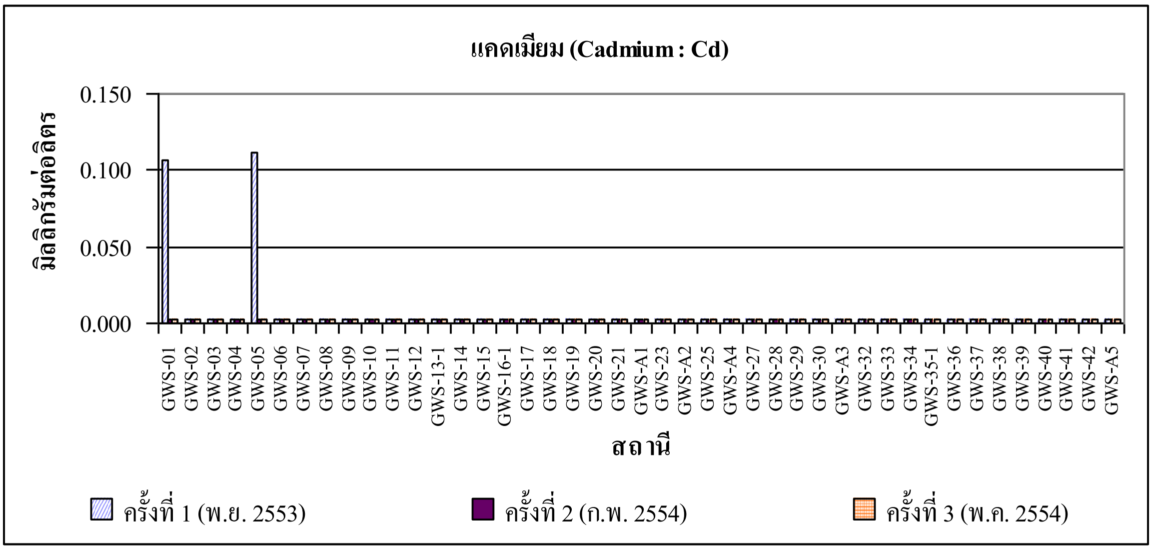
รูปที่ 5.2.3-7 ปริมาณแมงกานีส (Manganese; Mn) ในบ่อสังเกตการณ์

ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) สถานีที่มีปริมาณแมงกานีส มีจำนวน 5 สถานี คือ บ้านหนองพงษ์ (GWS-10) มีค่าเท่ากับ 0.69 มิลลิกรัม/ลิตร โรงเรียนบ้านวังหิน (GWS-14) มีค่าเท่ากับ 0.78 มิลลิกรัม/ลิตร โรงเรียนวัดวังดินเหนียว (GWS-17) มีค่าเท่ากับ 0.58 มิลลิกรัม/ลิตร วัดหนองจะปราบ (GWS-18) มีค่าเท่ากับ 0.67 มิลลิกรัม/ลิตร และสถานีเพาะพันธุ์กล้าไม้ (GWS-30) มีค่าเท่ากับ 0.60 มิลลิกรัม/ลิตร

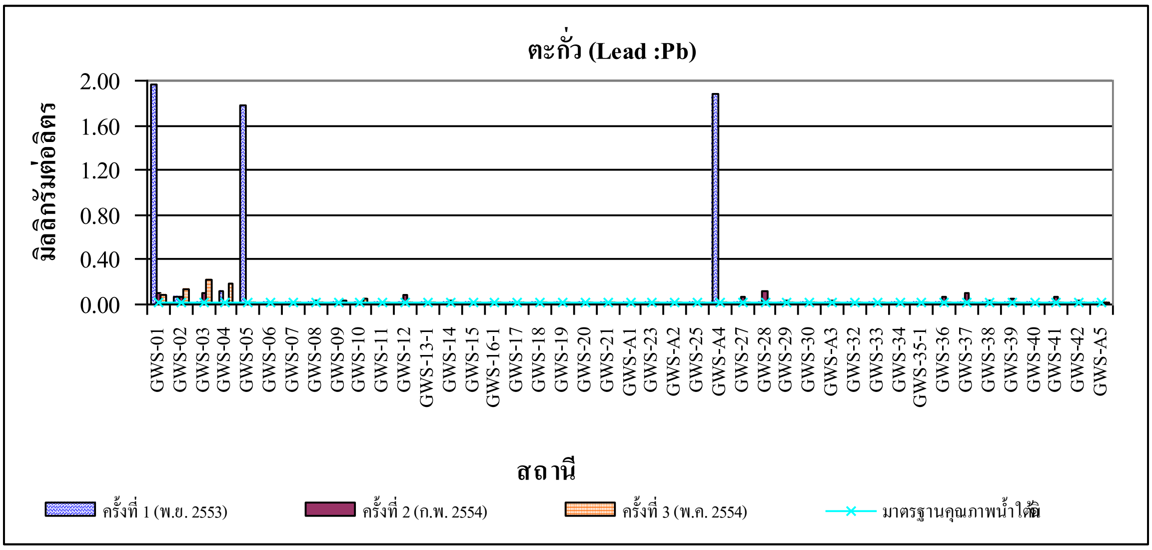
จาก**รูปที่ 5.2.3-8** พบว่า น้ำใต้ดินมีปริมาณแคดเมียมน้อยกว่าค่าที่เครื่องสามารถตรวจวัดได้ ยกเว้นสถานี บ้านนิคม (GWS-01) และ บ้านใหม่วังตะเคียน (GWS-05) ที่ตรวจพบปริมาณแคดเมียม ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2553 มีค่าเท่ากับ 0.160 และ 0.112 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค เกณฑ์อนุโลมสูงสุดที่กำหนดไว้ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

สำหรับตะกั่ว (Lead; Pb) มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน กำหนดให้มีตะกั่วได้ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมต้องไม่พบเลย และเกณฑ์อนุโลมสูงสุด ที่ 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร จาก **รูปที่ 5.2.3-9** พบว่า น้ำบาดาลในพื้นที่ที่ตรวจพบตะกั่วมากกว่า 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร มี 9 สถานี โดยแบ่งเป็น 3 ครั้ง คือ

ครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) จำนวน 5 สถานี คือ บ้านนิคม (GWS-01) มีค่าเท่ากับ 1.97 มิลลิกรัม/ลิตร, บ้านดงหลง (GWS-02) มีค่าเท่ากับ 0.08 มิลลิกรัม/ลิตร บ้านเขาหม้อ (GWS-04) มีค่าเท่ากับ 0.12 มิลลิกรัม/ลิตร บ้านใหม่วังตะเคียน (GWS-05) มีค่าเท่ากับ 1.78 มิลลิกรัม/ลิตร และวัดเขาหม้อ (A-4) มีค่าเท่ากับ 1.88 มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 5.2.3-8 ปริมาณแคดเมียม (Cadmium; Cd) ในบ่อสังเกตการณ์

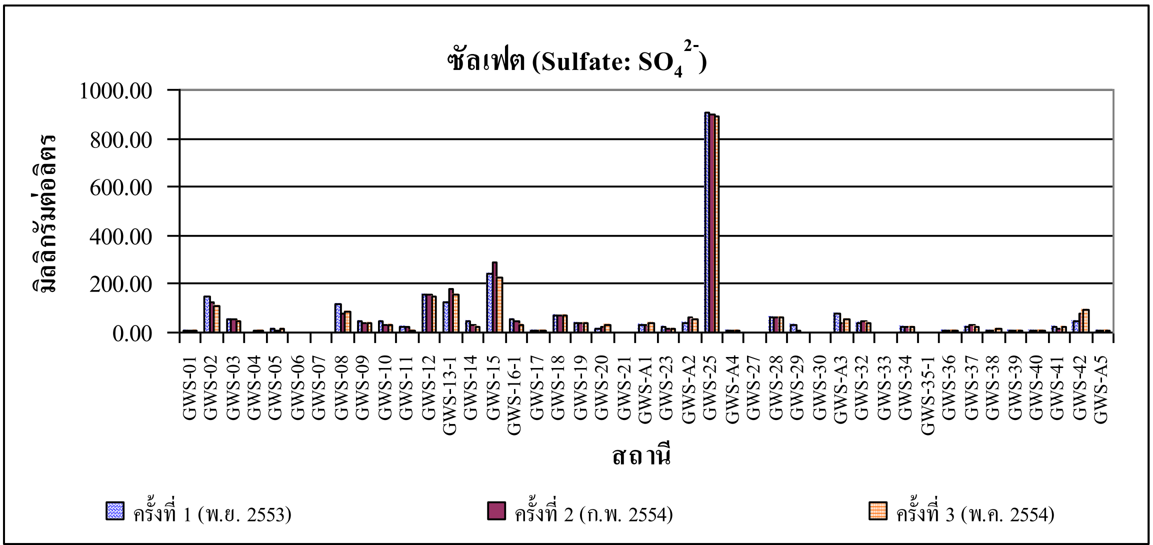


รูปที่ 5.2.3-9 ปริมาณตะกั่ว (Lead; Pb) ในบ่อสังเกตการณ์

ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) จำนวน 9 สถานี คือ บ้านนิคม (GWS-01) มีค่าเท่ากับ 0.10 มิลลิกรัม/ลิตร บ้านดงหลง (GWS-02) มีค่าเท่ากับ 0.06 มิลลิกรัม/ลิตร คลองตาลัด (GWS-03) มีค่าเท่ากับ 0.11 มิลลิกรัม /ลิตร บ้านเนินพลวง (GWS-12) มีค่าเท่ากับ 0.08 มิลลิกรัม /ลิตร โรงเรียนบ้านวังศาล (GWS-27) มีค่าเท่ากับ 0.08 มิลลิกรัม/ลิตร สถานีอนามัยบ้านวังแดง (GWS-28) มีค่าเท่ากับ 0.13 มิลลิกรัม/ลิตร, บ้านเนินทราย (GWS-36) มีค่าเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัม/ลิตร, โรงเรียนเขาพนมพา (GWS-37) มีค่าเท่ากับ 0.10 มิลลิกรัม/ลิตร และวัดโป่งนกแก้ว (GWS-30) มีค่าเท่ากับ 0.07 มิลลิกรัม/ลิตร

ครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) จำนวน 4 สถานี คือ บ้านดงหลง (GWS-02) มีค่าเท่ากับ 0.14 มิลลิกรัม/ลิตร คลองตาลัด (GWS-03) มีค่าเท่ากับ 0.23 มิลลิกรัม/ลิตร และ บ้านเขาหม้อ (GWS-04) มีค่าเท่ากับ 0.18 มิลลิกรัม/ลิตร

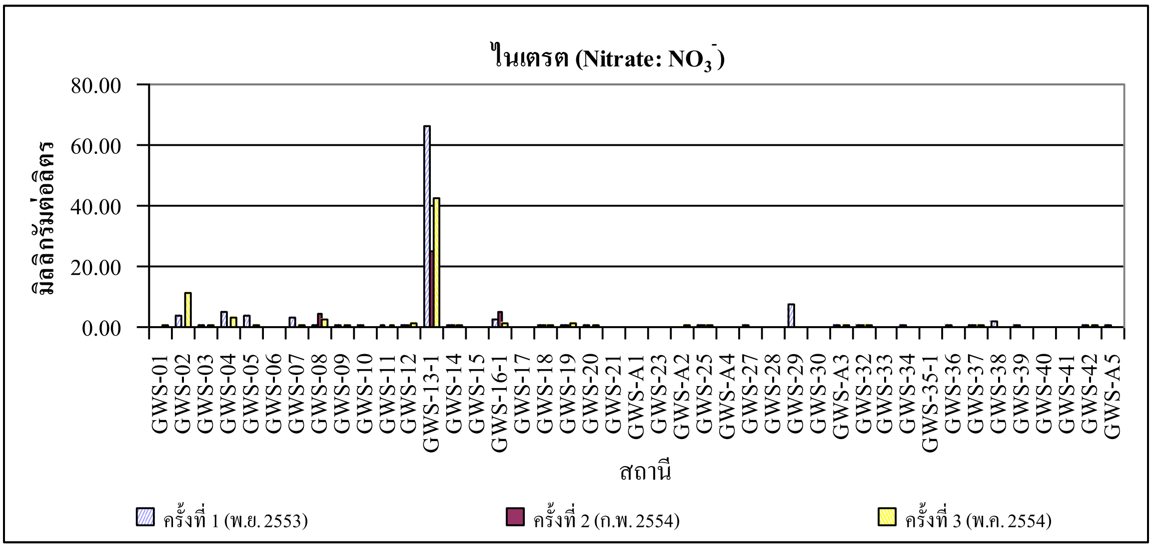
สำหรับซัลเฟต (Sulfate; SO_4) ไม่ได้ถูกกำหนดไว้ใน มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน แต่มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม กำหนดให้มีซัลเฟตไม่เกิน 200 มิลลิกรัม/ลิตร และเกณฑ์อนุโลมสูงสุด ที่ 250 มิลลิกรัม/ลิตร จาก**รูปที่ 5.2.3-10** พบว่า น้ำบาดาลในพื้นที่ที่ตรวจพบซัลเฟตมากกว่า 250 มิลลิกรัม /ลิตร มี 2 สถานี คือ วัดวังหินซองใต้ (GWS-15) และ วัดจิราพงษ์วราราม (GWS-25) พบว่า ในการเก็บตัวอย่างทั้งสามครั้งมีค่าเกินมาตรฐาน



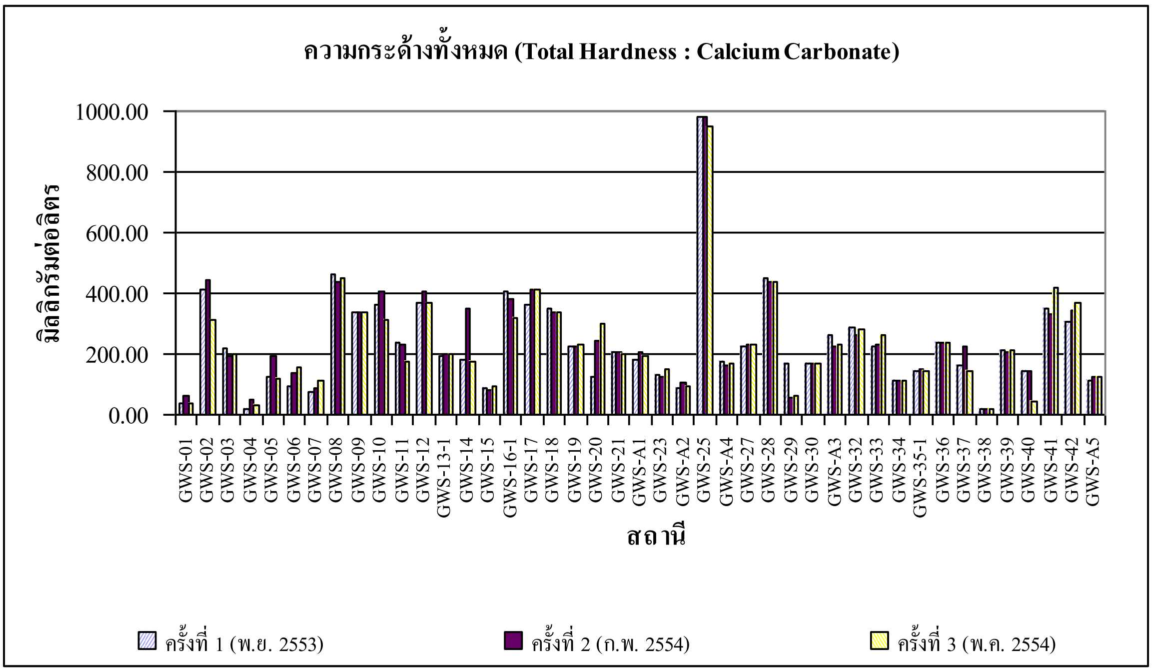
รูปที่ 5.2.3-10 ปริมาณซัลเฟต (Sulfate; SO_4^{2-}) ในบ่อสังเกตการณ์

ไนเตรต (Nitrate; NO_3) ไม่ได้ถูกกำหนดไว้ในค่ามาตรฐานน้ำบาดาล แต่มาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค (เหมาะสม) กำหนดให้มีปริมาณไนเตรตไม่เกิน45 มิลลิกรัม/ลิตร และ(อนุโลม) ที่ 45 มิลลิกรัม/ลิตร จาก**รูปที่ 5.2.3-11** พบว่า น้ำบาดาลในพื้นที่ที่ตรวจพบไนเตรตมากกว่า 45 มิลลิกรัม /ลิตร มี 1 สถานี โดยเป็นผลของตัวอย่างน้ำครั้งที่ คือ สถานีวังศาล(GWS-13-1) มีค่าเท่ากับ66 มิลลิกรัม/ลิตร

ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness; $CaCO_3$) ไม่ได้กำหนดไว้ในค่า มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน แต่มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม กำหนดให้มีความกระด้างทั้งหมดไม่เกิน 300 มิลลิกรัม /ลิตร และเกณฑ์อนุโลมสูงสุดที่ 500 มิลลิกรัม /ลิตร จาก **รูปที่ 5.2.3-12** พบว่า น้ำบาดาลในพื้นที่ที่ตรวจพบความกระด้างทั้งหมดมากกว่า 500 มิลลิกรัม/ลิตร มีเพียงสถานีเดียว คือ วัดจิราพงษ์วราราม (GWS-25)โดยตรวจวิเคราะห์พบทั้ง 3 ครั้ง (พฤศจิกายน 2553 กุมภาพันธ์ และ พฤษภาคม 2554) มีค่าเท่ากับ 980, 980 และ 950 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

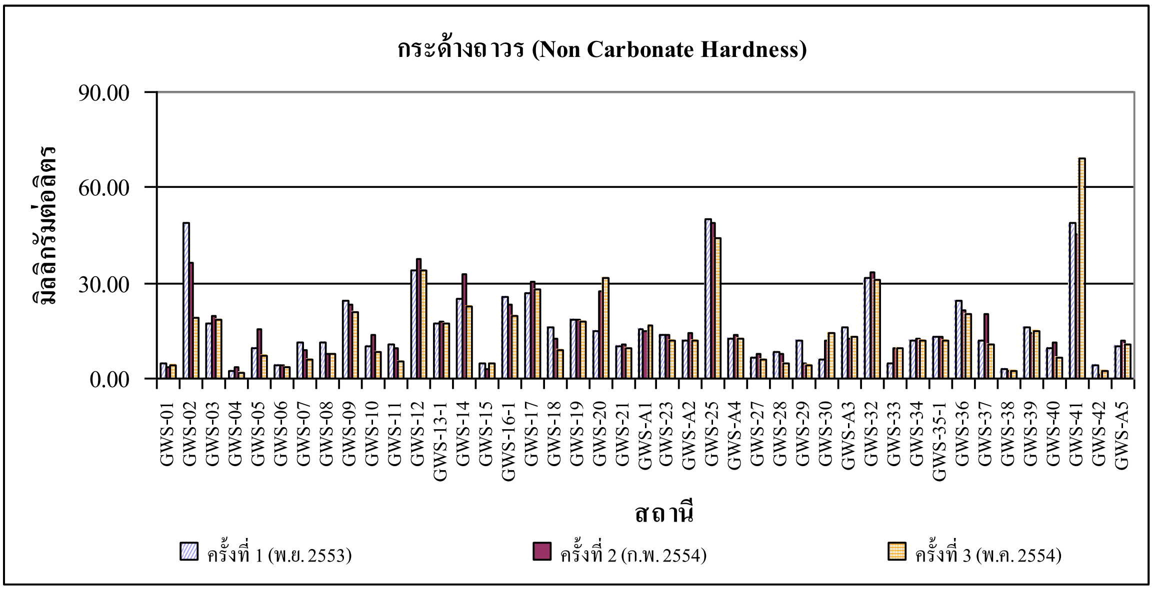


รูปที่ 5.2.3-11 ปริมาณไนเตรต (Nitrate; NO_3) ในบ่อสังเกตการณ์



รูปที่ 5.2.3-12 ปริมาณความกระด้างทั้งหมด (Total hardness; $CaCO_3$) ในบ่อสังเกตการณ์

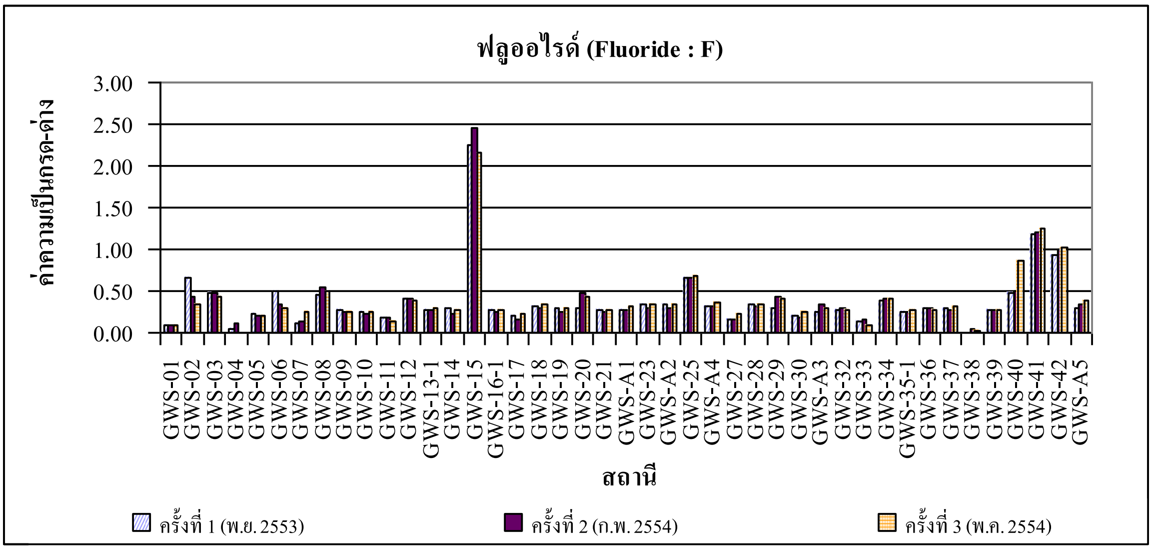
ส่วนความกระด้างถาวร (Non carbonate hardness as $CaCO_3$) ซึ่งไม่ได้กำหนดในค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน แต่มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม กำหนดให้มีความกระด้างทั้งหมดไม่เกิน 200 มิลลิกรัม/ลิตร และเกณฑ์อนุโลมสูงสุดที่ 250 มิลลิกรัม/ลิตร จาก**รูปที่ 5.2.3-13** ไม่พบว่า มีน้ำบาดาลในพื้นที่ที่ตรวจพบความกระด้างมากกว่า 200 มิลลิกรัม/ลิตร



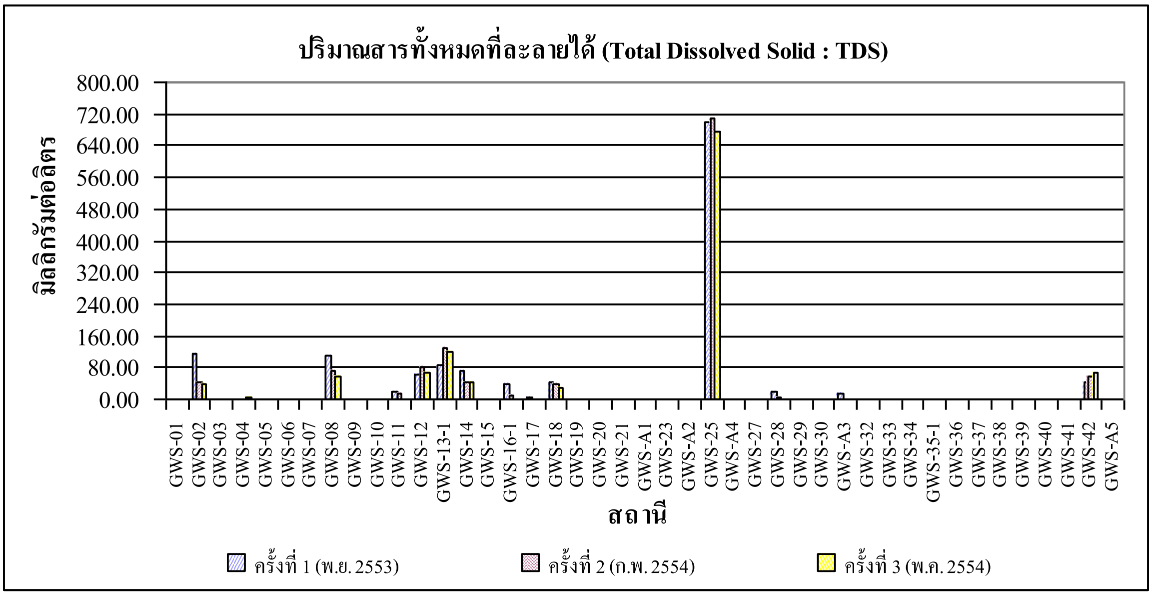
รูปที่ 5.2.3-13 ปริมาณความกระด้างถาวร (Non carbonate hardness as $CaCO_3$) ในบ่อสังเกตการณ์

ฟลูออไรด์ (Fluoride; F) ไม่ได้ ถูก กำหนด ใน มาตรฐาน มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน แต่มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม กำหนดให้มีฟลูออไรด์ไม่เกิน 0.7 มิลลิกรัม/ลิตร และเกณฑ์อนุโลมสูงสุดที่ 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร จาก**รูปที่ 5.2.3-14** พบว่า น้ำบาดาลในพื้นที่ที่ตรวจพบฟลูออไรด์มากกว่า 1.0 มิลลิกรัม /ลิตร มี เพียงสถานีเดียว คือ วัดจิราพงษ์วราราม (GWS-25) มีปริมาณฟลูออไรด์ใน ครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) และ ครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) เท่ากับ 2.25, 2.46 และ 2.16 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานของ สาร ทั้งหมด ที่ละลายได้ (Total Dissolved Solids; TDS) ไว้ แต่ มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม กำหนดให้มีของแข็งละลายทั้งหมด ไม่เกิน 600 มิลลิกรัม /ลิตร และ เกณฑ์ อนุโลม สูงสุด ที่ 1,200 มิลลิกรัม /ลิตร จาก **รูปที่ 5.2.3-15** พบว่า น้ำบาดาลในพื้นที่ที่ตรวจพบของแข็งละลายทั้งหมด มากกว่า 1,200 มิลลิกรัม/ลิตร มีเพียงสถานีเดียว คือ วัดจิราพงษ์วราราม (GWS-25) มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ใน ครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) และ ครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) เท่ากับ 701, 711 และ 676 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยตารางสรุปค่าทางสถิติของค่าการตรวจวิเคราะห์ธาตุหลัก และธาตุส่วนน้อยได้แสดงดัง **ตารางที่ 5.2.3-3** และแผนที่แสดงการกระจายตัวของคุณภาพน้ำใต้ดินได้สรุปไว้ดัง**รูปที่ 5.2.3-16 ถึง 20**



รูปที่ 5.2.3-14 ปริมาณฟลูออไรด์ (Fluoride; F) ในบ่อสังเกตการณ์



รูปที่ 5.2.3-15 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids; TDS) ในบ่อสังเกตการณ์

ตารางที่ 5.2.3-3 สรุปผลการวิเคราะห์ทางเคมีของตัวอย่างน้ำใต้ดิน

ตัวแปรคุณภาพน้ำใต้ดิน	ตรวจวัดครั้งที่ 1				ตรวจวัดครั้งที่ 2				ตรวจวัดครั้งที่ 3			
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	เบี่ยงเบนมาตรฐาน	สูงสุด	ต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	เบี่ยงเบนมาตรฐาน	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	เบี่ยงเบนมาตรฐาน
pH	7.39	5.80	6.86	0.34	7.32	5.94	6.82	0.30	7.32	5.96	6.76	0.28
EC (mS/cm.)	1860.00	77.00	626.09	325.55	1870.00	74.00	643.28	326.39	1840.00	81.00	623.79	328.69
Ca	310.00	2.40	67.05	54.77	312.00	2.40	70.86	55.18	308.00	2.40	68.14	54.91
Mg	50.19	2.43	16.05	11.89	48.98	1.38	16.43	11.53	69.32	1.96	14.85	12.71
Na	180.55	2.30	52.67	47.45	204.70	3.45	51.54	49.07	167.90	0.00	51.38	48.99
K	1.62	0.00	0.37	0.41	1.62	0.01	0.30	0.37	26.40	0.10	1.37	3.94
Fe	21.81	0.01	1.83	3.60	9.58	0.04	1.16	1.72	53.06	0.06	3.27	9.68
Mn	1.00	0.01	0.21	0.22	0.78	0.00	0.23	0.21	1.26	0.00	0.22	0.28
Cu	0.17	0.00	0.02	0.03	0.14	0.00	0.02	0.03	0.17	0.00	0.01	0.03
Zn	2.00	0.00	0.20	0.41	0.65	0.00	0.21	0.15	2.00	0.00	0.16	0.31
SiO_2	102.80	16.11	47.88	21.72	124.97	16.04	56.02	24.59	125.38	15.27	55.47	25.48
CO_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HCO_3	711.36	24.32	318.71	160.60	717.44	36.48	338.63	162.85	747.84	30.40	331.83	174.11
Cl	78.81	0.78	18.03	19.93	78.42	0.39	14.33	17.78	70.19	0.39	12.78	16.02
SO_4	905.05	0.06	60.71	141.20	896.76	0.06	60.01	141.91	893.39	0.30	57.81	139.01
NO_2	0.51	0.00	0.04	0.11	0.03	0.00	0.01	0.01	0.04	0.00	0.01	0.01
NO_3	66.13	0.14	2.49	10.05	24.95	0.00	0.97	3.87	42.24	0.08	1.72	6.56
F	2.25	0.00	0.37	0.36	2.46	0.05	0.38	0.39	2.15	0.00	0.39	0.36
Total Hardness ($CaCO_3$)	980.00	18.00	233.35	164.51	980.00	16.00	244.40	164.27	950.00	16.00	231.12	160.90
Non Carbonate Hardness	701.00	0.00	30.84	108.93	711.00	0.00	27.88	110.06	676.00	0.00	25.72	104.66
TDS	1580.00	66.00	431.85	240.30	1600	64	439	241	1610	70	431	244
Hg	BLD	BLD	BLD	NA	BLD	BLD	BLD	NA	BLD	BLD	BLD	NA
Pb	1.9700	BLD	0.1544	0.4781	0.1250	BLD	0.0369	0.0288	0.2255	BLD	0.0342	0.0437
As	0.0136	BLD	0.0010	0.0022	0.0384	BLD	0.0021	0.0059	0.0390	BLD	0.0028	0.0065
Se	BLD	BLD	BLD	NA	0.0010	BLD	0.0003	0.0001	0.0030	BLD	0.0005	0.0006

ตารางที่ 5.2.3-3 (ต่อ)

ตัวแปรคุณภาพน้ำผิวดิน	ตรวจวัดครั้งที่ 1				ตรวจวัดครั้งที่ 2				ตรวจวัดครั้งที่ 3			
	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	เบี่ยงเบนมาตรฐาน	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	เบี่ยงเบนมาตรฐาน	สูงสุด	ต่ำสุด	เฉลี่ย	เบี่ยงเบนมาตรฐาน
Cr^{+6}	0.0200	0.0040	0.0109	0.0038	0.0220	BLD	0.0103	0.0050	0.1400	BLD	0.0122	0.0207
CN	0.0060	BLD	0.0010	0.0013	0.0060	BLD	0.0010	0.0013	0.0130	BLD	0.0012	0.0023
Cd	0.1120	BLD	0.0070	0.0228	BLD	BLD	BLD	NA	0.0030	BLD	0.0020	0.0002
Ni	BLD	BLD	BLD	NA	BLD	BLD	BLD	NA	BLD	BLD	BLD	NA

BLD = Below detection

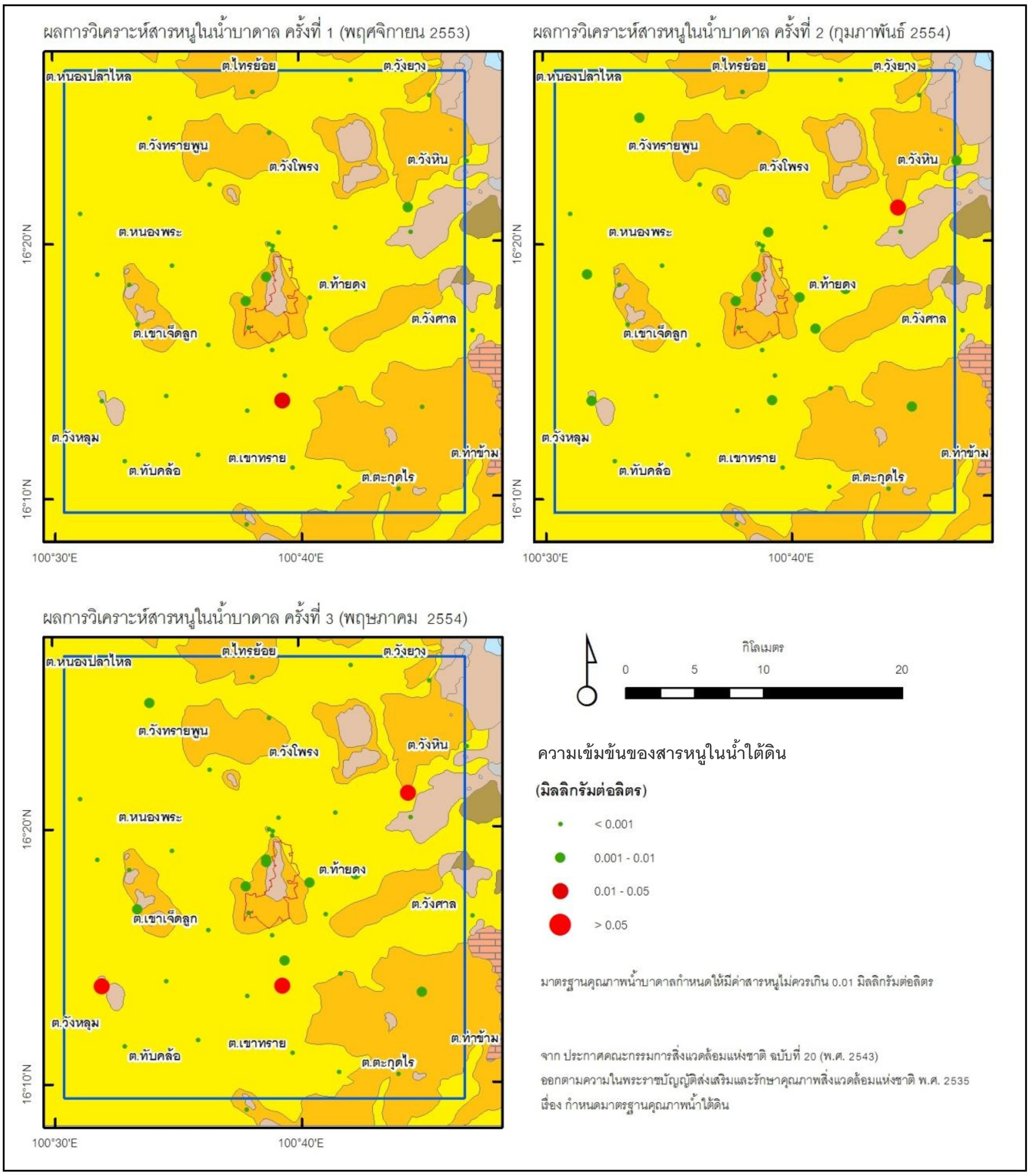
NA = Not available

(5) การวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของสารพิษในน้ำใต้ดิน

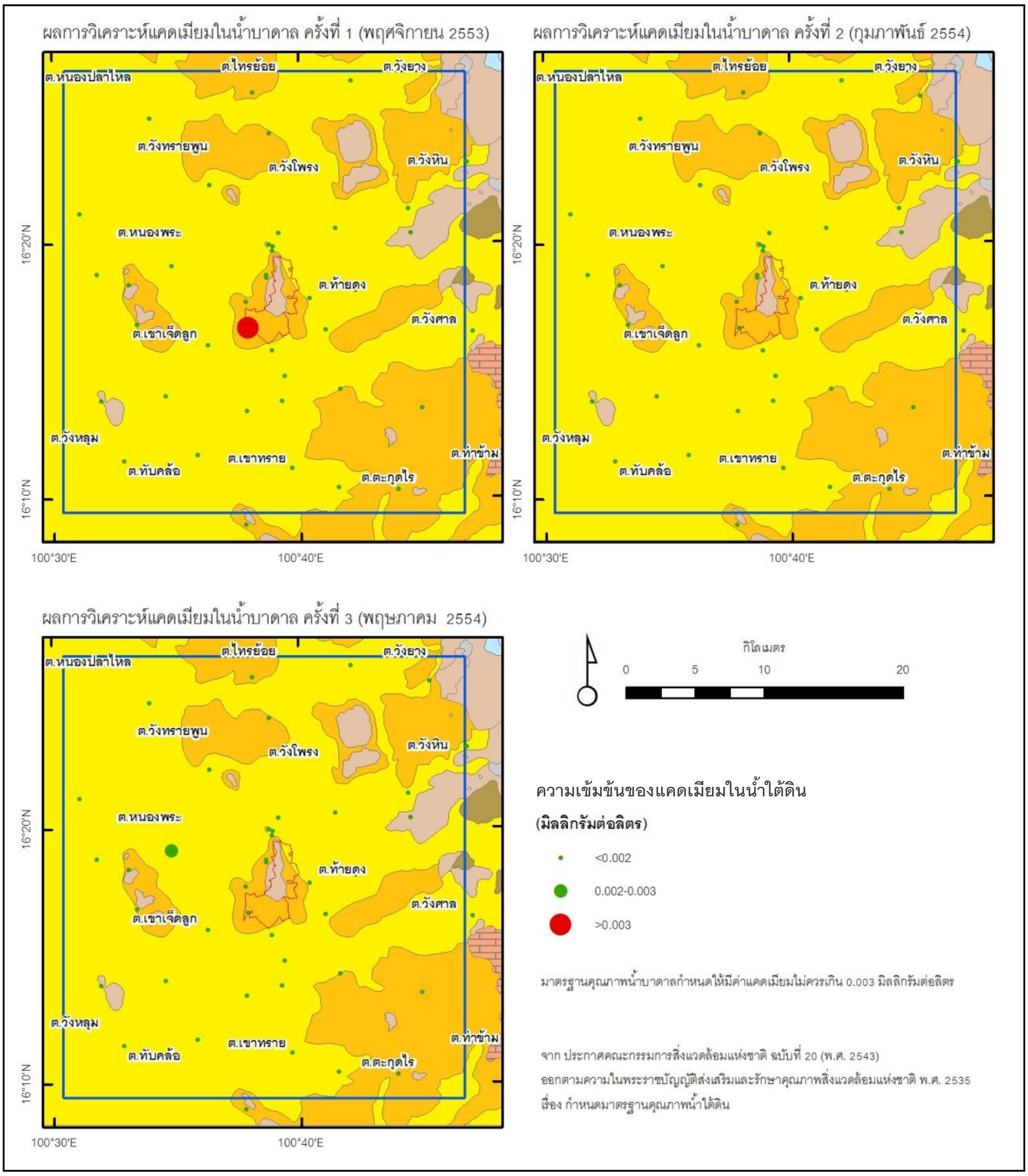
การวิเคราะห์หาสารปนเปื้อนในน้ำบาดาลเป็นวิธีการเดียวกับการวิเครา ะห์หาสารปนเปื้อนในดิน โดยการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของข้อมูลสองชุด คือ ข้อมูลในอดีตจากรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมเหมืองทองคำชาตรีใต้ ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างในช่วงเดือน ธันวาคม 2541 ถึง มกราคม 2542 และข้อมูลปัจจุบันที่ได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ โดยมีผลการวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

สารหนู มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) และ ครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) เท่ากับ 0.0136, 0.038 และ 0.039 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.001, 0.002 และ 0.003 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งผลจากการตรวจวิเคราะห์ ในรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.014 และ 0.008 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบ พบว่า ค่าจากการตรวจวัดในการศึกษา ครั้งนี้ ไม่ สูงกว่าค่าเดิมอย่างมีนัยสำคัญ จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของสารหนูในน้ำใต้ดิน

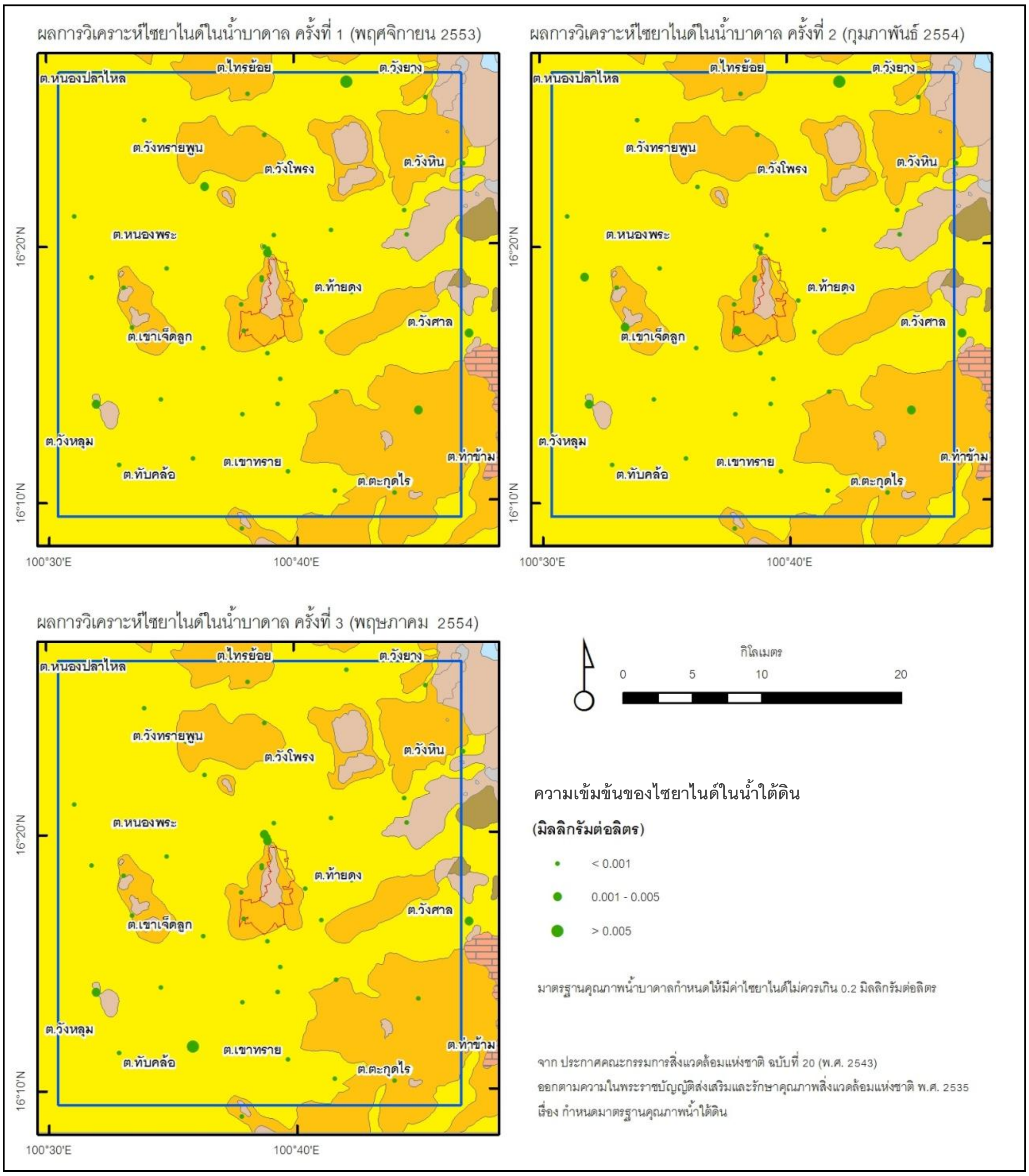
แคดเมียม มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) และ ครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) เท่ากับ 0.112, 0.002 และ 0.003 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.007, 0.002 และ 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ ผลจากรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.009 และ 0.004 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบ พบว่า ค่าจากการตรวจวัดในการศึกษา ครั้งนี้ มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยในการวัดครั้งที่ 1 สูงกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่ามีการปนเปื้อนของแคดเมียมในน้ำใต้ดิน



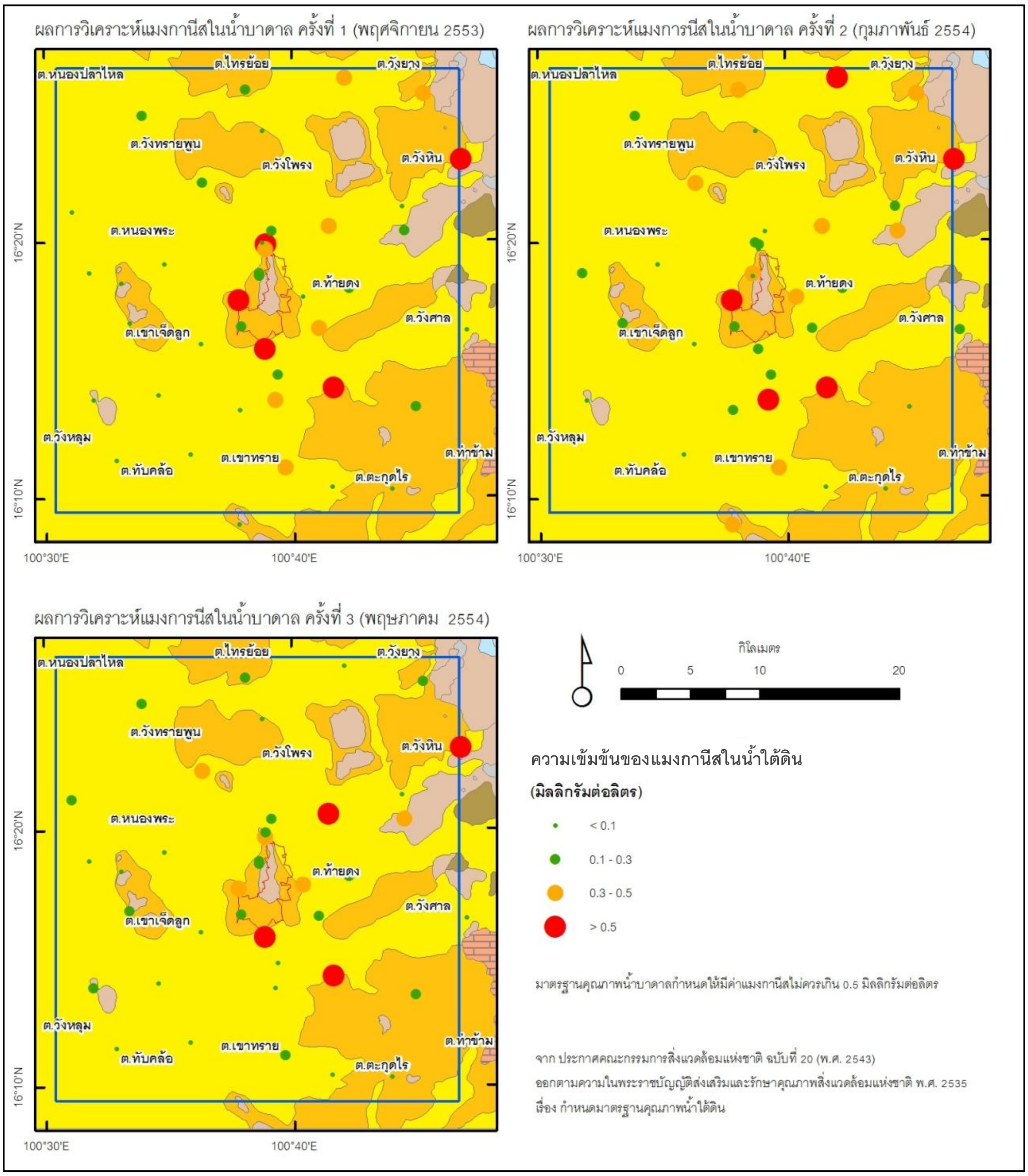
รูปที่ 5.2.3-16 การกระจายตัวของสารหนูในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่โครงการ



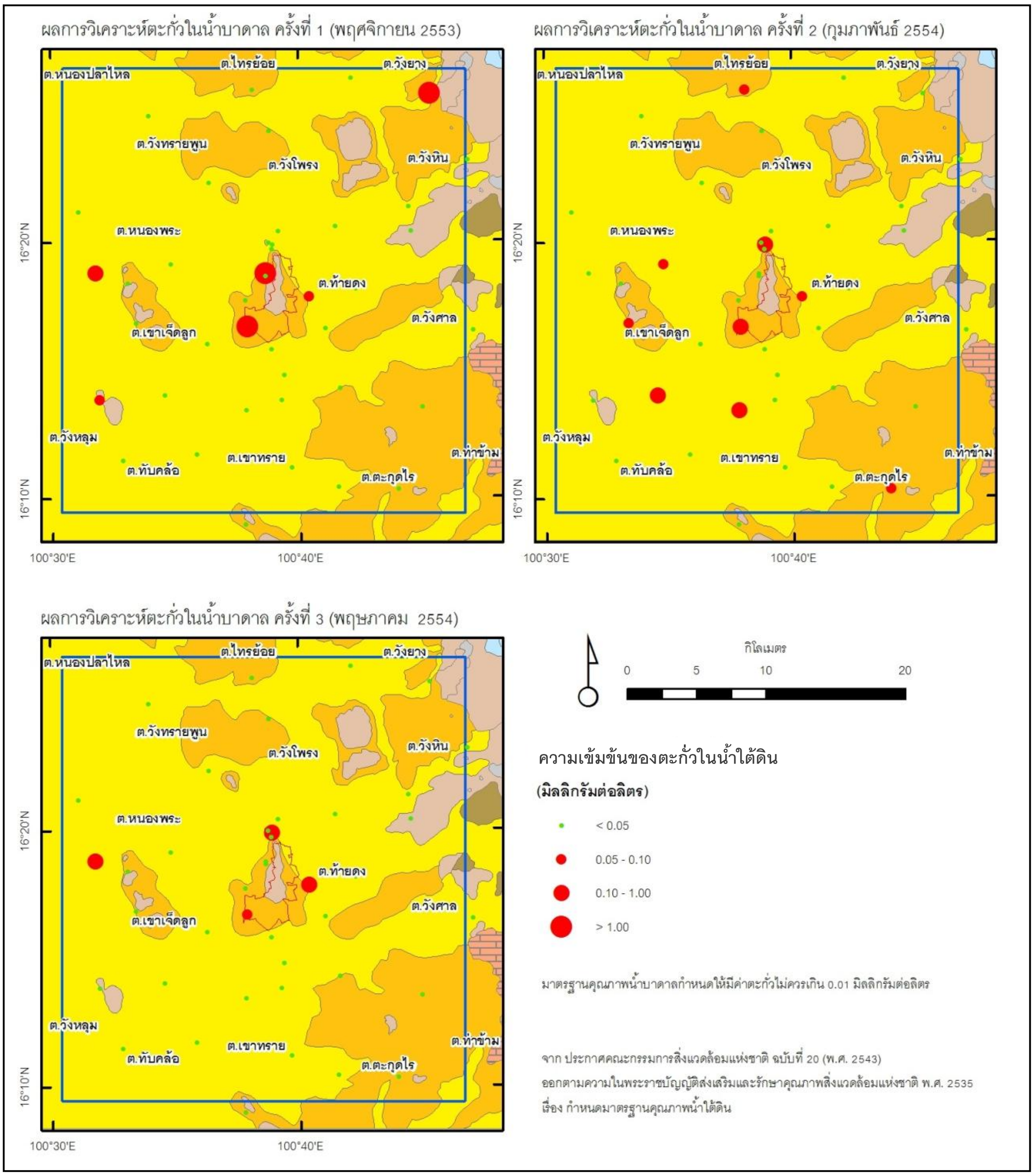
รูปที่ 5.2.3-17 การกระจายตัวของแคดเมียมในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่โครงการ



รูปที่ 5.2.3-18 การกระจายตัวของไซยาไนด์ในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่โครงการ



รูปที่ 5.2.3-19 การกระจายตัวของแมงกานีสในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่โครงการ



รูปที่ 5.2.3-20 การกระจายตัวของตะกั่วในแหล่งน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่โครงการ

โครเมียม มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) และ ครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) เท่ากับ 0.0200, 0.0220 และ 0.1400 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.011, 0.010 และ 0.012 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ ผลจากรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.013 และ 0.004 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกันพบว่า ค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ สูงเกินกว่าค่าเดิมทั้งค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ยของทุกฤดูที่ตรวจวัด จึงสามารถประเมินได้ว่ามีการปนเปื้อนของโครเมียมในน้ำใต้ดิน

ตะกั่ว มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) และครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) เท่ากับ 1.970, 0.125 และ 0.226 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.154, 0.037 และ 0.034 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ ผลจากรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.15 และ 0.054 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้ง นี้ พบว่า ค่าสูงสุดและค่าเฉลี่ยในการวัดครั้งที่ 1 สูงกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่ามีการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำใต้ดิน

แมงกานีส มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) และ ครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) เท่ากับ 1.00, 0.78 และ 1.26 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.21, 0.23 และ 0.22 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ ผลจากรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 1.70 และ 0.42 มิลลิกรัม /กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้สูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของแมงกานีสในน้ำใต้ดิน

ปรอท มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) และ ครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) ต่ำกว่าค่าที่เครื่องสามารถวิเคราะห์ได้ (0.0001 มิลลิกรัม/ลิตร) ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ ผลจากรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.023 และ 0.008 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้สูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของปรอทในน้ำบาดาล

นิกเกิล มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) และ ครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) ต่ำกว่าค่าที่เครื่องสามารถวิเคราะห์ได้ (0.01 มิลลิกรัม/ลิตร) ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ ผลจากรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.026 และ 0.008 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้สูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของนิกเกิลในน้ำใต้ดิน

ซีลีเนียม มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) และ ครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) เท่ากับ 0.0001, 0.001 และ 0.003 มิลลิกรัม /ลิตร ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.0001, 0.0003 และ 0.0005 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ ผลจาก

รายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.006 และ 0.003 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้สูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของซิเลเนียมในน้ำใต้ดิน

สารประกอบไซยาไนด์ มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1 (พฤศจิกายน 2553) ครั้งที่ 2 (กุมภาพันธ์ 2554) และ ครั้งที่ 3 (พฤษภาคม 2554) เท่ากับ 0.006, 0.006 และ 0.013 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.001, 0.001 และ 0.001 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งการตรวจวิเคราะห์ผล จากรายงานการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.012 และ 0.006 มิลลิกรัม /ลิตร ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกัน พบว่า ค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ไม่ได้สูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของสารประกอบไซยาไนด์ในน้ำใต้ดิน

จากการศึกษาการปนเปื้อนของสารพิษในน้ำใต้ดินทั้งหมด พบว่า มีสารพิษที่ปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน จำนวน 3 ชนิด คือ แคดเมียม โครเมียม และตะกั่ว

5.2.4 สภาพการปนเปื้อนของมลสารในน้ำผิวดิน

น้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด โดยเฉพาะกับมนุษย์ซึ่งมีความต้องการในการใช้ทรัพยากรเพิ่มขึ้นเป็นลำดับ การศึกษาคุณภาพน้ำผิวดินของโครงการได้กำหนดให้มีการตรวจวิเคราะห์ตามฤดูกาล เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำทั้งปี โดยกำหนดให้มีการเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์น้ำผิวดิน 4 ครั้ง เพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละฤดูกาล ดังนี้

ครั้งที่	วัน เดือน ปี	ฤดูกาล
1	วันที่ 31 มีนาคม ถึง วันที่ 1 เมษายน 2553	ฤดูร้อน
2	วันที่ 29-30 มิถุนายน 2553	ต้นฤดูฝน
3	วันที่ 13-14 ตุลาคม 2553	ปลายฤดูฝน
4	วันที่ 17-18 มกราคม 2554	ฤดูหนาว

(1) จุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน

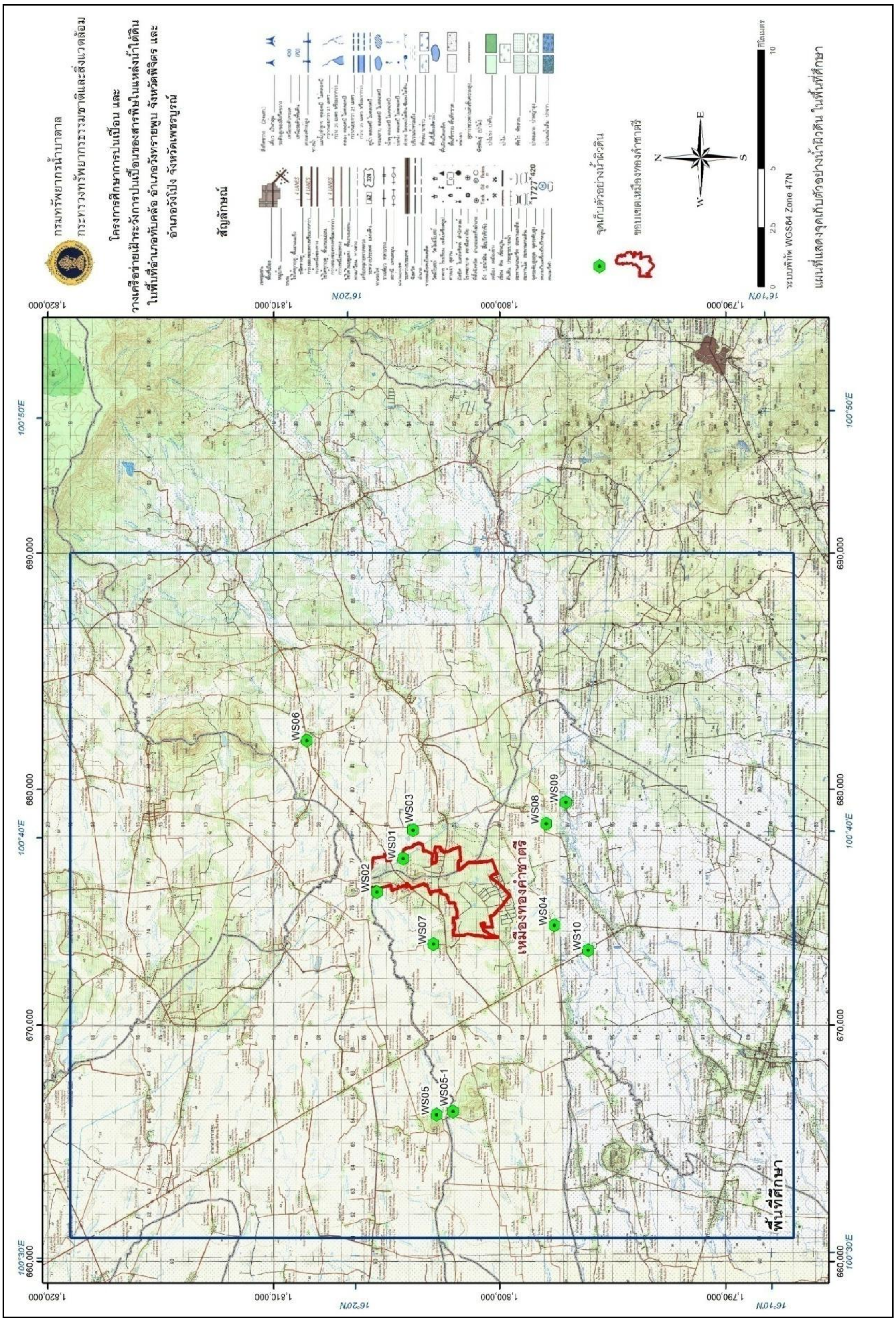
พิจารณาจุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน ตามแนวเส้นทางน้ำเก่า ทิศทางไหลของน้ำผิวดิน และบ่อเก็บน้ำในเหมืองแร่ทองคำ ชาตรีเหนือ บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด ดังแสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินใน **ตารางที่ 5.2.4-1** และ **รูปที่ 5.2.4-1** โดยมี 2 สถานี เป็นพื้นที่ประกอบการทำเหมืองแร่ทองคำ คือ พื้นที่เขตประทานบัตรของเหมืองแร่ทองคำชาตรี อัคราไมนิ่ง จำกัด และพื้นที่เหมืองแร่ทองคำเขาพนมพา (เป็นเหมืองเปิดให้ประชาชนเข้าดำเนินกิจกรรมการขุดหาแร่ทองคำ) ซึ่งทั้งสองพื้นที่มีการใช้สารเคมีใน

กระบวนการสกัดแร่ทองคำต่างกัน คือ สารไซยาไนด์ และปรอท ตามลำดับ จึงเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินเพื่อศึกษาการปนเปื้อนต่อไป

จาก**ตารางที่ 5.2.4-1** และ **รูปที่ 5.2.4-1** แสดงการกระจายของจุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน ซึ่งอยู่รอบเหมืองแร่ทองคำ ชาตรี เพื่อศึกษาแนวทางการปนเปื้อน โดยเฉพาะคลองที่มีการร้องเรียนจากชุมชนเพื่อลดความกังวลของชุมชนต่อไป ซึ่งแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างจะมีสภาพแวดล้อมในแต่ละฤดูกาล ดังแสดงใน**รูปที่ 5.2.4-2** ถึง **รูปที่ 5.2.4-12**

ตารางที่ 5.2.4-1 พิกัดจุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่ศึกษา

ชื่อสถานี	พิกัด		ลักษณะพื้นที่
	ตะวันออก	เหนือ	
WS-01	06 77077	18 04265	เหมืองแร่ทองคำ อัครา ไมนิ่ง จำกัด
WS-02	06 75655	18 05441	อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ
WS-03	06 78279	18 03839	คลองส่งน้ำดงหลง
WS-04	06 74253	17 97570	คลองสายยางรุ้ง (บ้านจิตเสือเต้น)
WS-05	06 66220	18 02791	เหมืองแร่ทองคำ เขาพนมพา
WS-05-1	06 66370	18 02063	บ่อน้ำหน้าองค์การบริหารส่วนจังหวัดพิจิตร (เก่า)
WS-06	06 82082	18 08530	คลองตาลัด
WS-07	06 73454	18 02928	คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู
WS-08	06 78561	17 97934	คลองสายยางรุ้ง (บ้านด่านช้าง)
WS-09	06 79449	17 97078	คลองล่าหมีตาย
WS-10	06 73198	17 96083	คลองร่องกอก



รูปที่ 5.2.4-1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน บริเวณพื้นที่ศึกษา

	
ครั้งที่ 1 (31 มี.ค. – 1 เม.ย. 53)	**ครั้งที่ 2 (29-30 มิ.ย. 53)**
	
ครั้งที่ 3 (13-14 ต.ค. 53)	**ครั้งที่ 4 (17-18 ม.ค. 54)**

รูปที่ 5.2.4-2 สถานีเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง (WS-01)

	
ครั้งที่ 1 (31 มี.ค. – 1 เม.ย. 53)	**ครั้งที่ 2 (29-30 มิ.ย. 53)**
	
ครั้งที่ 3 (13-14 ต.ค. 53)	**ครั้งที่ 4 (17-18 ม.ค. 54)**

รูปที่ 5.2.4-3 สถานี อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (WS-02)

ครั้งที่ 1 (31 มี.ค. – 1 เม.ย. 53)

ครั้งที่ 2 (29-30 มิ.ย. 53)

ครั้งที่ 3 (13-14 ต.ค. 53)

ครั้งที่ 4 (17-18 ม.ค. 54)

รูปที่ 5.2.4-4 สถานีคลองส่งน้ำดงหลง (WS-03)

ครั้งที่ 1 (31 มี.ค. – 1 เม.ย. 53)

ครั้งที่ 2 (29-30 มิ.ย. 53)

ครั้งที่ 3 (13-14 ต.ค. 53)

ครั้งที่ 4 (17-18 ม.ค. 54)

รูปที่ 5.2.4-5 สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (WS-04)

ครั้งที่ 1 (31 มี.ค. – 1 เม.ย. 53)

ครั้งที่ 2 (29-30 มิ.ย. 53)

ครั้งที่ 3 (13-14 ต.ค. 53)

ครั้งที่ 4 (17-18 ม.ค. 54)

รูปที่ 5.2.4-6 สถานีบ่อเหมืองแร่ทองคำ เขาพนมพา (WS-05)

ครั้งที่ 2 (29-30 มิ.ย. 53)

ครั้งที่ 3 (13-14 ต.ค. 53)

ครั้งที่ 4 (17-18 ม.ค. 54)

รูปที่ 5.2.4-7 สถานีบ่อน้ำหน้า ตึก อบจ.เก่า (WS-05-1)

หมายเหตุ การเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 มีการเพิ่มจุดเก็บตัวอย่างเนื่องจากระบบนิเวศในเหมืองแร่ทองคำเขาพนมพามีการนำสัตว์น้ำเข้ามาในบ่อ จึงทำให้สถานีเหมืองแร่ทองคำเขาพนมพา (WS-05) ไม่เหมาะสำหรับการเก็บตัวอย่างสัตว์น้ำ

	
ครั้งที่ 1 (31 มี.ค. – 1 เม.ย. 53)	**ครั้งที่ 2 (29-30 มิ.ย. 53)**
	
ครั้งที่ 3 (13-14 ต.ค. 53)	**ครั้งที่ 4 (17-18 ม.ค. 54)**

รูปที่ 5.2.4-8 สถานีคลองตาลัด (WS-06)

	
ครั้งที่ 1 (31 มี.ค. – 1 เม.ย. 53)	**ครั้งที่ 2 (29-30 มิ.ย. 53)**
	
ครั้งที่ 3 (13-14 ต.ค. 53)	**ครั้งที่ 4 (17-18 ม.ค. 54)**

รูปที่ 5.2.4-9 สถานีคลองส่งน้ำหนองย่างหมู (WS-07)

	
ครั้งที่ 1 (31 มี.ค. – 1 เม.ย. 53)	ครั้งที่ 2 (29-30 มิ.ย. 53)
	
ครั้งที่ 3 (13-14 ต.ค. 53)	ครั้งที่ 4 (17-18 ม.ค. 54)

รูปที่ 5.2.4-10 สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (WS-08)

	
ครั้งที่ 1 (31 มี.ค. – 1 เม.ย. 53)	ครั้งที่ 2 (29-30 มิ.ย. 53)
	
ครั้งที่ 3 (13-14 ต.ค. 53)	ครั้งที่ 4 (17-18 ม.ค. 54)

รูปที่ 5.2.4-11 สถานีคลองล่าหมีตาย (WS-09)

	
ครั้งที่ 1 (31 มี.ค. – 1 เม.ย. 53)	**ครั้งที่ 2 (29-30 มิ.ย. 53)**
	
ครั้งที่ 3 (13-14 ต.ค. 53)	**ครั้งที่ 4 (17-18 ม.ค. 54)**

รูปที่ 5.2.4-12 สถานีคลองร่องกอก (WS-10)

(2) วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน

เก็บน้ำผิวดินที่ความลึกประมาณ 50–100 เซนติเมตร กลางลำน้ำ จำนวน 3 ขวดๆ ละ 1 ลิตร

1) เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ทางเคมี และกายภาพ

- ภาชนะที่จะใส่ตัวอย่างน้ำ ต้องเป็นขวดพลาสติกที่สะอาด และจะต้องล้างขวดและฝาด้วยน้ำที่จะบรรจุเสียก่อนประมาณ 2-3 ครั้ง แล้วจึงบรรจุตัวอย่างน้ำให้เต็มขวด ปิดฝาให้แน่นแล้วรีบนำส่งวิเคราะห์
- ปริมาณน้ำตัวอย่างที่เก็บจะต้องไม่น้อยกว่า 1 ลิตรต่อขวด

2) เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารพิษ

- การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารหนู ตะกั่ว ปรอท แคดเมียม และซีลีเนียม โดย ใช้ภาชนะใส่ตัวอย่างน้ำและวิธีการเก็บตัวอย่าง เช่นเดียวกับการเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพและเคมี เติมกรด ไนตริก (Nitric acid) ที่มีความเข้มข้น 1:1 จำนวน 4 มิลลิเมตร ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร เพื่อทำให้น้ำมีค่าความเป็นกรดต่ำกว่า 2 ปิดฝาขวดให้แน่นแล้วเขย่าให้เข้ากัน
- การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไซยาไนด์ ให้ใช้ภาชนะที่จะใส่ตัวอย่างน้ำ เก็บตัวอย่างน้ำผิวดินเพื่อวิเคราะห์ลักษ ณะทางกายภาพและเคมี แล้ว

เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 10 โมลาร์ จำนวน 6 มิลลิเมตร ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร เพื่อทำให้น้ำมีความเป็นด่างมากกว่า 12 ปิดฝาขวดให้แน่นแล้วเขย่าให้เข้ากัน

- ปริมาณน้ำตัวอย่างที่เก็บจะต้องไม่น้อยกว่า 1 ลิตรต่อขวด

(3) พารามิเตอร์ที่ตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดิน

การวิเคราะห์พารามิเตอร์ทางเคมีและสารพิษพื้นฐานของโลหะหนักในน้ำผิวดิน ได้กำหนดพารามิเตอร์ จำนวน 24 พารามิเตอร์ โดยอ้างอิงตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2537) และมีวิธีการตรวจวิเคราะห์ในแต่ละพารามิเตอร์ สำหรับไซยาไนด์และสารประกอบไซยาไนด์ ในตัวอย่างน้ำผิวดิน ใช้วิธี Iron chromatography หรือ Pyridine-barbituric acid สำหรับพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์มีดังนี้

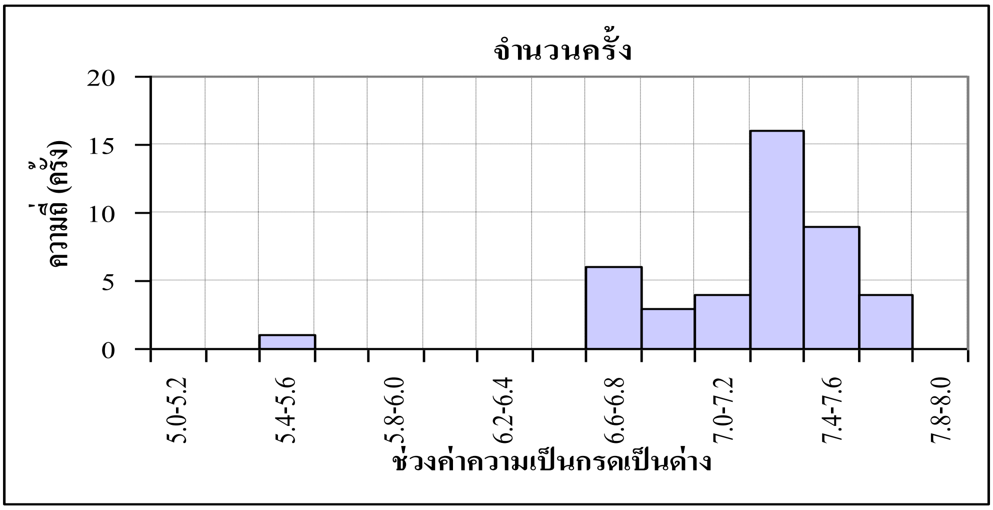
1. ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ Redox potential (Eh)
2. ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids : TDS)
3. ค่าการนำไฟฟ้า
4. อุณหภูมิ (Temperature)
5. เหล็ก (Iron : Fe)
6. แมงกานีส (Manganese : Mn)
7. ทองแดง (Copper : Cu)
8. สังกะสี (Zinc : Zn)
9. ซัลเฟต (Sulfate : SO_4^{2-})
10. คลอไรด์ (Chlolide : Cl^-)
11. ฟลูออไรด์ (Fluolide : F)
12. ไนเตรต (Nitrate : NO_3^-)
13. สารหนู (Arsenic : As)
14. ไซยาไนด์ (Cyanide : CN)
15. ตะกั่ว (Lead : Pb)
16. ปรอท (Mercury : Hg)
17. แคดเมียม (Cadmium : Cd)
18. ซีลีเนียม (Selenium : Se)
19. แคลเซียม (Calcium : Ca)
20. นิกเกิล (Nicke l: Ni)
21. แมกนีเซียม (Magnesium : Mg)
22. โพแทสเซียม (Potassium : K)
23. โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเลนท์ (Chromium hexavalent : Cr^{6+})
24. โซเดียม (Sodium : Na)

(4) ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดิน

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดิน 4 ครั้งที่ผ่านมา **(ภาคผนวก ฌ)** โดยการเก็บตัวอย่าง ตามฤดูกาล คือ ฤดูร้อน (มีนาคม 2553) ต้นฤดูฝน (มิถุนายน 2553) ปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553) และ ฤดูหนาว (มกราคม 2554) พบว่า การปนเปื้อนของสารต่างๆ ในแต่ละฤดูกาลแตกต่างกัน บางพารามิเตอร์ไม่สามารถตรวจวัดได้ เนื่องจากไม่ พบการปนเปื้อน หรือ พบปริมาณน้อยกว่าค่ากำหนดที่เครื่องมือสามารถตรวจพบได้ เช่น สารไซยาไนด์ และเหล็ก เป็น ต้น แสดงรายละเอียดผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำผิวดินดังนี้

1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินในพื้นที่ศึกษา พบว่า พื้นที่ศึกษามีค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำผิวดิน ตั้งแต่ 5.47 (กรดอ่อน) จนถึง 7.67 ดังแสดงใน **รูปที่ 5.2.4-13** โดยสถานีที่มีค่าต่ำสุด คือ สถานีเหมืองแร่ทองคำ เขาพนมพา (WS-05) (**ภาคผนวก ณ**)



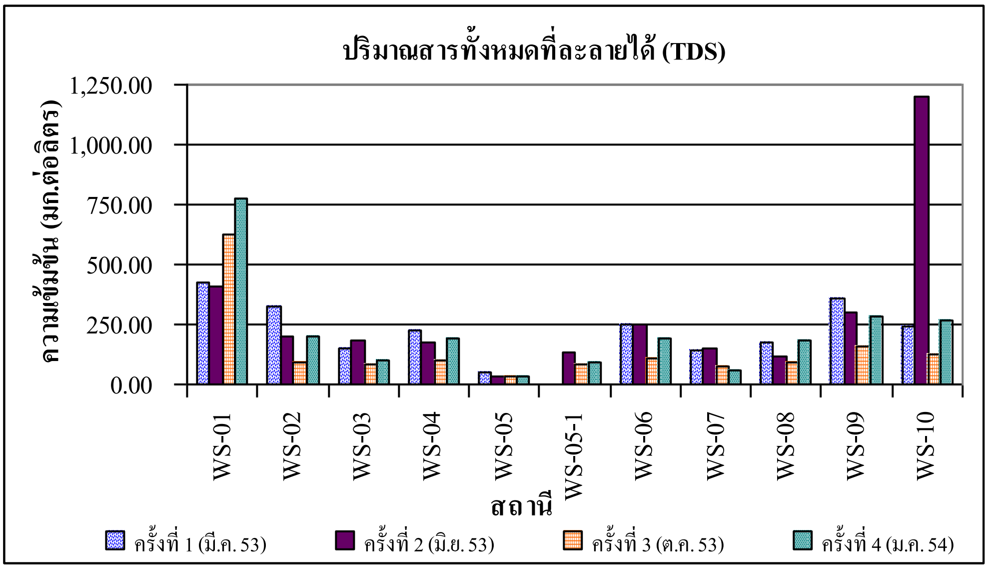
รูปที่ 5.2.4-13 ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของคุณภาพน้ำผิวดินในพื้นที่โครงการ

2) ค่าปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids; TDS)

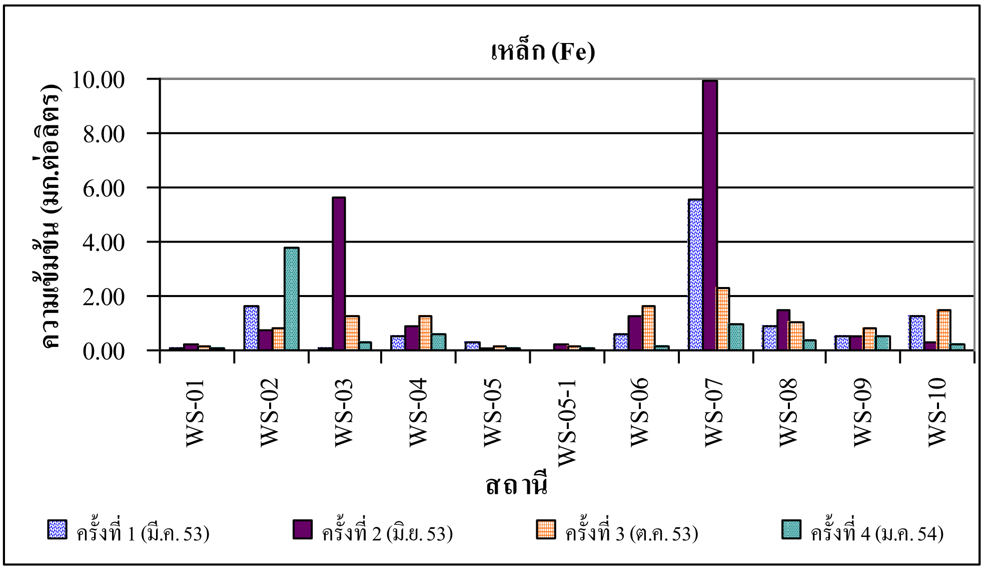
ผลการวิเคราะห์ปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดของน้ำผิวดินในพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าระหว่าง 32-1,200 มิลลิกรัม/ลิตร และใน ช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553) ทุกสถานีมีปริมาณน้ำในพื้นที่มากที่สุดของปี มีปริมาณของแข็งละลายทั้งหมดน้อยที่สุด ยกเว้นสถานีเหมืองแร่ทองคำอัคราไมนิ่ง (WS-01) ซึ่งมีค่า TDS น้อยในฤดูร้อน (มีนาคม 2553) ถึงต้นฤดูฝน (มิถุนายน 2553) ดังแสดงใน **รูปที่ 5.2.4-14**

สถานีคลองร่องกอก (WS-10) พบปริมาณ สารทั้งหมดที่ ละลาย ได้ในช่วงต้นฤดูฝนมากที่สุดถึง 1,200 มิลลิกรัม/ลิตร เนื่องจากคลองร่องกอก มีฝายน้ำล้น ทำให้การพัดพาสารอินทรีย์ตามร่องน้ำ และพื้นท้องน้ำเพิ่มมากขึ้น

กระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค สำหรับเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุดของปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ เท่ากับ 500 มิลลิกรัม/ลิตร และอนุโลม เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุดที่ 600 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสถานีที่เกินค่ามาตรฐานมีจำนวน 2 สถานี คือ เหมืองแร่ทองคำอัคราไมนิ่ง (WS-01) มีปริมาณ 629.00 มิลลิกรัม/ลิตร ในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553) และ 776.00 มิลลิกรัม/ลิตร ในฤดูหนาว (มกราคม 2554) และสถานีคลองร่องกอก (WS-10) 1,200 มิลลิกรัม/ลิตร ในต้นฤดูฝน (มิถุนายน 2553)



รูปที่ 5.2.4-14 ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids; TDS) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล



รูปที่ 5.2.4-15 ปริมาณเหล็ก (Iron; Fe) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล

3) เหล็ก (Iron; Fe)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กในน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าระหว่าง 0.05–9.96 มิลลิกรัม /ลิตร โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) คลองส่งน้ำดงหลง (WS-03) และอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (WS-02) ซึ่งมีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) เท่ากับ 9.03 มิลลิกรัม/ลิตร (0.93–9.96 มิลลิกรัม/ลิตร) 5.47 มิลลิกรัม/ลิตร (0.05–5.62 มิลลิกรัม/ลิตร) และ 3.03 มิลลิกรัม/ลิตร (0. 73–3.76 มิลลิกรัม/ลิตร) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 4.03, 2.60 และ 1.42 ตามลำดับ

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ไม่ได้กำหนดปริมาณเหล็ก แต่กระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุดของเหล็กไว้เท่ากับ 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร จาก **รูปที่ 5.2.4-15** พบว่า สถานีที่มีปริมาณเหล็กปนเปื้อนในน้ำเกินค่ามา ตรฐานกำหนดในทุกฤดูกาล คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (WS-02) สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (WS-04) สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง(WS-08) และ สถานีคลองล่าหมีตาย (WS-09)

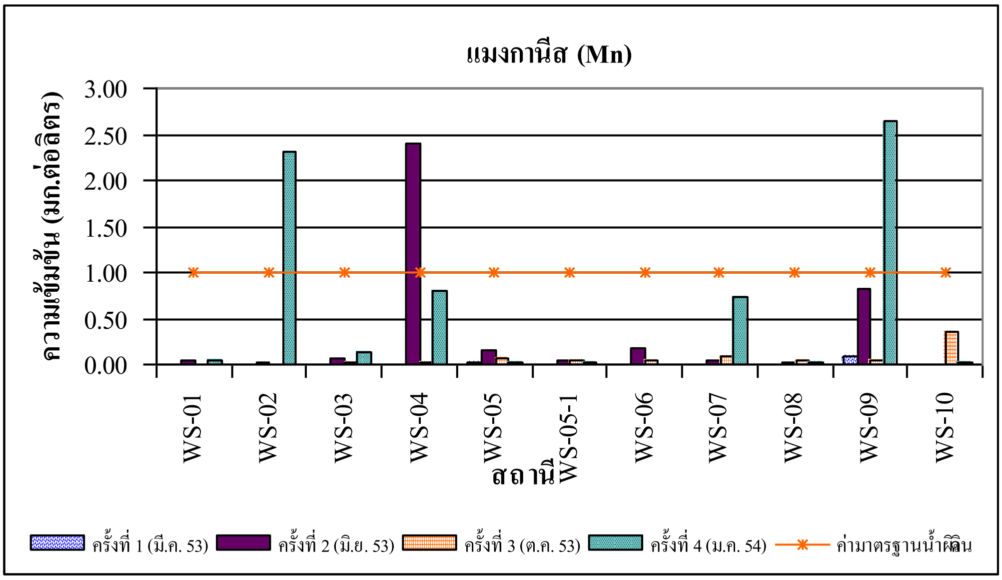
ส่วนสถานีที่มีปริมาณเหล็กปนเปื้อนในน้ำเกินค่ามาตรฐานกำหนดสูงสุดบางฤดูกาล คือ สถานี สถานีคลองส่งน้ำดงหลง (WS-03) สถานีเหมืองแร่ทองคำ เขาพนมพา (WS-05) สถานีคลองตาลัด (WS-06) และสถานีคลองร่องกอก (WS-10) ซึ่งไม่พบแนวโน้มการปนเปื้อน

4) แมงกานีส (Manganese; Mn)

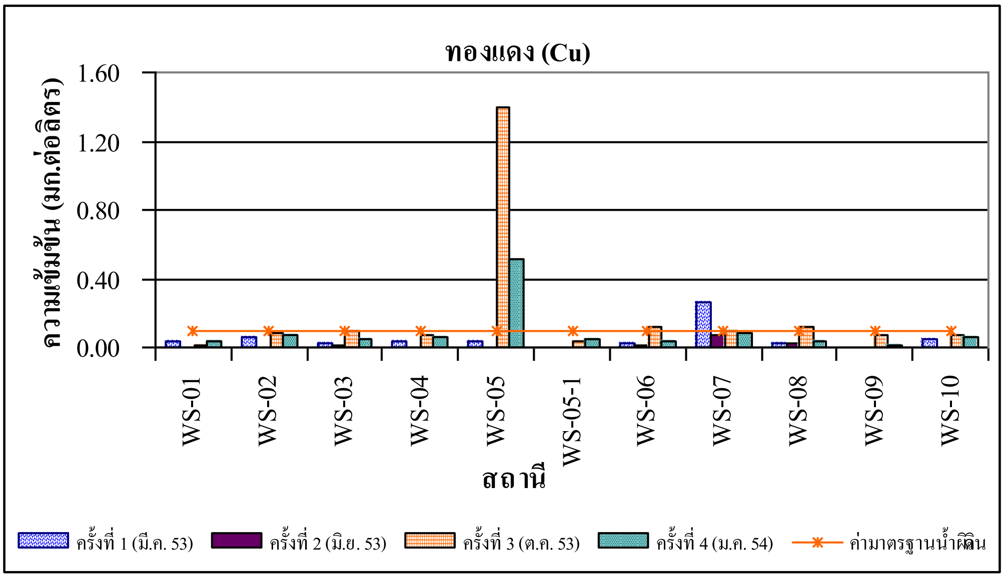
ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสในน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่ศึกษา พบว่า มีค่าระหว่าง 0.00 – 2.65 มิลลิกรัม/ลิตร โดยแต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุดคือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (WS-02) สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (WS-04) และ สถานี คลองล่าหมีตาย (WS-09) ซึ่งมีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด- ค่าสูงสุ ด) เท่ากับ 2.32 มิลลิกรัม/ลิตร (0.00–2.32 มิลลิกรัม/ลิตร) 2.39 มิลลิกรัม/ลิตร (0.01-2.40 มิลลิกรัม/ลิตร) และ 2.60 มิลลิกรัม/ลิตร (0.05–2.65 มิลลิกรัม/ลิตร) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี(SD) เท่ากับ 1.15, 1.12 และ 1.22 ตามลำดับ

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 กำหนดให้มีปริมาณแมงกานีส (Manganese; Mn) ในน้ำไม่เกิน 1.00 มิลลิกรัม/ลิตร จาก**รูปที่ 5.2.4-16** พบว่า สถานีที่มีปริมาณแมงกานีสปนเปื้อนในน้ำเกินค่ามาตรฐาน คุณภาพน้ำผิวดิน ในครั้งที่ 2 (มิถุนายน 2553) คือสถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (WS-04) เท่ากับ 2.40 มิลลิกรัม/ลิตร และในครั้งที่ 4 (มกราคม 2554) มีจำนวน 2 สถานี คือ สถานี อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (WS-02) และ สถานี คลองล่าหมีตาย (WS-09) เท่ากับ 2.32 และ2.65 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

สำหรับกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดเกณฑ์มาตรฐาน ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำบริโภค โดยเกณฑ์ ที่กำหนดสูงสุด และอนุโลม เกณฑ์ที่กำหนด สูงสุด กำหนดให้มีปริ มาณแมงกานีสเท่ากับ 0.05 และ 0.1 มิลลิกรัม/ลิตรตามลำดับ พบว่า พื้นที่ศึกษามีการปนเปื้อนของแมงกานีสที่เกินค่ามาตรฐานกำหนดสูงสุดเพื่อการบริโภคบางสถานีในบางฤดูกาล โดยเฉพาะสถานี WS-09 พบการปนเปื้อนบ่อยครั้งที่สุด คือ 3 ฤดูกาล (ฤดูร้อน ต้นฤดูฝน และฤดูหนาว) และมีปริมาณการปนเปื้อนมากที่สุดในฤดูหนาว (มกราคม 2554) มีปริมาณ 2.65 มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 5.2.4-16 ปริมาณแมงกานีส (Manganese; Mn) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล



รูปที่ 5.2.4-17 ปริมาณทองแดง (Copper; Cu) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล

5) ทองแดง (Copper; Cu)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณทองแดงในน้ำผิวดิน พบว่า มีค่าระหว่าง 0.00–1.40 มิลลิกรัม/ลิตร โดยแต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานีเหมืองแร่ทองคำ เขาพนมพา (WS-05) สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) ซึ่งมีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) เท่ากับ 1.40 มิลลิกรัม/ลิตร (0.00–1.40 มิลลิกรัม/ลิตร) และ 0.19 มิลลิกรัม/ลิตร (0.07–0.26 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 0.65 และ 0.09 ตามลำดับ

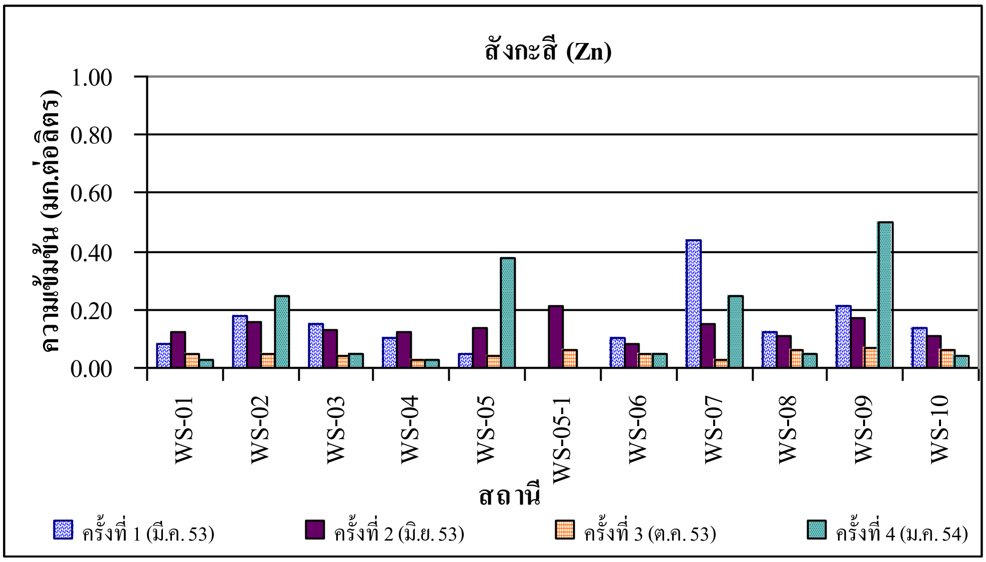
สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 กำหนดให้มีปริมาณทองแดง ในน้ำไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม/ลิตร จาก **รูปที่ 5.2.4-17** พบว่า ฤดูกาลที่มีปริมาณทองแดงปนเปื้อนในน้ำ เกินค่ามาตรฐานกำหนด มี 2 ฤดูกาล คือ ปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553) พบจำนวน 3 สถานี ดังนี้ สถานีเหมืองแร่ทองคำเขาพนมพา (WS-05) สถานีคลองตาลัด (WS-06) และสถานี คลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (WS-08) เท่ากับ 1.40, 0.12 และ 0.12 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ และในฤดูร้อน(มีนาคม 2553) เพียงสถานีเดียว คือ สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) เท่ากับ 0.26 มิลลิกรัม/ลิตร

กระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค โดยเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด ให้มีปริมาณทองแดง ไม่เกิน 1.00 มิลลิกรัม/ลิตร พบว่ามีเพียงสถานีเดียวที่เกินค่ามาตรฐาน คือ สถานี เหมืองแร่ทองคำ เขาพนมพา (WS-05) มีปริมาณ 1.41 มิลลิกรัม/ลิตร ในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553)

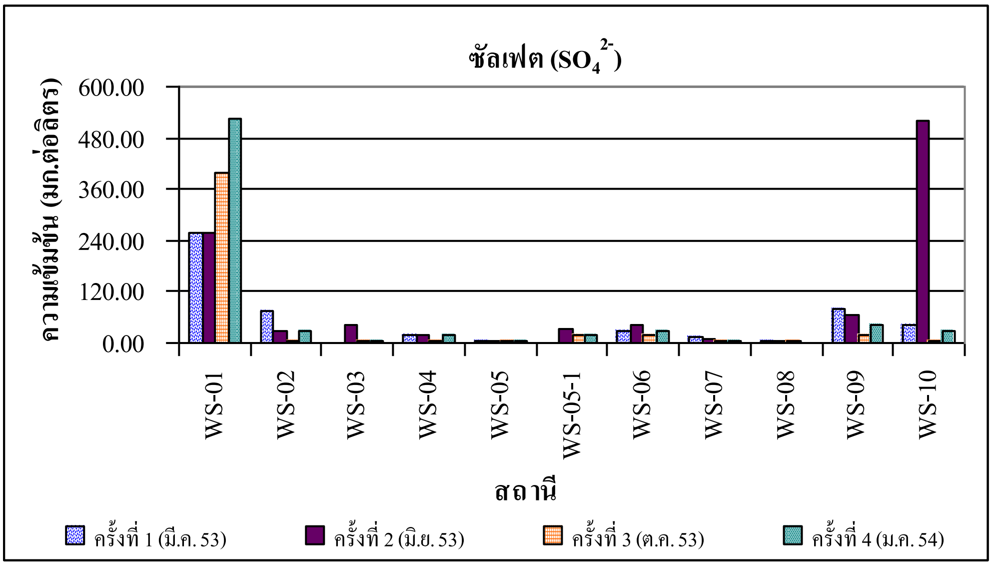
6) สังกะสี (Zinc; Zn)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสังกะสีในน้ำผิวดิน พบว่า มีค่าระหว่าง 0.00–0.50 มิลลิกรัม/ลิตร โดยแต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานีคลองล่าหมีตาย (WS-09) สถานีเหมืองแร่ทองคำเขาพนมพา (WS-05) และสถานีคลองตาลัด บ้านน้ำอ้อม (WS-06) มีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด- ค่าสูงสุด) เท่ากับ 0.43 มิลลิกรัม/ลิตร (0.07–0.50 มิลลิกรัม/ลิตร) 0.34 มิลลิกรัม/ลิตร (0.04-0.38 มิลลิกรัม/ลิตร) 0.21 มิลลิกรัม/ลิตร (0.00–0.21 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 0.18, 0.16 และ 0.11 ตามลำดับ

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 กำหนดให้มีปริมาณสังกะสี ในน้ำไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร และกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค โดยเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุดไม่เกิน 3.0 มิลลิกรัม/ลิตร จาก**รูปที่ 5.2.4-18** พบว่า ไม่มีสถานีใดที่มีปริมาณทองแดงปนเปื้อนในน้ำเกินค่ามาตรฐาน โดยสถานีที่มีค่าสังกะสีปนเปื้อนมากที่สุด คือ สถานีคลองล่าหมีตาย(WS-09) สถานีเหมืองแร่ทองคำ เขาพนมพา(WS-05) เท่ากับ 0.50 และ 0.38 มิลลิกรัม/ลิตร (มกราคม 2554) สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) 0.44 มิลลิกรัม/ลิตร (มีนาคม 2553) ตามลำดับ



รูปที่ 5.2.4-18 ปริมาณสังกะสี (Zinc; Zn) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล



รูปที่ 5.2.4-19 ปริมาณซัลเฟต (Sulfate; SO_4^{2-}) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล

7) ซัลเฟต (Sulfate; SO_4^{2-})

ผลการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟตในน้ำผิวดิน พบว่า มีค่าระหว่าง 0.90–525.90 มิลลิกรัม/ลิตร โดยแต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล สถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานีคลองร่องกอก (WS-10) สถานีบ่อน้ำเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง จำกัด (WS-01) มีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) เท่ากับ 511.50 มิลลิกรัม/ลิตร (6.70–518.20 มิลลิกรัม/ลิตร) 270.10 มิลลิกรัม/ลิตร (255.80–525.90 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 247.03 และ 129.24 ตามลำดับ

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ไม่ได้กำหนดปริมาณซัลเฟตในน้ำผิ วดิน แต่ กระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค โดยเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด ให้มีปริมาณซัลเฟตในน้ำดื่มเกณฑ์ ที่กำหนดสูงสุดไม่เกิน 200 มิลลิกรัม/ลิตร และอนุโลมเกณฑ์ที่กำหนด สูงสุด 250 มิลลิกรัม/ลิตร จาก**รูปที่ 5.2.4-19** พบว่า สถานีที่มีปริมาณซัลเฟตมาตรฐาน คือ สถานี บ่อเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง จำกัด (WS-01) ในทุกฤดูกาล และ สถานีคลองร่องกอก (WS-10) ในช่วงต้นฤดูฝน

8) ฟลูออไรด์ (Fluoride; F)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำผิวดิน พบว่ามีค่าระหว่าง 0.00–1.07 มิลลิกรัม /ลิตร โดยแต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานี บ่อน้ำเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง จำกัด (WS-01) สถานี คลองร่องกอก (WS-10) สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (WS-02) มีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) เท่ากับ 0.57 มิลลิกรัม/ลิตร (0.50-1.07 มิลลิกรัม/ลิตร) 0.47 มิลลิกรัม/ลิตร (0.25–0.72 มิลลิกรัม/ลิตร) 0.36 มิลลิกรัม/ลิตร (0.12–0.48 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 0.27, 0.21 และ 0.16 ตามลำดับ ดังแสดงใน **รูปที่ 5.2.4-20**

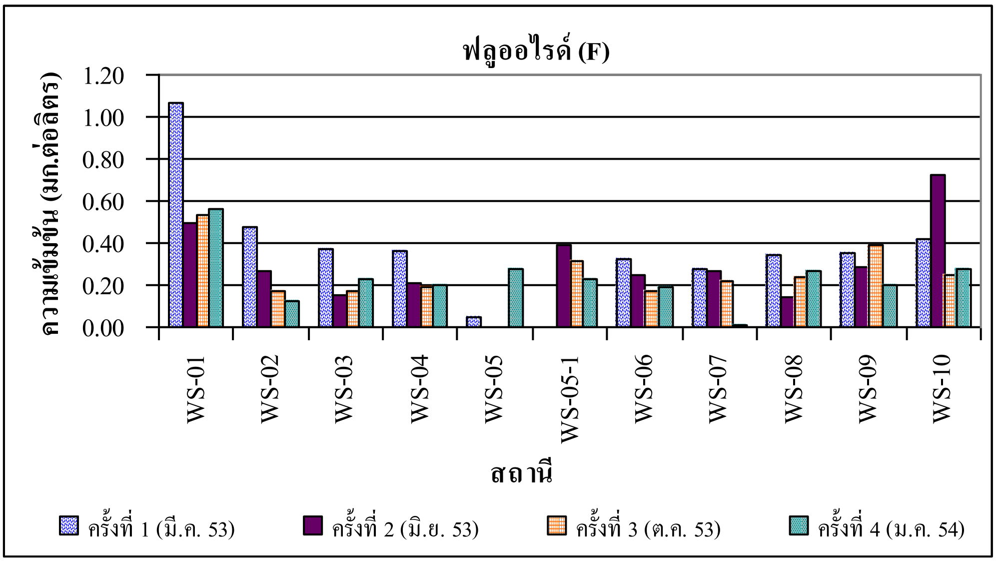
สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 ไม่ได้กำหนดปริมาณฟลูออไรด์ แต่กระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค โดยเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด ให้มีปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำดื่มได้ไม่เกิน 0.7 มิลลิกรัม/ลิตร และอนุโลมเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด 1.0 มิลลิกรัม/ลิตร จาก**รูปที่ 5.2.4-20** พบว่า สถานีใดที่มีปริมาณฟลูออไรด์เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภคเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด มี 2 สถานี คือ สถานี บ่อเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง (WS-01) พบการปนเปื้อนในช่วงฤดูร้อน (มีนาคม 2553) ปริมาณ 1.07 มิลลิกรัม/ลิตร และ สถานีคลองร่องกอก (WS-10) พบการปนเปื้อนในช่วงต้นฤดูฝน(มิถุนายน 2553) ปริมาณการปนเปื้อนเท่ากับ0.72 มิลลิกรัม/ลิตร

9) ไนเตรต (Nitrate)

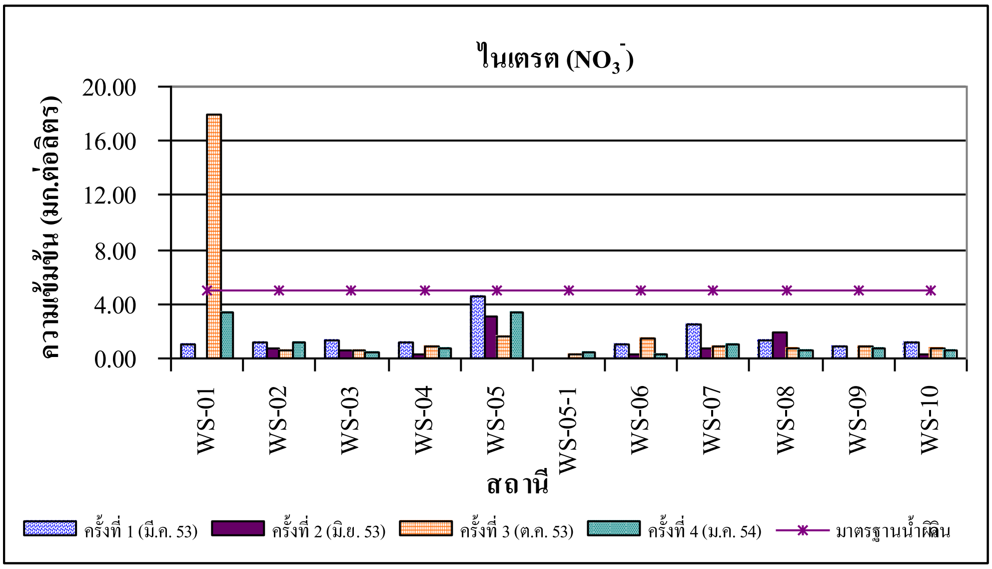
ผลการวิเคราะห์ปริมาณซัลเฟตในน้ำผิวดิน พบว่าปริมาณซัลเฟตมีค่าระหว่าง 0.00–17.96 มิลลิกรัม/ลิตร โดยแต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานี บ่อพักน้ำเหมืองแร่ทองคำอัคราไมนิ่ง (WS-01) สถานีบ่อเหมืองแร่ทองคำ เขาพนมพา (WS-05) และสถานี คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) มีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) เท่ากับ 17.96 มิลลิกรัม/ลิตร (0.00–17.96 มิลลิกรัม/ลิตร) 2.90 มิลลิกรัม/ลิตร (1.61-4.51 มิลลิกรัม/ลิตร) 1.81 มิลลิกรัม/ลิตร (0.71–1.27 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 8.35, 1.20 และ 0.84 ตามลำดับ

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 กำหนดให้มีปริมาณไนเตร ตสูงสุด 5 มิลลิกรัม/ลิตร และกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค

โดยเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด และ อนุโลมเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด ให้มีปริมาณไนเตรต (คำนวณเป็นไนโตรเจน) เท่ากับ 4 และ 10 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ จาก **รูปที่ 5.2.4-21** พบว่า สถานีที่มีปริมาณการปนเปื้อนของไนเตรตเกินมา ตรฐานเกณฑ์กำหนดสูงสุด คือ สถานี เหมืองแร่ทองคำ เขาพนมพา (WS-05) พบการปนเปื้อนในช่วงฤดูร้อน (มีนาคม 2553) มีปริมาณเท่ากับ 4.51 มิลลิกรัม/ลิตร และสถานีที่เกินมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค อนุโลมเกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด คือ สถานีบ่อพักน้ำเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง (WS-01) มีปริมาณเท่ากับ 17.96 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งตรวจพบว่ามีค่าเกินในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553)



รูปที่ 5.2.4-20 ปริมาณฟลูออไรด์ (Fluoride; F) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล

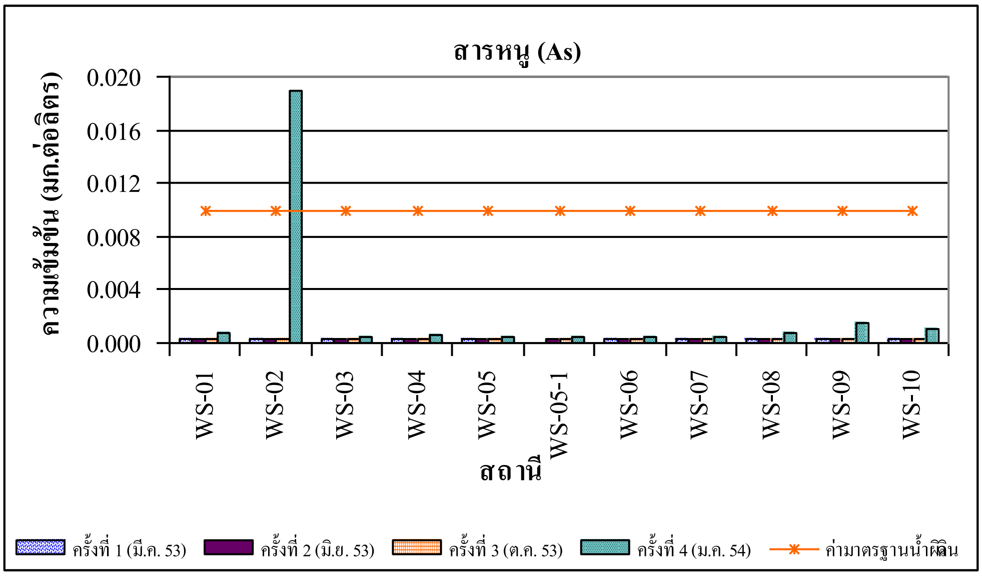


รูปที่ 5.2.4-21 ปริมาณไนเตรต (Nitrate) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล

10) สารหนู (Arsenic; As)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารหนูในน้ำผิวดิน พบว่า มีค่าในช่วง น้อยกว่า 0.0003–0.0190 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานี อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (WS-02) สถานี คลองล่าหมีตาย (WS-09) สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (WS-08) สถานีคลองร่องกอก (WS-10) มีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) เท่ากับ 0.0187 มิลลิกรัม/ลิตร (น้อยกว่า 0.0003–0.0190 มิลลิกรัม/ลิตร) 0.0012 มิลลิกรัม/ลิตร (น้อยกว่า 0.0003–0.0015 มิลลิกรัม/ลิตร) 0.0007 มิลลิกรัม/ลิตร (น้อยกว่า 0.0003–0.0010 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 0.0094, 0.0006 และ 0.0004 ตามลำดับ

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 และกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดมาตรฐานคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุด กำหนดให้มีปริมาณสารหนูสูงสุด 0.01 มิลลิกรัม/ลิตร จาก**รูปที่ 5.2.4-22** พบว่า ความเข้มข้นของสารหนูในแหล่งน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่ศึกษา มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานทุกสถานี ยกเว้นสถานี WS-02 (อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ) ในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553) มีการปนเปื้อนสารหนูในน้ำผิวดินเท่ากับ 0.0190 มิลลิกรัม/ลิตร



รูปที่ 5.2.4-22 ปริมาณสารหนู (Arsenic; As) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล

11) ไซยาไนด์ (Cyanide; CN)

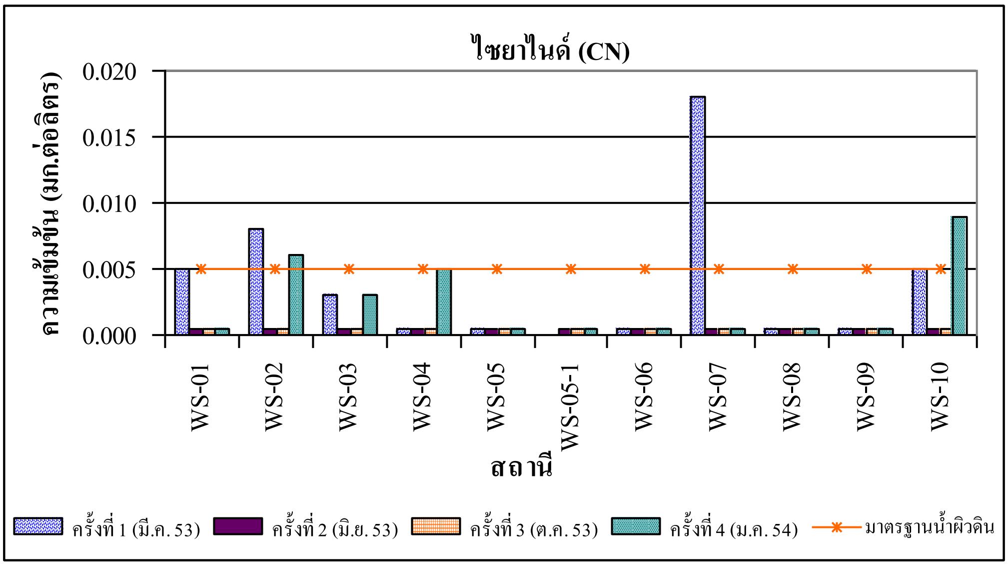
ผลการวิเคราะห์ปริมาณไซยาไนด์ในน้ำผิวดิน พบว่า มีแหล่งน้ำที่มีไซยาไนด์เกินค่ามาตรฐาน 3 สถานี โดยมีค่าในช่วง น้อยกว่า 0.0005–0.0180 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) สถานีคลองร่องกอก (WS-10) สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (WS-02) มีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) เท่ากับ 0.0175 มิลลิกรัม/ลิตร (น้อยกว่า 0.0005–0.0180 มิลลิกรัม/ลิตร) 0.0085 มิลลิกรัม/ลิตร (น้อยกว่า 0.0005–0.0090 มิลลิกรัม/ลิตร) 0.0075 มิลลิกรัม/ลิตร (น้อยกว่า 0.0005–0.0080 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 0.0088, 0.0041 และ 0.0038 ตามลำดับ

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 กำหนดให้มีปริมาณสารไซยาไนด์สูงสุด 0.005 มิลลิกรัม /ลิตร และกระทรวงอุตสาหกรรม กำหนดมาตรฐานคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค เกณฑ์ที่กำหนดสูงสุดให้มีปริมาณไซยาไนด์ในน้ำดื่มไม่เกิน 0.07 มิลลิกรัม/ลิตร จาก**รูปที่ 5.2.4-23** พบว่า ความเข้มข้นของสารไซยาไนด์ในแหล่งน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่ศึกษา มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานน้ำดื่มทุกสถานี ในขณะที่เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินพบว่า สถานีที่มีปริมาณสารไซยาไนด์เกินมาตรฐาน คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (WS-02) ในช่วงฤดูร้อน (มีนาคม 2553) และฤดูหนาว (มกราคม 2554) เท่ากับ 0.0080 และ0.0060 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) ในฤดูร้อน (มีนาคม 2553) เท่ากับ 0.0180 มิลลิกรัม/ลิตร และสถานีคลองร่องกอก (WS-10) ในฤดูหนาว (มกราคม 2554) เท่ากับ 0.0090 มิลลิกรัม/ลิตร

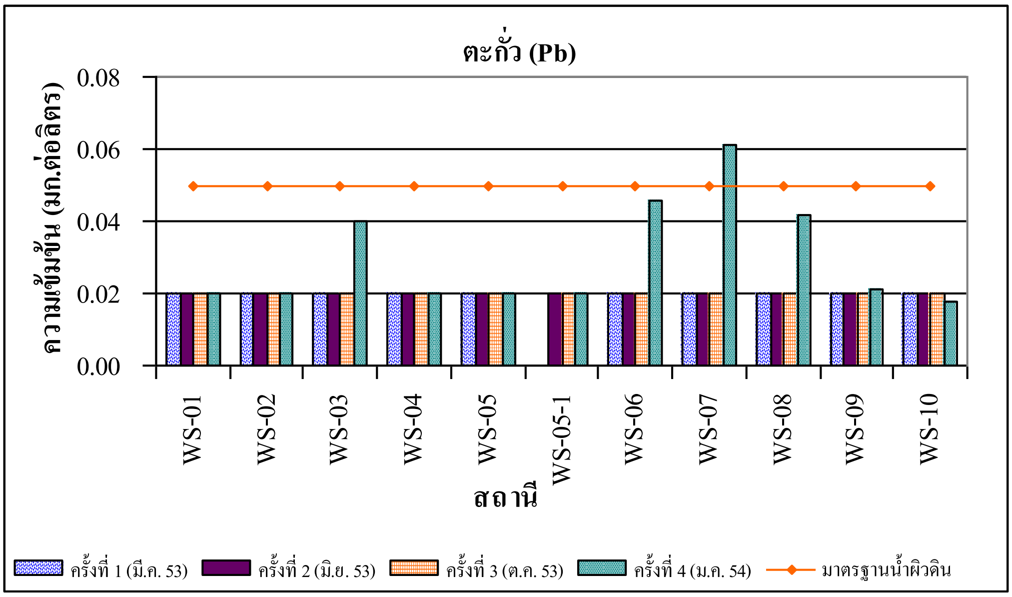
12) ตะกั่ว (Lead; Pb)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในน้ำผิวดิน พบว่ามีค่า ในช่วง น้อยกว่า 0.02–0.0180 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานี คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) สถานี คลองตาลัด บ้านน้ำอ้อม (WS-06) สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (WS-08) มีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) เท่ากับ 0.0610 มิลลิกรัม/ลิตร (น้อยกว่า 0.02–0.0610 มิลลิกรัม/ลิตร) 0.0410 มิลลิกรัม/ลิตร (น้อยกว่า 0.02–0.0460 มิลลิกรัม/ลิตร) 0.0220 มิลลิกรัม/ลิตร (น้อยกว่า 0.02–0.0420 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 0.0205, 0.0130 และ 0.0110 ตามลำดับ

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 กำหนดให้มีปริมาณตะกั่ว (Lead; Pb) สูงสุด 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร จาก**รูปที่ 5.2.4-24** พบว่า ความเข้มข้นของตะกั่วในแหล่งน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่ศึกษา มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานน้ำผิวดิน ยกเว้น สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) มีการปนเปื้อนของตะกั่วเท่ากับ 0.06 มิลลิกรัม/ลิตร ในฤดูหนาว (มกราคม 2554)



รูปที่ 5.2.4-23 ปริมาณไซยาไนด์ (Cynanide; CN) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล



รูปที่ 5.2.4-24 ปริมาณตะกั่ว (Lead; Pb) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล

13) แคลเซียม (Calcium; Ca)

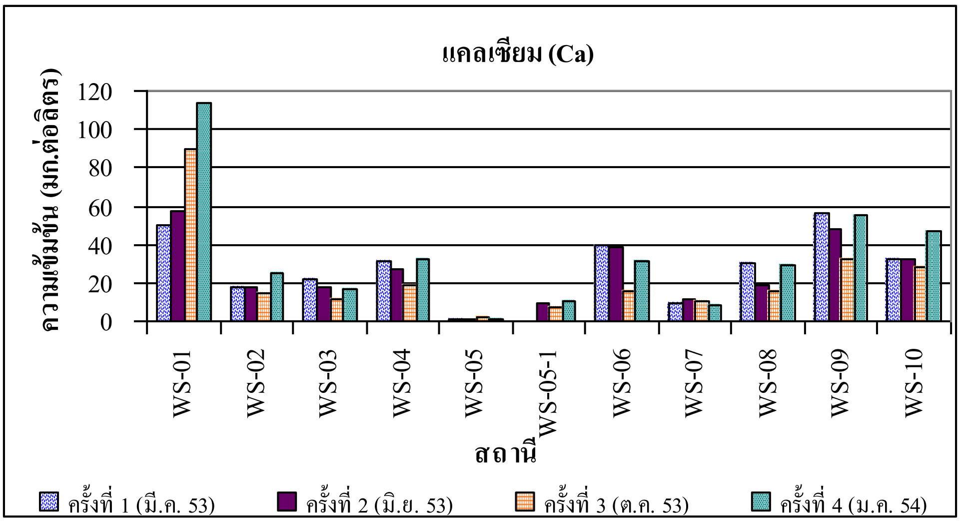
ผลการวิเคราะห์ปริมาณ แคลเซียม ในน้ำผิวดิน พบว่า มีค่าระหว่าง 0.80–114.00 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานี เหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง จำกัด (WS-01) สถานี คลองล่าหมีตาย (WS-09) สถานี คลองตาลัด บ้านน้ำอ้อม (WS-06) มีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) เท่ากับ 64.40 มิลลิกรัม/ลิตร (49.60–114.00 มิลลิกรัม/ลิตร) 24.00 มิลลิกรัม/ลิตร (32.80–56.80 มิลลิกรัม/ลิตร) 24.00 มิลลิกรัม/ลิตร (16.00–40.00 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 29.79, 12.14 และ 10.96 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ

แคลเซียมไม่ได้ถูกกำหนดเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภท 3 และมาตรฐานคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริโภค จาก**รูปที่ 5.2.4-25** พบว่า ทุกสถานีมีแนวโน้มการปนเปื้อนตามฤดูกาลเหมือนกัน โดยในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553) มีปริมาณการปนเปื้อนของแคลเซียมน้อยที่สุด ยกเว้น สถานี บ่อน้ำ เหมืองแร่ทองคำอัคราไมนิ่ง จำกัด (WS-01) และ สถานีเหมืองแร่ทองคำเขาพนมพา (WS-05) ซึ่งมีกิจกรรมการทำเหมืองแร่ทองคำ โดย สถานีบ่อน้ำ เหมืองแร่ทองคำอัคราไมนิ่ง จำกัด (WS-01) มีการปนเปื้อน ระหว่าง 49.60–114.00 มิลลิกรัม/ลิตร และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามฤดูกาล ส่วนสถานีบ่อน้ำหน้าตึก อบจ .เก่า (WS-05) มีปริมาณการปนเปื้อนระหว่าง 0.08–1.60 มิลลิกรัม/ลิตร มีค่าสูงสุดในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553)

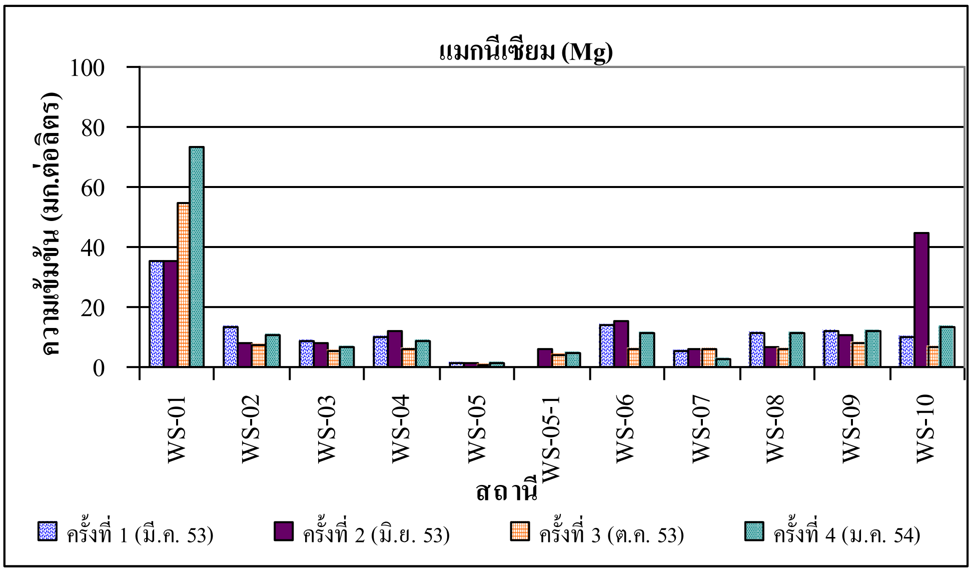
14) แมกนีเซียม (Magnesium; Mg)

ผลการวิเคราะห์ปริมาณ แมกนีเซียม ในน้ำผิวดิน พบว่า มีค่าระหว่าง 0.00–2.65 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานี คลองร่องกอก (WS-10) และ สถานี บ่อน้ำเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง จำกัด (WS-01) มีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) เท่ากับ 38.60 มิลลิกรัม/ลิตร (6.40–45.00 มิลลิกรัม/ลิตร) และ 37.94 มิลลิกรัม/ลิตร (35.10–73.40 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 17.75 และ 18.23 ตามลำดับ

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 และมาตรฐานคุณภาพผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมน้ำบริ โภค ไม่ได้กำหนดปริมาณแมกนีเซียมไว้ จาก **รูปที่ 5.2.4-26** พบว่า ทุกสถานีมีแนวโน้มการปนเปื้อนตามฤดูกาลเหมือนกัน โดยในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553) มีปริมาณการปนเปื้อนของแมกนีเซียมน้อยที่สุด ยกเว้น สถานี บ่อน้ำเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง จำกัด (WS-01) ซึ่งมีกิจกรรมการทำเหมืองแร่ทองคำ โดยมีแนวโน้มการปนเปื้อนเพิ่มขึ้นตามฤดูกาล และสถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) มีปริมาณแมกนีเซียมน้อยที่สุดในฤดูหนาว (มกราคม 2554)



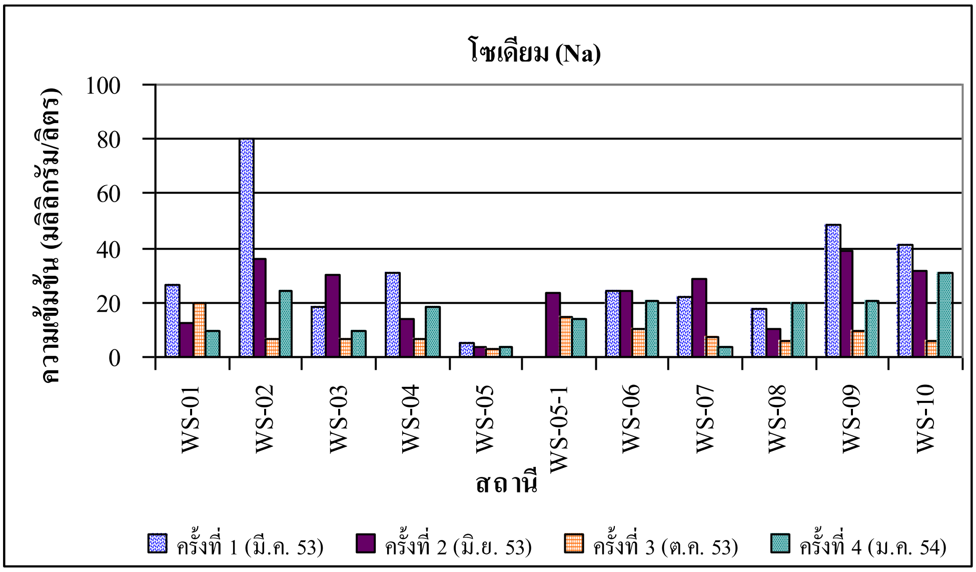
รูปที่ 5.2.4-25 ปริมาณแคลเซียม (Calcium; Ca) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล



รูปที่ 5.2.4-26 ปริมาณแมกนีเซียม (Magnesium; Mg) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล

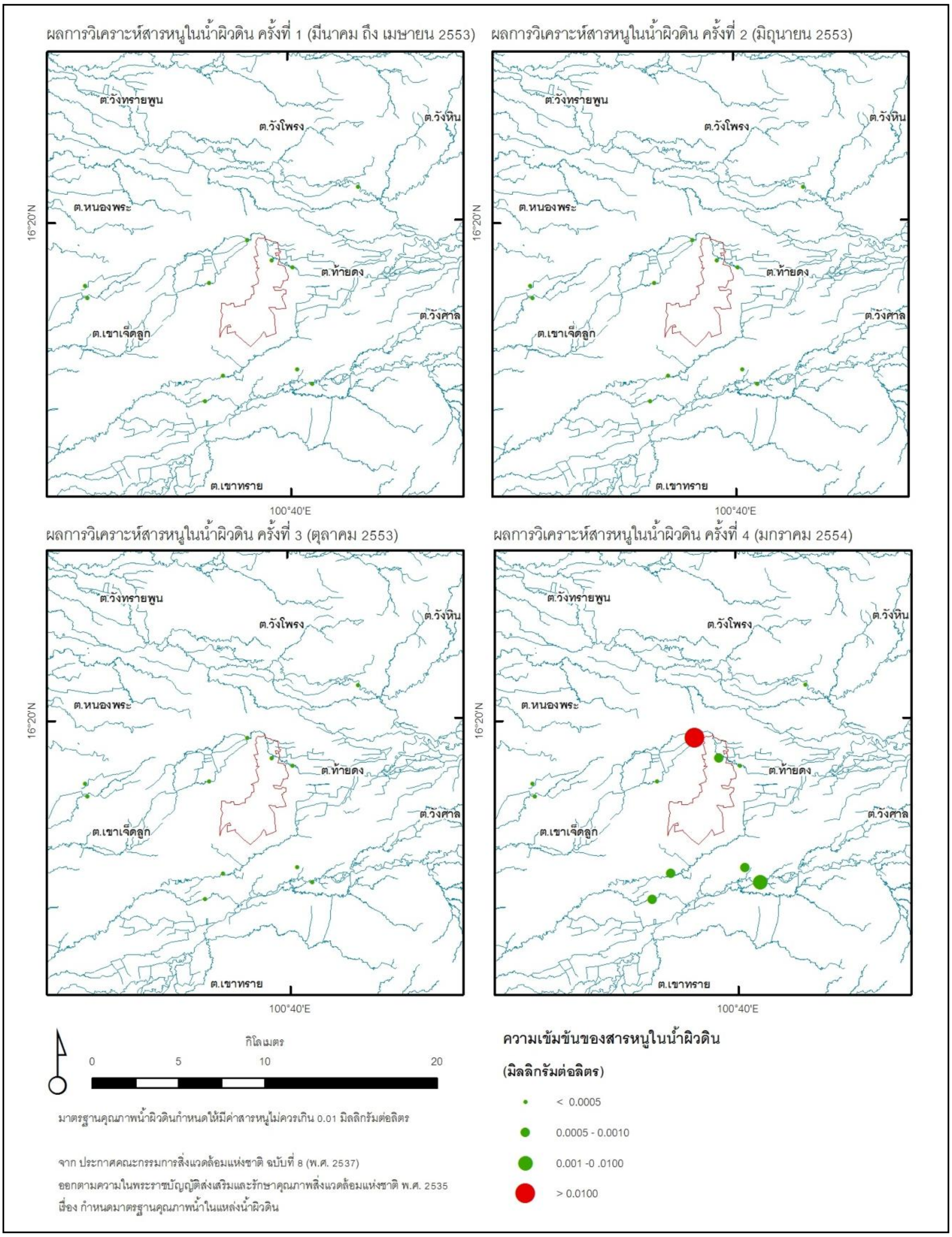
15) โซเดียม (Sodium; Na)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณ โซเดียม ในน้ำผิวดิน พบว่า มีค่าระหว่าง 2.90–80.50 มิลลิกรัม/ลิตร แต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกันมากนักในแต่ละฤดูกาล (**รูปที่ 5.2.4-27**) โดยสถานีที่มีค่าพิสัยตามฤดูกาลมากที่สุด คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (WS-02) สถานีคลองล่าหมีตาย (WS-09) และสถานีคลองร่องกอก (WS-10) มีค่าพิสัย (ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด) เท่ากับ 73.60 มิลลิกรัม/ลิตร (6.90–80.50 มิลลิกรัม/ลิตร) 39.10 มิลลิกรัม/ลิตร (9.2–48.30 มิลลิกรัม/ลิตร) และ 35.60 มิลลิกรัม/ลิตร (5.80–41.40 มิลลิกรัม/ลิตร) ตามลำดับ มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของสถานี (SD) เท่ากับ 31.44, 17.65 และ 15.19 ตามลำดับ ซึ่งสำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ประเภทที่ 3 และมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตหสาหกรรม น้ำบริโภคไม่ได้กำหนดปริมาณโซเดียมไว้ จาก**รูปที่ 5.2.4-27** พบว่า ทุกสถานีมีแนวโน้มการปนเปื้อนตามฤดูกาลเหมือนกัน โดยในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553) มีปริมาณการปนเปื้อนของโซเดียมน้อยที่สุด ยกเว้นสถานี คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) มีปริมาณโซเดียมน้อยที่สุดในฤดู หนาว (มกราคม 2554)

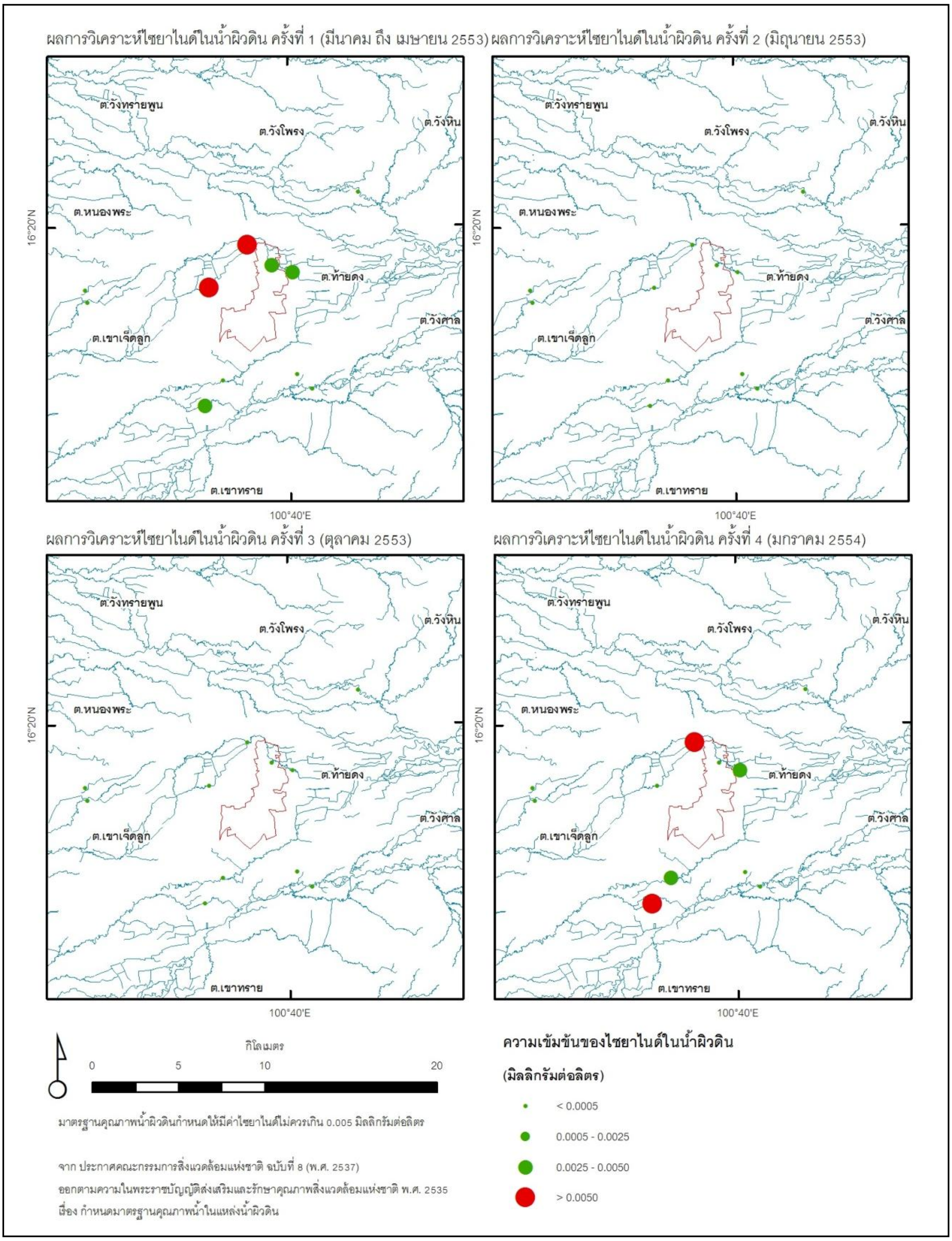


รูปที่ 5.2.4-27 ปริมาณโซเดียม (Sodium; Na) ตามสถานีในแต่ละฤดูกาล

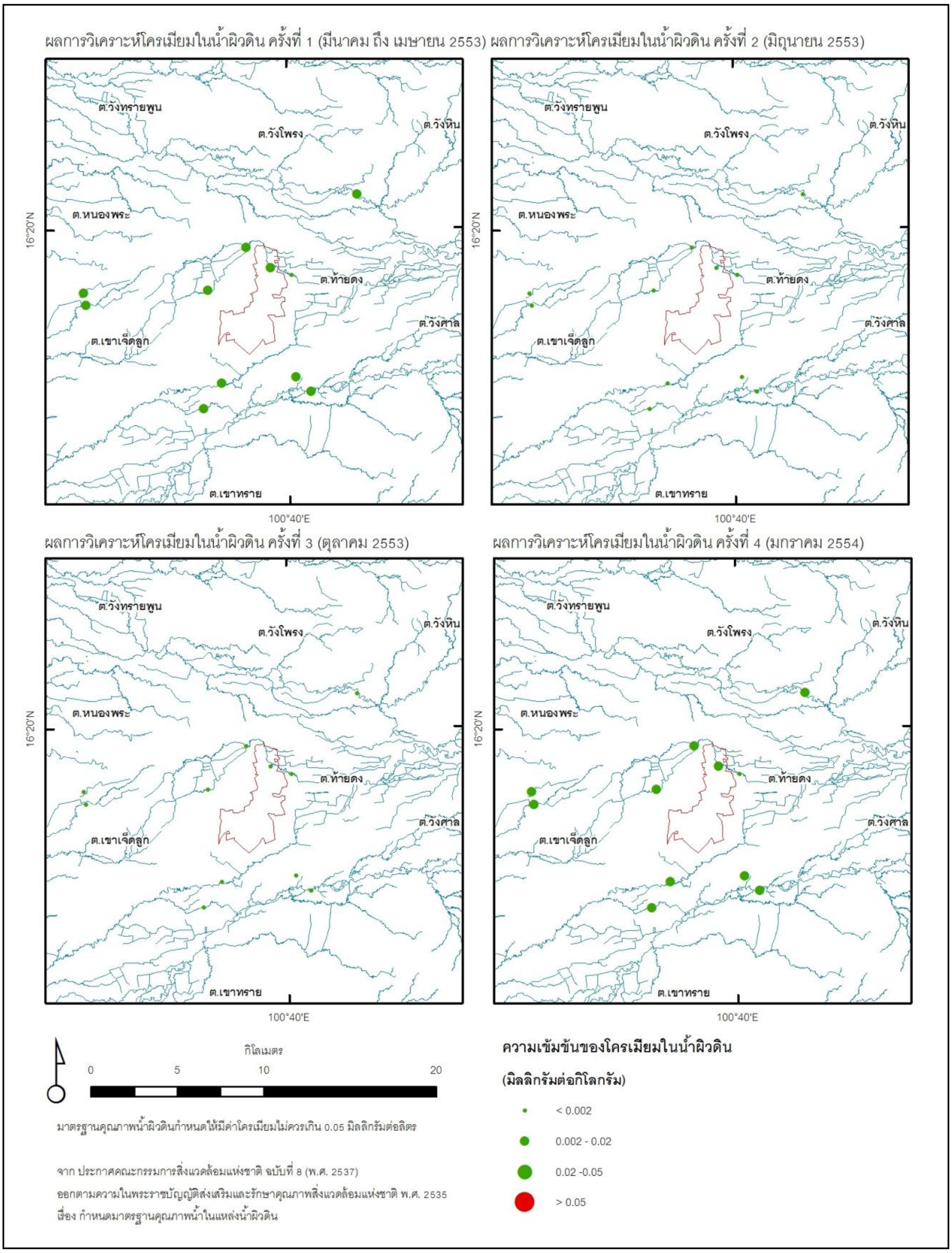
จากการวิเคราะห์ปริมาณมลสารข้างต้น แสดงการกระจายตัวของคุณภาพน้ำผิวดิน โดยสรุปไว้ดัง **รูปที่ 5.2.4-28 ถึง รูปที่ 5.2.4-32**



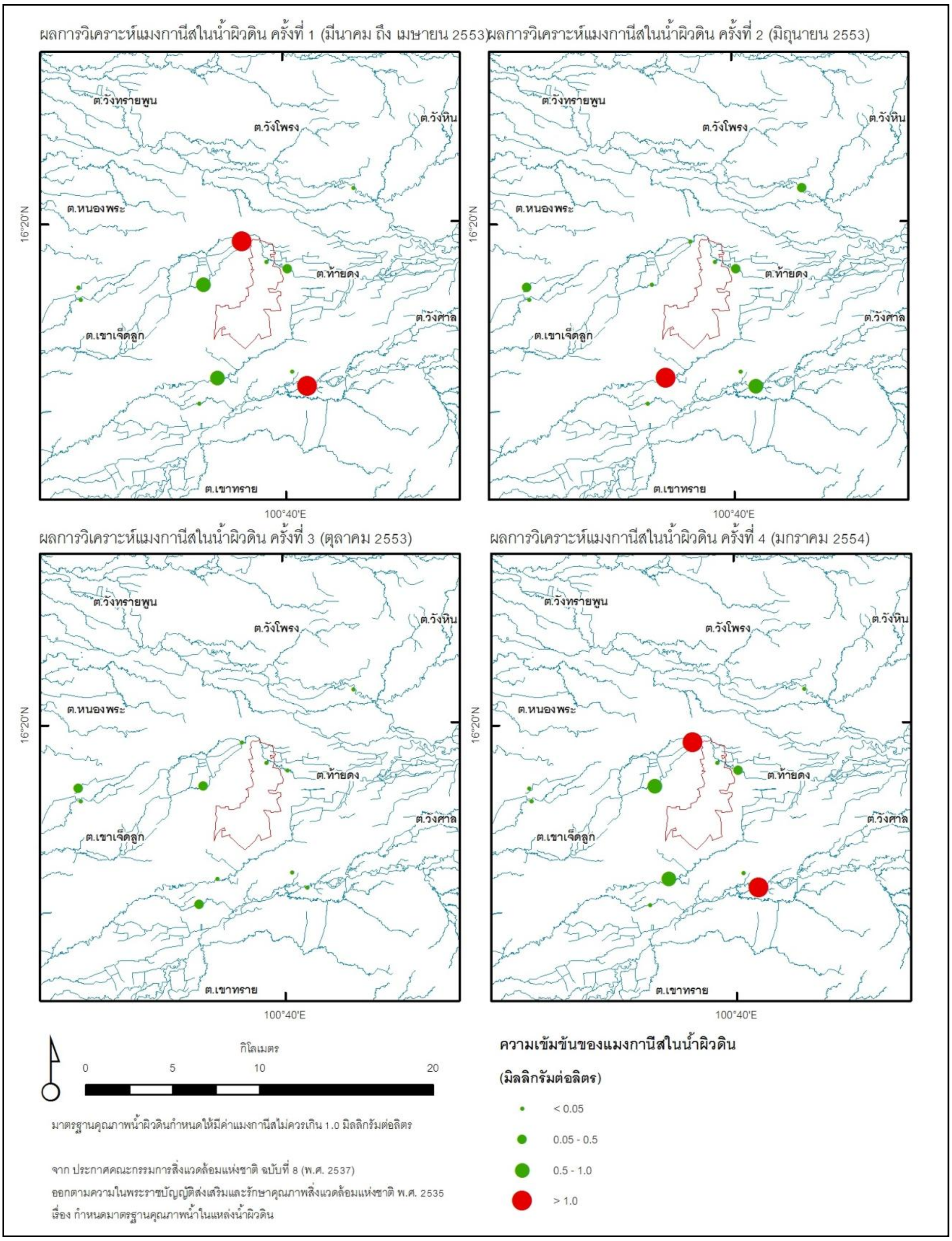
รูปที่ 5.2.4-28 การกระจายตัวของสารหนูในแหล่งน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่โครงการ



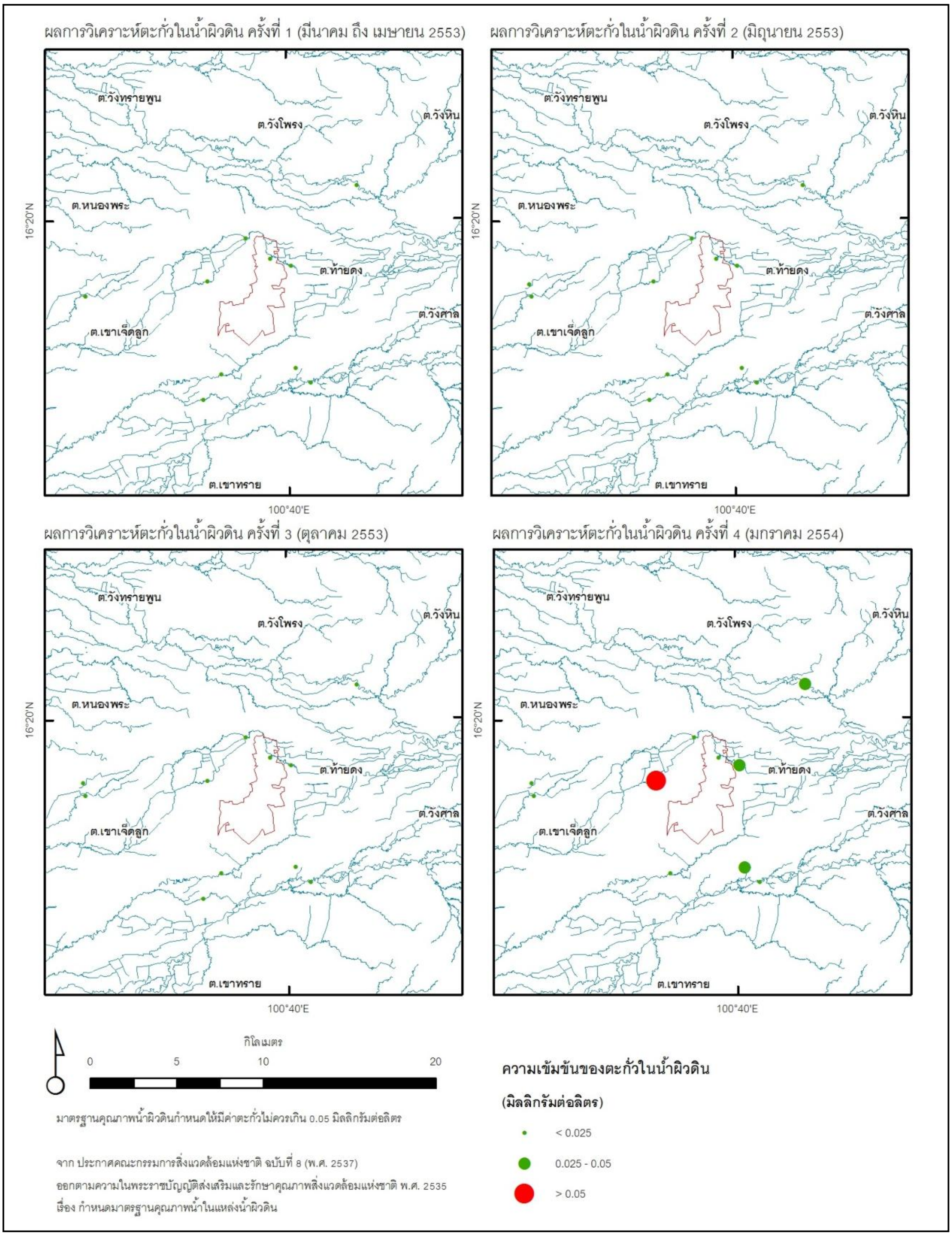
รูปที่ 5.2.4-29 การกระจายตัวของไซยาไนด์ในแหล่งน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่โครงการ



รูปที่ 5.2.4-30 การกระจายตัวของโครเมียมในแหล่งน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่โครงการ



รูปที่ 5.2.4-31 การกระจายตัวของแมงกานีสในแหล่งน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่โครงการ



รูปที่ 5.2.4-32 การกระจายตัวของตะกั่วในแหล่งน้ำผิวดินบริเวณพื้นที่โครงการ

(5) การปนเปื้อนของมลสารในน้ำผิวดิน

การวิเคราะห์หาสารปนเปื้อนในน้ำผิวดินเป็นวิธีการเดียวกับการวิเครา ะห์หาสารปนเปื้อนในดิน โดยการเปรียบเทียบค่าทางสถิติของข้อมูลสองชุด คือ ข้อมูลในอดีตคือข้อมูลที่มาจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเหมืองทองคำชาตรีใต้ ซึ่งได้ทำการเก็บตัวอย่างในช่วง ธันวาคม 2541 ถึงมกราคม 2542 และข้อมูลปัจจุบันคือข้อมูลที่ได้ทำการศึกษ าในครั้งนี้ โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นดังต่อไปนี้

ธาตุสารหนูในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 0.0005, 0.0005, 0.005 และ 0.0190 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.0005, 0.0005, 0.0005 และ 0.0024 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งผลการตรวจ วัดจากรายงานการ วิเคราะห์ผล กระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.01 และ 0.007 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบ กับค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ มีสูงเกินกว่าค่าเดิมในการวัดน้ำครั้งที่ 4 โดยมีค่าสูงสุดที่เกินค่าเก่าเพียงจุดเดียว คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (WS-02) ซึ่งสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของสารหนูในน้ำผิวดิน อย่างมีนัยสำคัญ

ธาตุแคดเมียมในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 ต่ำกว่าค่าที่เครื่องสามารถวิเคราะห์ได้ (0.002 มิลลิกรัม/ลิตร) ซึ่งผลการตรวจวัดจากรายงานการ วิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.083 และ 0.015 มิลลิกรัม /ลิตร ตามลำ ดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับ ค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ พบว่าสูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของแคดเมียมในน้ำผิวดิน

ธาตุโครเมียมในก ารศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย ในการตรวจวัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 ต่ำกว่าค่าที่เครื่องสามารถ ตรวจวัดได้ และ ครั้งที่ 4 เท่ากับ 0.018 และ 0.0097 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งผลการตรวจ วัดจากรายงานการ วิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.02 และ 0.012 มิลลิกรัม /ลิตร ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบ กับค่าจากการตรวจวัดในการศึกษา ครั้งนี้ พบว่า ไม่มีค่าสูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของโครเมียมในน้ำผิวดิน

ธาตุตะกั่วในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย ในการตรวจวัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 ต่ำกว่าค่าที่เครื่องสามารถตรวจวัดได้ และ ครั้งที่ 4 เท่ากับ 0.061 และ 0.030 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งผลการตรวจ วัดจากรายงานการ วิเคราะห์ ผลกระทบสิ่งแวดล้อม พบว่า มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.2 และ 0.099 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ไม่มีค่าสูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของตะกั่วในน้ำผิวดิน

ธาตุแมงกานีสในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 เท่ากับ 0.08, 2.40, 0.35 และ 2.65 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.02, 0.35, 0.07 และ 0.62 มิลลิกรัม /ลิตร ตามลำดับ ซึ่งผลการ ตรวจวัดจากรายงานการวิเคราะห์ ผลกระทบสิ่งแวดล้อม พบว่า

มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 8.4 และ 1.58 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกั บค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ไม่ได้สูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของแมงกานีสในน้ำผิวดิน

ธาตุปรอทในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1, 2 และ 3 ต่ำกว่าค่าที่เครื่องสามารถวิเคราะห์ได้ (0.0001 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) ซึ่งผลการตรวจวัดจากรายงานการ วิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.023 และ 0.008 มิลลิกรัม /ลิตร ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ไม่ได้สูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของปรอทในน้ำผิวดิน

ธาตุนิกเกิลในการ ศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 ต่ำกว่าค่าที่เครื่องสามารถวิเคราะห์ได้ (0.01 มิลลิกรัม /ลิตร) ซึ่งผลการตรวจวิเคราะห์จากรายงานการ วิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.002 และ 0.001 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทียบกั บค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ไม่ได้สูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของนิกเกิลในน้ำผิวดิน

ธาตุซีลีเนียมในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้ง ที่ 3 ,2 ,1 และ 4 ต่ำกว่าค่าที่เครื่องสามารถวิเคราะห์ได้ (0.0003 มิลลิกรัม /ลิตร) ซึ่งผลการตรวจวิเคราะห์จากรายงานการ วิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.001 และ 0.004 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ เมื่อทำการเปรียบเทียบกั บค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้ งนี้ พบว่า ไม่ได้สูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของซีลีเนียมในน้ำผิวดิน

สารประกอบไซยาไนด์ในการศึกษาครั้งนี้ มีค่าสูงสุดในการตรวจวัดครั้งที่ 1 และ 4 อยู่ที่ 0.018 และ 0.009 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยที่มีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.0042 และ 0.0024 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ โดยที่การตรวจวัดครั้งที่ 2 และ 3 มีค่าไม่เกินค่าที่สามารถตรวจวัดได้ ซึ่งผลการตรวจ วัดจากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อม มีค่าสูงสุด และค่าเฉลี่ย เท่ากับ 0.017 และ 0.007 มิลลิกรัม/ลิตร ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทำการเปรียบเทีย บกับค่าจากการตรวจวัดในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า ไม่ได้สูงเกินกว่าค่าเดิม จึงสามารถประเมินได้ว่าไม่มีการปนเปื้อนของสารประกอบไซยาไนด์ในน้ำผิวดิน อย่างมีนัยสำคัญ

จากการศึกษาการปนเปื้อนของสารพิษในน้ำผิวดินทั้งหมดนั้น พบว่าไม่มีสารพิษที่ปนเปื้อนในน้ำผิวดิน

5.2.5 สภาพนิเวศวิทยาทางน้ำ

กำหนดการเก็บตัวอย่างนิเวศวิทยาทางน้ำ(พืชน้ำและสัตว์น้ำ) เพื่อนำไปวิเคราะห์ระบบนิเวศวิทยาทางน้ำ และหาปริมาณสารตกค้างในสัตว์น้ำ และพืชน้ำที่มนุษย์สามารถบริโภคได้ จำนวน 4 ครั้ง โดยมีช่วงเวลาการเก็บตัวอย่างนิเวศวิทยาทางน้ำ ดังนี้

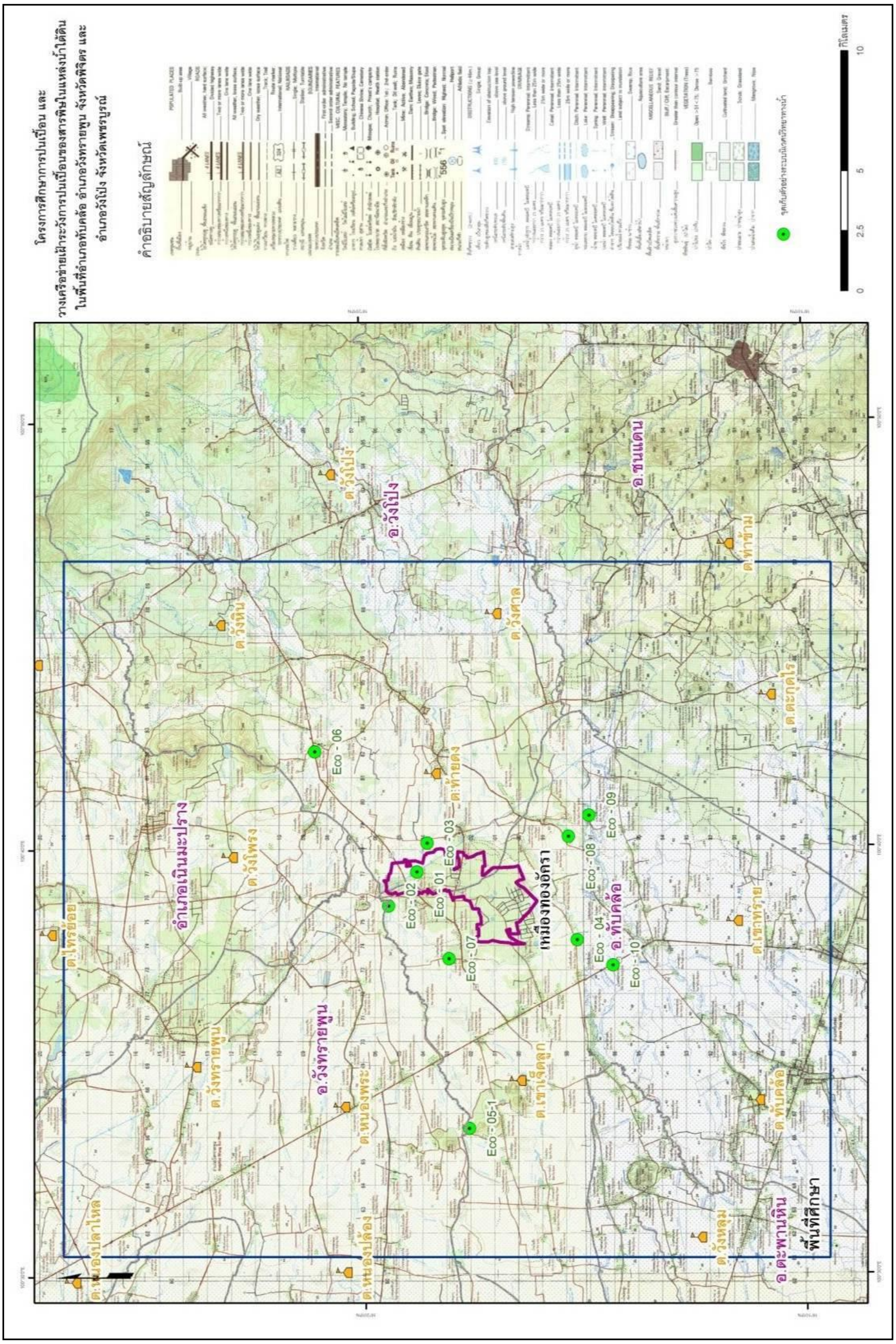
ครั้งที่	ฤดูกาล	วัน เดือน ปี
1	ต้นฤดูฝน	วันที่ 29-30 มิถุนายน พ.ศ. 2553
2	ปลายฤดูฝน	วันที่ 13-14 ตุลาคม พ.ศ. 2553
3	ปลายฤดูหนาว	วันที่ 17-18 มกราคม พ.ศ. 2554
4	ฤดูร้อน	วันที่ 29-30 มีนาคม พ.ศ. 2554

(1) จุดเก็บตัวอย่างนิเวศวิทยาทางน้ำ

กำหนดจุดเก็บตัวอย่าง นิเวศวิทยาทางน้ำ (พืชน้ำและสัตว์น้ำ) เพื่อนำไปวิเคราะห์ระบบนิเวศวิทยาทางน้ำ และหาปริมาณสารตกค้างในสัตว์น้ำและพืชน้ำที่มนุษย์สามารถบริโภคได้จำนวน 10 สถานี โดยเป็นจุดเดียวกับสถานีเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน ยกเว้น สถานีบ่อเหมืองแร่ทองคำเขาพนมพา (WS-05) ซึ่งเป็นบ่อที่ขุดขึ้นโดยมนุษย์และนำสัตว์น้ำมาปล่อยไว้ ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ จึงเก็บตัวอย่างนิเวศวิทยาทางน้ำบริเวณแหล่งน้ำใกล้เคียงบ่อเหมืองพนมพา คือ สถานีบ่อน้ำหน้า อบจ.เก่า (WS-05-1) ซึ่งแสดงพิกัดสถานีเก็บตัวอย่าง 10 สถานี ดัง**รูปที่ 5.2.5-1** และ **ตารางที่ 5.2.5-1** และแสดงวิธีการเก็บตัวอย่างนิเวศวิทยาทางน้ำดัง**รูปที่ 5.2.5-2** โดยมีผลการวิเคราะห์ดัง**ภาคผนวกฎ**

ตารางที่ 5.2.5-1 พิกัดจุดเก็บตัวอย่างนิเวศวิทยาทางน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา

ชื่อสถานี	พิกัด		ลักษณะพื้นที่
	ตะวันออก	เหนือ	
Eco - 01	06 77077	18 04265	เหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง
Eco - 02	06 75655	18 05441	อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ
Eco - 03	06 78279	18 03839	คลองส่งน้ำดงหลง
Eco - 04	06 74253	17 97570	คลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น
Eco - 05-1	06 66370	18 02063	เหมืองแร่ทองคำเขาพนมพา บ่อน้ำหน้าตึก อบจ. (เก่า)
Eco - 06	06 82082	18 08530	คลองตาเล็ด คลองน้ำอ้อม
Eco - 07	06 73454	18 02928	คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู
Eco - 08	06 78561	17 97934	คลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง
Eco - 09	06 79449	17 97078	คลองล่าหมีตาย
Eco - 10	06 73198	17 96083	คลองร่องกอก



รูปที่ 5.2.5-1 ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างนิเวศวิทยาทางน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา

	
สถานีเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง (Eco-01)	ตัวอย่างปลาที่เก็บบริเวณเหมืองทองอัคราฯ
	
สถานีคลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03)	สถานี คลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03)

รูปที่ 5.2.5–2 การเก็บตัวอย่างนิเวศวิทยาทางน้ำบริเวณพื้นที่ศึกษา

(2) การสำรวจ และวิเคราะห์

ดำเนินการเก็บตัวอย่างแพลงก์ตอน สัตว์หน้าดิน ปลา และสำรวจพืชพรรณไม้น้ำ พร้อมทั้งสำรวจกิจกรรมการประมงและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำบริเวณพื้นที่ศึกษาโดยวิธีการต่างๆ ดังนี้

1) <u>แพลงก์ตอน</u>

- ใช้ถุงเก็บแพลงก์ตอนพืชและสัตว์ (Plankton net) ขนาดช่องตาข่าย 20 และ 330 ไมครอน ความกว้างปากถุง 30 เซนติเมตร กรองตัวอย่างน้ำ และรวบรวมตัวอย่าง
- เก็บรักษาตัวอย่างในน้ำยาฟอร์มาลีนความเข้มข้นร้อยละ 5
- นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ชนิด และปริมาณของแพลงก์ตอนในห้องปฏิบัติการ

2) <u>สัตว์หน้าดิน</u>

- เก็บตัวอย่างโดยใช้เครื่องตักหน้าดิน (Ekman dredge) ขนาดพื้นที่ผิวหน้า 15X15 ตารางเซนติเมตร
- ตักเก็บตัวอย่างจากพื้นท้องน้ำ จำนวน 2 ครั้ง

- ร่อนแยกตะกอนดินทรายออกจากตัวอย่าง โดยผ่านตะแกรงร่อนขนาดช่องตา ม มาตรฐาน 500 ไมครอน
- เก็บรักษาตัวอย่างในน้ำยาฟอร์มาลีน ความเข้มข้นร้อยละ 7
- นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ชนิดและความหนาแน่นในห้องปฏิบัติการ

3) สัตว์น้ำ (ปลา) แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.1) วิเคราะห์ ชนิด ปริมาณ และความหนาแน่น

- เก็บรวบรวมชนิดและปริมาณปลาโดยใช้วิธีอวนล้อม โดยเครื่องมืออวนทับตลิ่ง ยาว 20 เมตร สูง 2 เมตร ขนาดช่องตาข่าย 0.5 เซนติเมตร
- เก็บรักษาตัวอย่างในน้ำยาฟอร์มาลิน ความเข้มข้นร้อยละ 10
- นำตัวอย่างไปวิเคราะห์ชนิด ปริมาณ และความหนาแน่นในห้องปฏิบัติการ

3.2) วิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง เช่น ไซยาไนด์ และสารหนู

- เก็บตัวอย่างปลา ปริมาณมากกว่า 200 กรัม ใส่ถุงพลาสติกและปิดให้สนิท
- แช่ในถังน้ำแข็ง มิให้น้ำแข็งกดทับ เพื่อรักษาสภาพ และ นำไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ

4) พืชน้ำ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

4.1) วิเคราะห์ ชนิด และความหนาแน่น

- สังเกตและจดบันทึกชนิดและความหนาแน่นของพืชน้ำในแหล่งน้ำบริเวณพื้นที่โครงการ

4.2) วิเคราะห์ปริมาณสารตกค้าง เช่น ไซยาไนด์ และสารหนู

- เก็บตัวอย่างพืช ปริมาณมากกว่า 100 กรัม ใส่ถุงพลาสติกและปิดให้สนิท
- รักษาสภาพโดยแช่ถุงในถังน้ำแข็ง มิให้น้ำแข็งกดทับถุงตัวอย่าง

(3) ผลการศึกษา

ทำการศึกษานิเวศวิทยาทางน้ำ เช่น แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ สัตว์หน้าดิน ชนิดปลา ชนิดพรรณไม้น้ำ และปริมาณสารตกค้างในปลา และพรรณไม้น้ำ ในแต่ละช่วงฤดูกาล มีผลการศึกษาดังนี้

(1) แพลงก์ตอนพืช

แพลงก์ตอนพืชแล ะแพลงก์ตอนสัตว์ มีส่วนสำคัญต่อระบบนิเวศทางน้ำ โดยเป็นอาหารของสัตว์น้ำชนิดอื่นๆ ในแหล่งน้ำ โดยแพลงก์ตอน พืชเป็นอาหารของแพลงก์ตอนสัตว์ แพลงก์ตอนสัตว์เป็นอาหารของ สัตว์น้ำวัยอ่อน ซึ่งแพลงก์ตอนสามารถเป็นตัวชี้ถึงระดับความสมบูรณ์ของแหล่งน้ำโดยเฉพาะการตรวจสอบมลภาวะของน้ำที่เกิดจากสารอินทรีย์ในน้ำ

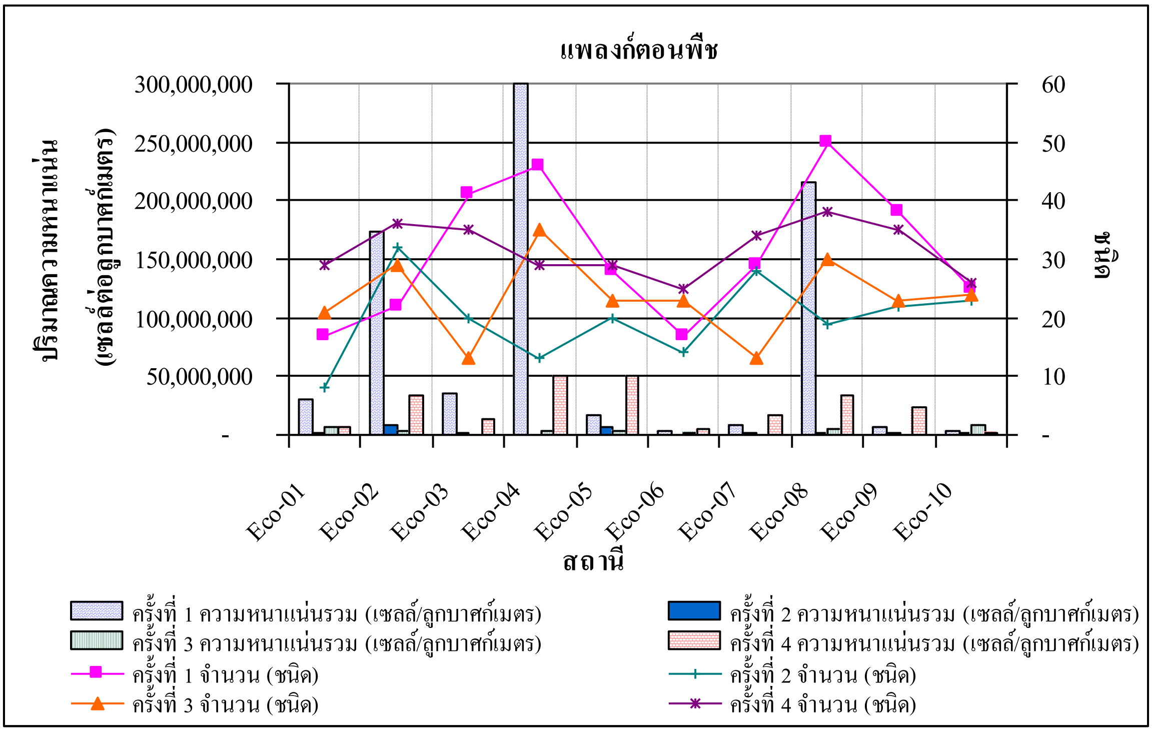
ผลการวิเคราะห์นิเวศวิทยาทางน้ำของโครงการ 4 ครั้ง จาก 10 สถานี **(ภาคผนวก ฎ)** พบชนิดของแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด จำนวน 49 สกุล 104 ชนิด โดยพบทั้งหมด 6 Division ได้แก่ Division Euglenophyta (Euglenoids) มากที่สุด จำนวน 4 สกุล 42 ชนิด รองลงมา คือ Division Chlorophyta (Green algae) จำนวน 23 สกุล 35 ชนิด Division Bacillariophyta (Diatom) จำนวน 6 สกุล 15 ชนิด Division Cyanophyta (Blue green algae) จำนวน 5 สกุล 6 ชนิด Division Chrysophyta (Yellow brown algae) จำนวน 4 สกุล 4 ชนิด Division Pyrrophyta (Dinoflagellate) จำนวน 2 สกุล 2 ชนิด

จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืช ในแต่ละช่วง เวลา (มิถุนายน ตุลาคม 2553 มกราคม และมีนาคม 2554) ซึ่งเป็นตัวแทนตามฤดูกาล พบว่า มีจำนวนชนิด และปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืช ดัง**รูปที่ 5.2.5-3** และ **ตารางที่ 5.2.5-2** โดยปริมาณความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชมากที่สุด 3 ลำดับ ในมิถุนายน 2553 (ต้นฤดูฝน) บริเวณสถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) และ สถานี อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (Eco-02) เป็นจำนวน 299,359,800 216,064,800 และ 173,491,760 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยชนิดที่พบมากที่สุดในสถานีดังกล่าว คือ *Trachelomonas oblonga* ใน Division Euglenophyta (Euglenoids) *Oscillatoria sp.* ใน Division Cyanophyta (Blue green algae) และ *Phacus pleurunectes* ใน Division Euglenophyta (Euglenoids) เป็นจำนวน 282,560,400 161,838,000 และ 170,986,140 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ส่วนปริมาณความหนาแน่นแพลงก์ตอนพืชรวมน้อยที่สุด 3 ลำดับ พบในเดือน มกราคม 2554 ตรวจพบน้อยที่สุดบริเวณ สถานี คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (Eco-07) สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) และ สถานี คลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03) โดยชนิดที่พบมากที่สุดในแต่ละสถานี คือ *Certium sp.* ใน Division Pyrroophyta (Dinoflagellate) เป็นจำนวน 33,320 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร และ ตรวจพบแพลงก์ตอนพืชชนิด *Euglena rubra* ใน Division Euglenophyta (Euglenoids) เป็นจำนวนมากที่สุดในสถานี คลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03) และ สถานี คลองล่าหมีตาย (Eco-09) เป็นจำนวน 101,200 และ 36,960 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

สถานีที่ตรวจพบชนิดเพลงก์ตอนพืชมากที่สุด คือ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) และ สถานีคลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03) จำนวน 50, 46 และ 41 ชนิด ตามลำดับ โดยตรวจพบในเดือนมิถุนายน 2553 (ต้นฤดูฝน) และมีปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 216,064,800 299,359,800 และ 34,626,800 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

จากการศึกษาดัชนีความหลากหลาย (Diversity index; H’) เพื่อเป็นตัวบ่งชี้ระดับคุณภาพของน้ำ เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลาย จาก **ตารางที่ 5.2.5-2** พบว่า มีค่าดัชนีความหลากหลายระหว่าง 0.03-0.63 ซึ่งน้อยกว่า 1 ในทุกสถานี และทุกฤดูกาล แสดงว่าคุณภาพน้ำในพื้นที่ศึกษามีคุณภาพต่ำ ไม่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต (Wilhm and Dorris, 1978)



รูปที่ 5.2.5-3 ชนิดและปริมาณความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนพืชในแต่ละสถานีตามฤดูกาล

(2) แพลงก์ตอนสัตว์

ผลการวิเคราะห์นิเวศวิทยาทางน้ำของโครงการ4 ครั้ง จาก 10 สถานี (**ภาคผนวก ฎ**) พบชนิดของแพลงก์ตอนสัตว์ทั้งหมด จำนวน 42 สกุล 64 ชนิด โดยพบทั้งหมด 4 Division ได้แก่ Phylum Rotifera มากที่สุด จำนวน 19 สกุล 38 ชนิด รองลงมา Phylum Protozoa จำนวน 13 สกุล 16 ชนิด Phylum Arthropoda จำนวน 9 สกุล 9 ชนิด และ Phylum Mollusca จำนวน 1 สกุล 1 ชนิด

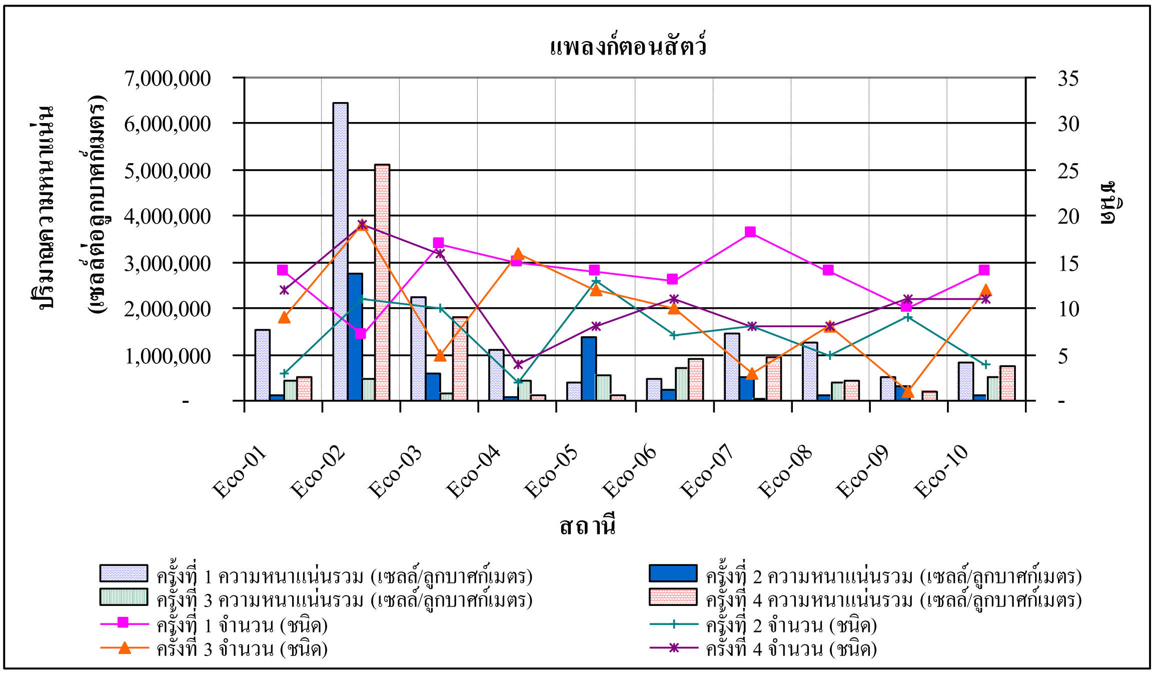
จากการศึกษาแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละช่วงเวลา (มิถุนายน ตุลาคม 2553 และ มกราคม มีนาคม 2554) ซึ่งเป็นตัวแทนตามฤดูกาล พบว่า มีชนิดและปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ ดังแสดงใน**รูปที่ 5.2.5-4** และ**ตารางที่ 5.2.5-3**

สถานีที่มีปริมาณความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์รวมมากที่สุด 3 ลำดับ จากการเก็บตัวอย่าง 4 ครั้ง คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (Eco-02) ทั้ง 3 อันดับ โดยตรวจวัดได้มากที่สุดในมิถุนายน 2553 รองลงมา คือ มกราคม 2555 และตุลาคม 2554 เป็นจำนวน 6,464,380 5,109,906 และ 2,772,000 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ โดยชนิดที่พบมากที่สุด คือ *Ptygura pectinifera* ใน Phylum Rotifera รองลงมา *Coleps hirtus* ใน Phylum Protozoa และ *Polyarthra vulgaris* ใน Phylum Rotifera เป็นจำนวน 4,197,960 1,519,020 และ 1,570,800 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 5.2.5-2 ชนิด ปริมาณ และดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืช บริเวณพื้นที่ศึกษา (มิถุนายน 2553–มีนาคม 2554)

แพลงก์ตอนพืช	ผลการตรวจวิเคราะห์แต่ละสถานี									
	Eco-01	**Eco-02**	**Eco-03**	**Eco-04**	**Eco-05**	**Eco-06**	**Eco-07**	**Eco-08**	**Eco-09**	**Eco-10**
ครั้งที่ 1 (มิถุนายน 2553)										
จำนวน (ชนิด)	17	22	41	46	28	17	29	50	38	25
ความหนาแน่นรวม (เซลล์/ลบ.ม.)	30,020,780	173,491,760	34,626,800	299,359,800	16,976,600	3,960,320	7,592,400	216,064,800	7,532,520	3,411,200
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.39	0.03	0.44	0.09	0.47	0.10	0.10	0.06	0.41	0.21
ครั้งที่ 2 (ตุลาคม 2553)										
จำนวน (ชนิด)	8	32	20	13	20	14	28	19	22	23
ความหนาแน่นรวม (เซลล์/ลบ.ม.)	1,876,800	8,285,200	1,083,600	630,000	7,521,800	756,000	2,476,400	1,310,400	1,836,000	1,300,000
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.56	0.58	0.52	0.58	0.43	0.46	0.63	0.56	0.59	0.56
ครั้งที่ 3 (มกราคม 2554)										
จำนวน (ชนิด)	21	29	13	35	23	23	13	30	23	24
ความหนาแน่นรวม (เซลล์/ลบ.ม.)	6,539,400	3,804,320	180,400	2,686,200	3,439,800	1,015,000	109,480	4,471,500	175,560	8,912,480
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.25	0.15	0.40	0.19	0.39	0.51	0.53	0.43	0.36	0.15
ครั้งที่ 4 (มีนาคม 2554)										
จำนวน (ชนิด)	29	36	35	29	29	25	34	38	35	26
ความหนาแน่นรวม (เซลล์/ลบ.ม.)	6,447,360	34,221,600	13,146,120	51,116,780	50,055,280	4,224,000	16,281,200	33,222,360	22,920,300	1,390,000
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.53	0.34	0.37	0.08	0.38	0.21	0.15	0.11	0.31	0.42

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554



รูปที่ 5.2.5-4 ชนิดและปริมาณความหนาแน่นรวมของแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละสถานีตามฤดูกาล

ตารางที่ 5.2.5-3 ชนิด ปริมาณ และดัชนีความหลากหลายของแพลงก์ตอนสัตว์ บริเวณพื้นที่ศึกษา (มิถุนายน 2553 – มีนาคม 2554)

แพลงก์ตอนสัตว์	ผลการตรวจวิเคราะห์แต่ละสถานี									
	Eco-01	Eco-02	Eco-03	Eco-04	Eco-05	Eco-06	Eco-07	Eco-08	Eco-09	Eco-10
ครั้งที่ 1 (มิถุนายน 2553)										
จำนวน (ชนิด)	14	7	17	15	14	13	18	14	10	14
ความหนาแน่นรวม (เซลล์/ลบ.ม.)	1,547,040	6,464,380	2,236,000	1,101,600	382,800	458,640	1,468,800	1,263,600	516,600	821,600
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.05	0.11	0.31	0.11	0.33	0.24	0.38	0.41	0.25	0.33
ครั้งที่ 2 (ตุลาคม 2553)										
จำนวน (ชนิด)	3	11	10	2	13	7	8	5	9	4
ความหนาแน่นรวม (เซลล์/ลบ.ม.)	108,800	2,772,000	602,000	60,000	1,372,800	252,000	503,200	126,000	302,400	130,000
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.45	0.25	0.39	0.00	0.26	0.41	0.37	0.41	0.36	0.22
ครั้งที่ 3 (มกราคม 2554)										
จำนวน (ชนิด)	9	19	5	16	12	10	3	8	1	12
ความหนาแน่นรวม (เซลล์/ลบ.ม.)	432,000	472,000	167,200	416,240	542,880	705,000	33,320	384,820	9,240	508,800
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.24	0.28	0.20	0.21	0.42	0.30	0.00	0.11	0.00	0.46
ครั้งที่ 4 (มีนาคม 2554)										
จำนวน (ชนิด)	12	19	16	4	8	11	8	8	11	11
ความหนาแน่นรวม (เซลล์/ลบ.ม.)	525,600	5,109,960	1,818,960	128,920	121,000	918,720	954,800	441,760	187,200	750,000
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.37	0.45	0.28	0.39	0.24	0.25	0.39	0.41	0.36	0.36

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554

ส่วนปริมาณความหนาแน่นแพลงก์ตอนสัตว์น้อยที่สุด 3 ลำดับ ในเดือนมกราคม 2554 ตรวจพบน้อยที่สุด คือ สถานีคลองลำหมีตาย (Eco-09) ตรวจพบแพลงก์ตอนสัตว์เพียงชนิดเดียว คือ *Polyarthra vulgaris* ใน Phylum Rotifera เป็นจำนวน 9,240 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร รองลงมาสถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (Eco-07) ตรวจพบชนิดแพลงก์ตอนสัตว์ได้เพียง 3 ชนิด โดยชนิดที่พบมากที่สุด คือ *Trichocerca sp.* ใน Phylum Rotifera เป็นจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 19,040 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร และสถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) ในเดือนตุลาคม 2553 ตรวจวัดปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์น้อยเป็นอันดับ 3 ตรวจพบแพลงก์ตอนสัตว์เพียง 2 ชนิด คือ *Euglypha tuberculata* และ *Vorticella campanula* ใน Division Protozoa โดยตรวจพบปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนสัตว์ชนิดละ 30,000 เซลล์/ลูกบาศก์เมตร

จากการศึกษาดัชนีความหลากหลาย(Diversity index; H') ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ระดับคุณภาพของน้ำ โดยศึกษาจากชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนสัตว์ เมื่อวิเคราะห์ค่าดัชนีความหลากหลายจาก **ตารางที่ 5.2.5-3** พบว่า มีค่าดัชนีความหลากหลายระหว่าง 0.00-0.46 ซึ่งน้อยกว่า 1 ทุกสถานี แสดงว่าแหล่งน้ำดังกล่าวมีมลภาวะ ทำให้น้ำมีคุณภาพต่ำ ไม่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต (Wilhm and Dorris, 1978)

จากการศึกษาแพลงก์ตอนพืช และแพลงก์ตอนสัตว์ในพื้นที่โครงการทั้ง 10 สถานี ตามฤดูกาล พบว่า สัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์มี ค่าระหว่าง 1.08–413.68 (**ตารางที่ 5.2.5-4**) แสดงถึงปริมาณอาหารของสัตว์น้ำกินพืชและสัตว์ การที่มีแพลงก์ตอนพืชมาก แสดงว่าสัตว์น้ำที่กินพืชเป็นอาหารจะมีโอกาสในการเจริญเติบโต และสัตว์น้ำกินสัตว์เป็นอาหารจะมีโอกาสในการหาอาหารลดลง จากการศึกษาพื้นที่มีสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์ โดยสถานีที่มีสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์น้อยที่สุด คือ สถานีคลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03) ในฤดูหนาว (มกราคม 2554) และสัดส่วนมากที่สุด บริเวณ สถานีบ่อน้ำหน้าตึก อบจ .เก่า (Eco-05-1) ในฤดูร้อน (มีนาคม 2554)

การศึกษาสัดส่วนของแพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์ในแต่ละช่วงฤดูกาล หรือช่วงเวลาซึ่งแสดงสภาพอาหารของสัตว์น้ำในแต่ละช่วงฤดูกาล เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบสัดส่วนของแพลงตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์ในทุกฤดูกาล พบว่า สถานีเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง (Eco-01) สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (Eco-02) สถานีคลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03) สถานีคลองตาลัด (Eco-06) และ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) จะมีสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุดอยู่ในช่วงต้นฤดูฝน (มิถุนายน 2554) สำหรับสถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) สถานีบ่อน้ำหน้าตึก อบจ. เก่า (Eco-05-1) สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (Eco-07) และ สถานีคลองลำหมีตาย (Eco-09) พบว่า มีสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุดในเดือนมีนาคม 2554 และสถานีคลองร่องกอก (Eco-10) จะมีสัดส่วนแพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์มากที่สุดในเดือนมกราคม 2554

ตารางที่ 5.2.5-4 สัดส่วนของปริมาณความหนาแน่นของแพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์ ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	EC-01	EC-02	EC-03	EC-04	EC-05-1	EC-06	EC-07	EC-08	EC-09	EC-10
ครั้งที่ 1 วันที่ 29-30 มิถุนายน 2553										
แพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลบ.ม.)	30,020,780	173,491,760	34,626,800	299,359,800	16,976,600	3,960,320	7,592,400	216,064,800	7,532,520	3,411,200
แพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์/ลบ.ม.)	1,547,040	6,464,380	2,236,000	1,101,600	382,800	458,640	1,468,800	1,263,600	516,600	821,600
แพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์	19.41	26.84	15.49	271.75	44.35	8.63	5.17	170.99	14.58	4.15
ครั้งที่ 2 วันที่ 13-14 ตุลาคม 2553										
แพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลบ.ม.)	1,876,800	8,285,200	1,083,600	630,000	7,521,800	756,000	2,476,400	1,310,400	1,836,000	1,300,000
แพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์/ลบ.ม.)	108,800	2,772,000	602,000	60,000	1,372,800	252,000	503,200	126,000	302,400	130,000
แพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์	17.25	2.99	1.80	10.50	5.48	3.00	4.92	10.40	6.07	10.00
ครั้งที่ 3 วันที่ 17-18 มกราคม 2554										
แพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลบ.ม.)	6,539,400	3,804,320	180,400	2,686,200	3,439,800	1,015,000	109,480	4,471,500	175,560	8,912,480
แพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์/ลบ.ม.)	432,000	472,000	167,200	416,240	542,880	705,000	33,320	384,820	9,240	508,800
แพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์	15.14	8.06	1.08	6.45	6.34	1.44	3.29	11.62	19.00	17.52
ครั้งที่ 4 วันที่ 29-30 มีนาคม 2554										
แพลงก์ตอนพืช (เซลล์/ลบ.ม.)	6,447,360	34,221,600	13,146,120	51,116,780	50,055,280	4,224,000	16,281,200	33,222,360	22,920,300	1,390,000
แพลงก์ตอนสัตว์ (เซลล์/ลบ.ม.)	525,600	5,109,960	1,818,960	128,920	121,000	918,720	954,800	441,760	187,200	750,000
แพลงก์ตอนพืชต่อแพลงก์ตอนสัตว์	12.27	6.70	7.23	396.50	413.68	4.60	17.05	75.20	122.44	1.85

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554

หมายเหตุ
- สถานี Eco-01 คือ เหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง
- สถานี Eco-02 คือ อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ
- สถานี Eco-03 คือ คลองส่งน้ำดงหลง
- สถานี Eco-04 คือ คลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น
- สถานี Eco-05-1 คือ บ่อน้ำหน้าตึก อบจ.เก่า เหมืองแร่ทองคำเขาพนมพา
- สถานี Eco-06 คือ คลองตาลัด
- สถานี Eco-07 คือ คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู
- สถานี Eco-08 คือ คลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง
- สถานี Eco-09 คือ คลองล่าหมีตาย
- สถานี Eco-10 คือ คลองร่องกอก

(3) สัตว์หน้าดิน

สัตว์หน้าดินมีความสำคัญในระบบนิเวศ โดยฐานะเป็นกลุ่มผู้บริโภคเบื้องต้น เป็นแหล่งอาหารของปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ นอกจากนี้สัตว์หน้าดินสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพในการตรวจสอบคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำ (APHA และคณะ, 1989) เนื่องจากสัตว์พวกนี้เคลื่อนที่ได้น้อย มีความหลากหลาย ชนิดพันธุ์ และมีการแพร่กระจายกว้าง มีความไวต่อการรบกวนและฟื้นตัวช้า

ผลการวิเคราะห์นิเวศวิทยาทางน้ำของโครงการ 4 ครั้ง จาก 10 สถานี (**ภาคผนวก ฎ**) พบชนิดของสัตว์หน้าดินทั้งหมด จำนวน 5 ชั้น (Class) 34 วงศ์ 35 ชนิด 33 วงศ์ 34 ชนิด โดยพบทั้งหมด 3 ไฟลัม (Phylum) ได้แก่ Phylum Arthropoda มากที่สุด จำนวน 2 ชั้น 21 วงศ์ รองลงมา Phylum Mollusca จำนวน 2 ชั้น 8 วงศ์ และ Phylum Annelida จำนวน 1 ชั้น 4 วงศ์

จากการศึกษาสัตว์หน้าดินแต่ละฤดูกาล (มิถุนายน ตุลาคม 2553 มกราคม และมีนาคม 2554) ซึ่งเป็นตัวแทนตามฤดูกาล พบว่า มีชนิด และปริมาณความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน ดัง**ตารางที่ 5.2.5-5 และ รูปที่ 5.2.5-5** ถึง **รูปที่ 5.2.5-8**

ตารางที่ 5.2.5-5 ชนิด ปริมาณความหนาแน่น และดัชนีความหลากหลายของสัตว์หน้าดิน บริเวณพื้นที่ศึกษา (มิถุนายน 2553 - มีนาคม 2554)

สัตว์หน้าดิน	ผลการตรวจวิเคราะห์แต่ละสถานี									
	Eco-01	Eco-02	Eco-03	Eco-04	Eco-05	Eco-06	Eco-07	Eco-08	Eco-09	Eco-10
ครั้งที่ 1 (มิถุนายน 2553)										
จำนวน (ชนิด)	9	9	10	5	11	10	11	13	16	12
ความหนาแน่นรวม (ตัว/ตร.ม.)	25	32	43	30	42	39	38	40	52	34
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.37	0.45	0.41	0.27	0.44	0.46	0.42	0.39	0.40	0.44
ครั้งที่ 2 (ตุลาคม 2553)										
จำนวน (ชนิด)	6	12	11	10	9	9	7	13	7	11
ความหนาแน่นรวม (ตัว/ตร.ม.)	24	36	39	39	52	33	35	35	28	42
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.26	0.35	0.30	0.32	0.39	0.32	0.46	0.46	0.32	0.34
ครั้งที่ 3 (มกราคม 2554)										
จำนวน (ชนิด)	5	16	8	10	13	7	8	7	15	5
ความหนาแน่นรวม (ตัว/ตร.ม.)	14	45	27	29	51	21	36	20	126	12
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.43	0.37	0.46	0.34	0.40	0.36	0.37	0.22	0.20	0.42
ครั้งที่ 4 (มีนาคม 2554)										
จำนวน (ชนิด)	11	12	10	13	12	9	9	12	9	6
ความหนาแน่นรวม (ตัว/ตร.ม.)	37	59	34	66	54	41	53	108	89	24
ดัชนีความหลากหลาย (H')	0.15	0.28	0.30	0.22	0.39	0.11	0.38	0.22	0.36	0.16

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554

จาก**รูปที่ 5.2.5-5** พบว่า ต้นฤดูฝน (มิถุนายน 2553) สถานีที่มีปริมาณความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินมากที่สุด 3 อันดับ คือ สถานี คลองล่าหมีตาย (Eco-09) สถานีคลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03) และ สถานีเหมืองแร่ทองคำอัคราไมนิ่ง (Eco-01) มีปริมาณความหนาแน่นเท่ากับ 52, 43 และ 25 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ โดยพบไฟลัมแอนนิลิด้า และไฟลัม อาร์โทรโพดา มากที่สุดบริเวณสถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) และไฟลัมมอลลัสกามากที่สุดบริเวณสถานี บ่อน้ำหน้าตึก อบจ.เก่า (Eco-05-1) จำนวน 13, 32 และ 22 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ

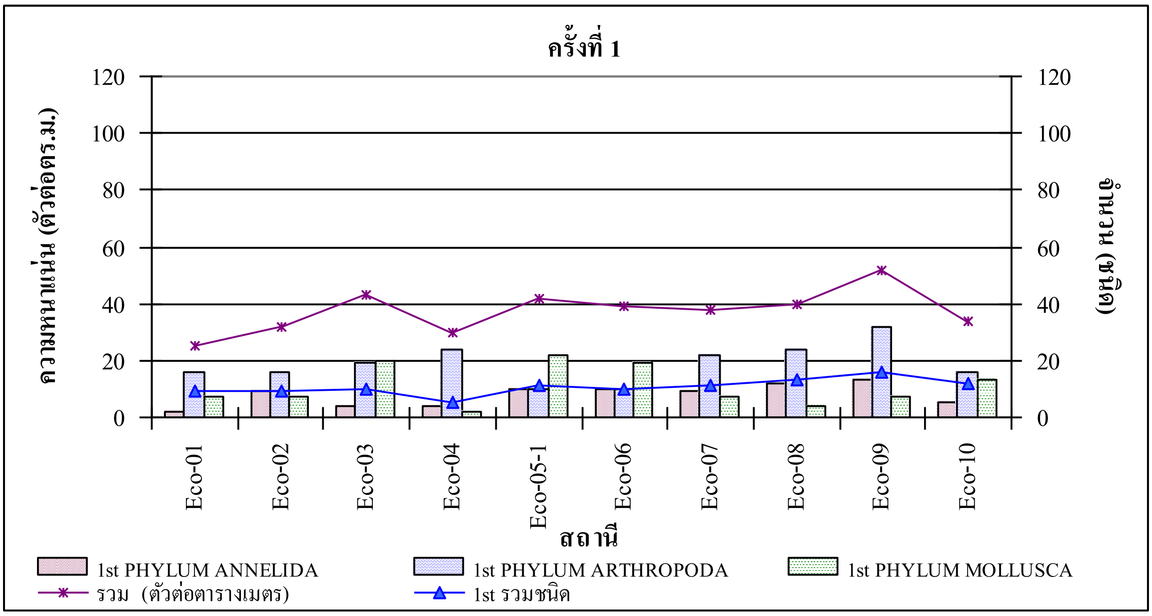
จาก**รูปที่ 5.2.5-6** พบว่า ปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553) สถานีที่มีปริมาณความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินมากที่สุด 3 อันดับ คือ สถานี บ่อน้ำหน้าตึก อบจ.เก่า (Eco-05-1) สถานีคลองร่องกอก (Eco-10) และอันดับที่ 3 มีจำนวนเท่ากัน 2 สถานี คือ สถานีคลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03) และ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) มีปริมาณความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน เท่ากับ 52, 42, 39 และ 39 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ โดยจะพบไฟลัมแอนนิลิด้า ไฟลัมอาร์โทรโพดา และไฟลัมมอลลัสกา จำนวนมากที่สุด บริเวณสถานีคลองส่งน้ำ บ้านหนองย่างหมู (Eco-07) สถานีคลองร่องกอก (Eco-10) และสถานีบ่อน้ำหน้าตึก อบจ.เก่า (Eco-05-1) เป็นจำนวน 11, 30 และ 26 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ

จาก**รูปที่ 5.2.5-7** พบว่า ฤดูหนาว (มกราคม 2554) สถานีที่มีปริมาณความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินมากที่สุด 3 อันดับ คือ สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) สถานีบ่อน้ำหน้าตึก อบจ.เก่า (Eco-05-1) และสถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (Eco-02) มีปริมาณความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน เท่ากับ 126, 51 และ 45 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ โดยจะพบไฟลัมแอนนิลิด้า ไฟลัม อาร์โทรโพดา และไฟลัมมอลลัสกา จำนวนมากที่สุด บริเวณสถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู(Eco-07) สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) และสถานีบ่อน้ำหน้าตึก อบจ.เก่า (Eco-05-1) จำนวน 24, 110 และ 19 ตัว/ตารางเมตร ตามลำดับ

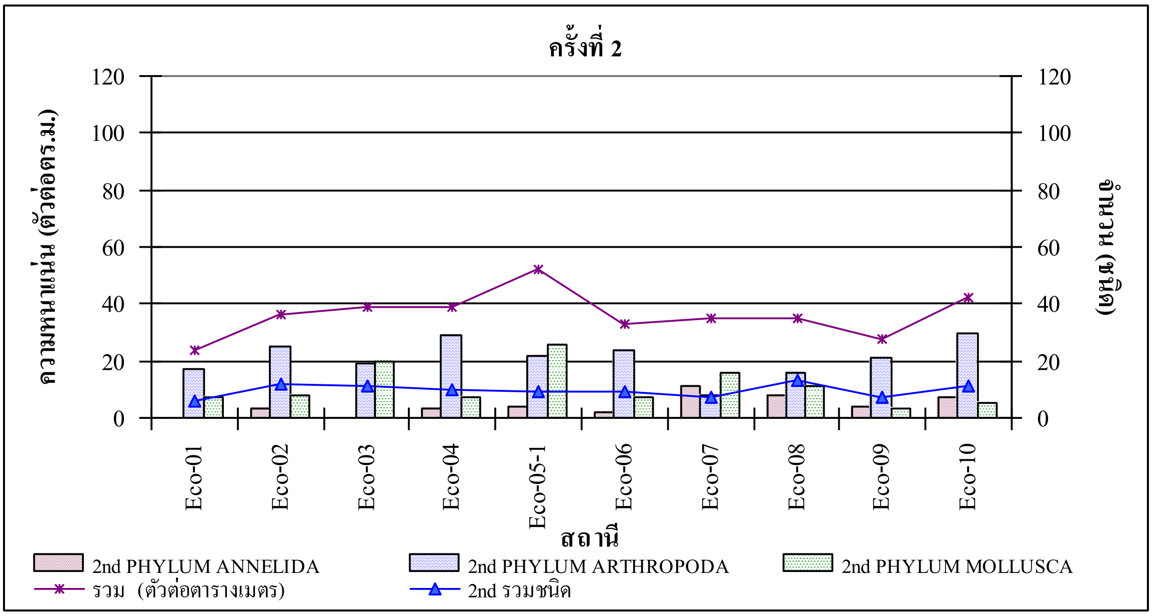
จาก**รูปที่ 5.2.5-8** พบว่า ฤดูร้อน (มีนาคม 2554) สถานีที่มีปริมาณความหนาแน่นของสัตว์หน้าดินมากที่สุด 3 อันดับ คือ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) และ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) มีปริมาณความหนาแน่น เท่ากับ 108, 89 และ 66 ตัว/ตารางเมตร โดยจะพบไฟลัมแอนนิลิด้า จำนวนมากที่สุด บริเวณสถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) ส่วนไฟลัมอาร์โทรโพดา และไฟลัมมอลลัสกา พบมากที่สุด บริเวณ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) จำนวน 55, 85 แล 23 ตัว/ตารางเมตร

จากผลการศึกษา พบสัตว์หน้าดินในกลุ่มของไฟลัม อาร์โทรโพดา มากที่สุด ได้แก่ กุ้งฝอยน้ำจืด ตัวอ่อนชีปะขาว รองลงมาคือ ไฟลัมแอนนิลิด้า ได้แก่ ไส้เดือนน้ำจืด และไฟลัมมอลลัสกา ได้แก่ หอยขมและหอยเชอรี่ ซึ่งไฟลัม อาร์โทรโพดาและแอนนิลิด้า พบในฤดูหนาวและฤดูแล้งมากกว่าฤดูฝน ทั้งนี้เนื่องจากในฤดูฝน มีกระแสน้ำไหลค่อนข้างแรง จึงชะล้างเอาดินตะกอนและอินทรียสารซึ่งเป็นอาหารของสัตว์หน้าดินออกไป ในขณะที่ฤดูหนาวและฤดูแล้ง กระแสน้ำในลำน้ำค่อนข้างนิ่ง ไม่เป็นตะกอนและฟุ้ง ทำให้สภาพเหมาะสมในการดำรงชีวิตของสัตว์หน้าดินมากกว่า จาก **ตารางที่ 5.2.5-5**

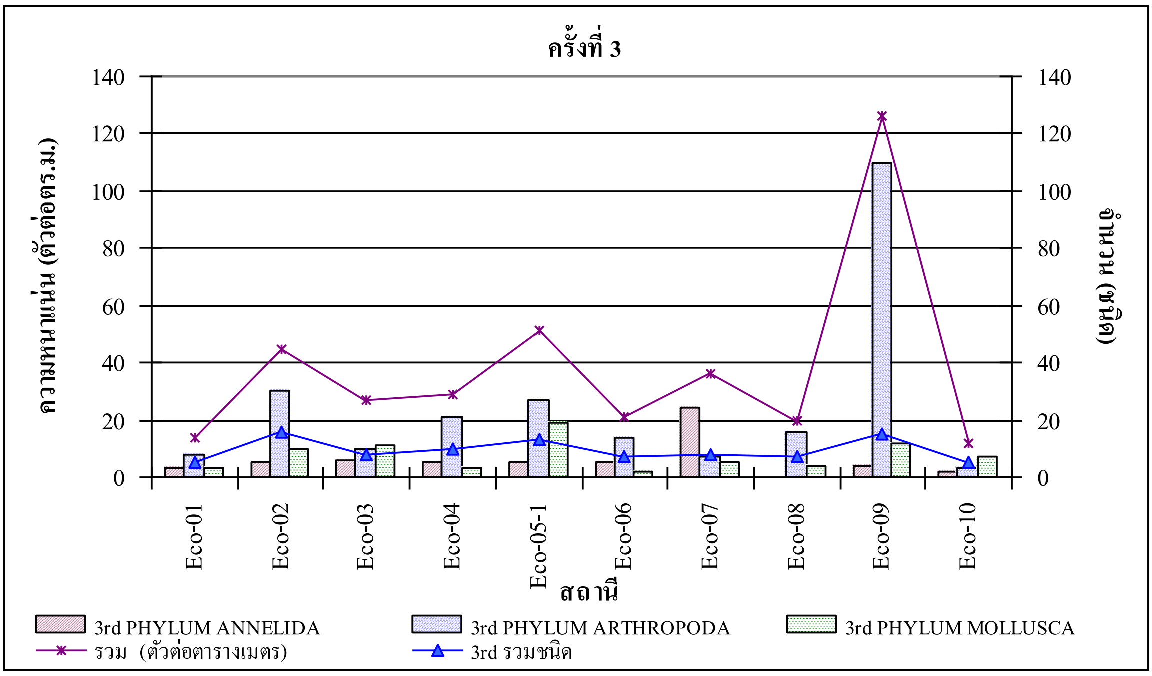
พบว่า มีค่าดัชนีความหลากหลาย (Diversity Index; H') ของสัตว์หน้าดิน ระหว่าง 0.11–0.46 ซึ่งน้อยกว่า 1 ทุกสถานี แสดงว่า แหล่งน้ำดังกล่าวมีมลภาวะ คุณภาพน้ำในแหล่งน้ำทางชีววิทยามีคุณภาพต่ำ ไม่เหมาะสมต่อการอยู่อาศัยของสิ่งมีชีวิต (Wilhm and Dorris, 1978)



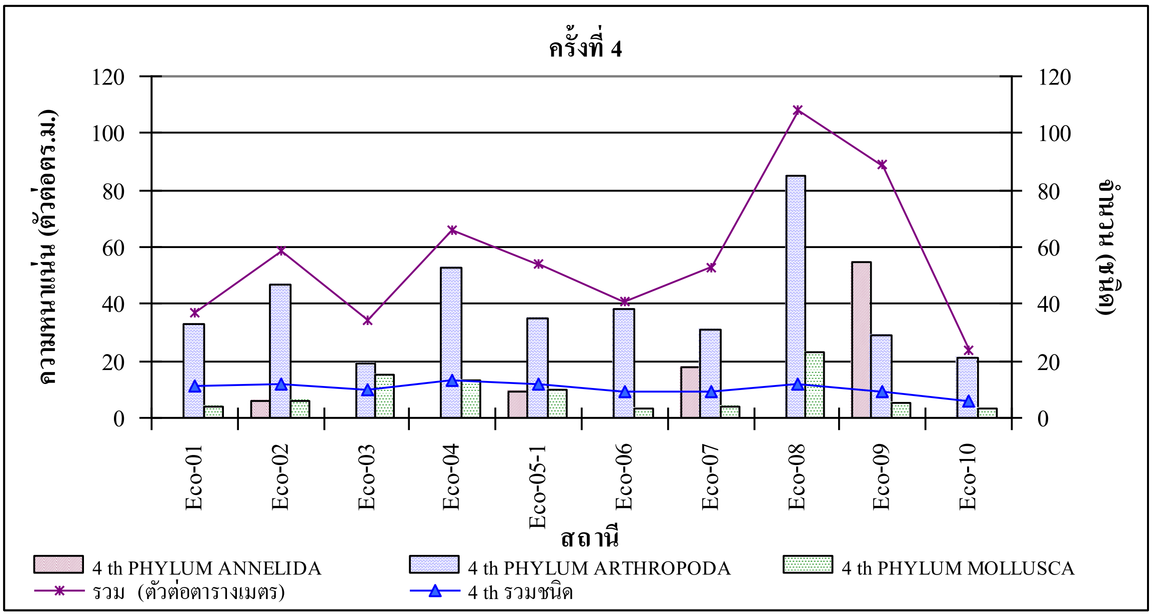
รูปที่ 5.2.5-5 ชนิด และปริมาณความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน ครั้งที่ 1 (วันที่ 29-30 มิถุนายน พ.ศ. 2553)



รูปที่ 5.2.5-6 ชนิด และปริมาณความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน ครั้งที่ 2 (วันที่ 13-14 ตุลาคม พ.ศ. 2553)



รูปที่ 5.2.5-7 ชนิด และปริมาณความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน ครั้งที่ 3 (วันที่ 17-18 มกราคม พ.ศ. 2554)



รูปที่ 5.2.5-8 ชนิด และปริมาณความหนาแน่นของสัตว์หน้าดิน ครั้งที่ 4 (วันที่ 30-31 มีนาคม พ.ศ. 2554)

(4) ปลา และพรรณไม้น้ำ

จากผลการศึกษาชนิดปลา และพรรณไม้น้ำของโครงการจำนวน 4 ครั้ง ตามฤดูกาล พบว่า มีจำนวนวงศ์ ชนิด และจำนวนปลาในแต่ละสถานีของแต่ละฤดูแตกต่างกัน ดังแสดงใน**ตารางที่ 5.2.5-6** ถึง **ตารางที่ 5.2.5-9** และ **รูปที่ 5.2.5-9** ถึง**รูปที่ 5.2.5-12** สำหรับการสำรวจพรรณไม้น้ำ พบว่า มีจำนวนวงศ์ และชนิดของพรรณไม้น้ำในแต่ละสถานีที่สำรวจได้แสดงใน**ตารางที่ 5.2.5-10** ถึง **ตารางที่ 5.2.5-13** และ **รูปที่ 5.2.5-13** ถึง**รูปที่ 5.2.5-16**

จาก**ตารางที่ 5.2.5-6** และ**รูปที่ 5.2.5-9** พบว่า ในช่วงต้นฤดูฝน (มิถุนายน 2553) สถานีที่มีชนิดปลามากที่สุด คือ สถานีคลองตาลัด (Eco-06) รองลงมาคือ สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) มีจำนวน 21 และ 14 ชนิด ตามลำดับ สำหรับสถานีที่มีชนิดปลาน้อยที่สุด คือ สถานี อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (Eco-02) และ สถานี บ่อน้ำหน้าตึก อบจ.เก่า (Eco-05-1) จำนวน 6 ชนิดเท่ากัน โดยสถานีที่มีจำนวนปลามากที่สุด คือ สถานี คลองร่องกอก (Eco-10) จำนวนรวม 762 ตัว ชนิดที่พบมากที่สุดคือ วงศ์ Cyprinidae โดยพบปลาซิวหนวดยาว *(Esomus metallicus)* มากที่สุด จำนวน 728 ตัว และสถานีที่มีจำนวนปลาน้อยที่สุด คือ สถานี คลองล่าหมีตาย (Eco-09) จำนวน 62 ตัว โดยชนิดที่พบมากที่สุด คือ วงศ์ Cyprinidae ปลาไส้ตันตาแดง *(Cyclocheilichthys apogon)* จำนวน 22 ตัว

การสำรวจชนิดและจำนวนปลาในช่วงฤดูฝน (ตุลาคม 2554) ดัง**ตารางที่ 5.2.5-7** และ **รูปที่ 5.2.5-10** พบว่า สถานีที่มีชนิดปลามากที่สุด และรองลงมา คือ สถานี บ่อน้ำหน้าตึก อบจ.เก่า (Eco-05-1) และสถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) จำนวน 85 และ 78 ชนิด ตามลำดับ สถานีที่มีชนิดปลาน้อยที่สุด คือ สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) จำนวน 6 ชนิด สถานีที่มีจำนวนปลามากที่สุด คือ สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (Eco-07) จำนวน 131 ตัว โดยมีชนิดปลาที่พบมากที่สุด คือ วงศ์ Ambassidae ชนิด *Parambassis siamensis* จำนวน 85 ตัว และสถานีที่มีจำนวนปลาน้อยที่สุด จำนวน 17 ตัว คือ สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) โดยมีชนิดปลาที่พบมากที่สุด คือ วงศ์ Bagridae ชนิด *Mystus mysticetus* จำนวน 6 ตัว

สำหรับชนิดและปริมาณปลาที่สำรวจในช่วงปลายฤดูหนาว (มกราคม 2554) **ตารางที่ 5.2.5-8** และ **รูปที่ 5.2.5-11** พบว่าสถานีที่มีความแตกต่างของชนิดปลามากที่สุด และรองลงมา คือ สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) และ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) จำนวน 19 และ 18 ชนิด ตามลำดับ สำหรับสถานีที่มี ชนิดปลาน้อยที่สุด คือ สถานีเหมืองแร่ทองคำอัคราไมนิ่ง (Eco-01) จำนวน 5 ชนิด โดยมีจำนวนปลามากที่สุด เท่ากับ 955 ตัว ชนิดปลาที่พบมากที่สุด คือ ปลาซิวหางแดง วงศ์ Cyprinidae ชนิด *Rasbora borapetensis* จำนวน 935 ตัว สำหรับสถานีที่มีจำนวนปลาน้อยที่สุด คือ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) จำนวนทั้งหมด 38 ตัว และชนิดปลาที่พบมากที่สุด คือ ปลาบู่แคระ วงศ์ Gobiidae ชนิด *Eugnathogobius oligactis* จำนวน 8 ตัว

ตารางที่ 5.2.5-6 ชนิดและจำนวนปลาในแต่ละสถานี ครั้งที่ 1 (วันที่ 29-30 มิถุนายน 2553)

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	จำนวน (ตัว)										
			Eco-01	Eco-02	Eco-03	Eco-04	Eco-05-1	Eco-06	Eco-07	Eco-08	Eco-09	Eco-10	รวม
Ambassidae	*Parambassis siamensis*	แป้นแก้ว	3		164		84	2	2			3	258
Anabantidae	*Anabas testudineus*	หมอไทย		1						1			2
Bagridae	*Hemibagrus nemurus*	กดเหลือง				1			1				2
	Mystus mysticetus	แขยงข้างลาย				1			1				2
	Pseudomystus siamensis	แขยงหิน						1				1	2
Balitoridae	*Nemacheilus masyae*	ค้อมัศยะ									1		1
Belontiidae	*Trichogaster trichopterus*	กระดี่หม้อ	13	3	10	1		3		23	7		60
	Trichopsis vittatus	กริมควาย			5		16	2		27			50
Belonidae	*Xenentodon cancilla*	กระทุงเหว									1		1
Channidae	*Channa striata*	ช่อน		1			1	33		5			40
Cichlidae	*Oreochromis niloticus*	นิล											0
Clariidae	*Clarias batrachus*	ดุกด้าน								1			1
Cobitidae	*Acanthopsis choirorhynchos*	รากกล้วย											0
	Lepidocephalichthys hasselti	อีด		1						7	1		9
	Pangio anguillaris	สายทอง						4					4
	Pangio oblonga	สายทอง						1					1
Cyprinidae	*Amblypharyngodon chulabhornae*	ซิวเจ้าฟ้า	5		5	1			35			1	47
	Barbonymus gonjonotus	ตะเพียนขาว											0
	Cyclocheilichthys armatus	ไส้ตันตาขาว	6		10	8		2			4		30
	Cyclocheilichthys repasson	ไส้ตันตาขาว			2	2		1	4		7		16
	Cyclocheilichthys apogon	ไส้ตันตาแดง							33		22		55
	Esomus metallicus	ซิวหนวดยาว	54	124	4	132		4	357	1		728	1,404
	Henicorhynchus siamensis	สร้อยขาว	1		1	1		1	1			1	6
	Hypsibarbus wetmorei	ตะพาก ปีกแดง	5			14							19
	Labiobarbus leptocheila	ซ่า	1					7					8
	Osteochilus hasselti	สร้อยนกเขา						6					6
	Mystacoleucus marginatus	ขี้ยอก						1					1
	Parachela oxygasteroides	แปบ	3			41			14			16	74
	Puntius brevis	ตะเพียนบึง				3			2				5
	Rasbora borapetensis	ซิวหางแดง	5		2			3		2	4		16
	Rasbora dusonensis	ซิวควายแถบเงิน						2					2
	Rasbora paviana	ซิวควายแถบดำ			49					1	1	11	62
	Systomus orphoides	แก้มช้ำ	1	1									2
Eleotridae	*Oxyeleotris marmorata*	บู่ทราย					1	3					4
Gobiidae	*Eugnathogobius oligactis*	บู่แคระ	2				5	16			3	1	27
	Gobiopterus chuno	บู่ใส											0
Hemiramphidae	*Dermogenys pusilla*	เข็ม									4		4
Loricariidae	*Hypostomus plecostomus*	กดเกราะ				4					4		8
Mastacembelidae	*Macrognathus semiocellatus*	หลดลาย						1			1		2
	Macrognathus siamensis	หลดจุด						1			2		3
	Mastacembelus armatus	กระทิง											0
Nandidae	*Pristolepis fasciata*	หมอช้างเหยียบ						3					3
Poecillidae	*Gambusia affinis*	กินยุง					1						1
Siluridae	*Ompok bimaculatus*	ชะโอน							1				1
จำนวนวงศ์			4	5	3	4	6	10	4	6	9	4	19
จำนวนชนิด			12	6	10	12	6	21	11	9	14	8	39
รวมจำนวน (ตัว)			99	131	252	209	108	97	451	68	62	762	2,239

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553

ตารางที่ 5.2.5-7 ชนิดและจำนวนปลาในแต่ละสถานี ครั้งที่ 2 (วันที่ 13-14 ตุลาคม 2553)

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	จำนวน (ตัว)										
			Eco-01	Eco-02	Eco-03	Eco-04	Eco-05-1	Eco-06	Eco-07	Eco-08	Eco-09	Eco-10	รวม
Ambassidae	*Parambassis siamensis*	แป้นแก้ว		22	1		85	12					120
Anabantidae	*Anabas testudineus*	หมอไทย		1								1	2
Bagridae	*Hemibagrus nemurus*	กดเหลือง						1				4	5
	Mystus mysticetus	แขยงข้างลาย				10		13	2	2	6		33
	Pseudomystus siamensis	แขยงหิน											0
Balitoridae	*Nemacheilus masyae*	ค้อมัศยะ											0
Belontiidae	*Trichogaster trichopterus*	กระดี่หม้อ	5	6	10	5	6	2	7	1	1	3	46
	Trichopsis vittatus	กริมควาย		1	8				13	5			27
Belonidae	*Xenentodon cancilla*	กระทุงเหว						1					1
Channidae	*Channa striata*	ช่อน					4	1				1	6
Cichlidae	*Oreochromis niloticus*	นิล											0
Clariidae	*Clarias batrachus*	ดุกด้าน											0
Cobitidae	*Acanthopsis choirorhynchos*	รากกล้วย											0
	Lepidocephalichthys hasselti	อีด		2	4					18			24
	Pangio anguillaris	สายทอง											0
	Pangio oblonga	สายทอง											0
Cyprinidae	*Amblypharyngodon chulabhornae*	ซิวเจ้าฟ้า	6						7		1		14
	Barbonymus gonjonotus	ตะเพียนขาว		41								1	42
	Cyclocheilichthys armatus	ไส้ตันตาขาว	5			1		2		4	1	14	27
	Cyclocheilichthys repasson	ไส้ตันตาขาว											0
	Cyclocheilichthys apogon	ไส้ตันตาแดง		1									1
	Esomus metallicus	ซิวหนวดยาว		42	63	78		19	69	70	4	4	349
	Henicorhynchus siamensis	สร้อยขาว		1		9				1		23	34
	Hypsibarbus wetmorei	ตะพาก ปีกแดง	6										6
	Labiobarbus leptocheila	ซ่า			1			4	2		1	22	30
	Osteochilus hasselti	สร้อยนกเขา											0
	Mystacoleucus marginatus	ขี้ยอก		2				2	7			1	12
	Parachela oxygasteroides	แปบ				1		2		3			6
	Puntius brevis	ตะเพียนบึง	1	1	1			8	3	1	2		17
	Rasbora borapetensis	ซิวหางแดง	21	1	7				20				49
	Rasbora dusonensis	ซิวควายแถบเงิน											0
	Rasbora paviana	ซิวควายแถบดำ	31			1		3					35
	Systomus orphoides	แก้มช้ำ	3			2						5	10
Eleotridae	*Oxyeleotris marmorata*	บู่ทราย						1					1
Gobiidae	*Eugnathogobius oligactis*	บู่แคระ					2						2
	Gobiopterus chuno	บู่ใส											0
Hemiramphidae	*Dermogenys pusilla*	เข็ม											0
Loricariidae	*Hypostomus plecostomus*	กดเกราะ											0
Mastacembelidae	*Macrognathus semiocellatus*	หลดลาย						1		1			2
	Macrognathus siamensis	หลดจุด							1	1	1		3
	Mastacembelus armatus	กระทิง											0
Nandidae	*Pristolepis fasciata*	หมอช้างเหยียบ	1										1
Poecillidae	*Gambusia affinis*	กินยุง											0
Siluridae	*Ompok bimaculatus*	ชะโอน											0
จำนวนวงศ์			3	5	4	3	4	9	4	5	4	5	12
จำนวนชนิด			31	42	63	78	85	19	69	70	6	23	28
รวมจำนวน (ตัว)			79	121	95	107	97	72	131	107	17	79	905

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553

ตารางที่ 5.2.5-8 ชนิด และจำนวนปลาในแต่ละสถานี ครั้งที่ 3 (วันที่ 17-18 มกราคม 2554)

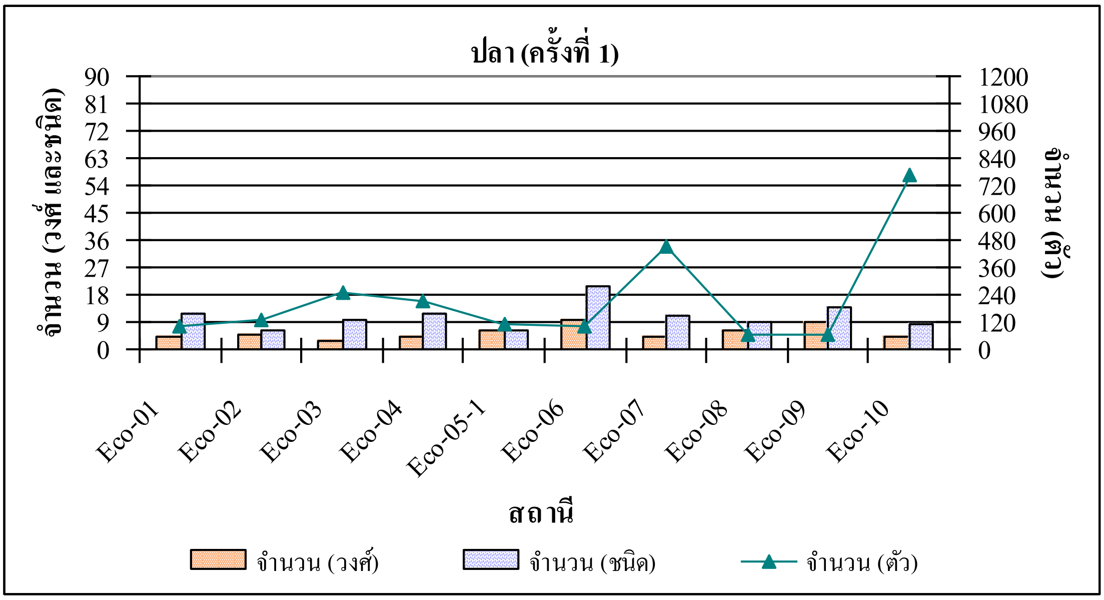
วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	จำนวน (ตัว)										
			Eco-01	Eco-02	Eco-03	Eco-04	Eco-05-1	Eco-06	Eco-07	Eco-08	Eco-09	Eco-10	รวม
Ambassidae	*Parambassis siamensis*	แป้นแก้ว		31			21						52
Anabantidae	*Anabas testudineus*	หมอไทย				2			2			4	8
Bagridae	*Hemibagrus nemurus*	กดเหลือง								7		1	8
	Mystus mysticetus	แขยงข้างลาย		1							1		2
	Pseudomystus siamensis	แขยงหิน								24		2	26
Balitoridae	*Nemacheilus masyae*	ค้อมัศยะ								4			4
Belontiidae	*Trichogaster trichopterus*	กระดี่หม้อ		2	31	7	5	2	40	10	11		108
	Trichopsis vittatus	กริมควาย			4	1	38	5	10	1	3	36	98
Belonidae	*Xenentodon cancilla*	กระทุงเหว						1				1	2
Channidae	*Channa striata*	ช่อน			2		1		1		2	2	8
Cichlidae	*Oreochromis niloticus*	นิล					2				2		4
Clariidae	*Clarias batrachus*	ดุกด้าน								1	1		2
Cobitidae	*Acanthopsis choirorhynchos*	รากกล้วย						3				49	52
	Lepidocephalichthys hasselti	อีด							1	35			36
	Pangio anguillaris	สายทอง								2			2
	Pangio oblonga	สายทอง											0
Cyprinidae	*Amblypharyngodon chulabhornae*	ซิวเจ้าฟ้า		30	3				2				35
	Barbonymus gonjonotus	ตะเพียนขาว											0
	Cyclocheilichthys armatus	ไส้ตันตาขาว	3	44		7		2	3	20	14		93
	Cyclocheilichthys repasson	ไส้ตันตาขาว											0
	Cyclocheilichthys apogon	ไส้ตันตาแดง											0
	Esomus metallicus	ซิวหนวดยาว		55	15	1			6		49	2	128
	Henicorhynchus siamensis	สร้อยขาว		6							41		47
	Hypsibarbus wetmorei	ตะพาก ปีกแดง								6			6
	Labiobarbus leptocheila	ซ่า				1			6		26		33
	Osteochilus hasselti	สร้อยนกเขา						4		1	4		9
	Mystacoleucus marginatus	ขี้ยอก				1		30			2		33
	Parachela oxygasteroides	แปบ		3									3
	Puntius brevis	ตะเพียนบึง			1				3		26	1	31
	Rasbora borapetensis	ซิวหางแดง	935	48			4	4	1	3	34	1	1030
	Rasbora dusonensis	ซิวควายแถบเงิน											0
	Rasbora paviana	ซิวควายแถบดำ	3		1			23	4	19	21	4	75
	Systomus orphoides	แก้มช้ำ								13	5		18
Eleotridae	*Oxyeleotris marmorata*	บู่ทราย											0
Gobiidae	*Eugnathogobius oligactis*	บู่แคระ	4	3		8	46	9	2		3	1	76
	Gobiopterus chuno	บู่ใส		240		7	109						356
Hemiramphidae	*Dermogenys pusilla*	เข็ม			4				1	1	2		8
Loricariidae	*Hypostomus plecostomus*	กดเกราะ										1	1
Mastacembelidae	*Macrognathus semiocellatus*	หลดลาย			1	3			2	4			10
	Macrognathus siamensis	หลดจุด							7	24	4		35
	Mastacembelus armatus	กระทิง								6			6
Nandidae	*Pristolepis fasciata*	หมอช้างเหยียบ						10					10
Poecillidae	*Gambusia affinis*	กินยุง	10		3		6						19
Siluridae	*Ompok bimaculatus*	ชะโอน											0
จำนวนวงศ์			3	5	6	5	7	6	8	8	9	9	16
จำนวนชนิด			5	11	10	10	9	11	16	18	19	13	37
รวมจำนวน (ตัว)			955	463	65	38	232	93	91	181	251	105	2,474

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554

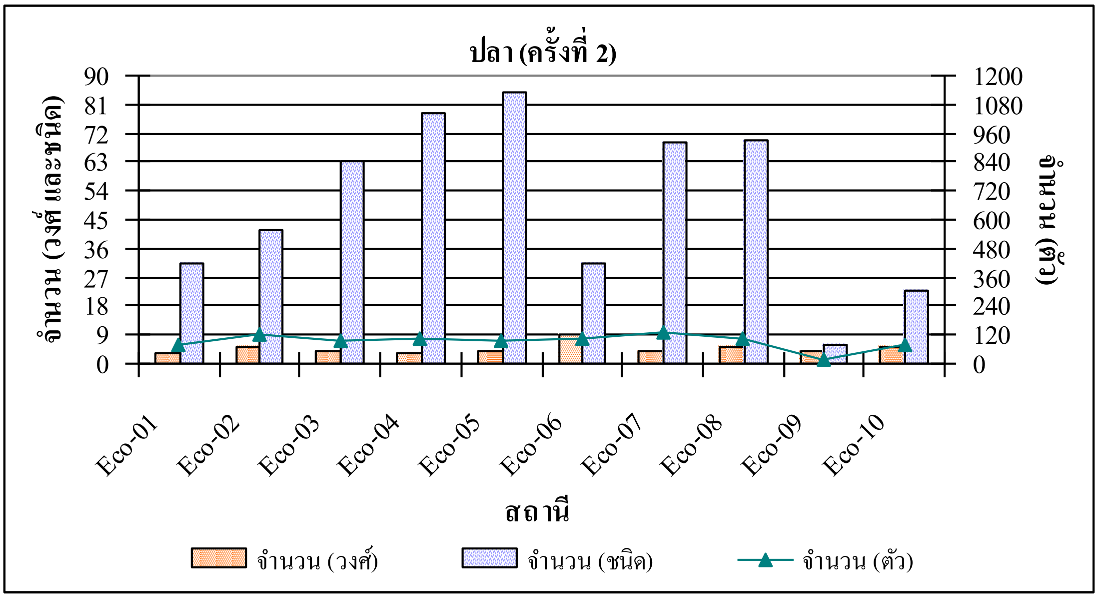
ตารางที่ 5.2.5-9 ชนิด และจำนวนปลาในแต่ละสถานี ครั้งที่ 4 (วันที่ 29-30 มีนาคม 2554)

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	จำนวน (ตัว)										
			Eco-01	Eco-02	Eco-03	Eco-04	Eco-05-1	Eco-06	Eco-07	Eco-08	Eco-09	Eco-10	รวม
Ambassidae	*Parambassis siamensis*	แป้นแก้ว			5								5
Anabantidae	*Anabas testudineus*	หมอไทย											0
Bagridae	*Hemibagrus nemurus*	กดเหลือง											0
	Mystus mysticetus	แขยงข้างลาย				3							3
	Pseudomystus siamensis	แขยงหิน							1				1
Balitoridae	*Nemacheilus masyae*	ค้อมัศยะ								4			4
Belontiidae	*Trichogaster trichopterus*	กระดี่หม้อ		1		14	6			5	13		39
	Trichopsis vittatus	กริมควาย		4	1	2	28	4	4	15	1		59
Belonidae	*Xenentodon cancilla*	กระทุงเหว											0
Channidae	*Channa striata*	ช่อน		1	1	1	1						4
Cichlidae	*Oreochromis niloticus*	นิล											0
Clariidae	*Clarias batrachus*	ดุกด้าน											0
Cobitidae	*Acanthopsis choirorhynchos*	รากกล้วย				3		2					5
	Lepidocephalichthys hasselti	อีด		3	2	2			16	33	5		61
	Pangio anguillaris	สายทอง				2		1		22			25
	Pangio oblonga	สายทอง											0
Cyprinidae	*Amblypharyngodon chulabhornae*	ซิวเจ้าฟ้า	13		1	1							15
	Barbonymus gonjonotus	ตะเพียนขาว											0
	Cyclocheilichthys armatus	ไส้ตันตาขาว		3	46	2		1			6		58
	Cyclocheilichthys repasson	ไส้ตันตาขาว											0
	Cyclocheilichthys apogon	ไส้ตันตาแดง											0
	Esomus metallicus	ซิวหนวดยาว		20	13	14				1	72		120
	Henicorhynchus siamensis	สร้อยขาว			1	58					3		62
	Hypsibarbus wetmorei	ตะพาก ปีกแดง											0
	Labiobarbus leptocheila	ซ่า			1	24		4			20		49
	Osteochilus hasselti	สร้อยนกเขา			13	16		5			1		35
	Mystacoleucus marginatus	ขี้ยอก						26		1			27
	Parachela oxygasteroides	แปบ				1							1
	Puntius brevis	ตะเพียนบึง		2		18					21		41
	Rasbora borapetensis	ซิวหางแดง	312		2	1		2			2		319
	Rasbora dusonensis	ซิวควายแถบเงิน											0
	Rasbora paviana	ซิวควายแถบดำ	9	19	4	12		6	1		19		70
	Systomus orphoides	แก้มช้ำ				2					1		3
Eleotridae	*Oxyeleotris marmorata*	บู่ทราย											0
Gobiidae	*Eugnathogobius oligactis*	บู่แคระ		1	9		8	9	5				32
	Gobiopterus chuno	บู่ใส	11	2									13
Hemiramphidae	*Dermogenys pusilla*	เข็ม			2	14			1		4		21
Loricariidae	*Hypostomus plecostomus*	กดเกราะ									1	5	6
Mastacembelidae	*Macrognathus semiocellatus*	หลดลาย		1				1	6	1			9
	Macrognathus siamensis	หลดจุด		5	1	4		1	9	2	2		24
	Mastacembelus armatus	กระทิง				1		1					2
Nandidae	*Pristolepis fasciata*	หมอช้างเหยียบ				1							1
Poecillidae	*Gambusia affinis*	กินยุง	28	3	1		2	1	1				36
Siluridae	*Ompok bimaculatus*	ชะโอน											0
จำนวนวงศ์			3	7	9	9	4	7	8	5	6	1	13
จำนวนชนิด			5	13	16	22	5	14	9	9	15	1	31
รวมจำนวน (ตัว)			373	65	103	196	45	64	44	84	171	5	1,150

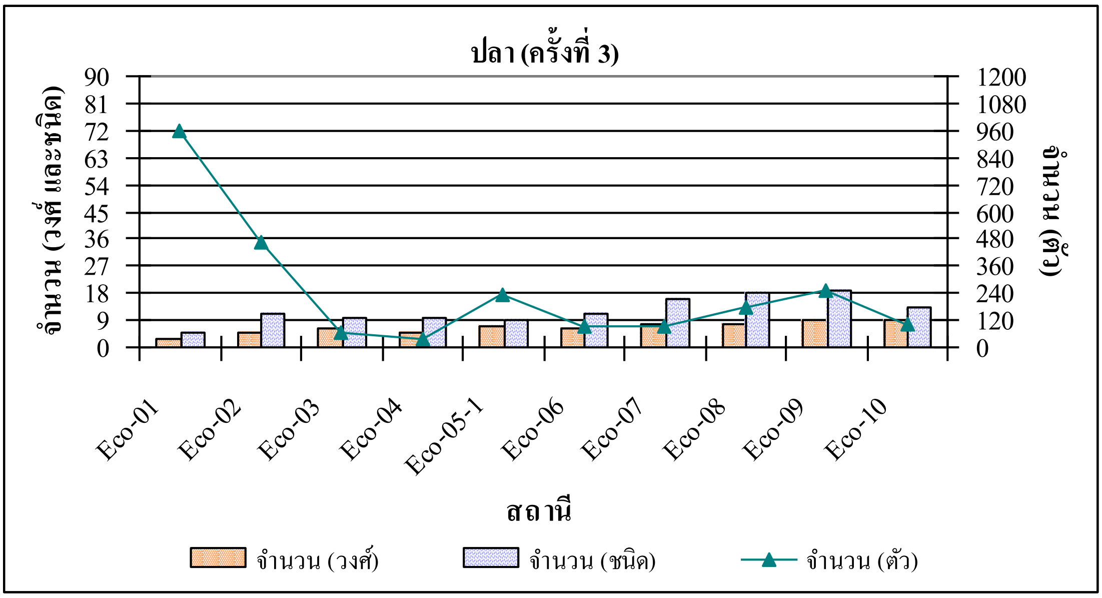
ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554



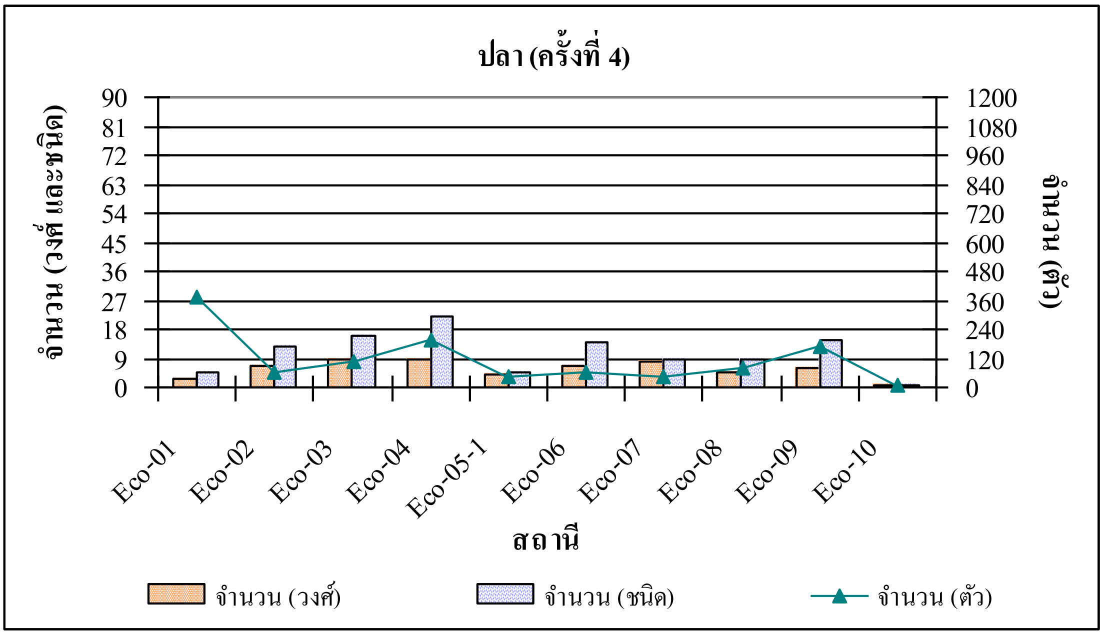
รูปที่ 5.2.5-9 จำนวนวงศ์ ชนิดของปลา และจำนวนปลา ครั้งที่ 1 (วันที่ 29-30 มิถุนายน 2553)



รูปที่ 5.2.5-10 จำนวนวงศ์ ชนิดของปลา และจำนวนปลา ครั้งที่ 2 (วันที่ 13-14 ตุลาคม 2553)



รูปที่ 5.2.5-11 จำนวนวงศ์ ชนิดของปลา และจำนวนปลา ครั้งที่ 3 (วันที่ 17-18 มกราคม 2554)



รูปที่ 5.2.5-12 จำนวนวงศ์ ชนิดของปลา และจำนวนปลา ครั้งที่ 4 (วันที่ 30-31 มีนาคม 2554)

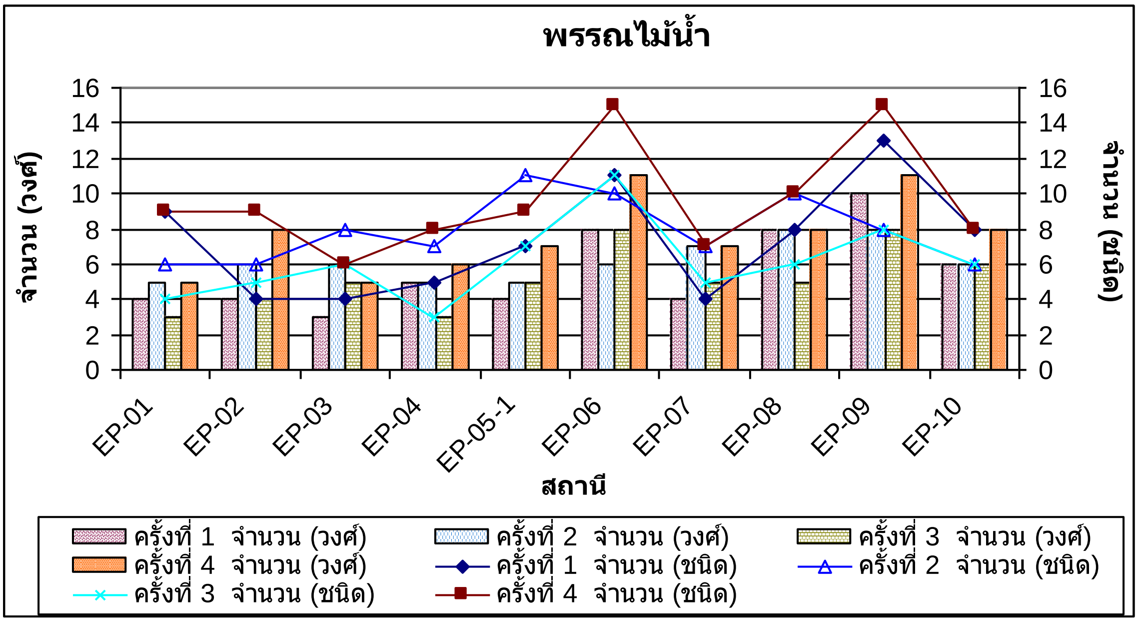
ในช่วงฤดูร้อน (มีนาคม 2554) สำรวจพบชนิดและปริมาณปลา ดัง **ตารางที่ 5.2.5-9** และ **รูปที่ 5.2.5-12** สถานีที่มีชนิดปลามากที่สุด คือ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) และรองลงมา สถานี คลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03) จำนวน 22 และ 16 ชนิดตามลำดับ สำหรับสถานีที่มีชนิดปลาน้อยที่สุด คือ สถานี คลองร่องกอก (Eco-10) จำนวน 1 ชนิด โดยสถานีที่มีจำนวนปลามากที่สุด คือ สถานี เหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง (Eco-01) จำนวน 373 ตัว ชนิดปลาที่พบมากที่สุด คือ ปลาซิวหางแดง วงศ์ Cyprinidae ชนิด *Rasbora borapetensis* จำนวน 312 ตัว และสถานีที่มีจำนวนปลาน้อยที่สุด คือ สถานีคลองร่องกอก (Eco-10) สำรวจพบเพียงชนิดเดียว คือ ปลากดเกราะ วงศ์ Loricariidae ชนิด *Hypostomus plecostomus* จำนวน 5 ตัว เนื่องจากมีการขุดลอกคลอง ทำให้ชนิดปลาลดลง

การสำรวจพรรณไม้น้ำ หรือพืชน้ำ (Aquatic plants) ซึ่งเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ในน้ำ โดยอาจจมอยู่ใต้น้ำทั้งหมด หรือโผล่บางส่วนขึ้นมาเหนือน้ำ ลอยอยู่ที่ผิวน้ำหรือเป็นพืชที่ขึ้นอยู่ตามริมน้ำ ชายตลิ่ง โดยสำรวจชนิดพรรณไม้น้ำในทุกฤดูกาล พบว่า ในพื้นที่โครงการมีพรรณไม้น้ำทั้งหมด 19 วงศ์ 38 ชนิด (**รูปที่ 5.2.5-13** และ **ตารางที่ 5.2.5-10 ถึงตารางที่ 5.2.5-13**) ส่วนใหญ่เป็นพืชชายน้ำ 19 วงศ์ 36 ชนิด และพืชลอยน้ำ 2 วงศ์ 2 ชนิด โดยวงศ์ที่มีพืชทั้งประเภทชายน้ำ และลอยน้ำ คือ วงศ์ Mimosaceae และวงศ์ Pontederiaceae แต่ละสถานีพบพรรณไม้น้ำตั้งแต่ 4-15 ชนิด รายละเอียดดังต่อไปนี้

ต้นฤดูฝน (มิถุนายน 2553) สำรวจพบพรรณไม้น้ำ 15 วงศ์ 27 ชนิด (**ตารางที่ 5.2.5-10**) ส่วนใหญ่เป็นพืชประเภทชายน้ำ 14 วงศ์ 23 ชนิด และพืชลอยน้ำ 2 วงศ์ 2 ชนิด พรรณไม้น้ำที่พบแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างในพื้นที่ศึกษามากกว่าชนิดอื่นๆ คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) และ เทียนนา (*Jussiaea linifolia*) พบ 8 สถานี รองลงมา คือ เลา (*Saccharum spontaneum*) พบ 7 สถานี ส่วนพรรณไม้น้ำชนิดอื่นๆ พบกระจายออกไปตามสถานีต่างๆ แต่พบได้น้อยกว่า โดยพบพรรณไม้น้ำกลุ่มที่เป็นอาหารของมนุษย์ 10 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) บอน (*Colocasia esculenta*) ผักปอด (*Sphenoclea zeylanica*) ผักปราบใบแคบ (*Commelina diffusa*) ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatic*) ดีปลาไหล (*Hydrolea zeylanica*) แพงพวยน้ำ (*Jussiaea repens*) ผักกูดเขากวาง (*Ceratopteris thalictroides*) ผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) ขาเขียด (*Monochoria vaginaris*) พรรณไม้น้ำที่ใช้ทำยา 12 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) บอน (*Colocasia esculenta*) กระเม็ง (*Eclipta prostata*) ผักปอด (*Sphenoclea zeylanica*) กุ่มน้ำ (*Crateva magna*) ผักปราบใบแคบ (*Commelina diffus*) ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatic*) กกตุ้มหู (*Cyperus brevifolius*) กกทราย (*Cyperus iria*) หญ้าหนวดแมว (*Fimbristylis miliacea*) หญ้าแห้วหมู (*Cyperus rotundus*) แพงพวยน้ำ (*Jussiaea repens*) ขาเขียด (*Monochoria vaginaris*) พรรณไม้น้ำประเภท ไม้ประดับ 3 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) หญ้าหนวดปลาดุก (*Fimbristylis dichotoma*) ผักกูดเขากวาง (*Ceratopteris thalictroides*) พรรณไม้น้ำที่เป็นวัชพืชร้ายแรง 4 ชนิด คือ หญ้าหนวดปลาดุก (*Fimbristylis dichotoma*) หญ้าหนวดแมว (*Fimbristylis miliacea*) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) ผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) ซึ่งทั้ง 4 ชนิด มีการแพร่ระบาดในแหล่งน้ำได้อย่าง

รวดเร็วและการกำจัดเป็นไปได้ยาก พรรณไม้น้ำที่พบที่เป็นดัชนีสิ่งแวดล้อม 1 ชนิด คือ แหนเป็ดเล็ก (*Lemna perpusilla*) ซึ่งใช้บ่งบอกถึงสภาพแหล่งน้ำว่าเป็นแหล่งน้ำที่ค่อนข้างนิ่งหรือเป็นแหล่งน้ำนิ่ง และพบไม้น้ำต่างถิ่น 3 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) และผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) ซึ่งปัจจุบันแพร่กระจายไปตามแหล่งน้ำต่างๆ ทั่วประเทศ และเป็นปัญหาค่อนข้างมาก

สำหรับสถานีที่มีความหลากหลายของพรรณไม้น้ำมากที่สุด คือ สถานี คลองล่าหมีตาย (Eco-09) สถานีคลองตาลัด (Eco-06) และสถานีเหมืองแร่ทองคำอัคราไมนิ่ง (Eco-01) จำนวน 13, 11 และ 9 ชนิด ตามลำดับ



รูปที่ 5.2.5-13 จำนวนวงศ์ ชนิดของพรรณไม้น้ำในแต่ละสถานี บริเวณพื้นที่ศึกษา

ตารางที่ 5.2.5-10 วงศ์ และชนิดของพรรณไม้น้ำในแต่ละสถานี ครั้งที่ 1 (วันที่ 29-30 มิถุนายน 2553)

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ประเภท	สถานี										รวม
				Eco-01	Eco-02	Eco-03	Eco-04	Eco-05	Eco-06	Eco-07	Eco-08	Eco-09	Eco-10	
Amaranthaceae	*Alternanthera sessilis*	ผักเป็ด	ชายน้ำ	x	x		x		x	x	x	x	x	8
Araceae	*Colocasia esculenta*	บอน	ชายน้ำ								x			1
Asteraceae	*Eclipta prostata*	กระเม็ง	ชายน้ำ				x	x	x					3
Campanulaceae	*Sphenoclea zeylanica*	ผักปอด	ชายน้ำ						x			x		2
Capparaceae	*Crateva magna*	กุ่มน้ำ	ชายน้ำ										x	1
Commelinaceae	*Commelina benghalensis*	ผักปราบใบกว้าง	ชายน้ำ											
	Commelina diffusa	ผักปราบใบแคบ	ชายน้ำ				x				x	x		3
Convolvulaceae	*Ipomoea aquatica*	ผักบุ้ง	ชายน้ำ			x		x			x	x		4
Cyperaceae	*Cyperus brevifolius*	กกตุ้มหูดอกเขียว	ชายน้ำ									x		1
	Cyperus compactus	หญ้าใบคม	ชายน้ำ	x				x					x	3
	Cyperus difformis	กกขนาก	ชายน้ำ											
	Cyperus halpan	กกนา	ชายน้ำ											
	Cyperus iria	กกทราย	ชายน้ำ	x				x	x			x		4
	Cyperus pilosus	กกสามเหลี่ยมเล็ก	ชายน้ำ											
	Cyperus rotundus	หญ้าแห้วหมู	ชายน้ำ	x					x					2
	Fimbristylis dichotoma	หญ้าหนวดปลาดุก	ชายน้ำ	x										1
	Fimbristylis miliacea	หญ้าหนวดแมว	ชายน้ำ	x				x					x	3
	Cyperus imbricatus	กกสามเหลี่ยมเล็ก	ชายน้ำ	x					x			x		3
	Cyperus kyllingia	กกตุ้มหูดอกขาว	ชายน้ำ											
Hydrophyllaceae	*Hydrolea zeylanica*	ดีปลาไหล	ชายน้ำ						x					1
Lemnaceae	*Lemna perpusilla*	แหนเป็ดเล็ก	ลอยน้ำ								x			1
Marsileaceae	*Marsilea crenata*	ผักแว่น	ชายน้ำ											
Mimosaceae	*Mimosa pigra*	ไมยราบยักษ์	ชายน้ำ			x			x	x		x	x	5
	Neptunia oleracea	ผักกระเฉด	ลอยน้ำ											
Onagraceae	*Jussiaea linifolia*	เทียนนา	ชายน้ำ	x	x		x		x	x	x	x	x	8
	Jussiaea repens	แพงพวยน้ำ	ชายน้ำ						x					1
	Jussiaea suffruticosa	หญ้ารักนา	ชายน้ำ									x		1
Parkeriaceae	*Ceratopteris thalictroides*	ผักกูดเขากวาง	ชายน้ำ									x		1
Poaceae	*Brachiaria mutica*	หญ้าขน	ชายน้ำ		x	x					x			3
	Phragmites karka	แขม	ชายน้ำ					x						1
	Erianthus arundinaceus	พง	ชายน้ำ			x							x	2
	Saccharum spontaneum	เลา	ชายน้ำ	x			x	x	x	x		x	x	7
	Saccharum sp.	พง	ชายน้ำ											
Pontederiaceae	*Eichornia crassipes*	ผักตบชวา	ลอยน้ำ		x						x			2
	Monochoria vaginaris	ขาเขียด	ชายน้ำ									x		1
Rubiaceae	*Hedyotis corymbosa*	หญ้าลิ้นงู	ชายน้ำ											
Scrophulariaceae	*Lindernia crustacea*	หญ้ากาบหอย	ชายน้ำ											
Zingiberaceae	*Costus speciosus*	เอื้องหมายนา	ชายน้ำ											
จำนวน (วงศ์)				4	4	3	5	4	8	4	8	10	6	15
จำนวนชนิด (ชนิด)				9	4	4	5	7	11	4	8	13	8	27

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553

ตารางที่ 5.2.5-11 วงศ์ และชนิดของพรรณไม้น้ำในแต่ละสถานี ครั้งที่ 2 (วันที่ 13-14 ตุลาคม 2553)

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ประเภท	สถานี										รวม
				Eco-01	Eco-02	Eco-03	Eco-04	Eco-05	Eco-06	Eco-07	Eco-08	Eco-09	Eco-10	
Amaranthaceae	*Alternanthera sessilis*	ผักเป็ด	ชายน้ำ		x	x	x	x	x	x	x	x		8
Araceae	*Colocasia esculenta*	บอน	ชายน้ำ										x	1
Asteraceae	*Eclipta prostata*	กระเม็ง	ชายน้ำ					x		x	x			3
Campanulaceae	*Sphenoclea zeylanica*	ผักปอด	ชายน้ำ											
Capparaceae	*Crateva magna*	กุ่มน้ำ	ชายน้ำ									x	x	2
Commelinaceae	*Commelina benghalensis*	ผักปราบใบกว้าง	ชายน้ำ				x		x		x			3
	Commelina diffusa	ผักปราบใบแคบ	ชายน้ำ			x	x		x	x	x			5
Convolvulaceae	*Ipomoea aquatica*	ผักบุ้ง	ชายน้ำ	x				x			x			3
Cyperaceae	*Cyperus brevifolius*	กกตุ้มหูดอกเขียว	ชายน้ำ						x					1
	Cyperus compactus	หญ้าใบคม	ชายน้ำ					x						1
	Cyperus difformis	กกขนาก	ชายน้ำ											
	Cyperus halpan	กกนา	ชายน้ำ	x										1
	Cyperus iria	กกทราย	ชายน้ำ					x	x	x	x	x	x	6
	Cyperus pilosus	กกสามเหลี่ยมเล็ก	ชายน้ำ											
	Cyperus rotundus	หญ้าแห้วหมู	ชายน้ำ											
	Fimbristylis dichotoma	หญ้าหนวดปลาดุก	ชายน้ำ	x		x		x	x		x			5
	Fimbristylis miliacea	หญ้าหนวดแมว	ชายน้ำ			x		x	x					3
	Cyperus imbricatus	กกสามเหลี่ยมเล็ก	ชายน้ำ											
	Cyperus kyllingia	กกตุ้มหูดอกขาว	ชายน้ำ											
Hydrophyllaceae	*Hydrolea zeylanica*	ดีปลาไหล	ชายน้ำ											
Lemnaceae	*Lemna perpusilla*	แหนเป็ดเล็ก	ลอยน้ำ											
Marsileaceae	*Marsilea crenata*	ผักแว่น	ชายน้ำ											
Mimosaceae	*Mimosa pigra*	ไมยราบยักษ์	ชายน้ำ	x	x					x		x	x	5
	Neptunia oleracea	ผักกระเฉด	ลอยน้ำ				x							1
Onagraceae	*Jussiaea linifolia*	เทียนนา	ชายน้ำ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10
	Jussiaea repens	แพงพวยน้ำ	ชายน้ำ											
	Jussiaea suffruticosa	หญ้ารักนา	ชายน้ำ											
Parkeriaceae	*Ceratopteris thalictroides*	ผักกูดเขากวาง	ชายน้ำ											
Poaceae	*Brachiaria mutica*	หญ้าขน	ชายน้ำ		x	x		x						3
	Phragmites karka	แขม	ชายน้ำ					x						1
	Erianthus arundinaceus	พง	ชายน้ำ				x							1
	Saccharum spontaneum	เลา	ชายน้ำ	x		x	x	x		x		x	x	7
	Saccharum sp.	พง	ชายน้ำ											
Pontederiaceae	*Eichornia crassipes*	ผักตบชวา	ลอยน้ำ		x						x			2
	Monochoria vaginaris	ขาเขียด	ชายน้ำ											
Rubiaceae	*Hedyotis corymbosa*	หญ้าลิ้นงู	ชายน้ำ			x			x		x	x		4
Scrophulariaceae	*Lindernia crustacea*	หญ้ากาบหอย	ชายน้ำ						x			x		2
Zingiberaceae	*Costus speciosus*	เอื้องหมายนา	ชายน้ำ		x									1
จำนวน (วงศ์)				5	6	6	5	5	6	7	8	8	6	14
จำนวนชนิด (ชนิด)				6	6	8	7	11	10	7	10	8	6	25

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553

ตารางที่ 5.2.5-12 วงศ์ และชนิดของพรรณไม้น้ำในแต่ละสถานี ครั้งที่ 3 (วันที่ 17-18 มกราคม 2554)

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ประเภท	สถานี										รวม
				Eco-01	Eco-02	Eco-03	Eco-04	Eco-05	Eco-06	Eco-07	Eco-08	Eco-09	Eco-10	
Amaranthaceae	*Alternanthera sessilis*	ผักเป็ด	ชายน้ำ		x	x			x	x	x	x	x	7
Araceae	*Colocasia esculenta*	บอน	ชายน้ำ											
Asteraceae	*Eclipta prostata*	กระเม็ง	ชายน้ำ			x		x					x	3
Campanulaceae	*Sphenoclea zeylanica*	ผักปอด	ชายน้ำ						x			x		2
Capparaceae	*Crateva magna*	กุ่มน้ำ	ชายน้ำ									x	x	2
Commelinaceae	*Commelina benghalensis*	ผักปราบใบกว้าง	ชายน้ำ											
	Commelina diffusa	ผักปราบใบแคบ	ชายน้ำ			x	x		x	x	x	x		6
Convolvulaceae	*Ipomoea aquatica*	ผักบุ้ง	ชายน้ำ					x	x		x	x		4
Cyperaceae	*Cyperus brevifolius*	กกตุ้มหูดอกเขียว	ชายน้ำ											
	Cyperus compactus	หญ้าใบคม	ชายน้ำ	x				x						2
	Cyperus difformis	กกขนาก	ชายน้ำ	x					x					2
	Cyperus halpan	กกนา	ชายน้ำ						x					1
	Cyperus iria	กกทราย	ชายน้ำ											
	Cyperus pilosus	กกสามเหลี่ยมเล็ก	ชายน้ำ											
	Cyperus rotundus	หญ้าแห้วหมู	ชายน้ำ						x					1
	Fimbristylis dichotoma	หญ้าหนวดปลาดุก	ชายน้ำ						x					1
	Fimbristylis miliacea	หญ้าหนวดแมว	ชายน้ำ					x						1
	Cyperus imbricatus	กกสามเหลี่ยมเล็ก	ชายน้ำ											
	Cyperus kyllingia	กกตุ้มหูดอกขาว	ชายน้ำ											
Hydrophyllaceae	*Hydrolea zeylanica*	ดีปลาไหล	ชายน้ำ						x					1
Lemnaceae	*Lemna perpusilla*	แหนเป็ดเล็ก	ลอยน้ำ											
Marsileaceae	*Marsilea crenata*	ผักแว่น	ชายน้ำ	x										1
Mimosaceae	*Mimosa pigra*	ไมยราบยักษ์	ชายน้ำ		x	x				x		x	x	5
	Neptunia oleracea	ผักกระเฉด	ลอยน้ำ				x							1
Onagraceae	*Jussiaea linifolia*	เทียนนา	ชายน้ำ					x		x	x	x		4
	Jussiaea repens	แพงพวยน้ำ	ชายน้ำ								x			1
	Jussiaea suffruticosa	หญ้ารักนา	ชายน้ำ											
Parkeriaceae	*Ceratopteris thalictroides*	ผักกูดเขากวาง	ชายน้ำ											
Poaceae	*Brachiaria mutica*	หญ้าขน	ชายน้ำ		x	x								2
	Phragmites karka	แขม	ชายน้ำ					x						1
	Erianthus arundinaceus	พง	ชายน้ำ											
	Saccharum spontaneum	เลา	ชายน้ำ	x	x	x	x	x	x	x		x	x	9
	Saccharum sp.	พง	ชายน้ำ											
Pontederiaceae	*Eichornia crassipes*	ผักตบชวา	ลอยน้ำ		x						x			2
	Monochoria vaginaris	ขาเขียด	ชายน้ำ											
Rubiaceae	*Hedyotis corymbosa*	หญ้าลิ้นงู	ชายน้ำ						x				x	2
Scrophulariaceae	*Lindernia crustacea*	หญ้ากาบหอย	ชายน้ำ											
Zingiberaceae	*Costus speciosus*	เอื้องหมายนา	ชายน้ำ											
จำนวน (วงศ์)				3	4	5	3	5	8	5	5	8	6	14
จำนวนชนิด (ชนิด)				4	5	6	3	7	11	5	6	8	6	23

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554

ตารางที่ 5.2.5-13 วงศ์ และชนิดของพรรณไม้น้ำในแต่ละสถานี ครั้งที่ 4 (วันที่ 30-31 มีนาคม 2554)

วงศ์	ชื่อวิทยาศาสตร์	ชื่อไทย	ประเภท	สถานี										รวม
				Eco-01	Eco-02	Eco-03	Eco-04	Eco-05	Eco-06	Eco-07	Eco-08	Eco-09	Eco-10	
Amaranthaceae	*Alternanthera sessilis*	ผักเป็ด	ชายน้ำ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10
Araceae	*Colocasia esculenta*	บอน	ชายน้ำ											
Asteraceae	*Eclipta prostata*	กระเม็ง	ชายน้ำ	x		x		x	x	x	x	x		7
Campanulaceae	*Sphenoclea zeylanica*	ผักปอด	ชายน้ำ						x			x		2
Capparaceae	*Crateva magna*	กุ่มน้ำ	ชายน้ำ									x	x	2
Commelinaceae	*Commelina benghalensis*	ผักปราบใบกว้าง	ชายน้ำ											
	Commelina diffusa	ผักปราบใบแคบ	ชายน้ำ			x	x		x	x	x	x	x	7
Convolvulaceae	*Ipomoea aquatica*	ผักบุ้ง	ชายน้ำ		x			x			x	x	x	5
Cyperaceae	*Cyperus brevifolius*	กกตุ้มหูดอกเขียว	ชายน้ำ											
	Cyperus compactus	หญ้าใบคม	ชายน้ำ	x				x						2
	Cyperus difformis	กกขนาก	ชายน้ำ						x			x		2
	Cyperus halpan	กกนา	ชายน้ำ	x								x		2
	Cyperus iria	กกทราย	ชายน้ำ		x				x			x		3
	Cyperus pilosus	กกสามเหลี่ยมเล็ก	ชายน้ำ	x					x					2
	Cyperus rotundus	หญ้าแห้วหมู	ชายน้ำ	x										1
	Fimbristylis dichotoma	หญ้าหนวดปลาดุก	ชายน้ำ				x		x			x		3
	Fimbristylis miliacea	หญ้าหนวดแมว	ชายน้ำ	x		x		x						3
	Cyperus imbricatus	กกสามเหลี่ยมเล็ก	ชายน้ำ											
	Cyperus kyllingia	กกตุ้มหูดอกขาว	ชายน้ำ											
Hydrophyllaceae	*Hydrolea zeylanica*	ดีปลาไหล	ชายน้ำ						x					1
Lemnaceae	*Lemna perpusilla*	แหนเป็ดเล็ก	ลอยน้ำ											
Marsileaceae	*Marsilea crenata*	ผักแว่น	ชายน้ำ						x					1
Mimosaceae	*Mimosa pigra*	ไมยราบยักษ์	ชายน้ำ		x		x		x	x		x	x	6
	Neptunia oleracea	ผักกระเฉด	ลอยน้ำ				x							1
Onagraceae	*Jussiaea linifolia*	เทียนนา	ชายน้ำ	x	x			x	x	x	x	x	x	8
	Jussiaea repens	แพงพวยน้ำ	ชายน้ำ						x		x			2
	Jussiaea suffruticosa	หญ้ารักนา	ชายน้ำ											
Parkeriaceae	*Ceratopteris thalictroides*	ผักกูดเขากวาง	ชายน้ำ											
Poaceae	*Brachiaria mutica*	หญ้าขน	ชายน้ำ		x	x					x			3
	Phragmites karka	แขม	ชายน้ำ					x						1
	Erianthus arundinaceus	พง	ชายน้ำ											
	Saccharum spontaneum	เลา	ชายน้ำ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	10
	Saccharum sp.	พง	ชายน้ำ				x					x		2
Pontederiaceae	*Eichornia crassipes*	ผักตบชวา	ลอยน้ำ		x						x			2
	Monochoria vaginaris	ขาเขียด	ชายน้ำ											
Rubiaceae	*Hedyotis corymbosa*	หญ้าลิ้นงู	ชายน้ำ		x		x	x	x	x	x	x	x	8
Scrophulariaceae	*Lindernia crustacea*	หญ้ากาบหอย	ชายน้ำ											
Zingiberaceae	*Costus speciosus*	เอื้องหมายนา	ชายน้ำ											
จำนวน (วงศ์)				5	8	5	6	7	11	7	8	11	8	14
จำนวนชนิด (ชนิด)				9	9	6	8	9	15	7	10	15	8	26

ที่มา : มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2554

หมายเหตุ	Eco-01	คือ เหมืองแร่ทองคำ อัครา ไมนิ่ง	Eco-02	คือ	อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ
	Eco-03	คือ คลองส่งน้ำดงหลง	Eco-04	คือ	คลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น
	Eco-05-1	คือ บ่อน้ำหน้าตึก อบจ.เก่า เขาพนมพา	Eco-06	คือ	คลองตาลัด
	Eco-07	คือ คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู	Eco-08	คือ	คลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง
	Eco-09	คือ คลองล่าหมีตาย	Eco-10	คือ	คลองร่องกอก

ในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553) สำรวจพบพรรณไม้น้ำ 15 วงศ์ 23 ชนิด (**ตารางที่ 5.2.5-11**) ส่วนใหญ่เป็นพืชประเภทชายน้ำ 13 วงศ์ 21 ชนิด และพืชลอยน้ำ 2 วงศ์ 2 ชนิด พรรณไม้น้ำที่พบแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างในพื้นที่ศึกษามากกว่าชนิดอื่นๆ คือ เทียนนา (*Jussiaea linifolia*) ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) เลา (*Saccharum spontaneum*) พบกระจาย 10 8 และ 7 สถานี ตามลำดับ ส่วนพรรณไม้น้ำชนิดอื่นๆ พบกระจายออกไปตามจุดสำรวจต่างๆ แต่พบได้น้อยกว่า โดยพบพรรณไม้น้ำกลุ่มที่เป็นอาหารของมนุษย์ 6 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) บอน (*Colocasia esculenta*) ผักปราบใบแคบ (*Commelina diffusa*) ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatic*) ผักกระเฉด (*Neptunia oleracea*) ผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) พรรณไม้น้ำที่ใช้ทำยา 12 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) บอน (*Colocasia esculenta*) กระเม็ง (*Eclipta prostata*) กุ่มน้ำ (*Crateva magna*) ผักปราบใบกว้าง (*Commelina benghalensis*) ผักปราบใบแคบ (*Commelina diffus*) ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatic*) กกตุ้มหูดอกเขียว (*Cyperus brevifolius*) กกทราย (*Cyperus iria*) หญ้าแห้วหมู (*Cyperus rotundus*) หญ้าหนวดแมว (*Fimbristylis miliacea*) ผักกระเฉด (*Neptunia oleracea*) หญ้าลิ้นงู (*Hedyotis corymbosa*) พรรณไม้น้ำที่เป็นไม้ประดับ 3 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) หญ้าหนวดปลาดุก (*Fimbristylis dichotoma*) เอื้องหมายนา (*Costus speciosus*) พรรณไม้น้ำที่เป็นวัชพืชร้ายแรง 4 ชนิด คือ หญ้าหนวดปลาดุก (*Fimbristylis dichotoma*) หญ้าหนวดแมว (*Fimbristylis miliacea*) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) ผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) ซึ่งทั้ง 4 ชนิด มีการแพร่ระบาดในแหล่งน้ำได้อย่างรวดเร็ว และการกำจัดเป็นไปได้ยากและพบไม้น้ำต่างถิ่น 3 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) และผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) ซึ่งในปัจจุบันมีการแพร่กระจายไปตามแหล่งน้ำต่างๆ ทั่วประเทศ และเป็นปัญหาค่อนข้างมาก

สำหรับสถานีที่มีความหลากหลายของพรรณไม้น้ำมากที่สุด คือ สถานี บ่อน้ำหน้าตึก อบจ.เก่า (Eco-05) จำนวน 11 ชนิด สถานีคลองตาลัด (Eco-06) และสถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) จำนวนสถานีละ 10 ชนิดตามลำดับ

สำหรับฤดูหนาว (มกราคม 2554) สำรวจพบพรรณไม้น้ำ 14 วงศ์ 24 ชนิด (**ตารางที่ 5.2.5-12**) ส่วนใหญ่เป็นพืชประเภทชายน้ำ 13 วงศ์ 21 ชนิด และพืชลอยน้ำ 2 วงศ์ 2 ชนิด พรรณไม้น้ำที่พบแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างในพื้นที่ศึกษามากกว่าชนิดอื่นๆ คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) และเทียนนา (*Jussiaea linifolia*) พบ 8 สถานี รองลงมา คือ เลา (*Saccharum spontaneum*) พบ 7 สถานี ส่วนพรรณไม้น้ำชนิดอื่นๆ พบกระจายออกไปตามจุดสำรวจต่างๆ แต่พบได้น้อยกว่า โดยพบพรรณไม้

น้ำกลุ่มที่เป็นอาหารของมนุษย์ 9 ชนิด คือ ผักปอด (*Sphenoclea zeylanica*) ผักปราบใบแคบ (*Commelina diffusa*) ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatic*) ดีปลาไหล (*Hydrolea zeylanica*) ผักแว่น (*Marsilea crenata*) ผักกระเฉด (*Neptunia oleracea*) แพงพวยน้ำ (*Jussiaea repens*) ผักกูดเขากวาง (*Ceratopteris thalictroides*) ขาเขียด (*Monochoria vaginaris*) พรรณไม้น้ำที่ใช้ทำยา 16 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) บอน (*Colocasia esculenta*) กระเม็ง (*Eclipta prostata*) ผักปอด (*Crateva magna*) กุ่มน้ำ (*Crateva magna*) ผักปราบใบกว้าง (*Commelina benghalensis*) ผักปราบใบแคบ (*Commelina diffus*) ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatic*) กกตุ้มหู (*Cyperus brevifolius*) กกทราย (*Cyperus iria*) หญ้าแห้วหมู (*Cyperus rotundus*) หญ้าหนวดแมว (*Fimbristylis miliacea*) กกตุ้มหู (*Cyperus kyllingia*) ขาเขียด (*Monochoria vaginaris*) หญ้าลิ้นงู (*Hedyotis corymbosa*) เอื้องหมายนา (*Costus speciosus*) และพรรณไม้น้ำที่เป็นวัชพืชร้ายแรง 4 ชนิด คือ หญ้าหนวดปลาดุก (*Fimbristylis dichotoma*) หญ้าหนวดแมว (*Fimbristylis miliacea*) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) และผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) ซึ่งทั้ง 4 ชนิด มีการแพร่ระบาดในแหล่งน้ำได้อย่างรวดเร็ว และการกำจัดเป็นไปได้ยาก โดยพบพรรณไม้น้ำที่เป็นดัชนีสิ่งแวดล้อม 1 ชนิด คือ แหนเป็ดเล็ก (*Lemna perpusilla*) ซึ่งบ่งบอกถึงสภาพแหล่งน้ำค่อนข้างนิ่งหรือแหล่งน้ำนิ่ง และพบไม้น้ำต่างถิ่น 3 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) และผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) ซึ่งในปัจจุบันมีการแพร่กระจายไปตามแหล่งน้ำต่างๆ ทั่วประเทศ และเป็นปัญหาค่อนข้างมาก

สำหรับสถานีที่มีความหลากหลายของพรรณไม้น้ำมากที่สุด คือ สถานีคลองตาลัด (Eco-06) สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) และสถานีบ่อน้ำหน้าตึก อบจ. เก่า (Eco-05) จำนวน 11 8 และ 7 ชนิด ตามลำดับ

ฤดูร้อน (มีนาคม 2554) สำรวจพบพรรณไม้น้ำ 14 วงศ์ 33 ชนิด (**ตารางที่ 5.2.5-13**) ส่วนใหญ่เป็นพืชประเภทชายน้ำ 13 วงศ์ 23 ชนิด และพืชลอยน้ำ 2 วงศ์ 2 ชนิด พรรณไม้น้ำที่พบแพร่กระจายเป็นบริเวณกว้างในพื้นที่ศึกษามากกว่าชนิดอื่นๆ คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) และ เลา (*Saccharum spontaneum*) พบทุกสถานี รองลงมา คือ เทียนนา (*Jussiaea linifolia*) และหญ้าลิ้นงู (*Hedyotis corymbosa*) พบ 8 สถานี ส่วนพรรณไม้น้ำชนิดอื่นๆ พบกระจายตามจุดสำรวจต่างๆ โดยพบพรรณไม้น้ำที่เป็นอาหารของมนุษย์ 9 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) ผักปอด (*Sphenoclea zeylanica*) ผักปราบใบแคบ (*Commelina diffusa*) ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatic*) ดีปลาไหล (*Hydrolea zeylanica*) ผักแว่น (*Marsilea crenata*) ผักกระเฉด (*Neptunia oleracea*) แพงพวยน้ำ (*Jussiaea repens*) ผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) ขาเขียด (*Monochoria vaginaris*) พรรณไม้น้ำที่ใช้ทำยา 14 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) กระเม็ง (*Eclipta prostata*) ผักปอด (*Crateva magna*) กุ่มน้ำ (*Crateva magna*) ผักปราบใบแคบ (*Commelina diffus*) ผักบุ้ง (*Ipomoea aquatic*) กกทราย (*Cyperus iria*) หญ้าแห้วหมู (*Cyperus rotundus*) หญ้าหนวดแมว (*Fimbristylis miliacea*) ผักแว่น (*Marsilea crenata*) ผักกระเฉด

(*Neptunia oleracea*) แพงพวยน้ำ (*Jussiaea repens*) หญ้าลิ้นงู (*Hedyotis corymbosa*) และพรรณไม้น้ำที่เป็นวัชพืชร้ายแรง 4 ชนิด คือ หญ้าหนวดปลาดุก (*Fimbristylis dichotoma*) หญ้าหนวดแมว (*Fimbristylis miliacea*) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) และผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) ซึ่งทุกชนิดมีการแพร่ระบาดในแหล่งน้ำได้อย่างรวดเร็ว และการกำจัดเป็นไปได้ยาก พบไม้น้ำต่างถิ่น 3 ชนิด คือ ผักเป็ด (*Alternanthera sessilis*) ไมยราบยักษ์ (*Mimosa pigra*) และผักตบชวา (*Eichornia crassipes*) ซึ่งในปัจจุบันมีการแพร่กระจายไปตามแหล่งน้ำต่างๆ ทั่วประเทศ และเป็นปัญหาค่อนข้างมาก

สำหรับสถานีที่มีความหลากหลายของพรรณไม้น้ำมากที่สุด คือ สถานีคลองตาลัด (Eco-06) สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) สถานีละ 15 ชนิด และสถานี คลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) จำนวน 10 ชนิด ตามลำดับ

เนื่องจากลำน้ำในพื้นที่ศึกษาส่วนใหญ่เป็นแม่น้ำที่มีลำน้ำสาขาสั้นๆ มีพื้นที่รับน้ำน้อย และมีความลึกไม่มาก ชนิดพรรณไม้น้ำที่พบจึงเป็นชนิดที่พบได้ทั่วๆ ไป โดยจากการสำรวจ พบพรรณไม้น้ำประเภทชายน้ำมากกว่าประเภทอื่นๆ พรรณไม้น้ำที่พบแพร่กระจายเป็นวงกว้างในทุกฤดูกา ล คือ ผักเป็ดเทียนนา และเลา ซึ่งเป็นพืชชายน้ำทั้งหมด สถานีที่พบจำนวนชนิดของพรรณไม้น้ำมากที่สุด คือ สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) และ สถานีคลองตาลัด (Eco-06) จำนวนสถานีละ 15 ชนิด (มีนาคม 2554) และ สถานี คลองล่าหมีตาย (Eco-09) จำนวน 13 ชนิด (มิถุนายน 2553) ตามลำดับ ทั้งนี้เพราะ สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) และ สถานีคลองตาลัด (Eco-06) มีพื้นที่ท้องน้ำไม่ลาดชันนัก มีน้ำไหลเอื่อย มีพื้นที่ริมฝั่งที่มีสารอินทรีย์ที่มากับน้ำหลากปะปนอยู่ อีกทั้งเป็นที่โล่งแจ้งที่รับแสงได้เต็มที่ ด้วยเหตุดังกล่าวทำให้มีสภาพเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพรรณไม้น้ำเป็นอย่างมาก

สำหรับสถานีที่มีความแตกต่างของพรรณไม้น้ำน้อยที่สุด คือ สถานี Eco-04 (คลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น) ในครั้งที่ 3 (มกราคม 2554) สำรวจพบพรรณไม้น้ำเพียง 3 ชนิด คือ ผักปราบใบแคบ ผักกระเฉด และเลา โดยจุดเก็บตัวอย่างนิเวศอีกหนึ่งจุดที่เก็บในคลองสายยางรุ้งนี้ คือ บริเวณบ้านด่านช้าง (Eco-08) พบว่าในช่วงเวลาเดียวกัน สำรวจพบพรรณไม้น้ำ 6 ชนิด และมีเพียงชนิดเดียวที่มีพรรณไม้น้ำชนิดเดียวกับสถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) คือ ผักปราบใบแคบ

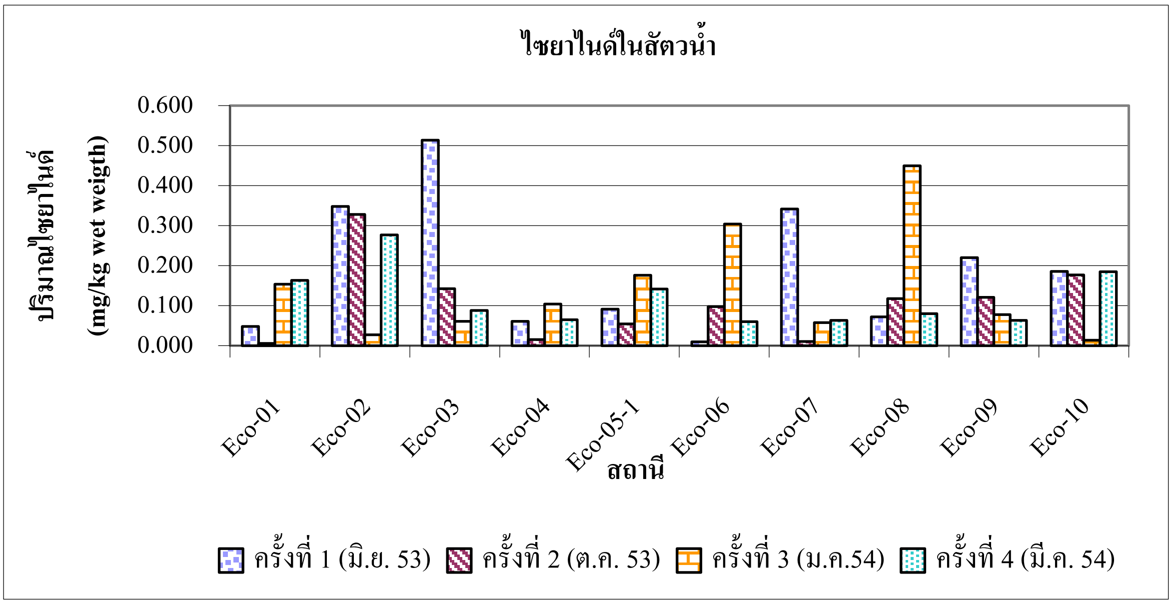
(5) ปริมาณสารตกค้าง

การวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างในสัตว์น้ำและพืชน้ำนั้น จากการสำรวจ พบว่า ปริมาณสัตว์น้ำและพืชน้ำในบางสถานีมีปริมาณน้อยมาก ดังนั้น การวิเคราะห์ปริมาณสารตกค้างในปลา และพรรณไม้น้ำที่รับประทานได้ จึงรวมชนิดปลา ที่แตกต่างกัน เช่น ปลาซิว ปลาสร้อย เป็นต้น และชนิดพรรณไม้น้ำหลายชนิดเพื่อให้มีปริมาณเพียงพอสำหรับการวิเคราะห์โดยวิธี METHOD 9010C & 9014 ซึ่งมีผลการวิเคราะห์ดังนี้

1) สารไซยาไนด์ในสัตว์น้ำ (ปลา)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารไซยาไนด์ที่ตกค้างในปลาในบริเวณจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 10 จุดในทุกฤดูกาล พบว่า มีปริมาณสารไซยาไนด์ตกค้างระหว่าง 0.006–0.514 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยสถานีที่มีค่าสูงสุดในครั้งที่ 1, 2, 3 และ 4 คือ สถานีคลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03) สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (Eco-02) สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) และสถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (Eco-02) ปริมาณเท่ากับ 0.514, 0.328, 0.450 และ 0.277 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ จาก**รูปที่ 5.2.5-14** พบว่า แนวโน้มการปนเปื้อนที่เหมือนกันมี 3 กลุ่ม ดังนี้

- กลุ่มที่ 1 ประกอบด้วยสถานี Eco-01 (บ่อเหมืองแร่ทองคำ อัครา ไมนิ่ง) สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) และ สถานี บ่อน้ำหน้าตึก อบจ .เก่า (Eco-05-1) โดยตรวจพบสารไซยาไนด์ในปลาน้อยที่สุดเดือนตุลาคม 2553 และพบมากที่สุดเดือนมกราคม 2554
- กลุ่มที่ 2 ประกอบด้วยสถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (Eco-02) และสถานีคลองร่องกอก (Eco-10) ตรวจพบสารไซยาไนด์ในปลาน้อยที่สุดเดือนมกราคม 2554 และมากที่สุดเดือนมิถุนายน 2553
- กลุ่มที่ 3 ประกอบด้วย สถานี คลองตาลัด (Eco-06) และ สถานี คลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) ตรวจพบ สารไซยาไนด์ใน ปลาน้อยที่สุด ในเดือนมิถุนายน 2553 และมากที่สุดเดือนมกราคม 2554



รูปที่ 5.2.5-14 ปริมาณไซยาไนด์ในปลา (mg/kg by wet weight)

คลองสายยางรุ้ง มีจุดเก็บตัวอย่าง 2 จุด คือ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) และ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) สภาพแวดล้อม และการใช้ประโยชน์ที่ดินโดยรอบเป็นแปลงเกษตรกรรม พบว่า สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) มีสารไซยาไนด์ตกค้างในปลาใกล้เคียงกับ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้าน จิตเสือเต้น (Eco-04) ยกเว้นเดือนตุลาคม 2553

มีปริมาณสารไซยาไนด์ตกค้าง ในปลา ปริมาณ 0.015 และ 0.118 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และเดือนมกราคม 2554 มีปริมาณสารไซยาไนด์ตกค้าง เท่ากับ 0.104 และ 0.450 มิลลิกรัม/กิโลกรัม แสดงว่า สองสถานีนี้มีแนวโน้มการปนเปื้อนในช่วงเดือนมกราคม 2554 มีค่าสูงสุด เนื่องจากมีตะกอนสารอินทรีย์อยู่ริมฝั่งน้ำหรือพื้นท้องน้ำซึ่งเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของปลา

ระดับปริมาณการปนเปื้อนสารไซยาไนด์ ที่เป็นพิษ (Lethal dose) ต่อมนุษย์ เท่ากับ 0.5–3.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ทั้ง 4 ฤดูกาล พบว่า มีเพียงครั้งเดียว ที่ปริมาณสารไซยาไนด์ในปลา มีปริมาณเท่ากับ 0.514 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนมิถุนายน 2553) บริเวณสถานีคลองส่งน้ำดงหลง (Eco-03) ซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานความเป็นพิษต่อมนุษย์เล็กน้อย

2) สารไซยาไนด์ในพืชน้ำ

การเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำที่เป็นอาหารของมนุษย์เพื่อนำมาวิเคราะห์ ในแต่ละครั้งไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้ครบทุกสถานี เนื่องจาก บางสถานีมีปริมาณไม่เพียงพอที่จะนำมาตรวจวิเคราะห์ได้ การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารไซยาไนด์ตกค้างในพืชน้ำ **(รูปที่ 5.2.5-15)** สรุปได้ดังนี้

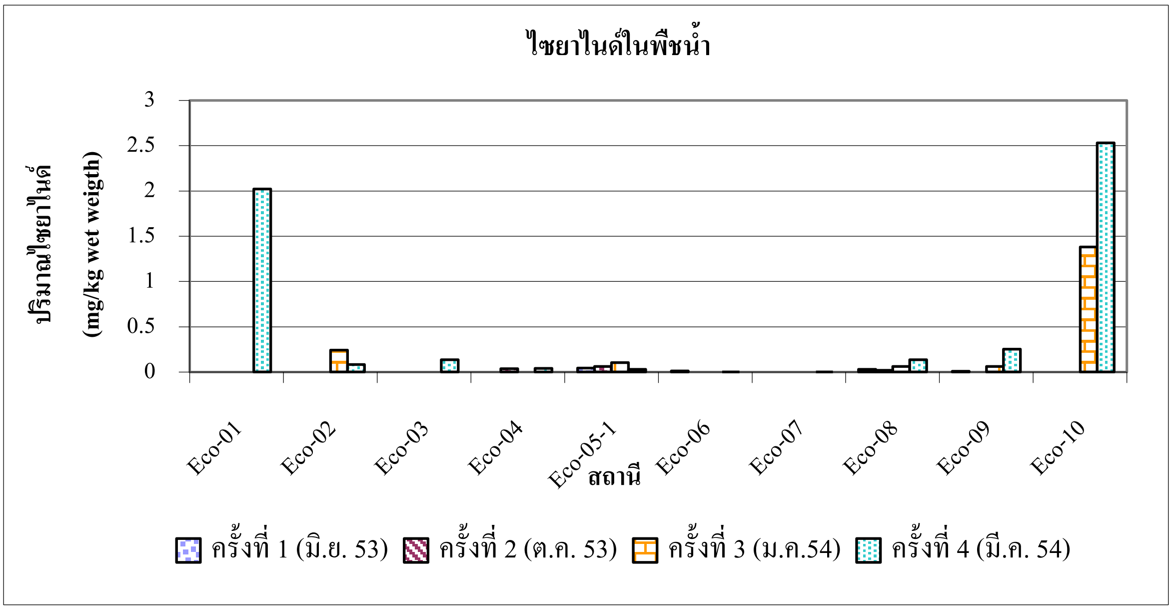
สถานีที่สามารถเก็บพืชน้ำรับประทานได้ เพื่อนำมาวิเคราะห์ จำนวน 4 ครั้ง มี 2 สถานี คือ สถานีบ่อน้ำหน้าตึก อบจ. เก่า (Eco-05-1) และ สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) โดยพบสารไซยาไนด์ในพืชมากที่สุด ช่วงฤดูหนาว (มกราคม 2554) เท่ากับ 0.102 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และฤดูร้อน (มีนาคม 2554) เท่ากับ 0.135 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

สถานีที่มีปริมาณสารไซยาไนด์ตกค้างมากที่สุด คือ สถานี คลองร่องกอก (Eco-10) มีปริมาณไซยาไนด์ในพืช ช่วงฤดูหนาว (มกราคม 2554) และฤดูร้อน (มีนาคม 2554) เท่ากับ 1.38 และ 2.530 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และสถานี เหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง (Eco-01) ช่วงฤดูหนาว (มกราคม 2554) เท่ากับ 2.020 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

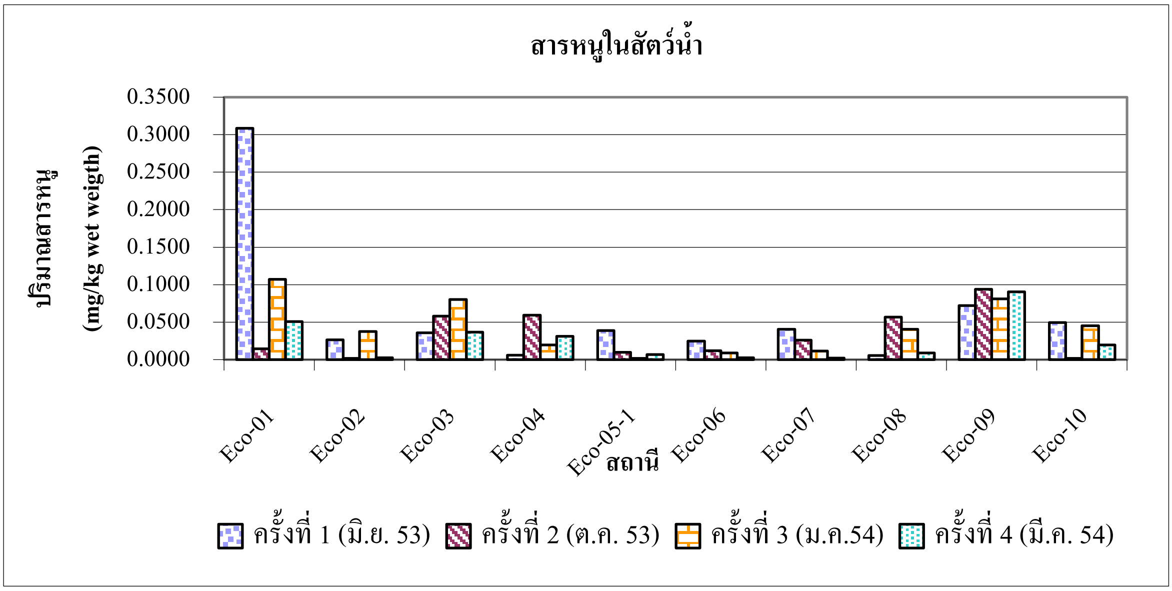
จากข้อมูลข้างต้น แสดงว่าสัตว์น้ำ และพืชน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณพื้นที่โครงการมีการปนเปื้อนไซยาไนด์ในบางฤดูกาล จึงควรนำไปผ่านความร้อนหรือปรุงสุกก่อนนำไปบริโภค

3) สารหนูในสัตว์น้ำ (ปลา)

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารหนูที่ตกค้างในปลาบริเวณจุดเก็บตัวอย่างทั้ง 10 สถานีของทุกฤดูกาล พบว่า มีปริมาณสารหนูตกค้างระหว่าง 0.015–0.3087 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยแต่ละครั้ง สถานีที่มีปริมาณสารหนูมากที่สุด คือ สถานี เหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง (Eco-01) ในช่วงต้นฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูร้อน มีปริมาณเท่ากับ 0.3087 0.1072 และ 0.0508 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ตามลำดับ และแหล่งน้ำสาธารณะที่ ตรวจพบสารหนูในสัตว์น้ำมากที่สุด คือ สถานี คลองล่าหมีตาย (Eco-09) ปริมาณเท่ากับ 0.0939 มิลลิกรัม/กิโลกรัม จาก**รูปที่ 5.2.5-16** พบว่ามีแนวโน้มการปนเปื้อนของสารหนูในสัตว์น้ำจำนวน 3 กลุ่ม ดังนี้



รูปที่ 5.2.5-15 ปริมาณไซยาไนด์ในพืช (mg/kg by wet weight)



รูปที่ 5.2.5-16 ปริมาณสารหนูในปลา (mg/kg by wet weight)

- กลุ่มที่ 1 สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ (Eco-02) และสถานีคลองร่องกอก (Eco-10) พบการปนเปื้อนของสารหนูในสัตว์น้ำน้อยที่สุดในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553) และมากที่สุดต้นฤดูฝน (มิถุนายน 2553)

- กลุ่มที่ 2 สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) และ สถานีคลองล่าหมีตาย (Eco-09) ตรวจพบสารหนูในสัตว์น้ำน้อยที่สุดในช่วงต้นฤดูฝน (มิถุนายน 2553) และมากที่สุดในช่วงปลายฤดูฝน (ตุลาคม 2553)

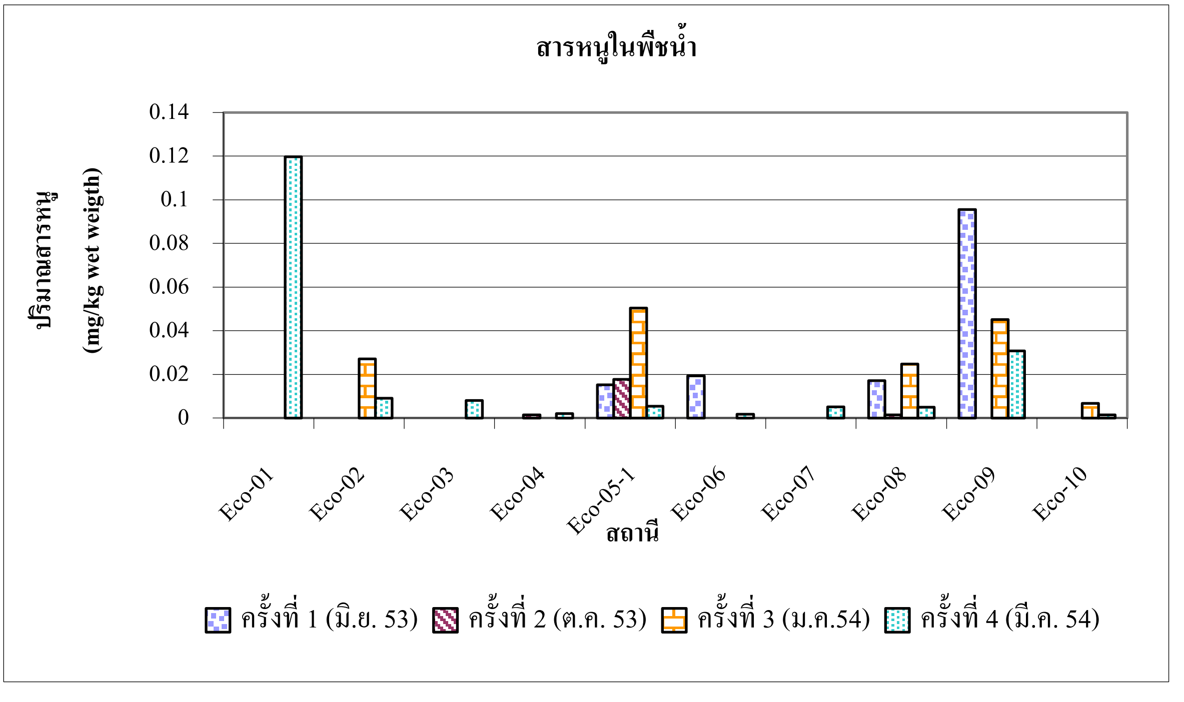
- กลุ่มที่ 3 มีสถานีคลองตาลัด (Eco-06) และ สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (Eco-07) ตรวจพบสารหนูในสัตว์น้ำน้อยที่สุดในฤดูร้อน (มีนาคม 2554) และมา กที่สุดต้นฤดูฝน (มิถุนายน 2553)

สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) มีปริมาณสารหนูตกค้างในปลามากกว่าสถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (Eco-04) เท่ากับ 0.0208 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และฤดูร้อน (มีนาคม 2554) มีปริมาณสารหนูในสัตว์น้ำ น้อยกว่า 0.0220 มิลลิกรัม /กิโลกรัม เนื่องจาก ฤดูหนาว (มกราคม 2554) มีตะกอนสารอินทรีย์อยู่ริมฝั่งน้ำหรือพื้นท้องน้ำซึ่งเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของปลา

สำหรับปริมาณการปนเปื้อนของสารหนูในอาหารปริมาณน้อยที่สุดที่สามารถทำให้คนตายได้ปริมาณ เท่ากับ 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งผลการวิเคราะห์ทั้ง 4 ครั้ง พบว่า ไม่มีสถานีใดที่มีปริมาณสารหนูในสัตว์น้ำเกินค่ามาตรฐาน

4) สารหนูในพืชน้ำ

การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารหนูในพืชน้ำ (**รูปที่ 5.2.5-17**) พบว่า สถานีที่ มีพืชน้ำที่รับประทานได้ในทุกฤดูกาล คือ สถานี บ่อน้ำหน้าตึก อบจ.เก่า (Eco-05-1) และสถานี คลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (Eco-08) ซึ่งสำหรับสถานีที่มีปริมาณสารหนูตกค้างมากที่สุดคือ สถานี คลองล่าหมีตาย (Eco-09) ซึ่งสามารถเก็บพืชน้ำเพียง 3 ครั้ง คือ ต้นฤดูฝน (มิถุนายน 2553) ฤดูหนาว (มกราคม 2554) และฤดูร้อน (มีนาคม 2554) โดยตรวจพบปริมาณสารหนูตกค้างในพืชน้ำเท่ากับ 0.0955 0.0452 และ 0.0308 มิลลิกรัม /กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่า ปริมาณสารหนูในอาหารน้อยที่สุด ที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์ คือ 2.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม



รูปที่ 5.2.5-17 ปริมาณสารหนูในพืชน้ำ (mg/kg by wet weight)

5.3 ผลการวิเคราะห์ด้านสุขภาพประชาชน

กิจกรรมการทำเหมือง แร่ทองคำ อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมแล ะต่อสุขภาพของชุมชนในพื้นที่โครงการและพื้นที่ใกล้เคียงได้ ซึ่งมีการร้องเรียนถึงการปนเปื้อนของสารหนูและไซยาไนด์ โดยชาวบ้านอ้างว่าเกิดจากการทำเหมืองแร่ทองคำ

นอกจากนี้ยังพบว่า ในพื้นที่ศึกษา คุณภาพสิ่งแวดล้อมอาจปนเปื้อนจากสารไซยาไนด์ ซึ่งสามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ได้รับสัมผัส โดยอันตรายจากการได้รับพิษไซยาไนด์ขึ้น กับหลายปัจจัย เช่น วิธีการรับสารพิษ ความเข้มข้น และรูปของสารประกอบ พิษของไซยาไนด์มักจะเป็นอาการแบบเฉียบพลัน ปัจจุบันยังไม่มีหลักฐานใดบ่งชี้ว่าไซยาไนด์เป็นสารก่อมะเร็ง สารก่อกลายพันธุ์ หรือเกิดการสะสมในสิ่งมีชีวิตและไม่มีการถ่ายทอดในห่วงโซ่อาหาร สำหรับสารหนูเป็นสารที่ผู้ได้รับสัมผัสมีโอกาสเสี่ยง ต่อการเจ็บป่วยและเป็นอันตราย ต่อสุขภาพ ทั้งที่เป็นมะเร็งและไม่ใช่มะเร็ง IRIS (1998) กำหนดให้ค่าอ้างอิง (Reference data) เมื่อพิจารณาอาการผิวดำผิดปกติ (Hyperpigmentation) เป็นตุ่ม (Keratosis) และอาจรวมถึงการมีปัญหาในระบบทางเดินเส้นเลือดร่วมด้วย (Vascular complication) เท่ากับ $3x10^{-4}$ มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน สารหนูถูกจัดให้เป็นสารก่อมะเร็งกลุ่มเอ โดยองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของอเมริกา (USEPA) จากการศึกษาในคน จำนวน 40,000 คน ที่ประเทศไต้หวัน พบว่าการรับสัมผัสสารหนู มีความสัมพันธ์กับการเป็นมะเร็งผิวหนัง โดยมีค่าความชัน (Slope) ของเส้นกราฟของความสัมพันธ์เท่ากับ 1.5 (มิลลิกรัม/กิโลกรัม/วัน)$^{-1}$ (IRIS, 1998) นอกจากนี้ ยังพบว่า การรับสัมผัสสารหนู ยังทำให้เกิดมะเร็งต่ออวัยวะภายใน เช่น มะเร็งปอด มะเร็งตับ มะเร็งไต และมะเร็งกระเพาะปัสสาวะ แต่ปัจจุบันข้อมูลยังไม่เพียงพอ ในการหาความสัมพัน ธ์เชิงเส้น (Dose response relationship) (IRIS, 1998)

ดังนั้น การศึกษาความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชาชน บริเวณรอบพื้นที่ศึกษาจึง เป็นประโยชน์อย่างยิ่ง เพื่อใช้ เป็นข้อมูลในการป้องกันและแก้ไขปัญหาผลกระทบต่างๆ รวมทั้งการติดตาม และตรวจสอบผลกระทบต่อไปในอนาคต

5.3.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

(1) ศึกษาและรวบรวมข้อมูลด้านสภาพปัญหาสุขภาพจากหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่และข้อมูลด้านการสัมผัสสารพิษของประชากรกลุ่มเสี่ยงในพื้นที่

(2) ประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพและเสนอแนะแนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหา รวมทั้งการติดตาม และตรวจสอบผลกระทบต่อสุขภาพด้านต่างๆ ของประชากรกลุ่มเสี่ยง

5.3.2 วิธีการศึกษา

(1) รวบรวมข้อมูลพื้นฐานด้านสภาพปัญหาสุขภาพจากหน่วยงานสาธารณสุขในพื้นที่ เช่น ข้อมูลการเจ็บป่วย ข้อมูลโรคที่ต้องเฝ้าระวัง โรคที่เจ็บป่วย การตายจากโรคต่างๆ จากสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ กระทรวงสาธารณสุข เพื่อใช้ประกอบการประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ

(2) รวบรวมข้อมูลจากการเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และนิเวศวิทยาทางน้ำ จากการศึกษาโครงการ

(3) รวบรวมข้อมูลทั่วไปของประชากรกลุ่มเสี่ยงด้านการใช้และสัมผัสสารเคมี ในอดีต โดยการใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลการใช้และสัมผัสสารเคมี

(4) การเก็บตัวอย่างเลือด และปัสสาวะ (สิ่งส่งตรวจ) เพื่อหาการสัมผัสสารประเภทไซยาไนด์ (CN^-) และสารหนู (Arsenic, As) โดยการสุ่มเก็บตัวอย่างเลือดและปัสสาวะในประชากรกลุ่มเสี่ยง รอบพื้นที่โครงการ พิจารณาจากที่อยู่อาศัยที่อยู่ในแนว ทิศทางการไหลของน้ำใต้ดิน และผู้ที่ทำงานในพื้นที่เหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง จำกัด รวมจำนวน 46 คน ดัง**รูปที่ 5.3.2-1**

(5) ส่งสิ่งส่งตรวจทั้งหมด ไปวิเคราะห์หาสารตกค้าง ที่ศูนย์พิษวิทยา คณะแพทยศาสตร์ รามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

(6) ผลการตรวจวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามและข้อมูลทุติยภูมิ จะนำมาประกอบในการวิเคราะห์และประเมินความเสี่ยงทางสุขภาพ และจัดทำข้อเสนอแนะ แนวทางการป้องกันและแก้ไขปัญหา รวมทั้งการติดตามตรวจสอบผลกระทบสุขภาพต่างๆ ของประชากรกลุ่มเสี่ยง

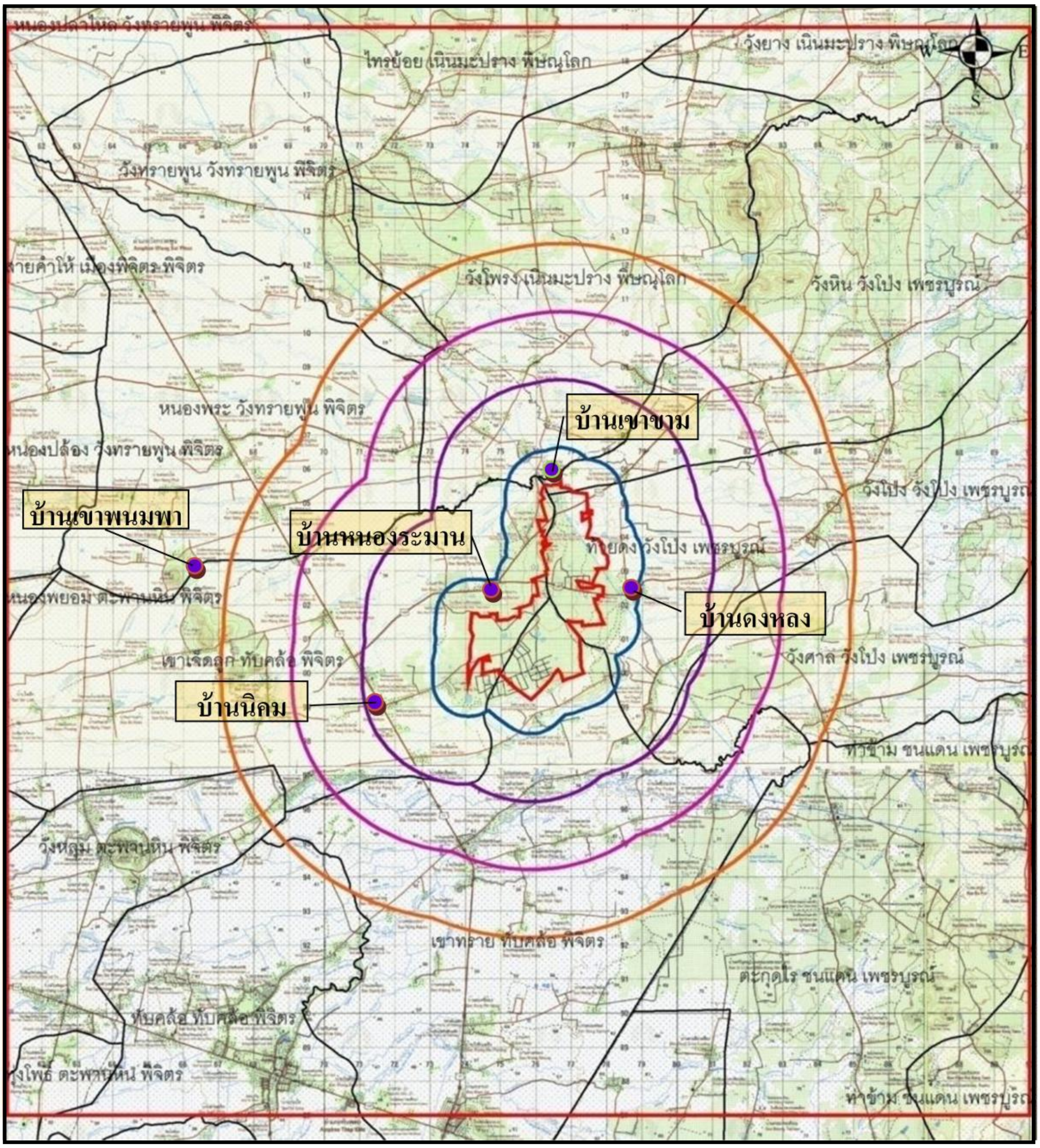
5.3.3 วิธีการเก็บตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ

การเก็บตัวอย่างสิ่งส่งตรวจเพื่อหาความเสี่ยงต่อการสัมผัสสารประเภทไซยาไนด์ (CN^-) และสารหนู (Arsenic, As) (**รูปที่ 5.3.3-1**) ดังนี้

(1) เก็บตัวอย่างเลือด เพื่อ ตรวจหาการสัมผัสสารไซยาไนด์ โดยเจาะเลือดด้วย Syringe และเก็บใส่ในหลอดแก้วที่เคลือบด้วย EDTA ตัวอย่างละ 3 ซีซี ปิดฝาให้แน่น และรักษาความเย็นที่ 4 องศาเซลเซียส ด้วยน้ำแข็งหรือ Cold pad โดยไม่ให้หลอด EDTA สัมผัสกับน้ำแข็ง

(2) เก็บตัวอย่างปัสสาวะ เพื่อตรวจหาการสัมผัสสารหนู (As) โดยปัสสาวะ ใส่ในขวดพลาสติกสะอาด ตัวอย่างละ 30 ซีซี และเก็บรักษาที่ความเย็นต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส ด้วยน้ำแข็งหรือ Cold pad ซี โดยไม่ให้สัมผัสกับขวดพลาสติกโดยตรง

(3) นำตัวอย่างเลือดและปัสสาวะส่งห้องปฏิบัติการของศูนย์พิษวิทยา คณะแพทยศาสตร์ รามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล เพื่อตรวจวิเคราะห์เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารไซยาไนด์ และสารหนู



รูปที่ 5.3.2-1 พื้นที่โครงการและรัศมีโดยรอบที่ทำการสุ่มเก็บตัวอย่าง

1. ลงทะเบียน และทำแบบสอบถาม

2. ถ่ายรูปลำดับหมายเลขของอาสาสมัคร

3. กรอกลำดับ และชื่อ-สกุลติดข้างสิ่งส่งตรวจ

4. เจาะเลือด 3 ซี.ซี.

5. ตัวอย่างเลือด ก่อนส่งห้อง LIS

6. ตัวอย่างปัสสาวะ ก่อนส่งห้อง LIS

รูปที่ 5.3.3-1 ลำดับขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเลือดและปัสสาวะ

5.3.4 การดำเนินการเก็บตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ

ดำเนินการเก็บตัวอย่างเลือดและปัสสาวะของอาสาสมัคร จำนวน 35 คน ประกอบด้วย ชาวบ้าน 29 คน และเจ้าหน้าที่เหมือง 6 คน (**ตารางที่ 5.3.4-1**) ในวันที่ 21 มีนาคม 2554 ณ โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพ ประจำตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร เวลา 10.30 น.–16.30 น. โดยมีเจ้าหน้าที่พยาบาลประจำโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลเขาเจ็ดลูก 1 คน และเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลทับคล้อ 1 คน เป็นผู้ทำการเจาะเลือด และเจ้าหน้าที่ผู้ช่วยอีก 2 คน ทำการส่ง ตัวอย่าง วิเคราะห์ที่หน่วยพิษวิทยา โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้ พบว่า บางตัวอย่างมีค่าสูงแตกต่างจากกลุ่มตัวอย่างมาก เพื่อเป็นการตรวจสอบข้อมูล และยืนยันผลการวิเคราะห์ จึงได้ทำการเก็บข้อมูลซ้ำ บุคคลดังกล่าวอีกครั้งในวั นที่ 4 สิงหาคม 2554 จำนวน 6 คน นอกจากนี้มีอาสาสมัครเพิ่มอีก จำนวน 11 คน และทำการส่งตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์ที่หน่วยพิษวิทยา โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล สรุปดำเนินการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 46 คน 52 ตัวอย่าง

ในการสุ่มเก็บตัวอย่างนี้ ได้ทำการสุ่มเก็บจากอาสาสมัครในพื้นที่ และเก็บข้อมูลตามแบบสอบถาม ดัง**ภาคผนวก ฏ**

5.3.5 การศึกษาความเสี่ยงสุขภาพจากการสัมผัสสาร

การประเมินผลความเสี่ยงสุขภาพเชิงปริมาณ (Quantitative health risk assessment) ของประชาชนในชุมชนที่อยู่ใกล้เคียงเหมืองแร่ทองคำ และพนักงานของเหมืองแร่ที่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสมลสาร จะใช้การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัย เพื่อให้ทราบถึงระดับความเสี่ยงและอันตรายที่จะเกิดขึ้น

การประเมินการได้รับสารจากทุกทาง (Route) ทางหลักที่มนุษย์ได้รับจากสิ่งแวดล้อมมี 3 ทาง คือ การได้รับสารทางปาก จากการหายใจ และการดูดซึมผ่านผิวหนัง การได้รับสารทางปากนอกจากจะได้รับสารที่ปนเปื้อนในอาหารและน้ำดื่มแล้ว ยังได้รับจากการบริโภคดินซึ่งเราได้รับโดยไม่ตั้งใจ เช่น การเช็ดปากด้วยมือที่เปื้อนดิน การบริโภคผักผลไม้ที่เปื้อนดิน ในการประเมิน จำเป็นต้องทราบความเข้มข้นของสารเคมีในอาหาร น้ำดื่ม อากาศ และดิน เพื่อทราบความเข้มข้นที่อาจเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลา โดยมีค่าต่างๆ ที่ใช้ในการประเมิน ดังนี้

- CDI (Chronic daily intake) คือ ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารที่ได้รับในแต่ละวัน มีหน่วยเป็นมิลลิกรัม/กิโลกรัมน้ำหนักตัว/วัน
- CDI คือ Total dose/(Body weight x Atn)
- Total dose คือ Concentration x Daily intake x EFr x EDtot x % Abs
- Daily intake คือ ปริมาณอากาศ น้ำดื่ม ดิน หรืออาหารที่มนุษย์ปกติบริโภคในแต่ละวัน

- % Abs คือ ร้อยละของการดูดซึมสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย โดยทั่วไปถ้าไม่มีข้อมูลการดูดซึมของสารเคมีใด ให้ใช้ 100% เป็น Default value ในการคำนวณ

ตารางที่ 5.3.4-1 ข้อมูลเบื้องต้นกลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมเก็บตัวอย่างเลือดและปัสสาวะ วันที่ 21 มีนาคม 2554 และวันที่ 4 สิงหาคม 2554

กลุ่มตัวอย่างเสี่ยง	พื้นที่ศึกษา	จำนวนผู้เข้าตรวจ (คน)		
		ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ซ้ำ
1. บ้านดงหลง	ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์	5	2	2
2. บ้านเขาขาม	ต.วังโพรง อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก (ทิศเหนือของเหมือง)	4	-	
3. บ้านหนองระมาน	ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร (ทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเหมือง)	8	7	2
4. บ้านนิคม	ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร (ทิศตะวันตกของเหมือง)	-	6	
5. บ้านสายยางรุ้ง	ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร (ทิศใต้ของเหมือง)	3	-	
6. บ้านวังแดง	ต.วังศาล อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์ (ทิศตะวันออกเฉียงใต้)	3		
7. บ้านคลองร่องกอก	ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร (ทิศตะวันตกเฉียงใต้ของเหมือง)	3		
8. บ้านเขาพนมพา	ต.วังโพรง อ.วังทรายพูน จ.พิจิตร (ทิศตะวันตกของเหมือง)	3	1	1
9. เจ้าหน้าที่เหมือง	เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานในพื้นที่เหมือง	6	1	1
รวม		**35**	**17**	**6**
จำนวนสุทธิ		**46**		

สำหรับการวิเคราะห์ในการศึกษาครั้งนี้ ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารที่ได้รับจากการบริโภคในแต่ละวัน เฉพาะทางน้ำดื่มเท่านั้น เนื่องจากข้อมูลการปนเปื้อนในอาหารและดิน ยังมีข้อมูลไม่เพียงพอในการวิเคราะห์

(1) การคำนวณความเสี่ยงหรือโอกาสที่จะเกิดพิษในประชาชนจากการได้รับสารเคมี

1) กรณีสารไม่ก่อมะเร็ง (Non-carcinogen)

โดยการคำนวณหา Hazard Quotient (HQ) และถ้า HQ มีค่าน้อยกว่า 1 หมายความว่าการปนเปื้อนของสารเคมี ยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค

$$HQ = CDI / RfD$$

2) กรณีสารก่อมะเร็ง (Carcinogen)

สามารถคำนวณ ได้จากสมการ

$$Risk = CPS \times CDI$$

สามารถคำนวณค่าความเสี่ยง (Risk) จากการได้รับสารก่อมะเร็งจากปริมาณสารที่ได้รับทุกวัน (CDI) ถ้า Risk ที่คำนวณได้เกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ ซึ่งโดยปกติหน่วยงานต่างๆ จะกำหนด Risk ไว้ที่ 10^{-6} ต้องดำเนินการแก้ไข

(2) การประเมินความเสี่ยงสุขภาพ

สำหรับการประเมินความเสี่ยงสุขภาพ จะทำการศึกษาสารเคมีที่ตรวจพบในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดินที่มีปริมาณค่อนข้างสูง ได้แก่ สารหนู โดยผลการตรวจวัดปริมาณสารหนูในน้ำใต้ดินในปี พ.ศ. 2553-2554 มีปริมาณสารหนู < 0.0005-0.039 หรือค่าเฉลี่ย 0.0022 มิลลิกรัม/ลิตร

พารามิเตอร์และค่าของแต่ละพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณในขั้นตอนการประเมินความเสี่ยงแสดงดัง**ตารางที่ 5.3.5-1** โดยข้อมูลที่ได้จากการศึกษาความเสี่ยงสุขภาพเชิงปริมาณและข้อมูลความเสี่ยงสุขภาพจากการสุ่มเก็บตัวอย่างเลือดและปัสสาวะจะนำมาประกอบการประเมินความเสี่ยงสุขภาพต่อไป

ตารางที่ 5.3.5-1 ค่าที่ใช้ในการคำนวณค่าความปลอดภัยของสารหนูของพื้นที่ศึกษา

สัญลักษณ์ ตัวแปร	พารามิเตอร์ หน่วย	ค่าที่ใช้ในการคำนวณ	
		ความหมาย	ค่าที่ใช้ในการคำนวณ*
Cw	มิลลิกรัม/ลิตร	ความเข้มข้นเฉลี่ยของสิ่งคุกคาม	ค่าความเข้มข้นจากการตรวจวิเคราะห์สารหนูจากน้ำใต้ดินเฉลี่ย = 0.0022
IRW	ลิตร/วัน	ปริมาณน้ำที่ดื่ม	ผู้ใหญ่ 2
ED	ปี	ระยะเวลาที่สัมผัส	ผู้ใหญ่ 30
EFr	วัน/ปี	ความถี่ของการสัมผัส	365
Abs		สัดส่วนของ inorganic arsenic ที่ถูกดูดซึมจากระบบทางเดินอาหาร	1
BW	กิโลกรัม	น้ำหนักของร่างกาย	ผู้ใหญ่ 60
AT	วัน	ระยะเวลาที่ใช้ในการเฉลี่ย	25,550
CPS (Carcinogen slope factor)	(มก./กก.-วัน)	ตัวแปรในการคำนวณความเสี่ยง	สารหนู = 1.5
RfDo	(มก./กก.-วัน)	Reference dose โดยการกิน	สารหนู = 3×10^{-4}

5.3.6 ผลการศึกษา

(1) ด้านสถานะสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ศึกษา

การศึกษาทางด้านสถานะสุขภาพ ได้สำรวจและรวบรวมข้อมูลทางด้านสาธารณสุขในช่วงปี พ.ศ. 2553 จากโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลต่างๆ ที่อยู่ในเขตพื้นที่ศึกษา และสำนักงานสาธารณสุขอำเภอต่างๆ สรุปได้ดังนี้

จากข้อมูลสถิติภาวะความเจ็บป่วยของประชาชนในเขตพื้นที่รับผิดชอบของโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเขาเจ็ดลูก ปี 2551-2553 (**ตารางที่ 5.3.6-1**) พบว่า ปี 2551 โรคที่พบมากที่สุด คือ โรคระบบหายใจ (ร้อยละ 22.81) รองลงมา คือ อาการแสดงและสิ่งผิดปกติที่พบได้จากการตรวจทางคลินิกและทางห้องปฏิบัติการที่ไม่สามารถจำแนกโรคในกลุ่มอื่นได้ (ร้อยละ 18.11) ในปี 2552 โรคที่พบมากที่สุด คือ โรคระบบหายใจ (ร้อยละ 19.83) รองลงมา คือ สาเหตุจากภายนอกอื่นๆ ที่ทำให้ป่วยหรือตาย (ร้อยละ 18.00) และในปี 2553 โรคที่พบมากที่สุด คือ สาเหตุจากภายนอกอื่นๆ ที่ทำให้ป่วยหรือตาย (ร้อยละ 22.87) รองลงมา คือ โรคระบบหายใจ(ร้อยละ 17.71)

สำหรับโรคที่ต้องเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาของอำเภอทับคล้อ ในปี 2552 พบว่า โรคที่พบสูงสุดได้แก่ โรคอุจจาระร่วง อัตรา 1,618.69 ต่อแสนประชากร รองลงมาได้แก่ โรคไข้เลือดออก อัตรา 306.24 ต่อแสนประชากร ตามมาด้วย โรคตาแดง อัตรา 185.93 ต่อแสนประชากร (**ตารางที่ 5.3.6-2**)

ตารางที่ 5.3.6-1 รายงานผู้ป่วยนอกตามสาเหตุ 21 กลุ่มโรค โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร

ที่	กลุ่มโรค	ข้อมูลปี 2551		ข้อมูลปี 2552	
		จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
1	โรคติดเชื้อและปรสิต	299	3.29	196	2.04
2	เนื้องอก (รวมมะเร็ง)	40	0.44	66	0.69
3	โรคเลือดและอวัยวะสร้างเลือด/ความผิดปกติเกี่ยวกับภูมิคุ้มกัน	3	0.03	1	0.01
4	โรคเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อโภชนาการและเมตะบอลิซึม	943	10.38	1,027	10.71
5	ภาวะแปรปรวนทางจิตและพฤติกรรม	87	0.96	77	0.80
6	โรคระบบประสาท	70	0.77	92	0.96
7	โรคตารวมส่วนประกอบของตา	151	1.66	129	1.35
8	โรคหูและปุ่มกกหู	42	0.46	27	0.28
9	โรคระบบไหลเวียนเลือด	1,028	11.32	1,373	14.32
10	โรคระบบหายใจ	2,072	22.81	1,901	19.83
11	โรคระบบย่อยอาหาร รวมโรคในช่องปาก	284	3.13	254	2.65
12	โรคผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง	274	3.02	276	2.88
13	โรคกล้ามเนื้อ รวมโครงร่างและเนื้อยึดเสริม	612	6.74	665	6.94
14	โรคระบบสืบพันธ์ร่วมปัสสาวะ	30	0.33	47	0.49
15	ภาวะแทรกในการตั้งครรภ์การคลอดและระยะหลังคลอด	10	0.11	8	0.08
16	ภาวะผิดปกติของทารกที่เกิดขึ้นในระยะปริกำเนิด	0	0.00	0	0.00
17	รูปร่างผิดปกติแต่กำเนิดการพิการจนผิดรูปแต่กำเนิด และโครโมโซมผิดปกติ	0	0.00	3	0.03
18	อาการ,อาการแสดงและสิ่งผิดปกติที่พบได้จากการตรวจทางคลินิกและทางห้องปฏิบัติการที่ไม่สามารถจำแนกโรคในกลุ่มอื่นได้	1,645	18.11	1,503	15.68
19	การเป็นพิษและผลที่ตามมา	22	0.24	72	0.75
20	อุบัติเหตุจากการขนส่ง และผลที่ตามมา	210	2.31	155	1.62
21	สาเหตุจากภายนอกอื่นๆ ที่ทำให้ป่วยหรือตาย	1,263	13.90	1,726	18.00
รวม		**9,085**	**100.0**	**9,598**	**100.0**

ที่มา : โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลเขาเจ็ดลูก, 2553

ตารางที่ 5.3.6-1 (ต่อ)

ที่	กลุ่มโรค	ข้อมูลปี 2553	
		จำนวน	ร้อยละ
1	โรคติดเชื้อและปรสิต	92	2.41
2	เนื้องอก (รวมมะเร็ง)	14	0.37
3	โรคเลือดและอวัยวะสร้างเลือด/ความผิดปกติเกี่ยวกับภูมิคุ้มกัน	0	0.00
4	โรคเกี่ยวกับต่อมไร้ท่อโภชนาการและเมตะบอลิซึม	427	11.19
5	ภาวะแปรปรวนทางจิตและพฤติกรรม	33	0.86
6	โรคระบบประสาท	24	0.63
7	โรคตารวมส่วนประกอบของตา	59	1.55
8	โรคหูและปุ่มกกหู	7	0.18
9	โรคระบบไหลเวียนเลือด	627	16.43
10	โรคระบบหายใจ	676	17.71
11	โรคระบบย่อยอาหาร รวมโรคในช่องปาก	83	2.17
12	โรคผิวหนังและเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง	55	1.44
13	โรคกล้ามเนื้อ รวมโครงร่างและเนื้อยึดเสริม	277	7.26
14	โรคระบบสืบพันธ์ร่วมปัสสาวะ	15	0.39
15	ภาวะแทรกในการตั้งครรภ์การคลอดและระยะหลังคลอด	2	0.05
16	ภาวะผิดปกติของทารกที่เกิดขึ้นในระยะปริกำเนิด	1	0.03
17	รูปร่างผิดปกติแต่กำเนิดการพิการจนผิดรูปแต่กำเนิด และโครโมโซมผิดปกติ	1	0.03
18	อาการ ,อาการแสดงและสิ่งผิดปกติที่พบได้จากการตรวจทางคลินิกและทางห้องปฏิบัติการที่ไม่สามารถจำแนกโรคในกลุ่มอื่นได้	530	13.89
19	การเป็นพิษและผลที่ตามมา	11	0.29
20	อุบัติเหตุจากการขนส่ง และผลที่ตามมา	10	0.26
21	สาเหตุจากภายนอกอื่นๆ ที่ทำให้ป่วยหรือตาย	873	22.87
	รวม	**3,817**	**100.0**

ที่มา : โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบลเขาเจ็ดลูก, 2553

ตารางที่ 5.3.6-2 โรคที่ต้องเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาของอำเภอทับคล้อ 10 อันดับแรก ปี 2552

โรค	จำนวนผู้ป่วย	อัตราป่วยต่อประชากรแสนคน
อุจจาระร่วง	740	1618.69
ไข้เลือดออก	140	306.24
โรคตาแดง	85	185.93
วัณโรคปอด	70	153.12
ไข้หวัดใหญ่	48	105.00
ปอดบวม	42	91.87
อาหารเป็นพิษ	39	85.31
สุกใส	29	63.44
อุบัติเหตุจราจร	14	30.62
ไข้หรือไข้ไม่ทราบฯ	9	19.69

ที่มา: สำนักงานสาธารณสุขอำเภอทับคล้อ, 2552

ตารางที่ 5.3.6-3 โรคที่ต้องเฝ้าระวังทางระบาดวิทยาของอำเภอวังทรายพูน 10 อันดับแรก ปี 2553

โรค	จำนวนผู้ป่วย	อัตราป่วยต่อประชากรแสนคน
โรคอุจจาระร่วง	951	3,748.23
อาหารเป็นพิษ	126	496.61
โรคปอดบวม	112	441.43
งูสวัด	48	189.18
โรคไข้อีสุกอีใส	35	137.95
โรคตาแดง	13	51.24
วัณโรค	9	35.47
วัณโรคปอด	7	27.59
วัณโรคอวัยวะอื่น	2	7.88
กินยาพิษ	9	35.47

ที่มา: สำนักงานสาธารณสุขอำเภอวังทรายพูน, 2553

ขณะที่อำเภอวังทรายพูน ในปี 2553 พบว่าโรคที่พบสูงสุดได้แก่ โรคอุจจาระร่วง อัตรา 3,748.23 ต่อแสนประชากร รองลงมาได้แก่ อาหารเป็นพิษ อัตรา 496.61 ต่อแสนประชากร ตามมาด้วยโรคปอดบวม อัตรา 441.43 ต่อแสนประชากร (**ตารางที่ 5.3.6-3**)

(2) ผลการสำรวจข้อมูลทั่วไปของประชากรกลุ่มเสี่ยงด้านการใช้และการสัมผัสสารเคมี

ผลการศึกษาข้อมูลกลุ่มเสี่ยงด้านการใช้และการสัมผัสสารเคมี จำนวน 46 คน สรุปไว้ใน **ภาคผนวก ฎ** โดยกลุ่มเสี่ยงเป็นหญิงร้อยละ 63.4 และเป็นชาย ร้อยละ 36.96 ส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 41-80 ปี (ร้อยละ 69.57) ในด้านประวัติการศึกษาพบว่าส่วนใหญ่จบระดับประถมศึกษา ร้อยละ 52.17 รองลงมาจบมัธยมศึกษาตอนต้น ร้อยละ 13.04 และไม่ได้เรียนหนังสือ ร้อยละ 10.87 การประกอบอาชีพนั้น พบว่าส่วนใหญ่เป็นเกษตรกร ร้อยละ 41.30 รองลงมา คือการรับจ้าง ร้อยละ 23.91 และเป็นพนักงานบริษัท ร้อยละ 10.87

ด้านภาวะสุขภาพ พบว่า ส่วนใหญ่เจ็บป่วยมีโรคประจำตัว (โรครูมะตอย ความดันโลหิตสูง ไมเกรน ไขมันในเส้นเลือด อัมพฤกษ์ ตับแข็ง หอบหืด ปวดหลัง ผื่นคัน เบาหวาน เป็นต้น) ร้อยละ 47.83 และไม่มีการเจ็บป่วย ร้อยละ 43.48 การบริโภคน้ำ ส่วนใหญ่จะดื่มน้ำบรรจุถัง ร้ อยละ 73.91 รองลงมา ดื่มน้ำอื่นๆ ที่มี ร้อยละ 10.87 และดื่มน้ำบาดาล ร้อยละ 8.70 โดยลักษณะน้ำบาดาลส่วนใหญ่จะใส ร้อยละ 50.98 รองลงมามีลักษณะขุ่น มีตะกอน (สนิมสีแดง มีตะกอนสีดำ) ร้อยละ 17.65 และไม่ระบุ ร้อยละ 15.69 อาหารที่รับประทานมาก ได้แก่ หน่อไม้ ร้อยละ 66.67 รองลงมาเป็นมันสำปะหลังและไม่ระบุประเภท อย่างละ ร้อยละ 14.81 และมีระบุว่ามีการรับประทานอาหารอื่นที่อาจเปื้อนสารไซยาไนด์ ร้อยละ 3.70 ด้วย นอกจากนี้พบว่าส่วนใหญ่ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 71.74 รวมทั้งครอบครัวก็ไม่สูบบุหรี่ ร้อยละ 54.35 และมีโอกาสสัมผัสสูดดมควันบุหรี่ นานๆ ครั้ง ร้อยละ 56.52 รองลงมาสัมผัสทุกวัน ร้อยละ 21.74 และส่วนใหญ่ไม่ระบุว่ามีการกินอาหารทะเลภายใน 24 ชั่วโมงก่อนการเจาะเลือด ร้อยละ 63.04 แต่มีร้อยละ 36.96 ที่ระบุว่าใช่ นอกจากนี้ประวัติการกินยาแก้ปวด ยาลดไข้ ยาลดน้ำมูกที่ผ่านมา 3 วันก่อนการเจาะเลือด พบว่าไม่ระบุว่ามีการกินยาดังกล่าว ร้อยละ 71.74 มีการกินยาแก้ปวดลดไข้ ร้อยละ 17.39 และยาลดความดัน ร้อยละ 8.70

ในด้านการใช้สารเคมีในการเกษตร พบว่าส่วนใหญ่ของกลุ่มเสี่ยงไม่ใช้ปุ๋ยเคมี ร้อยละ 56.52 และมีใช้เพียงร้อยละ 39.13 และส่วนใหญ่ไม่ใช้ยาปราบศัตรูพืช ร้อยละ 52.17 และมีใช้เพียงร้อยละ 39.13

(3) ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างสิ่งส่งตรวจในกลุ่มเสี่ยง

จากการสุ่มตรวจในกลุ่มอาสาสมัครที่อาศัยในบริเวณพื้นที่ต่างๆ ประกอบด้วย อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ จำนวน 46 คน มีช่วงอายุ 16-79 ปี อายุเฉลี่ย 56 ปี เพื่อใช้เป็นข้อมูลประกอบการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพและการติดตามตรวจสอบผลกระทบสุขภาพในประชากรกลุ่มเสี่ยงนั้น ในการเก็บตัวอย่ างได้ดำเนินการ

โดยเจ้าหน้าที่โรงพยาบาลทับคล้อ จังหวัดพิจิตร ทำการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจหาปริมาณไซยาไนด์ พร้อมกับการเก็บตัวอย่างปัสสาวะเพื่อหาปริมาณสารหนูในปัสสาวะ และส่งวิเคราะห์ที่ศูนย์พิษวิทยา โรงพยาบาลรามาธิบดีนั้น สามารถสรุปผลการตรวจหาปริมาณสารไซยาไ นด์และสารหนู ดัง **ตารางที่ 5.3.6-4** และ **ตารางที่ 5.3.6-5** ซึ่งพบว่ากลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีปริมาณสารไซยาไนด์สะสมในร่างกายไม่เกินค่ามาตรฐาน และค่าเฉลี่ยที่พบ (0.375 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) ไม่เกินค่ามาตรฐาน (> 1.0 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) และค่าพิสัยเท่ากับ 0.11-1.04 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร อย่างไรก็ตาม พบว่ามีประชากรเสี่ยงจำนวน 2 ราย ที่มีค่าสารไซยาไนด์เกินมาตรฐาน (พบปริมาณ 1.56 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และ 1.10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร ซึ่งอยู่ในหมู่ 3 บ้านหนองระมาน ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร)

สำหรับการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณ สารหนูสะสมในร่างกาย พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีค่าสารหนูเฉลี่ย 33.34 ไมโครกรัม /กรัม ไม่เกินค่ามาตรฐานที่ทำให้เกิดพิษ (Toxic concentration) (50 ไมโครกรัม/กรัม) และมีค่าพิสัยเท่ากับ <3.70-86.0 ไมโครกรัม/กรัม อย่างไรก็ตาม พบว่า มีกลุ่มตัวอย่างที่พบสารหนูสะสมเกินมีจำนวน 7 ราย โดยจำนวน 5 ราย มาจาก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร (4 ราย ปริมาณ 73.83, 74.42, 82.40 และ 50.72 ไมโครกรัม/กรัม ในหมู่ 8 บ้านนิคม ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร 1 ราย ปริมาณ 85.08 ไมโครกรัม/กรัม ในหมู่ 3 บ้านหนองระมาน ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร) ขณะที่อีก 2 ราย มีปริมาณ 52.76 และ 86.48 ไมโครกรัม/กรัม มาจากหมู่ 8 บ้านดงหลง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

ตารางที่ 5.3.6-4 ผลการตรวจหาปริมาณสารไซยาไนด์และสารหนูในกลุ่มเสี่ยง

รายการ	ปริมาณในกลุ่มตัวอย่าง	ค่าพิสัย	มาตรฐาน
สารไซยาไนด์ (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	0.375	0.11–1.56	> 1.0
สารหนู(ไมโครกรัม/กรัม)	33.44	<3.70–86.0	0-50

หมายเหตุ การเก็บตัวอย่างวิเคราะห์ของที่ปรึกษาเมื่อวันที่ 21 มีนาคม 2554 และวันที่ 4 สิงหาคม 2554

(4) การวิเคราะห์ผลสิ่งส่งตรวจร่วมกับแบบสอบถาม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลผลการวิเคราะห์เลือดและปัสสาวะของอาสาสมัครทั้ง 46 คน 52 ตัวอย่าง (ตรวจซ้ำ 6 คน) **(ตารางที่ 5.3.6-5)** ร่วมกับข้อมูลจากการสอบถาม (**ภาคผนวก ฎ**) สรุปได้ดังนี้

1) ในกลุ่มตัวอย่าง 46 คน พบว่ามีปริมาณไซยาไนด์สะสมในร่างกายเกินค่ามาตรฐาน (>1.10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร) จำนวน 2 คน โดยทั่วไปไซยาไนด์สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยการสัมผัสตามผิวหนัง และการหายใ จเอาอากาศที่มีไซยาไนด์ปนเปื้อน เช่น การสูบบุหรี่ การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ตลอดจนการบริโภคน้ำหรือ พืชที่มีส่วนประกอบของไซยาไนด์ เช่น หน่อไม้หรือมันสำปะหลัง ซึ่งจาก

การใช้แบบสอบถามสัมภาษณ์ประกอบการตรวจเลือด พบว่า ในผู้ที่พบไซยาไนด์ในเลือดเกินค่าอ้างอิง 2 คนนั้น 1 คน สูบบุหรี่วันละ 10 มวน อีกคนไม่สูบ ส่วนการบริโภคน้ำดื่มจากการสอบถาม พบว่า ทั้ง 2 คนใช้น้ำดื่มจากถัง จึงไม่ได้รับไซยาไนด์จากการบริโภคน้ำผิวดิน นอกจากนั้นทั้ง 2 คน บริโภคหน่อไม้เพียง 2-3 ครั้ง/ปี และไม่ได้บริโภคมันสำปะหลัง ซึ่งผู้ที่อาศัยในครอบครัวเดียวกันที่ไม่ได้สูบบุหรี่ทั้งคู่ แต่พบว่า 1 คน มีค่าไซยาไนด์เกินค่าอ้างอิง และเนื่องจากในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดิน ไม่พบการปนเปื้อนของไซยาไนด์เกินมาตรฐาน

2) ในกลุ่มตัวอย่าง 46 คน พบว่ามีปริมาณสารหนูสะสมในร่างกายเกินค่ามาตรฐาน (50 ไมโครกรัม/กรัม) จำนวน 8 คน ซึ่งมีโรคประจำตัวโดยเฉพาะโรคความดัน โลหิตสูง จำนวน 7 คน อีก 1 คนเป็นไมเกรน ซึ่งต้องรับประทานยาเป็นประจำ ในขณะที่ผู้ที่มีสารหนูสะสมไม่เกิน อ้างอิงนั้น จากการสอบถามไม่พบว่า มีโรคประจำตัวที่ต้องรับประทานยาเป็นประจำ ซึ่งในทางการแพทย์ พบว่ามีการนำอาร์เซนิคไทรออกไซด์ (สารหนู) เป็นสารประกอบอนินทรีย์ในยาบางกลุ่ม

จากผลการตรวจสุขภาพข้างต้นจำเป็นต้องดำเนินการติดตามผลการตรวจสุขภาพ และทำการศึกษาวิจัยต่อเนื่อง เพื่อให้ทราบที่มาของการสัมผัสสารดังกล่าวอย่างชัดเจน

จากกา รรวบรวมข้อมูลสามารถจำแนกอาการของผู้ได้รับไซยาไนด์หรือสารหนูเข้าสู่ร่างกาย ได้ดังนี้

1) การได้รับไซยาไนด์

พิษจากไซยาไนด์ส่วนใหญ่เป็นพิษแบบเฉียบพลัน แต่หากได้รับไซยาไนด์ยังไม่รุนแรง จะมีอาการกล้ามเนื้อล้า หายใจลำบาก ปวดหัววิงเวียน คลื่นไส้อาเจียน ระคายเคืองจมูก คอ ปาก ชัก หมดสติ ยกเว้นหากได้รับจากการรับประทานมันสำปะหลังดิบ อาการข องพิษจากไซยาไนด์จะเกิดขึ้นในเวลาหลายชั่วโมง เนื่องจากจะต้องถูกเอ็นไซม์ในลำไส้ย่อย

2) การได้รับสารหนู

สารหนูสามารถเข้าสู่ร่างกายได้โดยการสัมผัสผิวหนัง หายใจ และรับประทาน โดยจะพบสารหนูในสัตว์และพืชทะเลได้มากกว่าในแหล่งน้ำจืด พิษของสารหนูมีทั้งแบบเฉียบพลัน และเรื้อรัง โดยอาการพิษเฉียบพลันจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเนื้อเยื่ออวัยวะที่สัมผัสกับสารหนู คลื่นไส้อาเจียน เป็นตะคริว กล้ามเนื้อเกร็ง หัวใจล้มเหลว ส่วนพิษเรื้อรังที่เกิดจากการได้รับสารหนูติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้เกิดแผลเป็นหรือเป็นรูที่ช่องจมูก ผิวหนั งหนาขึ้น มีรอยด่างดำที่ผิวหนัง อาจมีเส้นสีขาวบนเล็บ ชาตามปลายมือปลายเท้า

ตารางที่ 5.3.6-5 ทำแบบปรินสองครั้งเพื่อให้ไฟล์ชัดคะ

ตารางที่ 5.3.6-5 ทำแบบปริ้นสองครั้งเพื่อให้ไฟล์ชัดคะ

ตารางที่ 5.3.6-5 ทำแบบปรินสองครั้งเพื่อให้ไฟล์ชัดคะ

จากการศึกษา พบว่า สารหนูไม่ได้ใช้ในกระบวนการผลิตของเหมือง แต่พบในลักษณะของเพื่อนแร่ที่มีซัลไฟด์ปะปนในรูป Pyrite (FeS_2) และ Arsenopyrite (FeAsS) แร่ที่มีซัลไฟด์นี้ เมื่อถูกออกซิเจนและความชื้น จะทำให้แร่ดังกล่าวก่อเกิดสภาวะเป็นกรด และเมื่อมีการเร่งปฏิกิริยาของแบคทีเรียบางชนิด เมื่อน้ำไหลผ่านก็จะชะเอาสิ่งเจือปน โดยเฉพาะสารหนูออกมาปะปนในสิ่งแวดล้อมได้ นอกจากนี้การปนเปื้อนของสารหนูยังอาจเกิดจากช่องทางการใช้สารเคมีกำจัดแมลงและศัตรูพืช (ซึ่งในการศึกษา พบว่า มีการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชประมาณร้อยละ 39.13) และการรับประทานอาหารทะเลบางประเภท (ซึ่งในการศึกษา พบว่า มีการกินอาหารทะเลในรอบ 3 วันก่อนการเจาะเลือด ประมาณร้อยละ 36.96) รวมทั้งยาบางกลุ่มสำหรับผู้ป่วยมีการใช้สารหนูเป็นส่วนประกอบ

การปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมของสารหนูจากกิจกรรมของมนุษย์ใดๆ ก็ตาม และชุมชนได้รับสัมผัสโดยทางใด ไม่ว่าจะเป็นการกิน การดื่ม การสัมผัสทางผิวหนัง หรือการหายใจเข้าไป ย่อมเสี่ยงต่อสุขภาพ โดยเฉพาะสารหนูตามที่ IRIS ระบุว่าเป็นสารที่ทำอันตรายต่อสุขภาพทั้งที่เป็นมะเร็งและไม่ใช่มะเร็ง (IRIS, 1998) และเคยมีรายงานการเจ็บป่วยของชาวบ้านในพื้นที่อำเภอร่อนพิบูลย์ จังหวัดนครศรีธรรมราช (ชัชวาลย์, 2543) สำหรับการปนเปื้อนของสารหนู ในสิ่งแวดล้อมและประชาชนในชุมชนได้รับสัมผัสในทางใดทางหนึ่ง ก็อาจเกิดอันตรายต่อสุขภาพ เกิดการเจ็บป่วยและมีผลเสียต่อสุขภาพขึ้นมาได้ แม้ว่าจะไม่ใช่สารก่อมะเร็งก็ตาม

(5) ผลการศึกษาความเสี่ยงสุขภาพ

1) จากสารหนู

เมื่อพิจารณาผลการตรวจเลือดเพื่อหาสารหนูในกลุ่มเสี่ยง พบว่า มีค่าเฉลี่ย 33.44 ไมโครกรัม/กรัม และค่าพิสัยในช่วง น้อยกว่า 3.70–86.0 ไมโครกรัม/กรัม โดยเกณฑ์มาตรฐานยอมให้มีได้ 0-50 ไมโครกรัม/กรัม นั้น บ่งชี้ได้ว่ามีการสะสมอยู่ในกลุ่มเสี่ยง อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนกลุ่มเสี่ยงในระยะยาวได้ และจะต้องระมัดระวังการบริโภคที่อาจปนเปื้อนสารหนูเข้าไปได้ นอกจากนี้กลุ่มเสี่ยงที่เป็นเกษตรกรควรลดการใช้สารฆ่าแมลงและศัตรูพืชที่ปนเปื้อนพวกสารหนู และส่งเสริมปรับเปลี่ยนการทำเกษตรกรรมที่เป็นเกษตรเคมีมาสู่รูปแบบของเกษตรอินทรีย์ให้มากขึ้น สำหรับการตรวจสุขภาพของพนักงานเหมืองจำนวน 246 คน เมื่อวันที่ 11–12 มกราคม 2554 (ชุมนุม, 2554) แม้ไม่มีรายงานอาการการเจ็บป่วยเป็นมะเร็งในกลุ่มพนักงาน แต่พบการเจ็บป่วยทั่วไปจากโรคระบบทางเดินหายใจ โรคระบบโครงสร้างและกล้ามเนื้อ และโรคผิวหนัง ซึ่งก็ควรเฝ้าระวังสุขภาพของพนักงานที่มีโอกาสเสี่ยงต่อการสัมผัสสารหนูต่อไปด้วย

2) จากไซยาไนด์

การตรวจพบสารไซยาไนด์ในเลือดของกลุ่มเสี่ยง พบว่า มีค่า เฉลี่ยเท่ากับ 0.375 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร และพิสัยเท่ากับ 0.11–1.56 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร แม้ว่าค่าเฉลี่ยจะไม่เกินเกณฑ์ที่

กำหนดไว้มากกว่า 10 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร แต่ค่าพิสัยบางคนในก ลุ่มเสี่ยงก็เกินเกณฑ์ไปเล็กน้อย บ่งชี้ว่ามีความเสี่ยงต่อการเจ็บป่วยได้เช่นกัน

5.3.7 สรุปข้อเสนอแนะมาตรการป้องกันแก้ไขผลกระทบและการติดตามตรวจสอบ

(1) มาตรการป้องกันแก้ไขผลกระทบ

1) การอนุญาตทำเหมืองต้องมีมาตรการกำจัดสารหนูที่ออกมากับสายแร่ไม่ปล่อยระบายทิ้งลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ โดยการกำจัดกากแร่ทั้งหลายต้องกำหนดให้กำจัดในลักษณะของเสียอันตราย ซึ่งหากใช้วิธีกำจัดแบบกลบฝังจะต้องกลบฝังในหลุมฝังกลบปลอดภัย (Secure landfill) เท่านั้น

2) รัฐควรจัดทำแผนป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพ จากสารหนูและไซยาไนด์ ในพื้นที่อย่างจริงจัง

3) รัฐควรให้ความรู้กับประชาชนในการป้องกันการสัมผัสสารเคมี การเลือกซื้อและบริโภคอาหารและน้ำดื่มที่สะอาดปลอดภัย

4) ติดตั้งระบบปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ได้มาตรฐานน้ำดื่ม

5) ติดตั้งระบบน้ำประปาที่สะอาดและปลอดภัยเพื่อให้บริการน้ำดื่มน้ำใช้สำหรับชุมชน

6) ควรศึกษาถึงอันตรายของสารตัวอื่น เช่น แมงกานีส หรือโลหะหนักตัวอื่นๆ ที่พบปะปนในสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่ศึกษา

(2) การติดตามตรวจสอบและเฝ้าระวังสุขภาพ

1) ตรวจสุขภาพกลุ่มเสี่ยง โดยหน่วยงานสาธารณสุขในพื้น ที่ เช่น โรงพยาบาลทับคล้อ โรงพยาบาลตะพานหิน โรงพยาบาลวังทรายพูน โรงพยาบาลเนินมะปราง การตรวจเลือดและปัสสาวะเพื่อหาปริมาณสารไซยาไนด์ และสารหนู เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานและเฝ้าระวังการเจ็บป่วยจากการสัมผัสสารดังกล่าวอย่างน้อย ปีละ 1 ครั้ง

2) หน่วยงานสาธารณสุขที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ โรงพยาบาลทับคล้อ โรงพยาบาลตะพานหิน โรงพยาบาลวังทรายพูน โรงพยาบาลเนินมะปราง เป็นต้น ควรประสานและร่วมมือกับโรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพตำบลต่างๆ ในพื้นที่ ทำการเก็บข้อมูลเชิงลึกในกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการตรวจวิเคราะห์ซึ่งมีสารหนูและสารไซยาไนด์สูง หรือกลุ่มเสี่ยง ด้วยการสัมภาษณ์และสังเกตในเรื่องของการสัมผัสสารด้านการกินอยู่ การสัมผัสทางผิวหนัง หรือโอกาสการสูดหายใจสารพิษต่างๆ การอยู่อาศัย การตั้งบ้านเรือนและระยะเวลาการเข้ามาตั้งบ้านเรือน การประกอบอาชีพ การใช้สารเคมีทางการเกษตร ประเภทของน้ำที่ใช้อุปโภคบริโภค แหล่งน้ำที่ใช้อุปโภค บริโภค ประจำวัน อาหารและพืชผักที่รับประทานเป็นประจำ เป็นต้น เพื่อการเฝ้าระวังผลกระทบสุขภาพ หากพบต้องรีบรักษาหรือส่งต่อเพื่อการรักษาต่อไป

3) เนื่องจากการสัมผัสสารทั้งสองของชุมชน อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพได้ จึงค วร ทำการศึกษาวิจัยอย่างละเอียด โดยอาจเสนอให้สถาบันการศึกษาในพื้นที่หรือสถาบันการศึกษาใน

ส่วนกลาง (ที่มีเครื่องมือและอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ที่แม่นยำเที่ยงตรง) หรือการร่วมมือระหว่างสถาบันการศึกษาทั้งสอง ทำการศึกษาวิจัยการตกค้างหรือสะสมของสารหนูและสารไซยาไนด์ ในแ หล่งต่างๆ เช่น ในสิ่งมีชีวิต คนที่รับสัมผัส สัตว์น้ำ พืชน้ำ พืชผัก ผลไม้ อาหารที่ประชาชนในชุมชนรับประทาน ในแหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน และดินที่ระดับความลึกต่างๆ เพื่อแสดงการกระจายและการสะสมสารทั้งสองในห่วงโซ่อาหารระดับต่างๆ ซึ่งหากพบว่ามีความเสี่ยงต่อสุขภาพของมนุษย์ ค วรเสนอข้อมูลให้หน่วยงานที่รับผิดชอบหรือเกี่ยวข้องได้ทำการแก้ไข ป้องกัน การฟื้นฟูสถานที่ และกำหนดมาตรการติดตามตรวจสอบ การส่งเสริมสุขภาพและการเฝ้าระวังสุขภาพอย่างถูกต้องเป็นระบบต่อไป

5.4 บัญชีสารพิษ

5.4.1 ไซยาไนด์

(1) แหล่งกำเนิดไซยาไนด์

ไซยาไนด์มีธาตุคาร์บอนและไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบหลัก มีแหล่งกำเนิด 2 แหล่ง คือ ไซยาไนด์ในธรรมชาติ และไซยาไนด์ที่มนุษย์สังเคราะห์ขึ้น

1) ไซยาไนด์ในธรรมชาติ

ธาตุคาร์บอน และไนโตรเจน มีอยู่รอบๆ ตัวเรา โดยประมาณร้อยละ 80 ของอากาศที่เราหายใจก็ประกอบไปด้ว ยธาตุทั้งสอง นอกจากนี้ธาตุดังกล่าวยังเป็นองค์ประกอบของกรดอะมิโน ซึ่งเป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในโมเลกุลของสิ่งมีชีวิตต่างๆ รวมถึงมนุษย์ด้วย ในธรรมชาติพืชและสัตว์บางชนิดสามารถสังเคราะห์ไซยาไนด์ได้และใช้เป็นกลไกป้องกันอันตรายจากนักล่าในห่วงโซ่อาหาร แต่สิ่งมีชีวิตจำนวนมากก็สามารถปรับตัวให้ทนต่อไซยาไนด์หรือขับสารนี้ออกจากร่างกายได้

ไซยาไนด์ธรรมชาติที่อยู่ในชีวิตประจำวันและที่เรารู้จัก ได้แก่

- คาเฟอีน (Caffeine) 4CuCN.(C8H10O2N_4.HCN)
- นิโคติน (Nicotine) CuCN.2($C_{10}H_{14}N_2$.HCN).1.5HCN
- มอร์ฟีน (Morphine) CuCN.9($C_{17}H_{19}O_3$N.HCN).7HCN
- โคเคน (Cocaine) CuCN.9($C_{17}H_{19}O_3$N.HCN).7HCN

ในร่างกายมนุษย์ พบว่า มีไซยาไนด์เป็นส่วนประกอบที่อยู่ในรูป Thiocyanate (SCN) ซึ่งพบว่าอยู่ในน้ำลายในปริมาณน้อยกว่า 0.217 กรัม/ลิตร อยู่ในน้ำย่อยอาหารน้อยกว่า 0.006 กรัม/ลิตร และอยู่ในปัสสาวะ น้อยกว่า 0.007 กรัม/ลิตร

ในสิ่งมีชีวิตพวกแบคทีเรียประเภท Cyanogenic bacteria สามารถผลิตไซยาไนด์จากไกลซีน (Glysine) ได้ดังสมการ

$$NH_2CH_2COOH \quad = \quad HCN \quad + \quad CO_2 \quad + \quad 2H_2$$

แหล่งกำเนิดไฮโดรเจนไซยาไนด์ในธรรมชาติจะอยู่ในรูปของสารประกอบที่มีลักษณะคล้ายน้ำตาลที่เรียกว่า Amygdalin ซึ่งพบได้ในผลไม้ ผัก เมล็ด และถั่วต่างๆ เช่น แอปริคอท พีช ถั่วงอก ข้าวโพด มะม่วงหิมพานต์ เชอรี่ มันฝรั่ง และถั่วเหลือง เป็นต้น (Logsdon *et al.*, 1999) โดยปริมาณไซยาไนด์ในพืชบางชนิดแสดง ดัง**ตารางที่ 5.4.1-1**

ตารางที่ 5.4.1-1 ปริมาณความเข้มข้นของไซยาไนด์ในพืชชนิดต่างๆ

ชนิดของพืช	ความเข้มข้นของไซยาไนด์ (มก./กก.)
มันสำปะหลังที่ส่วนต่างๆ ดังนี้	
- ใบ	377-500
- หัวมัน	138
- หัวมันอบแห้ง	46-100
- หัวมันบด	81
หน่อไม้	Max. 8,000
ถั่วไลมา (Lima bean)	2,100
อัลมอนด์	280 – 2,500
ข้าวฟ่าง	Max. 2,500

ที่มา : Logsdon *et al.,* 1999

จาก**ตารางที่ 5.4.1-1** พบว่า พืชแต่ละชนิดและส่วนต่างๆ ของพืชนั้น มีปริมาณไซยาไนด์แตกต่างกัน โดยเมื่อโครงสร้างของเซลล์พืชที่มีไซยาไนด์เป็นองค์ประกอบถูกทำลาย ไซยาไนด์จะถูกไฮโดรไลซิสอย่างรวดเร็ว กลายเป็นก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์ที่มีพิษ ดังนั้น การบริโภคพืชประเภทนี้จึงเป็นที่รู้จักกันดีว่าเป็นแหล่งผลิตไซยาไนด์ที่อาจเป็ นอันตรายต่อคนและสัตว์ได้ ซึ่งพืชดังกล่าวที่พบในประเทศไทย ได้แก่ มันสำปะหลัง หน่อไม้ และข้าวฟ่าง เป็นต้น นอกจากนี้สิ่งมีชีวิตอื่นๆ ที่ไม่ใช่พืชก็สามารถสังเคราะห์ไซยาไนด์ได้ เช่น รา แบคทีเรีย ตะขาบ กิ้งกือ แมลงเต่าทอง มอท์ส และผีเสื้อ เป็นต้น

2) ไซยาไนด์ที่มนุษย์สังเคราะห์

ไฮโดรเจนไซยาไนด์เป็นสารเคมีชนิดแรกในกลุ่มไซยาไนด์ที่ถูกสังเคราะห์ขึ้น เป็นก๊าซที่ไม่มีสี มีกลิ่นขมคล้ายเมล็ดอัลมอนด์ และนำไปใช้เป็นสารเริ่มต้นในการสังเคราะห์สารประกอบไซยาไนด์อื่นๆ ต่อไป โดยทั่วไปไฮโดรเจนไซยาไนด์มักถูกสังเคราะห์ขึ้นจากการทำปฏิกิริยาของแอมโมเนีย (NH_3) และก๊าซธรรมชาติ (ก๊าซมีเทน, CH_4) ในสภาวะที่มีออกซิเจน ที่อุณหภูมิประมาณ 1200^{o}ซ โดยใช้แพลทินัม (Platinum, Pt) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังแสดงในปฏิกริยาที่ 1 ในแต่ละปีอัตราการผลิตไฮโดรเจนไซยาไนด์อยู่ที่ประมาณ 1.4 ล้านตันต่อปี โดยร้อยละ 13 ของปริมาณนี้ถูกนำไป

สังเคราะห์โซเดียมไซยาไนด์ ดังปฏิกริยาที่ 2 ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาของไฮโดรเจนไซยาไนด์และโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วระเหยเอาน้ำออก เรียกกระบวนการผลิตนี้ว่า Neutralization-wet process (The Mining Journal Limited, 2001) และนำไปใช้ในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับโลหะ เช่น การทำเหมืองแร่ทองคำ การชุบโลหะ และเครื่องประดับ ส่วนที่เหลืออีกร้อยละ 87 นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมสีทาบ้าน สีย้อม อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ไนลอน และอุสาหกรรมยาเป็นต้น

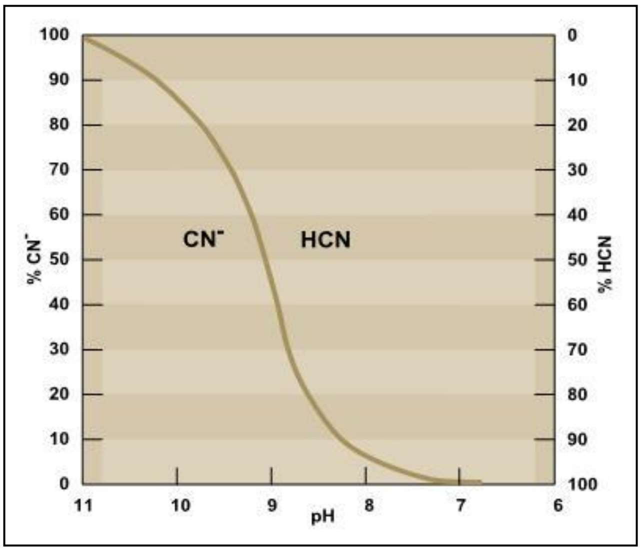
$$CH_4 + NH_3 + 1.5O_2 \xrightarrow{Pt} HCN + 3H_2O$$ ปฏิกริยาที่ 1

$$HCN + NaOH \longrightarrow NaCN + H_2O$$ ปฏิกริยาที่ 2

นอกจากนี้กิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ เช่น การกลั่นน้ำมัน การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงรถยนต์ การสูบบุหรี่ และการรับประทานอาหารที่มีไซยาไนด์เป็นองค์ประกอบ เช่น อัลมอนด์ ถั่วไลมา กาแฟ และ เกลือ ก็สามารถปล่อยไซยาไนด์ออกมาได้เช่นกัน (International Cyanide Management Institute, 2006a)

ไซยาไนด์ในธรรมชาติประกอบด้วยไซยาไนด์อิ สระ (Free cyanide, CN^-) และไซยาไนด์เชิงซ้อน (Complexed cyanide) ปฏิกิริยาของไซยาไนด์อิสระ (CN^-) ที่ละลายในน้ำได้ไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ดังปฏิกิริยาที่ 3 จาก**รูปที่ 5.4.1-1** พบว่า ในสภาพแวดล้อมที่อุณหภูมิและความดันปกติ ความเข้มข้นของ HCN และ CN^- จะเท่ากันที่ pH ประมาณ 9.4 แต่เมื่อมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น (ค่า pH น้อยกว่า 7) HCNจะเกิดปฏิกิริยาและระเหย ดังนั้นในการนำไซยาไนด์มาใช้ในการสกัดทองคำ จะรักษาค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในสภาพเป็นด่าง

$$CN^- + H_2O \longrightarrow HCN + OH^-$$ ปฏิกริยาที่ 3



ที่มา : Logdon, M.J., Hagelstein, K. and Mudder, T.I., 1999

รูปที่ 5.4.1-1 ความสัมพันธ์ระหว่าง HCN และ CN^- ต่อ pH

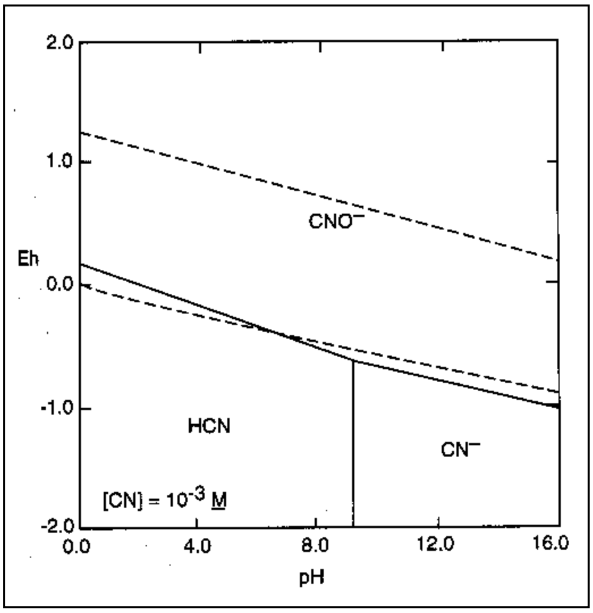
นอกจากนี้ จากการศึกษาของ Leduc, G. 1981; Castric, P. A. (1981); Vennesland, B., Pistorius, E.K., and Gewitz, H.S. (1981) และ Ward, E.W.B., Starratt, A.N., and Robinson, J.R. (1977) พบว่า HCN สามารถพบได้ตามผิวน้ำในบริเวณที่เป็นแหล่งจุลินทรีย์ การเพิ่มเติม HCN อาจจะเกิดจาก การชะล้างจากดินที่มีพืชพวก Cyanogenic plants และ Cyanogenic microbes จากตัวอย่างศึกษาจาก จุลินทรีย์จากดิน และจุลินทรีย์จากน้ำ พบว่า จุลินทรีย์ดังกล่าว สามารถผลิต HCN ได้ ซึ่งจุลินทรี ย์ ดังกล่าวได้แก่ แบคทีเรีย เชื้อรา และสาหร่าย (Bacteria, Fungi, and Algae) อย่างไรก็ดีในสภาพธรรมชาติ ไซยาไนด์สามารถลดการเป็นพิษได้เมื่อทำปฏิกิริยากับออกซิเจนโดยจะเปลี่ยนรูปเป็นไซยาเนต ดังแสดง ในรูปที่ **รูปที่ 5.4.1-2** และสมการ (Smith, A.C.S & Mudder, T.I., 1998)

$$HCN + 0.5O_2 = HCNO$$

ไซยาไนด์เชิงซ้อน (Complexed cyanide) ไม่เป็นพิษรุนแรงเหมือนไซยาไนด์อิสระแต่จะเป็นพิษ เมื่อเกิดการแตกตัวเป็นไซยาไนด์อิสระโดยจะเกิดในสภาพที่เป็นกรด แต่จะใช้เวลานานมาก ซึ่งอาจเป็น ร้อยปี การเกิดไซยาไนด์เชิงซ้อนสามารถเกิดได้จากการดูดกลืน (Absorb) โลหะจากเกลืออินทรีย์และ อนินทรีย์ที่ไม่ละลายน้ำ (Insoluble salt) ที่มีธาตุโลหะอื่นๆ ด้วย เช่น เหล็ก ทองแดง นิ กเกิล แมงกานีส ตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม ดีบุก และเงิน เป็นต้น ไซยาไนด์เชิงซ้อนประเภท Neutral soluble compounds เช่น NaCN, KCN, $Ca(CN)_2$ และ $Hg(CN)_2$ สามารถละลายน้ำและให้ CN^- ได้ดังสมการต่อไปนี้

$$NaCN = Na^+ + CN^-$$

$$Ca(CN)_2 = Ca^{2+} + 2CN^-$$



ที่มา : Smith, A.C.S & Mudder, T.I.,1998

รูปที่ 5.4.1-2 Eh-pH diagram ระหว่าง CN^- - H_2O ที่อุณหภูมิ 25 °C

ไซยาไนด์เชิงซ้อนประเภท Charged metal complex แบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม คือ

- กลุ่มไซยาไนด์เชิงซ้อนแบบอ่อนแอ (Weakly complexed cyanide) ได้แก่ $[Zn(CN)_4]^{2-}$, $[Cd(CN)_3]^-$, $[Cd(CN)_4]^{2-}$
- กลุ่มไซยาไนด์เชิงซ้อนแบบปานกลาง (Moderatelyly complexed cyanide) ได้แก่ $[Cu(CN)_2]^-$, $[Cu(CN)_3]^{2-}$, $[Ni(CN)_4]^{2-}$, $[Ag(CN)_2]^-$
- กลุ่มไซยาไนด์เชิงซ้อนแบบแข็งแรง (Strongly complexed cyanide) ได้แก่ $[Fe(CN)_6]^{4-}$, $[Co(CN)_6]^{4-}$, $[Au(CN)_2]^-$, $[Fe(CN)_6]^{3-}$

ปัจจัยที่มีผลต่อการละลายขึ้นอยู่กับค่า pH อุณหภูมิ ความเข้มของแสง และแบคทีเรีย ไซยาไนด์เชิงซ้อนแบบอ่อนแอและปานกลางจะแตกตัวเมื่อ pH น้อยกว่า 4.5 ในขณะที่ไซยาไนด์เชิงซ้อนแบบแข็งแรงจะเกิดได้ที่ pH น้อยกว่า 9.0 และเกิดเป็น Insoluble salt ได้หลายรูปแบบ

Ferrocyanide $[Fe^{2+}(CN)_6]^{4-}$ (Hexaferrocyanate, สีแดง) และ Ferricyanides $[Fe^{3+}(CN)_6]^{3-}$ (Hexaferricyanates,สีเหลือง) จะมีความเสถียรมากในสภาพไม่มีแสง แต่สามารถแตกตัวได้ถ้าโดนรังสีอุลตราไวโอเลต (UV) ซึ่งจะปล่อยไซยาไนด์ได้ดังสมการ

$$Fe(CN)_6^{4-} + H^+ = Fe(CN)_5^{3-} + HCN$$

(2) พิษของไซยาไนด์

ไซยาไนด์เป็นสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง สามารถเข้าสู่ร่ายกายได้ทั้งทางปาก การหายใจ และการดูดซึมผ่านผิวหนังและตา โดยระดับความรุนแรงจากพิษของไซยาไนด์จะขึ้นอยู่กับปัจจัย 4 ประการ ได้แก่ ชนิดของสิ่งมีชีวิต ระยะเวลาการได้รับ ปริมาณที่ได้รับ และเส้นทางการได้รับ เช่น การหายใจ การกลืน หรือการฉีด เป็นต้น

สำหรับมนุษย์ การสัมผัสหรือสูดดมไซยาไนด์ปริมาณสูงที่กระจายตัวอยู่ในอากาศแค่เพียงระยะเวลาสั้นๆ จะมีผลต่อการทำงานของสมองและหัวใจ โดยส่งผลให้เซลล์ไม่สามารถใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในกระแสเลือดได้เต็มที่ ทำให้กระบวนการเมตาบอลิซึมของร่างกายมนุษย์เปลี่ยนจากสภาวะที่ใช้ออกซิเจนเป็นสภาวะที่ไร้ออกซิเจน ทำให้เกิดการสะสมแลคเตทปริมาณสูงในเลือด จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการกดระบบประสาทส่วนกลาง มีผลให้การหายใจหยุดชะงักและเสียชีวิตได้ในที่สุด ส่วนการสัมผัสไซยาไนด์แม้เพียงปริมาณน้อยๆ แต่เป็นระยะเวลานานก็จะทำให้เกิดอาการหายใจติดขัด ปวดหัวใจ อาเจียน ปวดศีรษะ และต่อมไทรอยด์เกิดการขยายตัว ตัวอย่างเช่น การบริโภคมันสำปะหลังดิบในปริมาณมาก จะทำให้มีไซยาไนด์ในเลือดสูง ส่งผลให้มือและเท้ามีอาการอ่อนแรง ทรงตัวไม่ได้ ตาพร่ามัว และหูอื้อ เป็นต้น โดย Environment Australia (1998) กำหนดปริมาณสารไฮโดรเจนไซยาไนด์ในอากาศที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ดัง**ตารางที่ 5.4.1-2**

ตารางที่ 5.4.1-2 ความสัมพันธ์ในการตอบสนองของมนุษย์และสัตว์ต่อปริมาณความเข้มข้นของการได้รับแก๊สไฮโดรเจนไซยาไนด์ในอากาศ

ประเภท	ความเข้มข้นของ HCN (ppm)	การตอบสนอง
มนุษย์	270	เสียชีวิตทันที
	181	เสียชีวิตหลังได้รับ 10 นาที
	135	เสียชีวิตหลังได้รับ 30 นาที
	110-135	เสียชีวิตหลังได้รับ 30-60 นาที หรือนานกว่านี้
	45-55	ทนได้นาน 30-60 นาที โดยไม่แสดงอาการเฉียบพลัน
	18-36	แสดงอาการเล็กน้อยหลังได้รับนานหลายชั่วโมง
หนู	1300	ตายทันทีหลังได้รับ 1-2 นาที
	110	ตายทันทีหลังได้รับ 45 นาที
	45	ตายทันทีหลังได้รับ 2.5-4 ชั่วโมง
แมว	315	ตายอย่างรวดเร็ว
	180	ตาย
	125	ได้รับพิษอย่างชัดเจนภายใน 6-7 นาที
สุนัข	315	ตายอย่างรวดเร็ว
	115	ตาย
	90	อาจทนได้นานเป็นชั่วโมง และตายหลังจากนั้น
	30-65	อาเจียน ชักกระตุก และอาจตายได้
	30	อาจทนได้
กระต่าย	315	ตาย
	120	ไม่แสดงอาการชัดเจน

ที่มา : Environment Australia, 1998

นอกจากนี้ นก สัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง ที่อาศัยอยู่ในน้ำ และปลา ก็เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีความไวต่อไซยาไนด์มาก ปลาหลายชนิดอาจมีความสามารถในการว่ายน้ำและการสืบพันธุ์ลดลง ระบบการหายใจขัดข้อง ระบบการเจริญเติบโตผิดปกติ และตกเป็นเหยื่อได้ง่าย ถ้าได้รับไซยาไนด์อิสระ (Free cyanide) ในปริมาณ 5.0-7.5 ไมโครกรัม/ลิตร โดยปลาบางชนิดอาจถึงตายได้ ถ้าได้รับไซยาไนด์อิสระในปริมาณ 20-76 ไมโครกรัม/ลิตร และที่ความเข้มข้นสูงกว่า 200 ไมโครกรัม/ลิตร จะเป็นพิษอย่างเฉียบพลันกับปลาส่วนใหญ่ ส่วนสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลังที่อาศัยอยู่ในน้ำอาจเสียชีวิตได้ เมื่อได้รับไซยาไนด์อิสระเข้มข้น 30-100 ไมโครกรัม/ลิตร

(3) ประโยชน์ของไซยาไนด์

ไซยาไนด์เป็นสารเคมีที่มีคุณสมบัติเฉพาะและไวต่อการเกิดปฏิกิริยา นิยมนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ ทำให้ในชีวิตประจำวันมนุษย์มีโอกาสสัมผัสกับไซยาไนด์ผ่านการใช้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น วิตามิน เครื่องประดับ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ สารดับเพลิง เครื่องสำอางค์

สีย้อมผ้า น้ำยาล้างเล็บ สีทาบ้าน ยารักษาโรค และเกลือ เป็นต้น (Logsdon *et al.,* 1999) โดยไซยาไนด์ประมาณร้อยละ 80 ที่ถูกผลิตขึ้นจะถูกนำมาใช้ในการผลิตสารอนินทรีย์ เช่นไนทริล ไนลอน และพลาสติกอะคริลิค และอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น การผลิตโลหะ การชุบแข็งเหล็ก การล้างภาพถ่าย และยางสังเคราะห์ ส่วนก๊าซไฮโดรเจนไซยาไนด์มักนำมาใช้ผลิตยากำจัดวัชพืชและสัตว์ที่ทำลายพืชผล เช่น หนู และแมลงต่างๆ

นอกจากนี้ ไซยาไนด์ยังเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของยารักษาโรคจำนวนไม่น้อย เช่น Laetrile ยารักษาโรคมะเร็ง และ Nitroprusside ยาลดความดันโลหิตสูง และยังนำมาใช้งานทางการแพทย์อื่นๆ ได้แก่ การตกแต่งศัลยกรรม และการลบรอยแผลเป็นต่างๆ

5.4.2 สารหนู

สารหนู (Arsenic, As) เป็นธาตุที่มีน้ำหนักโมเลกุล 74.9216 เลขอะตอมเท่ากับ 33 มีวาเลนซ์เท่ากับ 5 3 0 และ -3 จุดหลอมเหลว เท่ากับ 814 องศาเซลเซียส (ที่ความดันบรรยากาศ 36 atm) ความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 5.727 มีความหนาแน่น 5.778 เมกะกรัม/ลูกบาศก์เมตรที่อุณหภูมิ 26 องศาเซลเซียส มีความแข็ง 3.5 ตามมาตราโมห์ ระเหิดที่อุณหภูมิ 615 องศาเซลเซียส เป็นธาตุที่มีคุณสมบัติเป็นโลหะ กึ่งอโลหะ มีสีเหลืองหรือสีเทา สารหนูเป็นสารที่รู้จักกันมานานกว่า 3,000 ปี โดยมีการใช้ในทา งการแพทย์และใช้เป็นยาพิษเช่นกัน

(1) แหล่งกำเนิดสารหนู

ในธรรมชาติจะพบสารหนูในลักษณะสารหนูบริสุทธิ์ปริมาณน้อยมาก สารหนูมักเกิดร่วมกับธาตุอื่นเป็นสารประกอบพวกอาร์เซไนด์ (Arsenides) และซัลฟาเซไนด์ (Sulfasenides) เป็นต้น สารหนูมีอยู่ทั่วไปในธรรมชาติ ในปริมาณที่แตกต่างกันไป โดยจะสะสมตัวอยู่ในปริมาณสูงในแหล่งแร่ต่างๆ โดยเฉพาะในแหล่งแร่จำพวกซัลไฟด์ของแร่ทองแดง ตะกั่ว สังกะสี พลวง เงิน และทองคำ ในรูปของแร่ประกอบอาร์เซนิกซัลไฟด์หรือซัลโฟซอลต์ แร่ที่ประกอบด้วยสารหนูตามธรรมชาติมี 2 ประเภท คือ

1) แร่ปฐมภูมิซึ่งเกิดมาจากใต้พื้นผิวโลก ได้แก่ แร่ที่ประกอบด้วยสารหนูจำพวกซัลไฟด์ต่างๆ แร่ที่สำคัญประเภทนี้ ได้แก่ อาร์เซโนไพไรต์ (FeAsS), แทนแนนไทต์ ($Cu_{12}As_4S_{13}$) อีนาร์ไกต์ (Cu_3AsS_4), พรูสไทต์ (Ag_3AsS_3), โคบอลไทต์ [(Co,Fe)AsS)], ออร์พิเมนต์ (As_2S_3), รีอัลการ์ (AsS), นิกโคไลต์ (NiAs) และธาตุสารหนู (As) เป็นต้น

2) แร่ทุติยภูมิซึ่งเกิดจากการเปลี่ยนแปลงแร่ปฐมภูมิไปเป็นแร่ชนิดใหม่ โดยกระบวนการเติมออกซิเจน (Oxidation) ซึ่งแร่ที่พบแพร่หลายประเภทนี้ ได้แก่ แอนนาเบอร์ไกต์ [$Ni_3(AsO_4)_2.8H_2O$)], อาร์เซโนไลต์ (As_2O_3), สกอโรไดต์ [(Fe,Al)(AsO_4).$2H_2O$)], มิเมไทต์ [Pb5(PO_4)(AsO_4)$_3$Cl], และอีริไทรต์ [$Co_3(AsO_4)_2.8H_2O$)]

(2) การปนเปื้อนของสารหนูในธรรมชาติ

การปนเปื้อนสารหนูแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) โดยธรรมชาติ เช่น หิน ดิน น้ำ อากาศ หรือในสิ่งมีชีวิตต่างๆ มากน้อยแตกต่างกันไปตามสภาวะสิ่งแวดล้อม เนื่องจากสารหนู เป็นสารที่พบได้ในธรรมชาติ โดยเป็นองค์ประกอบของดิน หิน และแร่ต่างๆ พบมากในสายแร่ทองแดง แมงกานีส ตะกั่ว ดีบุก เงิน และทองคำ ในบริเวณแหล่งน้ำใต้ดินใกล้สายแร่ดังกล่าวจึงมีการปนเปื้อนสารหนูสูง ซึ่งถือว่าเป็นการปนเปื้อนโดยธรรมชาติ โดยพบแหล่งอาร์เซนิก ดัง**รูปที่ 5.4.2-1**

2) โดยกิจกรรมของมนุษย์ การใช้สารหนูในด้านต่างๆ ดังนี้

(ก) ด้านเกษตรกรรม เช่น สารเคมีป้องกันและกำจัดแมลง สารกำจัดวัชพืช สาร Desiceants น้ำยารักษาสภาพเนื้อไม้ ผสมในอาหารสัตว์เพื่อเร่งการเจริญเติบโต เป็นต้น

(ข) ด้านอุตสาหกรรม เช่น ใช้ผสมกับโลหะอื่น เป็นวัตถุกึ่งตัวนำ สารให้สีแดงหรือไม่มีสีในผลิตภัณฑ์แก้ว อุตสาหกรรมฟอกหนัง บุหรี่ เป็นต้น รวมถึงอุตสาหกรรมเหมืองแร่ ถ่านหิน ด้วย

(ค) ด้านการแพทย์ ใช้เป็นส่วนประกอบของยารักษาโรคทั้งในคนและสัตว์ สำหรับใช้รักษาโรคที่เกิดจากโปรโตซัว และ โรคที่เกิดจากพยาธิบางชนิด รวมทั้งโรคที่เกิดจากพวกสไปโรขีด

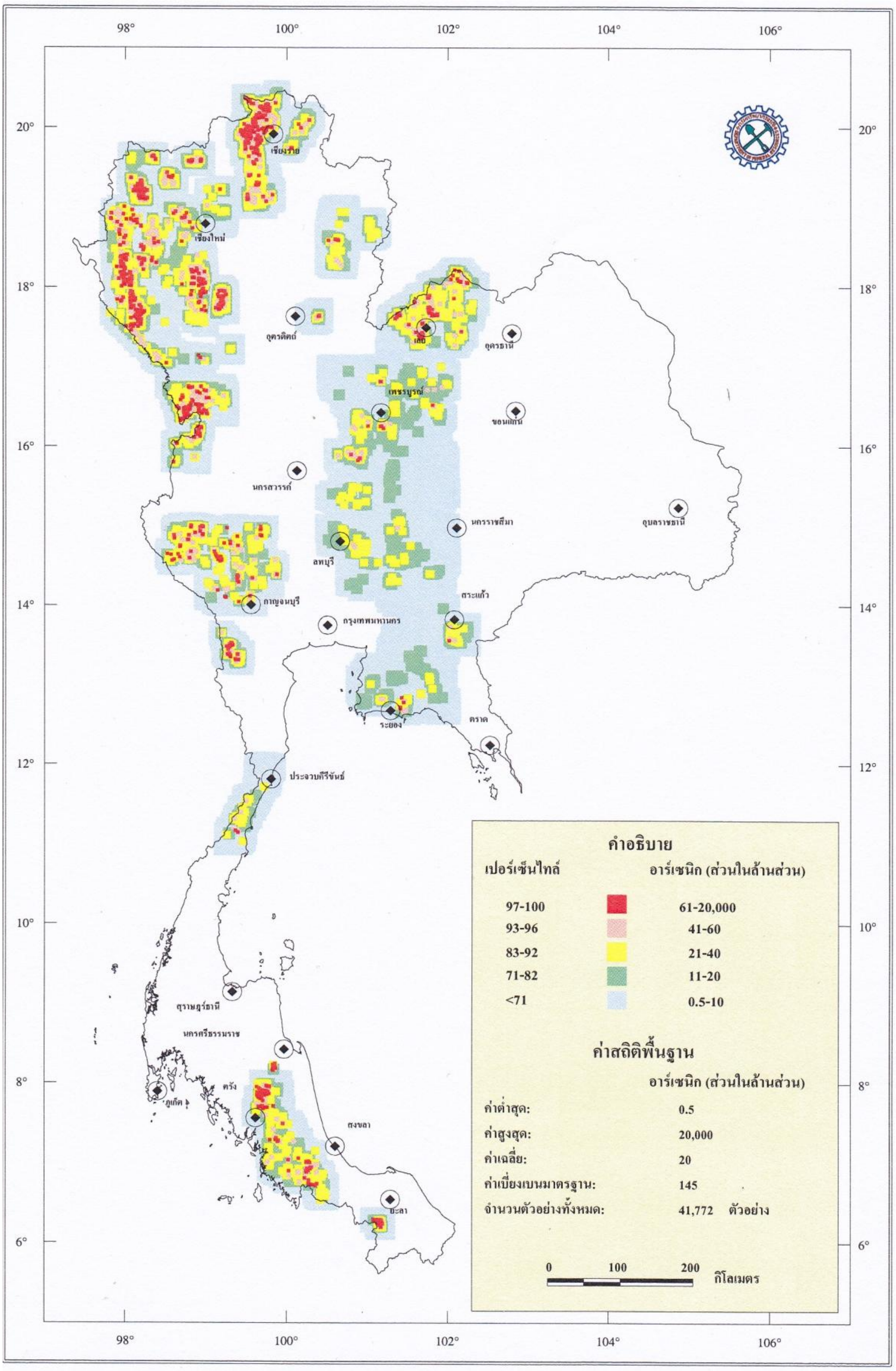
(ง) ด้านทางทหาร ใช้สารประกอบสารหนูเป็นสารพิษในการทำสงคราม หรือยับยั้งการก่อจลาจล สารพิษพวกนี้จะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง และเยื่อเมือก (Mucous membranes)

กลไกสำคัญที่กำหนดการแพร่กระจายของสารหนูในน้ำผิวดินและน้ำใต้ดิน คือ ความสามารถในการละลายน้ำ โดยในสภาวะที่มีออกซิเจนสารหนูถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูป As^{5+} ทำให้สามารถจับกับวัตถุอื่นได้ง่าย การแพร่กระจายจึง ไปได้ไม่ไกล แต่ในสภาวะที่ไม่มีออกซิเจน สารหนูถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูป As^{3+} ซึ่งละลายน้ำได้ดีกว่าและกระจายได้ดีกว่า

สำหรับในดินและตะกอนดินที่มีสภาพเป็นกรด สารหนูจะจับกับเหล็กออกไซด์ แต่ในสภาพเป็นด่างจะจับกับหินปูน และในสภาพที่เป็นกลางจะจับกับ Clay-minerals

(3) การปนเปื้อนสารหนูในมนุษย์

ธมลวรรณ (2551) กล่าวว่า การเปลี่ยนแปลงของสารหนูในร่างกายมนุษย์นั้นซับซ้อนขึ้นกับรูปแบบ และชนิดของสารหนู นอกจากนี้การเปลี่ยนแปลงของสารหนูก็จะแตกต่างกันไปในสัตว์แต่ละชนิด สารประกอบอนินทรีย์ของสารหนูทั้งอาร์เซไนต์ และอาร์เซนเจต สามา รถเข้าสู่ร่างกายได้ทางระบบทางเดินหายใจ ระบบทางเดินอาหาร ทางผิวหนัง และทางรก เมื่อดูดซึมแล้วกระจายไปทั่วร่างกายแล้วไปสะสมในอวัยวะต่างๆ เช่น ตับ ไต ปอด กล้ามเนื้อ ม้าม ผม เล็บ ผิวหนัง โดยที่ผม เล็บ ผิวหนังจะพบว่ามีปริมาณของสารหนูสะสมอยู่สูงสุด ทั้งนี้เนื่ องจากในเนื้อเยื่อเหล่านี้มีเคอราทินมาก



ที่มา : กองเศรษฐธรณี กรมทรัพยากรธรณี, 2542

รูปที่ 5.4.2-1 แผนที่แสดงตำแหน่งอาร์เซนิก ในประเทศไทย

1) ระบบทางเดินหายใจ

การได้รับสารประกอบอนินทรีย์ของสารหนูทางการหายใจนั้น เนื่องมาจากการประกอบอาชีพ หรือระหว่างการสูบบุหรี่ โดยสารหนูที่สูดดมเข้าไปส่วนมากจะอยู่ในรูปละอองของลอย (Aerosal) และสันนิษฐานว่าสามารถตกค้างอยู่ได้เช่นเดียวกับฝุ่นผงอื่นๆ ที่ทำงานหลายๆ แห่ง ฝุ่นผงจะมีสารหนูปนอยู่ด้วย ซึ่งจะตกค้างในส่วนของทางเดินหายใจตอนบนโ พรงจมูก (Nasopharynx) กล่องเสียง หลอดคอ และหลอดลม (Bronchus) การดูดซึมเข้าร่างกายจะเกิดได้ทั้งในทางเดินหายใจหรือทางเดินอาการ ภายหลังจากขับออกจากทางเดินหายใจแล้ว การดูดซึมการคงอยู่ (Retention) และการพอกพูน (Deposition) ที่อยู่ในทางเดินหายใจจะขึ้นกับการละลายของสารนั้น

2) ระบบทางเดินอาหาร

การดูดซึมของทางเดินอาหารขึ้นกับสภาพละลายได้ (Solubility) ของสารประกอบสารหนู สำหรับสารหนูอนินทรีย์ชนิด Trivalent ที่ละลายได้จะถูกดูดซึมผ่านทางเดินอาหารในคน มีงานวิจัยได้ทำการทดลองโดยรับประทานผงละเอียด 12 มิลลิกรัม (เทียบเท่ากับ สารหนู 4.8 มิลลิกรัม) พบว่า ระดับสารหนูในปัสสาวะไม่เพิ่มขึ้น ซึ่งสารดังกล่าวมีคุณสมบัติไม่ละลายน้ำหรือกรดเกลือ 0.1 โมลต่อลิตร ดังนั้น จึงไม่ดูดซึมทางอาหาร ซึ่งแสดงให้เห็นชัดเจนว่าสารหนูที่ละลายได้น้อยจะไม่ถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกาย

3) ทางรก

สารหนูสามารถผ่านรกมา รดาไปยังทารกในครรภ์ได้ ในกรณีที่มารดารับประทาน Arsenic (III) oxide ในระหว่าง 3 เดือนแรกที่ตั้งครรภ์แล้วได้รับสารหนู (ของเหลว) ปริมาณ 400 มิลลิกรัม จะทำให้เด็กตายได้ในวันที่ 4 หลังจากที่ได้รับสารหนูเข้าไป พบความเข้มข้นของสารหนูในทารก มีค่าระหว่าง 0.2 มิลลิกรัม /กิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) ในสมอง และ 5.6 มิลลิกรัม /กิโลกรัม (น้ำหนักเปียก) ในตับ

(4) อาการเป็นพิษ

1) <u>แบบเฉียบพลัน(จากการกิน)</u> เกิดการระคายเคืองต่อกระเพาะอาหาร ลำไส้ คลื่นไส้อาเจียนและท้องร่วง ในคนไข้ที่มีอาการรุนแรงอุจจาระอาจมีเลือดปน อ่อนเพลีย อาจช็อกและตายได้

2) <u>แบบเรื้อรัง (จากการกินหรือหายใจ)</u> จะมีอาการอ่อนเพลีย เบื่ออาหาร คลื่นไส้ ระบบทางเดินอาหารผิดปกติ ตับอาจถูกทำลาย นอกจากนี้อาจมีอาการทางผิวหนัง ทำให้เกิดการเปลี่ยนสีของผิวหนัง ทำให้หนังด้าน อาการนูนบวมแข็งอาจจะเป็นสาเหตุของมะเร็งที่ผิวหนังได้ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความผิดปกติของระบบขับเหงื่อและทำให้เกิดเนื้อตายบริเวณนิ้ว

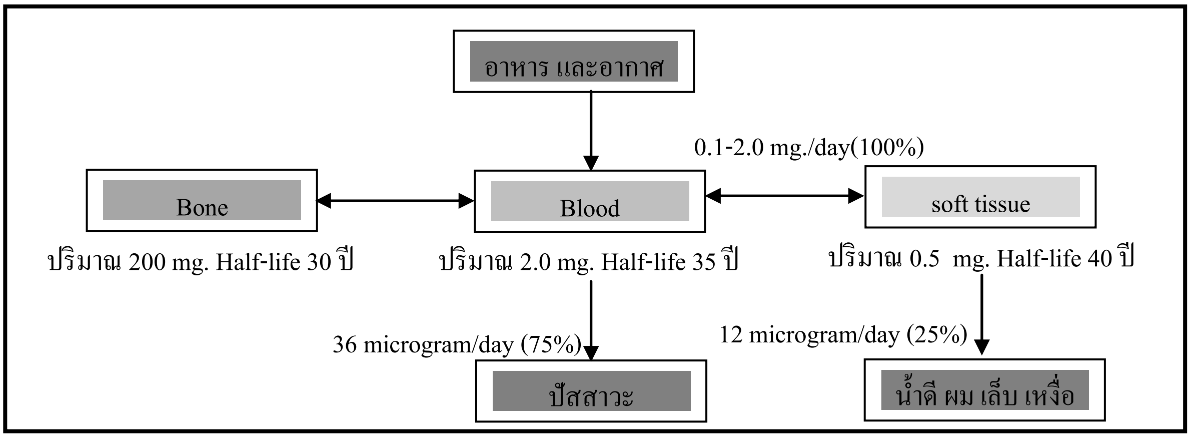
5.4.3 ตะกั่ว

ตะกั่วเป็นโลหะหนักที่มีลักษณะอ่อนทำให้หลอมเหลวได้ง่าย และสามารถพิมพ์แบบออกมาเป็นรูปร่างต่างๆ ได้ดี จึงนำไปใช้ประโยชน์ได้หลากหลาย มีการนำตะกั่วมาใช้ตั้งแต่สมัยโบราณ ปัจจุบันยังมี

การใช้ตะกั่วในงานต่างๆ อย่างแพร่หลาย ภาวะตะกั่วเป็นพิษเป็นโรคที่พบได้บ่อยในประเทศไทย อาการของตะกั่วเป็นพิษเป็นอาการที่เกิดขึ้นกับอวัยวะหลายระบบ และคล้ายกับอาการของโรคอื่นๆ ดังนั้นถ้าแพทย์ไม่ได้นึกถึงทำให้การวินิจฉัยผิดพลาด ซึ่งมักเกิดขึ้นเสมอ ตะกั่วเป็นสารที่พบปนเปื้อนทั่วไป ในสมัยก่อนเด็กเป็นโรคพิษตะกั่วจากการรับประทานสีทาบ้าน หรือใช้มือจับของที่ติดสีดังกล่าว ในปัจจุบันสีทำด้วยตะกั่วน้อยลง แหล่งที่สำคัญที่ทำให้เกิดพิษสำหรับผู้ใหญ่ คือ จากอุตสาหกรรม ได้แก่ โรงงานทำแบตเตอรี่ และโรงงานอื่นๆ ที่มีการใช้ตะกั่วอย่างกว้างขวาง เช่น อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์ สำหรับประชาชนโดยทั่วไปอาจได้รับตะกั่วจากอากาศ ซึ่งมักมีตะกั่วปนเปื้อนจากการใช้เตตระเอทธิลเลด (Tetraethyl lead) ในน้ำมันรถยนต์ นอกจากนี้ยังมีแหล่งอื่นๆ อีกจำนวนมากที่อาจจะเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะตะกั่วเป็นพิษ ได้แก่ หัวกระสุนตะกั่วที่ตกค้างในร่างกาย การทำงานในสนามยิงปืน ยาสมุนไพร หมึก แป้งทาตัวเด็ก (จุ้ยฮุ้ง) ภาชนะเซรามิก ที่มีตะกั่ว ท่อประปาที่ทำด้วยตะกั่ว ผลิตภัณฑ์จากแบตเตอรี และอาหารที่มีตะกั่วปนเปื้อน เหล้าไวน์ เครื่องยนต์ที่ใช้ตะกั่วเป็นส่วนประกอบ การเจียระไนพลอยที่ใช้จานตะกั่ว ตะกั่วที่ใช้เป็นตัวพิมพ์หนังสือ ตะกั่วถ่วงน้ำหนักม่าน สีที่ทาของใช้ของเล่นเด็ก เป็นต้น

ตะกั่วเป็นธาตุที่ปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมทั่วๆ ไป ปกติผู้ใหญ่จะรับประทานอาหารโดยมีตะกั่วปนเปื้อนอยู่ด้วยประมาณวันละ 150 ไมโครกรัม อาหารเด็กอาจมีตะกั่วปน เปื้อน ประมาณวันละ 100 ไมโครกรัม และรับตะกั่วในน้ำดื่มประมาณ 100 ไมโครกรัมต่อวัน นอกจากนี้มนุษย์สามารถรับตะกั่วทางการหายใจ โดยทั่วไปอากาศอาจจะมีปริมาณตะกั่ว 1-2 ไมโครกรัม/ลูกบาศก์เมตร คาดว่า ถ้าปริมาณตะกั่วในอากาศ 1 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะทำให้ตะกั่วในเลือดสูงขึ้น 1 ไมโครกรัม/เดซิลิตร โดยสรุปคนหนึ่งอาจรับตะกั่วเข้าไปในร่างกายวันละ 0.1-2 มิลลิกรัม ในจำนวนนี้ประมาณร้อยละ 75 เข้าทางเดินอาหาร และร้อยละ 25 เข้าทางการหายใจ การดูดซึมตะกั่วไปทางเดินอาหาร ผู้ใหญ่จะดูดซึมเข้าไปในร่างกายประมาณร้อยละ 10 ส่วนเด็กจะดูดซึมมากกว่าถึงร้อยละ 40 ดังนั้น เด็กที่รับประทานสารที่ปนเปื้อนตะกั่วทางปากอาจจะมีอาการเป็นพิษมากกว่า ส่วนตะกั่วที่เข้าไปในทางเดินหายใจ ถ้าขนาดของผงฝุ่นที่มีตะกั่วยิ่งเล็กการดูดซึมก็ยิ่งมาก ผงฝุ่นตะกั่วที่เล็กกว่า 0.5 ไมโครเมตร ร่างกายสามารถดูดซึมได้ถึงร้อยละ 90 การกระจายของตะกั่วในร่างกาย เนื่องจากปกติตะกั่วที่เข้าสู่ร่างกายจะถูกกำจัดออกไปช้าๆ ทำให้ตะกั่วมีการสะสมมากขึ้น โดยทั่วไปตะกั่วอาจจะสะสมในร่างกายประมาณ 200 มิลลิกรัม ส่วนในคนทำงานเกี่ยวกับสารตะกั่วอาจจะสะสมถึง500 มิลลิกรัม สำหรับการกระจายตัวของสารตะกั่วในร่างกายจะกระจายแบบ 3 Compartments กล่าวคือ ตะกั่วส่วนหนึ่งจะไปอยู่ในเลือด ร้อยละ 95 จะจับกับ RBC ปริมาณที่อยู่ในเลือด 2 มิลลิกรัม และมีค่าครึ่งชีวิต (Half-life) 35 วัน อีกส่วนหนึ่งจะกระจายไปที่ Soft tissue ของร่างกาย เช่น ตับ ไต ระบบประสาท ปริมาณของตะกั่วที่สะสมในส่วนนี้ยังไม่ทราบแน่นอน อาจจะมีประมาณ 0.6 มิลลิกรัม แต่ในบางการศึกษาเชื่อว่ามีมากถึงร้อยละ 10 ของตะกั่วที่สะสมในร่างกาย ตะกั่วในส่วนนี้มี Half-life ประมาณ 40 วัน ตะกั่วส่วนใหญ่ที่สุดที่สะสมในร่างกายคือในกระดูกมี

ประมาณ 200 มิลลิกรัม บางรายงานเชื่อว่ามีประมาณร้อยละ 90 ค่าครึ่งชีวิต ของตะกั่วในกระดูกประมาณ 20-30 ปี การขจัดตะกั่วในร่างกายส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 75 จะถูกขับออกทางไต คือ 36 ไมโครกรัม/วัน อีกร้อยละ 25 หรือ 12 ไมโครกรัม/วัน จะถูกขับออกทาง น้ำดี ผม เหงื่อ และเล็บ(**รูปที่ 5.4.3-1**)



รูปที่ 5.4.3-1 ภาวะเป็นพิษของตะกั่วในร่างกาย

(1) อาการเป็นพิษของตะกั่ว

1) ตะกั่วอนินทรีย์เป็นพิษ (Inorganic lead poisoning) ในผู้ใหญ่อาการตะกั่วเป็นพิษมักจะค่อยเป็นค่อยไป อาการที่เป็น Triad คือ อาการปวดท้อง โลหิตจาง และมี Peripheral neuropathy อาการต่างๆ เหล่านี้บ่อยครั้งเป็นแบบไม่จำเพาะ ทำให้การวินิจฉัยยากมาก ดังนั้น จึงควรจะต้องนึกถึงภาวะตะกั่วเป็นพิษเสมอ ถ้าคนไข้มาด้วยอาการดังกล่าว

อาการเป็นพิษของตะกั่วแสดงออกได้หลายระบบ ผู้ป่วยอาจจะมีอาการ Nonspecific เช่น อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ หงุดหงิดง่าย เบื่ออาหาร และท้องผูก อาการทางระบบประสาทส่วนปลายเป็นแบบ Peripheral neuropathy (ปลายประสาทอักเสบ) ซึ่งเป็นบริเวณ Distal และมีอาการทาง Motor (การสั่งการ) มากกว่า Sensory (การรับความรู้สึก) ผู้ป่วยมาหาแพทย์ด้วยอาการ Wrist drop และ Foot drop (อาการมือห้อยและขาห้อย) ในผู้ใหญ่บางรายอาจจะมีอาการทาง Neuropsychiatric ได้แก่ ความจำถดถอย ไม่มีสมาธิ และการทำงาน Psychomotor ผิดปกติ เป็นต้น เรียกว่า Adult mental deficiency ในรายที่มีระดับตะกั่วสูงมาก ผู้ป่วยมีอาการทางสมอง (Encephalopathy) ได้แก่ ซึม โคม่า ชัก ในผู้ป่วยบางรายอาจมีอาการทาง Focal neurological deficit (ความผิดปกติทางระบบประสาทเฉพาะที่) ด้วย ผู้ป่วยกลุ่มนี้มีการเพิ่ม Intracranial pressure (ความดันในสมอง, ICP) มักจะเกิดในผู้ป่วยที่ระดับตะกั่วสูงมากๆ เด็กอายุน้อย และตะกั่วชนิดที่เป็นอินทรีย์ (Organic Lead)

สำหรับระบบทางเดินอาหาร ผู้ป่วยจะมีอาการปวดท้องแบบ Colicky pain ปวดมากบริเวณรอบสะดือ ปวดเป็นพักๆ เป็นมากตอนเช้า ผู้ป่วยมีอาการเบื่ออาหาร และท้องผูก หรือท้องเสียร่วมด้วย ถ้าเป็นมากมีอาการคลื่นไส้อาเจียน และลิ้นมีความรู้สึกได้รับรสโลหะ (Metallic taste) ในผู้ป่วยบางรายแสดงอาการของ Hepatitis ด้วย

ระบบโลหิตวิทยา ในรายที่เป็นมากผู้ป่วยมีอาการโลหิตจางจาก Hemolysis และการยับยั้งการสร้าง Heme ในเม็ดเลือด จาก RBC morphology อาจจะเห็น Basophilic stippling นอกจากนั้นยังมีความผิดปกติของ Porphyrin Metabolisms อีกหลายประการ

ระบบ Genitourinary ผู้ป่วยที่ได้รับตะกั่วอาจจะมีอาการความผิดปกติของ Tubule คือ Proteinuria, Glycosuria และ Aminoaciduria ถ้าได้รับมากพออาจจะเป็นแบบ Rrenal failure เรียกว่า Lead nephropathy โดยมีลักษณะเฉพาะ คือ Interstitial nephritis, GFR ลด และ Proximal tubular dysfunction

จากอาการดังกล่าวแล้ว ผู้ป่วยอาจจะแสดงอาการอื่นๆ ที่ไม่ค่อยรู้จักกันดี (Unusual Manifestations) ได้แก่ ความดันโลหิตสูง การกดการสร้าง Sperm ทำให้มีอาการเป็นหมัน ระดับ Uric Acid ในเลือดสูง บางรายอาจมีอาการ Attack ของ Acute gout (Saturnine gout) เป็นต้น ในบางรายอาจจะพบ Lead line บริเวณเหงือก แต่ทั่วไปพบได้ไม่บ่อย และบางครั้งพบในค นที่ไม่เกี่ยวข้องกับตะกั่วเป็นพิษก็ได้

2) ตะกั่วอินทรีย์เป็นพิษ (Organic Lead Poisoning) ที่มีใช้กันอยู่ในรูป Tetraethyl lead ซึ่งใช้เป็นสาร Antiknock ในน้ำมันเชื้อเพลิงรถยนต์ ผู้ป่วยอาจจะได้รับโดยการดูดซึมทางผิวหนัง รับประทานทางปาก หรือในผู้ป่วยที่เสพติดโดย การดมน้ำมัน เป็นต้น อาการแสดงของโรคมีลักษณะสำคัญ 2 ประการ

(ก) ประการแรก คือ Onset ของอาการจะช้า ไม่เกิดก่อน 24 ชั่วโมงแรกที่ได้รับตะกั่ว โดยทั่วไปใช้เวลา 1-5 วัน สาเหตุเป็นเพราะว่าอาการเป็นพิษของ Tetraethyl lead นั้น เกิดจากการที่ร่างกายเปลี่ยนตะกั่วอินทรีย์ เป็นตะกั่วอนินทรีย์ซึ่งเป็นพิษต่อร่างกาย

(ข) ประการที่ 2 ผู้ป่วยมีอาการของ Lead encephalopathy เด่นชัดกว่าเพราะ Tetraethyl lead สามารถกระจายได้ดีในไขมัน ผู้ป่วยกลุ่มนี้ระยะแรกมีอาการ Anxiety insomnia คลื่นไส้อาเจียน ถ้าเป็นมากจะมีอาการ Disorientation ถูกกระตุ้นได้ง่าย มือสั่น กล้ามเนื้อกระตุก Nystagmus และที่สุดอาจมีอาการชัก Coma และเสียชีวิตได้

สำหรับเด็กภาวะตะกั่วเป็นพิษจะไม่แสดงอาการ (Asymptomatic lead poisoning in Children) มีการศึกษาผลกระทบของตะกั่วของการพัฒนาการในเด็ก โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อ Intellectual function จากการศึกษาโดยใช้ Case controlled study โดยการวัดระดับตะกั่วในฟันหรือในเลือด เทียบกับ IQ ที่วัดได้พบว่า ระดับตะกั่วในระดับที่ต่ำๆ โดยที่เด็กไม่มีอาการนั้น อาจจะทำให้การพัฒนาทางสติปัญญาด้อยลง อย่างไรก็ตาม ยังเป็นที่ถกเถียงกับในหมู่นักวิชาการว่า ผลข อง IQ ที่ต่ำลงนั้นเป็นจาก Confounding อื่นๆ เช่น Socioeconomic Status ระยะหลังจากการวิเคราะห์ Metaanalysis โดยรวมการศึกษา 12 studies จากที่ต่างๆ เช่น Edinburg, Australia และ Minnesota พบมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดว่า ระดับตะกั่วต่ำๆ ทำให้เกิด Intellectual deficit โดยเฉพาะในเด็กเล็ก US CDC สรุปว่าระดับตะกั่วมากกว่า 10 ไมโครกรัมต่อ

เดซิลิตร ทำให้เกิด Developmental toxicity ในเด็กโดยทำให้ IQ ต่ำลงประมาณ 5-10 หน่วย ในบางราย จำเป็นจะต้องให้การรักษา ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาสำคัญด้านสิ่งแวดล้อมเป็นอันมาก

เนื่องจากเ กณฑ์เฉลี่ยของระดับตะกั่วใน Cord blood ซึ่งได้รับการถ่ายทอดจากมารดานั้น ค่อนข้างสูง การศึกษาที่โรงพยาบาลศิริราชค่าตะกั่วเฉลี่ย 18.5 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ส่วนการศึกษาที่โรงพยาบาลรามาธิบดีนั้นค่าตะกั่วเฉลี่ย 5.2 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ในกลุ่มนี้มีเด็กที่มีตะกั่วมากกว่า 10 ไมโครกรัม/เดซิลิตร ประมาณร้อยละ 1.0 ระดับตะกั่วในเด็กทารกแรกคลอดเป็นระดับตะกั่วเริ่มต้น ถ้าตะกั่วในสิ่งแวดล้อมในบรรยากาศมากผลกระทบก็ยิ่งมาก

5.4.4 แมงกานีส

แมงกานีสเป็นโลหะชนิดหนึ่งมีสีขาว แข็งและเปราะ ในธรรมชาติมักพบอยู่ในรูปของออกไซด์ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ คือ ไพโรลูไซต์ (MnO_2)

(1) อาชีพที่เกี่ยวข้องกับแมงกานีส ได้แก่ การทำงานในเหมืองแร่แมงกานีส ในโรงงานถ่านไฟฉาย ในโรงงานหลอมหล่อเหล็กเหนียว ซึ่งต้องผสมแมงกานีสลงไปด้วย เข้าสู่ร่างกายโดยทางจมูก ทางปาก และทางผิวหนัง

(2) อาการได้รับพิษแมงกานีส

1) อาการที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาท แมงกานีสจะทำลาย ระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ สมองทำให้เกิดอาการต่างๆ แบ่งเป็น 3 ระยะ ดังนี้ คือ

- *ระยะเริ่มแรก* เริ่มด้วยอาการเป็นไข้ปวดศีรษะ กล้ามเนื้อไม่มีเรี่ยวแรง เบื่ออาหาร ไม่สนใจสิ่งรอบตัว นอนไม่หลับ พูดจาน้อย ความรู้สึกทางเพศเสื่อม

- *ระยะกลาง* อาการเป็นมากขึ้น เป็นตะคริว ปวดกล้ามเนื้อ ไม่ค่อยพูดจา หรือเวลาพูดจะพูดด้วยระดับเสียงเดียว หน้าตาย ไม่แสดงความยินดียินร้าย เวลาหัวเราะกล้ามเนื้อเกร็งไปทั่วใบหน้า เวลาเดินเริ่มมีอาการกระตุก

- *ระยะรุนแรง* เวลาเดินมีอาการกระตุกมากขึ้น เดินแกว่งไปแกว่งมาก้าวขาสั้นๆ เดินหัวซุนไปข้างหน้า หกล้มบ่อยๆ บางครั้งหัวเราะบางครั้งร้องไห้ กลืนน้ำลายลำบาก หรืออาจมีอาการเป็นอัมพาตของร่างกายเป็นบางส่วน

2) อาการเกี่ยวกับปอด เกิดจากการหายใจเอาผงหรือไอระเหยของแมงกานีสเข้าไป อาจ ทำให้เกิดอาการปอดบวม โดยอาการเริ่มต้น เป็นไข้ ไอมีเสมหะ แน่นหน้าอกหายใจไม่ออก

(3) ค่ามาตรฐาน

ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) กำหนดให้ แมงกานีส มีความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาทำงานปกติไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่ออากาศ 1 ลูกบาศก์เมตร

ตามข้อเสนอแนะของกองอาชีวอนามัย กำหนดให้

1) แมงกานีสในเลือดไม่ควรเกิน 0.008 มิลลิกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร

2) แมงกานีสในปัสสาวะไม่ควรเกิน 0.025 มิลลิกรัมต่อลิตร

5.4.5 ปรอท

ปรอทเป็นโลหะสีขาวคล้ายเงิน เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ สามารถทำให้เป็นของแข็งได้แต่เปราะที่อุณหภูมิปกติ ปรอทสามารถระเหยกลายเป็นไอ ทำให้เป็นอันตรายต่อร่างกายได้ง่ายขึ้น

(1) ประโยชน์ของปรอท

1) ใช้ในการทำเครื่องมือวิทยาศาสตร์ เช่น เทอร์โมมิเตอร์ บารอมิเตอร์ ปั๊มดูดอากาศ และเครื่องมือที่ใช้วัดความดันโลหิต

2) ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้า เช่น สวิตช์อัตโนมัติสำหรับตู้เย็นและไฟฟ้ากระแสตรง

3) สารประกอบของปรอทใช้ในการทำวัตถุระเบิด

4) ซัลไฟด์ของปรอทใช้ทำสีแดงในอุตสาหกรรมเครื่องเคลือบดินเผา

5) ออกไซด์ของปรอทใช้ในการทำสี เพื่อป้องกันมิให้แตกและลอกง่าย สำหรับนำไปใช้ทาใต้ท้องเรือ

6) ปรอทเป็นตัวทำละลายที่ดีสำหรับโลหะบางชนิด สารละลายที่ได้เรียกว่าอะมาลกัม ดีบุกอะมาลกัม

7) ใช้ในการทำกระจกเงา เงิน-ดีบุกอะมาลกัมใช้เป็นวัสดุในการอุดฟัน โดยผสมปรอทกับโลหะผงระหว่างเงินกับดีบุก

8) ใช้ในอุตสาหกรรมทำหมวกสักหลาด

(2) การเข้าสู่ร่างกาย

ปรอทสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ 3 ทาง เช่นเดียวกับสารพิษชนิดอื่นๆ คือ

1) ทางจมูก โดยสูดเอาผง หรือไอปรอทเข้าสู่ปอด เนื่องจากปรอทสามารถระเหยกลายเป็นไอได้ง่าย

2) ทางปาก โดยการรับประทานเข้าไป มักเกิดจากอุบัติเหตุปะปนกับอาหารหรือน้ำดื่ม

3) ทางผิวหนัง โดยการดูดซึม ไอระเหยหรือฝุ่นละอองของปรอททำให้ผิวหนังระคายเคือง เกิดโรคผิวหนังได้

(3) พิษของปรอท

ปรอทจะทำอันตรายต่อร่างกายมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับเหตุการณ์และปัจจัยดังนี้

1) ทางที่พิษเข้าสู่ร่างกาย เช่น ทางผิวหนัง ทางระบบหายใจ หรือทางระบบย่อยอาหาร

2) ปริมาณที่ได้รับเข้าสู่ร่างกาย

3) ชนิดของสารปรอทที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายและอวัยวะส่วนใดของร่างกายที่ได้รับพิษของปรอทในรูปเมทธิลหรืออัลคิล เป็นสารประกอบอินทรีย์ที่มีพิษมากที่สุด

(4) อาการพิษเกิดจากปรอท

การเกิดพิษจากสารปรอทมีทั้งชนิดเฉียบพลันและเรื้อรัง

1) พิษชนิดเฉียบพลัน

เกิดจากอุบัติเหตุโดยการกลืนกินสารปรอทเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งปริมาณปกติที่ได้รับเข้าสู่ร่างกายและทำให้คนตายได้ โดยเฉลี่ยประมาณ 0.02 กรัม อาการที่เกิดจากการกลืนกินปรอท คือ

- อาเจียน ปากพอง แดงไหม้ อักเสบ และเนื้อเยื่ออาจหลุดออกมาเป็นชิ้นๆ
- เลือดออก ปวดท้องอย่างแรง เนื่องจากปรอทกัดระบบทางเดินอาหาร
- มีอาการท้องร่วงอย่างแรง อุจจาระเป็นเลือด
- เป็นลม สลบ เนื่องจากร่างกายเสียเลือดมาก
- เมื่อเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิต ปรอทจะไปทำลายไต ทำให้ปัสสาวะไม่ออกหรือปัสสาวะเป็นเลือด
- ตายในที่สุด

2) พิษชนิดเรื้อรัง

ปรอทเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะไปทำอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ได้แก่ สมอง และไขสันหลัง ทำให้เสียการควบคุมเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของแขน ขา การพูด และยังทำให้ระบบประสาทรับความรู้สึกเสียไป เช่น การได้ยิน การมองเห็น ซึ่งอันตรายเหล่านี้ เมื่อเป็นแล้วไม่สามารถรักษาให้ กลับดีดังเดิมได้ อาการที่เป็นพิษมากเกิดจากการหายใจ ปอดอักเสบ มีอาการเจ็บหน้าอก มีไข้ แน่นหน้าอก หายใจไม่ออกและตายได้

(5) การป้องกันอันตรายจากปรอท

1) ใช้สารอื่นที่เป็นพิษน้อยกว่าแทนสารปรอท เช่น ใช้สารแอมโมเนียของเงินแทนสารประกอบของปรอทในการทำกระจกเงา

2) ในกรณีที่มีการรั่วของปรอทให้นำภาชนะที่มีน้ำมารองรับเพื่อป้องกันการระเหยของปรอท

3) สวมเสื้อคลุมและถุงมือ เมื่อต้องจับหรือสัมผัสปรอท

4) จัดให้มีการระบายอากาศในบริเวณที่ต้องใช้ปรอทเพื่อดูดเอาไอของปรอทที่กระจายอยู่ในบรรยากาศออกไปและทำการกักเก็บมิให้ฟุ้งกระจายไปยังที่ อื่น เพื่อให้อากาศในบริเวณพื้นที่ใช้งานบริสุทธิ์ หรือควรมีการกำจัดปรอทอินทรีย์จากโรงงานอุตสาหกรรมที่ถูกต้อง

5) ตรวจหาปริมาณของปรอทในบรรยากาศบริเวณใช้งานให้อยู่ในมาตรฐานที่ควบคุมอยู่เสมอ

6) สารปรอทและสารประกอบของปรอท ควรเก็บในภาชนะที่ปิดสนิทเพื่อป้องกันการระเหยของปรอท

5.4.6 แคดเมียม

แคดเมียม มีสูตรทางเคมี คือ Cd เป็นโลหะสีเงินขาว แวววาวเป็นสีน้ำเงินจางๆ ไม่มีกลิ่น มีน้ำหนักโมเลกุล 112.4 ความถ่วงจำเพาะ 8.65 จุดหลอมเหลว 610 องศาฟาเรนไฮต์ จุดเดือดที่ 1,409 องศาฟาเรนไฮต์ สามารถทำปฏิกิริยาเคมีอย่างรุนแรงกว่าสารที่ให้ออกซิเจน ได้แก่ กำมะถัน ซีลีเนียม และเทลลูเรียม ในทางอุตสาหกรรม เนื่องจากแคดเมียมทนทานต่อการสึกกร่อนได้เป็นอย่างดี จึงนำไปฉาบผิวโลหะต่างๆ เช่น เหล็ก เหล็กกล้า ทองแดง โดยทั่วไปมักนำไปใช้ในการชุบโลหะ นอกจากนี้ยังใช้ผสมกับทองแดง นิกเกิล ทองคำ บิสมัท และอะลูมิเนียม เพื่อให้ได้สารประกอบที่หลอมตัวง่าย โลหะผสมเหล่านี้อาจใช้เป็นสารฉาบผิวบนวัสดุอื่นหรือบนลวดเชื่อม บนโลหะบัดกรี เป็นต้น นอกจากนี้ยังใช้เป็นขั้วไฟฟ้าในแบตเตอรี่ชนิดที่เติมประจุใหม่ได้ ใช้เป็นตัวที่ทำให้พลาสติกชนิดพีวีซี (PVC) อยู่ตัว ใช้ทำวัสดุอุดฟัน ใช้ในการผลิตหลอดเรืองแสง สารกึ่งตัวนำ เครื่องเพชรพลอย ใช้ในกระบวนการแกะสลักแม่พิมพ์ และใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์และเครื่องบิน สารประกอบแคดเมียมใช้ทำสารกำจัดเชื้อรา สารกำจัดแมลง สารกำจัดหนอน ใช้ทำเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมี เม็ดสี สีและแก้ว นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมการถ่ายภาพและการเคลือบมัน และยังเป็นตัวปนเปื้อนในปุ๋ยชนิดซูเปอร์ฟอสเฟตด้วย

(1) การเข้าสู่ร่างกาย

แคดเมียมจะเข้าสู่ร่างกายได้ โดยการปนเปื้อนไปกับมือ หน้า และอวัยวะส่วนต่างๆ หรืออาหารและเครื่องดื่ม สรุปได้ 2 ทาง คือ

1) ระบบทางเดินอาหาร การดูดซึมแคดเมียมขึ้นกับปริมาณแคลเซียมในระบบทางเดินอาหาร โดยถ้าทางเดินอาหารมีแคลเซียมต่ำ จะสามารถดูดซึมแคดเมียมเข้าสู่ร่างกายได้มากขึ้น

2) ระบบหายใจ การสูดเอาฝุ่นหรือควันของแคดเมียมเข้าสู่ปอด และดูดซึมเข้าสู่ร่างกายได้ แคดเมียมที่ดูดซึมเข้าร่างกายแล้ว จะถูกขับออกจากร่างกายทางปัสสาวะได้ยาก

(2) ปริมาณของแคดเมียมในร่างกายมนุษย์

	ปริมาณแคดเมียมในร่างกาย
เลือด	ต่ำกว่า 0.5 ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร
	ค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ 10 ไมโครกรัมต่อลิตร
ปัสสาวะ	ต่ำกว่า 2 ไมโครกรัมต่อ 1 กรัมของครีอะทินิน
	ค่าสูงสุดที่ยอมให้มีได้ 10 ไมโครกรัมต่อ 1 กรัมของครีอะทินิน

หมายเหตุ: องค์การอนามัยโลก/องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (1989) ได้กำหนดปริมาณแคดเมียมสูงสุดที่ร่างกายรับได้ไว้ที่ 7 ไมโครกรัม/กิโลกรัม/คน (สำหรับคนที่มีน้ำหนักตัว 60 กิโลกรัม)

(3) วิธีการเกิดพิษ

การดูดซึมของแคดเมียมในระบบทางเดินอาหารเป็นไปได้น้อยมากประมาณร้อยละ 5-10 ของปริมาณแคดเมียมที่กินเข้าไป การดูดซึมแคดเมียมในลำไส้จะดีขึ้นถ้าปริมาณแคลเซียม ในอาหารต่ำ การดูดซึมแคดเมียมในปอดโดยการหายใจสูดดม แคดเมียมจะถูกดูดซึมได้มากขึ้นถึงร้อยละ 10-40

แคดเมียมเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตโดยจับกับ แกรมม่า -โกลบูลิน (Grammar-Globulin) และมีแคดเมียมบางส่วนไปจับกับฮีโมโกบินหรือ Metallothionein ในเม็ดเลือดแดง แคดเมียมจะไปสะสมอยู่ในไตเป็นส่วนใหญ่ ส่วนน้อยสะสมที่ตับอ่อนและต่อม ไทรอยด์ มีเพียงส่วนน้อยเท่านั้นที่ขับถ่ายออกทางปัสสาวะ แคดเมียมที่เข้าสู่ร่างกายจะหายไปจากเลือดอย่างรวดเร็ว และไปสะสมที่ไต ในการตรวจเพื่อเฝ้าระวังปัญหา การเป็นพิษ จากแคดเมียมจึงไม่ใช้การตรวจหาปริมาณแคดเมียมในเลือดหรือในปัสสาวะ แต่ ใช้การตรวจปริมาณโปรตีนที่ขับออกมาในปัสสาวะ โดยเฉพาะเบตาไมโครโกรบูลิน

ถ้าในร่างกายมนุษย์มีปริมาณของแคดเมียมสูงจะทำให้เกิดอันตรายต่อไตขึ้นได้ โดยจะทำให้เกิดการทำลายเนื้อไต ทำให้มีโปรตีน กรดอะมิโนและน้ำตาลออกมาทางปัสสาวะ การขับถ่ายแคลเซียมออกมาทางปัสสาวะนานๆ จะทำให้เกิดกรด กระดูกผุและแตกได้ การเป็นพิษของแคดเมียมนั้นเข้าใจว่าเกิดจากแคดเมียมไปแทนที่สังกะสีซึ่งเป็นส่วนประกอบของเอนไซม์บางชนิดในร่างกายทำให้เอนไซม์เหล่านั้นไม่สามารถทำงานได้

(4) อันตรายของแคดเมียมต่อร่างกาย

1) ผลเฉพาะที่ ระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ ถ้าสัมผัสกับสารนี้นานๆ อาจทำให้ความรู้สึกในการรับกลิ่นเสียไป และเกิดคราบหรือวงสีเหลืองที่คอฟันทีละน้อย สารประกอบแคดเมียมดูดซึมได้ไม่ดีทางลำไส้ แต่ดูดซึมได้ดีโดยทางหายใจ หลังจากที่แคดเมียมถูกดูดซึมเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะมีครึ่งชีวิตที่ยาวนานและคงอยู่ในตับ และไต

2) ผลต่อร่างกาย พิษเฉียบพลันส่วนใหญ่เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นหรือฟูมแคดเมียม ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อแคดเมียมถูกทำให้ร้อน โดยทั่วไประยะเวลาหลังจากสัมผัสสารจะยาวนาน 2-3 ชั่วโมงก่อนแสดงอาการ อาการเริ่มแรกจะมีการระคายเคืองเล็กน้อยของทางเดินหายใจส่วนต้น อีก 2-3 ชั่วโมงต่อมาจะมีอาการไอ เจ็บปวดในทรวงอก เหงื่อออกและหนาวสั่น ซึ่งเป็นอาการที่คล้ายกับการติดเชื้อทั่วไปของทางเดินหายใจส่วนต้น ต่อมา 8-24 ชั่วโมง หลังจากสัมผัสสารอย่างฉับพลัน อาจเห็นอาการระคายเคืองอย่างแรงที่ปอดเจ็บปวดในทรวงอก หายใจลำบาก ไอ และอ่อนเพลีย อาการหายใจลำบากจะรุนแรงขึ้นเมื่อเกิดน้ำท่วมปอดตามมา อันตรายจากกรณีเช่นนี้มีถึง 15% ผู้ป่วยที่รอดชีวิตอาจมีฟองอากาศในเนื้อเยื่อและเนื้อปอดปูดนูนออกมา ซึ่งต้องใช้เวลานานในการรักษาให้หาย มีรายงานว่าพบพิษเรื้อรังเกิดขึ้นหลังจากสัมผัสฟูมแคดเมียมออกไซด์เป็นเวลานาน

โรคพิษแคดเมียมเป็นโรคที่เกิดจากร่างกายได้รับแคดเมียม และแคดเมียมได้ทำลายไต กระดูก ระบบเลือดปอด กระเพาะปัสสาวะและอวัยวะอื่นๆ โดยมีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า โรคอิไต อิไต (Itai itai) ซึ่งเป็นโรคที่มีอาการปวดในกระดูกมากเป็นสำคัญ กระดูกเสื่อม เสียรูปและมีอาการร่วมอื่นๆ อีกมากมายได้แก่ อาการเพลีย น้ำหนักลด คลื่นไส้อาเจียน ไอเรื้อรัง มีวงสีเหลือง หรือ Yellow ring ที่ฟัน มีภาวะเลือดจาง ความดันโลหิตสูงทำให้เกิดภาวะเส้นเลือดอักเสบ และแคดเมียมยังทำให้เกิดมะเร็งต่อมลูกหมากได้

สำหรับอันตรายที่อาจเกิดจากการรับประทานอาหารที่มีแคดเมียมปนเปื้อนนั้น ถ้าหากได้รับแคดเมียมในปริมาณน้อยๆ จะไปสะสมที่ไต แต่ถ้าได้รับแคดเมียมในปริมาณมากก็จะมีการสะสมที่ตับอีกด้วย อาการเฉียบพลันจากพิษของแคดเมียมได้แก่ คลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง เป็นตะคริวที่ท้องและมีอุจจาระร่วงอย่างรุนแรงคล้ายกับอาการอาหารเป็นพิษ นอกจากนี้แคดเมียมจะรบกวนการดูดซึมวิตามินบี แคลเซียมและคอลลาเจนทำให้เกิดโรคกระดูกพรุน กระดูกน่วมและกระดูกกร่อน ถ้าหากแคดเมียมเข้าสู่ระบบหมุนเวียนโลหิตแล้วจะแพร่กระจายทั่วร่างกาย ทำให้ปอดบวม ทำลายตับและไต มีปัสสาวะสีขาวข้น เนื่องจากไตถูกทำลาย โลหิตจาง กระดูกเปราะบาง เจ็บหัวเข่า และปวดกระดูกทั่วร่างกาย อาการดังกล่าวนี้ เรียกว่า โรคอิไต –อิไต (Itai–Itai Disease) อาการเหล่านี้จะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับปริมาณของแคดเมียมที่ได้รับ ดังนี้

ปริมาณแคดเมียม (มิลลิกรัม)	อาการ
3 – 90	อาเจียน
10 – 326	เป็นพิษอย่างรุนแรงแต่ไม่ทำให้เสียชีวิต
350 – 3,500	อาจทำให้เสียชีวิตได้
1,530 – 8,900	ทำให้เสียชีวิตได้

(5) การป้องกันพิษจากแคดเมียม

จะป้องกันพิษจากแคดเมียมได้โดยการเฝ้าระวังของแพทย์ โดย

1) ตรวจสุขภาพก่อนเข้าทำงานโดยเน้นที่ประวัติการเป็นโรคไต ที่สำคัญ ประวัติการสูบบุหรี่และโรคทางเดินหายใจ และควรทดสอบสมรรถภาพการทำงานของปอด รวมทั้งเอกซเรย์ปอดด้วยเพื่อเก็บไว้เป็นข้อมูลสุขภาพเบื้องต้น

2) การตรวจเป็นระยะๆ ขณะทำงาน ควรเน้นที่ระบบหายใจ รวมทั้งทดสอบสมรรถภาพการทำงานของปอด และไต

5.4.7 ทองแดง

ทองแดง (Copper) เป็นโลหะ สถานะเป็นของแข็ง มีความหนาแน่นใกล้อุณภูมิห้อง 8.96 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร ความหนาแน่นของของเหลวที่จุดหลอมเหลว 8.02 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร จุดหลอมเหลว 1357.77 เคลวิน (K) หรือ 1,084.62 องศาเซลเซียส (°c) และจุดเดือด 2,835 เคลวิน (K) หรือ 2,562 องศาเซลเซียส (°c) ความร้อนจำเพาะ ที่ 25°ซ เท่ากับ 24.440 จูลต่อโมล เคลวิน (J/mol K)

(1) แหล่งที่มา

ทองแดงเกิดขึ้นตามธรรมชาติในรูปของทองแดงบริสุทธิ์หรือสินแร่ โดยรวมตัวอยู่กับหิน ทราย ดิน หรือดินเหนียว สินแร่ทองแดงแบ่งออกเป็นพวกใหญ่ๆ 3 พวกด้วยกัน คือ

1) ทองแดงบริสุทธิ์ตามธรรมชาติซึ่งมีทองแดงอยู่ถึงร้อยละ 99

2) แร่ซัลไฟด์ (Sulfide ores) ทองแดงรวมตัวกับกำมะถันเป็นทองแดงซัลไฟด์ ในแร่บางชนิดอาจมีธาตุอื่น เช่น ดีบุกหรือเหล็กปนอยู่ด้วย สินแร่ทองแดงในรูปของซัลไฟด์ที่สำคัญๆ ได้แก่ คาลโคไพไรต์ (Chalcopyrite) โคเวลไลต์ (Covellite) อีนาร์ไจต์ (Enargite) เททราฮีไดรต์ (Tetrahedrite) และบอร์ไนต์ (Bornite) เป็นต้น แร่เหล่านี้มีทองแดงอยู่ ร้อยละ 40-80

3) แร่ออกไซด์ (Oxide ores) ทองแดงรวมตัวกับออก ซิเจนอยู่ในรูปของออกไซด์ แร่เหล่านี้ได้แก่ คิวไพรต์ (Cuprite) เทนอไรต์ (Tenorite) อะซูไรต์ (Azurite) บรอคาไนต์ (Brochanite) ฯลฯ ซึ่งมีทองแดงอยู่ร้อยละ 45-89

ส่วนใหญ่ทองแดงพบได้ตามธรรมชาติ ทั้งในดิน หิน น้ำและอากาศ อาจอยู่ในรูปธาตุอิสระหรือสารประกอบ เช่น Cu_2O, Cu_2S, CuF, $CuSO_4$, $CuFeS_2$ เป็นต้น ทองแดงเป็นตัวนำความร้อนและไฟฟ้าที่ดีรองจากเงิน ปัจจุบันมีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ใช้ผลิตลวด สายไฟ ท่อน้ำ นอกจากนี้ยังใช้เป็นสารเคมีทางการเกษตร สารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์รบกวนต่างๆ การทำสีย้อม เป็นต้น ส่งผลให้มีการแพร่กระจายของทองแดงสู่สิ่งแวดล้อมมากขึ้น

ประเทศไทยมีแร่ทองแดงโดยทั่วไป ทั้งทางภาคกลาง ภาคเหนือ และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ แหล่งแร่ทองแดงที่สำคัญ ได้แก่ แหล่งขนงพระและแหล่งจันทึก จังหวัดนครราชสีมา ที่อำเภองาว จังหวัดลำปาง อำเภอเมือง จังหวัดแพร่ อำเภอโคกกระเทียม จังหวัดลพบุรี อำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา และยังมีแหล่งอื่นๆ ที่กำลังสำรวจอยู่ ไม่ปรากฏว่ามีแหล่งใดมีปริมาณแร่มากพอที่จะตั้งโรงถลุงทองแดงได้

ทองแดงมีความจำเป็นต่อร่างกายสิ่งมีชีวิตถ้าได้รับในปริมาณที่เหมาะสมกับร่างกาย โดยเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในกระดูกและกล้ามเนื้อ

(2) การเข้าสู่ร่างกาย

การปนเปื้อนของทองแดงต่อมนุษย์สามารถเข้าสู่ร่างกายทางระบบหายใจ และระบบทางเดินอาหาร โดยการดื่มน้ำ การบริโภคอาหารในชีวิตประจำวัน

(3) กลไกการเกิดพิษ

การเกิดพิษขึ้นอยู่กับปริมาณที่ได้รับเข้าไป ช่องทางที่ได้รับและสภาพร่างกายของแต่ละบุคคล ทองแดงถูกดูดซึมได้ดีในกระเพาะอาหารและลำไส้ส่วนบน โดยซึมผ่านเข้าผนังลำไส้ไปที่ตับ จากนั้นจะรวมตัวกับน้ำดี แล้วถูกหลั่งออกมาบริเวณลำไส้ ขับออกไปกับอุจจาระ หรืออาจถูกดูดกลับเข้าสู่ร่างกายได้ร้อยละ 30 โดยไปสะสมที่กระดูก กล้ามเนื้อ ตับ สมอง การสะสมจะมากที่ตับและสมอง

เมื่อได้รับทองแดงในปริมาณมากจะทำให้เกิดความเป็นพิษต่อร่างกาย คือ คลื่นเหียน อาเจียน เกิดการอักเสบในช่องท้องและกล้ามเนื้อ ท้องเสีย การทำงานของหัวใจผิดปกติ กดระบบภูมิคุ้มกันของร่างกายและอาจส่งผลให้เกิดความผิดปกติทางจิต ส่วนอาการเรื้อรังจากการได้รับติดต่อกันเป็นเวลานาน และตับทำหน้าที่บกพร่อง ไม่สามารถขับทองแดงออกจากร่างกายได้ตามปกติ ทำให้สะสมในร่างกายเป็นปริมาณมาก ส่งผลให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย หรือกลุ่มอาการ Wilson' Diseases คือ ร่างกายสั่นเทาอยู่ตลอดเวลา กล้ามเนื้อแข็งเกร็ง มีน้ำมูกน้ำลายไหล ควบคุมการพูดลำบาก

(4) การแก้ไขการเกิดพิษและวิธีการป้องกันการเกิดพิษ

1) ผิวหนัง : ควรสวมเสื้อผ้าที่รัดกุมและมีเครื่องป้องกันร่างกาย ก่อนการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับสารทุกครั้งเมื่อสารพิษถูกผิวหนังรีบล้างออกด้วยสบู่และน้ำสะอาดถ้าสารพิษกระเด็นหรือหกเปื้อนเสื้อผ้า ต้องรีบเปลี่ยนเสื้อผ้าทันทีแล้วล้างผิวด้วยสบู่และน้ำสะอาด จากนั้นรีบนำส่งโรงพยาบาล

2) ตา : ควรมีเครื่องป้องกันสายตาที่เหมาะสมก่อนการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับสาร (ไม่ควรสวม Contact lens ขณะทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมี) เมื่อสารพิษกระเด็นเข้าตา ต้องรีบล้างออกด้วยน้ำสะอาดจำนวนมากสลับกับการค่อยๆ กระพริบตาขึ้น-ลง จากนั้นรีบนำส่งโรงพยาบาลทันที

3) การหายใจ : เมื่อหายใจรับเอาสารเข้าไปเป็นจำนวนมาก ต้องรีบเคลื่อนย้ายผู้ได้รับสารออกจากบริเวณนั้น ไปสู่บริเวณที่มีอากาศถ่ายเทสะดวก ถ้าหยุดหายใจให้รีบทำการผายปอด (Mouth-to-Mouth) แล้วรีบนำส่งโรงพยาบาลทันที

4) การกลืนกินสารพิษ : รีบนำส่งโรงพยาบาลทันที

5.5 การสำรวจโดยแบบสอบถาม

5.5.1 วิธีการศึกษา

(1) รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ

โดยการสำรวจทัศนคติและความคิดเห็นของประชาชนในพื้นที่ศึกษาในระดับครัวเรือนในรัศมี 5 กิโลเมตร จากที่ตั้งโครงการ และชุมชนใกล้เคียงนอกรัศมี 5 กิโลเมตร โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล ทำการสอบถามจากหัวหน้าครัวเรือนหรือคู่สมรส หรือผู้ที่อาศัยอยู่ในบ้านเรือนนั้นๆ โดยกำหนดให้สำรวจทัศนคติและความคิดเห็นของประชาชนในครัว เรือนจากหัวหน้าครัวเรือน หรือคู่สมรส หรือผู้ที่อยู่อาศัยในบ้านนั้นๆ เพียง 1 ตัวอย่าง/ครัวเรือน กลุ่มตัวอย่างประกอบด้วยครัวเรือนผู้ที่ได้รับผลกระทบทางตรง และผู้ที่ได้รับผลกระทบทางอ้อม โดยใช้แบบสอบถามเป็นเครื่องมือสัมภาษณ์ทัศนคติหัวหน้าครัวเรือนแบบสอบถามประกอบด้วย 8 ประเด็นหลัก คือ

- ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์
- ข้อมูลเศรษฐกิจ-สังคมของครัวเรือน
- ข้อมูลด้านสาธารณูปโภค และสุขภาพอนามัย

- ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ
- ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ได้รับในปัจจุบัน
- ความคิดเห็นเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์โครงการ
- ทัศนคติของราษฎรต่อการดำเนินโครงการศึกษาการปนเปื้อน
- เครือข่าย อนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน

(2) การกำหนดจำนวนตัวอย่าง และการสุ่มตัวอย่าง

โดยสำรวจจำนวนครัวเรือนที่อยู่ในขอบเขตพื้นที่ในรัศมี 5 กิโลเมตร จากที่ตั้งโครงการ และชุมชนใกล้เคียงนอกรัศมี 5 กิโลเมตร คลอบคลุมพื้นที่ 66 หมู่บ้าน โดยตระหนักถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อผู้รับ จึงได้เก็บตัวอย่างกระจายตามหมู่บ้านในพื้นที่ศึกษา ดังนี้

- กลุ่มครัวเรือนในรัศมี 0-1 กิโลเมตร จำนวน 72 ราย
- กลุ่มครัวเรือนในรัศมี 1-3 กิโลเมตร จำนวน 59 ราย
- กลุ่มครัวเรือนในรัศมี 3-5 กิโลเมตร จำนวน 57 ราย
- กลุ่มครัวเรือนนอกรัศมี 5 กิโลเมตร จำนวน 129 ราย

ทั้งนี้การสุ่มตัวอย่างใช้แนวทางการสุ่มตัวอย่างแบบไม่ใช้ความน่าจะเป็น (Nonprobability samping method) เลือกตัวอย่างโดยความบังเอิญ (Accidental sampling) กล่าวคือ เมื่อพบครัวเรือนในพื้นที่เป้าหมาย ดำเนินการเข้าไปสอบถาม โดยนำข้อมูลที่สำรวจได้มาวิเคราะห์ ดังนี้

- ผลการรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิที่ได้นำมาวิเคราะห์เพื่อนำเสนอภาพรวมด้านเศรษฐกิจ - สังคมของพื้นที่ศึกษาในระดับจังหวัด อำเภอ และตำบล

- แบบสอบถามผู้นำชุม ชน และหัวหน้าครัวเรือนทำการวิเคราะห์ผลโดยใช้โปรแกรมสถิติทางสังคม (SPSS for windows) เพื่ออธิบายทัศนคติความคิดเห็นต่อโครงการของชุมชน นำเสนอในรูปของตารางแสดงความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย

5.5.2 ผลการสำรวจด้านเศรษฐกิจ-สังคม การเกษตร และทัศนคติของประชาชน

ผลการสำรวจด้านเศรษฐกิจ -สังคม และทัศนคติและความคิดเห็นที่มีต่อโครงการ ในระดับชุมชนทั้งหมด จำนวน 317 ราย จำแนกกลุ่มครัวเรือนตามรัศมีพื้นที่ศึกษา **(ภาคผนวก ฐ)** โดยมีรายละเอียดดังนี้

5.5.2.1 กลุ่มครัวเรือนในเขตรัศมี 0-1 กิโลเมตร

(1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ผู้ให้สัมภาษณ์กลุ่มครัวเรือนภายในรัศมี 0-1 กิโลเมตร รอบที่ตั้งโครงการ เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย กล่าวคือ เป็นเพศหญิงร้อยละ 61.11 และเป็นเพศชายร้อยละ 38.89 ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 31-40 ปี (ร้อยละ 23.61) และทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ ผู้ให้สัมภาษ ณ์ร้อยละ 66.67 จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา รองลงมา จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น และระดับ

มัธยมศึกษาตอนปลาย /ปวช. (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 9.72) และจบการศึกษาระดับอนุปริญญา /ปวส. (ร้อยละ 5.56) ตามลำดับ ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ย้ายภูมิลำเนามาจากพื้นที่อื่น (ร้อยละ 58.33) และมีภูมิลำเนาอยู่ในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่เกิด (ร้อยละ 41.67) และส่วนใหญ่มีบรรพบุรุษอยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษาเป็นระยะเวลา 31-50 ปี (ร้อยละ 77.78) และมีบรรพบุรุษอยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษาเป็นระยะเวลา 51-70 ปี (ร้อยละ 22.22) สาเหตุของการย้ายเข้ามาอยู่ใน พื้นที่ส่วนใหญ่มาจากการย้ายมาแต่งงานกับคนในพื้นที่ (ร้อยละ 32.50) รองลงมา มาหางานทำ (ร้อยละ 30) และย้ายตามพ่อแม่ /ญาติพี่น้อง (ร้อยละ 22.50) ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรสแล้ว (ร้อยละ 90.28)

(2) ข้อมูลเศรษฐกิจ-สังคมของครัวเรือน

1) อาชีพของครัวเรือน ผลการศึกษาข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นด้านเศรษฐกิจ-สังคมของครัวเรือน พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม (ร้อยละ 43.75) ซึ่งสามารถแยกออกเป็น 3 ประเภท คือ นาปี (ร้อยละ 58.18) นาปรัง (ร้อยละ 23.64) และพืชไร่ (ร้อยละ 18.18) รองลงมา รับจ้างทั่วไป (ร้อยละ 17.50) และรับจ้างในเหมือง (ร้อยละ 10) สำหรับอาชีพรอง /อาชีพเสริม พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ไม่มีอาชีพรอง (ร้อยละ 67.74)

ทั้งนี้การทำการเกษตรของชุมชนในรัศมี 0-1 กิโลเมตร มีฤดูการเพาะปลูกที่แตกต่าง ตามชนิดของพืชที่ปลูก มีการใช้สารเคมีหลายชนิดเพื่อ กำจัดวัชพืช กำจัดศัตรูพืช รวมถึงให้ฮอร์โมน และปุ๋ยเพื่อบำรุงพืชพรรณให้เจริญเติบโต รายละเอียดดังแสดงใน**ภาคผนวก ฐ**

2) สภาพที่พักอาศัย ลักษณะบ้านเรือนที่อาศัยของผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นบ้านปูน/ตึก (ร้อยละ 33.87) รองลงมา เป็นบ้านไม้ชั้นเดียวใต้ถุนสูง (ร้อยละ 30.65) และเป็นบ้านไม้ชั้นเดียว (ร้อยละ 22.58) ส่วนใหญ่มีกรรมสิทธิ์ในการถือครองบ้าน/ที่ดินเป็นของตนเอง (ร้อยละ 88.73) รองลงมา เป็นบ้านของตนเองแต่ปลูกในที่ดินคนอื่น (ร้อยละ 9.86) และเช่าบ้านและที่ดิน(ร้อยละ 1.41)

3) รายได้-รายจ่าย ของครัวเรือน ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีรายได้รวมของครอบครัวอยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 24.19) รองลงมา มีรายได้อยู่ในช่วง 5,001-7,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 20.97) และมีรายได้อยู่ในช่วง 20,001-40,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 14.52) สำหรับรายจ่ายของครัวเรือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 30.65) รองลงมา มีรายจ่ายอยู่ในช่วง 3,001-7,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 19.35) และมีรายจ่ายอยู่ในช่วง 1,001-3,000 บาท/เดือน และมีรายจ่ ายมากกว่า20,000 บาท/เดือน (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ11.29)

(3) ข้อมูลด้านสาธารณูปโภค และสุขภาพอนามัย

1) สุขภาพอนามัย จากการสัมภาษณ์ พบว่า ในรอบปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบัน ผู้ให้สัมภาษณ์ และสมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่ไม่มีการเจ็บป่วย (ร้อยละ 31.18) รองลงมา ป่วยเป็นโรคผิวหนัง และภูมิแพ้ (ร้อยละ 25.81) และโรคอื่นๆ (ร้อยละ 17.50) สำหรับการเข้ารับการรักษาพยาบาล

ส่วนใหญ่จะไปที่สถานีอนามัย (ร้อยละ 45.71) รองลงมา โรงพยาบาลรัฐ (ร้อยละ 37.14) และซื้อยามารับประทานเอง (ร้อยละ 9.52)

2) แหล่งน้ำบริโภค- อุปโภค และการเกษตร แหล่งน้ำสำหรับการบริโภคของผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ คือ ซื้อน้ำดื่ม (ร้อยละ 53.85) รองลงมา คือ น้ำฝน (ร้อยละ 21.79) และน้ำประปา (ร้อยละ 12.82) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นว่าน้ำดื่มมีคุณภาพดี โดยส่วนใหญ่ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำไปดื่ม (ร้อยละ 84.72) รองลง ใช้วิธีการอื่นๆ (ร้อยละ 5.56) และใช้วิธีการกรอง และต้ม (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 4.17) และแหล่งน้ำสำหรับอุปโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 72.29) คือ น้ำประปาหมู่บ้าน รองลงมา น้ำบาดาล (ร้อยละ 15.66) และน้ำบ่อตื้น (ร้อยละ 9.64) แหล่งน้ำใช้เพื่อการเกษตรพบว่า ส่วนใหญ่ ใช้น้ำฝนสำหรับทำการเกษตร (ร้อยละ 48.21) รองลงมา น้ำในแม่น้ำลำคลอง (ร้อยละ 25) และน้ำบาดาล (ร้อยละ 23.21) ซึ่งส่วนใหญ่พบว่ามีปริมาณน้ำไม่เพียงพอ(ร้อยละ 87.18)

3) การกำจัดสิ่ง ปฏิกูล การกำจัดขยะมูลฝอยในครัวเรือนส่วนใหญ่กำจัดโดยการเผา (ร้อยละ 93.42)

4) ระบบสาธารณูปโภคในชุมชน ผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมด มีไฟฟ้าใช้ในครัวเรือน ส่วนการคมนาคมขนส่งผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นว่าไม่มีปัญหา (ร้อยละ 86.11)

(4) ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ

ด้านสถานที่ท่องเที่ยว แหล่งโบราณคดี แหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ และแหล่งท่องเที่ยวที่ส วยงาม พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ระบุว่าพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีแหล่งโบราณคดี (ร้อยละ 83.33) และระบุว่ามีแหล่งโบราณคดีเพียงร้อยละ 16.67 สำหรับแหล่งน้ำผุด ผู้ให้สัมภาษณ์ระบุว่าพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีแหล่งน้ำผุด (ร้อยละ 95.83) และระบุว่าพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีแหล่งเอกลักษณ์ของชุมชน (ร้อยละ 88.89) และระบุว่ามีแหล่งเอกลักษณ์ของชุมชนเพียงร้อยละ 11.11

(5) ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ได้รับในปัจจุบัน

จากการศึกษาผลกระทบด้านสิ่ง แวดล้อม สามารถทำการประเมินผล 5 ประเด็น ได้แก่ ฝุ่น เสียง สั่นสะเทือน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ซึ่งผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบด้านต่างๆ ดังนี้

1) ฝุ่นละออง ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 76.39) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุจากแหมืองแร่ (ร้อยละ 59.70) ช่วงเวลาที่ได้รับผลกระทบตลอดปี (ร้อยละ 69.09) อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 40)

2) ผลกระทบด้านเสียง ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 68.06) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุจากกิจกรรมการทำเหมืองแร่ (ร้อยละ 80) ช่วงเวลาที่ได้รับผลกระทบตลอดปี (ร้อยละ 63.27) อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 42.86)

3) ผลกระทบจากการใช้น้ำผิวดิน ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 66.67) เห็นว่ามีผลกระทบต่อปริมาณน้ำ อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 47.92) และผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดระบุว่ามีผลต่อ

คุณภาพน้ำ อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 44.90) มีสาเหตุจากภัยแ ล้ง/ฝนทิ้งช่วง (ร้อยละ 64.18) และการทำเหมืองแร่ (ร้อยละ 29.85) ได้รับผลกระทบในบางช่วงเวลา (ร้อยละ 60.42)

4) ผลกระทบจากการใช้น้ำใต้ดิน ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 55.56) เห็นว่ามีผลกระทบต่อปริมาณน้ำ อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 62.50) และผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดระบุ ว่ามีปัญหาด้านคุณภาพน้ำ มีผลกระทบอยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 45) ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการทำเหมืองแร่ (ร้อยละ 44.44) รองลงมา ภัยแล้งฝนทิ้งช่วง (ร้อยละ 40.74) ได้รับผลกระทบตลอดปี (ร้อยละ 62.50)

5) ความสั่นสะเทือน ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 54.17) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุจากการทำเหมืองแร่ ร้อยละ 97.44 และได้รับผลกระทบตลอดปี (ร้อยละ 61.54) ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 46.15) ดัง**ตารางที่ 5.5.2.1-1**

ตารางที่ 5.5.2.1-1 ความคิดเห็นของกลุ่มครัวเรือนภายในรัศมี 0-1 กิโลเมตร รอบที่ตั้งโครงการเรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันของพื้นที่

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนในปัจจุบัน	ไม่มีผลกระทบ (ร้อยละ)	มีผลกระทบ (ร้อยละ)	ระดับของผลกระทบ		
			น้อย	ปานกลาง	มาก
1. ฝุ่นละออง	23.61	76.39	21.82	38.18	40
2. เสียงดัง	31.94	68.06	18.37	42.86	38.78
3. การสั่นสะเทือน	45.83	54.17	12.82	46.15	41.03
4. แหล่งน้ำผิวดิน					
- ปริมาณ	33.33	66.67	6.25	45.83	47.92
- คุณภาพ		100	44.90	22.45	32.65
5. แหล่งน้ำใต้ดิน					
- ปริมาณ	44.44	55.56	5	32.50	62.50
- คุณภาพ		100	17.50	37.50	45

ที่มา : จากการสำรวจทัศนคติวันที่ 19 - 20 และ 26 มิถุนายน 2553 โดย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(6) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์โครงการ

ผู้ให้สัมภาษณ์ ร้อยละ 86.11 ไม่เคยทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับโครงการมาก่อน ส่วนที่ทราบข้อมูลข่าวสารมีเพียง ร้อยละ 13.89 ซึ่งแหล่งที่มาของข้อมูลที่ทราบมาจากผู้นำชุมชน (ร้อยละ 50) รองลงมา ทราบจากวิทยุกระจายเสียง (ร้อยละ 20) และทราบจากเพื่อนบ้าน ใบปลิวหรือจดหมายข่าว และอื่นๆ (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 10) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 77.78) ไม่ได้เข้าร่วมประชุมปฐมนิเทศโคร งการ และผู้ให้สัมภาษณ์ที่เข้าร่วม (ร้อยละ 22.22) เห็นว่าระยะเวลาที่จัดประชุมมีความเหมาะสม ส่วนข้อมูลในการดำเนินงานโครงการผู้ให้สัมภาษณ์เห็นว่าเพียงพอและไม่เพียงพอใน

ระดับเท่ากัน ส่วนความรู้ความเข้าใจในการดำเนินงานโครงการผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีความเข้าใจเล็กน้อยและปานกลาง (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 50) ซึ่งผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 83.33) เห็นว่าโครงการควรมีการประชาสัมพันธ์ /ชี้แจงข้อมูลโครงการเพิ่มเติม ในรูปแบบการแจ้งข้อมูลข่าวส ารผ่านการประชุม (ร้อยละ 45.21) รองลงมา จัดประชุมชี้แจงราษฎร (ร้อยละ 34.25) และจดหมาย/เอกสารแจ้งโดยตรง (ร้อยละ 15.07)

(7) ทัศนคติของราษฎรต่อการดำเนินโครงการศึกษาการปนเปื้อน

ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 44.44) เห็นว่าโครงการมีความน่าเชื่อถือแต่ไม่มั่นใจ รองลงมาเห็นว่าโครงการมีความน่าเชื่อถือ (ร้อยละ 31.94) และเห็นว่าโครงการไม่น่าเชื่อถือ (ร้อยละ 23.61) ส่วนความเชื่อมั่นในผลการศึกษา พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีความเชื่อมั่น (ร้อยละ 61.11) และ ร้อยละ 38.89 เห็นว่าไม่มีความเชื่อมั่น ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80.56) ระบุว่าหากโครงการสามารถแก้ไขปัญหาตามประเด็นที่ชาวบ้านไม่เชื่อมั่นได้ จะยอมรับผลการศึกษา

(8) เครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน

ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 94.44) เห็นสมควรให้มีการสร้างเครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้ อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน และผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 51.39) ไม่ทราบวัตถุประสงค์การสร้างเครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้ อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน รองลงมาทราบถึงวัตถุประสงค์ (ร้อยละ 34.72) และไม่แน่ใจ (ร้อยละ 13.89) สำหรับความเข้าใจ ในแนวทางการปฏิบัติของเครือข่ายฯ พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 56.94) ไม่แน่ใจ รองลงมา ไม่เข้าใจ (ร้อยละ 34.72) และมีความเข้าใจในแนวทางปฏิบัติของเครือข่ายฯ (ร้อยละ 8.33) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 94.44) มีความยินที่ที่จะเข้าร่วมเครือข่ายฯ

5.6.2.2 กลุ่มครัวเรือนในเขตรัศมี 1-3 กิโลเมตร

(1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ผู้ให้สัมภาษณ์กลุ่มครัวเรือนภายในรัศมี 1-3 กิโลเมตร รอบที่ตั้งโครงการ เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย กล่าวคือ เป็นเพศหญิงร้อยละ 54.24 และเป็นเพศชายร้อ ยละ 45.76 ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 51-60 ปี (ร้อยละ 32.20) รองลงมา มีอายุมากกว่า 60 ปี (ร้อยละ 25.42) และมีอายุอยู่ในช่วง 31-40 ปี (ร้อยละ 18.64) ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 69.49) จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา รองลงมา จบการศึกษาใน ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย /ปวช.(ร้อยละ 11.86) และไม่ได้เรียนหนังสือ (ร้อยละ 8.47) ตามลำดับ ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาอยู่ในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่เกิด (ร้อยละ 74.58) และย้ายมาจากพื้นที่อื่น (ร้อยละ 25.42) สาเหตุของการย้ายเข้ามาในพื้นที่ ส่วนใหญ่มาจากการย้ายมาแต่งงานกับคนในพื้นที่ (ร้อยละ 50) รองลงมา มาหางานทำ (ร้อยละ 28.57) และย้ายตามพ่อแม่/ญาติพี่น้อง (ร้อยละ 14.29) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีบรรพบุรุษอยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษาเป็นระยะเวลา 71-100 ปี (ร้อยละ 72.73) รองลงมา

มีบรรพบุรุษอ ยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษาเป็นระยะเวลา มากกว่า 100 ปี (ร้อยละ 18.18) และอยู่ในช่วงระยะเวลา 51-70 ปี (ร้อยละ 9.09) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรสแล้ว (ร้อยละ 93.22)

(2) ข้อมูลเศรษฐกิจสังคมของครัวเรือน

1) อาชีพของครัวเรือนผลการศึกษาข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นด้านเศรษฐกิจสังคมของครัวเรือน พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม (ร้อยละ 50.72) ซึ่งสามารถแยกออกเป็น 4 ประเภท คือ นาปี (ร้อยละ 62.96) พืชไร่ (ร้อยละ 24.07) พืชสวน (ร้อยละ 7.41) และนาปรัง (ร้อยละ 5.56) รองลงมา ค้าขาย(ร้อยละ 14.49) และข้าราชการ/รัฐวิสาหกิจ (ร้อยละ 8.70) สำหรับอาชีพรอง/อาชีพเสริม พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ไม่มีอาชีพรอง (ร้อยละ 76.27)

ทั้งนี้การทำการเกษตรของชุมชนในรัศมี 1-3 กิโลเมตร มีฤดูการเพาะปลูกที่แตกต่าง ตามชนิดของพืชที่ปลูก มีการใช้สารเคมีหลายชนิดเพื่อกำจัดวัชพืช กำจัดศัตรูพืช รวมถึงให้ฮอร์โมน และปุ๋ยเพื่อบำรุงพืชพรรณให้เจริญเติบโต รายละเอียดดังแสดงใน**ภาคผนวก ฐ**

2) สภาพที่พักอาศัย ลักษณะบ้านเรือนที่อาศัยของผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นบ้านปูน / ตึก และบ้านครึ่งปูนครึ่งไม้ (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 32.20) รองลงมา เป็นบ้านไม้ชั้นเดียวใต้ถุนสูง (ร้อยละ 18.64) และบ้านไม้ชั้นเดียว (ร้อยละ 16.95) ส่วนใหญ่มีกรรมสิทธิ์ในการถือครองบ้าน /ที่ดินเป็นของตนเอง (ร้อยละ 96.61) รองลงมา เป็นบ้านของตนเองแต่ปลูกในที่คนอื่น และอยู่อาศัยฟรี (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 1.69)

3) รายได้-รายจ่าย ของครัวเรือน ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีรายได้รวมของครอบค รัวอยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 35.59) รองลงมา มีรายได้อยู่ในช่ วง 7,000-10,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 20.34) และมีรายได้อยู่ในช่วง 20,001-40,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 18.64) สำหรับรายจ่ายของครัวเรือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 28.81) รองลงมา มีรายจ่ายอยู่ในช่วง 7,000-10,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 23.73) และมีรายจ่ายอยู่ในช่วง 3,001-5,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 16.95)

(3) ข้อมูลด้านสาธารณูปโภค และสุขภาพอนามัย

1) สุขภาพอนามัย จากการสัมภาษณ์ พบว่า ในรอบปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันผู้ให้สัมภาษณ์ และสมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่ไม่มีการเจ็บป่วย (ร้อยละ 36.92) รองลงมา โรคอื่นๆ (ร้อยละ 35.38) และโรคระบบกล้ามเนื้อ (ร้อยละ 9.23) สำหรับการเข้ารับการรักษาพยาบาลส่วนใหญ่จะไปโรงพยาบาลรัฐ (ร้อยละ 42.67) รองลงมา สถานีอนามัย (ร้อยละ 32) และซื้อยามารับประทานเอง (ร้อยละ 13.33)

2) แหล่งน้ำบริโภค- อุปโภค และการเกษตร แหล่งน้ำสำหรับการบริโภคของผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ คือ ซื้อน้ำดื่ม (ร้อยละ 56.25) รองลงมา น้ำฝน (ร้อยละ 28.13) และน้ำประปา (ร้อยละ 9.38) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นว่าน้ำดื่มมีคุณภาพดี ซึ่งส่วนใหญ่ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำไปดื่ม (ร้อยละ 66.67) รองลงมา ใช้วิธีการกรอง (ร้อยละ 18.33) และต้ม (ร้อยละ 6.67)

แหล่งน้ำสำหรับอุปโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 75.36) คือ น้ำประปาหมู่บ้าน รองลงมา น้ำบาดาล และน้ำบ่อตื้น (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 8.70) และน้ำฝน (ร้อยละ 4.35) แหล่งน้ำใช้เพื่อการเกษตร พบว่าส่วนใหญ่ใช้น้ำในแม่น้ำ ลำคลองสำหรับทำการเกษตร (ร้อยละ 51.79) รองลงมา น้ำฝน (ร้อยละ 44.64) และน้ำบาดาล (ร้อยละ 3.57) ซึ่งส่วนใหญ่พบว่ามีปริมาณน้ำไม่เพียงพอ(ร้อยละ 81.08)

3) **การกำจัดสิ่ง ปฏิกูล** การกำจัดขยะมูลฝอยในครัวเรือนส่วนใหญ่กำจัดโดยการเผา (ร้อยละ 93.33) และกองไว้รอรถจัดเก็บ (ร้อยละ 5.08)

4) **ระบบสาธารณูปโภคในชุมชน** ผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมด มีไฟฟ้าใช้ในครัวเรือน ส่วนการคมนาคมขนส่งผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นว่าไม่มีปัญหา (ร้อยละ 94.92)

(4) ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ

ด้านสถานที่ท่องเที่ยว แหล่งโบราณคดี แหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ และแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงาม พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดระบุว่าพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีแหล่งโบราณคดี สำหรับแหล่งน้ำผุดผู้ให้สัมภาษณ์ระบุว่าพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีแหล่งน้ำผุด และพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีแหล่งเอกลักษณ์ของชุมชน

(5) ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ได้รับในปัจจุบัน

จากการศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม สามารถทำการประเมินผล 5 ประเด็น ได้แก่ ฝุ่น เสียง สั่นสะเทือน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ซึ่งผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบด้านต่างๆ ดังนี้

1) **ฝุ่นละออง** ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 59.32) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุจากการจราจร (ร้อยละ 71.05) ได้รับผลกระทบบางช่วงเวลา (ร้อยละ 68.57) อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 57.14)

2) **ผลกระทบด้านเสียง** ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 44.07) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุจากกิจกรรมการทำเหมืองแร่ (ร้อยละ 64) ได้รับผลกระทบบางเวลา (ร้อยละ 72) อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 76)

3) **ผลกระทบจากการใช้น้ำผิวดิน** ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 52.54) เห็นว่ามีผลกระทบต่อปริมาณน้ำ อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 63.33) และผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ระบุว่ามีผลต่อคุณภาพน้ำ (ร้อยละ 87.10) อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 53.85) มีสาเหตุจากภัยแล้ง /ฝนทิ้งช่วง (ร้อยละ 71.43) และได้รับผลกระทบในบางเวลา (ร้อยละ 93.10)

4) **ผลกระทบจากการใช้น้ำใต้ดิน** ผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 28.81) เห็นว่ามีผลกระทบต่อปริมาณน้ำ อยู่ในระดับปานกลาง และระดับมาก (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 35.29) และผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดระบุว่ามีปัญหาด้านคุณภาพน้ำ มีผลกระทบอยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 52.94) ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากภัยแล้งฝนทิ้งช่วง (ร้อยละ 52.63) รองลงมา การทำเหมืองแร่ (ร้อยละ 31.58) ได้รับผลกระทบบางเวลา (ร้อยละ 58.82)

5) **ความสั่นสะเทือน** ผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 27.12) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุจากการทำเหมืองแร่ ร้อยละ 93.75 และได้รับผลกระทบบางเวลา (ร้อยละ 68.75) ในระดับน้อย (ร้อยละ 81.25) ดัง**ตารางที่ 5.5.2.2-1**

ตารางที่ 5.5.2.2-1 ความคิดเห็นของกลุ่มครัวเรือนภายในรัศมี 1-3 กิโลเมตร รอบที่ตั้งโครงการ เรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันของพื้นที่

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนในปัจจุบัน	ไม่มีผลกระทบ (ร้อยละ)	มีผลกระทบ (ร้อยละ)	ระดับของผลกระทบ		
			น้อย	ปานกลาง	มาก
1. ฝุ่นละออง	40.68	59.32	57.14	40	2.86
2. เสียงดัง	55.93	44.07	76	20	4
3. การสั่นสะเทือน	72.88	27.12	81.25	18.75	
4. แหล่งน้ำผิวดิน					
- ปริมาณ	47.46	52.54	16.67	63.33	20
- คุณภาพ	12.90	87.10	53.85	34.62	11.54
5. แหล่งน้ำใต้ดิน					
- ปริมาณ	71.19	28.81	29.41	35.29	35.29
- คุณภาพ		100	52.94	29.41	17.65

ที่มา : จากการสำรวจทัศนคติวันที่ 19 - 20 และ 26 มิถุนายน 2553 โดย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(6) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์โครงการ

ผู้ให้สัมภาษณ์ ร้อยละ 91.53 ไม่เคยทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับโครงการมาก่อน ส่วนที่ทราบข้อมูลข่าวสารมีเพียง ร้อยละ 8.47 ซึ่งแหล่งที่มาของข้อมูลที่ทราบมาจากผู้นำชุมชน (ร้อยละ 60) รองลงมา ใบปลิวหรือจดหมายข่าว และอื่นๆ (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 20) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 60) ได้เข้าร่วมประชุมปฐมนิเทศโครงการ ผู้ให้สัมภาษณ์ที่เข้าร่วมทั้งหมด เห็นว่าวันและเวลาในการจัดประชุมมีความเหมาะสม และเห็นว่าระยะเวลาในการการประชุมปฐมนิเทศโครงการมีความเหมาะสม (ร้อยละ 66.67) ข้อมูลในการดำเนินงานโครงการผู้ให้สัมภาษณ์เห็นว่าเพียงพอ (ร้อยละ 66.67) ส่วนความรู้ความเข้าใจในการดำเนินงานโครงการผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีความเข้าใจเล็กน้อย (ร้อยละ 66.67) ซึ่งผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 93.22) เห็นว่าโครงการควรมีการประชาสัมพันธ์ /ชี้แจงข้อมูลโครงการเพิ่มเติม ในรูปแบบการแจ้งข้อมู ลข่าวสารผ่านการประชุม (ร้อยละ 54.69) รองลงมา อื่นๆ (ร้อยละ 21.88) และจดหมาย/เอกสารแจ้งโดยตรง (ร้อยละ 14.06)

(7) ทัศนคติของราษฎรต่อการดำเนินโครงการศึกษาการปนเปื้อน

ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 62.71) เห็นว่าโครงการมีความน่าเชื่อถือแต่ไม่มั่นใจ รองลงมาเห็นว่าโครงการไม่น่าเชื่อถือ (ร้อยละ 27.12) และเห็นว่าโครงการมีความน่าเชื่อถือ (ร้อยละ 10.17) ส่วนความเชื่อมั่นในผลการศึกษา พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีความเชื่อมั่น (ร้อยละ 64.41) และ ร้อยละ 35.59 เห็นว่าไม่มีความเชื่อมั่น ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่ วนใหญ่ (ร้อยละ 74.58) ระบุว่าหากโครงการสามารถแก้ไขปัญหาตามประเด็นที่ชาวบ้านไม่เชื่อมั่นได้ จะยอมรับผลการศึกษา

(8) เครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน

ผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดเห็นสมควรให้มีการสร้างเครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้ อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน และผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 49.15) ไม่ทราบวัตถุประสงค์การสร้างเครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้ อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน รองลงมา ทราบถึงวัตถุประสงค์ (ร้อยละ 42.37) และไม่แน่ใจ (ร้อยละ 8.47) สำหรับความเข้าใจในแนวทางการปฏิ บัติของเครือข่ายฯ พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 55.93) ไม่แน่ใจ รองลงมา ไม่เข้าใจ (ร้อยละ 33.90) และมีความเข้าใจในแนวทางปฏิบัติของเครือข่ายฯ (ร้อยละ 10.17) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 94.92) มีความยินดีที่จะเข้าร่วมเครือข่ายฯ

5.5.2.3 กลุ่มครัวเรือนในเขตรัศมี 3-5 กิโลเมตร

(1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ผู้ให้สัมภาษณ์กลุ่มครัวเรือนภายในรัศมี 3-5 กิโลเมตร รอบที่ตั้งโครงการ เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย กล่าวคือ เป็นเพศหญิงร้อยละ 63.16 และเป็นเพศชายร้อยละ 36.84 ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 51-60 ปี (ร้อยละ 35.09) รองลงมา มีอายุอยู่ในช่วง 31-40 ปี และอายุมากกว่า 60 ปี (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 21.05) และมีอายุอยู่ในช่วง 41-50 ปี (ร้อยละ 14.04) ทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 70.18) จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา รองลงมา จบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ร้อยละ 10.53) ไม่ได้เรียนหนังสือ และจบระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย / ปวช. (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 7.02) ตามลำดับ ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาอยู่ในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่เกิด (ร้อยละ 66.67) และย้ายมาจากพื้นที่ อื่น (ร้อยละ 33.33) สาเหตุของการย้ายเข้ามาในพื้นที่ส่วนใหญ่มาจากการย้ายมาแต่งงานกับคนในพื้นที่ (ร้อยละ 36.84) รองลงมา ย้ายตามพ่อแม่ /ญาติพี่น้อง (ร้อยละ 31.58) และมาหางานทำ (ร้อยละ 26.32) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีบรรพบุรุษอยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษาเป็นร ะยะเวลา 51-70 ปี (ร้อยละ 45.45) รองลงมา มีบรรพบุรุษอยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษาเป็นระยะเวลา 31-50 ปี (ร้อยละ 31.82) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรสแล้ว (ร้อยละ 84.21)

(2) ข้อมูลเศรษฐกิจ-สังคมของครัวเรือน

1) อาชีพของครัวเรือนผลการศึกษาข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นด้านเศรษฐกิจ-สังคมของครัวเรือน พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม (ร้อยละ 43.48) ซึ่งสามารถแยกออกเป็น 4 ประเภท คือ นาปี (ร้อยละ 73.17) นาปรัง (ร้อยละ 14.63) พืชไร่ (ร้อยละ 9.76) และพืชสวน (ร้อยละ 2.44) รองลงมา ค้าขาย และรับจ้างในภา คเกษตร (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 11.59) และอื่นๆ (ร้อยละ 8.70) สำหรับอาชีพรอง/อาชีพเสริม พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ไม่มีอาชีพรอง (ร้อยละ 68.42)

ทั้งนี้การทำการเกษตรของชุมชนในรัศมี 3-5 กิโลเมตร มีฤดูการเพาะปลูกที่แตกต่าง ตามชนิดของพืชที่ปลูก มีการใช้สารเคมีหลายชนิดเพื่อกำจัดวัชพืช กำจัดศัตรูพืช รวมถึงให้ฮอร์โมน และปุ๋ยเพื่อบำรุงพืชพรรณให้เจริญเติบโต รายละเอียดดัง**ภาคผนวก ฐ**

2) สภาพที่พักอาศัย ลักษณะบ้านเรือนที่อาศัยของผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นบ้านไม้ชั้นเดียวใต้ถุนสูง (ร้อยละ 35.09) รองลงมา บ้านครึ่งปูนครึ่งไม้ (ร้อยละ 29.82) และบ้านปูน /ตึก (ร้อยละ 24.56) ส่วนใหญ่มีกรรมสิทธิ์ในการถือครองบ้าน /ที่ดินเป็นของตนเอง (ร้อยละ 87.72) รองลงมา อาศัยอยู่ฟรี (ร้อยละ 7.02) และบ้านเช่าและที่ดิน(ร้อยละ 3.51)

3) รายได้-รายจ่าย ของครัวเรือน ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีรายได้รวมของครอบครัวอยู่ในช่วง 10,001-40,000 บาท /เดือน (ร้อยละ 45.62) รองลงมา มีรายได้อยู่ในช่วง 1,001-5,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 28.08) และมีรายได้อยู่ในช่วง5,001-7,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 12.28) สำหรับรายจ่ายของครัวเรือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 22.81) รองลงมา มีรายจ่ายอยู่ในช่วง 1,001-3,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 21.05) และมีรายจ่ายมากกว่า20,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 17.54)

(3) ข้อมูลด้านสาธารณูปโภค และสุขภาพอนามัย

1) สุขภาพอนามัย จากการสัมภาษณ์ พบว่า ในรอบปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันผู้ให้สัมภาษณ์และสมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่มีการเจ็บป่วยด้วยโรคอื่นๆ เช่น ไข้ (ร้อยละ 38.89) รองลงมา ไม่มีการเจ็บป่วย (ร้อยละ 25) และโรคผิวหนัง และภูมิแพ้ (ร้อยละ 12.50) สำหรับการเข้ารับการรักษาพยาบาลส่วนใหญ่จะไปโรงพยา บาลรัฐ (ร้อยละ 55.84) รองลงมา สถานีอนามัย (ร้อยละ 23.38) และซื้อยามารับประทานเอง และไปรักษาที่คลินิคโรงพยาบาลเอกชน(สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ10.39)

2) แหล่งน้ำบริโภค-อุปโภค และการเกษตร แหล่งน้ำสำหรับการบริโภคของผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ คือ ซื้อน้ำดื่ม (ร้อยละ 34.78) รองลงมา น้ำฝน (ร้อยละ 30.43) และน้ำประปา (ร้อยละ 18.84) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นว่าน้ำดื่มมีคุณภาพดี ซึ่งส่วนใหญ่ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำไปดื่ม (ร้อยละ 44.83) รองลงมา ใช้วิธีการกรอง (ร้อยละ 32.76) และอื่นๆ (ร้อยละ 10.34) แหล่งน้ำสำหรับอุปโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 54.41) คือ น้ำประปาหมู่บ้าน รองลงมา น้ำบาดาล (ร้อยละ 36.76) และน้ำฝน (ร้อยละ 7.35) แหล่งน้ำใช้เพื่อการเกษตร พบว่า ส่วนใหญ่ใช้น้ำฝน (ร้อยละ 43.40) รองลงมา

น้ำในแม่น้ำลำคลอง (ร้อยละ 33.96) และน้ำบาดาล (ร้อยละ 22.64) ซึ่งส่วนใหญ่ พบว่ามีปริมาณน้ำไม่เพียงพอ (ร้อยละ 78.13)

3) การกำจัดสิ่ง ปฏิกูล การกำจัดขยะมูลฝอยในครัวเรือนส่วนใหญ่กำจัดโดยการเผา (ร้อยละ 87.93) และกองไว้รอรถจัดเก็บ (ร้อยละ 10.71)

4) ระบบสาธารณูปโภคในชุมชน ผู้ให้สัมภาษณ์เกือบทั้งหมด มีไฟฟ้าใช้ในครัวเรือน (ร้อยละ 98.25) ส่วนการคมนาคมขนส่งผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นว่าไม่มีปัญหา (ร้อยละ 92.98)

(4) ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ

ด้านสถานที่ท่องเที่ยว แหล่งโบราณคดี แหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ และแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงาม พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ระบุว่าพื้นที่ใกล้เคีย งไม่มีแหล่งโบราณคดี (ร้อยละ 92.98) สำหรับแหล่งน้ำผุดผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ระบุว่าพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีแหล่งน้ำผุด (ร้อยละ 85.96) และพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีแหล่งเอกลักษณ์ของชุมชน (ร้อยละ 91.23)

(5) ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ได้รับในปัจจุบัน

จากการศึกษาผลกระทบด้านสิ่ง แวดล้อม สามารถทำการประเมินผล 5 ประเด็น ได้แก่ ฝุ่น เสียง สั่นสะเทือน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ซึ่งผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบด้านต่างๆ ดังนี้

1) ฝุ่นละออง ผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 47.37) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุจากการจราจร (ร้อยละ 71.88) และจากการทำเหมืองแร่ (ร้อยละ 21.88) ได้รับผลกระทบบางช่วงเวลา (ร้อยละ 59.26) อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 44.44)

2) ผลกระทบด้านเสียง ผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 22.81) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุจากกิจกรรมการทำเหมืองแร่ (ร้อยละ 50) และการจราจร (ร้อยละ 42.86) ได้รับผลกระทบตลอดปี (ร้อยละ 61.54) อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 50)

3) ผลกระทบจากการใช้น้ำผิวดิน ผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 38.60) เห็นว่ามีผลกระทบต่อปริมาณน้ำ อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 43.48) และผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ระบุว่ามีผลต่อคุณภาพน้ำ (ร้อยละ 95.24) อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 66.67) มีสาเหตุจากภัยแล้ง /ฝนทิ้งช่วง (ร้อยละ 87.50) และได้รับผลกระทบในบางเวลา (ร้อยละ 81.82)

4) ผลกระทบจากการใช้น้ำใต้ดิน ผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 36.84) เห็นว่ามีผลกระทบต่อปริมาณน้ำ อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 71.43) และผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดระบุว่ามีปัญหาด้านคุณภาพน้ำมีผลกระทบอยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 52.38) ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากภัยแล้งฝนทิ้ งช่วง (ร้อยละ 50) รองลงมา การทำเหมืองแร่(ร้อยละ 28.13) ได้รับผลกระทบตลอดปี และบางเวลา(สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ50)

5) ความสั่นสะเทือนผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 3.51) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุจากการทำเหมืองแร่(ร้อยละ 66.67) และได้รับผลกระทบบางเวลา ในระดับน้อยดัง**ตารางที่ 5.5.2.3-1**

ตารางที่ 5.5.2.3-1 ความคิดเห็นของกลุ่มครัวเรือนภายในรัศมี 3-5 กิโลเมตร รอบที่ตั้งโครงการ เรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันของพื้นที่

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนในปัจจุบัน	ไม่มีผลกระทบ (ร้อยละ)	มีผลกระทบ (ร้อยละ)	ระดับของผลกระทบ		
			น้อย	ปานกลาง	มาก
1. ฝุ่นละออง	52.63	47.37	22.22	44.44	33.33
2. เสียงดัง	77.19	22.81	50	40	10
3. การสั่นสะเทือน	96.49	3.51	100		
4. แหล่งน้ำผิวดิน					
- ปริมาณ	61.40	38.60	21.74	43.48	34.78
- คุณภาพ	4.76	95.24	66.67	28.57	4.76
5. แหล่งน้ำใต้ดิน					
- ปริมาณ	63.16	36.84	14.29	14.29	71.43
- คุณภาพ		100	52.38	9.52	38.10

ที่มา : จากการสำรวจทัศนคติวันที่ 19 - 20 และ 26 มิถุนายน 2553 โดย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(6) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์โครงการ

ผู้ให้สัมภาษณ์ ร้อยละ 89.47 ไม่เคยทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับโครงการมาก่อน ส่วนที่ทราบข้อมูลข่าวสารมีเพียง ร้อยละ 10.53 ซึ่งแหล่งที่มาของข้อมูลมาจากผู้นำชุมชน ใบปลิว/จดหมายข่าว และอื่นๆ (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 28.57) รองลงมา เพื่อนบ้าน (ร้อยละ 14.29) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ทั้งหมดไม่ได้เข้าร่วมประชุมปฐมนิเทศโครงการ โดย ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 80.70) เห็นว่าโครงการควรมีการประชาสัมพันธ์ /ชี้แจงข้อมูลโครงการเพิ่มเติม ในรูปแบบการแจ้งข้อมูลข่าวสารผ่านการประชุม (ร้อยละ 60.34) รองลงมา จัดประชุมชี้แจงราษฎร (ร้อยละ 25.86) และจดหมาย/เอกสารแจ้งโดยตรง (ร้อยละ 8.62)

(7) ทัศนคติของราษฎรต่อการดำเนินโครงการศึกษาการปนเปื้อน

ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 42.11) เห็นว่าโครงการมีความน่าเชื่อถือ รองลงมา เห็นว่าโครงการน่าเชื่อถือแต่ไม่แน่ใจ (ร้อยละ 33.33) และเห็นว่าโครงการไม่มีความน่าเชื่อถือ (ร้อยละ 24.56) ส่วนความเชื่อมั่นในผลการศึกษา พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีความเชื่อมั่น (ร้อยละ 64.91) และร้อยละ 35.09 เห็นว่าไม่มีความเชื่อมั่น ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 78.95) ระบุว่าหากโครงการสามารถแก้ไขปัญหาตามประเด็นที่ชาวบ้านไม่เชื่อมั่นได้ จะยอมรับผลการศึกษา

(8) เครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน

ผู้ให้สัมภาษณ์เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 98.25) เห็นสมควรให้มีการสร้างเครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้ อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน และผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 84.21) ไม่ทราบ

วัตถุประสงค์การสร้างเครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน รองลงมา ทราบถึงวัตถุประสงค์ (ร้อยละ 12.28) และไม่แน่ใจ (ร้อยละ 3.51) สำหรับความเข้าใจในแนวทางการปฏิบัติของเครือข่ายฯ พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 71.93) ไม่เข้าใจ รองลงมา ไม่แน่ใจ (ร้อยละ 22.81) และมีความเข้าใจในแนวทางปฏิบัติของเครือข่ายฯ (ร้อยละ 5.26) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 96.49) มีความยินดีที่จะเข้าร่วมเครือข่าย

5.5.2.4 กลุ่มครัวเรือนนอกรัศมี 5 กิโลเมตร

(1) ข้อมูลทั่วไปของผู้ให้สัมภาษณ์

ผู้ให้สัมภาษณ์กลุ่มครัวเรือนนอกรัศมี 5 กิโลเมตร รอบที่ตั้งโครงการ เป็นเพศหญิงมากกว่าเพศชาย กล่าวคือ เป็นเพศหญิงร้อยละ 63.57 และเป็นเพศชายร้อยละ 36.43 ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีอายุอยู่ในช่วง 41-50 ปี (ร้อยละ 25.58) รองลงมา มีอายุอยู่ในช่วง 51-60 ปี (ร้อยละ 24.81) และมีอายุอยู่ในช่วง 31-40 ปี (ร้อยละ 21.71) เกือบทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ (ร้อยละ 98.45) รองลงมา นับถือศาสนาคริสต์ และศาสนาอิสลาม (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 0.78) ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 63.57) จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา รองลงมา ไม่ได้เรียนหนังสือ (ร้อยละ 10.85) และจบการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนต้น (ร้อยละ 7.75) ตามลำดับ ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาอยู่ในพื้นที่ศึกษาตั้งแต่เกิด (ร้อยละ 53.49) และย้ายมาจากพื้นที่อื่น (ร้อยละ 46.51) สาเหตุของการย้ายเข้ามาในพื้นที่ส่วนใหญ่มาจากการย้ายมาแต่งงานกับคนในพื้นที่ (ร้อยละ 41.67) รองลงมา ย้ายตามพ่อแม่ /ญาติพี่น้อง (ร้อยละ 25) และมาหางานทำ (ร้อยละ 16.67) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีบรรพบุรุษอยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษาเป็นระยะเวลา 51-70 ปี (ร้อยละ 37.25) รองลงมา มีบรรพบุรุษอยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษาเป็นระยะเวลา 71-100 ปี (ร้อยละ 31.37) และมีบรรพบุรุษอยู่อาศัยในพื้นที่ศึกษาเป็นระยะเวลา 31-50 ปี (ร้อยละ 23.53) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีสถานภาพสมรสแล้ว (ร้อยละ 80.62)

(2) ข้อมูลเศรษฐกิจ-สังคมของครัวเรือน

1) อาชีพของครัวเรือนผลการศึกษาข้อมูลจากการสำรวจความคิดเห็นด้านเศรษฐกิจ-สังคมของครัวเรือน พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม (ร้อยละ 44.85) ซึ่งสามารถแยกออกเป็น 4 ประเภท คือ นาปี (ร้อยละ 72.92) พืชไร่ (ร้อยละ 13.54) นาปรัง (ร้อยละ 8.33) และพืชสวน (ร้อยละ 5.21) รองลงมา ค้าขาย (ร้อยละ 16.36) และรับจ้างทั่วไป (ร้อยละ 12.12) สำหรับอาชีพรอง / อาชีพเสริม พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ไม่มีอาชีพรอง (ร้อยละ 72.66)

ทั้งนี้การทำการเกษตรของชุมชนนอกรัศมี 5 กิโลเมตร มีฤดูการเพาะปลูกที่แตกต่าง ตามชนิดของพืชที่ปลูก มีการใช้สารเคมีหลายชนิดเพื่อกำจัดวัชพืช กำจัดศัตรูพืช รวมถึงให้ฮอร์โมน และปุ๋ยเพื่อบำรุงพืชพรรณให้เจริญเติบโต รายละเอียดดังแสดงใน**ภาคผนวก ฐ**

2) สภาพที่พักอาศัย ลักษณะบ้านเรือนที่อาศัยของผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เป็นบ้านไม้ชั้นเดียวใต้ถุนสูง (ร้อยละ 38.13) รองลงมา บ้านครึ่งปูนครึ่งไม้ (ร้อยละ 28.06) และบ้านปูน /ตึก

(ร้อยละ 17.99) ส่วนใหญ่มีกรรมสิทธิ์ในการถือครองบ้าน /ที่ดินเป็นของตนเอง (ร้อยละ 89.93) รองลงมาอาศัยอยู่ฟรี (ร้อยละ 5.04) และบ้านตนเองแต่ปลูกในที่ดินคนอื่น (ร้อยละ 2.88)

3) **รายได้-รายจ่าย ของครัวเรือน** ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีรายได้รวมของครอบค รัวอยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 32.37) รองลงมา มีรายได้อยู่ในช่วง 7,001-10,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 19.42) และมีรายได้อยู่ในช่วง 20,001-40,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 17.27) สำหรับรายจ่ายของครัวเรือนส่วนใหญ่อยู่ในช่วง 10,001-20,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 22.30) รองลงมา มีรา ยจ่ายอยู่ในช่วง 5,001-7,000 บาท/เดือน และมีรายจ่ายในช่วง 7,001-10,000 (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 18.71) และมีรายจ่ายมากกว่า 20,000 บาท/เดือน (ร้อยละ 16.55)

(3) ข้อมูลด้านสาธารณูปโภค และสุขภาพอนามัย

1) **สุขภาพอนามัย** จากการสัมภาษณ์ พบว่า ในรอบปีที่ผ่านมาจนถึงปัจจุบันผู้ให้สัมภาษณ์และสมาชิกในครัวเรือนส่วนใหญ่ไม่มีการเจ็บป่วย (ร้อยละ 38.57) รองลงมา มีการเจ็บป่วยด้วยโรคอื่นๆ (ร้อยละ 34.29) และ โรคเกี่ยวกับระบบกล้ามเนื้อ (ร้อยละ 10.71) สำหรับการเข้ารับการรักษาพยาบาลส่วนใหญ่จะไปโรงพยาบาลรัฐ (ร้อยละ 50) รองลงมา สถานีอนามัย (ร้อยละ 29.07) และซื้อยามารับประทานเองและไปรักษาที่คลินิก/โรงพยาบาลเอกชน(สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ10.47)

2) **แหล่งน้ำบริโภค-อุปโภค และการเกษตร** แหล่งน้ำสำหรับการบริโภคของผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ดื่มน้ำฝน (ร้อยละ 38.04) รองลงมา ซื้อน้ำดื่ม (ร้อยละ 33.74) และน้ำประปา (ร้อยละ 17.79) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นว่าน้ำดื่มมีคุณภาพดี (ร้อยละ 74.42) ซึ่งส่วนใหญ่ไม่มีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนนำไปดื่ม (ร้อยละ 68.70) รองลงมา ใช้วิธีการกรอง (ร้อยละ 17.56) และต้ม (ร้อยละ 6.87) แหล่งน้ำสำหรับอุปโภคส่วนใหญ่ (ร้อยละ 54.25) คือ น้ำประปาหมู่บ้าน รองลงมา น้ำบาดาล (ร้อยละ 17.65) และน้ำบ่อตื้น (ร้อยละ 15.69) แหล่งน้ำใช้เพื่อการเกษตร พบว่า ส่วนใหญ่ใช้น้ำฝน (ร้อยละ 53.60) รองลงมา น้ำในแม่น้ำลำคลอง (ร้อยละ 35.20) และน้ำบาดาล (ร้อยละ 7.20) ซึ่งส่วนใหญ่พบว่ามีปริมาณน้ำไม่เพียงพอ(ร้อยละ 94)

3) **การกำจัดสิ่ง ปฏิกูล** การกำจัดขยะมูลฝอยในครัวเรือนส่วนใหญ่กำจัดโดยการเผา (ร้อยละ 75.36) รองลงมา กองไว้รอรถจัดเก็บ (ร้อยละ 19.57) และฝัง (ร้อยละ 5.07)

4) **ระบบสาธารณูปโภคในชุมชน** ผู้ให้สัมภาษณ์เกือบทั้งหมด มีไฟฟ้าใช้ในครัวเรือน (ร้อยละ 98.45) ส่วนการคมนาคมขนส่งผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่เห็นว่าไม่มีปัญหา (ร้อยละ 93.02)

(4) ข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ

ด้านสถานที่ท่องเที่ยว แหล่งโบราณคดี แหล่งท่องเที่ยวธรรมชาติอันควรอนุรักษ์ และแหล่งท่องเที่ยวที่สวยงาม พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ระบุว่าพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีแหล่งโบราณคดี (ร้อยละ 92.25) สำหรับแหล่งน้ำผุดผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ระบุว่าพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีแหล่งน้ำผุด (ร้อยละ 96.12) และพื้นที่ใกล้เคียงไม่มีแหล่งเอกลักษณ์ของชุมชน (ร้อยละ 90.70)

(5) ผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่ได้รับในปัจจุบัน

การศึกษาผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อม สามารถทำการประเมินผล 5 ประเด็น ได้แก่ ฝุ่น เสียง สั่นสะเทือน น้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ซึ่งผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ได้รับผลกระทบด้านต่างๆ ดังนี้

1) ฝุ่นละออง ผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 44.19) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการจราจร (ร้อยละ 70.15) ได้รับผลกระทบบางช่วงเวลา (ร้อยละ 61.40) อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 54.39)

2) ผลกระทบด้านเสียง ผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 16.28) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุจากการจราจร (ร้อยละ 54.17) รองลงมา กิจกรรมการทำเหมืองแร่ (ร้อยละ 25) และอื่นๆ (ร้อยละ 20.83) ได้รับผลกระทบบางเวลา (ร้อยละ 54.55) อยู่ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 60)

3) ผลกระทบจากการใช้น้ำผิวดิน ผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 58.14) เห็นว่ามีผลกระทบต่อปริมาณน้ำ อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 58.67) และผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ระบุว่ามีผลต่อคุณภาพน้ำ (ร้อยละ 98.65) อยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 65.28) มีสาเหตุจากภัยแล้ง /ฝนทิ้งช่วง (ร้อยละ 80.90) และได้รับผลกระทบในบางเวลา (ร้อยละ 79.22)

4) ผลกระทบจากการใช้น้ำใต้ดิน ผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 29.46) เห็นว่ามีผลกระทบต่อปริมาณน้ำ อยู่ในระดับมาก (ร้อยละ 63.16) และผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ระบุว่ามีปัญหาด้านคุณภาพน้ำ (ร้อยละ 92.11) มีผลกระทบอยู่ในระดับน้อย (ร้อยละ 37.84) ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากภัยแล้งฝนทิ้งช่วง (ร้อยละ 57.78) รองลงมา การทำเหมืองแร่ และอื่นๆ (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 20) ได้รับผลกระทบตลอดปี (ร้อยละ 58.33)

5) ความสั่นสะเทือน ผู้ให้สัมภาษณ์ (ร้อยละ 4.65) เห็นว่ามีผลกระทบต่อพื้นที่ศึกษา มีสาเหตุจากการทำเหมืองแร่ (ร้อยละ 66.67) และได้รับผลกระทบบางเวลา (ร้อยละ 66.67) ในระดับปานกลาง (ร้อยละ 100) ดัง**ตารางที่ 5.5.2.4-1**

6) ความคิดเห็นเกี่ยวกับการประชาสัมพันธ์โครงการ

ผู้ให้สัมภาษณ์ ร้อยละ 96.12 ไม่เคยทราบข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับโครงการมาก่อน ส่วนที่ทราบข้อมูลข่าวสารมีเพียง ร้อยละ 3.88 ซึ่งแหล่งที่มาของข้อมูลที่ทราบมาจากแหล่งอื่นๆ (ร้อยละ 50) รองลงมา ผู้นำชุมชน (ร้อยละ 33.33) และใบปลิว/จดหมายข่าว (ร้อยละ 16.67) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ไม่ได้เข้าร่วมประชุมปฐมนิเทศโครงการ (ร้อยละ 80) ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 84.50) เห็นว่าโครงการควรมีการประชาสัมพันธ์/ชี้แจงข้อมูลโครงการเพิ่มเติม ในรูปแบบการแจ้งข้อมูลข่าวสารผ่านการประชุม (ร้อยละ 47.22) รองลงมา จัดประชุมชี้แจงราษฎร (ร้อยละ 31.94) และจดหมาย/เอกสารแจ้งโดยตรง (ร้อยละ 17.36)

ตารางที่ 5.5.2.4-1 ความคิดเห็นของกลุ่มครัวเรือนนอกรัศมี 5 กิโลเมตร รอบที่ตั้งโครงการ เรื่องผลกระทบสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันของพื้นที่

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในชุมชนในปัจจุบัน	ไม่มีผลกระทบ (ร้อยละ)	มีผลกระทบ (ร้อยละ)	ระดับของผลกระทบ		
			น้อย	ปานกลาง	มาก
1. ฝุ่นละออง	55.81	44.19	22.81	54.39	22.81
2. เสียงดัง	83.72	16.28	28	60	12
3. การสั่นสะเทือน	95.35	4.65		100	
4. แหล่งน้ำผิวดิน					
- ปริมาณ	41.86	58.14	10.67	30.67	58.67
- คุณภาพ	1.35	98.65	65.28	29.17	5.56
5. แหล่งน้ำใต้ดิน					
- ปริมาณ	70.54	29.46	15.79	21.05	63.16
- คุณภาพ	7.89	92.11	37.84	27.03	35.14

ที่มา : จากการสำรวจทัศนคติวันที่ 19 - 20 และ 26 มิถุนายน 2553 โดย มหาวิทยาลัยขอนแก่น

(6) ทัศนคติของราษฎรต่อการดำเนินโครงการศึกษาการปนเปื้อน

ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 61.59) เห็นว่าโครงการมีความน่าเชื่อถือ รองลงมา เห็นว่าโครงการน่าเชื่อถือแต่ไม่แน่ใจ (ร้อยละ 28.99) และเห็นว่าโครงการไม่มีความน่าเชื่อถือ (ร้อยละ 9.42) ส่วนความเชื่อมั่นในผลการศึกษา พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่มีความเชื่อมั่น (ร้อยละ 81.88) และร้อยละ 18.12 เห็นว่าไม่มีความเชื่อมั่น ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86.96) ระบุว่าหากโครงการสามารถแก้ไขปัญหาตามประเด็นที่ชาวบ้านไม่เชื่อมั่นได้ จะยอมรับผลการศึกษา

(7) เครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน

ผู้ให้สัมภาษณ์เกือบทั้งหมด (ร้อยละ 97.67) เห็นสมควรให้มีการสร้างเครือข่ายอนุรักษ์และเฝ้าระวังการปนเปื้อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 78.29) ไม่ทราบวัตถุประสงค์การสร้างเครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้ อนน้ำผิวดิน และน้ำใต้ดิน รองลงมา ไม่แน่ใจ (ร้อยละ 12.40) และทราบถึงวัตถุประสงค์ (ร้อยละ 9.30) สำหรับความเข้าใจในแนวทางการปฏิบัติของเครือข่ายฯ พบว่า ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 48.84) ไม่เข้าใจ รองลงมา ไม่แน่ใจ (ร้อยละ 44.96) และมีความเข้าใจในแนวทางปฏิบัติของเครือข่ายฯ (ร้อยละ 6.20) ทั้งนี้ผู้ให้สัมภาษณ์ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 86.05) มีความยินดีที่จะเข้าร่วมเครือข่าย

5.6 ศักยภาพของแหล่งสารพิษปนเปื้อนในพื้นที่

5.6.1 หลักการวิเคราะห์เชิงสถิติธรณีวิทยา

การวิเคราะห์หาความเชื่อมโ ยงของค่าทางสถิติทางธรณีวิทยานี้ มีหลายวิธีการ แต่วิธีการที่นำมาใช้ค่อนข้างมากและหลากหลาย พร้อมทั้งสามารถอธิบายได้ดีถึงความเชื่อมโยงของตัวแปรต่างๆ ได้อย่างชัดเจนนั้น PCA หรือ Principle component analysis ได้ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย อีกทั้งการวิเคราะห์แบบจัดกลุ่ม หรือ Cluster analysis ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่สามารถอธิบายถึงความคล้ายคลึงกันของข้อมูลที่มีหลากหลายตัวแปรได้อย่างชัดเจน ดังนั้น การวิเคราะห์เชิงสถิติในขั้นตอนนี้จึงจำเป็นต้องนำวิธีการเชิงสถิติสองวิธีการนี้มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรต่า ง ๆ โดยรายละเอียดของหลักการต่างๆ ได้อธิบายไว้ดังต่อไปนี้

(1) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นเทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัว (Multivariate statistical technique) คือ การหาองค์ประกอบหลัก (Principal components) ของตัวแปรต่างๆ ที่สามารถนำไปใช้ได้แทบทุกวงการวิชาการ การศึกษาครั้งนี้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป MINITAB ทำการวิเคราะห์คำนวณ

1) วัตถุประสงค์ของการวิเคราะห์

เป้าหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก มีวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

- เพื่อศึกษาการรวมกลุ่มของตัวแปร
- เพื่อกำหนดน้ำหนักเชิงสัมพัทธ์ของตัวแปรที่นำมาใช้ในการสร้างมาตรวัดประกอบ (Composite measure)
- เพื่อแก้ไขปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระด้วยกัน เมื่อใช้เทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติที่มีข้อจำกัด ห้ามมิให้ตัวแปรอิสระมีความสัมพันธ์กันมาก
- เพื่อยืนยันความถูกต้องของแบบแผนการให้น้ำหนักของตัวแปรที่นำมาสร้างมาตรวัด

2) เป้าหมายของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก มีเป้าหมายที่สำคัญ คือ

การลดจำนวนตัวแปร (ข้อมูล) ให้น้อยลง (Data reduction) ทำได้โดยอาศัยความสัมพันธ์ระห ว่างตัวแปร หรือความร่วมกันระหว่างตัวแปรเป็นฐานในการเปลี่ยนสภาพตัวแปรให้เป็นองค์ประกอบหลักเพียงไม่กี่องค์ประกอบหลัก แต่ละองค์ประกอบหลักจะประกอบด้วยตัวแปรหลายตัว ในการเปลี่ยนสภาพตัวแปรให้เป็นองค์ประกอบหลัก จะต้องพยายามให้องค์ประกอบหลักที่ได้สามารถอธิบายการผันแปรของตัวแปรให้ได้มากที่สุด สมมติว่ามีตัวแปร 20 ตัว เทคนิคการวิเคราะห์

องค์ประกอบหลักสามารถแยกได้ 4 องค์ประกอบหลัก โดยสามารถอธิบายการผันแปรของตัวแปรทั้ง 20 ตัวที่ได้ให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้อย่างน้อยก็ไม่ควรต่ำกว่าร้อยละ 75

สมมติว่าตัวแปร 20 ตัวนี้ เป็นตัวแปรที่ถูกแปลงค่าเป็นค่ามาตรฐาน คือ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0 และค่าการผันแปรเท่ากับ 1 (ซึ่งทำได้โดยการหาค่าเฉลี่ยของตัวแปรแต่ละตัว แล้วนำเอาค่าเฉลี่ยนั้นมาลบออกจากค่าจริงแล้วหารด้วยค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน) การผันแปรรวมทั้งหมดของตัวแปร 20 ตัวนี้คือค่าไอเก็น (Eigenvalue) ซึ่งเท่ากับค่าการผันแปรของแต่ละตัวแปรรวมกัน คือ เท่ากับ 20 ถ้าองค์ประกอบหลักทั้ง 4 ที่สกัดได้ สามารถอธิบายตัวแปรทั้งหมดได้ครบถ้วน หมายความว่า องค์ประกอบหลักทั้ง 4 นี้ อธิบายค่าการผันแปรของตัวแปรทั้งหมดได้ 20 ค่าไอเก็น

ในทางปฏิบัติองค์ประกอบหลักที่สกัดได้จากการวิเคราะห์อาจจะต้องมีหลายองค์ประกอบหลักจึงจะสามารถอธิบายการผันแปรได้ครบ แต่ไม่ใช้ทุกองค์ประกอบหลักที่รวมกันแล้วอธิบายการผันแปรของตัวแปรได้หมดทุกตัว คือ อาจ จะเลือกใช้เพียง 3-4 องค์ประกอบหลั ก หรือน้อยกว่า หากองค์ประกอบหลักเหล่านั้นสามารถอธิบายการผันแปรของตัวแปรได้มากเพียงพอ (เช่น ร้อยละ 80 หรือมากกว่า)

นอกจากนี้เทคนิคการวิเคราะห์บางวิธี เช่น การวิเคราะห์ถดถอยเมื่อนำตัวแปรจำนวนมากมาใช้ในการวิเคราะห์มักจะก่อให้เกิดปัญหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแ ปรอิสระ (Multicollinearity problems) แต่เมื่อสกัดตัวแปรเหล่านี้ให้เหลือเพียงไม่กี่องค์ประกอบหลักที่ไม่มีความสัมพันธ์กัน (เช่นใช้วิธีสกัดแบบองค์ประกอบและหมุนแกนแบบมุมฉาก) จึงใช้องค์ประกอบหลักเหล่านี้แทนตัวแปรทั้งหมดได้

การที่ตัวแปรที่สัมพันธ์กันหรือมีส่วนที่ มีความร่วมกัน (Communality) สูงมารวมกันเป็นองค์ประกอบหลักเดียวกัน ทำให้แต่ละองค์ประกอบหลักมีความหมายมากขึ้น ความหมายขององค์ประกอบหลักเหล่านี้ขึ้นอยู่กับคุณลักษณะ หรือคุณสมบัติของตัวแปรเหล่านี้ที่มารวมเป็นองค์ประกอบหลักเดียวกัน เช่น หากตัวแปรที่มารวมกันเป็ นองค์ประกอบหลักเดียวกัน เป็นตัวแปรเกี่ยวกับ ค่าการนำไฟฟ้า ปริมาณสารละลายในน้ำทั้งหมด และอนุมูลที่เกี่ยวข้องกับน้ำเค็ม เรียกว่าเป็นองค์ประกอบหลักของความเค็ม หากตัวแปรเหล่านี้เกี่ยวข้องกับความเป็นกรด- ด่าง ค่าความกระด้างทั้งหมด และอนุมูลที่เกี่ยวข้องกับน้ำกระด้าง เรียกว่า เป็นองค์ประกอบหลักความกระด้าง

3) ขั้นตอนของการวิเคราะห์

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักมีขั้นตอนต่างๆ ที่สำคัญ 4 ขั้นตอน คือ

3.1) การสร้างเมตริกความสัมพันธ์ระหว่างคู่ของตัวแปรทุกตัว (Correlation matrix)

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ขั้นตอนแรก คือ การศึกษาดูแบบแผนความสัมพันธ์ระหว่างค่าตัวแปรทุกตัวที่ใช้ ซึ่งก็คือ ความสัมพันธ์แบบง่าย(Simple correlation, r) ระหว่างตัวแปรทุกตัวที่ใช้ สมมติว่าเรามีตัวแปร X_1, X_2, X_3 และ X_4 เมตริกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้คือ

ตัวแปร	ตัวแปร X_1	X_2	X_3	X_4
X_1	r_{11}	r_{12}	r_{13}	r_{14}
X_2	r_{21}	r_{22}	r_{23}	r_{24}
X_3	r_{31}	r_{32}	r_{33}	r_{34}
X_4	r_{41}	r_{42}	r_{43}	r_{44}

ค่าของ r_{11}, r_{22}, r_{33} และ r_{44} ที่อยู่ในแนวเส้นทะแยงมุม คือ ค่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรของมันเอง ซึ่งจะมีค่าเท่ากับ 1.000 ส่วนค่า r_{12} และ r_{21} หรือค่า r_{13} และ r_{31} เรื่อยไป จะมีค่าเท่ากัน ดังนั้น ค่าส่วนบนเส้นทะแยงมุมและค่าใต้เส้นทะเยกมุมจะเป็นค่าที่เป็นเงาสะท้อนของกันและกัน

ในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก จะใช้ข้อมูลดิบ คือ ค่าของ X_1, X_2, X_3 และ X_4 ไปใช้ได้เลย หรือจะใช้ค่าเมตริกความสัมพันธ์ทั้งตารางหรือเฉพาะส่วนล่างของตารางไปใช้ก็ได้

ประโยชน์ของเมตริกดังกล่าวนี้ นอกจากจะบอกให้ทราบว่าตัวแปรสัมพันธ์กับตัวแปรใดมากน้อยเพียงใดแล้ว ยังช่วยตัดสินใจว่าตัวแปรใดควรจะรวมอยู่ในการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในขั้นต่อไปหรือไม่ อาจจะตัดตัวแปรที่มีความสัมพันธ์น้อยมากกับตัวแปรอื่น ๆ ออกจากการวิเคราะห์ จะทำให้การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักดีขึ้น เพราะมีปัจจัยน้อยลงที่สามารถอธิบายการผันแปรของตัวแปรทั้งหมดได้ดีขึ้นกว่าที่จะรวมตัวแปรที่ควรตัดทิ้งไปเองไว้ในการวิเคราะห์ ลักษณะของเมตริกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์หรือที่ได้จากการวิเคราะห์ เมื่อนำคะแนนดิบของตัวแปรไปใช้เป็นไปดังตัวอย่าง **ตารางที่ 5.6.1-1**

3.2) การสกัดองค์ประกอบหลัก

เป็นการใช้ค่าทแยงมุมของเมตริกความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่อยู่ในแนวทะแยงทุกตัวให้มีค่าเท่ากับ 1 เป็นฐานของการคำนวณความร่วมกัน (Communality) ส่วนกลุ่มปัจจัยร่วมจะใช้วิธีการประมาณค่าความร่วมกันเป็นฐานความแตกต่างของวิธีการประมาณ คือ ที่มาของความแตกต่างของวิธีต่างๆ ที่เป็นสมาชิกของกลุ่มที่สองนี้

ตารางที่ 5.6.1-1 ค่าไอเก้นและคะแนนปัจจัยของการวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

Eigenvalue	5.2005	2.5861	2.1175	1.7081	1.2757	1.1019	0.9214	0.7188
Proportion	0.289	0.144	0.118	0.095	0.071	0.061	0.051	0.040
Cumulative	0.289	0.433	0.550	0.645	0.716	0.777	0.828	0.868

Eigenvalue	0.6958	0.5190	0.4204	0.3597	0.2218	0.1496	0.0022	0.0012
Proportion	0.039	0.029	0.023	0.020	0.012	0.008	0.000	0.000
Cumulative	0.907	0.936	0.959	0.979	0.991	1.000	1.000	1.000

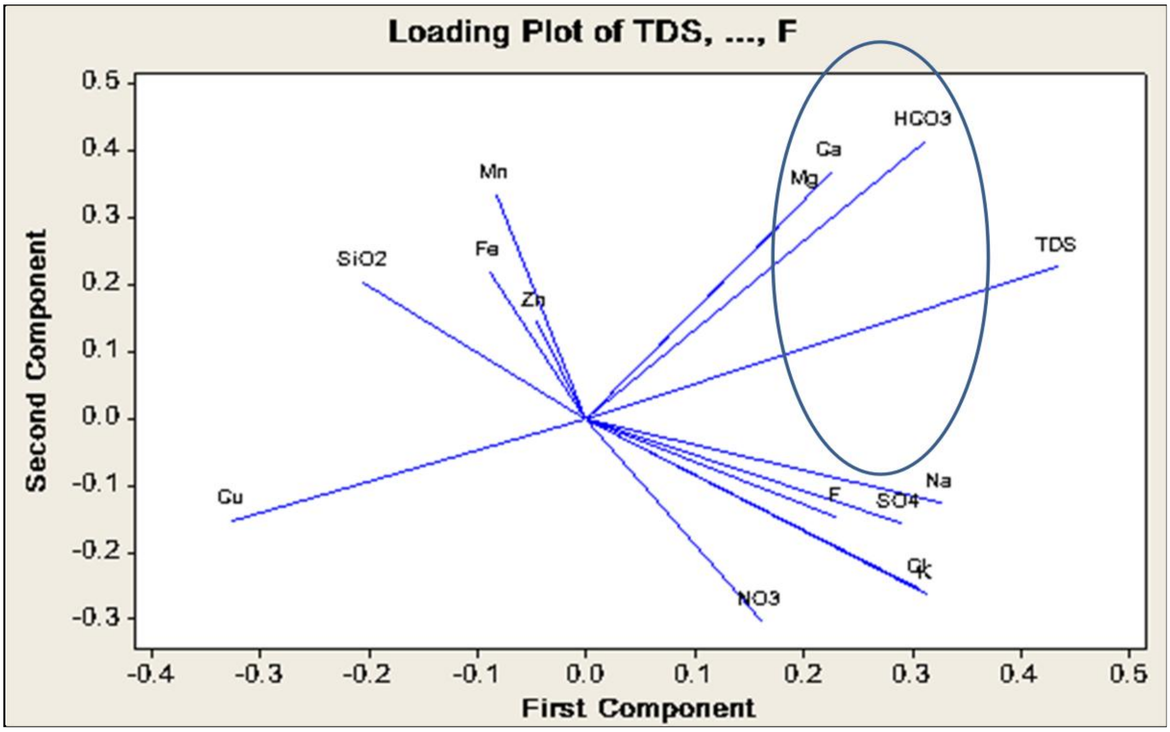
Eigenvalue	0.0002	0.0001						
Proportion	0.000	0.000						
Cumulative	1.000	1.000						

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5
pH	0.263	-0.289	0.149	-0.064	0.222
EC	0.431	0.016	0.003	0.067	0.009
Ca	0.245	0.003	0.200	0.333	-0.288
Mg	0.240	0.099	0.018	0.264	-0.187
Na	0.295	-0.100	-0.186	-0.291	0.350
K	0.187	0.501	-0.054	-0.024	0.228
HCO_3	0.349	-0.199	0.149	0.226	0.168
Cl	0.185	0.503	-0.060	-0.021	0.218
SO_4	0.266	0.092	-0.204	-0.174	-0.482
NO_2	0.047	0.006	-0.404	0.522	-0.031
NO_3	0.026	0.265	- 0.295	-0.196	-0.128
TDS	0.430	-0.014	0.019	0.058	-0.022
F	0.249	-0.101	-0.139	-0.334	-0.244
Fe	-0.069	0.375	0.274	0.037	-0.135
Mn	-0.033	0.212	0.494	0.098	-0.196
Cu	-0.128	0.011	-0.368	0.447	0.168
Zn	0.003	0.249	0.121	-0.019	0.389
SiO_2	0.083	-0. 128	0.306	0.085	0.194

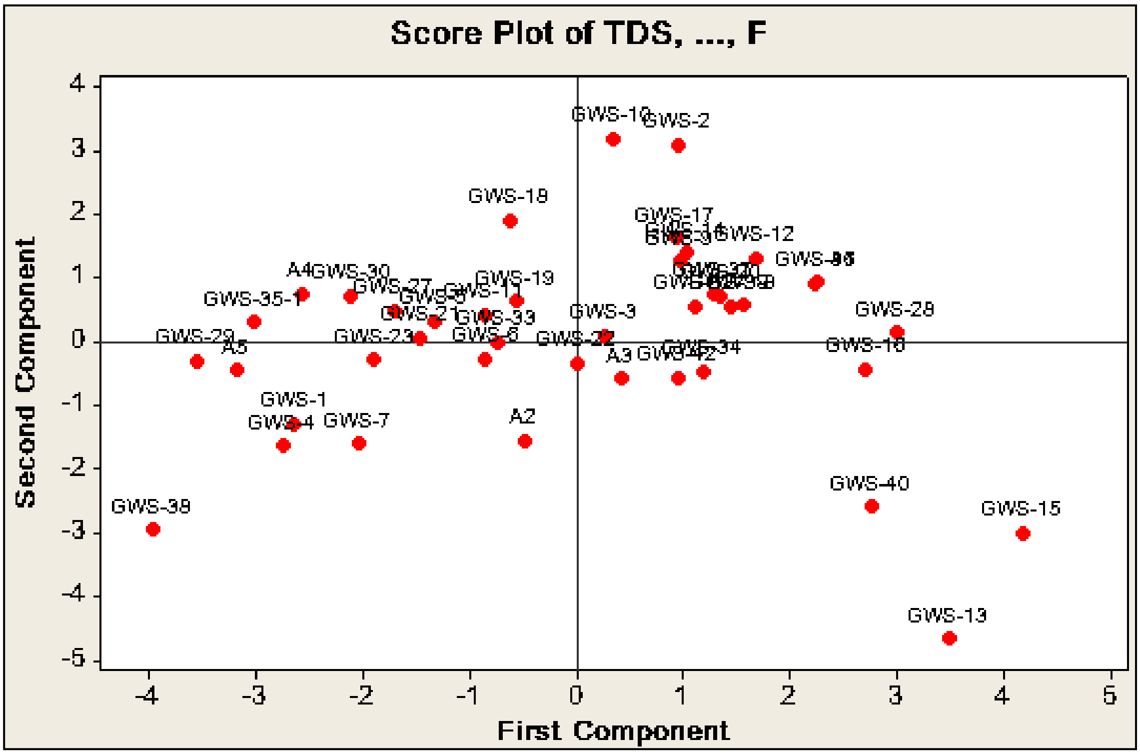
วิธีการต่าง ๆ ในกลุ่มที่สองนี้ มิได้กำหนดค่าของความร่วมกันให้ตายตัว เท่ากับ 1 แต่หาจากการประมาณ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์พหุยกกำลังสอง (Squared multiple correlation coefficients) ของตัวแปรนั้นกับตัวแปรทุกตัวเป็นค่าประมาณของความร่วมกันครั้งแรก จากนั้นคำนวณหา/สกัดองค์ประกอบหลักออก แล้วทำการประมาณค่าความร่วมกันใหม่ นำค่าที่ได้นี้ไปแทนค่าเดิม จนกระทั่งความแตกต่างระหว่างค่าความร่วมกันที่ประมาณได้ในครั้งหลังๆ แตกต่างจากค่าที่คำนวณได้ในครั้งก่อนน้อยลง จนกระทั่งเรียกได้ว่าน้อยมากจนแทบจะเรียกได้ว่าไม่แตกต่างกัน

วิธีการ สกัดองค์ประกอบหลัก เป็นวิธีการนี้อาศัยหลักความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปรที่ใช้เป็นข้อมูล องค์ประกอบหลักตัวแปร คือ การผสมเชิงเส้น (Linear combination) ของตัวแปรที่อธิบายการผันแปรของข้อมูลได้มากที่สุด จากนั้นหาการผสมที่สองที่สามารถอธิบายการผันแปรได้มากที่ สุดเป็นอันดับสอง โดยที่ไม่สัมพันธ์กับการผสมแรก ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนได้องค์ประกอบหลัก (หรือปัจจัย) ที่สามารถอธิบายการผันแปรของทุกตัวแปรได้ ครบถ้วย ซึ่งองค์ประกอบหลักหลังๆ จะอธิบายการผันแปรได้น้อยลงตามลำดับ และทุกองค์ประกอบไม่สัมพันธ์กัน แสดงตัวอย่างดัง**รูปที่ 5.6.1-1**

การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักเป็นวิธีการลดข้อมูล (ตัวแปร)ให้น้อยลง โดยอาศัยหลักความสัมพันธ์เชิงเส้นระหว่างตัวแปร (A linear combination of the observed data) ที่ใช้เป็นข้อมูล แต่ไม่มีการสมมติเกี่ยวกับความสัมพันธ์เชิงสาเหตุและผลระหว่างปัจจัยและตัวแปร เช่น การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักที่ใช้เมื่อมีตัวแปร 2 ตัว คือ X และ Y มีความสัมพันธ์ และเป็นความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทางบวก ถ้าเราสามารถกำหนดความลาดชันของเส้นตรงนั้น ได้ เราก็จะได้เส้นที่สามารถกำหนดค่าของ X เมื่อรู้ค่าของ Y และกำหนดค่าของ Y เมื่อรู้ค่าของ X ได้ เส้นที่ได้นี้ คือ แกนหลัก (Principal axis) ถ้าจุดต่าง ๆ นั้นอยู่บนเส้นตรงแกนหลักทั้งหมด แกนหลักก็สามารถที่จะให้ข้อมูลเกี่ยวกับ X และ Y ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ทุก ค่า แต่ถ้าจุดแสดงค่า X และ Y กระจายออกไปมาก ต้องอาศัยแกนเพิ่มอีก 1 แกน ซึ่งแกนที่เพิ่มขึ้นนี้จะต้องมีจุดเริ่มต้นตั้งฉากกับแกนหลัก แกนหลักจะลากผ่านจุดต่างๆ ที่ทำให้ระยะระหว่างจุดกับแกนหลัก (โดยการลากเส้นจากจุดมาตั้งฉากกับแกนหลัก) สั้นที่สุด และทำให้ผลรวมของระยะทางยกกำลังสองมีค่าต่ำสุด แสดงตัวอย่างดัง**รูปที่ 5.6.1-2**



รูปที่ 5.6.1-1 องค์ประกอบหลักที่อธิบายตัวแปรต่างๆ



รูปที่ 5.6.1-2 ค่าคะแนนของตัวแปร (อนุมูล) ในน้ำบาดาลของแต่ละตัวอย่างน้ำ

3.3) การหมุนแกนองค์ประกอบหลัก

เป็นการทำให้ตัวแปรบางตัว ซึ่งแต่เดิมเป็นสมาชิกของหลายองค์ประกอบหลัก ให้กลายเป็นสมาชิกองค์ประกอบหลักใดองค์ประกอบหลักหนึ่งอย่างเด่นชัดยิ่งขึ้น โดยดูได้จากน้ำหนักปัจจัย (Factor loading) ของตัวแปรนั้น การหมุนแกนมี 2 วิธี คือ (ก) แบบมุมฉาก องค์ประกอบหลักไม่มีความสัมพันธ์กัน และ (ข) แบบมุมแหลม องค์ประกอบหลักมีความสัมพันธ์กัน

3.4) การสร้างคะแนนองค์ประกอบหลักของแต่ละหน่วยวิเคราะห์

ใช้ในการจัดอันดับหน่วยวิเคราะห์ตามค่าขององค์ประกอบหลักหรือนำคะแนนปัจจัยของแต่ละองค์ประกอบไปใช้ในการวิเคราะห์ถดถอยพหุ

(2) การวิเคราะห์จัดกลุ่ม (Cluster analysis)

แนวความคิดของเทคนิคการวิเคราะห์จัดกลุ่มนี้มีหลักอยู่ว่า สิ่งที่เหมือนกันควรอยู่ในกลุ่มเดียวกัน แต่ทุกสิ่งทุกอย่างอาจจะไม่เหมือนกันทุกประการ ความเหมือนกันจึงเป็นความเหมือนกันโดยสัมพัทธ์ (Relative homogeneity) การวิเคราะห์จัดกลุ่ม เราไม่ทราบความเป็นสมาชิกของกลุ่ม (ไม่ทราบว่าใครอยู่ในกลุ่มใด) มาก่อน เป้าหมายของการวิเคราะห์ คือ หาคนที่คล้ายกันมากเข้าไปอยู่ในกลุ่มเดียวกัน

1) ความคล้ายกันของหน่วย

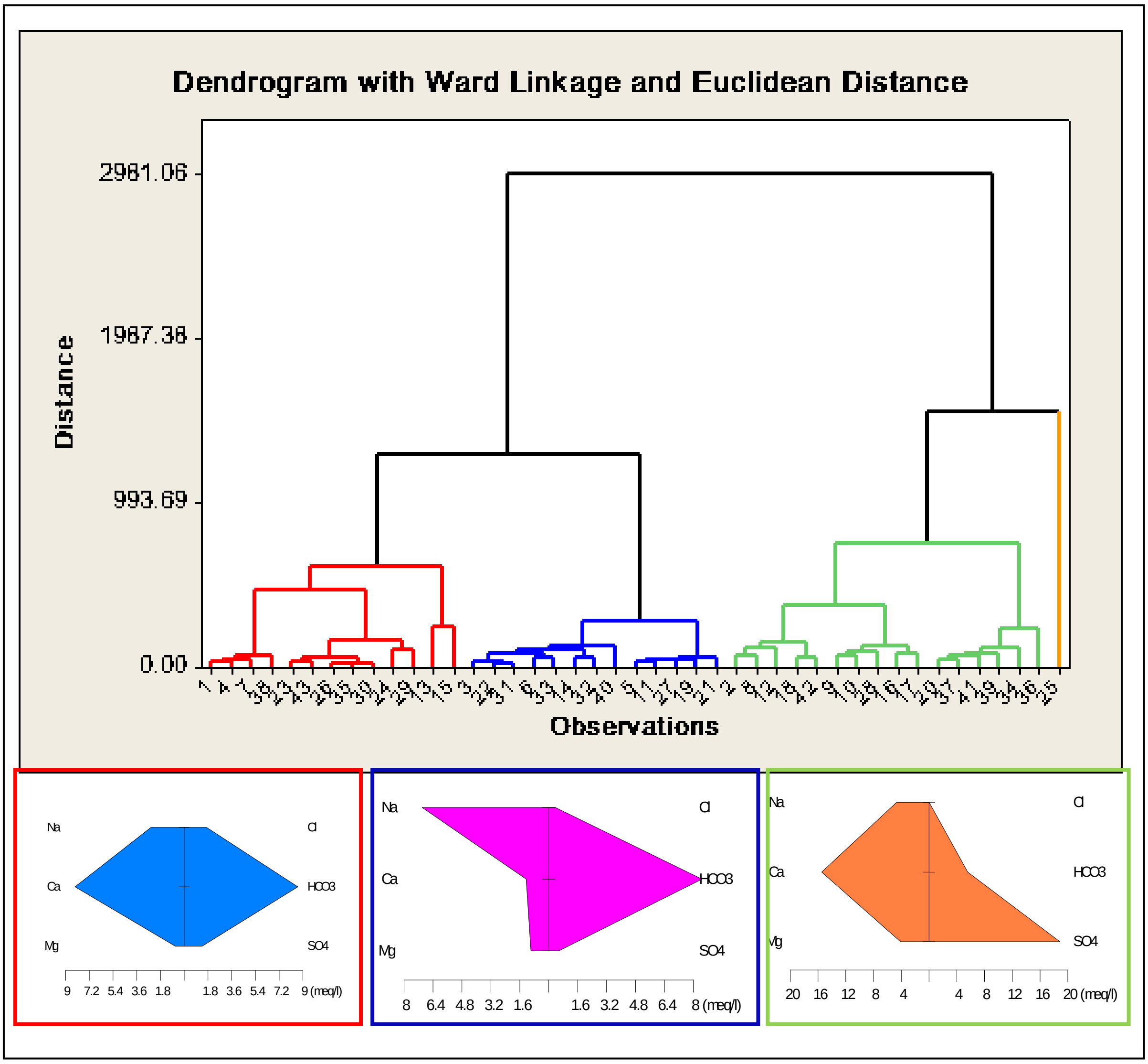
แนวคิดเกี่ยวกับความคล้ายกันของหน่วยศึกษา เป็นพื้นฐานของเทคนิคการวิเคราะห์ทางสถิติหลายวิธี โดยทั่วไป การวัดความคล้ายกันจะดูจากความห่างกัน (Distance) ระหว่างวัตถุหรือดูจากความคล้ายกัน (Similarity) สิ่งที่คล้ายกันจะมีความห่างกันน้อยหรือคล้ายกันมาก ในการวิเคราะห์จัดกลุ่มแนวคิดดังกล่าวมีความสำคัญมาก เพราะเป็นพื้นฐานขอ งการจัดสิ่งต่าง ๆ หรือหน่วยต่าง ๆ เข้าเป็นกลุ่มอาศัยความใกล้เคียงกันเป็นหลัก ความห่างและความคล้ายกันมีค่านิยามและวิธีการวัดมากมาย การเลือกวิธีการที่จะวัดจำเป็นจะต้องรู้ถึงคุณสมบัติของสิ่งหรือหน่วยที่ จะวัดเสียก่อน ตลอดจนวิธีการในการคำนวณเพื่อสร้าง/จัดกลุ่ม

2) การวัดความห่าง

วิธีการคำนวณความห่างสามารถวัดได้หลายวิธี วิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กันมาก คือ วิธีที่เรียกว่า ระยะห่างเชิงยูคลิดยกกำลังสองของทุกตัวแปร

1) ความห่างยูคลิดกำลังสอง (SEUCLID, Squared euclidean distances) ซึ่งใช้กับวิธีการจัดกลุ่มแบบ ศูนย์กลุ่ม (Centroid) มัธยฐาน (Median) และวิธีของวอร์ด (Ward) ความห่างดังกล่าวนี้ คือ ผลรวมของความแตกต่างยกกำลังสองของค่าของตัวแปรแต่ละตัว โดยแสดงผลลัพธ์เป็นแผนภาพ Dendogram ดังตัวอย่างใน**รูปที่ 5.6.1-3**

$$\text{ความห่าง (X,Y)} = \sum_i (X_i - Y_i)^2 \qquad (1)$$



รูปที่ 5.6.1-3 การวิเคราะห์จัดกลุ่ม โดยแผนภาพ Dendrogram

2) ความห่างยูคลิด (EUCLID, Euclidean distance) ความห่างแบบนี้ คือ รากที่สอง (square root) ของผลรวมของความต่างกำลังสองของค่ากำลังสองของค่าตัวแปรแต่ละตัว

$$\text{ความห่าง (X,Y)} = \sqrt{\sum_i (X_i - Y_i)^2} \qquad (2)$$

3) การสร้างกลุ่ม

วิธีการสร้างกลุ่มมีหลายวิธี วิธีที่นิยมมาก คือ การวิเคราะห์จัดกลุ่มเชิงชั้น (Hierarchical cluster analysis) ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ 1) แบบรวมเข้า (Agglomerative) โดยทำให้กลุ่มเล็กๆ กลายเป็นกลุ่มใหญ่ และ 2) แบบแบ่ง (Divisive) เป็นวิธีที่รวมเอาทุกอย่างเข้าด้วยกัน โดยเริ่มจากการมีกลุ่มใหญ่มากเพียงกลุ่มเดียว แล้วค่อยๆ แยกหน่วยออกจากกันจนกระทั่งทุกหน่วยกลายเป็นกลุ่ม

3.1) การสร้างกลุ่มแบบรวม มีขั้นตอนดังนี้ คือ ขั้นแรก นับแต่ละหน่วยเป็นหนึ่งกลุ่ม ทำให้มีจำนวนกลุ่มเท่ากับจำนวนหน่วย ขั้นที่สอง ทำการ รวมหน่วย 2 หน่วยให้เหลือเพียง กลุ่มเดียว ขั้นที่สาม เพิ่มหน่วยเข้าไปในกลุ่มอีก 1 หน่วย หรือรวมอีก 2 หน่วยเป็นกลุ่มใหม่อีก 1 กลุ่ม ในขั้นตอนต่อ มา เป็นการรวมหน่วยเข้ากลุ่มหรือกลุ่มที่อยู่แล้วมารวมกันเป็นกลุ่มใหม่ แต่เมื่อรวมกันแล้วจะไม่มีการแยกออกจากกลุ่มที่เข้าไปเป็นสมาชิกแล้ว เมื่ออยู่ในกลุ่มใดตั้งแต่แรกจะอยู่ในกลุ่มนั้นตลอด แม้ว่าจะมีหน่วยอื่นมารวมภายหลัง

การตัดสินใจว่าหน่วยใดหรือกลุ่มใดควรรวมกัน มีหลายวิธี โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ 1) วิธีการเชื่อมโยง 2) วิธีการผลรวมค่าผิดพลาดของกำลังสอง หรือค่าการผันแปร (Error sums of squares or variance) และ 3) วิธีศูนย์กลุ่ม (Centroid) ทั้งสามประเภทอาศัยเมตริกความห่างหรือความคล้ายกันระหว่างคู่ต่างๆ ของหน่วย โดยแต่ละหน่วย จะแตกต่างกันเฉพาะในด้านการประ มาณความห่างระหว่างกลุ่มในแต่ละขั้นตอนที่ติดต่อกัน เนื่องจากการรวมกลุ่มในแต่ละขั้นตอน นี้ขึ้นกับมาตรวัดความห่าง โดยมาตรวัดความห่างที่ต่างกันจะให้ผลการรวมกลุ่มไม่เหมือนกันแม้ว่าจะใช้วิธีการรวมกลุ่มอย่างเดียวกันก็ตาม

วิธีการรวมกลุ่มเข้าด้วยกันโดยอาศัยการเชื่อม โย งแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การเชื่อมโยงแบบเดี่ยว (Single linkage) และการเชื่อมโยงแบบสมบูรณ์ (Complete linkage)

- **การเชื่อมโยงแบบเดี่ยว** บางครั้งเรียกว่า “เพื่อนบ้านที่ใกล้ที่สุด ” คือ สองหน่วยแรกที่รวมกัน ซึ่งเป็นหน่วยที่มีความห่างกันน้อยที่สุด (ความคล้ายกันมากที่สุด) ความห่าง กันระหว่างกลุ่มใหม่และหน่วยแต่ละหน่วย คำนวณได้จากความห่างน้อยสุดระหว่างหน่วยแต่ละหน่วยและหน่วยในกลุ่ม ความห่างระหว่างหน่วยที่ยังไม่รวมกันไม่เปลี่ยนแปลง ในทุกขั้นตอนความห่างระหว่างกลุ่มสองกลุ่ม คือ ความห่างระหว่างจุดสองจุดที่ใกล้ที่สุด
- **วิธีการเชื่อมแบบสมบูรณ์** คือ วิธีการที่เรียกว่า “เพื่อนบ้านที่ห่างไกลที่สุด ” ตามวิธีการนี้ ความห่างระหว่างกลุ่ม คำนวณได้จาก ความห่างระหว่างจุดที่ไกลกันมากที่สุด วิธีการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มโดยเฉลี่ย (Average linkage between group method) หรือที่เรียกว่า วิธีการจั บคู่กลุ่มไม่ปรับน้ำหนักโดยใช้ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Unweighted pair-group method using arithmetic averages)

3.2) วิธีการเชื่อมโยงระหว่างกลุ่มโดยค่าเฉลี่ย เป็นวิธีที่หาค่าความห่างระหว่างกลุ่มสองกลุ่ม โดยใช้ค่าเฉลี่ยของความห่างระหว่างทุกคู่ของหน่วย ซึ่งสมาชิกหน่วยหนึ่งของคู่จะมาจากแต่ละหน่วยของกลุ่ม เช่น ถ้าหน่วย 1 และหน่วย 2 รวมกันเป็นกลุ่ม A และหน่วย 3, 4 และ 5 รวมกันเป็นกลุ่ม B ความห่างระหว่างกลุ่ม A และ B จะเป็นค่าเฉลี่ยของความห่างระหว่างคู่ต่างๆ ของหน่วยต่อไปนี้ (1,3), (1,4), (1,5), (2,3), (2,4) และ (2,5) วิธีการนี้ต่างจากวิธีการเชื่อมโยง เพราะใช้ข้อมูลความแตกต่างของทุกคู่ ไม่เฉพาะคู่ที่ใกล้ที่สุดหรือไกลที่สุดเท่านั้น จึงเป็นวิธี ที่นิยมใช้มากกว่าวิธีการเชื่อมโยงแบบง่ายหรือแบบสมบูรณ์ โดยวิธีนี้พิจารณาความห่างระหว่างค่าที่มีอยู่ต่างกลุ่มกันเท่านั้น รูปแบบที่ผันแปร คือ การเชื่อมโยงเฉลี่ยภายในกลุ่ม (The average linkage within groups) ซึ่งรวมกลุ่มต่างๆ เข้าด้วยกันในลักษณะที่ทำให้ความห่างโดยเฉลี่ยระหว่างหน่วยทั้งหมดที่ก่อให้เกิดกลุ่มมีค่าน้อยที่สุดที่จะเป็นไปได้ ดังนั้น ความห่างระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่ม คือ ความห่างโดยเฉลี่ยระหว่างคู่ทุกคู่ที่เป็นไปได้ของหน่วยที่ก่อให้เกิดกลุ่ม

3.3) วิธีการของวอร์ด เป็นวิธีการสร้างกลุ่มอีกวิธีหนึ่ง คำนวณหาค่าเฉลี่ยของทุกตัวแปรในกลุ่ม หลังจากนั้นคำนวณหาค่าความห่างยูคลิดกำลังสองจากค่าเฉลี่ยของกลุ่ม (Cluster means) ของทุกหน่วย นำเอาความห่างเหล่านี้มารวมกันทุกหน่วยในแต่ละ ขั้น กลุ่มสองกลุ่ม ที่รวมเข้าด้วยกันจะเป็นกลุ่มที่ จะทำให้การเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยที่สุดในค่าของผลรวมทั้งหมดของความห่างภายในกลุ่มยกกำลังสอง (Squared within–cluster distances)

3.4) วิธีการศูนย์กลุ่ม คำนวณหาความห่างระหว่างกลุ่ม 2 กลุ่ม โดยใช้ความห่างของค่าเฉลี่ยต่างๆ ของตัวแปรทุกตัว ข้อเสียเปรียบของวิธีการนี้ คือ ความห่างที่ใช้ในการรวมกลุ่มเข้าด้วยกันจะลดลงตามลำดับในขั้นตอนต่อ ๆ ไป เนื่องจากกลุ่มที่รวมกันในขั้นตอนหลัง ๆ จะไม่เหมือนกันมากขึ้นกว่ากลุ่มที่รวมในตอนแรกๆ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ไม่พึงปรารถนา

ตามวิธีการศูนย์กลุ่มนี้ ศูนย์ของกลุ่มที่รวมเข้าด้วยกันจะเป็นผลรวมปรับน้ำหนักของศูนย์กลุ่มของทั้งสองกลุ่ม ซึ่งน้ำหนักจะเป็นไปตามขนาดของกลุ่ม หากเป็นวิธีการมัธยฐาน กลุ่มสองกลุ่มจะรวมกันโดยให้น้ำหนักเท่ากันในการคำนวณหาศูนย์ ไม่ว่าแต่ละกลุ่มจะมีจำนวนหน่วยเท่าใ ด ทำให้กลุ่มเล็กมีผลต่อลักษณะของกลุ่มใหญ่ที่ตนเข้าไปรวม การหาความห่างยูคลิดกำลังสองควรใช้กับวิธีศูนย์กลุ่มหรือวิธีมัธยฐาน

วิธีการรวมกลุ่มบางวิธี เช่น การเชื่อมโยงเดียว และการเชื่อมโยงสมบูรณ์และความห่างค่าเฉลี่ยระหว่างและภายในกลุ่ม อาจใช้กับมาตรวัดความห่าง หรือความคล้ายกันได้ แต่วิธีอื่น ๆ อาจต้องอาศัยวิธีการจัดความห่างพิเศษ

(3) การวิเคราะห์น้ำผิวดิน/น้ำบาดาลด้วยแผนภาพสามเหลี่ยมไปเปอร์ (Piper Diagram)

แผนภาพสามเหลี่ยม (Piper diagram) เป็นวิธีจำแนกชนิดของน้ำ โดยการแสดงความสัมพันธ์ NO_3^- โดยปริมาณของอิออนบวก และ ปริมาณของอิออนลบ ต้องมีหน่วยเป็น meq/l (Milliequivalent per litre) และผลรวมที่มีหน่วยเป็น meq/l ของอิออนบวกเทียบให้เท่ากับ 100% และผลรวมที่มีหน่วยเป็น meq/l ของอิออนลบเทียบให้เท่ากับ 100% เช่นกัน การคำนวณค่าปริมาณของอิออนบวก และของอิออนลบ แต่ละตัวออกมาเป็นเปอร์เซ็นเทียบกับเปอร์เซ็นต์ของผลรวม แล้วนำค่าไปลงจุดในแผนภาพสามเหลี่ยม จะสามารถทราบชนิด (Type) ของน้ำ ซึ่งหมายถึงทราบคุณภาพน้ำตลอดจนทำให้ทราบโซนของลักษณะทางธรณีวิทยา หรือชั้นหินอุ้มน้ำ ทิศทางการไหล และสามารถบ่งบอกบริเวณที่เป็นพื้นที่รับน้ำและจ่ายน้ำ (Recharge and discharge areas) ของแหล่งน้ำบาดาลได้

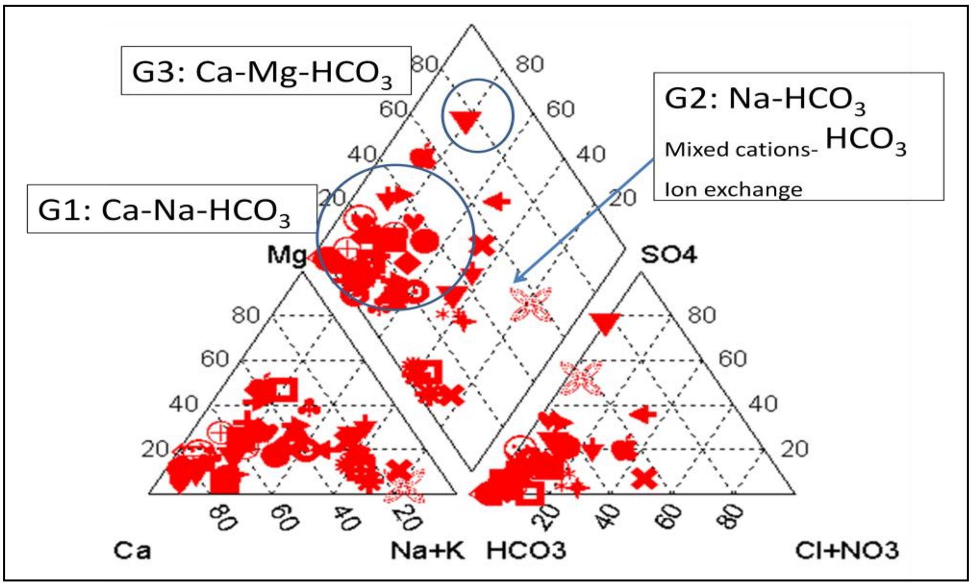
การวิเคราะห์หาปริมาณของส่วนประกอบทางเคมี และรูปแบบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำ สามารถใช้กราฟหรือรูปภาพในการนำเสนอ ดังตัวอย่างใน **รูปที่ 5.6.1-4** และใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ ในการวิเคราะห์การเปลี่ยนแ ปลงของรูปแบบทางเคมี ในกรณีที่หน่วยหินทางธรณีวิทยาเปลี่ยนแปลงตามทิศทางการไหลของน้ำบาดาล ใช้วิธีการวิเคราะห์คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของชั้นหินอุ้มน้ำ และใส่กราฟหรือผลของการวิเคราะห์ที่ได้ในแผนที่หรือภาพตัดขวาง

5.6.2 การวิเคราะห์เชิงสถิติธรณีเคมี

(1) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก

ผลจากการวิเคราะห์องค์ประกอบหลักด้วยวิธีการวิเคราะห์ตัวแปลหลายตัว ด้วยวิธีการ Principal Component Analysis จากตัวอย่างน้ำใต้ดิน และดินที่เก็บได้ในการศึกษาในครั้งนี้ พบลักษณะความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของตัวแปรไม่มากนัก ทั้งในน้ำใต้ดิน และในดิน โดยในน้ำใต้ดินนั้นพบว่า มีค่า EC มีความสัมพันธ์กับค่า HCO_3 ในแง่บวกประมาณ 0.85 และค่า TDS ในแง่บวกประมาณ 0.98 ซึ่งหมายความว่าเมื่อพบว่าค่า EC สูงนั้นจะทำให้มีค่า HCO_3 และ TDS สูงไปด้วย ซึ่งมีความเป็นไปได้เพราะค่า HCO_3 นั้น คือ สารละลายชนิดหนึ่งที่อยู่ในน้ำบาดาล และเมื่อสารละลายชนิดนี้สูง จะไปทำปฏิกิริยาตามสมการข้างล่าง จึงเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้เกิดปริมาณของสารแขวนลอย (TDS) ที่สูง และส่งผลมีค่าทางการนำไฟฟ้า (EC) ที่สูงตามไปด้วย ค่าทางสถิติจากตารางอีกหนึ่งคู่ที่มีความสัมพันธ์กัน คือ ค่า K และ NO_3^- โดยมีค่าความสัมพันธ์เป็นบวกอยู่ที่ 0.97 (**ตารางที่ 5.6.2-1** ถึง **ตารางที่ 5.6.2-2** และ **รูปที่ 5.6.2-1** ถึง **รูปที่ 5.6.2-2)**

โดยผลการวิเคราะห์ Principal component analysis ในดิน พบว่า ค่าการนำไฟฟ้า ไซยาไนด์ และ แมงกานีสมีความสัมพันธ์กับความเป็นกรด-ด่าง ส่วนสารหนูมีความสัมพันธ์กับตะกั่วและแคดเมียม ค่าความเข้มข้นของโครเมียมมีค่าคงที่ คือ0.4 มิลลิกรัม/ลิตร ทำให้ไม่มีค่าสัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์



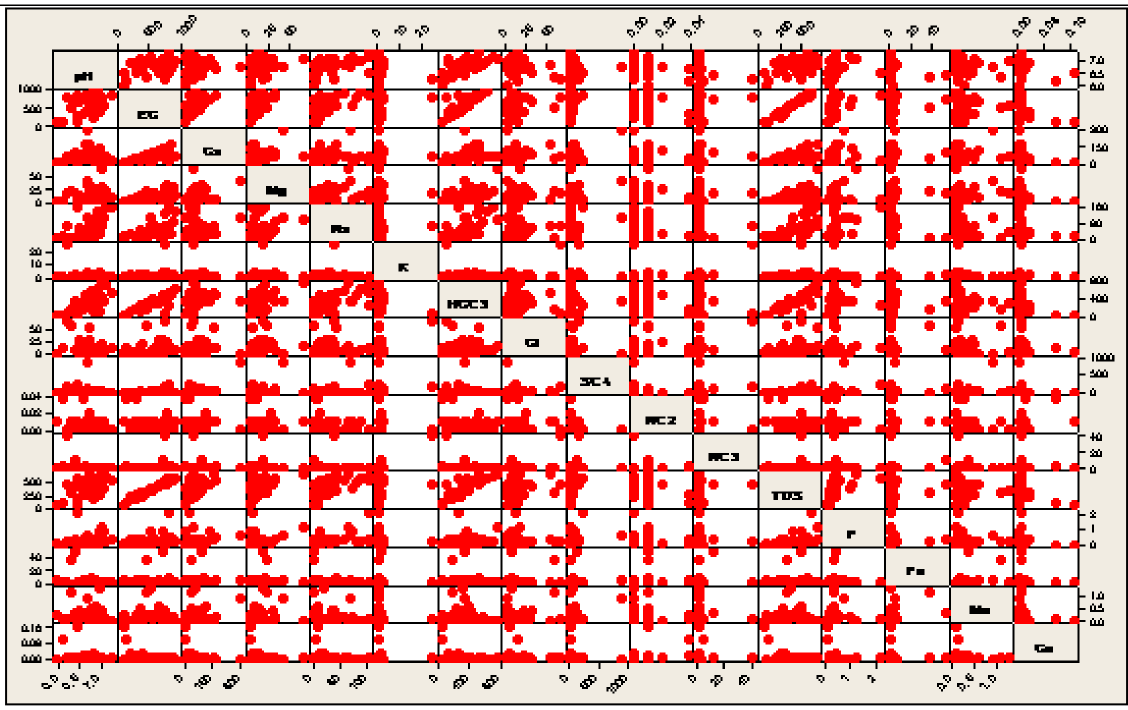
รูปที่ 5.6.1-4 แผนภาพ ไปเปอร์แสดงชนิดของน้ำ

ตาราง ที่ 5.6.2-1 ผลการวิเคราะห์ สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด -ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ความชื้นและธาตุต่างๆในน้ำใต้ดิน

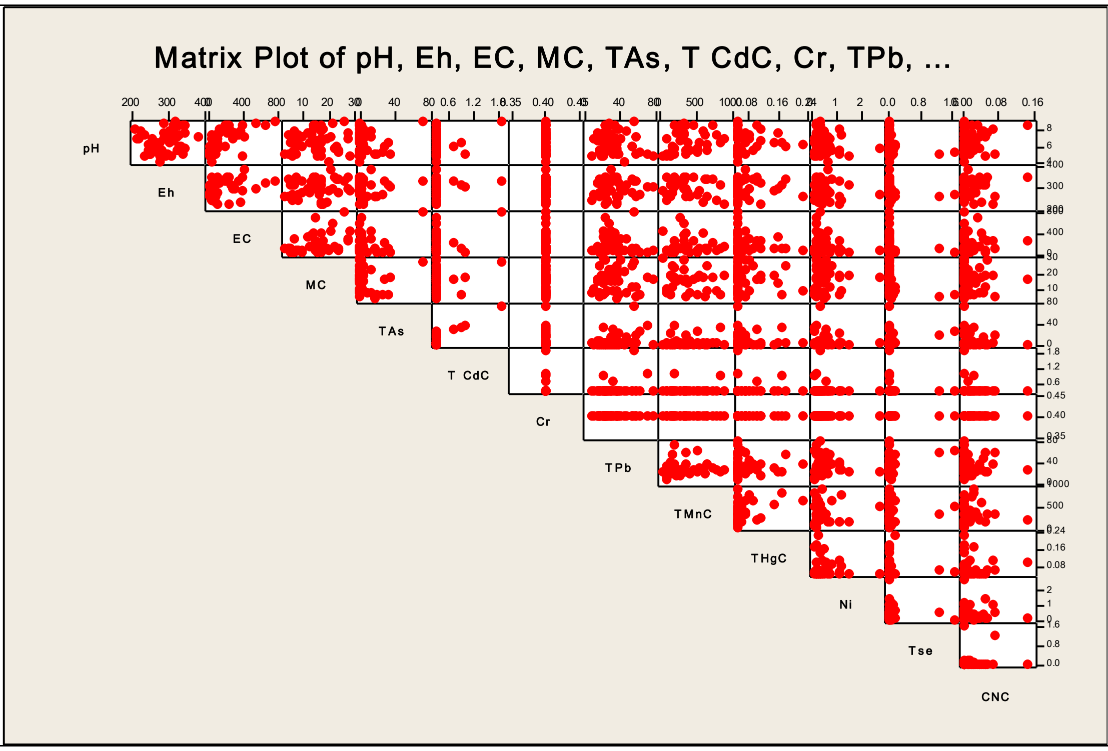
	pH	EC	Ca	Mg	Na	K	HCO3	Cl	SO4	NO2	NO3	TDS	F	Fe	Mn	Cu	Zn
EC	0.342																
Ca	0.121	0.616															
Mg	0.177	0.530	0.303														
Na	0.406	0.601	0.052	0.284													
K	-0.288	0.180	-0.033	0.051	0.024												
HCO3	0.613	0.849	0.388	0.507	0.598	-0.195											
Cl	-0.308	0.254	0.057	0.116	0.039	0.542	-0.020										
SO4	-0.113	0.516	0.708	0.359	0.263	0.115	-0.000	0.009									
NO2	-0.341	-0.301	-0.141	-0.113	-0.277	-0.117	-0.216	0.004	-0.162								
NO3	-0.368	0.172	-0.014	0.033	-0.020	0.967	-0.217	0.538	0.134	-0.063							
TDS	0.414	0.981	0.580	0.502	0.657	0.118	0.854	0.274	0.473	-0.272	0.103						
F	0.112	0.357	0.096	0.217	0.497	-0.055	0.201	0.010	0.328	-0.142	-0.051	0.443					
Fe	-0.338	0.053	0.061	0.103	-0.266	-0.000	-0.099	0.203	0.076	0.065	0.167	0.015	-0.038				
Mn	-0.137	-0.078	0.222	0.201	-0.214	-0.109	-0.177	0.086	0.334	-0.141	-0.068	-0.153	-0.068	0.371			
Cu	-0.349	-0.496	-0.306	-0.230	-0.235	-0.025	-0.438	-0.045	-0.113	0.343	0.003	-0.484	-0.220	-0.030	-0.136		
Zn	0.010	-0.063	0.056	0.056	-0.076	0.008	-0.037	-0.158	0.079	-0.121	-0.004	-0.071	-0.005	-0.009	0.028	-0.036	
SiO2	0.273	-0.187	-0.043	0.030	-0.082	-0.209	-0.084	-0.270	0.035	-0.052	-0.284	-0.084	-0.002	-0.033	0.190	-0.185	0.248

ตารางที่ 5.6.2-2 ผลการวิเคราะห์สัมประสิทธิ์ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ความชื้นและธาตุต่างๆในดิน

	pH	Eh	EC	MC	TAs	TCdC	Cr	TPb	TMnC	THgC	Ni	TSe
Eh	0.249											
EC	0.652	0.278										
MC	0.118	0.269	0.416									
TAs	0.015	0.033	0.272	-0.044								
TCdC	0.147	0.138	0.379	0.168	0.895							
Cr	*	*	*	*	*	*						
TPb	-0.193	0.031	-0.045	0.029	0.424	0.292	*					
TMnC	0.337	-0.205	-0.033	-0.143	0.127	0.126	*	0.013				
THgC	0.038	-0.005	-0.109	-0.038	0.023	0.04	*	-0.019	0.413			
Ni	-0.229	-0.241	-0.202	0.088	-0.057	-0.096	*	-0.054	0.031	-0.094		
TSe	-0.255	-0.24	-0.18	-0.336	0.242	-0.064	*	0.368	0.076	-0.014	-0.066	
CNC	0.238	0.074	0.051	-0.069	-0.081	-0.106	*	-0.035	-0.096	0.014	-0.049	0.101



รูปที่ 5.6.2-1 สหสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ(อนุมูล)ที่ประกอบเป็นคุณภาพของน้ำบาดาล



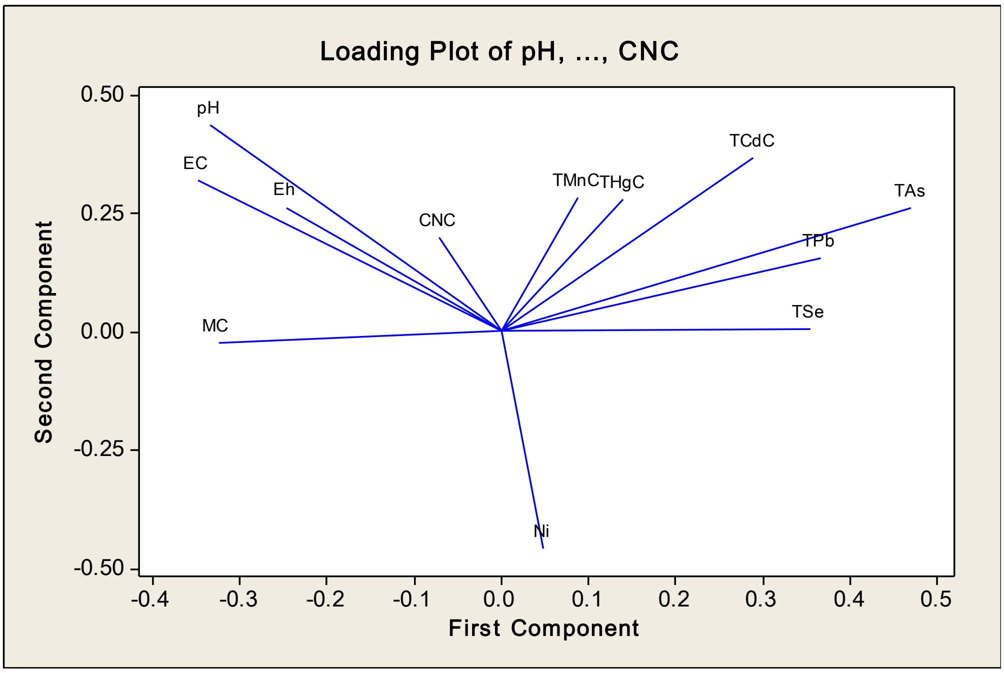
รูปที่ 5.6.2-2 ตารางเมทริกซ์แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ความชื้นและธาตุต่าง ๆ ในดิน

1) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในดิน

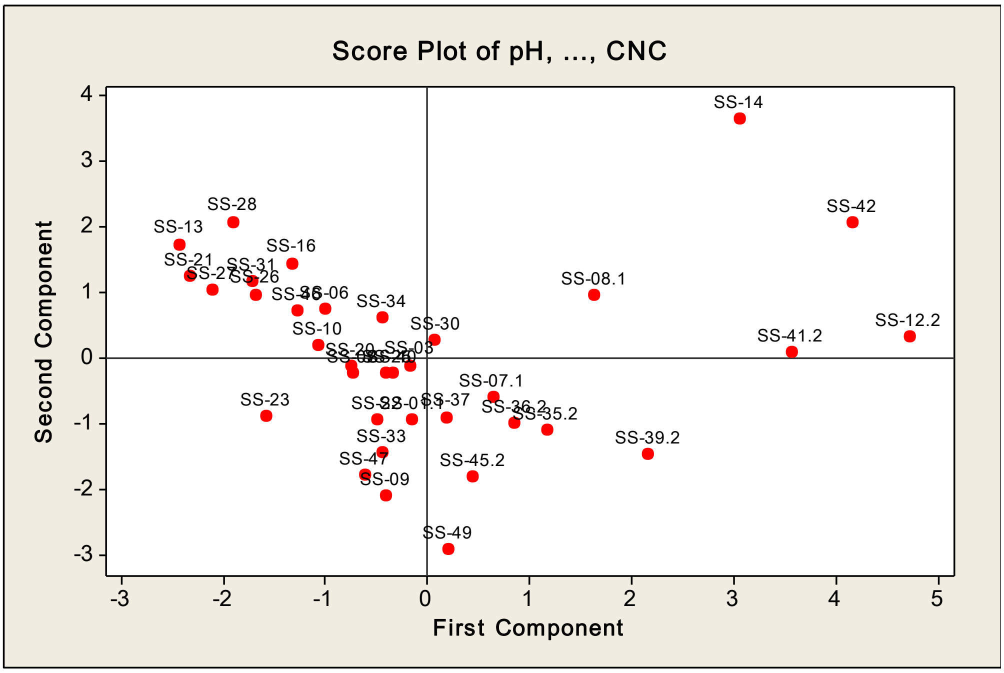
การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก ได้กำหนด 3 องค์ประกอบ ซึ่งรวมกันเป็น 70 % ได้แก่ องค์ประกอบที่ 1 เท่ากับ 32 % องค์ประกอบที่ 2 เท่ากับ 23 % และองค์ประกอบที่ 3 เท่ากับ 15 %

องค์ประกอบที่ 1 ประกอบด้วยธาตุโลหะหนัก ตะกั่ว สารหนู ซีลีเนียมและแคดเมียม องค์ประกอบที่ 2 ประกอบด้วยธาตุโลหะหนัก คือ แมงกานีส ปรอท และความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า และองค์ประกอบที่ 3 ประกอบด้วยธาตุโลหะหนัก ตะกั่ว และความชื้น ดัง **รูปที่ 5.6.2-3** ถ้าพล๊อตระหว่างองค์ประกอบที่ 1 และ 2 พบว่า ในดินมี สารหนู ตะกั่ว ซีลีเนียม ปรอทและแมงกานีส ซึ่งแมงกานีสมีค่ามากที่สุด โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีชั้นลูกรัง ซึ่งมีกรวดทรายปนดินเหนียว ดินเหนียวปนทรายกรวด ส่วนสารหนู พบในทรายละเอียดปนดินเหนียว ทรายแป้งปนดินเหนียว ซึ่งเป็นดินที่มีสัมประสิทธิ์การซึมผ่านน้ำต่ำ

การแปลจาก**รูปที่ 5.6.2-4** แสดงให้เห็นโลหะหนักที่เด่นในตำแหน่งที่เก็บตัวอย่าง ดัง **ตารางที่ 5.6.2-3**



รูปที่ 5.6.2-3 การวิเคราะห์องค์ประกอบหลัก โดยองค์ประกอบที่ 1 เท่ากับ 32 % และองค์ประกอบที่ 2 เท่ากับ 23 %



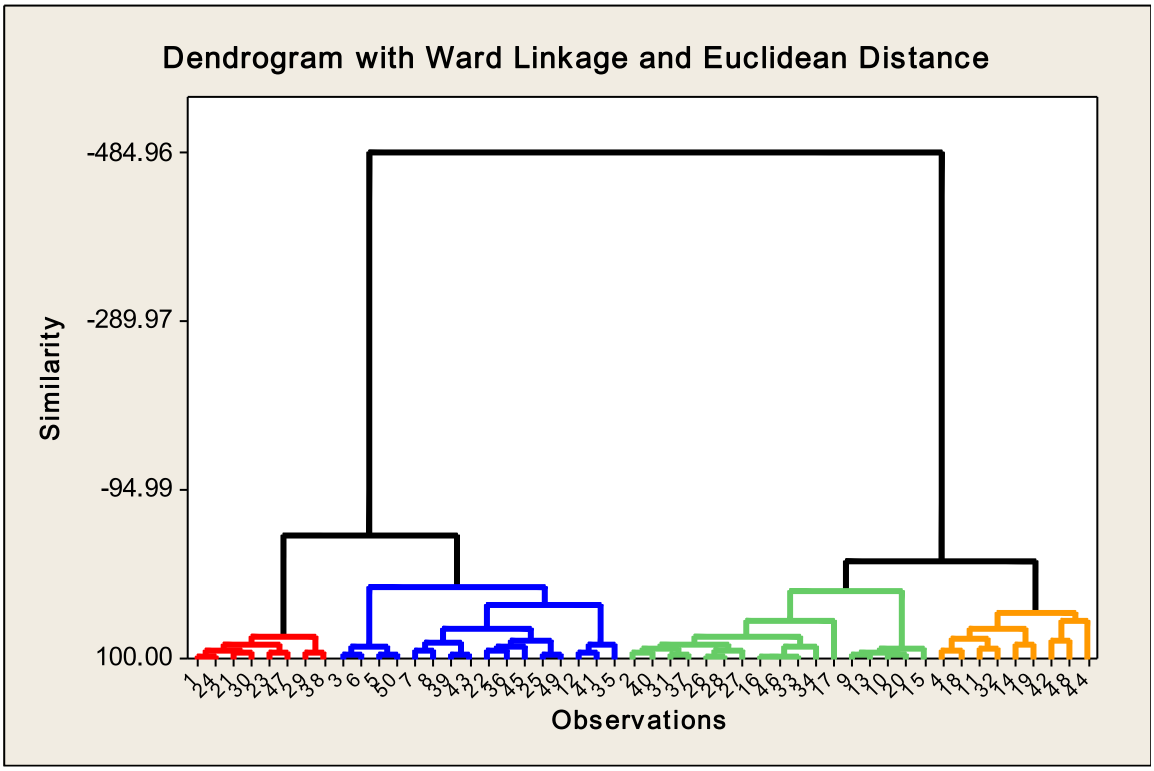
รูปที่ 5.6.2-4 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างดิน ซึ่งวิเคราะห์ความเข้มข้นของโลหะหลักที่เด่นในตัวอย่างดินต่าง ๆ

2) การวิเคราะห์จัดกลุ่ม

จากตัวอย่างดินทั้งหมด 50 ตัวอย่าง ที่นำมาวิเคราะห์ความเป็นกรด -ด่าง ค่า Eh ค่าการนำไฟฟ้า ความชื้น สารหนู แคดเมียม ตะกั่ว แมงกานีส ปรอท นิกเกิล ซีลีเนียม และไซยาไนด์ เมื่อนำตัวแปรเหล่านี้มาวิเคราะห์จัดกลุ่ม โดยสามารถจัดกลุ่มตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างที่มีองค์ประกอบทางเคมีคล้ายๆ กัน ได้ 4 กลุ่ม โดยวิเคราะห์แผนภาพ Dendogram ด้วยวิธีการของ Ward linkage and Euchidean distance (**รูปที่ 5.6.2-5**)

ตารางที่ 5.6.2-3 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างที่อยู่ในองค์ประกอบที่ 1 และ 2 แสดงโลหะหนักที่เด่น

หมายเลขตำแหน่งที่เก็บ	สถานที่	โลหะหนัก
SS-08.1	บ้านหนองระมาน	ปรอท
SS-12.2	บ้านลองดู่	สารหนู ตะกั่ว
SS-14	บ้านเขาหม้อ	สารหนู
SS-41.2	บ้านเขาดิน	ตะกั่ว
SS-42	บ้านหนองขนาก	สารหนู ตะกั่ว

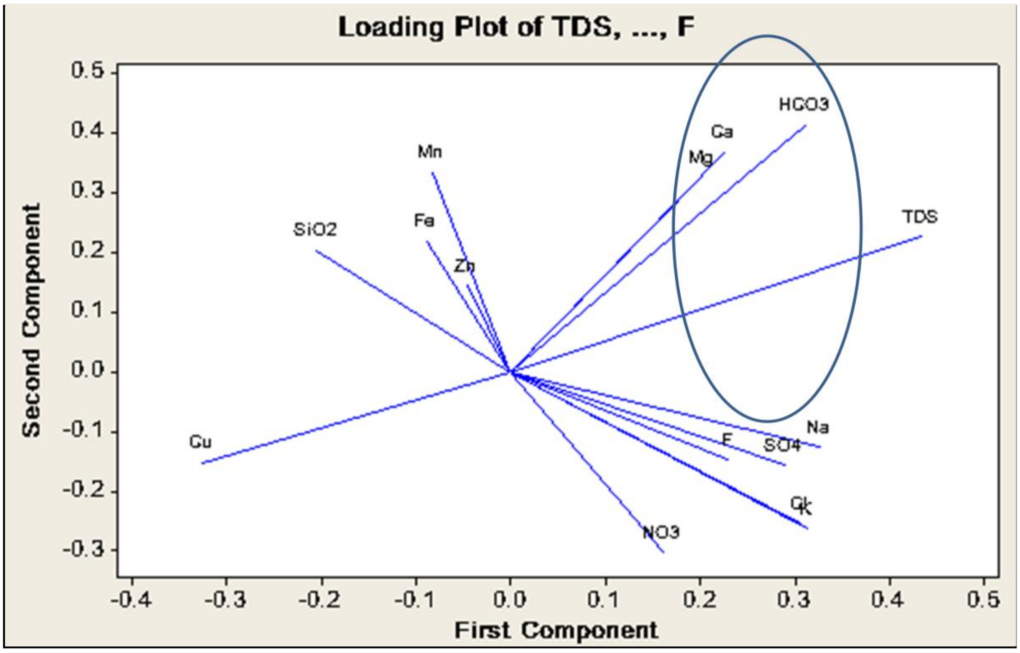


รูปที่ 5.6.2-5 การวิเคราะห์จัดกลุ่มตำแหน่งที่เก็บตัวอย่างดิน

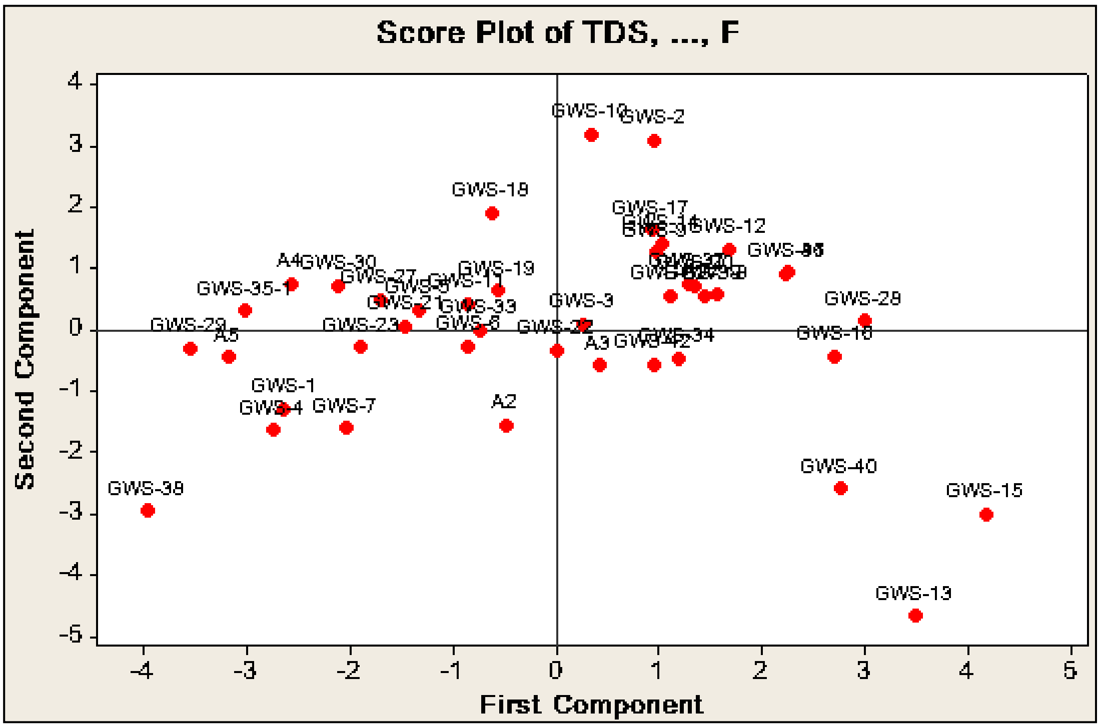
กลุ่มที่	ตัวอย่างดิน	องค์ประกอบเด่น	ลักษณะดิน
1	SS01.1, SS24, SS21, SS30, SS23, SS47, SS29, SS38	Eh, ตะกั่ว นิกเกิล สารหนู	ดินบนปนดินเหนียว ลูกรัง หินไรโอไรต์ผุ
2	SS03, SS05, SS06, SS07.1, SS08.1, SS22, SS25, SS39, SS36.2, SS43, SS45, SS12, SS49, SS50, SS41, SS35	Eh, ตะกั่ว ค่าการนำไฟฟ้า ความเป็นกรด-ด่าง นิกเกิล สารหนู	ทรายแป้งปนดินเหนียวปนกรวด ชั้นลูกรัง
3	SS02, SS40, SS31, SS37, SS26, SS28, SS27, SS16, SS46, SS33, SS34, SS17, SS09, SS13, SS10, SS20, SS15	Eh, ตะกั่ว ความเป็นกรด-ด่าง ค่าการนำไฟฟ้า สารหนู แมงกานีส และนิกเกิล	ดินเหนียวปนอินทรียสาร ลูกรังปนดินเหนียว
4	SS04, SS18, SS11, SS32, SS14, SS19, SS42, SS48, SS44	Eh, นิกเกิล ตะกั่ว ค่าการนำไฟฟ้า แมงกานีส ความเป็นกรด-ด่าง และสารหนู	ทรายปนทรายแป้ง ดินเหนียวปนกรวด ทรายแป้งปนดินเหนียวมีอินทรียสาร

(2) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักในน้ำใต้ดิน

คุณภาพทางเคมีของน้ำบาดาลเป็นน้ำจืด มีความกระด้างมาก อิออนหลักที่พบในน้ำบาดาล ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม ไบคาร์บอเนต และบางบ่อจะมีการแลกเปลี่ยนอิออน ทำให้มีโซเดียมเพิ่มขึ้น และแคลเซียมลดลง ในบางพื้นที่ที่มีการผุพังของหินในสายแร่ทำให้น้ำมีปริมาณซัลเฟตเพิ่มขึ้น ส่วนโลหะหนักจะประกอบด้วย ตะกั่ว ทองแดง เหล็ก แมงก านีส ซึ่งมักพบทั่วไปในบริเวณสายแร่ทองคำ แต่ปริมาณน้อย ทั้งนี้เนื่องจากน้ำอยู่ในสภาพที่ไม่ถูกออกซิไดท์ ทำให้ปริมาณซัลเฟตในน้ำไม่มาก อีกประการหินไรโอไรต์มีความแข็งการผุมีน้อย การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักแสดงให้เห็นประเภทของคุณภาพเคมีของน้ำบาดาล โดยเฉพาะองค์ปร ะกอบหลักที่ 1 และที่ 2 ใน**รูปที่ 5.6.2-6** และตำแหน่งบ่อที่แสดงคุณภาพทางเคมีที่เกิดจากการพล๊อต 2 องค์ประกอบหลัก ดัง**รูปที่ 5.6.2-7**



รูปที่ 5.6.2-6 องค์ประกอบหลักที่อธิบายตัวแปรต่างๆ



รูปที่ 5.6.2-7 ค่าคะแนนของตัวแปร (อนุมูล) ในตัวอย่างน้ำบาดาล

คุณภาพน้ำใต้ดินไม่มีความเชื่อมโยงกับน้ำผิวดิน แต่จะมีความสัมพันธ์กับดินและหินผุ และน้ำบาดาลจะมีวิวัฒนาการจากพื้นที่ทางทิศตะวันออก (พื้นที่รับน้ำ) ไปทางทิศตะวันตก และทิศตะวันตกเฉียงใต้ (พื้นที่จ่ายน้ำ) ดังต่อไปนี้

พื้นที่รับน้ำ **พื้นที่กึ่งกลาง**

$Ca\text{-}HCO_3$

Ca-Na-HCO3 ⟹ Ca-Na-HCO3-Cl ⟹ $Na\text{-}SO_4\text{-}HCO3$ ⟹ $Na\text{-}Ca\text{-}SO_4$ ⟹

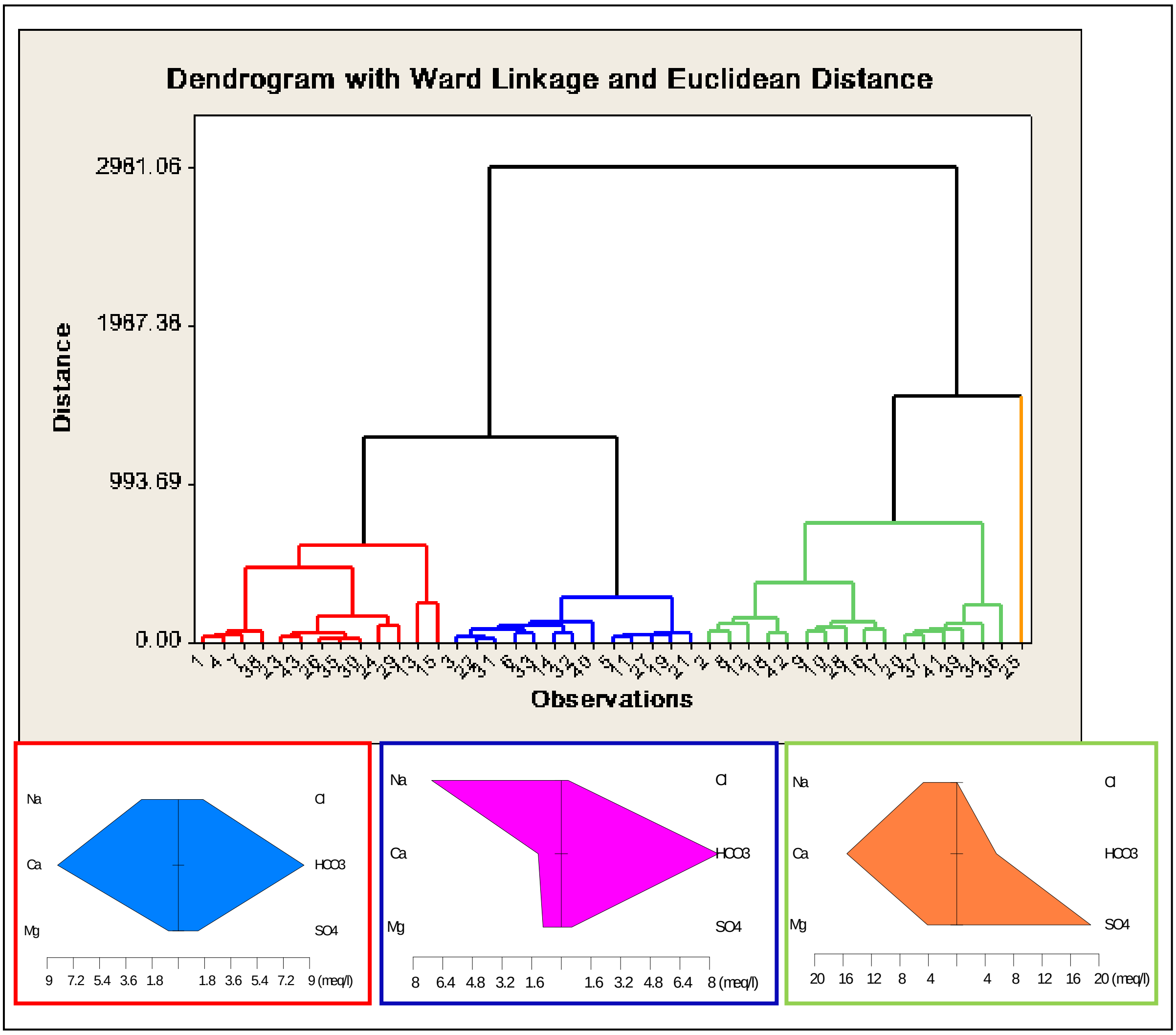
Ca,Mg-HCO3

เข้าสู่พื้นที่จ่ายน้ำ

ผลการวิเคราะห์จัดกลุ่ม สามารถแบ่งประเภทของน้ำเป็นสามกลุ่ม ได้แก่ $Ca\text{-}HCO_3$, $Na\text{-}Ca\text{-}HCO_3$ และ $Ca\text{-}SO_4\text{-}HCO_3$ ดังนี้

ประเภทน้ำ	หมายเลขบ่อ	พื้นที่	พื้นที่อุทกธรณีวิทยา
$Ca\text{-}HCO_3$	GWS01, GWS04, GWS05, GWS07, GWS11, GWS13, GWS14, GWS15, GWS 23, GWS A2, GWS A4, GWS29, GWS30, GWS35, GWS38, GWS A5	เขาหม้อ วังตะเคียน ทรัพย์เจริญ วังศาล วังหิน หินซองใต้ เขาทราย เขาน้อย เขาพนมพา	พื้นที่รับน้ำ
$Na\text{-}Ca\text{-}HCO_3$	GWS02, GWS03, GWS06, GWS08, GWS12, GWS16, GWS18, GWS19, GWS21, GWS22, GWS27, GWS A3, GWS32, GWS33, GWS40, GWS42	ดงหลง เขาขาม บุ่งมะกรูด เนินทอง เขาพนมพา หนองจะปราบ หนองปาดมัง คลองตาลัด คลองร่องหอย ทุ่งโม่ง เขาเจ็ดลูก ดงเสือเหลือง	พื้นที่กึ่งกลางการไหล
$Ca\text{-}SO_4\text{-}HCO_3$	GWS09, GWS10, GWS17, GWS20, GWS25, GWS28, GWS34, GWS36, GWS39, GWS41	เขารวก วังดินเหนียว วัดวารีวราราม วัดจิราพงษ์วราราม อนามัยวังแดง วัดหนองชัยศรี วัดศรีศรัทราราม เนินทราย วัดศรีรัตนาราม โป่งนกแก้ว	พื้นที่กึ่งกลางการไหล

พื้นที่รับน้ำหลักของชั้นหินอุ้มน้ำจะครอบคลุมทางด้านตะวันออกและตะวันออกเฉียงเหนือ แต่จะมีพื้นที่รับน้ำที่เป็นเฉพาะแห่ง ได้แก่ เนินเขาต่างๆที่อยู่ในพื้นที่ศึกษา น้ำบาดาลจะมีทิศทางการไหลไปทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ จะได้น้ำที่มีการพัฒนาคุณภาพจาก $Ca\text{-}HCO_3$ เป็น $Na\text{-}Ca\text{-}HCO_3$ และ $Ca\text{-}SO_4\text{-}HCO_3$ ตามระยะทางการไหล โดยสอดคล้องกับผลจากกา รวิเคราะห์แผนภาพ Dendogram ด้วยวิธีการของ Ward linkage and Euchidean distance (**รูปที่ 5.6.2-8**)

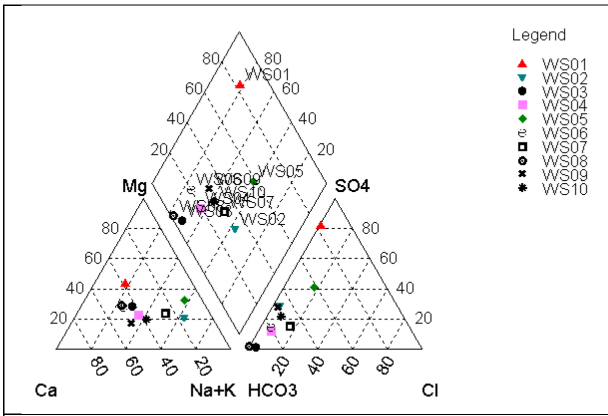


รูปที่ 5.6.2-8 การวิเคราะห์จัดกลุ่มตัวอย่างน้ำบาดาล โดยแผนภาพ Dendrogram

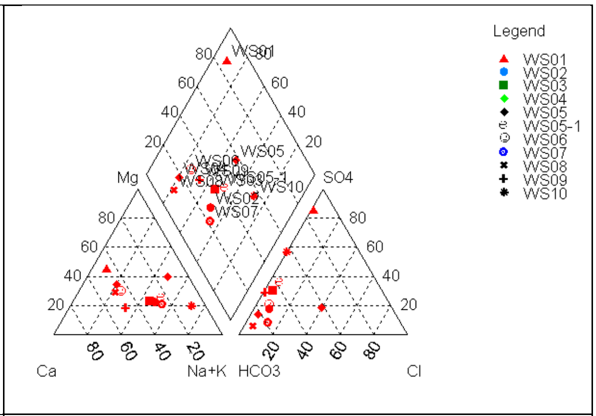
(3) ผลการวิเคราะห์น้ำผิวดิน/น้ำบาดาลด้วยแผนภาพสามเหลี่ยมไปเปอร์ (Piper Diagram)

1) การวิเคราะห์น้ำผิวดิน

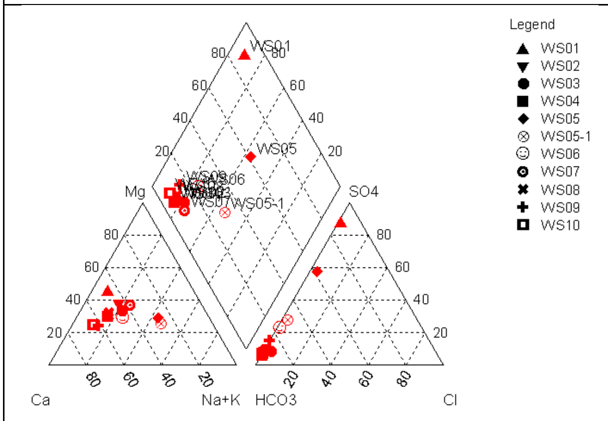
จากผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำผิวดินทั้ง 4 ครั้ง สามารถสรุปประเภทของน้ำเป็น 3 กลุ่ม คือ (1) Mg-Ca-SO_4 ได้แก่ ตัวอย่างน้ำสถานีเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง (WS-01) (2) Ca-Mg-Na-HCO_3 ได้แก่ ตัวอย่างน้ำ สถานีคลองส่งน้ำดงหลง (WS-03) สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (WS-04) สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู (WS-07) สถานีคลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (WS-08) สถานีคลองล่าหมีตาย (WS-09) และสถานีคลองร่องกอก (WS-10) และ (3) Na-Mg-Ca-HCO_3-SO_4 ได้แก่ สถานีเหมืองแร่ทองคำ เขาพนมพา (WS-05) สถานีบ่อน้ำหน้าตึก อบจ .เก่า (WS-05-1) และสถานีคลองตาลัด (WS-06) ดัง**รูปที่ 5.6.2-9** และ **รูปที่ 5.6.2-10**



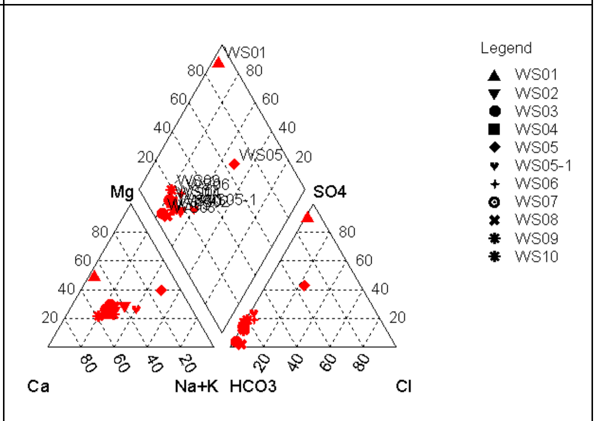
ผลการตรวจวัด ครั้งที่ 1



ผลการตรวจวัด ครั้งที่ 2



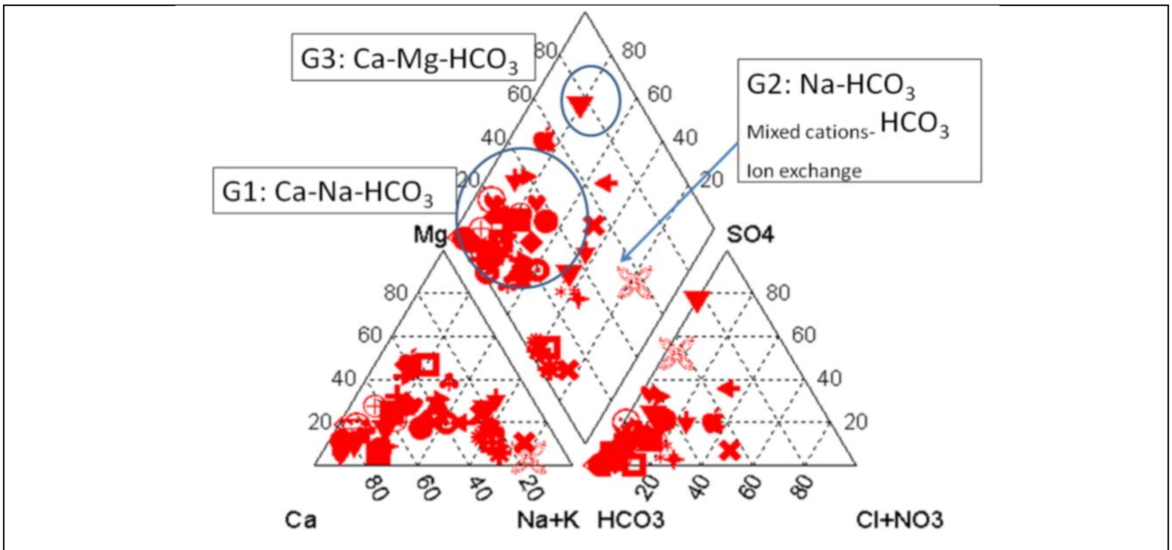
ผลการตรวจวัด ครั้งที่ 3



ผลการตรวจวัด ครั้งที่ 4

รูปที่ 5.6.2-9 แผนภาพไปเปอร์แสดงคุณภาพน้ำผิวดิน

2) การวิเคราะห์น้ำใต้ดิน



รูปที่ 5.6.2-10 สามเหลี่ยมไปเปอร์แสดงชนิดของน้ำ

5.6.3 ศักยภาพของแหล่งสารพิษปนเปื้อนในพื้นที่

(1) น้ำใต้ดิน

ตัวอย่างน้ำใต้ดินทั้งหมด 43 ตัวอย่าง ได้นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี สามารถแบ่งประเภทของน้ำได้ 3 ประเภทใหญ่ๆ คือ (1) Ca-HCO_3 (2) Ca-Na-HCO_3 และ (3) Ca-Na-SO_4 มีคุณสมบัติเป็นน้ำจืด ซึ่งน้ำประเภทที่ (1) และ (2) เป็นการละลายของแร่คาร์บอเนตที่แทรก ในหิน และน้ำประเภทที่ (3) เป็นซัลเฟตที่มาจากสายแร่ซัลไฟด์ที่มากับสายแร่ควอตซ์ ส่วนโลหะหนักที่พบในตัวอย่างน้ำใต้ดิน คือ ตะกั่ว ซึ่งมักเกิดร่วมกับสายแร่ทองคำอยู่แล้ว นอกจากนั้น ยังพบปริมาณเหล็กและแมงกานีสมีความเข้มข้นสูง ส่วนสารหนูและไซยาไนด์ไม่พบในน้ำใต้ดิน

(2) น้ำผิวดิน

การตรวจพบน้ำผิวดินบางจุดในบางฤดูกาลตามแนวเส้นทางน้ำเก่า ทิศทางไหลของน้ำผิวดินโดยรอบเหมืองแร่ และบ่อเก็บน้ำในเหมืองแร่ทองคำ ชาตรีเหนือ บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด โดยเฉพาะแหล่งน้ำที่มีการร้องเรียนจากชุมชน คือ อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ จำนวนทั้งสิ้น 10 สถานี จำนวน 4 ครั้ง ครอบคลุมทุกฤดูกาล เมื่อพิจารณา โอกาส ที่ไซยาไนด์จากกระบวนการแต่งแร่ของเหมืองอัครา ที่อาจปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำดังโครงข่ายข้างต้นนั้น จาก **รูปที่ 5.6.3-1** จะเห็นว่าตำแหน่งของ บ่อกักเก็บ กากโลหกรรมที่รับน้ำเสียที่ปนเปื้อนไซยาไนด์จากโรงแต่งแร่ตั้งอยู่ทางด้านทิศใต้ของโครงการ ซึ่งไม่มีปนเปื้อนของไซยาไนด์ นอกจากนี้บ่อดังกล่าวมีการหมุนเวียนน้ำเสีย โดยจะถูกสูบกลับไปที่บ่อพัก รวมทั้งการที่บ่อกักเก็บกากโลหกรรมได้ถูกออกแบบให้มีความคงทนแข็งแรง โดยออกแบ บเผื่อการเกิดแผ่นดินไหวและการรั่วซึมของบ่อ

สำหรับสถานีคลองร่องกอก (WS-10) ซึ่งอยู่ทางด้านทิศใต้ของพื้นที่เหมือง คลองดังกล่าวอยู่ห่างจากบ่อกักเก็บกากโลหกรรมประมาณ 2 กิโลเมตร และไม่มีโครงข่ายลำน้ำที่จะไหลจากบริเวณบ่อกักเก็บกากโลหกรรมไปยังบริเวณจุดดังกล่าว ในขณะที่จุดเก็บตัวอย่างที่อยู่ใกล้กับที่ตั้งของบ่อกักเก็บกากโลหกรรม อีก 3 จุด คือ สถานี คลองสายยางรุ้ง บ้านจิตเสือเต้น (WS-04) สถานี คลองสายยางรุ้ง บ้านด่านช้าง (WS-08) และสถานีคลองล่าหมีตาย (WS-09) เกือบทุกครั้งที่เก็บตัวอย่างไม่พบไซยาไนด์ ยกเว้นครั้งที่ 4 แต่ไม่เกินค่ามาตรฐาน

จาก ผล การวิเคราะห์ปริมาณมลสารในดิน ของ การศึกษา ครั้งนี้ พบว่ามีปริมาณตะกั่ว แมงกานีส และแคดเมียมที่สูงขึ้น เมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน จาก รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมของเหมือง ซึ่งโลหะหนักเหล่านี้เป็นโลหะหนักที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ตามสภาพธรณีวิทยาในพื้นที่ที่เป็นแหล่งแร่ เมื่อสายแร่โผล่ขึ้นสู่ผิวดิน ความไม่เสถียรของสายแร่ทำให้เกิดการผุพัง โลหะหนักที่ถูก ชะล้างออกมาจะถูกดูดยึดโดยดินเหนียวหรืออินทรียสารที่อยู่ในดินได้มากขึ้น จึ ง ตรวจพบว่าปริมาณโลหะหนักจำพวกตะกั่ว แมงกานีส และแคดเมียมนั้นมีปริมาณที่สูงขึ้น

รูปที่ 5.6.3-1 แผนที่จุดเก็บตัวอย่างดิน น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน และเส้นทางลำน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา

จากผลการวิเคราะห์น้ำใต้ดิน พบว่า มีสารพิษที่ปนเปื้อน คือ แคดเมียม โครเมียม และตะกั่ว ซึ่งแคดเมียมและตะกั่ว พบมีการปนเปื้อนเช่นเดียวกับการปนเปื้อนในดิน ซึ่งมีความเป็นไปได้ที่ปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในน้ำใต้ดินที่สูง เป็นผลมาจากปริมาณของแคดเมียมและตะกั่วที่สูงขึ้นในสายแร่เช่นกัน เมื่อน้ำบาดาลไหลผ่านรอยแตกหรือแนวอ่อนแอ เนื่องจากสายแร่ที่แทรกในรอยแตกจะไม่เป็นเนื้อเดียวกันกับหินเดิม ส่วนนี้สามารถผุพังได้ดี เมื่อน้ำไหลผ่านจะชะพาเอาโลหะหนักไปกับน้ำด้วย

จากผลการวิเคราะห์น้ำผิวดิน พบว่า ไม่มีสารพิษตัวใดมีค่าสูงเกินค่าเก่าที่ได้มีการศึกษามาก่อนการทำเหมืองอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งในน้ำผิวดินจะเกิด การแลกเปลี่ยนอนุมูลระหว่างอนุมูลที่อยู่ในน้ำกับที่ดูดยึดในดิน ถ้าในน้ำมีปริมาณสารละลายน้อย หมายถึง อนุมูลที่ละลายในน้ำน้อย จะมีข้อจำกัดในการแลกเปลี่ยน คือ สามารถแลกเปลี่ยนได้บ้าง แต่ส่วนใหญ่จะยังคงถูกดูดยึดในดิน

สารไซยาไนด์ ซึ่งมีที่มาจากกิจกรรมของเหมืองแร่ ทองคำนั้น จากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเหมืองทองคำชาตรีเหนือและใต้ พบว่ามี ไซยาไนด์ ปรากฏอยู่ในสิ่งแวดล้อมอยู่แล้ว ทั้งการตรวจวัดจากน้ำผิวดิน ซึ่งพบปริมาณของไซยาไนด์อยู่แล้ว และเมื่อเปรียบเทียบค่าในเชิงสถิติ พบว่า ไม่มีค่าไซยาไนด์ในหน่วยสิ่งแวดล้อ มใดเกินกว่าค่าที่ได้ทำการศึกษาไว้อย่างมีนัยสำคัญ โดยสามารถตรวจพบไซยาไนด์ในช่วงฤดูแล้ง เนื่องจากเป็นช่วงที่น้ำนิ่งไม่มีการไหลหรือเป็นน้ำที่ขังอยู่เป็นช่วงๆ ของลำคลอง มีสภาพตื้นเขิน มีสาหร่ายปกคลุม มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการดูดยึดไนโตรเจนจากอากาศของสาหร่ายและ แบคทีเรีย ประกอบกับอุณหภูมิของน้ำไม่เหมาะสมที่จะดูดยึดไนโตรเจนได้ จึงทำให้ในช่วงฤดูฝนตรวจไม่พบปริมาณไซยาไนด์ กลุ่มสาหร่ายที่มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดไซยาไนด์ คือ ไซยาโนไฟต้า ซึ่งเป็นไซยาโนแบคทีเรีย ที่รู้จักกันในชื่อสาหร่ายน้ำเงินแกมเขียวหรือแบคทีเรียน้ำเงินแกมเขียว โดยสาหร่ายหรือแบคทีเรียจะมีการสังเคราะห์แสง ดูดไนโตรเจนจากอากาศ ซึ่งต้องอาศัยปริมาณเหล็กและสังกะสีในน้ำ นอกจากนี้สาหร่ายยังมีการดักจับคาร์บอนจากซากพืช หรือจากเถ้าถ่านที่เกิดจากการเผาพืช ตอซังข้าวในฤดูหลังเก็บเกี่ยว เมื่อไนโตรเจนถูกดักจับจากอากา ศจะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียไนไตรต์ และไนเตรท นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ ค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยที่อุณหภูมิระหว่าง 25–35 องศาเซลเซียส ถ้าน้ำมีสภาพเป็นเบส หรือค่า pH สูงกว่า 7 จะทำให้ไซยาไนด์ละลายในน้ำได้ดี แต่ถ้าน้ำมีสภาพเป็นกรด หรือค่า pH ต่ำกว่า 7 ไซยาไนด์จะกลายเป็นก๊าซระเหยออกไป

การป้องกันไม่ให้เกิดสารไซยาไนด์ในน้ำผิวดินนั้น จากเหตุผลข้างต้นที่ว่าปริมาณของไซยาไนด์นั้นจะสูงขึ้น เนื่องจากลักษณะของแหล่งน้ำที่เป็นน้ำนิ่งและมีปริมาณของสาหร่ายที่สูง เพื่อเป็นการป้องกันปริมาณสารไซยาไนด์ที่จะสูงเกินมาตรฐานนั้นจะต้องทำการปรับปรุงระบบระบายในพื้นที่ โดยให้มีการหมุนเวียนน้ำในหน้าแล้ง โดยต้องมีการจัดการระบบชลประทานที่ดี ไม่ให้มีพื้นที่ใดมีลักษณะเป็นหนองน้ำนิ่ง และต้องมีการขุดลอกคลองระบายน้ำ เพื่อเพิ่มการไหล เวียนของน้ำโดยการเติมอากาศให้ดียิ่งขึ้น

สารหนูเป็นธาตุที่พบในธรรมชาติจึง ตรวจพบค่าสารหนู ในดิน ซึ่งโดยธรรมชาติจะพบสารหนู ในปริมาณที่สูงอยู่แล้วตั้งแต่ก่อนมีเหมืองทองคำในบริเวณนี้ เนื่องจากในสายแร่มีสารหนูเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในกลุ่มแร่ซัลไฟด์โดยเฉพาะอย่ างยิ่งแร่อ าซิโนไพไรต์ (FeAsS) เมื่อหินมีการผุพังจะกลายเป็นเศษหินและดิน แร่จะมีการแตกตัวเป็นอาร์ซิเนตและอาร์ซิไนต์ ซึ่งเป็นอนุมูลลบ โดยจะถูกดูดยึดอยู่ในดิน ซึ่งจากการตรวจวิเคราะห์ในการศึกษาครั้งนี้ ไม่พบว่า มีปริมาณสารหนูในดินสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งปริมาณสารหนูที่พบในดินมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับสารหนูที่พบในหินด้วย จึงมีความเป็นไปได้ที่ปริมาณของสารหนูในดินจะไม่มีความเข้มข้นสูงขึ้นมาก แต่อย่างไรก็ตามจากการเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินเพื่อการเกษตรและอยู่อาศัย พบว่า ค่าของสารหนูมีค่าสูงกว่ามาตรฐานค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในบริเวณใกล้ขอบเขตเหมืองซึ่งเป็นไปตามลักษณะธรณีวิทยาแหล่งแร่อยู่แล้ว เมื่อพิจารณา ผลการวิเคราะห์แผนที่ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารหนูในน้ำบาดาล พบว่าบริเวณดังกล่าวมีความเสี่ยงสูงมากที่จะมีการปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำ แต่จากการ วิเคราะห์ คุณภาพ น้ำบาดาลแล้ว ไม่พบว่ามีการปนเปื้อน ของสารหนูหรือมีค่าสูงเกินมาตรฐานแต่อย่างไร ซึ่งมีความเป็นไปได้มากเพราะสารหนูนั้นมีความชอบที่จะเกาะตัวอยู่กับตะกอนโคลนและอินทรีย์วัตถุในดินมากกว่าที่จะลอยไปกับน้ำ

นอกจากการพิจารณาด้านคุณภาพน้ำบาดาลแล้ว ได้พิจารณาด้านผลกระท บของเหมืองต่อปริมาณน้ำบาดาล พบว่า เหมืองไม่ได้ใช้น้ำบาดาล เนื่องจากเหมืองไม่มีบ่อน้ำบาดาลที่สูบใช้ โดยน้ำที่ใช้ในกระบวนการทำเหมืองทั้งหมดปริมาณ 160 ลูกบาศก์เมตร /ชั่วโมง มาจากสองแหล่ง คือ จากบ่อเก็บกากแร่ที่นำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) ปริมาณ 82 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และน้ำที่อยู่ในบ่อเหมืองเก่าทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ ปริมาณ 78 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ทั้งนี้ น้ำที่อยู่ในบ่อเหมืองเก่านั้น จัดเป็นน้ำผิวดินที่ไม่มีความเชื่อมโยงกับระบบน้ำบาดาล เนื่องจากคุณภาพของน้ำที่อยู่ในบ่อเหมือง (ซึ่งมีคุณภาพไม่ดี) ไม่สอดคล้องกับคุณภาพน้ำบาดาลที่ตรวจสอบได้จากบ่อน้ำบาดาลบริเวณใกล้เคียงโดยรอบ (ซึ่งมีคุณภาพดี) และระดับน้ำบริเวณเหมืองที่ตรวจวัดได้ไม่บ่งบอกถึงการใช้น้ำในปริมาณที่มากตามที่เหมืองมีความจำเป็นต้องใช้

(3) การตรวจสุขภาพ

ในกลุ่มตัวอย่างที่พบปริมาณไซยาไนด์สะสมในร่างกายเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 2 คน จากการสืบ ประวัติ ไม่ได้มีสาเหตุจากการสูบบุหรี่หรือบริโภคอาหารที่มีไซยาไนด์ ได้แก่ หน่อไม้ หรือมันสำปะหลัง แต่อาจ เกิดจากการ บริโภคน้ำผิวดินที่มีการปนเปื้อนไซยาไนด์ เนื่องจากแผนที่ใน **รูปที่ 5.3.2-1** จะเห็นว่าตำแหน่งของบ้านของผู้ที่ตรวจพบไซยาไนด์ในเลือดเกินมาตรฐานทั้ง 2 คน เป็นบริเวณใกล้เคียงกับจุดเก็บตัวอย่างคุณภาพน้ำผิวดินที่ พบว่า มีปริมาณไซยาไนด์ปนเปื้อนเกินค่ามาตรฐาน คือ บริเวณสถานี WS-07 (คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู) หมู่ 3 บ้านหนองระมาน ตำบลเขาเจ็ดลูก ซึ่งบริเวณดังกล่าว ไม่มีโครงข่ายลำน้ำที่ไหลผ่านบริเวณบ่อกักเก็บกากโลหกรรมแต่อย่างใด แต่เป็นบริเวณ

ที่มีพื้นที่เพาะปลูก โดยโครงข่ายลำน้ำทางด้านต้นน้ำของ คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู บริเวณอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ พบว่า ปริมาณไซยาไนด์ปนเปื้อนเกินค่ามาตรฐานเช่นกัน

จากการศึกษาการปนเปื้อนของไซยาไนด์ และสารหนูในร่างกายของชาวบ้านนั้น อาจเกิดจากกิจกรรมที่มีการสัมผัสสารดังกล่าว เพื่อให้ทราบที่มาของการสัมผัสสารดังกล่าวอย่างชัดเจน จึงจำเป็นต้องดำเนินการติดตามผลการตรวจสุขภาพ และทำการศึกษาวิจัยต่อเนื่อง

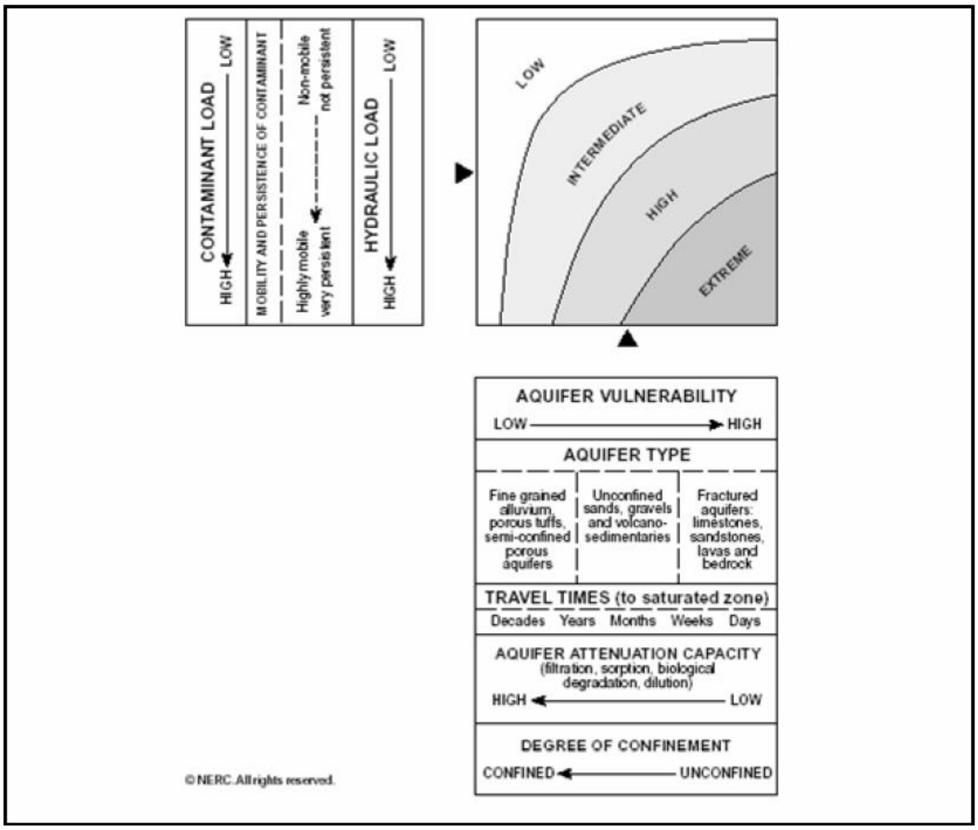
ดังนั้น จากการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านอื่นๆ นอกเหนือจากน้ำใต้ดินที่ไม่พบว่ามีปริมาณไซยาไนด์ และสารหนูเกินค่ามาตรฐาน คือ น้ำผิวดิน นิเวศวิทยาทางน้ำ และการตรวจสุขภาพ (เลือดและปัสสาวะ) ของประชาชน สรุปได้ว่าถึงแม้พบว่ามีการปนเปื้อนของไซยาไนด์และสารหนูในสิ่งแวดล้อมอื่นๆ แต่การปนเปื้อนที่พบ ไม่ได้มีสาเหตุมาจาก การทำเหมืองแร่ทองคำ โดยการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมเหล่านั้นไม่ได้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำใต้ดิน

5.6.4 การประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ

Foster (1987) นิยามว่า ความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะหมายถึง โอกาสหรือความเป็นไปได้ที่น้ำบาดาลจะถูกปนเปื้อนเกินกว่าระดับที่ยอมรับได้ (อ้างถึงใน Zaporozec, 2002) ส่วนการประเมินความเสี่ยงนั้นแม้จะเป็นคำใหม่แต่กระบวนการประเมินความเสี่ยงได้มีการนำมาใช้มาเป็นเวลากว่า 20 ปีแล้ว โดยไม่มีการบัญญัติคำดังกล่าว ส่วน Morris และ Foster (2000) ได้นิยามความหมายของการประเมินความเสี่ยงว่า หมายถึง กระบวนการที่นำมาใช้เพื่อคาดการณ์ถึงความเป็นไปได้ที่น้ำบาดาลจะถูกปนเปื้อนจากมลสาร การที่จะระบุความเสี่ยงที่แท้จริง (Integrated vulnerability) ต้องพิจารณาทั้งสภาพความอ่อนไหวตามธรรมชาติของแหล่งน้ำบาดาลร่วมกับศักยภาพของแหล่งมลสารที่จะส่งผลต่อชั้นน้ำบาดาล และได้เสนอหลักการพื้นฐานเพื่อใช้ประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาลต่อการเกิดมลภาวะ**รูปที่ 5.6.4-1**

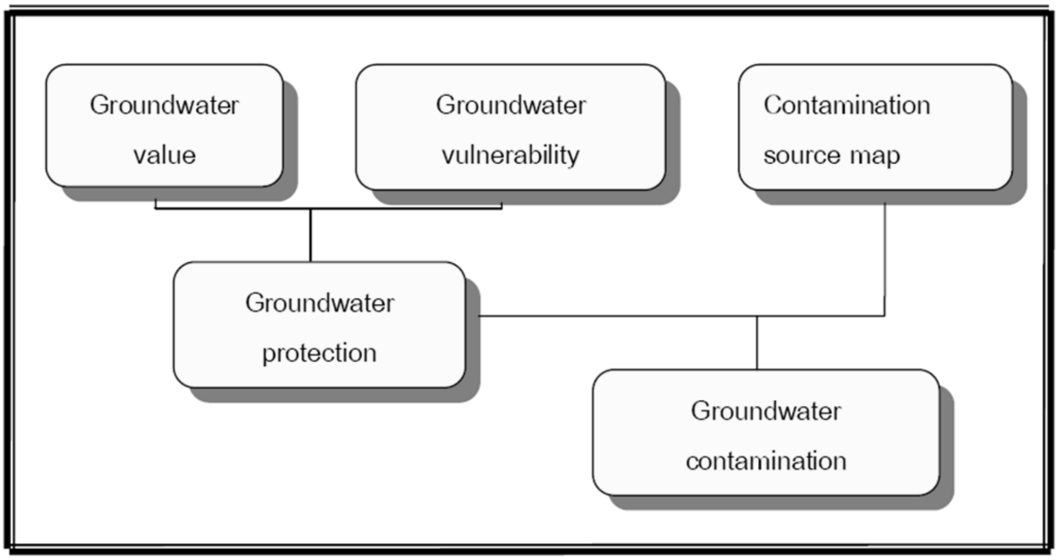
(1) หลักเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ

หลักเกณฑ์การประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ สรุปได้จากรูปแบบของหลักการพื้นฐาน ดัง**รูปที่ 5.6.4-1** และสามารถสรุปได้ว่ากระบวนการประเมินความเสี่ยง คือ กระบวนการที่ใช้เพื่อคาดการณ์หรือประเมินความเป็นไปได้ที่มลสารจะส่งผลกระทบในด้านลบต่อผู้รับ ซึ่งผลกระทบจะมากหรือน้อย ต้องพิจารณาถึงประเภทของมลสาร ความเข้มข้น ความรุนแรง แนวโน้มในการปนเปื้อนของมลสารและเส้นทางที่เชื่อมระหว่างแหล่งกำเนิดกับตัวผู้รับ ได้แก่ สภาพทางธรณีวิทยาของชั้นน้ำบาดาลว่ามีความอ่อนไหวเพียงใด (Chalmers, 2003) ซึ่งคล้ายคลึงกับความหมายที่ Morris และ Foster (2000) ได้ให้ไว้ดังกล่าวข้างต้น นอกจากปัจจัยข้างต้นในกระบวนการประเมินความเสี่ยงแล้ว อาจพิจารณาความต้องการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาด้วย ซึ่งสามารถแสดงการคำนวณค่าความเสี่ยงได้ตามสมการที่ 5.6.4-1 และสามารถสรุปขั้นตอนของการประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ (Chalmers, 2003) ตาม Flow chart ใน**รูปที่ 5.6.4-2**



ที่มา: Morris and Foster, 2000

รูปที่ 5.6.4-1 หลักการพื้นฐานในการประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ



ที่มา: Chalmers, 2003

รูปที่ 5.6.4-2 กระบวนการประเมินความเสี่ยงตามทฤษฎีของ Chalmers

$$\mathbf{R = L \times V \times RV} \tag{5.6.4-1}$$

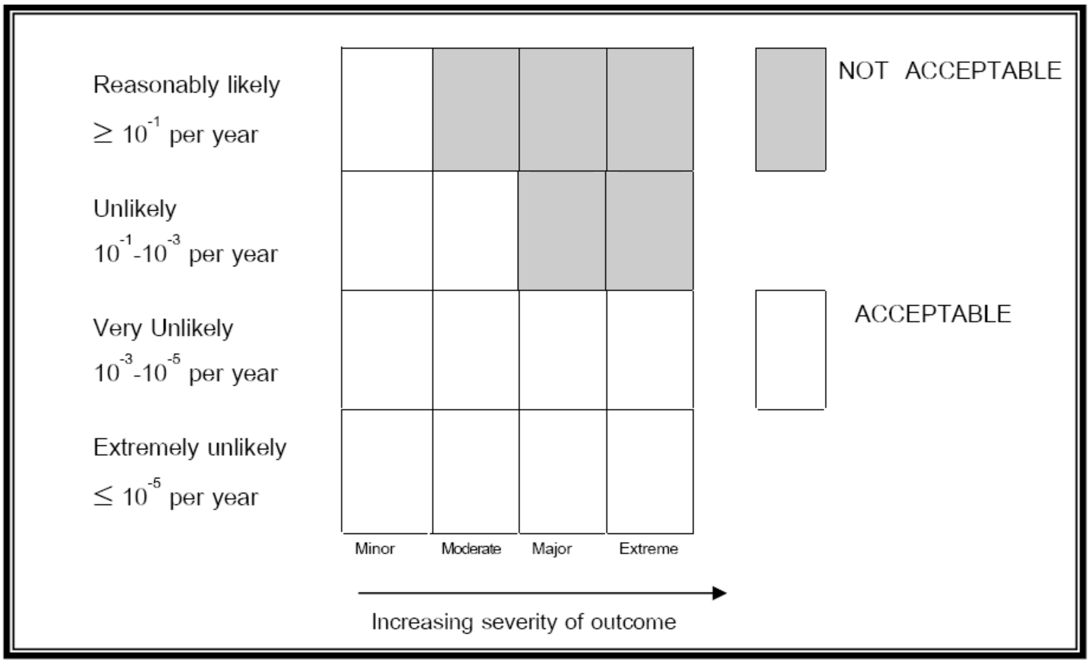
โดยที่ R = Risk zalue คือ ค่าความเสี่ยงการเกิดมลภาวะของชั้นน้ำบาดาล

L = The potential pollution load คือ ปริมาณของมลสาร

V = Vulnerability คือ ความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาล

RV = Resource value คือ ค่าอัตราความต้องการใช้น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

Chalmers ยังได้แนะนำการให้คะแนนความเสี่ยงโดยแบ่งเป็นช่วงๆโดยอาศัยความสัมพันธ์ระหว่างผลกระทบที่เกิดจากเหตุการณ์กับความเป็นไปได้หรือโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์ดังแสดงใน**รูปที่ 5.6.4-3**



ที่มา : Chalmer, 2003

รูปที่ 5.6.4-3 Risk Valuation

(2) วิธีการประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ

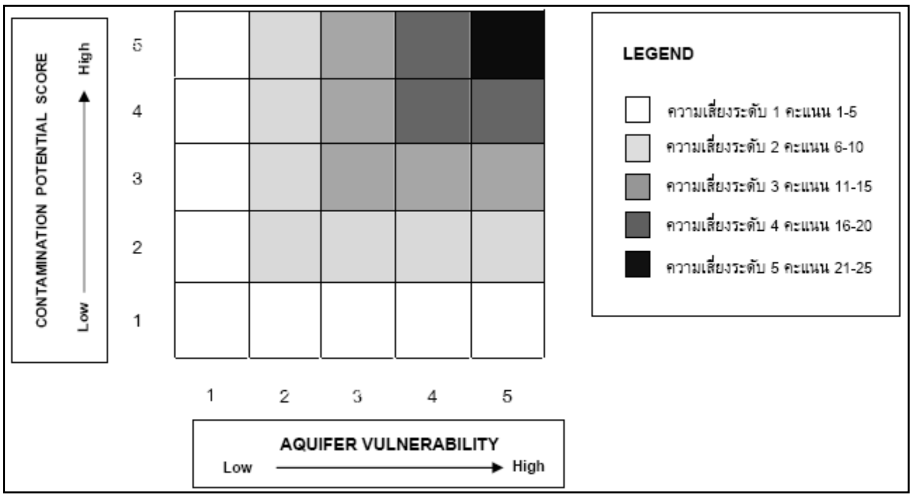
การศึกษาครั้งนี้ได้นิยามความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ หมายถึง โอกาสหรือความเป็นไปได้ที่น้ำบาดาลจะถูกปนเปื้อนจากมลสาร ซึ่งปัจจัยที่นำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงได้แก่ความอ่อนไหวของชั้นน้ำ บาดาลต่อการเกิดมลภาวะและค่าศักยภาพของมลสาร ทั้งนี้เนื่องจาก ความอ่อนไหวของแหล่งน้ำบาดาล (Instrinsic vulnerability) เป็นตัวแทนแสดงถึงสภาพตามธรรมชาติของแหล่งน้ำบาดาลว่าจะถูกปนเปื้อนได้ง่ายเพียงใด แต่ยังมิได้พิจารณาถึงกิจกรรมที่เป็นต้นเหตุของมลสารที่จะก่อให้เกิดมลพิษในน้ำบาดาล ดังนั้นการระบุความเสี่ยงที่แท้จริง (Integrated vulnerability) จำเป็นต้องพิจารณาทั้งสภาพความอ่อนไหวตามธรรมชาติของแหล่งน้ำบาดาล ร่วมกับศักยภาพของ

แหล่งมลสารที่จะส่งผลต่อชั้นน้ำบาดาล ตามสูตรการคำนวณของ Gonzalez, *et al*., (1997) ดังนั้นสรุปสมการที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยงได้ดังสมการที่ 5.6.4-2

$$\mathbf{R} = \mathbf{L \times V} \qquad 5.6.4\text{-}2$$

โดยที่ R = ค่าคะแนนความเสี่ยง
L = คะแนนศักยภาพมลสารรวม (มีค่าอยู่ในช่วง 1-5)
V = คะแนนความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ (มีค่าอยู่ในช่วง 1-5)

เมื่อได้คะแนนความเสี่ยงจากสูตรการคำนวณตามสมการที่ 5-2 แล้วนำคะแนนดังกล่าวมาจัดกลุ่มความเสี่ยง โดยเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งกลุ่มความเสี่ยงสำหรับการศึกษาครั้งนี้ใช้วิธี Equal area of score ซึ่งหลักการของวิธีนี้ คือ การแบ่งความเป็นไปได้ที่จะเกิดเหตุการณ์เสี่ยงในแต่ละระดับเท่าๆ กัน และได้แสดงเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งระดับความเสี่ยงสำหรับการศึกษาครั้งนี้ ใน**รูปที่ 5.6.4-4**



รูปที่ 5.6.4-4 เกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่งระดับความเสี่ยง

จาก**รูปที่ 5.6.4-4** นำมาจัดกลุ่มความเสี่ยงเป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1	ความเสี่ยงระดับที่ 1 – ความเสี่ยงต่ำมาก	คะแนนความเสี่ยง 1-5
กลุ่มที่ 2	ความเสี่ยงระดับที่ 2 – ความเสี่ยงต่ำ	คะแนนความเสี่ยง 6-10
กลุ่มที่ 3	ความเสี่ยงระดับที่ 3 – ความเสี่ยงปานกลาง	คะแนนความเสี่ยง 11-15
กลุ่มที่ 4	ความเสี่ยงระดับที่ 4 – ความเสี่ยงสูง	คะแนนความเสี่ยง 16-20
กลุ่มที่ 5	ความเสี่ยงระดับที่ 5 – ความเสี่ยงสูงมาก	คะแนนความเสี่ยง 21-25

หลังจากได้ประเมินศักยภาพมลสาร และประเมินความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลแล้ว ให้นำค่าคะแนนที่ได้ เป็นคะแนนสำหรับคำนวณหาค่าความเสี่ยง โดยแปลงค่าคะแนนดังกล่าวให้อยู่ในรูปกริดเซลล์ (Raster) แล้วคำนวณความเสี่ยงตามสมการที่ 5.6.4-2 จากนั้นทำการจำแนกระดับความเสี่ยง

ออกเป็น 5 ระดับ คือ สูงมาก สูง ปานกลาง ต่ำ และต่ำมาก ได้แสดงวิธีการประเมินความเสี่ยงของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะใน**รูปที่ 5.6.4-5**

(3) การวิเคราะห์ศักยภาพของแหล่งมลสาร

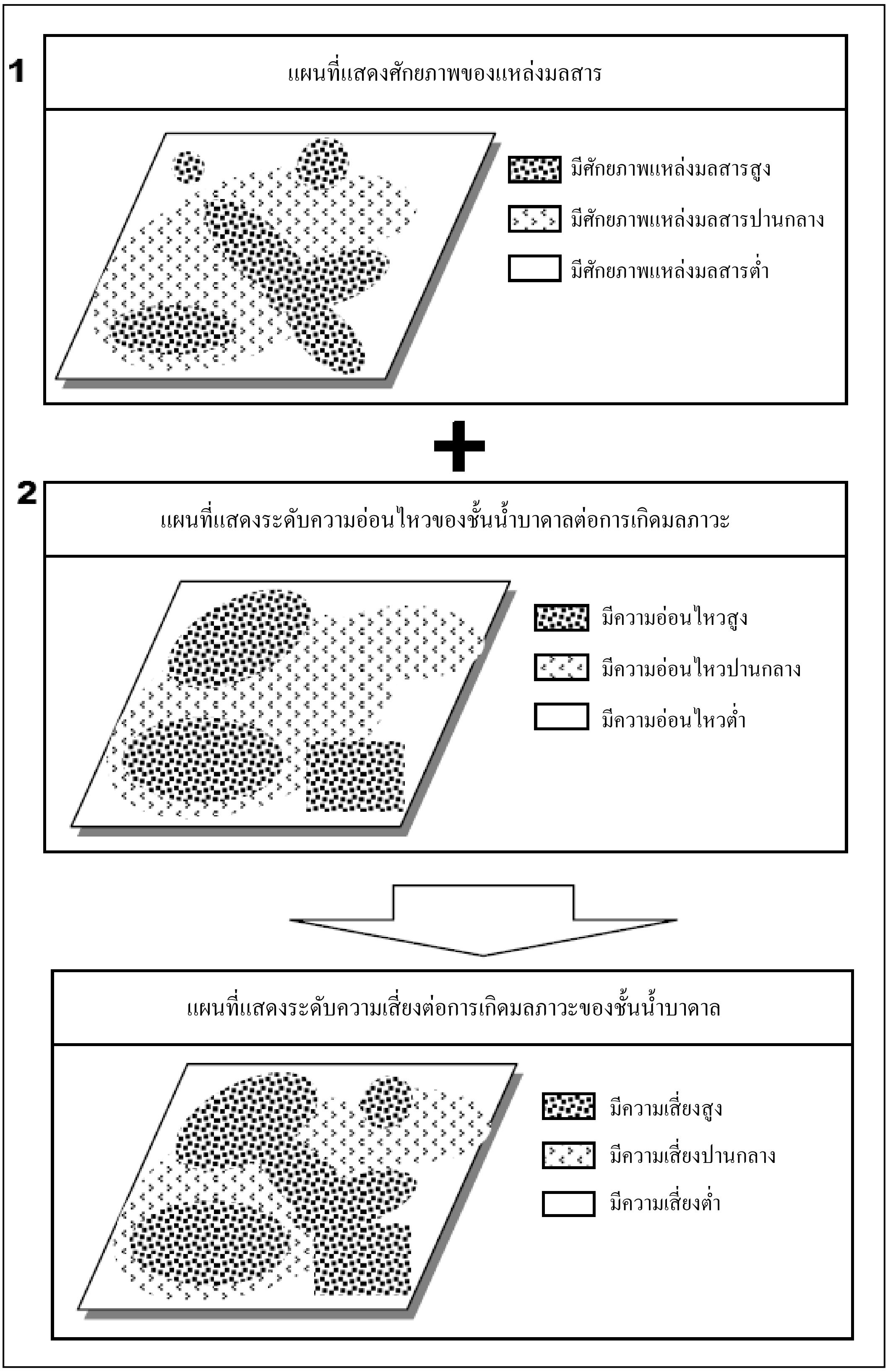
จากการศึกษาได้ทำการวิเคราะห์ศักยภาพของมลสารที่จะสามารถทำให้ เกิดการปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำบาดาล โดยวิเคราะห์มลสารจากดิน พบว่า มีค่าของสารหนู และแมงกานีสมีค่าสูงเกินมาตรฐาน ซึ่งสามารถสันนิษฐานได้ว่า สารหนู และแมงกานีสมีความน่าจะเป็นที่จะกระจายลงสู่ชั้นน้ำบาดาลได้มากกว่ามลสารตัวอื่นๆ จึงทำการวิเคราะห์ศักยภาพของแหล่งสารพิษสองชนิด คือ สารหนู และแมงกานีส โดยการสร้างความสัมพันธ์ จากการประมาณค่าระหว่างจุดเก็บตัวอย่างดินทั้งหมด 50 ตัวอย่างด้วยวิธีการทางธรณีสถิติ แบบ Kriging และทำการจัดลำดับและให้ค่า เพื่อเตรียมที่จะทำการคำนวนหาระดับความเสี่ยง ต่อการเกิดมลภาวะในขั้นตอนต่อไป โดยผลของการสร้างความสัมพันธ์ของข้อมูล และการจัดลำดับข้อมูล แสดงดัง**รูปที่ 5.6.4-6 และ 5.6.4-7**

(4) ผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงต่อการเกิดมลภาวะของชั้นน้ำบาดาล

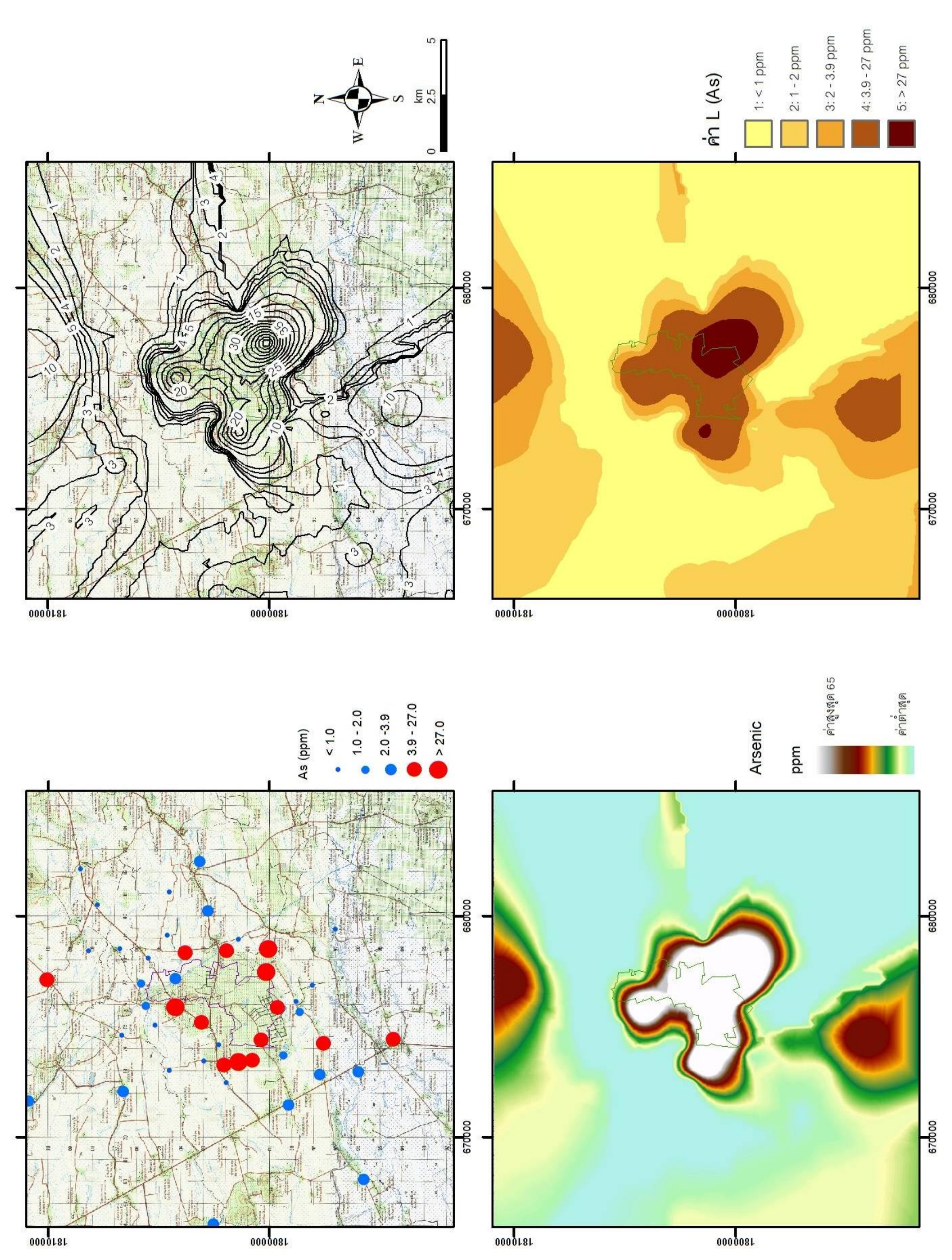
จากแผนที่แสดงศักยภาพของแหล่งมลสารสองชนิด ได้แก่ สารหนู และแมงกานีส นำมาวิเคราะห์ร่วมกับแผนที่แสดงระดับความอ่อนไหวของชั้นน้ำบาดาลต่อการเกิดมลภาวะ(**รูปที่ 5.1.9-1**) ด้วยสมการ 5.6.4-2 ผลลัพธ์ได้ออกมาเป็นแผนที่ ดัง**รูปที่ 5.6.4-8**

จากผลการวิเคราะห์ พบว่า หมู่บ้านที่มีระดับความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของมลสารลงสู่ชั้นน้ำบาดาลสูง ดังนี้

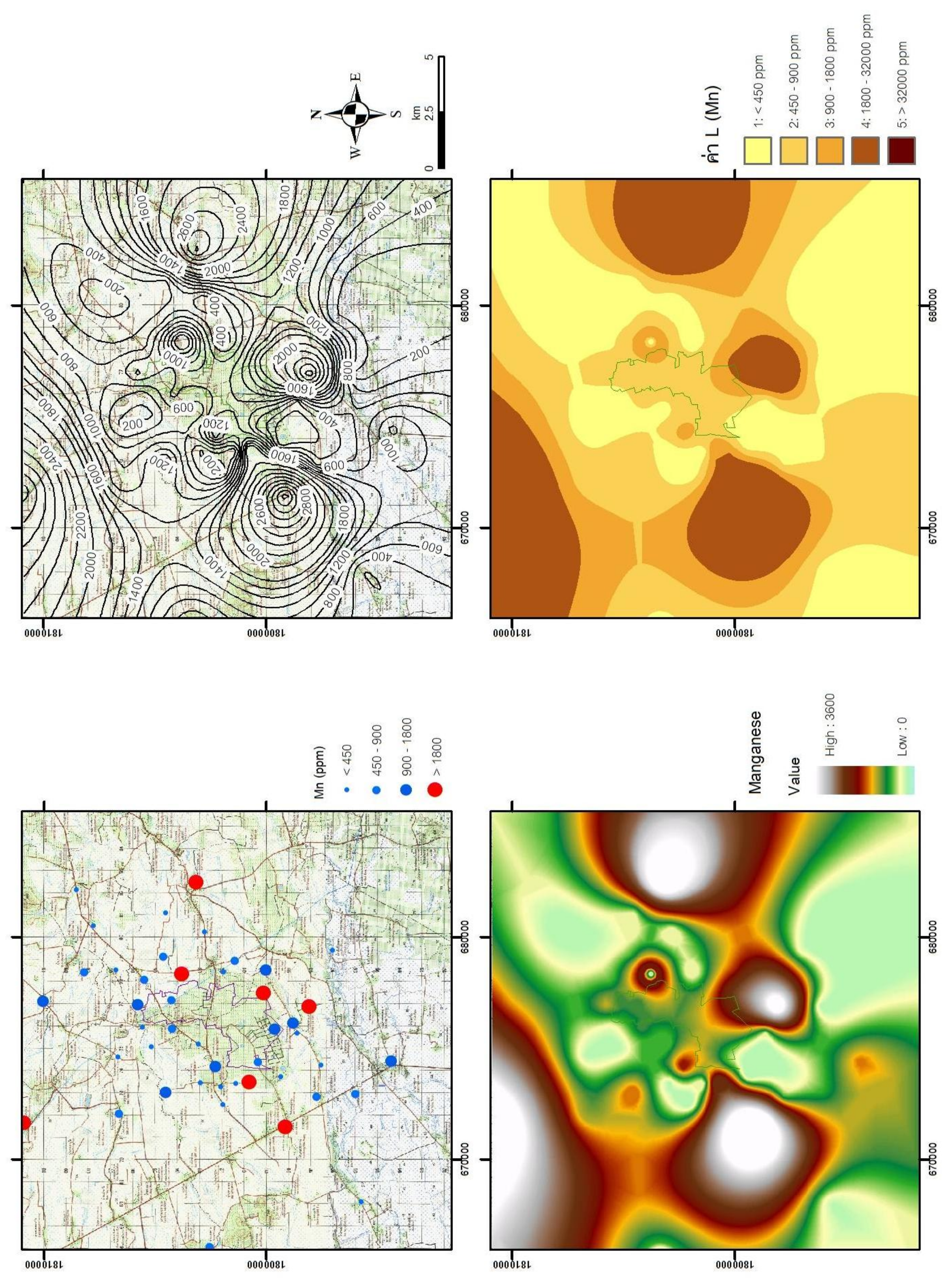
1) หมู่บ้านที่มีระดับความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนของสารหนูลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ได้แก่
   - บ้านเขาดิน ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
   - บ้านวังแดง ตำบลเขาทราย อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
2) หมู่บ้านที่มีระดับความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนของแมงกานีส ลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ได้แก่
   - บ้านเนินพวง บ้านเขาโล้น บ้านตะพานนาก บ้านหนองขนาก และบ้านนิคม ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
   - บ้านดงหมอนทอง และบ้านเนินตูม ตำบลหนองพระ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร
3) หมู่บ้านที่มีระดับความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนของแมงกานีส ลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ได้แก่
   - บ้านเนินพวง บ้านเขาโล้น บ้านตะพานนาก บ้านหนองขนาก และบ้านนิคม ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
   - บ้านดงหมอนทอง และบ้านเนินตูม ตำบลหนองพระ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร



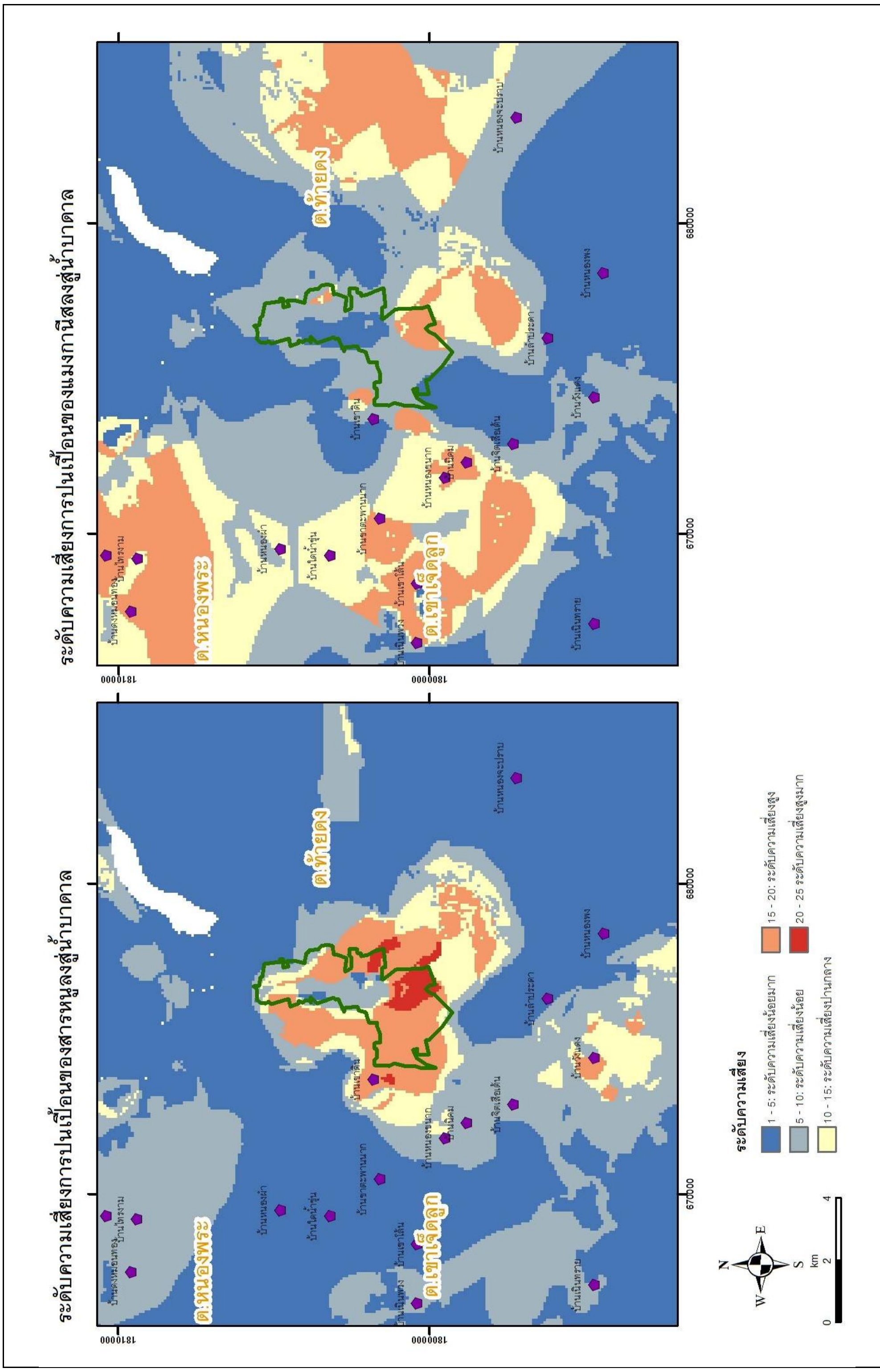
5.6.4-5 รูปแบบการวิเคราะห์หาพื้นที่ระดับความเสี่ยงต่อการเกิดมลภาวะของชั้นน้ำบาดาล



รูปที่ 5.6.4-6 การจัดทำแผนที่ศักยภาพของแหล่งสารพิษสารหนูในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 5.6.4-7 การจัดทำแผนที่ศักยภาพของแหล่งสารพิษแมงกานีสในพื้นที่ศึกษา



รูปที่ 5.6.4-8 แผนที่ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารพิษ (สารหนูและแมงกานีส) ในพื้นที่ศึกษา

บทที่ 6
การจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์

การจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการไหลและการแพร่กระจายมวลสารของน้ำบาดาล เป็นขั้นตอนหนึ่งของการดำเนินงานของโครงการซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์ทิศทางการไหลและการแพร่กระจายมวลสารในน้ำบาดาล

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้ จัดทำขึ้นด้วยโปรแกรม Visual MODFLOW Premium 2010.1 ของบริษัท Schlumberger Water Services โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ได้แก่ การจัดทำแบบจำลองของการไหล และการจัดทำแบบจำลองของการแพร่กระจายมวลสาร

6.1 ทฤษฎีของการจำลองทางคณิตศาสตร์

โปรแกรม MODFLOW เป็นโปรแกรมที่ใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์แบบไฟไนต์ดิฟเฟอร์เรนซ์ (Finite difference method) เพื่อแก้สมการเชิงอนุพันธ์และหาค่าตัวแปรที่ต้องการ โดยมีวิธีการประมาณค่าตัวแปรให้เลือกหลายวิธี ยกตัวอย่างเช่น Block-Centered flow (BCF) ซึ่งเป็นการประมาณค่าตัวแปร ณ จุดกึ่งกลางของ บล็อก (หมายถึง หน่วยย่อยรูปทรงสี่เหลี่ยมสำหรับคำนวณซึ่งเกิดจากการแบ่งกริด) หรือ Horizontal flow barrier (HFB) ซึ่งใช้ในการประมาณค่าตัวแปรสำหรับกรณีที่มีสิ่งกีดขวางการไหลของน้ำบาดาล เป็นต้น

สมการเชิงอนุพันธ์ที่นำมาทำการประมาณค่านั้น ประกอบด้วยสมการที่กำหนดพฤติกรรมของตัวแปร (Constitutive equations) และสมการที่ควบคุมสมดุลของระบบ (Balance equations) สำหรับสมการที่กำหนดพฤติกรรมการไหลของน้ำบาดาลนั้นเป็นไปตามกฎของดาร์ซี (Darcy’s Law) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการแสดงการไหลในสามมิติ ได้ดังนี้

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\mathbf{K}_{\mathbf{xx}}\frac{\partial h}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\mathbf{K}_{\mathbf{yy}}\frac{\partial h}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\mathbf{K}_{\mathbf{zz}}\frac{\partial h}{\partial z}\right)+Q=Ss\frac{\partial h}{\partial t} \qquad (6\text{-}1)$$

โดยที่ $\mathbf{K}_{\mathbf{xx}}, \mathbf{K}_{\mathbf{yy}}, \mathbf{K}_{\mathbf{zz}}$ คือ เมตริกซ์ของสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (Hydraulic conductivity) มีหน่วยเป็นระยะทางต่อเวลา (L/t)

h คือ แรงดันน้ำใต้ดิน (head) มีหน่วยเป็นระยะทาง (L)

Q คือ ปริมาตรของการไหลต่อหนึ่งหน่วยปริมาตร (Volumetric flux) มีหน่วยเป็นหนึ่งส่วนเวลา (1/t) ซึ่งมีค่าเป็นบวกสำหรับการไหลที่เพิ่มน้ำเข้าสู่ระบบ และมีค่าเป็นลบสำหรับการไหลของน้ำออกจากระบบ

Ss คือ การกักเก็บจำเพาะ (Specific storage) มีหน่วยเป็นหนึ่งส่วนระยะทาง (1/L)

t คือ เวลา (t)

สมการที่กำหนดพฤติกรรมการแพร่กระจายมวลสา รในน้ำบาดาลนั้นเป็นไปตามกฎของฟิค (Fick's Law) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการแสดงการไหลในสามมิติ ได้ดังนี้

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} = \mathbf{D}_i \cdot \nabla^2 c_i - q \cdot \nabla c_i \pm \sum_{k=1}^{N} R_i \qquad (6\text{-}2)$$

โดยที่ c_i คือ ความเข้มข้นของสาร i มีหน่วยเป็นโมลต่อปริมาตร (M/L^3)

$\mathbf{D}_i$ คือ เมตริกซ์ของสัมประสิทธิ์การแพร่หรือการกระจายของสาร i มีหน่วยเป็นระยะทางกำลังสองต่อเวลา (L^2/t)

q คือ อัตราการไหล (Flux) มีหน่วยเป็นหนึ่งส่วนเวลา (1/t) ซึ่งมีค่าเป็นบวกสำหรับการไหลที่เพิ่มน้ำเข้าสู่ระบบ และมีค่าเป็นลบสำหรับการไหลของน้ำออกจากระบบ

R_i คือ อัตราการเกิดหรือสลายเนื่องจากปฏิกิริยาเคมีของสาร i มีหน่วยเป็นโมลต่อปริมาตรต่อเวลา ($M/L^3/t$)

สำหรับสมการที่ควบคุมสมดุลของระบบ (Balance equations) นั้นใช้หลักของสมดุลมวล (Mass balance) โดยนำไปใช้สำหรับการพิจารณาทั้งมวลของน้ำและมวลของสาร

ทั้งนี้ เมื่อนำสมการ (6-1) ประกอบกับการควบคุมสมดุลของระบบ มาประเมินค่าอนุพันธ์แบบ Backward-difference โดยพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตามเวลาจะได้สมการไฟไนต์ดิฟเฟอร์เรนซ์ (Finite-difference equation) สำหรับแต่ละเซลล์ (หน่วยย่อยสำหรับคำนวณ) ดังนี้ (McDonald and Harbaugh, 1988)

$$\begin{aligned}
&\mathrm{CR}_{i,j-\frac{1}{2},k}\left(h^m_{i,j-1,k} - h^m_{i,j,k}\right) + \mathrm{CR}_{i,j+\frac{1}{2},k}\left(h^m_{i,j+1,k} - h^m_{i,j,k}\right) \\
&+\mathrm{CC}_{i-\frac{1}{2},j,k}\left(h^m_{i-1,j,k} - h^m_{i,j,k}\right) + \mathrm{CC}_{i+\frac{1}{2},j,k}\left(h^m_{i+1,j,k} - h^m_{i,j,k}\right) \\
&+\mathrm{CV}_{i,j,k-\frac{1}{2}}\left(h^m_{i,j,k-1} - h^m_{i,j,k}\right) + \mathrm{CV}_{i,j,k+\frac{1}{2}}\left(h^m_{i,j,k+1} - h^m_{i,j,k}\right) \\
&+P_{i,j,k} h^m_{i,j,k} + Q_{i,j,k} = SS_{i,j,k}\left(WR_j \times WC_i \times T_{i,j,k}\right)\frac{h^m_{i,j,k} - h^{m-1}_{i,j,k}}{t^m - t^{m-1}}
\end{aligned} \qquad (6\text{-}3)$$

โดยที่ $h^{m}_{i,j,k}$ คือ Head ที่เซลล์ i,j,k ณ ตำแหน่งเวลา (Time step) m มีหน่วยเป็นระยะทาง (L)

CV, CR และ CC คือ Hydraulic conductivity ระหว่างโนด (Node) i,j,k และ โนดข้างเคียง มีหน่วยเป็นระยะทางกำลังสองต่อเวลา (L^2/t)

$P_{i,j,k}$ คือ ผลรวมของสัมประสิทธิ์ของ Head จากพจน์จ่ายน้ำ (Source term) และพจน์รับน้ำ (Sink term) มีหน่วยเป็นระยะทางกำลังสองต่อเวลา (L^2/t)

$Q_{i,j,k}$ คือ ผลรวมของค่าคงที่ (Constant) จากพจน์จ่ายน้ำ (Source term) และพจน์รับน้ำ (Sink term) โดยที่ $Q_{i,j,k}$ มีค่าเป็นลบสำหรับการไหลออกจากระบบและ มีค่าเป็นบวกสำหรับการไหลเข้าระบบ และมีหน่วยเป็นระยะทางกำลังสองต่อเวลา (L^2/t)

$SS_{i,j,k}$ คือ Specific storage มีหน่วยเป็นหนึ่งส่วนระยะทาง (1/L)

WR_j คือ ความกว้างของเซลล์ในสดมภ์ j ของทุกๆแถว มีหน่วยเป็นระยะทาง (L)

WR_j คือ ความกว้างของเซลล์ในแถว i ของทุกๆสดมภ์ มีหน่วยเป็นระยะทาง (L)

$T_{i,j,k}$ คือ ความหนาในแนวดิ่งของเซลล์ i,j,k มีหน่วยเป็นระยะทาง (L)

t^m คือ เวลา ณ ตำแหน่งเวลา (Time step) m มีหน่วยเป็นเวลา (t)

สมการ (6-3) นี้ จะใช้ในการคำนวณสามารถอธิบายพฤติกรรมการไหลของน้ำบาดาลในตัวกลางที่ไม่เป็นเนื้อเดียว (Heterogeneous) และไม่เท่ากันทุกทิศทาง (Anisotropic) ในสามมิติ

6.2 การจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการไหลของน้ำบาดาล

การจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการไหลของน้ำบาดาล มีวัตถุประ สงค์เพื่อสร้างแบบจำลองในระดับภูมิภาคซึ่งครอบคลุมพื้นที่ศึกษาทั้งหมด 928 ตารางกิโลเมตร มีความกว้าง 29 กิโลเมตร และยาว 32 กิโลเมตร ที่สามารถแสดงการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา ได้อย่างถูกต้อง เพื่อนำไปใช้ในการจำลองการเคลื่อนย้ายมวลสารในขั้นตอนต่อไปได้อย่างเห มาะสม ทั้งนี้ข้อมูลที่ใช้ในทุกขั้นตอนเป็นค่าเฉลี่ยตลอดรายปี ดังนั้น ข้อจำกัดของแบบจำลองนี้คือ ไม่สามารถจะแสดงลักษณะการไหลของน้ำบาดาลแยกสำหรับแต่ละฤดูกาลได้

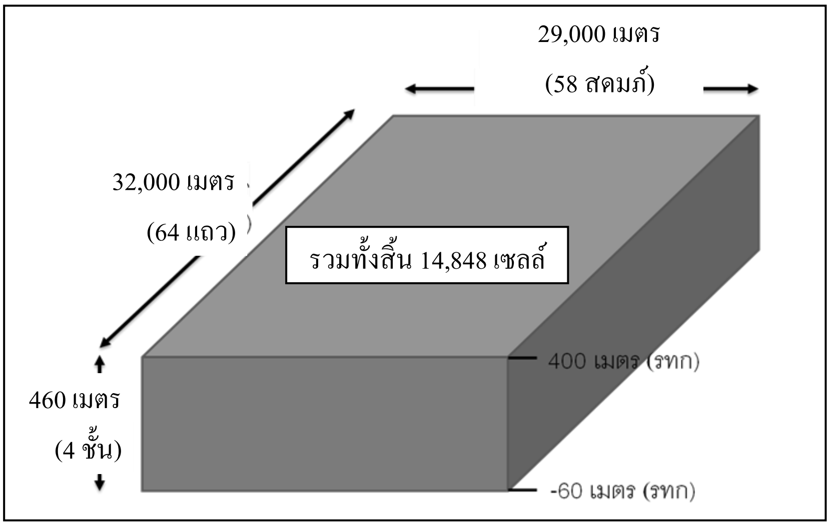
การจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการไหลของน้ำบาดาลประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน ได้แก่ การออกแบบและการจัดทำแบบจำลอง การปรับแก้ค่า การวิเคร าะห์ความอ่อนไหวของแบบจำลอง และการจำลองการไหลของน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษา

6.2.1 การออกแบบและสร้างแบบจำลอง

เนื้อหาในหัวข้อนี้ แสดงถึงขั้นตอนการสร้างแบบจำลองซึ่งประกอบด้วยการเตรียมข้อมูลและการนำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรม การเตรียมข้อมูลนี้มีความจำเป็นสำหรับการปรับข้อมูลดิบที่ได้มาให้มีความเหมาะสมกับความต้องการของโปรแกรม ส่วนการนำข้อมูลเข้าสู่โปรแกรมนี้ จะอธิบายถึงวิธีการหรือเทคนิคที่ใช้ซึ่งมีผลต่อการประมวลผลของโปรแกรม

(1) กริด (Grid)

แบบจำลองถูกสร้างขึ้นบนระบบพิกัด UTM (ใช้ตัวเลือก World co-ordinate system ในโปรแกรม) เพื่อความสะดวกในการเชื่อมโยงกับข้อมูลที่นำเข้าซึ่งถูกจัดเก็บในระบบพิกัดนี้ทั้งสิ้น พื้นที่ศึกษาได้ถูกแบ่งให้มีความละเอียดของกริดหรือขนาดของเซลล์ (Cell) เท่ากับ 500 x 500 เมตร ตามแนวนอนและแนวตั้ง ส่วนกริดในแนวดิ่งนั้นได้แบ่งไว้ทั้งสิ้น 4 ชั้น ดังนั้น แบบจำลองนี้มี 58 สดมภ์ และ 64 แถว เมื่อรวมกริดในแนวดิ่ง แบบจำลองมีเซลล์รวมทั้งสิ้น 14,848 เซลล์ ดังแสดงใน**รูปที่ 6.2.1-1**



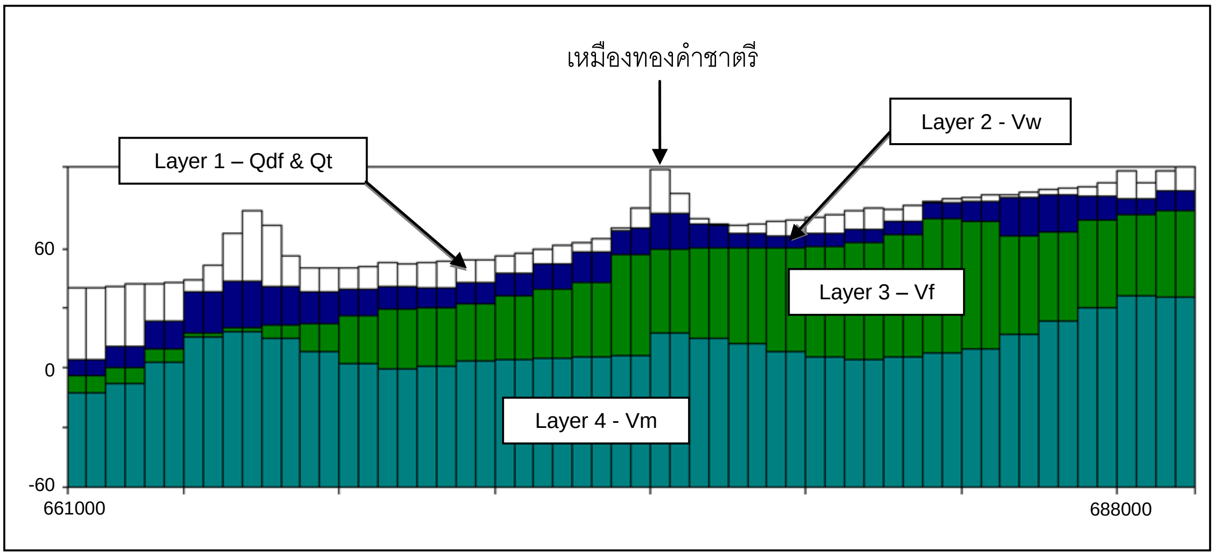
รูปที่ 6.2.1-1 ลักษณะการแบ่งกริดและเซลล์ของแบบจำลอง

การแบ่งกริดในแนวดิ่งจะแบ่งตามหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาที่ได้จากแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (Conceptual model) โดยแบ่งเป็น 4 ชั้น ดังสรุปใน**ตารางที่ 6.2.1-1**

ตารางที่ 6.2.1-1 การแบ่งชั้น (Layer) และการกำหนดหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาในแบบจำลอง

ชั้นที่ (layer)	หน่วยหินในแบบจำลอง
1	Qfd (Quaternary floodplain deposits) และ Qt (Quaternary terrace deposits)
2	Vw (Volcanic weathered rock)
3	Vf(Volcanic fractured rock)
4	Vm (Volcanic massive rock)

นอกจากนี้ ความหนาของแต่ละชั้นจะถูกกำหนดให้มีค่าไม่คงที่ (Variable thickness) ดังแสดงใน **รูปที่ 6.2.1-2** โดยขึ้นอยู่กับลักษณะรูปร่างการกระจายตัวของหน่วยหินตามที่กำหนดไว้ในแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ซึ่งประกอบด้วยภาพตัดขวาง 9 แนว (เป็นแนวนอน 5 แนว และแนวตั้ง 4 แนว)



รูปที่ 6.2.1-2 ตัวอย่างภาพตัดขวางแสดงลักษณะการแบ่งกริดตามแนวดิ่งและชั้น (Layer) 4 ชั้น แบบความหนาไม่คงที่ (ข้อมูลพิกัดแนว 1803250N แถวที่ 32 Vertical exaggeration 50)

(2) ความสูงของระดับพื้นผิวดิน (Surface elevation)

ค่าความสูงของระดับพื้นผิวดินนั้นได้จากการนำเข้าข้อมูลดิบซึ่งเป็น Digital elevation model (DEM) ของกรมแผนที่ทหาร ที่มีความละเอียดของข้อมูล 50 เมตร โดยใช้วิธีการประมวลข้อมูลนำเข้าแบบ Kriging ทั้งนี้ แบบจำลองระดับ ภูมิภาคนี้ยังคงใช้ระดับความสูงของพื้นที่ก่อนที่จะมีการทำเหมืองทองคำ

จากการประเมินลักษณะภูมิประเทศที่เปลี่ยนแปลงไปจากการทำเหมือง แร่ทองคำชาตรี จากแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ (**รูปที่ 4.4.2-5**) พบว่า เหมืองแร่ทองคำนั้น ได้ทำการเปิดหน้าเหมืองไปจนถึงบริเวณที่เป็นชั้น Vm ซึ่งเป็นบริเวณที่ทึบน้ำ (จุดลึกสุดของเหมืองบริเวณบ่อขุดทางเหมืองชาตรีใต้นั้น ประมาณ 45 เมตร และต่ำกว่าระดับน้ำทะเล) พบว่า มีน้ำบาดาลที่ไหลเข้ามาในเหมืองน้อยมาก และน้ำที่ค้างอยู่ในบ่อเหมืองนั้น ไม่อยู่ในระบบเดียวกับระบบน้ำบาดาลหลักของพื้นที่ อีกทั้งข้อมูลจ ากการตรวจวัดระดับของน้ำบาดาลในพื้น ที่ศึกษา พบว่า ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอันเนื่องมาจากภูมิประเทศอย่างไม่มีนัยสำคัญ ดังนั้น การเปลี่ยนแปลงของสภาพภูมิประเทศของเหมือง แร่ทองคำชาตรี จึงไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบน้ำบาดาลโดยรวมของพื้นที่ศึกษา

(3) สัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (Hydraulic conductivity, K)

การบรรยายถึงค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านในรายงานส่วนนี้จะแทนคำว่า "สัมประสิทธิ์การซึมผ่าน" ด้วยสัญลักษณ์ K เพื่อความสะดวกสำหรับผู้อ่านรายงาน

ค่า K ที่กำหนดในแบบจำลองก่อนทำการปรับแก้ ได้สรุปไว้ใน **ตารางที่ 6.2.1-2** ส่วนแหล่งที่มา วิธีการวิเคราะห์ และการประมวลค่า K นั้นจะอธิบายไว้ในข้อ 1) และ 2)

ตารางที่ 6.2.1-2 ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านที่กำหนดในแบบจำลองก่อนทำการปรับแก้

ชั้น	หน่วยหิน	ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (Hydraulic conductivity: K, m/s)		
		Kx	Ky	Kz
1	Qfd & Qt	3.75E-05	3.75E-05	3.75E-05
2	Vw	3.00E-07	3.00E-07	3.00E-08
3	Vf	1.82E-05	1.82E-05	1.82E-06
4	Vm	1.15E-08	1.15E-08	1.15E-09

1) ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของหน่วยหิน Vw, Vf, และ Vm

ค่า K ของหน่วยหิน Vw, Vf และ Vm ได้จากผลการสูบทดสอบ (Pumping test) จากบ่อสูบทดสอบของโครงการจำนวน 12 บ่อ ทั้งนี้ ผู้ที่ทำการสูบทดสอบไม่ได้รายงานระยะ (เริ่มต้นและสิ้นสุด) ของท่อกรุหรือระยะของท่อกรอง ดังนั้น ผู้ดำเนินงานจัดทำแบบจำลองจึงยึดความลึกที่มีการทำธรณีฟิสิกส์หลุมเจาะ (Borehole geophysical logging) เป็นความลึกที่สิ้นสุดระยะท่อกรุและเป็นความลึกที่เริ่มทำการสูบทดสอบ และยึดความลึกของก้นบ่อเป็นความลึกที่สิ้นสุดการสูบทดสอบ จากการพิจารณาตามสมมติฐานดังกล่าว พบว่า การสูบทดสอบของบ่อส่วนใหญ่ไม่ได้ดำเนินการสูบจากหน่วยหินเพียงหน่วยเดียว ดังจะเห็นได้จาก **ตารางที่ 6.2.1-3** ดังนั้น ค่า K ที่ได้จึงต้องนำมาทำการวิเคราะห์เพิ่มเติมเพื่อให้ได้ค่าที่เป็นตัวแทนของหน่วยหินแต่ละหน่วย โดยมีรายละเอียดก ารวิเคราะห์ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1

พิจารณาค่า K ที่ได้จากการสูบทดสอบที่สามารถใช้เป็นตัวแทนของค่า K ของหน่วยหินในบ่อบ่อหนึ่ง ในกรณีนี้ คือ ทำการกำหนดให้หน่วยหินที่มีความหนามากกว่า 90% เมื่อเทียบกับความหนาของการสูบทดสอบรวม เป็นหน่วยหินหลักซึ่งสามารถใช้ค่า K ของบ่อเป็นตัวแทนได้ ในที่นี้จะเห็นว่าบ่อที่ 2, 3, 5, 10, 11 และ 12 เป็นบ่อที่สามารถระบุได้ชัดเจนว่าค่า K ที่ได้จากการสูบทดสอบสามารถใช้เป็นตัวแทนของค่า K ในหน่วยใด ดังแสดงในสดมภ์สุดท้ายของ**ตารางที่ 6.2.1-3**

ตารางที่ 6.2.1-3 ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านที่ได้จากการสูบทดสอบ และหน่วยหินทางอุทกธรณีวิทยาที่ทำการทดสอบ

หมายเลขบ่อสูบทดสอบ	ค่า K ที่ได้จากการสูบทดสอบ (m/s)	ระดับที่สิ้นสุดท่อกรุ, MSL (m)	ระดับก้นบ่อ, MSL (m)	ความหนารวมของการสูบทดสอบ (m)	ความหนาของหน่วยหินที่สูบทดสอบ (m)			ความหนาของหน่วยหินที่สูบทดสอบ (%)			หน่วยหินที่สามารถใช้ค่า K ที่ได้จากการสูบทดสอบเป็นตัวแทน
					Vw	Vf	Vm	Vw	Vf	Vm	
GWDP-01	5.44E-06	37.90	-4.10	42.00	-	23.28	18.72	-	55	45	ไม่สามารถระบุได้
GWDP-02	1.19E-06	61.58	11.58	50.00	1.21	48.79	-	2	98	-	Vf
GWDP-03	9.46E-06	61.25	8.25	53.00	8.26	44.74	-	16	84	-	Vf
GWDP-04	1.11E-05	62.10	31.10	31.00	8.30	22.70	-	27	73	-	ไม่สามารถระบุได้
GWDP-05	1.56E-05	96.68	79.68	17.00	17.00	-	-	100	-	-	Vw
GWDP-06	6.75E-08	17.48	-19.52	37.00	1.50	9.59	25.91	4	26	70	ไม่สามารถระบุได้
GWDP-07	1.77E-06	48.63	4.63	44.00	8.82	29.49	5.69	20	67	13	ไม่สามารถระบุได้
GWDP-08	4.97E-07	87.10	31.10	56.00	19.69	36.31	-	35	65		ไม่สามารถระบุได้
GWDP-09	2.09E-05	13.00	-14.00	27.00	2.57	14.58	9.85	10	54	36	ไม่สามารถระบุได้
GWDP-10	1.41E-05	43.63	16.63	27.00	-	27.00	-	-	100	-	Vf
GWDP-11	3.91E-05	80.92	69.92	11.00	0.26	10.74	-	2	98	-	Vf
GWDP-12	2.08E-05	21.52	-4.48	26.00	0.82	-	25.18	3	-	97	Vm

ขั้นตอนที่ 2

พิจารณาหาค่า K ซึ่งจะใช้เป็นตัวแทนของหน่วยหิน Vf ในพื้นที่ศึกษาทั้งพื้นที่ สาเหตุที่พิจารณาหน่วยหินนี้เป็นลำดับแรก เนื่องจากหน่วยหินนี้นับเป็นชั้นที่ให้น้ำหลัก รวมทั้งค่า K จากการสูบทดสอบที่เชื่อถือได้เป็นจำนวนมากกว่าหน่วยหินอื่น ดังนั้น เมื่อนำค่า K ของ บ่อที่ 2, 10 และ 11 มาทำการเฉลี่ย พบว่าหน่วยหิน Vf มีค่า K เท่ากับ 1.82E-05 เมตร/วินาที

ขั้นตอนที่ 3

นำค่า K ของหน่วยหิน Vf ที่ได้ ไปประเมินหาค่า K ของหน่วยหินอื่น ในที่นี้ได้แก่หน่วยหิน Vw ของบ่อที่ 3, 4 และ 8 โดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted average) โดยใช้ความหนาของชั้นหินเป็นน้ำหนักถ่วง ตามสมการข้างล่างนี้

$$\frac{(\log A)X_i + (\log B_i)Y_i}{X_i + Y_i} = \log K_i \qquad (6\text{-}4)$$

โดยที่ A คือ ค่า K ที่เป็นตัวแทนของหน่วยหิน Vf ในพื้นที่ศึกษา (L/t)
B_i คือ ค่า K ของหน่วยหิน Vw ในบ่อ i ซึ่งไม่ทราบค่า (L/t)
X_i คือ ความหนาของหน่วยหิน Vf ที่ผ่านท่อกรุในบ่อ i (L)
Y_i คือ ความหนาของหน่วยหิน Vw ที่ผ่านท่อกรุในบ่อ i (L)
K_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านที่ได้จากการสูบทดสอบของบ่อ i (L/t)

จากการคำนวณด้วยสมการ (6-4) พบว่า ค่า K ของหน่วยหิน Vw ของบ่อที่ 3, บ่อที่ 4 และบ่อที่ 8 เท่ากับ 2.77E-07, 2.92E-06 และ 6.52E-10 เมตร/วินาที ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 4

นำค่าทั้งสามที่ได้จากขั้นตอนที่ 3 มาเฉลี่ยรวมกับค่า K ของหน่วยหิน Vw ที่ได้จากการสูบทดสอบในบ่อที่ 5 (1.56E-05 เมตร/วินาที) ได้ค่า K ซึ่งเป็นตัวแทนของหน่วยหิน Vw ในพื้นที่ศึกษาเท่ากับ 3.00E-07 เมตร/วินาที

ขั้นตอนที่ 5

พิจารณาค่า K ของหน่วยหิน Vm ของบ่อที่ 1, 6, 7 และ 9 โดยการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก (Weighted average) เช่นเดียวกัน ดังสมการด้านล่าง

$$\frac{(\log A)X_i + (\log B)Y_i + (\log C_i)Z_i}{X_i + Y_i + Z_i} = \log K_i \qquad (6\text{-}5)$$

โดยที่ A คือ ค่า K ที่เป็นตัวแทนของหน่วยหิน Vf ในพื้นที่ศึกษา (L/t)

B คือ ค่า K ที่เป็นตัวแทนของหน่วยหิน Vw ในพื้นที่ศึกษา (L/t)

C_i คือ ค่า K ของหน่วยหิน Vm ในบ่อ i ซึ่งไม่ทราบค่า (L/t)

X_i คือ ความหนาของหน่วยหิน Vf ที่ผ่านท่อกรุในบ่อ i (L)

Y_i คือ ความหนาของหน่วยหิน Vw ที่ผ่านท่อกรุในบ่อ i (L)

Z_i คือ ความหนาของหน่วยหิน Vm ที่ผ่านท่อกรุในบ่อ i (L)

K_i คือ ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านที่ได้จากการสูบทดสอบของบ่อ i (L/t)

จากการคำนวณ พบว่า ค่า K ของหน่วยหิน Vm ของบ่อที่ 1, 6, 7 และ 9 เท่ากับ 1.22E-06, 7.80E-09, 1.60E-10 และ 7.84E-05 เมตร/วินาที ตามลำดับ

ขั้นตอนที่ 6

นำค่าที่ได้จากขั้นตอนที่ 5 มาเฉลี่ย ทั้งนี้ ไม่นำค่า K ของ Vm ในบ่อที่ 9 และ 12 มาคำนวณ เนื่องจากเป็นค่า K ที่สูงเฉพาะพื้นที่ (Local) เพราะแบบจำลองเชิงมโนทัศน์ได้วิเคราะห์ไว้ตามหลักฐานทางศิลาวรรณาประกอบกับหลักฐานทางธรณีฟิสิกส์ รวมทั้งหลักฐานการใช้น้ำและข้อมูลจากฐานข้อมูลพสุธารา ซึ่งสรุปไว้ว่าหน่วย Vm เป็นหินแข็งที่ไม่มีรอยแตก หรือมีน้อยมาก ดังนั้นค่า K จึงน้อยกว่าหน่วย Vf เพราะฉะนั้นค่า K ของ Vm ในบ่อที่ 9 และ 12 จึงถือว่าไม่สามารถใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ศึกษาได้ และเมื่อนำค่า K ของ Vm ในบ่อที่ 1, 6, และ 7 มาเฉลี่ย จะได้ค่า K ซึ่งเป็นตัวแทนของหน่วยหิน Vm ในพื้นที่ศึกษา เท่ากับ 1.15E-08 เมตร/วินาที

เมื่อได้ค่า K ของแต่ละหน่วยหินซึ่งถือว่าเป็นค่า K ในแนวนอน (Kx และ Ky) แล้ว จึงทำการประมาณให้ K ในแนวดิ่ง (Kz) มีค่าน้อยกว่าค่าในแนวนอน 10 เท่า

2) ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของหน่วยหิน Qdf และ Qt

ค่า K ของชั้นที่ 1 ในแบบจำลอง (หน่วยหิน Qfd และ Qt) ได้มาจากผลการทดสอบตัวอย่างดินที่ในพื้นที่ศึกษาจำนวน 50 ตัวอย่าง ดังแสดงใน**ตารางที่ 6.2.1-4** ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.75E-05 เมตร/วินาที ดังนั้นแบบจำลองจึงกำหนดให้ค่า K ในทุกแกน (x, y และ z) มีค่าดังกล่าวเท่ากัน

(4) คุณสมบัติการกักเก็บ (Storage)

คุณสมบัติการกักเก็บที่กำหนดในแบบจำลองประกอบด้วย ค่าการกักเก็บจำเพาะ (Specific storage, Ss) ปริมาณน้ำจำเพาะ (Specific yield, Sy) และ ความพรุนประสิทธิผล (Effective porosity, n_e)

ตารางที่ 6.2.1-4 ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านที่ได้จากการทดสอบตัวอย่างดินในพื้นที่ศึกษา

	หมายเลขตัวอย่างดิน	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	ความลึก (m)	ระดับพื้นดิน (MSL, m)	ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (m/s)
1	SS-01.1	665669	1803385	1.28	55	9.12E-05
2	SS-02	668157	1795677	2.70	47	2.46E-05
3	SS-03	670319	1731655	3.12	53	2.14E-05
4	SS-04	671446	1799148	4.08	58	4.11E-05
5	SS-05	671656	1810906	3.75	55	4.31E-05
6	SS-06	672955	1796018	2.96	63	1.09E-05
7	SS-07.1	672065	1806640	1.31	55	4.11E-06
8	SS-08.1	666059	1802549	1.52	57	7.40E-05
9	SS-09	673452	1802977	3.79	60	2.64E-03
10	SS-10	674239	1797567	3.65	60	6.70E-04
11	SS-11	674438	1794404	3.80	60	3.33E-05
12	SS-12.2	674397	1800382	1.05	60	5.86E-05
13	SS-13	675968	1805577	3.90	60	1.05E-05
14	SS-14.1	675891	1804243	0.60	75	2.20E-06
15	SS-15	676135	1798814	4.03	61	1.84E-05
16	SS-16.2	677178	1804267	3.50	70	5.77E-04
17	SS-17.2	677130	1810040	1.48	68	3.20E-05
18	SS-18	678351	1803808	3.35	80	7.89E-04
19	SS-19.1	678564	1799920	0.65	70	1.26E-05
20	SS-20	679422	1797036	2.35	54	2.91E-05
21	SS-21	682147	1808560	4.12	75	1.27E-05
22	SS-22	680531	1807786	4.05	77	6.81E-06
23	SS-23.1	681075	1795972	0.80	79	2.30E-05
24	SS-24	682461	1803181	3.20	86	5.65E-05
25	SS-25	685950	1809100	3.70	65	2.27E-05
26	SS-26	678450	1808200	3.83	71	1.58E-06
27	SS-27	678522	1806777	2.37	78	1.15E-05
28	SS-28	674625	1806676	3.79	64	8.03E-06
29	SS-29	676964	1805786	3.70	76	4.02E-05
30	SS-30	678111	1805494	4.05	77	2.40E-05

ตารางที่ 6.2.1-4 (ต่อ)

	หมายเลขตัวอย่างดิน	พิกัดตะวันออก	พิกัดเหนือ	ความลึก (m)	ระดับพื้นดิน (MSL, m)	ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่าน (m/s)
31	SS-31	681097	1804535	3.60	81	1.56E-03
32	SS-32	673026	1804551	3.74	58	2.55E-05
33	SS-33	675059	1805197	4.18	66	3.41E-05
34	SS-34	679139	1804631	3.70	74	1.21E-05
35	SS-35.2	680233	1802814	1.58	73	8.93E-06
36	SS-36.2	675206	1803088	1.23	75	9.25E-06
37	SS-37	672471	1801981	3.48	58	7.61E-04
38	SS-38	674169	1802309	4.09	62	6.82E-06
39	SS-39.2	678446	1801929	1.12	75	2.44E-05
40	SS-40	678966	1801411	3.65	74	5.97E-04
41	SS-41.2	673274	1802055	0.64	55	1.26E-05
42	SS-42	673416	1801391	1.57	56	1.57E-03
43	SS-43.2	673466	1800779	0.52	53	1.41E-03
44	SS-44.2	677589	1799638	0.80	65	7.41E-07
45	SS-45.2	673726	1799385	0.79	57	6.90E-05
46	SS-46	675683	1798626	4.02	62	1.25E-05
47	SS-47	676852	1766171	3.97	64	1.74E-05
48	SS-48	676870	1798075	2.98	62	1.31E-05
49	SS-49	672848	1797747	3.93	57	6.06E-04
50	SS-50	675874	1799638	3.86	61	2.61E-05
					เฉลี่ย (log scale)	3.75E-05

คุณสมบัติการกักเก็บที่กำหนดในแบบจำลองก่อนทำการปรับแก้ สามารถสรุปได้ดังแสดงใน**ตารางที่ 6.2.1-5** โดยที่ทุกค่าที่กำหนดได้มาจากการประมาณ ยกเว้นค่า Ss ของหน่วยหิน Vf นั้นได้จากการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์การกักเก็บ (Storativity, S) ซึ่งได้มากจากผลการสูบทดสอบ ด้วยสมการ

$$S = Ss \times b \tag{6-6}$$

โดยที่ S คือ การกักเก็บ (-)

Ss คือ การกักเก็บจำเพาะ (1/L)

b คือ ความหนาของชั้นหินอุ้มน้ำ (L)

ตารางที่ 6.2.1-5 คุณสมบัติการกักเก็บ (Storage) ที่กำหนดในแบบจำลองก่อนทำการปรับแก้

ชั้น	หน่วยหิน	การกักเก็บจำเพาะ (Specific storage: Ss, 1/m)	ปริมาณน้ำจำเพาะ (Specific yield: Sy, [-])	ความพรุนประสิทธิผล (Effective porosity: n, [-])
1	Qfd & Qt	0.2	0.1	0.3
2	Vw	0.1	0.1	0.2
3	Vf	0.296	0.2	0.3
4	Vm	0.001	0.001	0.05

(5) ขอบเขตความดันน้ำคงที่ (Constant head)

แบบจำลองได้ถูกกำหนดให้มีขอบเขตความดันน้ำคงที่ (Constant head) บริเวณทิศตะวันออกของพื้นที่ศึกษา ซึ่งเป็นผลจากการวิเคราะห์ระดับน้ำและทิศทางการไหลของน้ำบาดาล ดังแสดงใน **รูปที่ 6.2.1-3** โดยกำหนดให้มีขนาดลดลงจากเหนือไปใต้ตามลักษณะของระดับน้ำบาดาลที่ปรากฏจริง ดังแสดงใน**รูปที่ 6.2.1-4**

การกำหนดขอบเขตความดันน้ำ คงที่ดังกล่าวนี้ เป็นการตั้งสมม ติฐานว่าน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาได้รับการเติมอย่างต่อเนื่องจากทิศตะวันออกและระดับน้ำที่บริเวณนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง

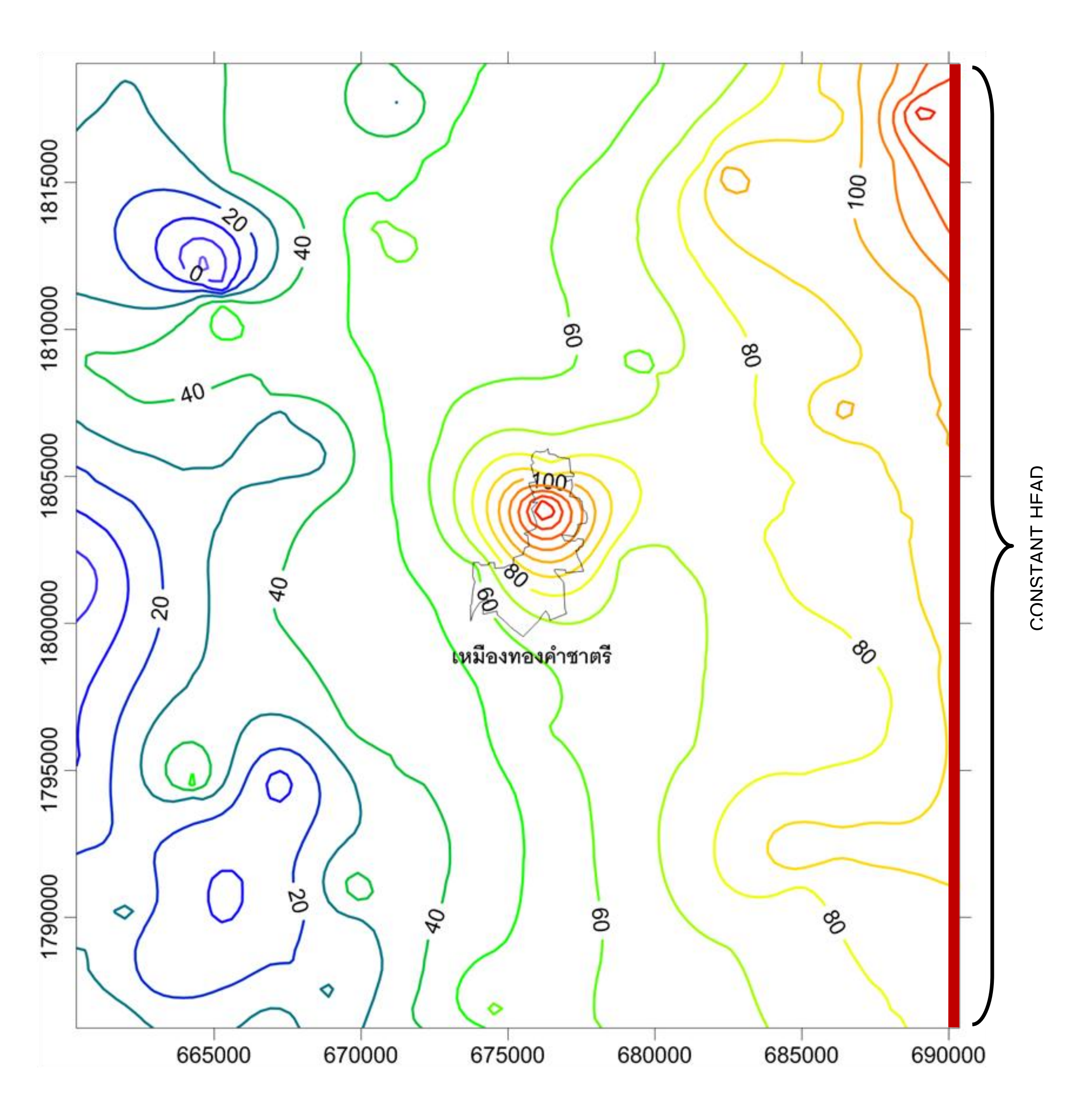
(6) การระบายน้ำ (Drain)

แบบจำลองได้มีการกำหนดให้มีการระบายน้ำตามลักษณะเส้นทางของลำห้วย ซึ่งปรากฏในแผนที่ภูมิประเทศ ดังแสดงใน**รูปที่ 6.2.1-5** โดยแต่ละกริดจะมีค่าการระบายน้ำ (Conductance) 1,000 ตารางเมตร/วัน ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากการคำนวณพื้นที่ผิวของลำน้ำประกอบกับค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของดิน

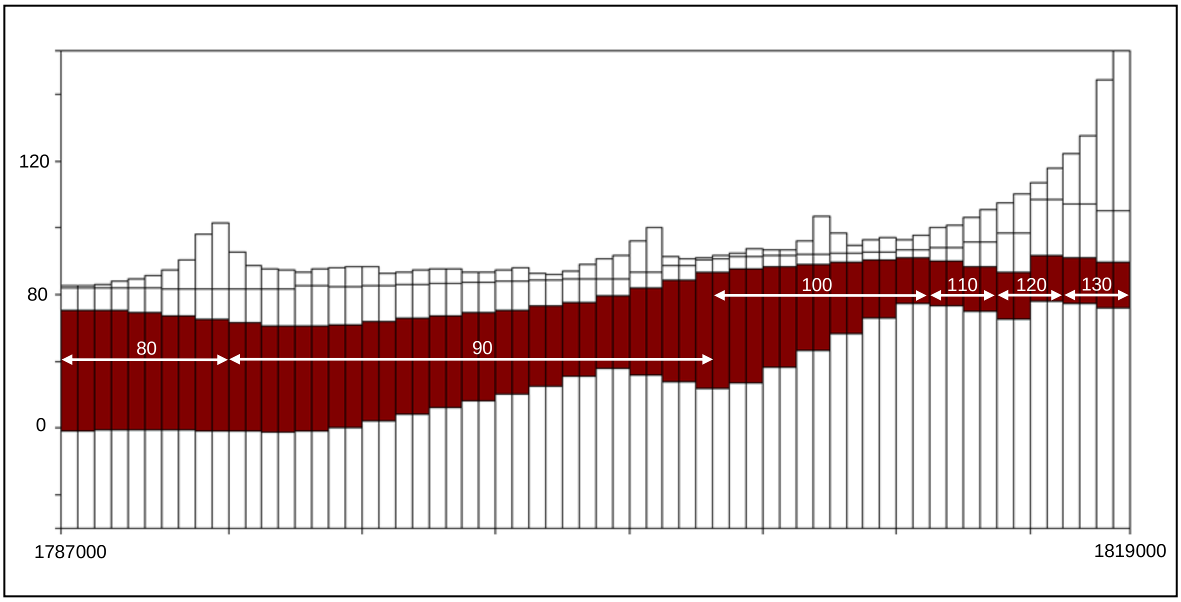
(7) การเติมน้ำ (Recharge)

ปริมาณการเติมน้ำของพื้นที่ศึกษาประเมินจากข้อมูลปริมาณน้ำฝนซึ่งจัดเก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยาในช่วงปี พ .ศ. 2522 ถึง พ .ศ. 2551 (กรมชลประทาน , 2551) ข้อมูลน้ำฝนที่นำมาใช้นี้ครอบคลุมพื้นที่จำนวน 9 อำเภอ 3 จังหวัด ได้แก่ อำเภอเมืองพิจิตร อำเภอบางมูลนาก อำเภอโพนทะเล อำเภอตะพานหิน อำเภอโพธิ์ประทับช้าง อำเภอวังทรายพูน โรงเรียนเขาทราย อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร อำเภอชนแดน และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ดังแสดงใน **ตารางที่ 6.2.1-6** จากการเฉลี่ยพบว่าพื้นที่ศึกษามีน้ำฝน 1,173.81 มิลลิเมตร/ปี หรือคิดเป็น 1,200 มิลลิเมตร/ปี โดยประมาณ

การเติมน้ำ (Recharge) ในแบบจำลองถูกกำหนดให้มีสองพื้นที่หลัก ได้แก่ พื้นที่หินโผล่ซึ่งเป็นหน่วยหิน Vw และพื้นที่ตะกอนตะพักลำน้ำซึ่งเป็นหน่วยหิน Qt ตามที่ปรากฏในแผนที่ธรณีวิทยา โดยกำหนดให้ มีค่าเป็น 5% และ 10% ของปริมาณน้ำฝนเฉลี่ย ซึ่งได้แก่ 60 และ 120 มิลลิเมตร/ปี ตามลำดับ ดังแสดงใน**รูปที่ 6.2.1-6**



รูปที่ 6.2.1-3 ระดับน้ำบาดาลคงที่ (Static groundwater level) ในพื้นที่ศึกษา (MSL, m) และขอบเขตความดันน้ำคงที่ (Constant head) ที่กำหนดในแบบจำลอง

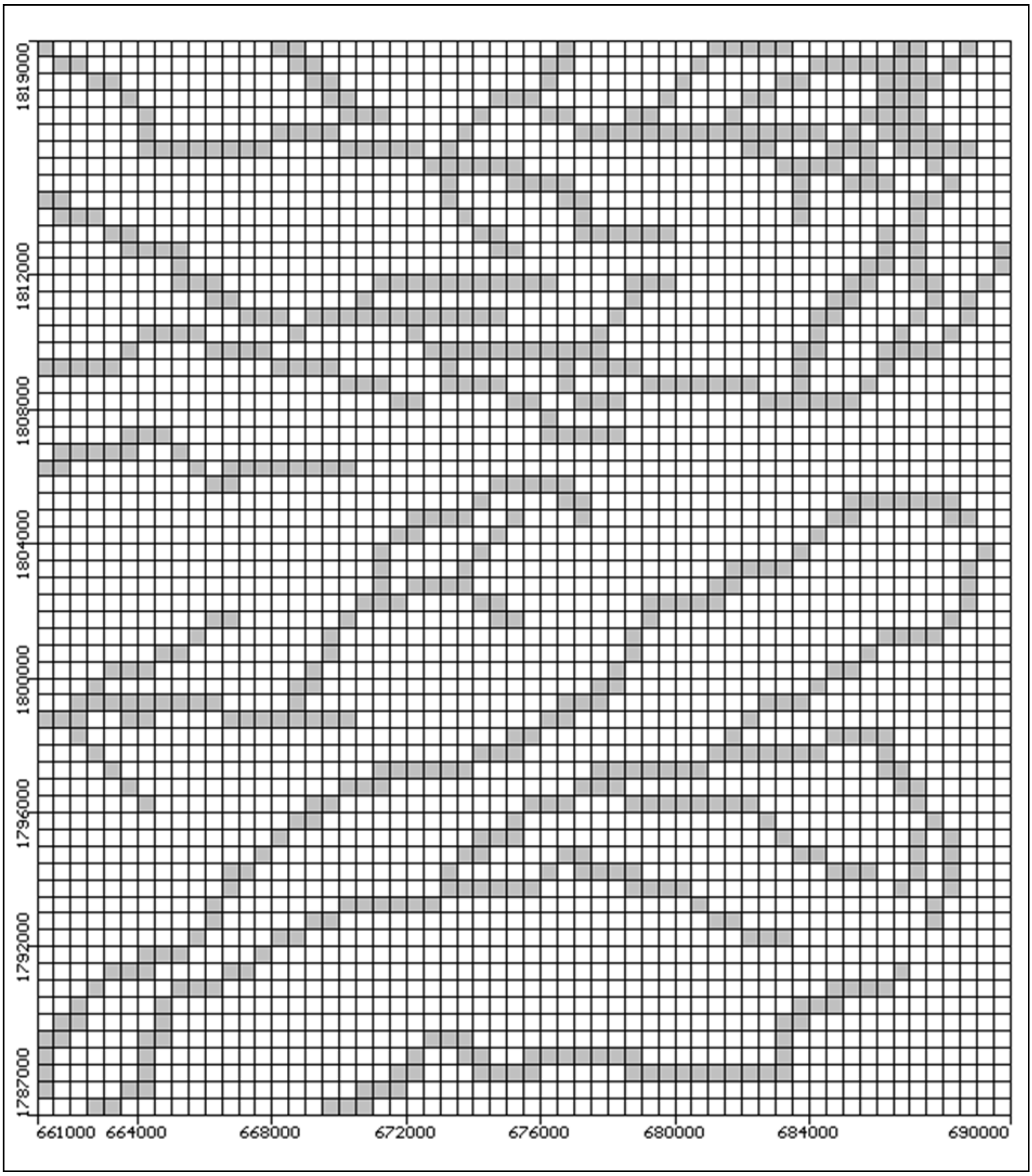


รูปที่ 6.2.1-4 ภาพตัดขวางแสดงค่าความดันน้ำคงที่ (Constant head) ที่กำหนดในแบบจำลอง (ข้อมูลจากพิกัดแนว 690000 สดมภ์ที่ 58 Vertical Exaggeration 50)

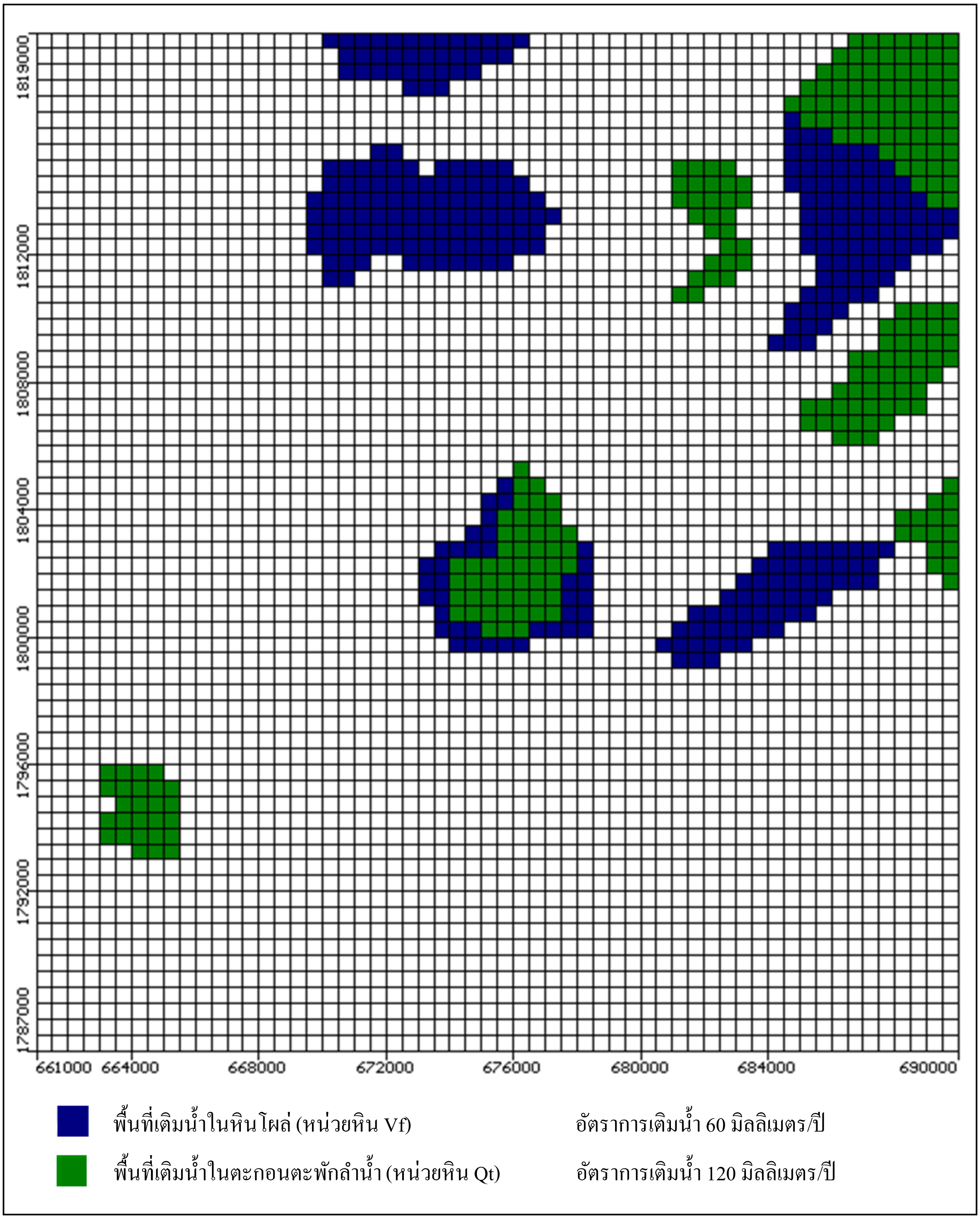
ตารางที่ 6.2.1-6 ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายปีครอบคลุมพื้นที่ศึกษาจำนวน 9 อำเภอ

ลำดับที่	ชื่อสถานี	จังหวัด	รหัส สถานี	สถิติข้อมูลสมบูรณ์		ปริมาณฝน (มิลลิเมตรต่อปี)		
				ช่วงปี (พ.ศ)	จำนวน (ปี)	เฉลี่ย	สูงสุด	ต่ำสุด
1	อำเภอเมือง	พิจิตร	38012	2522-2543	22	1,137.60	1,847.30	571.5
2	อำเภอบางมูลนาก	พิจิตร	38022	2523-2533, 2536-2539, 2541-2547, 2550-2551	24	991.7	1,384.50	632.7
3	อำเภอโพนทะเล	พิจิตร	38032	2523, 2527, 2529-2536, 2538 -2545, 2551	19	1,032.00	1,729.60	640.9
4	อำเภอตะพานหิน	พิจิตร	38042	2522-2549, 2551	29	1,138.70	1,502.50	807.2
5	อำเภอโพธิ์ประทับช้าง	พิจิตร	38063	2523-2534, 2536-2545, 2549-2551	25	965.2	1,672.00	342.3
6	อำเภอวังทรายพูน	พิจิตร	38072	2523-2551	29	1,330.90	2,845.10	687.3
7	โรงเรียนเขาทราย อำเภอทับคล้อ	พิจิตร	38082	2527-2533, 2538-2542,	12	1,027.00	1,528.60	700.1
8	อำเภอชนแดน	เพชรบูรณ์	36052	2523-2533, 2537-2551	26	1,440.70	2,000.60	914.2
9	อำเภอวังโป่ง	เพชรบูรณ์	36172	2530-2539, 2541-2546, 2548, 2550-2551	19	1,500.50	1,978.00	1,022.80
				ค่าเฉลี่ย		1,173.81		

ที่มา : กรมชลประทาน, 2551



รูปที่ 6.2.1-5 เส้นทางการระบายน้ำ (กริดสีเทา) ที่กำหนดในแบบจำลอง



รูปที่ 6.2.1-6 พื้นที่เติมน้ำ (Recharge) ลงสู่ชั้นน้ำบาดาลที่กำหนดในแบบจำลอง

(8) การสูบใช้น้ำ

1) การสูบใช้น้ำเพื่อการเกษตร

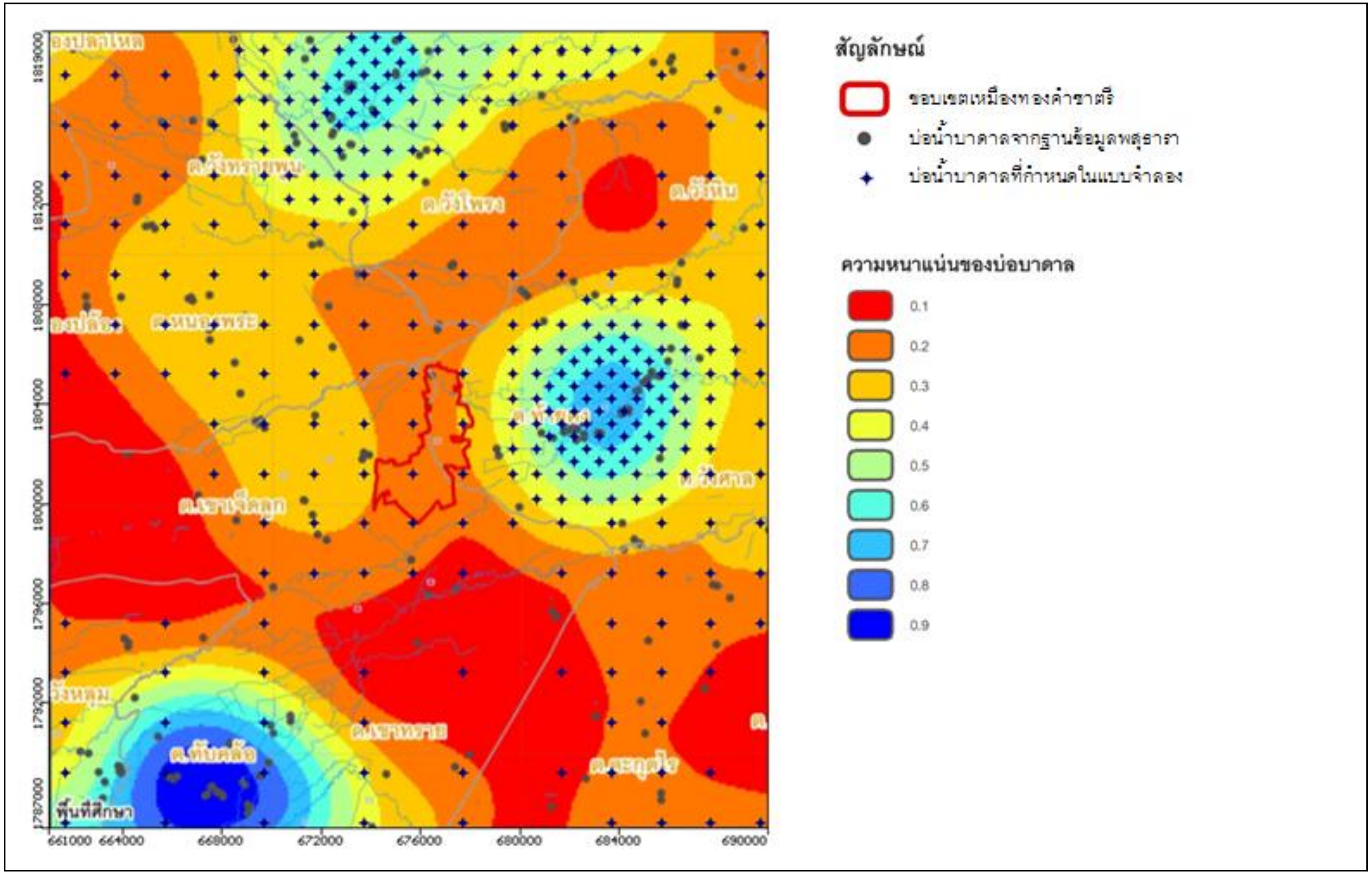
การใช้น้ำเพื่อการเกษตรที่กำหนดในแบบจำลอง จะเป็นการใช้น้ำเพื่อการทำนานอกฤดูเท่านั้น แต่จะกำหนดให้สูบเป็นปริมาณเฉลี่ยตลอดทั้งปี โดยบ่อน้ำบาดาลหนึ่งบ่อถู กกำหนดให้มีการสูบใช้น้ำ 120 ลูกบาศก์เมตร /วัน (ตลอดทั้งปี) ซึ่งเป็นค่าการให้น้ำเฉลี่ยที่ได้จากการศึกษาบ่อในฐานข้อมูลพสุธารา

ทั้งนี้ เนื่องจากปริมาณการสูบใช้น้ำหรือจำนวนและตำแหน่งของบ่อสูบน้ำ บาดาลเพื่อการทำนาเป็นสิ่งที่ไม่ทราบอย่างแน่ชัด ดังนั้นปริมาณการสูบใช้น้ำในพื้นที่ศึกษาจึงถูกประเมินจากความหนาแน่นของบ่อน้ำบาดาลของหน่วยงานราชการ ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากฐานข้อมูลพสุธารา โดยนำตำแหน่งของบ่อน้ำบาดาลจากฐานข้อมูลพสุธาราซึ่งครอบคลุมพื้นที่ศึกษาแ ละพื้นที่รอบนอก มา ลงพิกัดตำแหน่ง ในแผนที่และคำนวณหาความหนาแน่นสัมพันธ์ (Relative density) ซึ่งแบ่งออกเป็น 9 ระดับ จากนั้นจึงกำหนดให้บ่อน้ำบาดาลในแบบจำลองมีความหนาแน่นที่สอดคล้อง ดังแสดงใน **ตารางที่ 6.2.1-7** และได้ผลดังแสดงใน**รูปที่ 6.2.1-7**

ตารางที่ 6.2.1-7 ความหนาแน่นของบ่อน้ำบาดาลเพื่อการเกษตร

ระดับความหนาแน่น	ความหนาแน่นของบ่อ
0.1	0 บ่อ
0.2-0.3	1 บ่อ/ 2 ตารางกิโลเมตร
0.4-0.5	1 บ่อ/ตารางกิโลเมตร
0.6-0.7	2 บ่อ/ตารางกิโลเมตร
0.8-0.9	4 บ่อ/ตารางกิโลเมตร

จากการสอบถามประชาชนในพื้นที่ศึกษา พบว่า บ่อน้ำส่วนใหญ่ได้นำมาใช้เพื่อการเกษตร ซึ่งคำนึงถึงปริมาณของน้ำบาดาลเป็นหลัก ดังนั้น การเจาะเพื่อการสูบใช้ในเชิงเกษตรกรรมนี้จึงทำการเจาะให้ถึงระดับน้ำที่ต้องการเท่านั้น ไม่ได้คำนึงถึงหน่วยหิน อีกทั้งลักษณะน้ำบาดาลในพื้ นที่ศึกษาไม่ได้เป็นชั้นน้ำบาดาลมีแรงดัน (Confined aquifer) อย่างชัดเจน ปริมาณน้ำที่มากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับรอยแตกของชั้นหิน ดังนั้น การกำหนดการสูบใช้น้ำจึงทำการกำหนดให้มีการสูบใช้จากชั้น Vf เนื่องจากมีค่าการสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำที่มากที่สุด



รูปที่ 6.2.1-7 การประเมินความหนาแน่นของบ่อสูบน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาและตำแหน่งของบ่อน้ำบาดาลที่กำหนดในแบบจำลอง

จาก**รูปที่ 6.2.1-7** จะเห็นว่าพื้นที่ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้มีความหนาแน่นของบ่อน้ำบาดาลมาก แต่มีบ่อน้ำบาดาลที่กำหนดในแบบจำลองไม่สอดคล้อง สาเหตุที่กำหนดเช่นนี้ เพราะว่าพื้นที่ทางด้านตะวันตกเฉียงใต้มีการใช้น้ำบาดาลส่วนใหญ่มาจากหน่วยหิน Vw ดังนั้น บ่อน้ำบาดาลในแบบจำลองจึงถูกกำหนดให้มีความหนาแน่นน้อยกว่า เพื่อให้สามารถแสดงถึงการใช้น้ำจากหน่วยหิน Vf ได้อย่างถูกต้อง

2) การสูบใช้น้ำของเหมือง

เหมืองแร่ทองคำอัคราไมนิ่ง จำกัด ไม่มีการใช้น้ำ ใต้ดิน ดังนั้น แบบจำลองจึงไม่มีการกำหนดการสูบใช้น้ำของเหมือง

เหตุผลที่สรุปว่าเหมืองไม่ได้ใช้น้ำบาดาล เพราะเหมืองไม่มีบ่อน้ำบาดาลที่สูบใช้ และน้ำที่ใช้ในกระบวนการทำเหมืองทั้ งหมดเป็นปริมาณ 160 ลูกบาศก์เมตร /ชั่วโมง นั้น มาจากสองแหล่ง คือ 1) น้ำจากบ่อเก็บกากแร่ที่นำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) เป็นปริมาณ 82 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และ 2) น้ำที่อยู่ในบ่อเหมืองเก่าทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ ซึ่งมีปริมาตร 60,000 ลูกบาศก์เมตร ในฤดูแล้ง และมีอัตราการใช้น้ำจากบ่อเหมืองนี้ เป็นปริมาณ 78 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

ทั้งนี้ น้ำที่อยู่ในบ่อเหมืองเก่านั้น จัดเป็นน้ำผิวดินที่ไม่มีความเชื่อมโยงกับระบบน้ำบาดาล เพราะ 1) คุณภาพของน้ำที่อยู่ในบ่อเหมือง (ซึ่งมีคุณภาพไม่ดี) ไม่สอดคล้องกับคุณภาพน้ำบาดาลที่ตร วจสอบได้จากบ่อน้ำบาดาลบริเวณใกล้เคียงโดยรอบ (ซึ่งมีคุณภาพดี) และ 2) ระดับน้ำบริเวณเหมืองที่ตรวจวัดได้ไม่บ่งบอกถึงการใช้น้ำในปริมาณที่มากตามที่เหมืองมีความจำเป็นต้องใช้

6.2.2 การปรับแก้ค่าในแบบจำลอง (Calibration)

การปรับแก้ค่าในแบบจำลองนั้นทำโดยยึดค่าระดับน้ำคงที่ (Static groundwater level) ที่ตรวจสอบได้ในพื้นที่เป็นหลัก ตามที่แสดงไว้ใน**รูปที่ 6.2.1-3**

เมื่อทำการจำลองการไหลของน้ำบาดาลในเบื้องต้นก่อนการปรับแก้ค่า พบว่า ระดับน้ำที่ได้จากการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกับระดับน้ำที่ตรวจวัดได้ และแสดงความแตกต่างไม่เกิน 10% อย่างไรก็ตาม เพื่อให้แบบจำลองมีความสามารถในการจำลองสภาพจริงได้ดีที่สุด จึงมีการทำการปรับแก้ค่าในแบบจำลองโดยการวิเคราะห์ตัวแปรที่ควรปรับแก้โดยการใช้ฟังก์ชั่น Parameter optimization ที่มีอยู่ในโปรแกรม

(1) การวิเคราะห์ตัวแปรที่ต้องปรับค่า (Parameter optimization)

ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์นี้ ได้แก่ค่า K (ในทุกแกน) ค่า Ss และค่า Sy ของทุกหน่วยหิน รวมทั้งอัตราการเติมน้ำ รวมทั้งสิ้น 22 ตัวแปร ผลการวิเคราะห์ พบว่า มีเพียงค่า K เท่านั้น ที่สามารถปรับปรุงให้ดีขึ้น ระหว่างที่ค่าอื่นๆ นั้น ไม่ต้องมีการปรับเลย ดังจะเห็นได้จาก **รูปที่ 6.2.2-1** ซึ่งอธิบายและสรุปผลใน**ตารางที่ 6.2.2-1** ทั้งนี้จากการเปรียบเทียบกับค่า K ก่อนการปรับแก้ พบว่าข้อมูลที่ต้องทำการปรับแก้มากที่สุด คือ ค่า K ของหน่วยหิน Vw ซึ่งจากการปรับแก้ค่าดังกล่าวแล้ว พ บว่า ข้อมูลมี

ความน่าเชื่อถือกว่าค่า K ตั้งต้น เนื่องจากค่า K ตั้งต้นได้ข้อมูลมาจากแหล่งข้อมูลเดียว คือ บ่อเจาะสำรวจ GWDP-05 ซึ่งไม่สามารถเป็นตัวแทนของทั้งพื้นที่ได้ ดังนั้นการปรับค่าจึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำมาทำวิเคราะห์ เพื่อให้ข้อมูลมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

เมื่อพิจารณา Calibration residuals histogram ใน**รูปที่ 6.2.2-2** พบว่า กราฟมีการกระจายตัวแบบปกติ (Normal distribution) ซึ่งแสดงว่าการปรับแก้ค่าครั้งนี้มีความสมบูรณ์และไม่มีความจำเป็นต้องวิเคราะห์ตัวแปรเพื่อปรับแก้ค่าอีกครั้ง

(2) การวิเคราะห์ความอ่อนไหวของตัวแปร

จากการวิเคราะห์ตัวแปรที่ต้องทำการปรับแก้ พบว่าตัวแปรที่มีความอ่อนไหวต่อการปรับแก้มากที่สุด ได้แก่ ค่า K ในแกน x ของหน่วยหิน Vf (kx_3) รองลงมา ได้แก่ ค่า K ในแกน x ของหน่วยหิน Qfd และ Qt (kx_1) และค่า K ในแกน x ของหน่วยหิน Vw ตามลำดับ ส่วนตัวแปรอื่นนั้น ไม่มีความอ่อนไหวต่อการปรับแก้ค่า ดังแสดงใน**รูปที่ 6.2.2-3**

(3) ความเชื่อมั่นในแบบจำลอง

ภายหลังการปรับแก้ค่าตามที่วิเคราะห์ด้วย Parameter optimization แล้วนั้น เมื่อทำการลงตำแหน่งค่าระหว่างระดับน้ำที่คำนวณได้กับระดับน้ำที่ตรวจวัด ดังแสดงใน **รูปที่ 6.2.2-4** จะเห็นว่าผลการคำนวณของแบบจำลองมีความน่าพอใจในระดับปานกลาง โดยมีระดับน้ำที่คำนวณได้ส่วนใหญ่อยู่ในความเชื่อมั่น 95% และมี Normalized root mean square (RMS) ที่ 8.518% ซึ่งแสดงถึงความผิดพลาดที่พอยอมรับได้

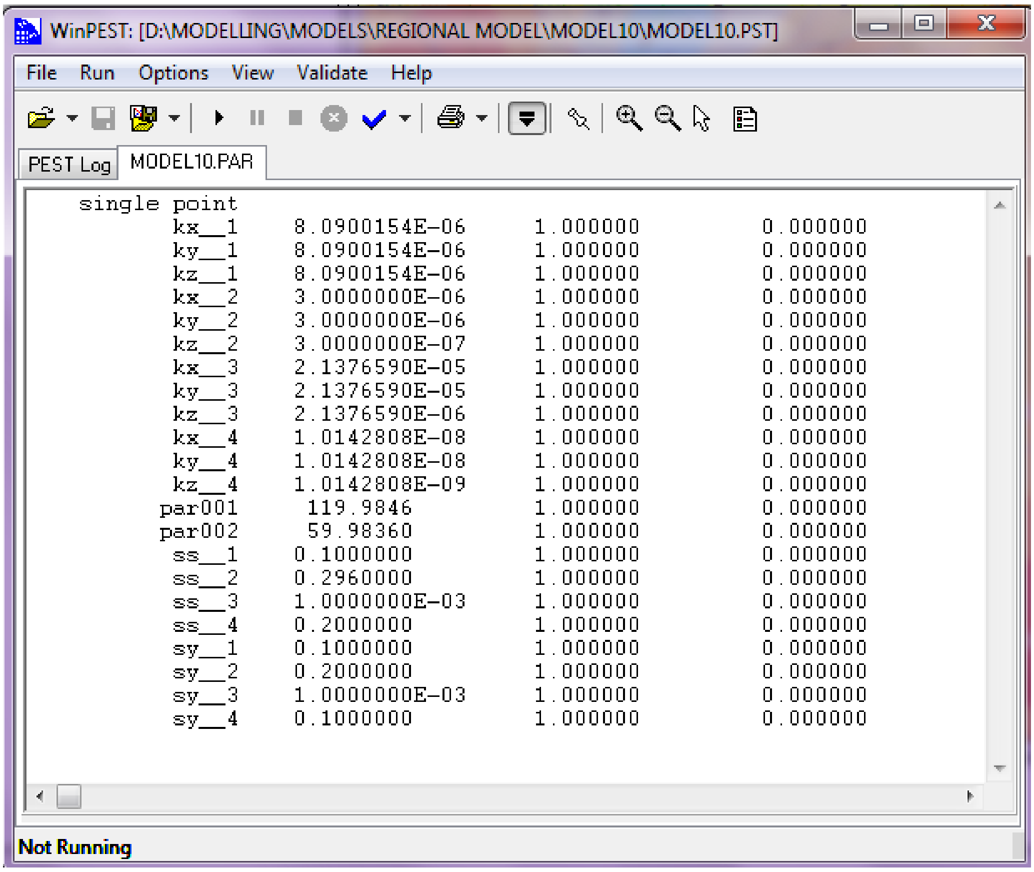
6.2.3 การจำลองการไหลของน้ำบาดาล

การจำลองการไหลของน้ำบาดาลในขั้นตอนนี้เป็นการจำลองแบบ Steady state เป็นระยะเวลา 20 ปี โดยใช้เครื่องคำนวณของ MODFLOW2000 ซึ่งกำหนดให้ใช้วิธีการประมาณค่าสมการอนุพันธ์แบบ Block centered flow (BCF)

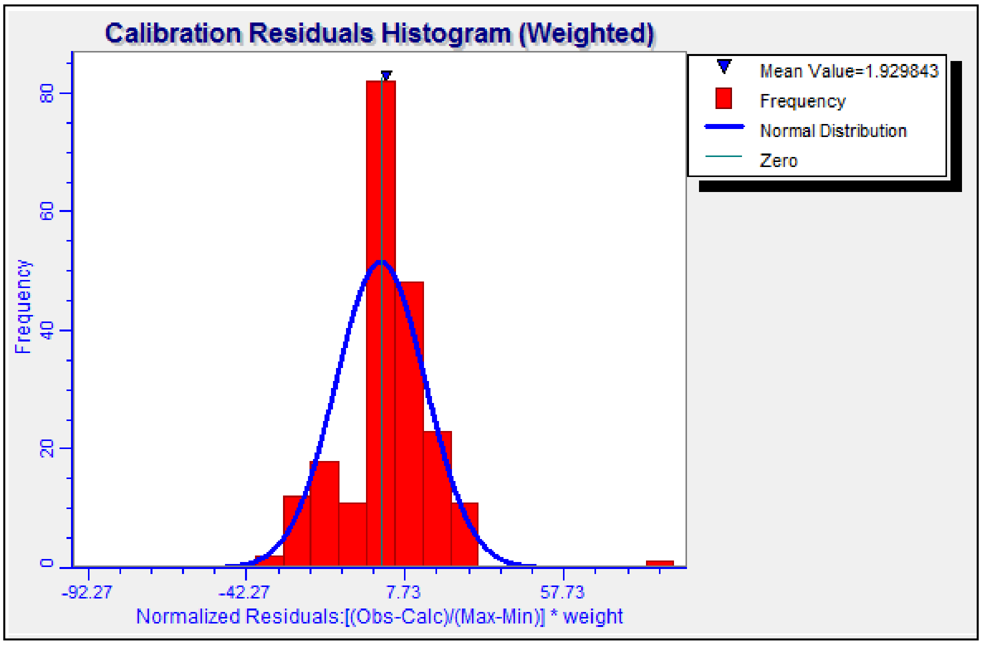
ผลที่ได้จากการจำลองการไหลของน้ำบาดาล ภายหลังการปรับแก้ค่าแล้วนั้น แสดงไว้ใน **รูปที่ 6.2.3-1** และ **รูปที่ 6.2.3-2** ซึ่งจะเห็นได้ว่าระดับน้ำและทิศทางการไหลมีลักษณะเป็นไปตามที่ตรวจวัดได้จริง

ตารางที่ 6.2.2-1 ตัวแปรที่ทำการวิเคราะห์ Parameter Optimization และผลการวิเคราะห์

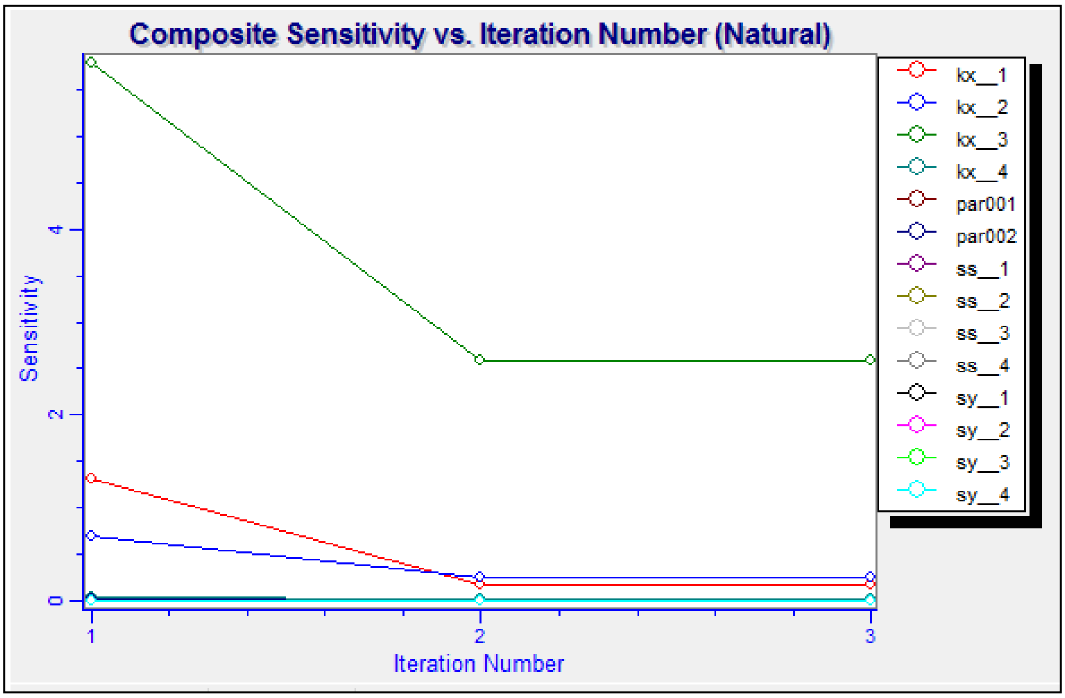
ลำดับ	ตัวแปร	คำอธิบายตัวแปร	หน่วยหิน	ค่าตั้งต้นที่ใช้	ผลการวิเคราะห์
1	kx_1	ค่า K ในแกน x ของชั้นที่ 1	Qfd และ Qt	3.75E-05	8.09E-06
2	ky_1	ค่า K ในแกน y ของชั้นที่ 1	Qfd และ Qt	3.75E-05	8.09E-06
3	kz_1	ค่า K ในแกน z ของชั้นที่ 1	Qfd และ Qt	3.75E-05	8.09E-06
4	kx_2	ค่า K ในแกน x ของชั้นที่ 2	Vw	3.00E-07	3.00E-06
5	ky_2	ค่า K ในแกน y ของชั้นที่ 2	Vw	3.00E-07	3.00E-06
6	kz_2	ค่า K ในแกน z ของชั้นที่ 2	Vw	3.00E-08	3.00E-07
7	kx_3	ค่า K ในแกน x ของชั้นที่ 3	Vf	1.82E-05	2.14E-05
8	ky_3	ค่า K ในแกน y ของชั้นที่ 3	Vf	1.82E-05	2.14E-05
9	kz_3	ค่า K ในแกน z ของชั้นที่ 3	Vf	1.82E-06	2.14E-06
10	kx_4	ค่า K ในแกน x ของชั้นที่ 4	Vm	1.15E-08	1.01E-08
11	ky_4	ค่า K ในแกน y ของชั้นที่ 4	Vm	1.15E-08	1.01E-08
12	kz_4	ค่า K ในแกน z ของชั้นที่ 4	Vm	1.15E-09	1.01E-09
13	par001	อัตราการเติมน้ำในพื้นที่ตะกอนตะพักลำน้ำ	Qt	120	119.98
14	par002	อัตราการเติมน้ำในพื้นที่หินโผล่	Vw	60	59.98
15	ss_1	ค่าการกักเก็บจำเพาะของชั้นที่ 2	Vw	0.1	0.1
16	ss_2	ค่าการกักเก็บจำเพาะของชั้นที่ 3	Vf	0.296	0.296
17	ss_3	ค่าการกักเก็บจำเพาะของชั้นที่ 4	Vm	1E-03	1E-03
18	ss_4	ค่าการกักเก็บจำเพาะของชั้นที่ 1	Qfd & Qt	0.2	0.2
19	sy_1	ปริมาณน้ำจำเพาะของชั้นที่ 2	Vw	0.1	0.1
20	sy_2	ปริมาณน้ำจำเพาะของชั้นที่ 3	Vf	0.2	0.2
21	sy_3	ปริมาณน้ำจำเพาะของชั้นที่ 4	Vm	1E-03	1E-03
22	sy_4	ปริมาณน้ำจำเพาะของชั้นที่ 1	Qfd & Qt	0.1	0.1



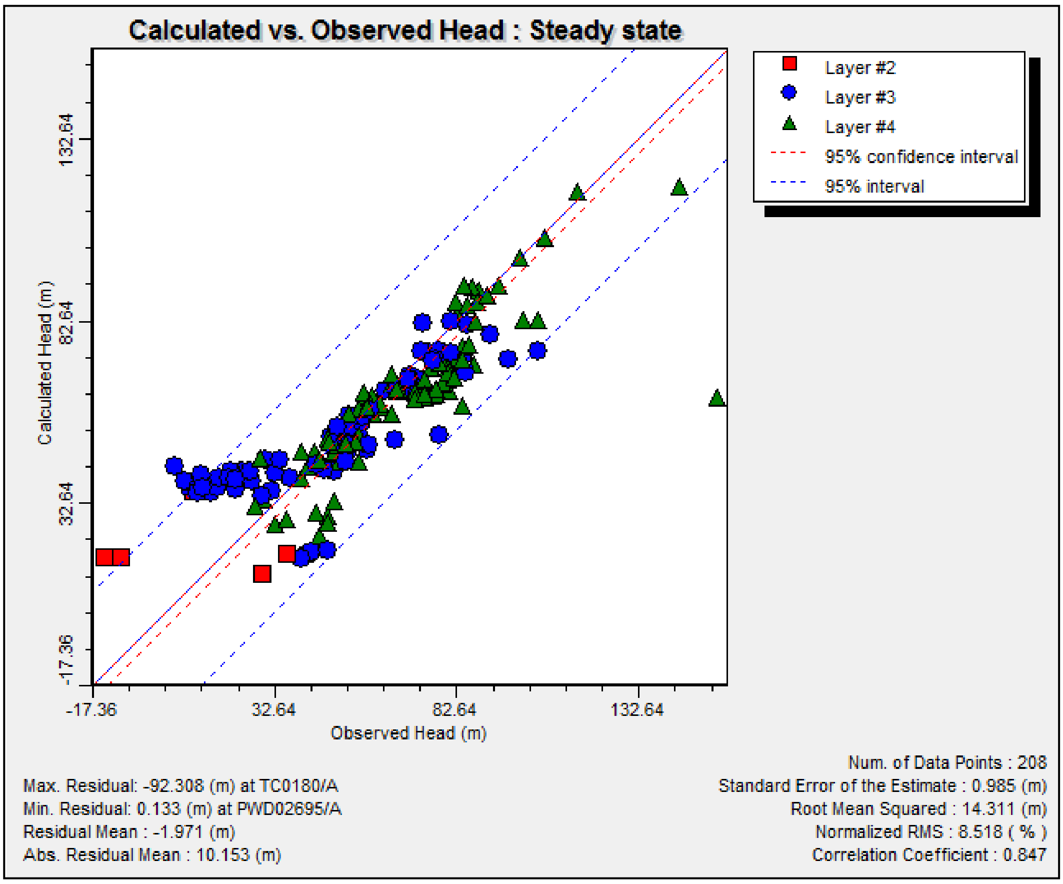
รูปที่ 6.2.2-1 ผลการวิเคราะห์ Parameter optimization



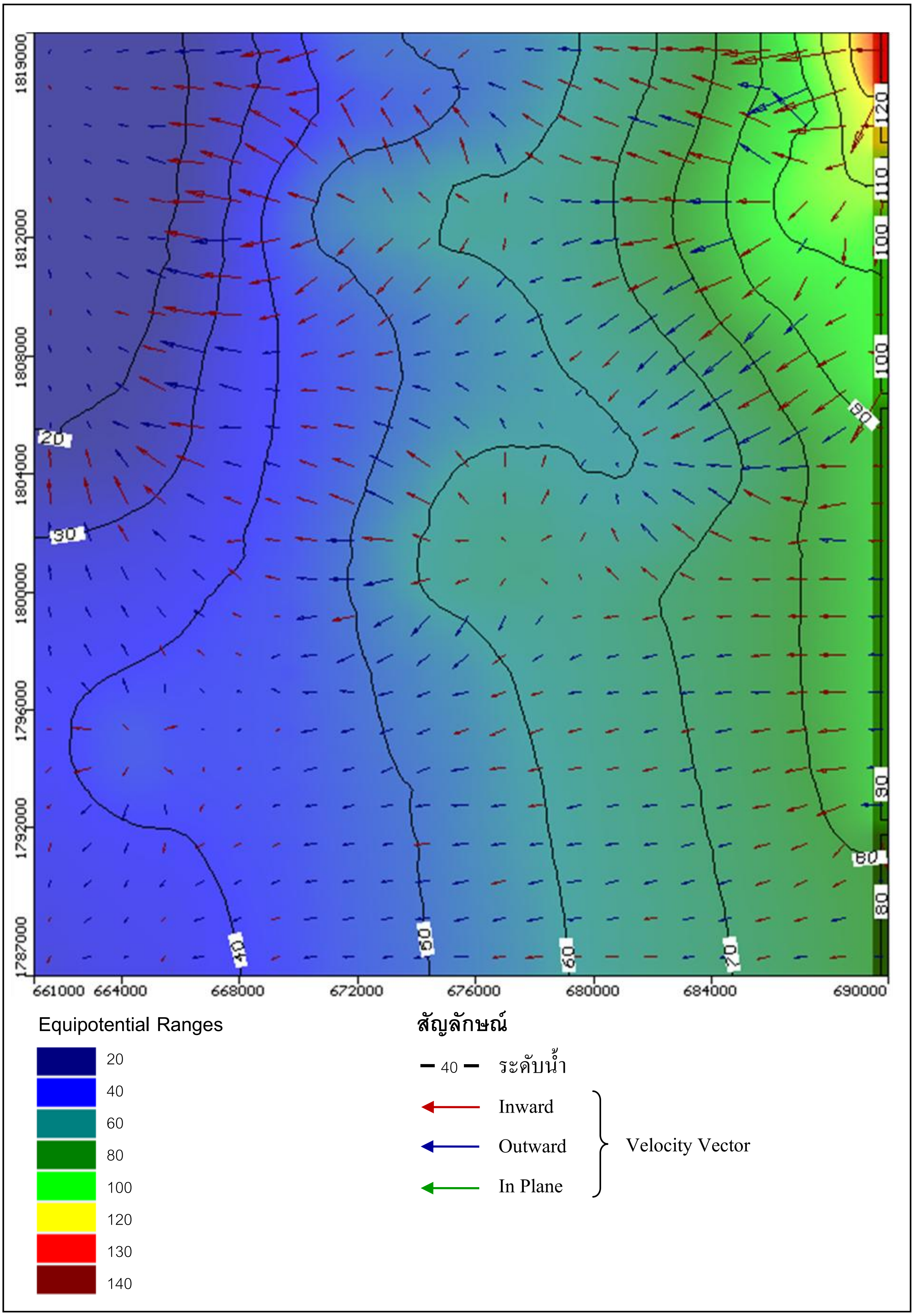
รูปที่ 6.2.2-2 Calibration residuals histogram



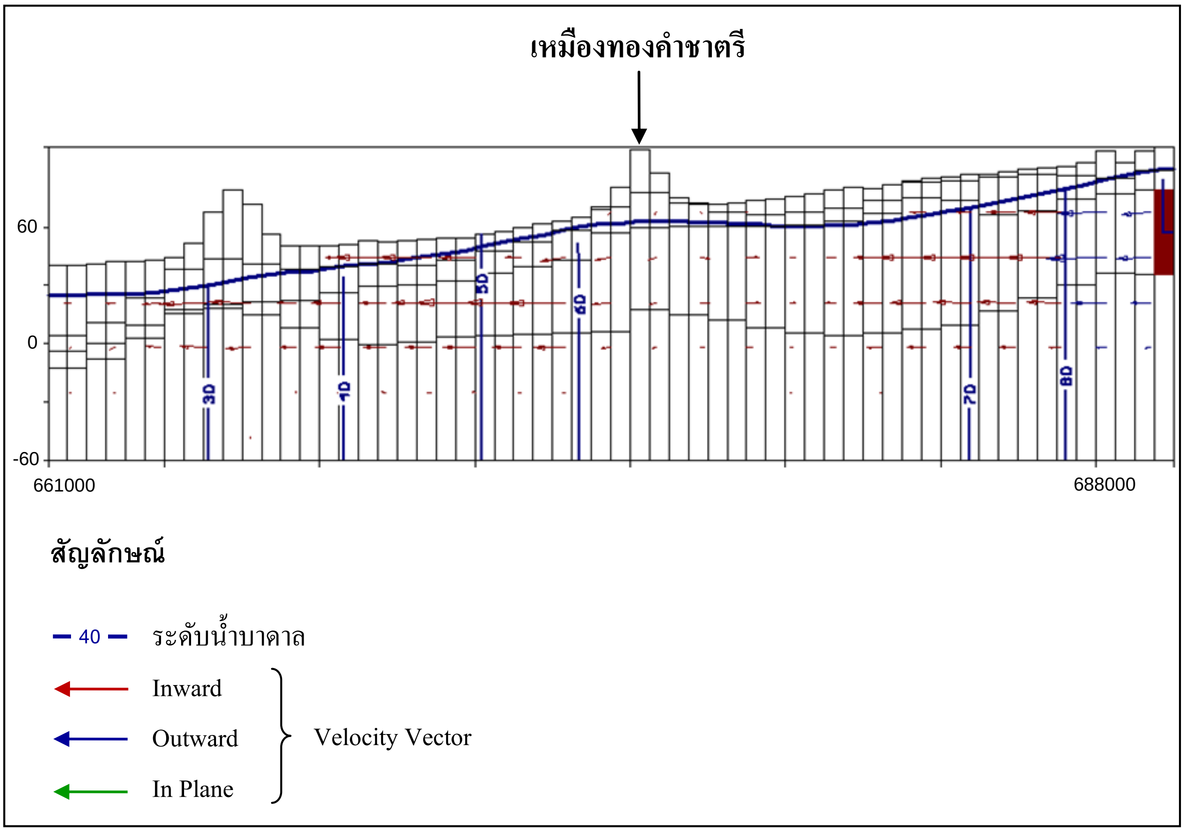
รูปที่ 6.2.2-3 ความอ่อนไหวของตัวแปรต่างๆ ต่อการปรับแก้ค่า



รูปที่ 6.2.2-4 ความเชื่อมั่นในแบบจำลอง



รูปที่ 6.2.3-1 ระดับน้ำและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในแบบจำลองระดับภูมิภาค



รูปที่ 6.2.3-2 ภาพตัดขวางแสดงระดับน้ำและทิศทางการไหลของน้ำบาดาลในแบบจำลองระดับภูมิภาค (ข้อมูลจากพิกัดแนว 1803250N แถวที่ 32 Vertical exaggeration 50)

6.3 การจัดทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการเคลื่อนย้ายมวลสารในน้ำบาดาล

6.3.1 การออกแบบและสร้างแบบจำลอง

จากผลการวิเคราะห์ทางธรณีเคมีของการดำเนินงานในขั้นต้น พบว่า น้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาไม่มีการปนเปื้อนของสารพิษใดๆ ดังนั้น แบบจำลองการเคลื่อนย้ายมวลสารนี้จึงถูกจัดทำขึ้นเพี ยงเพื่อใช้ในการทำนายพฤติกรรมการเคลื่อนย้ายของสารพิษซึ่งถูกตั้งขึ้นเป็นสมมุติฐาน

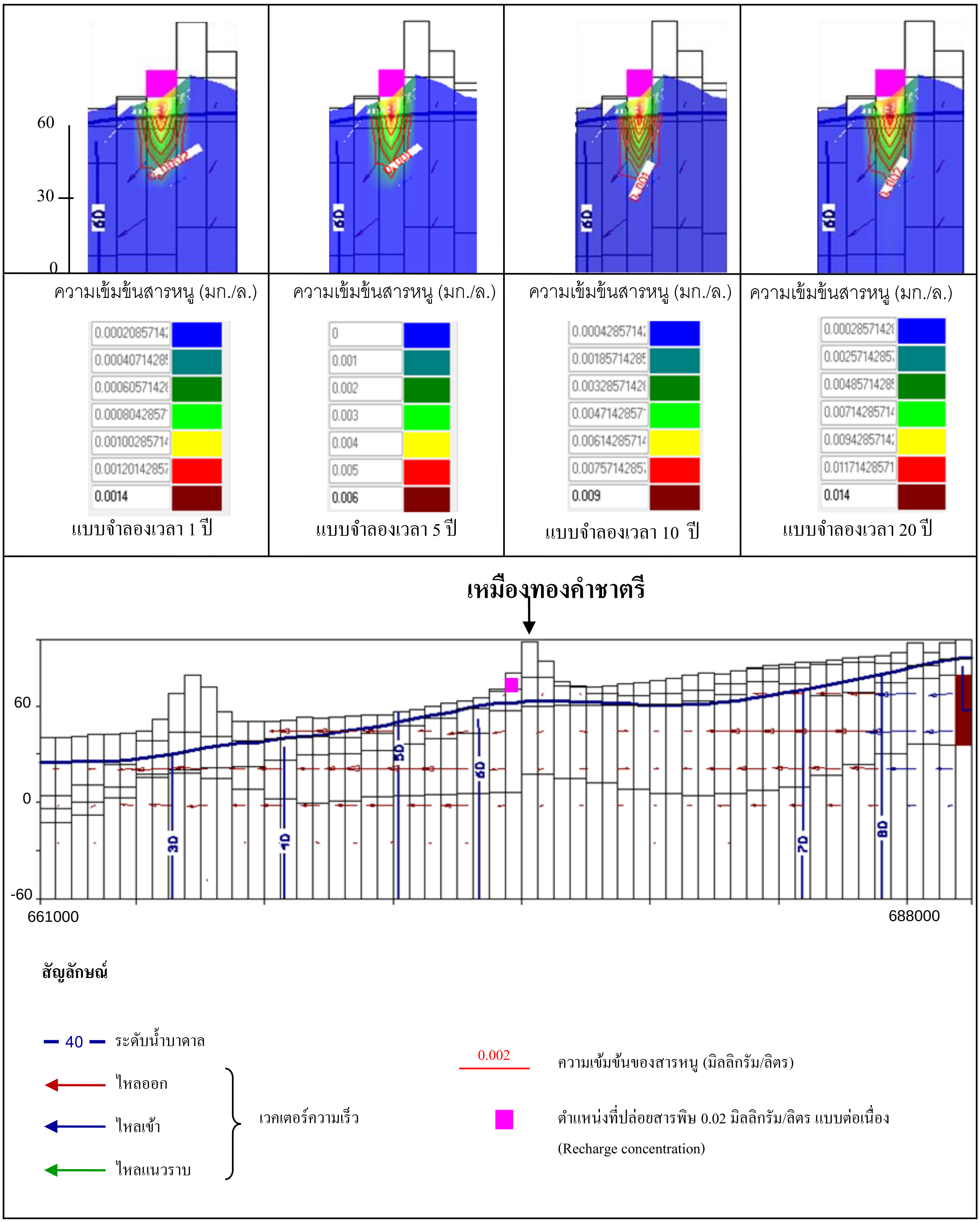
สารพิษที่ตั้งเป็นสมมติฐานขึ้นมานี้ ได้แก่ สารหนู ซึ่งจำลองโดยกำหนดให้มีการเคลื่อนที่ตามการไหลของน้ำ (Dispersion) เท่านั้น กล่าวคือ สารพิษจะไม่มีการทำปฏิกิริยา (Reaction) หรือแพร่ (Diffusion) หรือ ดูดซับ (Sorption) ในระหว่างที่เคลื่อนที่ ความเข้มข้นของสารหนูถูกกำหนดให้มีค่าตั้งต้น 0 มิลลิกรัม /ลิตร ทั่วทั้งพื้นที่ศึกษาและกำหนดให้มีการปนเปื้อนแบบเติมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่อง (Recharge concentration) ณ จุดศูนย์กลางของพื้นที่ ศึกษา (ตำแหน่งของเหมือง) ด้วยปริมาณ 0.02 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นเวลา 20 ปี

คุณสมบัติของการเคลื่อนย้ายมวลสารที่กำหนด ได้แก่ Longitudinal dispersivity มีค่าเท่ากับ 10 เมตร โดยอัตราส่วนระหว่าง Horizontal/Longitudinal dispersivity มีค่าเท่ากับ 0.1 และอัตราส่วนระหว่าง Vertical/Longitudinal dispersivity มีค่าเท่ากับ 0.01

6.3.2 การจำลองการเคลื่อนย้ายมวลสาร

การจำลองการเคลื่อนย้ายมวลสาร นั้นกระทำโดยใช้เครื่องมือ MT3DMS กำหนดให้มีการคำนวณการไหลแบบ Upstream finite difference และใช้การแก้สมการอนุพันธ์แบบ Generalized Conjugate Gradient (GCG) โดยทำการจำลองแบบ Transient เป็นระยะเวลา 20 ปี โดยใช้ระดับน้ำเริ่มต้น (Initial head) จากการคำนวณ Steady state ที่ได้ในแบบจำลองการไหลในระดับภูมิภาคที่ปรับแก้ค่าแล้ว

ผลการจำลองการเคลื่อนย้ายของสารหนูแสดงไว้ใน **รูปที่ 6.3.2-1** ซึ่งจะเห็นได้ว่าการกระจายของสารพิษนั้นเป็นไปอย่างช้ามาก เนื่องจากสภาพการไหลของน้ำบาดาลในบริเวณนี้มีความเร็วต่ำ จึงทำให้ความเข้มข้นของสารหนูเพิ่มขึ้นไม่มากเมื่อเวลาผ่านไปเป็นระยะเวลานาน โดยในการจำลองการเคลื่อนย้ายมวลสารปีแรก สารหนูจะลงสู่ชั้นหินอุ้มน้ำที่ความลึกประมาณ 20 เมตรจากระดับน้ำใต้ดินที่ความเข้มข้น 0.0002 มิลิกรัม /ลิตร อีก 5 ปีต่อมา พบว่า สารหนูมีความเข้มข้นมากขึ้น คือ 0.001 มิลลิกรัม/ลิตร และลงลึกที่ระดับ 25 เมตร จากระดับน้ำใต้ดิน ในช่วงเวลา 10 ปีของการจำลอง พบว่า มีการสะสมความเข้มข้นของสารหนูเ พิ่มขึ้นและซึมลึกลงสู่ระดับประมาณ 30 เมตรจากระดับน้ำใต้ดิน เนื่องจากในระดับที่ความลึกนี้เป็นชั้นหินผุที่มีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านต่ำ ทำให้ในการจำลองระยะเวลา 20 ปี สารหนูจะลงลึกไม่เกินระดับความลึกนี้ แต่ความเข้มข้นจะสะสมเพิ่มขึ้นเป็น 0.002 มิลลิกรัม/ลิตร ส่วนการกระจายด้านข้างจะจำกัดเฉพาะแห่ง ซึ่งสภาพความเป็นจริงสารหนูจะถูกดูดยึดด้วยดินเหนียว โดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่ดินเหนียวพวกอิลไลต์ที่เป็นผลผลิตจากการผุพังของหินในบริเวณเหมืองและสายแร่ ทำให้เมื่อมีการเคลื่อนที่ผ่านแร่เหล่านี้ ปริมาณสารหนูจะลดลง



รูปที่ 6.3.2-1 ผลการจำลองการเคลื่อนย้ายมวลสาร

บทที่ 7
การติดตามตรวจสอบและแนวทางการฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล

7.1 บทนำ

น้ำบาดาลเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่าและปัจจุบันถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างมาก ทั้งเพื่อการอุปโภคบริโภค การเกษตรกรรม/การชลประทาน และการอุตสาหกรรม ซึ่งพบว่าผลกระทบจากการใช้น้ำบาดาลมี 2 ด้านหลักๆ คือ ด้านปริมาณ ได้แก่ การลดลงของระดับน้ำบาดาล และด้านคุณภาพ ได้แก่ การปนเปื้อนของน้ำบาดาล ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อเนื่องถึงคุณภาพชีวิต ดังนั้น จากการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาล หากพบว่าพื้นที่บ ริเวณใดคุณภาพน้ำมีการปนเปื้อนของมลสารเกินมาตรฐานน้ำบาดาล และเกณฑ์กำหนดระดับตามที่ ระบุไว้ในคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาล จะต้องมีแนวทางการบำบัดและฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาล ที่มีคุณภาพดีและอย่างยั่งยืน

7.2 หลักการในการป้องกัน และติดตามคุณภาพน้ำบาดาล

การป้องกันและติดตาม ตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลทำได้หลายระดับ ขึ้นอยู่กับขนาดของพื้นที่และวัตถุประสงค์ในการป้องกัน โดยทั่วไปจำแนกได้เป็น 2 ระดับ คือ

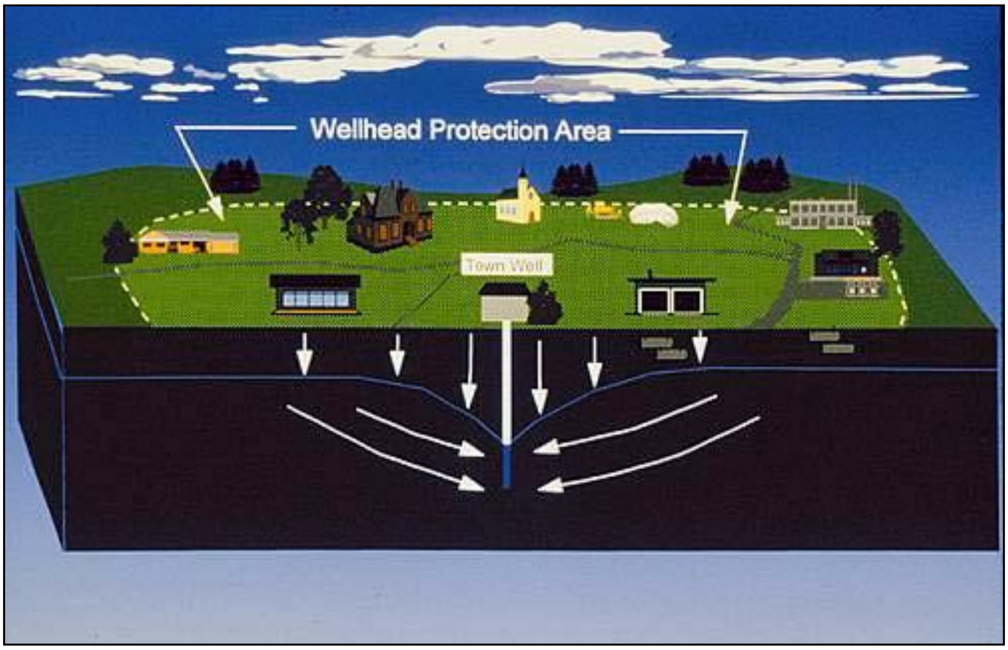
(1) **การป้องกันระดับชั้นหินอุ้มน้ำ (Aquifer protection)**

การป้องกันและติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลในระดับลุ่มน้ำ เป็นการพิจารณาความอ่อนไหวหรือความเสี่ยงของชั้น หินอุ้ม น้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำว่าบริเวณใดมีแนวโน้มที่มลสารจะลงไปปนเปื้อนในแหล่งน้ำบาดาลได้มาก ทั้งนี้เพื่อควบคุมการใช้ที่ดินและกิจกรรมต่างๆ ที่สามารถก่อให้เกิดมลสารที่อาจทำให้มีการปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำบาดาลในลุ่มน้ำที่พิจารณาได้ ผลการศึกษาในระดับลุ่มน้ำนี้จะนำไปสู่การกำหนดแนวทางและนโยบายการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลรวมถึงแหล่งต้น กำเนิดน้ำบาดาลในระดับภูมิภาคและระดับประเทศต่อไป

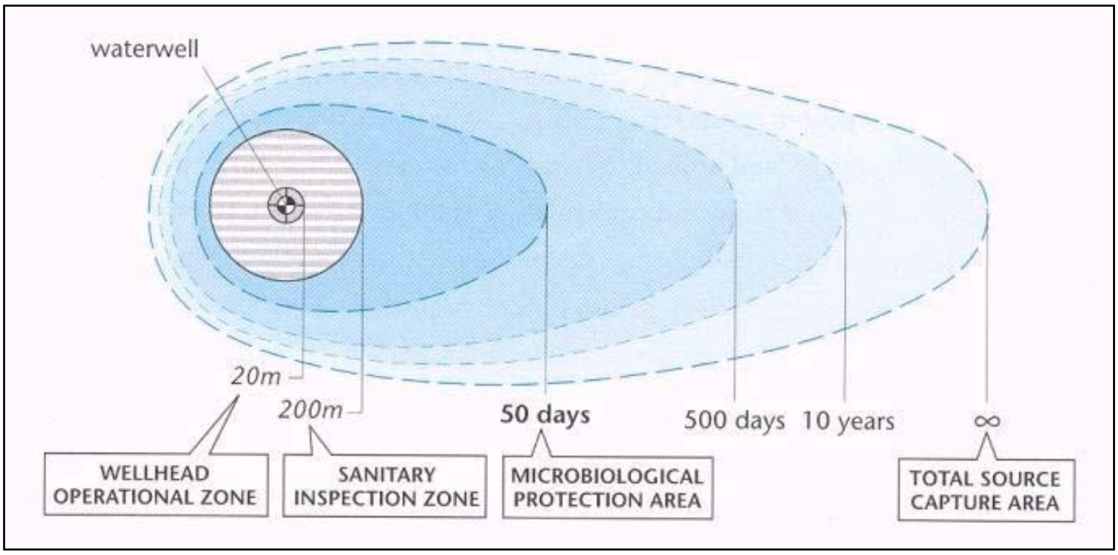
(2) **การป้องกันระดับพื้นที่เฉพาะที่เป็นบ่อน้ำบาดาลหลัก (Wellhead protection)**

การป้องกันและติดตาม ตรวจสอบ คุณภาพน้ำบาดาลในระดับพื้นที่เฉพาะที่เป็นบ่อน้ำบาดาลหลัก (Well Head protection) นั้น เนื่องจากการสูบน้ำของบ่อขนาดใหญ่ทำให้มลสารเข้ามาสู่บ่อบาดาลได้ ดังแสดงใน**รูปที่ 7.2-1** การป้องกันและติดตาม ตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลเฉพาะพื้นที่นี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อป้องกันไม่ให้มลสารเข้า สู่บริเวณบ่อน้ำบาดาลหลัก (Wellhead Protection Area) โดยทางทฤษฎีแล้ว พื้นที่ที่ต้องทำการป้องกันดังกล่าว คือ พื้นที่เพิ่มเติมน้ำของบ่อบาดาลที่พิจารณา ซึ่งพื้นที่นี้จะกว้างขวางเกินกว่าที่จะสามารถจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีการกำหนดพื้นที่ที่แคบลงโดย

อ้างอิงตามหลักการต่างๆ เช่น การกำหนดพื้นที่ป้องกันคุณภาพน้ำบาดาลเฉพาะพื้นที่ตามระยะเวลาที่น้ำบาดาลเดินทางมาถึงบ่อที่พิจารณา (**รูปที่ 7.2-2**) ผลการศึกษาพื้นที่ในระดับนี้จะนำไปสู่การกำหนดแนวทางการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลในระดับท้องถิ่นต่อไป การป้องกันคุณภาพน้ำบาดาลทำได้โดยใช้เครื่องมือ เทคนิค และการจัดการซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่



รูปที่ 7.2-1 การเดินทางของมลสารสู่บ่อน้ำบาดาล (US EPA, 2006)



รูปที่ 7.2-2 ตัวอย่างการกำหนดพื้นที่ป้องกันน้ำบาดาลเฉพาะพื้นที่ตามระยะเวลา ที่น้ำบาดาลไหลเข้าสู่บ่อสูบน้ำบาดาล (Foster, S. *et al*, 2002)

7.2.1 การป้องกันคุณภาพน้ำบาดาลโดยมีมาตรการกำกับ ควบคุม (Regulatory controls)

มาตรการในการกำกับ ควบคุม เพื่อนำไปสู่การป้องกันคุณภาพน้ำบาดาลมีหลายวิธี เช่น

(1) การควบคุมแหล่งมลสารโดยการวางแผนการใช้ที่ดิน เพื่อกำหนดเขตพื้นที่ในการดำเนินกิจกรรมแต่ละประเภท

(2) การกำหนดระบบการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาล

(3) การกำหนดให้โครงการหรือกิจกรรมในพื้นที่มีการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental impact assessment: EIA) ก่อนได้รับอนุญาตให้ดำเนินการ

(4) การตรวจสอบการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมของกิจการและกิจกรรมต่างๆ

(5) การกำหนดวิธีการดำเนินงาน ผู้รับผิดชอบ รวมถึงบทลงโทษ ในกรณีที่เกิดการปนเปื้อนของมลสารสู่ชั้นน้ำบาดาล

7.2.2 การป้องกันคุณภาพน้ำบาดาลโดยไม่ใช้มาตรการกำกับ ควบคุม (Non-Regulatory controls)

เมื่อนำการป้องกันคุณภาพน้ำบาดาลโดยไม่ใช้มาตรการกำกับ ควบคุม มาใช้ร่วมกับการป้องกันแบบแรกจะนำไปสู่การจัดการทรัพยากรน้ำบาดาลที่ดีขึ้น ตัวอย่างการดำเนินการในลักษณะนี้ ได้แก่

(1) การเผยแพร่ความรู้ ความเข้าใจ ต่อประชาชนโดยเฉพาะกลุ่มคนในท้องถิ่น ผู้ประกอบกิจการหรือผู้ดำเนินกิจกรรมที่อาจทำให้มีมลสารปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำบาดาล เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญในการป้องกันทรัพยากรน้ำบาดาลวิธีการใช้ทรัพยาก รอย่างเหมาะสม การทิ้งของเสียอย่างถูกต้อง รวมถึงกฎระเบียบต่างๆ ของทางราชการที่เกี่ยวข้อง

(2) การซื้อที่ดินบนพื้นที่ที่มีสภาพความอ่อนไหวตามธรรมชาติสูง หรืออยู่ในพื้นที่ที่มีอิทธิพลต่อบ่อน้ำบาดาลหลัก เพื่ออนุรักษ์พื้นที่เหล่านั้น

(3) การขอความร่วมมือจากหน่วยงาน องค์กร บริษัท และอาสาสมัครต่างๆ ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาล

ในการศึกษาเพื่อควบคุมแหล่งมลสารนั้นการวางแผนการใช้ที่ดิน เพื่อกำหนดเขตพื้นที่ในการดำเนินกิจกรรมแต่ละประเภทเป็นวิธีการที่เป็นที่นิยมมากที่สุด เนื่องจากเป็นการควบคุมปัญหาที่ต้นเหตุโดยไม่ต้องใช้งบประมาณมาก และเหมาะสมในการป้องกันคุณภาพน้ำบาดาลได้ในระยะยาว

7.3 หลักการในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาล

การที่จะได้ผลการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลที่ถูกต้องและเป็นตัวแทนของสภาพน้ำบาดาลในบริเวณนั้นได้ จะต้องมีการออกแบบระบบโครงข่ายการติดตามคุณภาพน้ำบาดาลที่เหมาะสม โดยพิจารณาถึงตำแหน่งที่ตั้งและจำนวนของบ่อติดตามคุณภาพน้ำบาดาล รวมทั้งรายละเอียดของบ่อ ความถี่ในการตรวจวัด พารามิเตอร์ที่ตรวจและวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ ทั้งนี้ต้องมีความสอดคล้อง

กับสภาพพื้นที่ วัตถุประสงค์ และงบประมาณ โดยหลักการการพิจารณาแต่ละองค์ประกอบมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

7.3.1 แนวทางการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาล

การติดตามและตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลเป็นการอนุรักษ์ เฝ้าระวัง และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล ให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ต่างๆ เช่น เกษตรกรรม อุปโภค และบริโภค เป็นต้น ตามวั ตถุประสงค์ของการติดตาม สำหรับพื้นที่โครงการมีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อการเพาะปลูก เช่น ข้าว และเกษตรกรรมอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 86.43 ของพื้นที่ทั้งหมด (801.81 ตารางกิโลเมตร จากพื้นที่ทั้งหมด 927.7 ตารางกิโลเมตร) ซึ่งส่วนใหญ่ใช้น้ำบาดาลเพื่อการเพาะปลูก และมีก ารสูบน้ำบาดาลเพื่อการประปา ดังนั้น การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่โครงการสามารถตรวจสอบได้ 2 ประเภท คือ 1) การติดตามตรวจสอบเบื้องต้น คือ การติดตามตรวจสอบ โดยการสังเกต หรือการใช้เครื่องมือภาคสนาม2) การติดตามตรวจสอบเชิง รายละเอียด คือ การติดตามตรวจ สอบโดยการเก็บตัวอย่างส่งวิเคราะห์มลสารในห้องปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียดดังนี้

(1) การติดตามตรวจสอบเบื้องต้น

เป็น การตรวจสอบน้ำบาดาลอย่างง่าย โดยการใช้เครื่องมือตรวจวัดในสนาม ซึ่งเป็นวิธีตรวจสอบค่าพารามิเตอร์ทางกายภาพ และเคมีบางพารามิเตอร์ เช่น อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด- ด่าง (pH) ค่าการนำไฟฟ้า (Ec) เป็นต้น ซึ่งการใช้งานเครื่องมือสนามประเภทเหล่านี้เพียงแค่นำหัววัดของเครื่ องมือลงไปในตัวอย่างน้ำที่ต้องการตรวจวัด เครื่องจะแสดงค่าที่ตรวจวัดได้บริเวณหน้าจอ ดังแสดงเครื่องมือใน**ตารางที่ 7.3.1-1** ซึ่งประชาชนในชุมชนสามารถตรวจสอบเบื้องต้นได้ อีกทั้งมีราคาที่ไม่สูงมากนัก

ค่าที่ได้ จากการตรวจสอบเบื้องต้น ดังกล่าวสามารถนำไปเปรียบเทียบกับเ กณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลของกรมควบคุมมลพิษได้ ซึ่งการตรวจสอบนี้ควร ดำเนิน การ ทุกๆ 3 เดือน ใน บ่อสังเกต การณ์ ทุกบ่อ โดยประชาชนในพื้นที่สามารถทำได้เอง ซึ่งอาจจะจัดตั้ งเป็นกลุ่มกรรมการของชุมชนเพื่อ ตรวจสอบและเฝ้าระวังคุณภาพน้ำบาดาลในพื้นที่ และหาก ตรวจ พบว่าน้ำบาดาล ที่ตรวจวัด มีค่าเกินมาตรฐาน ให้แจ้งหน่วยงานราชการที่ดูแลและรับผิดชอบในพื้นที่ เช่น องค์การบริหารส่วนตำบล สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด และสำนักทรัพยากรน้ำบาดาล เขต 7 (กำแพงเพชร) เป็นต้น ให้ทำการเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์หามลสาร ในห้องปฏิบัติกา รให้ได้ค่าที่ถูกต้องเพื่อคลายความกังวลและคุณภาพชีวิตของประชาชนในชุมชนต่อไป

ตารางที่ 7.3.1-1 เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพน้ำในภาคสนาม

พารามิเตอร์ที่ตรวจวัด	เครื่องมือ	ตัวอย่างเครื่องมือ
ความเป็นกรด- ด่าง และอุณหภูมิ	เครื่องวัดอุณหภูมิ และค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ (pH and Temperature meter)	
การนำไฟฟ้า (Conductivity) และ ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Total Dissolved Solids: TDS)	เครื่องวัดการนำไฟฟ้าและของแข็งที่ละลายได้	
ความเป็นกรด- ด่าง /การนำไฟฟ้า /ของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด/ความเค็ม/อุณหภูมิ	พีเอช/คอนดักติวิตี้/ทีดีเอส/ซอลท์/เท็ม มิเตอร์ (pH/Conductivity/TDS/Salt/Temp Meter	

(2) การติดตามตรวจสอบเชิงรายละเอียด

เป็นการตรวจวิเคราะห์ปริมาณมลสารในน้ำบาดาลด้วยเครื่องมือที่แม่นยำมากขึ้น หรือการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารทางเคมี โดยการเก็บตัวอย่างน้ำบาดาล และรักษาสภาพตามวิธีการที่เหมาะสมเพื่อส่งวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการต่อไป สำหรับแต่ละพารามิเตอร์ สำหรับวิธีนี้เป็นวิธีที่มีค่าใช้จ่าย ในการเก็บตัวอย่าง และวิเคราะห์ตัวอย่าง จึงควรเป็นหน้าที่ของหน่วยงานราชการในพื้นที่ หรือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงาน ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด กรมควบคุมมลพิษ เป็นต้น โดยสามารถส่งตัวอย่างน้ำไปวิเคราะห์ตามหน่วยงานราชการ สถาบันการศึกษา และบริษัทเอกชนที่รับตรวจวิเคราะห์ เช่น มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยา ลัยนเรศวร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นต้น

สำหรับแนวทางการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินของพื้นที่โครงการ ในการติดตามตรวจสอบเชิงลึก จะวางแนวทางการเฝ้าระวังเป็น 3 ระดับ คือ 1) ตามฤดูกาล 2) รายเดือน 3) รายปีกษ์ เนื่องจากพื้นที่โครงการเป็นพื้นที่ ที่มีพื้นที่ประทานบัตรเหมืองแร่ทองคำชาตรี และในพื้นที่ศึกษาประชาชนมีการใช้ทรัพยากรน้ำใต้ดินเป็นส่วนใหญ่ การวางแนวทางการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินจึงเน้นที่คุณภาพชีวิตของชุมชน โดยใช้มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการบริโภคและเกณฑ์อนามัยโลก

มากำหนดค่าการปนเปื้อน สำหรับการเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำจากบ่อสังเกตการณ์ โดยกำหนดจากข้อมูลการวิเคราะห์ตัวอย่างของโครงการ และลักษณะการเคลื่อนที่ของมลสาร ดังนี้

1) การติดตามตรวจสอบบ่อสังเกตการณ์หลัก

การติดตามตรวจสอบเบื้องต้น เป็นการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ บาดาลบริเวณพื้นที่เสี่ยง โดยกำหนดให้มีบ่อสังเกตการณ์หลัก จำนวน 7 บ่อ ดัง**ตารางที่ 7.3.1-2** ทำการเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล หากพบการปนเปื้อนของมลสารไม่เกินเกณฑ์กำหนด แต่ถ้าพบการปนเปื้อนของมลสารเกินเกณฑ์กำหนด จะต้องเพิ่มเติมจำนวนบ่อสังเกตการณ์โดยรอบบ่อสังเกตการณ์หลัก ดั งตารางที่ 7.3.1-2 เพื่อตรวจสอบการกระจายตัวของมลสารที่สนใจต่อไป

ตารางที่ 7.3.1-2 หมายเลขบ่อสังเกตการณ์หลัก และบ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติม

บ่อสังเกตการณ์หลัก	บ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติม
GWDP-02	GWS-16-1, GWS-18, GWS-28 และ GWS-33
GWS-20	GWDP-10, GWS-18, GWS-33
GWS-25	GWDP-10, GWS-12 และ GWS-37
GWDP-01	GWDP-12, GWS-28 และ GWS-37
GWS-30	GWDP-12, GWS-36 และ GWS-37
A-5	GWS-32, GWS-33 และ GWS-36
A-3	GWDP-07, GWS-32 และ GWS-36

2) การติดตามตรวจสอบบ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติม

การติดตามตรวจสอบบ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติม เป็นการติดตามการแพร่กระจายการปนเปื้อนของมลสารในแหล่งน้ำ บาดาล โดยกำหนดให้มีบ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติม จำนวน 11 บ่อ ดัง**ตารางที่ 7.3.1-3** ทำการเก็บตัวอย่างเดือนละ 1 ครั้ง หากพบการปนเปื้อนของมลสารเกินเกณฑ์กำหนดต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 4 เดือน จะทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำ บาดาลจากบ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติมพิเศษ ดัง**ตารางที่ 7.3.1-3** เพื่อตรวจสอบการกระจายตัวของมลสารที่สนใจต่อไป

3) การติดตามตรวจสอบบ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติมพิเศษ

การติดตามตรวจสอบเพิ่มเติมพิเศษ เป็นการติดตามตรวจคุณภาพน้ำ บาดาล ที่มีความเข้มข้นมากยิ่งขึ้น ในกรณีที่มีการปนเปื้อนของมลสารในแหล่งน้ำบาดาลเป็นระยะเวลานาน 4 เดือน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพชีวิตของชุมชน จึงทำการติดตามตรวจสอบบ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติมพิเศษ

ตารางที่ 7.3.1-3 หมายเลขบ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติม และหมายเลขบ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติมพิเศษ

บ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติม	บ่อสังเกตการณ์เพิ่มเติมพิเศษ
GWDP-07	GWS-27, GWS-32 และ GWS-35-1
GWDP-10	GWS-33, GWS-34 และ GWS-37
GWDP-12	GWDP-04, GWDP-09 และ GWS-39
GWS-16-1	A-3, GWS-18, GWS-23 และ GWS-30
GWS-18	GWS-33, GWS-34 และ GWS-37
GWS-19	GWDP-07, GWS-32 และ GWS-33
GWS-28	GWS-29, GWS-34 และ GWS-37
GWS-32	GWDP-06, GWS-36 และ GWS-40
GWS-33	GWDP-12, GWS-34 และ GWS-37
GWS-36	GWDP-04, GWDP-12 และ GWS-37
GWS-37	GWDP-09, GWS-34 และ GWS-39

7.3.2 มลสารที่ต้องตรวจสอบ

การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี จะคำนึงถึงกิจกรรมของพื้นที่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของโลหะหนัก จำนวน 9 ชนิด ด้วยกัน คือ สารหนู (Arsenic) แคดเมียม (Cadmium) โครเมียม (Chromium) ตะกั่ว (Lead) แมงกานีส (Manganese) ซีลีเนียม (Selenium) ปรอท (Mercury) นิกเกิล (Nickel) และไซยาไนด์ (Cyanide and compounds) ซึ่งโลหะหนักและสารประกอบเหล่านี้ เป็นผลลัพธ์โดยตรงจากการทำเหมืองแร่ทองคำที่สามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้ โดยโลหะหนักทั้งหมดมีปริมาณมากขึ้นจากการเปิดหน้าเหมือง โดยทำให้หินต่าง ๆ มีพื้นที่ผิวมากขึ้น ก่อให้เกิดการชะล้างที่มากขึ้น สามารถทำให้มลสารเหล่านี้แพร่กระจายสู่หน่วยสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้ดีขึ้น ส่วนสารประกอบไซยาไนด์นั้น เป็นสารเคมีหลักในกระบวนการแต่งแร่ ที่จะทำการแยกทองและเงินออกจากหินได้ ซึ่งไซยาไนด์นี้หากมีความเข้มข้นที่สูงในระดับหนึ่งจะเป็นพิษต่อผู้ที่ได้รับ

7.3.3 ความถี่ในการเก็บตัวอย่างน้ำ

พื้นที่บริเวณรอยต่อ 3 จังหวัด ได้รับอิทธิพลจากมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีปริมาณฝน และอัตราการระเหยของน้ำแตกต่างไปตามฤดูกาล ดังนั้น การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อวิเคราะห์คุ ณภาพทางเคมีและเพื่อติดตามคุณภาพน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงแปลงประทานบัตรเหมืองแร่ทองคำชาตรีเหนือ มีความถี่ในการเก็บตัวอย่างตามฤดูกาล (ปีละ 4 ครั้ง) คือ ฤดูร้อน (เมษายน) ต้นฤดูฝน (มิถุนายน) ปลายฤดูฝน (ตุลาคม) และฤดูหนาว (มกราคม) หากผลวิเคราะห์การปนเปื้อนของมลสารมีค่าเกินมาตรฐานน้ำบาดาลเกณฑ์กำหนดระดับเตือนภัย ดัง **ตารางที่ 7.3.3-1** การติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาลจะมีความถี่มากขึ้น โดยมีรายละเอียด ดัง**ตารางที่ 7.3.3-2**

ตารางที่ 7.3.3-1 ค่ากำหนดความเข้มข้นที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำใต้ดิน

มลสาร	มาตรฐานน้ำบาดาลเพื่อการบริโภค เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (มก./ล.) [1/]	มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม องค์การอนามัยโลก (2006) (มก./ล.)	เกณฑ์กำหนดระดับเตือนภัย (มก./ล.)
สารหนู	0.05	0.01	< 0.01
แคดเมียม	0.01	0.003	< 0.003
โครเมียม	0.1	< 0.05	< 0.05
ทองแดง	1.5	2.0	< 1.5
เหล็ก	1.0	< 0.3	< 0.3
แมงกานีส	0.5	0.4	< 0.4
ตะกั่ว	0.1	0.01	< 0.01
ซีลีเนียม	0.01	< 0.01	< 0.01
เงิน	0.1	< 0.05	< 0.05
สังกะสี	15	3	< 3.0
ไซยาไนด์	0.1	0.07	< 0.07
ไนเตรท	45	50	< 45
ซัลเฟต	250	250	< 250

ตารางที่ 7.3.3-2 ความถี่ในการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน

การติดตามตรวจสอบ	ความถี่	ช่วงเวลา	Limit	การฟื้นฟู
1. ตามฤดูกาล	ฤดูกาลละ 1 ครั้ง (ปีละ 4 ครั้ง)	หลังเหมืองปิดกิจการ 2 ปี	ค่าเกินมาตรฐานน้ำบาดาล หรือเกินเกณฑ์กำหนดระดับเตือนภัย (ใน**ตารางที่ 6-1**)	ไม่ต้องดำเนินการฟื้นฟู
2. การติดตามตรวจสอบเพิ่มเติม (กรณี ข้อ 1. เกินเกณฑ์กำหนดระดับเตือนภัย)	ทุกเดือน	จนกว่าความเข้มข้นจะลดลงต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดระดับเตือนภัย	-	ดำเนินการฟื้นฟูหากเกินเกณฑ์กำหนดระดับเตือนภัย เป็นระยะเวลา 4 เดือน
3. การติดตามตรวจสอบเพิ่มเติมพิเศษ (กรณี ข้อ 1. และข้อ 2. เกินเกณฑ์กำหนดระดับเตือนภัย)	ทุก 15 วัน	จนกว่าความเข้มข้นจะลดลงต่ำกว่าเกณฑ์กำหนดระดับเตือนภัย	-	ดำเนินการฟื้นฟูทันทีหากเกินเกณฑ์กำหนดระดับเตือนภัย

7.4 แนวทางการฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาลที่ปนเปื้อน

การฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาลที่ปนเปื้อนต้องทราบปัญหาการปนเปื้อนที่เกิดขึ้น คือ แหล่งที่มา ชนิดของสารที่ปนเปื้อน ขอบเขตหรือพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน เพื่อกำหนดแนวทางการฟื้นฟู โดยต้องอาศัยข้อมูลเบื้องต้น เช่น ผลการติดตามตรวจสอบลักษณะการดำเนินการด้านสิ่งแวดล้อ มบริเวณบ่อสังเกตการณ์ ประกอบกับลักษณะสมบัติของมลสารที่สามารถแพร่กระจายออกมาจากแหล่งกำเนิด แล้วนำมาวางแผนการตรวจสอบพื้นที่ในรายละเอียด

การติดตามตรวจสอบการปนเปื้อนของมลสารในแหล่งน้ำ บาดาลในพื้นที่ศึกษา โดยการติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมทั้งในดิน น้ำผิวดิน และน้ำ บาดาล ร่วมกับข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์จากรายงานคุณภาพสิ่งแวดล้อม แผนที่ศักยภาพการเคลื่อนที่ของมลสารในแหล่งน้ำ บาดาล (DRASTIC MAP) การศึกษาลักษณะการแพร่กระจายของมลสารในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการเคลื่อนย้ายมวลสาร และการแพร่กระจายของม วลสารในแหล่งน้ำบาดาล และการวางแผนการติดตามตรวจสอบคุณภาพสิ่งแวดล้อม โดยใช้บ่อสังเกตการณ์ของโครงการในการเฝ้าสังเกตการณ์ต่อไป มี 3 ระดับ คือ

(1) ผลของการเฝ้าสังเกตการณ์ไม่พบว่า มลสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม เช่น บ่อสังเกตการณ์ที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิด โดยการเฝ้าสังเกตการณ์ในทุกฤดูกาล (ปีละ 4 ครั้ง)

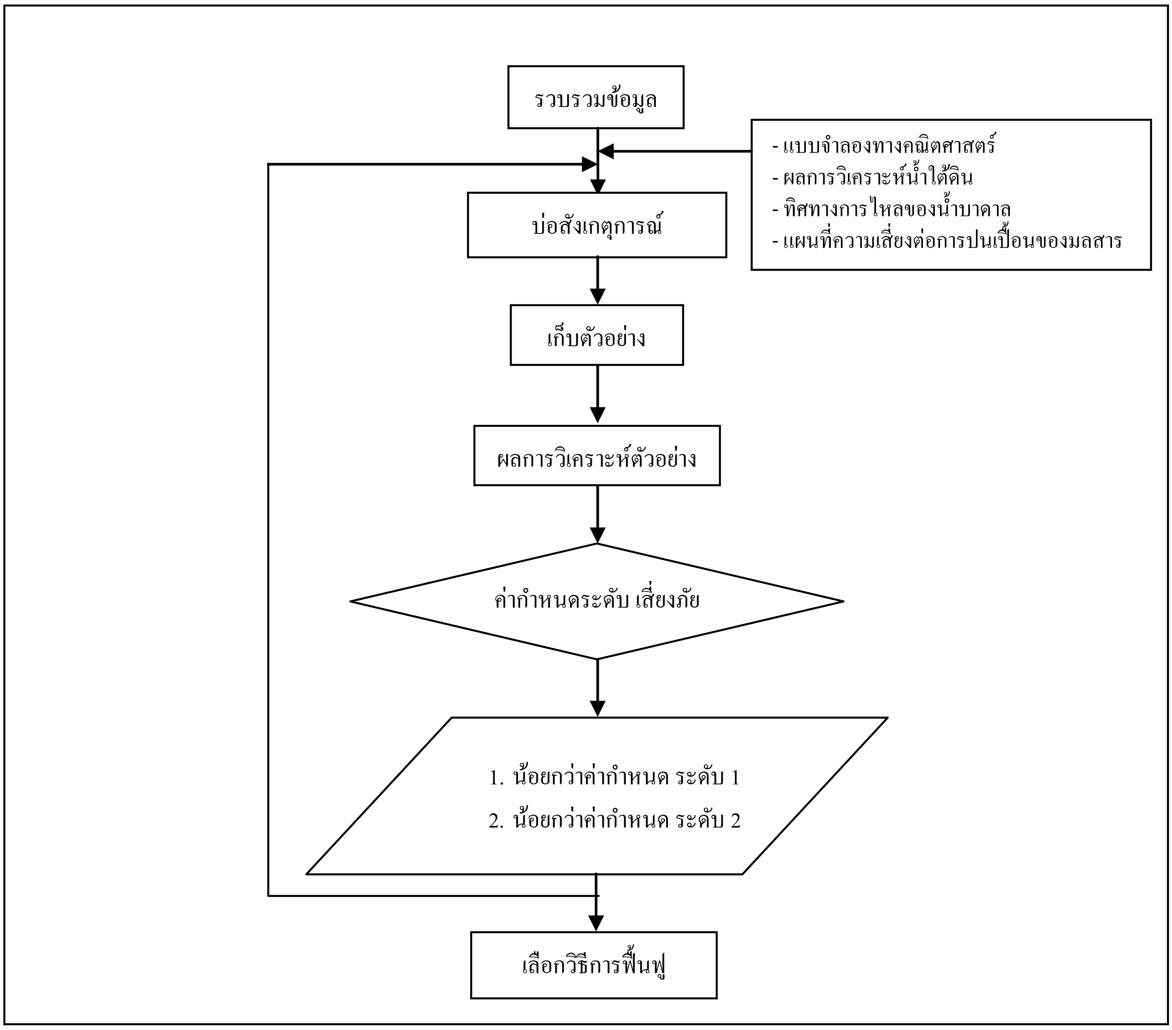
(2) ผลของการเฝ้าสังเกตการณ์แสดงให้เห็นว่า มลสารมีแนวโน้มที่สามารถปนเปื้อนจากแหล่งกำเนิด โดยตรวจพบมลสารในบ่อสังเกตการณ์บางบ่อ โดยการเฝ้าสังเกตการณ์ในทุกเดือน (ปีละ 12 ครั้ง) ซึ่งในขั้นตอนนี้ต้องดำเนินการฟื้นฟูเพื่อให้มลส ารดังกล่าวลดลงให้ต่ำกว่าค่ากำหนดหรือไม่มีเลย

(3) ผลของการเฝ้าสังเกตการณ์แสดงให้เห็นว่า มลสารมีการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมแล้วอย่างชัดเจน เนื่องจากผลของการติดตามเฝ้าระวังให้ค่าในระดับที่เกินมาตรฐาน และตรวจพบมลสารในบ่อสังเกตการณ์หลายแห่ง โดยการเฝ้าสังเกตการณ์ทุ ก 15 วัน และต้องดำเนินการฟื้นฟูเพื่อให้มลสารดังกล่าวลดลงให้ต่ำกว่าค่ามาตรฐานสิ่งแวดล้อม หรือ ไม่มีเลย

นอกจากนี้จะพิจารณาระดับของมลสารที่ตรวจวัดได้และทิศทางการแพร่กระจายของมลสารที่ต้องการบำบัดหรือกำจัดออกจากดินและน้ำที่ได้รับการปนเปื้อนแล้ว โดยต้องคำนึงถึ งลักษณะความเป็นอันตรายของมลสารที่มีโอกาสรั่วไหลจากแหล่งกำเนิด เนื่องจากระยะเวลาความคง สภาพของมลสารในระบบนิเวศที่เกิดการปนเปื้อนก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะกำหนดให้ผู้รับมลสารมีระดับอันตรายแตกต่างกันขึ้นกับผู้รับเป็น คน สัตว์ หรือพืช และความสามารถในการยอมมีได้ของผู้รับ

ขั้นตอนก่อนการตัดสินใจให้มีการฟื้นฟูจนกระทั่งดำเนินการฟื้นฟู นอกจากต้องอาศัยความรู้หลายๆ ด้านแล้ว การมีส่วนร่วมของประชาชน กฎหมายสิ่งแวดล้อม และกฎหมายอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กฎหมายน้ำบาดาล จะต้องรวมอยู่ในกระบวนการทั้งสิ้น โดยมีแผนผังขั้นตอนก่อนกา รฟื้นฟู และการ

ฟื้นฟูพื้นที่ที่มีการปนเปื้อนมลสารในระดับต่างๆ ดังแสดงใน **รูปที่ 7.4-1** จะเห็นได้ว่าต้องมีการศึกษาในรายละเอียดของแต่ละพื้นที่ เนื่องจากคุณสมบัติเฉพาะความเป็นพิษ และการคงอยู่ในระบบนิเวศของมลสารแต่ละชนิดแตกต่างกัน ดังนั้น การคัดเลือกวิธีที่จะนำมาใช้ในการฟื้นฟูจึงมีความแตกต่างกันแต่ละพื้นที่ที่ได้รับการปนเปื้อนของมลสาร



รูปที่ 7.4-1 แนวทางการฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล

7.4.1 การบำบัดและฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล

การบำบัดและฟื้นฟูทรัพยากรทรัพยากรน้ำบาดาล แบ่งเป็น 2 ทาง คือ การบำบัดโดยวิธีทางกายภาพ/เคมี และการบำบัดโดยวิธีทางชีวภาพ แบบ *In situ* Technology

(1) การบำบัดโดยวิธีทางกายภาพ/เคมี

การบำบัดน้ำใต้ดินปนเปื้อน สามารถใช้วิธีการทางกายภาพ /เคมี ได้ในหลายเทคนิค โดยในบางวิธีการจะสามารถใช้ได้ทั้งกรณีดินและน้ำ บาดาล ที่ปนเปื้อน ได้แก่ กระบวนการเคมิคัลออกซิเดชั่น (Chemical Oxidation) ทั้งนี้เทคนิคที่จะนำเสนอมีทั้งสิ้น 5 วิธีการ ดังนี้

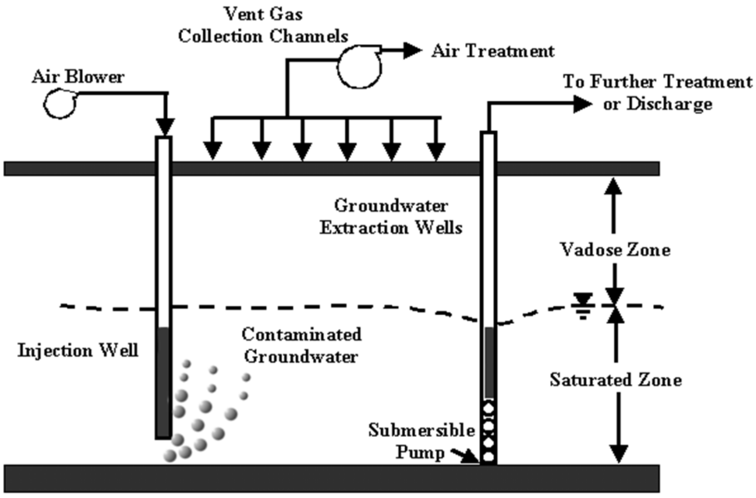
1) การอัดอากาศ (Air Sparging) เป็นกระบวนการอัดอากาศจนอิ่มตัว และกำจัดมลพิษผ่านการระเหยออกจากน้ำบาดาล อากาศที่ถูกอัดจะเคลื่อนที่ทั้งแนวราบและแนวดิ่ง ผ่านเข้าสู่ช่องว่างในดินลงสู่ชั้น หินอุ้มน้ำ และก่อให้เกิดกระบวนการเพิ่มการถ่ายเทมวลสาร (Stripper) ในชั้นน้ำบาดาล ซึ่งส่วนใหญ่จะอยู่ในกลุ่มสารประกอบอินทรีย์ระเหย (Volatile organic compounds, VOCs) และจะถูกกำจัดผ่านกระบวนการระเหยเป็นไอ (Volatilization) และอากาศจะพาไอระเหยเหล่านี้ ขึ้นสู่ชั้นไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Unsaturated zone) ซึ่งโดยทั่วไปจะมีระบบ Vapor extraction ติดตั้งควบคู่กับระบบ Air sparging เพื่อจะกำจัดไอระเหยของมลพิษที่เกิดขึ้น และออกซิเจนจากอากาศที่อัดลงไปนอกจากเพื่อเพิ่มอัตราการระเหยของ VOCs แล้ว ยังเป็นตัวช่วยเสริมกระบวนการย่อยสลายมลพิษโดยจุลินทรีย์ได้อีกด้วย โดยปกติการบำบัดและฟื้นฟูน้ำบาดาลที่ปนเปื้อนด้วยวิธี Air sparging อาจต้องใช้ระยะเวลานานมากกว่า 2-3 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณการปนเปื้อนซึ่งสามารถแสดงผังการบำบัดน้ำใต้ดินปนเปื้อนโดยวิธีการใช้ Air sparging ได้ดัง**รูปที่ 7.4.1-1** สำหรับวิธี Vapor extraction นั้น ทำในดิน คือ Soil Vapor extraction เป็นการลดความเข้มข้นของมลสารในดิน โดยอาศัยหลักการการระเหยของสารปนเปื้อน ในสภาวะแวดล้อมที่เหมาะสม แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

- **Vacuum extraction and air stripping**

วิธีการนี้ เป็นที่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ และเป็นวิธีการทั่วไปที่ใช้ในการควบคุมการแพร่กระจายของสารระเหยที่ปนเปื้อนจากแหล่งของเสียอันตราย โดยเติมอากาศลงไปในดินที่มีการปนเปื้อน และใช้เครื่องสูญญากาศสกัดอากาศที่มีการปนเปื้อนนั้นออก การไหลของอากาศจะขึ้นอยู่กับเครื่องมือที่ใช้ และคุณสมบัติของดิน โดยเฉพาะความพรุนของดิน

- **Steam stripping**

ใช้หลักการเดียวกับ Vacuum extraction and air stripping การฉีดไอน้ำร้อนลงไปในดินใต้บริเวณที่มีการปนเปื้อน และใช้เครื่องสูญญากาศช่วยบริเวณผิวดิน วิธีการนี้จะได้ผลดีกับมลสารในกลุ่ม Allenes และ Alkane-based Alcohols เช่น Actanal และ Butanal

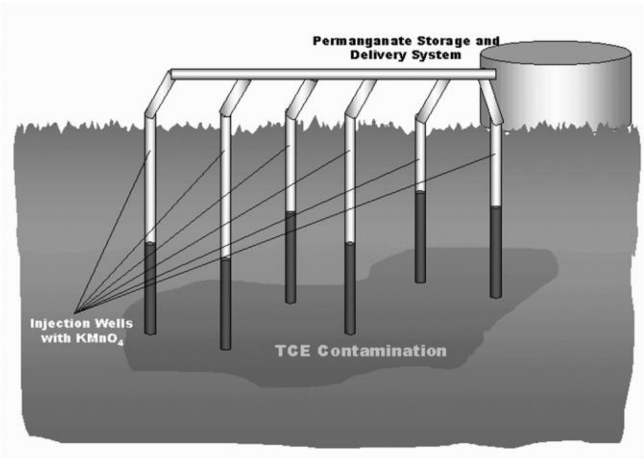


ที่มา: http://www.frtr.gov/matrix2/section4/D01-4-31a.html

รูปที่ 7.4.1-1 ผังแสดงการบำบัดน้ำใต้ดินปนเปื้อนโดยกระบวนการอัดอากาศ

2) กระบวนการเคมิคัลออกซิเดชั่น (Chemical oxidation) วิธีการนี้ เป็นการแปรสภาพสารพิษให้มีความเป็นพิษลดลง และมีการเคลื่อนที่ลดลงหรือมีความเสถียรมากยิ่งขึ้น โดยจะใช้ได้ดีกับสารพิษประเภทสารประกอบอินทรีย์ ได้แก่ Trichloroethylene (TCE) หรือสารประกอบอะโรมาติกส์ เช่น เบนซีน เป็นต้น ในกระบวนการนี้ต้องมีการอัดฉีดสารออกซิแดนซ์ เข้าสู่พื้นที่ปนเปื้อน เพื่อให้เกิดปฏิกิริยา โดยออกซิแดนซ์ที่ใช้กันทั่วไป ได้แก่ โอโซน เปอร์ออกไซด์ และเปอร์แมงกาเนต กรณีการเติมโอโซนจะต้องมีชุดเตรียมโอโซนในพื้นที่และอัดลงดิน โอโซนจะออกซิไดซ์มลพิษผ่านกระบวนการเกิดเป็น Hydroxyl Radical และเช่นเดียวกับเปอร์ ออกไซด์ โอโซนจะมีประสิทธิภาพในสภาวะที่พีเอชเป็นกรด สำหรับเปอร์ออกไซด์ สารที่ใช้ทั่วไป คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ในสภาวะที่มีเฟอรัสไอออน (Fe^{2+}) ซึ่งจะทำให้เกิดสารเฟนตันโดยจะเกิดปฏิกิริยา Hydroxyl radical และเกิดการออกซิไดซ์สารมลพิษเช่นเดียวกับกรณีของโอโซน

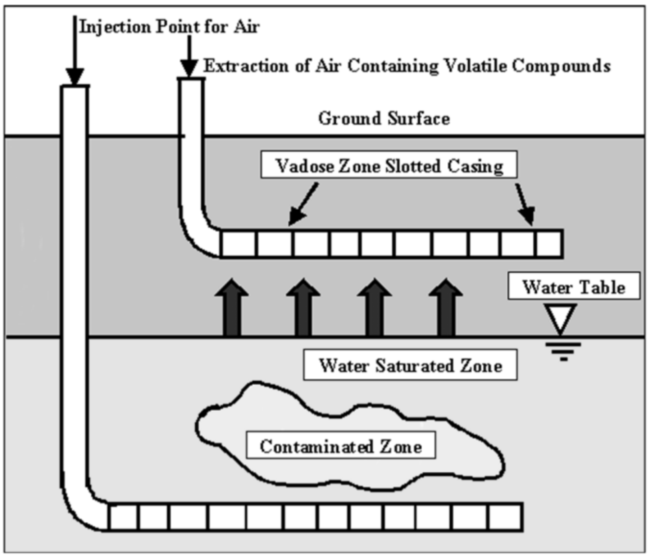
สำหรับเปอร์แมงกาเนต ซึ่งโดยทั่วไปสารที่ใช้ คือ $KMnO_4$ เนื่องจาก แมงกานีสเป็นธาตุที่เกิดปฏิกิริยาตกตะกอนได้หลายรูปแบบ การออกซิไดซ์โดย $KMnO_4$ จะช้ากว่าสารออกซิแดนซ์สองตัวแรก แต่ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นได้ในช่วงของ ค่าความเป็นกรด- ด่างของดินที่กว้างกว่า คือ ระหว่างค่าความเป็นกรด- ด่าง 3.5 ถึง 12 ดัง**รูปที่ 7.4.1-2** แสดงผังการบำบัด TCE โดยใช้ $KMnO_4$ เป็นตัวออกซิแดนซ์



ที่มา: http://www.frtr.gov/matrix2/section1/list-of-fig.html

รูปที่ 7.4.1-2 ผังแสดงตัวอย่างการบำบัดดินปนเปื้อนสาร TCE โดยใช้ $KMnO_4$ เป็นตัวออกซิแดนซ์

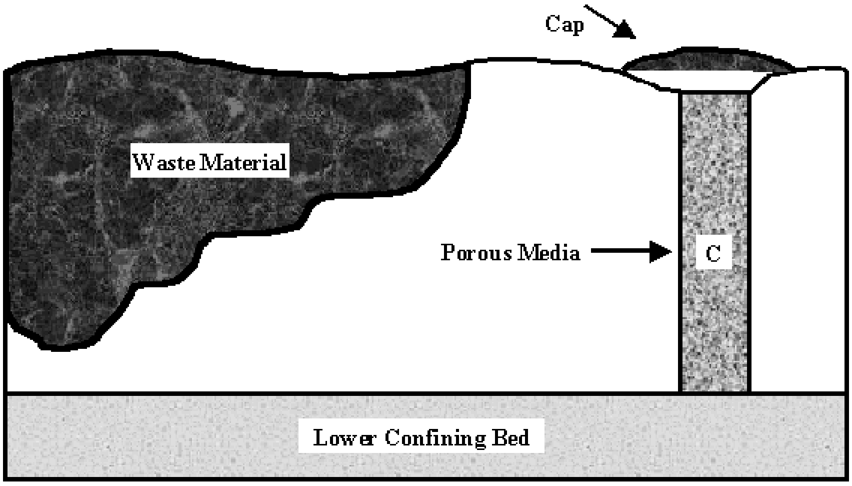
3) การขุดเจาะบ่อแนวราบ (Directional or Horizontal Well) เป็นการขุดเจาะบ่อเพื่อให้ถึงตำแหน่งของชั้นดินที่ปนเปื้อน และเป็นการบำบัดในพื้นที่ที่ไม่สามารถเข้าถึงหรือใช้การขุดเจาะบ่อแนวดิ่งทั่วไปได้ อย่างไรก็ตามการเจาะบ่อแนวราบในลักษณะเช่นนี้ เป็นวิธีการที่จะต้องดำเนินการควบคู่กับเทคนิคอื่น ได้แก่ Bioventing, Soil vapor extraction, การชะดิน หรือ Air stripping โดยรายละเอียดและรูปแบบของการขุดเจาะบ่อแนวราบมีลักษณะ ดัง**รูปที่ 7.4.1-3**



ที่มา: http://www.frtr.gov/matrix2/section4/D01-4-36.gif

รูปที่ 7.4.1-3 ผังแสดงการบำบัดน้ำใต้ดินปนเปื้อนโดยการขุดเจาะบ่อแนวราบ

4) กำแพงดักมลพิษ (Passive/Reactive walls) เป็นวิธีการสร้างตัวกั้นหรือกำแพง เพื่อดักจับมลพิษในชั้นน้ำบาดาลที่ปนเปื้อน เพื่อจำกัดพื้นที่การแพร่กระจายของมลพิษ โดยกำแพงดักมลพิษนี้จะติดตั้งขวางทิศทางการไหลของ Plume โดยกำแพงจะมีความพรุนให้น้ำผ่านได้ แต่ในขณะเดียวกันมลพิษจะถูกดักจับไว้ (**รูปที่ 7.4.1-4**) ทั้งนี้กำแพงดักมลพิษอาจทำมาจากโลหะประเภท Zero valent, Chelators, ตัวดูดซับ ซึ่งขึ้นอยู่กับประเภทของมลพิษที่ต้องการบำบัด โดยหลังจากมลพิษถูกดักจับไว้ที่กั้นแล้ว มลพิษดังกล่าวอาจติดอยู่และไม่เคลื่อนที่ไปต่อในลักษณะเดิมหรือถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ในดิน ดังนั้นกำแพงดักมลพิษนี้จึงทำหน้าที่หน่วงหรือป้องกันการแพร่กระจายมลพิษ โดยอาจเป็นที่กักเก็บมลพิษเพื่อให้ถูกย่อยสลายหรือมีกระบวนการอื่นเพื่อมาดำเนินการในขั้นตอนต่อไป



ที่มา: http://www.frtr.gov/matrix2/section4/D01-4-41.gif

รูปที่ 7.4.1-4 ตัวอย่างผังแสดงระบบบำบัดน้ำใต้ดินปนเปื้อนกำแพงดักมลพิษ

(5) การย่อยสลายด้วยแสง (Photolysis or Photodegradation)

การย่อยสลายตัวด้วยพลังงานแสงเป็นหนึ่งในกระบวนการ Natural atfenvation โดยการส่องสว่างของดวงอาทิตย์ (Solar radiation) จะทำให้เกิด กระบวนการทำปฏิกิริยาของแสง (Photoreaction process) จากความยาวคลื่นต่างๆ ของรังสีอัลตร้าไวโอเลต (UV) ที่มีพลังงานเพียงพอ จะทำให้ พันธะเคมี แตกออก กล่าวคือ พลังงานแสงจะทำให้ อิเลคตรอน (e^-) ในโมเลกุลของอินทรียสารเคลื่อนที่หลุดออกไป โดยมี ตัวรับ และส่ง อิเลคตรอน เป็นทอดๆ รังสี UV สามารถลดมลสารในสิ่งแวดล้อมได้ เช่น การกำจัดคลอรีนใน PCBs กำจัด TCDD และ Kepone เป็นต้น สำหรับการใช้วิธีการนี้ต้องคำนึงถึงปฏิกิริยาของแสง และการเปลี่ยนรูปของสารเคมีนั้นๆ ด้วย วิธีการนี้รวมถึงการใช้แสงอาทิตย์ในขบวนการ Photoreaction ทั้งขบวนการ Photolysis และ Sensitized photooxidation สามารถเกิดขึ้นได้ในสภาพแวดล้อมทั่วไป ซึ่งอัตราการเกิดการสลายตัวด้วยแสงขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างของมลสารที่เป็นสารอินทรีย์

(2) การบำบัดโดยวิธีทางชีวภาพ

เทคโนโลยีการฟื้นฟูทางชีวภาพเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นเทคโนโลยี ที่ใช้กระบวนการย่อยสลายทางธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต ได้แก่ จุลินทรีย์ พืช หรือวัสดุชีวภาพในการบำบัดสารปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม และด้วยความที่เป็นเทคโนโลยีที่ เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ใช้งบประมาณในการดำเนินการน้อย ทำให้เป็นที่ยอมรับของสาธารณชน

สำหรับการบำบัด /ฟื้นฟู แบบ *Ex situ* technology เนื่องจากการบำบัดในบ่อบาดาลเป็นการบำบัดที่ต้องใช้เวลา และมีการดำเนินงานหลายขั้นตอน การบำบัดแบบนี้ จึงเหมาะสำหรับการต้องการใช้น้ำบาดาลประจำวันแบบชั่วคราว ซึ่งทำร่วมกับการบำบัดแบบ *In situ* technology ควบคู่กัน โดยมีวิธีทางเลือก ดังนี้

1) Bioaugmentation เป็นเทคโนโลยีการฟื้นฟูที่มีการเติมจุลินทรีย์ลงไปในตัวกลางที่มีการปนเปื้อนสารเคมี เช่น ดิน น้ำ หรือดินตะกอน จุลินทรีย์ที่เติมลงไปอาจเป็นจุลินทรีย์สายพันธุ์ที่มีในพื้นที่นั้น (Indigenous) หรืออาจเป็นจุลินทรีย์สายพันธุ์ต่างถิ่น (Exogenous) ก็ได้ โดยจุลินทรีย์ที่เติมลงไปมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการย่อยสลายสารปนเปื้อนในพื้นที่นั้น

2) Bioventing เป็นเทคโนโลยีที่ดำเนินการในพื้นที่ (*In situ*) โดยการเติมอากาศและ / หรือสารอาหา รลงไปในระบบ ซึ่งการเติมอากาศของ Bioventing จะเป็นการเติมในอัตราที่ช้าไม่มีการเพิ่มแรงดัน เพื่อเป็นการกระตุ้นการเจริญเติบโตและกระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ในพื้นที่ (Indigenous microorganisms) และป้องกันการระเหย (Volatilization) ของสารปนเปื้อนที่ต้องการกำจัดออกสู่บรรยากาศ

3) Biosparging เป็นการเติมอากาศเข้าสู่ระบบภายใต้สภาวะที่มีแรงดันเพื่อเพิ่มปริมาณออกซิเจนในชั้นน้ำใต้ดิน (Saturated zone) ซึ่งจะส่งผลให้อัตราการย่อยสลายทางชีวภาพเพิ่มขึ้น

4) Landfarming ดินที่ปนเปื้อนที่ถูกขุดขึ้นมาจะถูกนำมาแผ่ลงบนพื้นที่ที่เตรียมไว้และมีการกลับกองดินเป็นระยะๆ เพื่อเพิ่มออกซิเจนให้กับระบบ ส่งผลให้อัตราการย่อยสลายเพิ่มขึ้น

5) Composting เป็นเทคโนโลยีที่ใช้บำบัดสารปนเปื้อนในดิน โดยนำดินที่ปนเปื้อนผสมกับอินทรีย์วัตถุในอัตราส่วนที่เหมาะสม เช่น มูลสัตว์ ของเหลือทิ้งจากกระบวนการทางการเกษตร เป็นต้น วัตถุอินทรีย์ที่เติมลงไปจะช่วยกระตุ้นการเจริญเติบโตของประชากรจุลินทรีย์ ทำให้อุณหภูมิของระบบสูงขึ้น ซึ่งจะเป็นปัจจัยกระตุ้นให้อัตราการย่อยสลายเพิ่มขึ้นด้วย

เทคโนโลยีการฟื้นฟูดังกล่าวข้างต้น เป็นเทคโนโลยีที่ใช้กระบวนการย่อยสลายของจุลินทรีย์ ซึ่งอาจเกิดขึ้นในสภาวะที่มีออกซิเจน หรือไม่มีออกซิเจนก็ได้ ดังนั้น ปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อการเจริญเติบโต หรือมีผลต่อเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ ย่อมส่งผลต่อประสิทธิภาพของเทคโน โลยีการฟื้นฟูนั้นด้วย

ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อประสิทธิภาพของเทคโนโลยีการฟื้นฟูทางชีวภาพ ได้แก่

- **จุลินทรีย์ และ คุณสมบัติของจุลินทรีย์** เช่น อัตราการเจริญเติบโต การกลายพันธุ์ การผลิตเอนไซม์ที่ใช้ในกระบวนการย่อยสลาย ปริมาณจุลินทรีย์ในพื้นที่ จะส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของการย่อยสลาย
- **สภาพแวดล้อม** ได้แก่ สารอาหาร อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ความเข้มของแสง ปริมาณออกซิเจนที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ย่อมส่งผลต่อประสิทธิภาพของกระบวนการย่อยสลายด้วย
- **ลักษณะของสารที่ปนเปื้อน** ได้แก่ ประเภท ปริมาณหรือระดับความเข้มข้นของสาร คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารนั้น ซึ่งสารใดที่ถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ได้ดี แสดงว่า สารนั้นมี Bioavailability สูง จุลินทรีย์สามารถนำสารนั้นเข้าสู่เซลล์และ เกิดกระบวนการย่อยสลายได้ง่าย

7.4.2 แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดการปนเปื้อนและวิธีการติดตามการฟื้นฟู

โดยทั่วไปการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ บาดาล ไม่สามารถสังเกตเห็นได้โดยตรง ต้องผ่านการวิเคราะห์การปนเปื้อนในตัวอย่างน้ำบาดาลเสียก่อน หากพบการปนเปื้อนในระดับที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้คนในชุมชน จึงต้องมีการฟื้นฟูคุณภาพน้ำบาดาลต่อไป การฟื้นฟูน้ำ บาดาลเป็นการแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนคุณภาพน้ำ บาดาล จะสามารถดำเนินการฟื้นฟูได้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่ต้องมีการติดตามตรวจสอบหลังการฟื้นฟู ซึ่งอาจต้องได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง และใช้ระยะเวลาในการดำเนินการฟื้นฟูเพื่อให้คุณภาพน้ำบาดาลกลับเข้าสู่สภาพปกติหรือในระดับที่ไม่มีความเสี่ยงต่อสุขภาพของชุมชน และติดตามผลการฟื้นฟู โดยมีขั้นตอนดังนี้

(1) จัดตั้งคณะกรรมการเพื่อประเมินและแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนคุณภาพดินและน้ำ บาดาล โดยประกอบด้วยหน่วยงาน และองค์กรที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

1) องค์การบริหารส่วนท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ปนเปื้อน และพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ
2) ผู้แทนกรมอุตสาหกรรมพื้นฐาน และการเหมืองแร่
3) ผู้แทนกรมทรัพยากรธรณี
4) ผู้แทนกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
5) ผู้แทนกรมควบคุมมลพิษ
6) ผู้แทนสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยกรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
7) นักวิชาการ ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบบำบัดฟื้นฟู
8) ผู้แทนชุมชนใกล้เคียงที่ได้รับผลกระทบหรือมีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบ
9) บริษัทที่ปรึกษา หรือบริษัทบำบัดและฟื้นฟูพื้นที่

(2) กำหนดหน้าที่ และความรับผิดชอบของคณะกรรมการที่กล่าวไว้ข้างต้น ดังต่อไปนี้

1) ศึกษาและประเมินขอบเขตการปนเปื้อน และผลกระทบที่เกิดขึ้นให้ชัดเจน (Site characterization) โดยครอบคลุมถึงชนิด ประเภทของมลพิษ ความเข้มข้น และทิศทางการเคลื่อนที่ของมลพิษ (Plume)

2) วางแผนกระบวนการบำบัด และฟื้นฟูในระยะสั้น และระยะยาว โดยพิจารณาจากผลกระทบ และการกระจ ายตัวของมลพิษเป็นองค์ประกอบหลัก เพื่อลดความเสี่ยง และผลกระทบร้ายแรงที่ต้องใช้มาตรการการจัดการที่เร่งด่วน และการกำหนดแผนงานระยะยาว เพื่อฟื้นฟูพื้นที่ให้กลับสู่สภาพเดิมและลดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนโดยรอบ

3) คัดเลือกข้อมูลที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาทั้งในระยะสั้น และระยะยาว

4) ประชาสัมพันธ์ และให้ข้อมูลแก่ชุมชน และผู้ที่ได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อน รวมถึงการจัดหาแนวทางและมาตรการเพื่อบรรเทาและลดผลกระทบที่เหมาะสม กรณีมีผลกระทบร้ายแรง และในกรณีเร่งด่วนต่อการแก้ไข

(3) จัดตั้งคณะทำงาน เพื่อติดตามแนวทางการแก้ไขปัญหากา รปนเปื้อนคุณภาพดินและน้ำใต้ดิน ตามขั้นตอนต่างๆ ของการกำหนดหน้าที่ และความรับผิดชอบของคณะกรรมการ ทั้งนี้คณะทำงานชุดนี้ควรประกอบด้วยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรงซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคณะกรรมการที่จัดตั้ง โดยประเด็นหลักในการประเมินและติดตามปัญหาการปนเปื้อน มีดังนี้

1) การติดตาม และเฝ้าระวังความเข้มข้นของมลพิษจากสถานี และบ่อเฝ้าระวังตามที่มีการดำเนินงานในการจัดทำ Site characterization

2) การประเมินประสิทธิภาพเทคโนโลยีที่คัดเลือกมาใช้ในการบำบัดว่ามีความเหมาะสมหรือมีประสิทธิภาพเพียงพอต่อการแก้ไขปัญหาหรือไม่ ทั้งนี้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการดำเนินการในขั้นตอนต่อไป รวมถึงเพื่อการปรับปรุงแผนงานให้มีความเหมาะสมในการแก้ไขปัญหามากยิ่งขึ้น

7.4.3 แนวทางปฏิบัติเมื่อเกิดการปนเปื้อนของมลสารต่างๆ

การปนเปื้อนของมลสารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติของสารต่างกัน จึงมีวิธีการฟื้นฟูของแต่ละมลสาร ดังนี้

(1) ตะกั่ว เป็นโลหะหนักที่เคลื่อนที่ค่อนข้างช้า มีการแพร่กระจายค่อนข้างจำกัด เมื่อเคลื่อนผ่านชั้นดินเหนียวจะถูกดูดยึดไว้ หรือในดินที่มีอินทรียสารสามารถดูดซับตะกั่วได้ถึงร้อยละ 41 รวมถึงมีแร่คาร์บอเนตสามารถดูดยึดได้อีกร้อยละ 28 นอกจากนี้ตะกั่วจะ เกิดการออกซิเดชั่นร่วมกับเหล็กและแมงกานีส ทำให้เกิดการตกตะกอน ในที่สุด ดังนั้น หากว่ามีการปนเปื้อนจากกิจกรรมเหมือง การเคลื่อนที่ในแนวดิ่งของตะกั่วจึงเป็นไปได้น้อยมาก

<u>การบำบัด/การกำจัด</u> สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. การเพิ่มออกซิเจนให้กับ น้ำบาดาล โดยการสัมผัสกับอากาศ และกรองจะสามารถกำจัดตะกั่วได้
2. การแลกเปลี่ยนอนุมูลกับ Ca^{2+} และ Mg^{2+} โดยวิธี Cation exchange
3. การบำบัดแบบ In situ fixation โดยการเติมซัลไฟด์ (Na_2S หรือ H_2S) เพื่อตกตะกอน PbS
4. การใช้ระบบกรวยและประตู (Funnel and Gate system) โดยใช้แร่ที่ละลายได้ดีพวกไฮดรอกซีอะพาไทต์ ($Ca_3[PO_4]_2$) เป็นประตูทำปฏิกิริยา เมื่อน้ำที่มีตะกั่วสูงไหลผ่านประตูจะทำให้เกิดเป็นตะกั่วฟอสเฟตที่ไม่เคลื่อนที่และตกตะกอนในที่สุด

(2) โครเมียม

การบำบัด/กำจัด ทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การดูดยึดแลกเปลี่ยนอนุมูลในดินเหนียว ช่วยลด ความเข้มข้น ในสภาพรีดิวซิ่ง Eh < 250 mV ซึ่ง Cr^{6+} ถูกรีดิวซ์เป็น Cr^{3+} จะตกตะกอนเป็นแร่ที่ไม่ละลายน้ำ คือ $Cr(OH)_3$ หรือ $(Fe,Cr)(OH)_3$ สำหรับ อัตราการเกิด ปฏิกิริยารีดิวซิ่ง ขึ้นกับค่าความเป็นกรด-ด่าง เช่น ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างใกล้ 5 ครึ่งชีวิตของ Cr^{6+} ที่จะถูกรีดิวซ์ใช้เวลา 1 เดือน แต่ถ้าค่าความเป็นกรด-ด่างเป็น 7 ครึ่งชีวิตของ Cr^{6+} ที่จะถูกรีดิวซ์ใช้เวลาหลายปี นอกจากนี้ปริมาณอินทรียสาร ปริมาณ Fe^{2+} และปริมาณซัลเฟตยังมีผลต่อการเกิดรีดิวซิ่งของ Cr^{6+}
2. วิธีกำแพงพรุนที่ใช้ Zero-valent iron (Fe^0) เพื่อให้เกิดเป็นโครเมทที่ ไม่เคลื่อนที่ คือถูกยึดโดย Fe^0

(3) แคดเนียม เป็นโลหะหนักเกิดในสายแร่สังกะสีซัลเฟตหรือคาร์บอเนต ร่วมกับแร่ทองแดงและตะกั่ว ไม่ละลายในน้ำ พบในน้ำบาดาลมากกว่าในน้ำผิวดินเกิดขึ้นตามธรรมชาติ

การบำบัด คือ การตกตะกอน โดยทำการตกตะกอนในรูปของคาร์บอเนตหรือไฮดรอกไซด์ที่ค่าความเป็นกรด- ด่างสูง ถ้าความเข้มข้นน้อยกว่า 0.5 มก./ล. ใช้ปูนขาว โดยทั่วไปใช้วิธีแลกเปลี่ยนอนุมูล รีเวิร์สออสโมซีส การทำให้เป็นตะกอนและกรองออก

(4) ซีลิเนียม พบในธรรมชาติเป็นเหล็กซีลิไนต์ แคลเซียมซีลิไนต์ จากการศึ กษาในต่างประเทศพบในน้ำบาดาลมีปริมาณซีลิเนียม ตั้งแต่ 0.001 ถึง 0.065 มก./ล. ในพื้นที่ศึกษาพบมากที่สุด 0.05 มก./ล.

การบำบัด ใช้วิธีแลกเปลี่ยนอนุมูลและรีเวิร์สออสโมซีส

(5) สารหนู เป็นสารที่พบได้ในธรรมชาติ โดยเป็นองค์ประกอบของดิน หิน และแร่ต่างๆ พบมากในสายแร่ทองแดง แมงกานีส ตะกั่ว ดีบุก เงินและทอง คำ เป็นต้น สารประกอบซัลไฟด์ของสารหนูสามารถถูกเติมออกซิเจนได้ง่าย เมื่อสัมผัสกับอากาศจะกลายเป็นเกลืออนินทรีย์ของสารหนู (Inorganic arsenic salt) ซึ่งมีคุณสมบัติละลายน้ำได้ดี

การบำบัด

1. การเพิ่มออกซิเจนลงในน้ำ หรือการตกตะกอนสารหนูด้วยการเติมคลอรีนและสารประกอบเหล็กคลอไรด์ ($FeCl_3$)
2. การบำบัดสารพิษด้วยพืช สำหรับพืชที่สามารถนำมาดูดซึมสารหนูได้ดีมีอยู่หลายประเภท คือ
   - กลุ่มเฟิร์น เช่น "เฟิร์นเงิน" หรือ "เฟิร์นหลังเงิน" (Pitylogram ma calo melanos) และ "เฟิร์นกูดหมาก" (Pteris vittata) (พรสวรรค์, 2551) ใช้บำบัดสารหนูในดิน
   - พืชเศรษฐกิจบางชนิด เช่น ดอกดาวเรือง และ กล้วยน้ำว้า เป็นต้น ใช้บำบัดสารหนูในดิน
   - บอน สามารถกำจัดสารหนูออกจากน้ำได้มากกว่าร้อยละ 90
   - สาหร่าย สามารถนำสาหร่ ายมา ประดิษฐ์ เป็นเครื่องกรองน้ำ ซึ่งไม่ก่อผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ราคาถูกและสามารถดำเนินการเปลี่ยนสาหร่ายที่ใช้กรองเองได้ หลังจากใช้งานแล้ว 2-3 เดือน

การป้องกันควรมีการปลูกต้นไม้เป็นแนวกันชน เพื่อการยึดชั้นดิน เพื่อการดูดซับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งใบไม้ที่ทับถมและซากพืชที่สลายเป็นอินทรียสารสามารถดูดยึดโลหะหนักได้ หรือแหล่งที่จะเก็บกากแร่ ควรบดอัดด้วยดินเหนียวหนาอย่างน้อย 50 เซนติเมตร และปูทับด้วยแผ่นยาง HDPE

7.5 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ในพื้นที่อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ มีการดำเนินกิจการเหมืองแร่ทองคำ ซึ่งมีกระบวนการแยกโลหะทองคำและเงินออกจากสินแร่ ที่ต้องใช้สารเคมีอาจจะเป็นเหตุให้สารเคมีปนเปื้อนแพร่กระจาย ในชั้นหินอุ้มน้ำจะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและการใช้น้ำบาดาลของประชาชนในบริเวณพื้นที่ดังกล่าว จึงต้อ งมีการศึกษากฎหมายที่เกี่ยวข้องที่จะป้องกันและควบคุมที่จะไม่ให้เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและน้ำบาดาลตลอดจนกฎหมายที่จะให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการดูแลทรัพยากรน้ำบาดาล โดยมีกฎหมายที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- กฎหมายสิ่งแวดล้อม
- กฎหมายน้ำบาดาล
- กฎหมายการมีส่วนร่วมในการพิทักษ์สิ่งแวดล้อม

7.5.1 กฎหมายสิ่งแวดล้อม

(1) พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

พระราชบัญญัติฉบับนี้เป็นกฎหมายหลักในการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม จัดระบบการบริหารด้านสิ่งแวดล้อมให้เป็นไปตามหลักการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อม กำหนดมาตรการควบคุมมลพิษด้วยการจัดให้มีระบบบำบัดน้ำเสีย อากาศเสีย ระบบกำจัดของเสีย เพื่อแก้ไขปัญหามลพิษ และกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการก่อให้เกิดมลพิษ

พระราชบัญญัติฉบับนี้ ได้ให้คำจัดความไว้ในมาตรา 4 ดังนี้

“สิ่งแวดล้อม ” หมายความว่า สิ่ งต่างๆ ที่มีลักษณะทางกายภาพ และชีวภาพที่อยู่รอบตัวมนุษย์ซึ่งเกิดขึ้นโดยธรรมชาติและสิ่งที่มนุษย์ได้ทำขึ้น

“คุณภาพสิ่งแวดล้อม ” หมายความว่า ดุลยภาพของธรรมชาติ ได้แก่ สัตว์ พืช และทรัพยากรธรรมชาติต่างๆ และสิ่งที่มนุษย์ทำขึ้น ทั้งนี้ เพื่อประโยชน์ต่อการดำรงชีพ ของประชาชนและความสมบูรณ์สืบไปของมนุษย์ชาติ

“มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม” หมายความว่า ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ อากาศ เสียง และสภาวะอื่นๆ ของสิ่งแวดล้อม ซึ่งกำหนดเป็นเกณฑ์ทั่วไปสำหรับการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม

“น้ำเสีย” หมายความว่า ของเสียที่อยู่ในสภาพเป็น ของเหลว รวมทั้งมวลสารที่ปะปนหรือปนเปื้อนอยู่ในของเหลวนั้น

เพื่อให้การควบคุมสิ่งแวดล้อมตามกฎหมายฉบับนี้ ได้กำหนดให้มีคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมธรรมชาติประกอบด้วย นายกรัฐมนตรีเป็นประธาน และกรรมการอื่นๆ ประกอบด้วย

รัฐมนตรีหลายกระทรวงที่เกี่ยวข้อง และกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมไม่เกิน 8 คน ซึ่งในจำนวนนี้ต้องมีผู้แทนจากเอกชนร่วมอยู่ด้วยไม่น้อยกว่ากึ่งหนึ่ง (มาตรา 12)

คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติมีอำนาจหน้าที่หลายอย่างหนึ่งในนั้น คือ กำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมตามมาตร 32 (มาตรา 13)

เพื่อประโยชน์ในการส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ มีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษากำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมในเรื่องต่อไปนี้

(1)

(2)

(3) มาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาล (มาตรา 32 (3))

(2) ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 20 (พ.ศ.2543) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ .ศ. 2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน

“น้ำใต้ดิน” หมายความว่า น้ำที่อยู่ใต้ดิน และให้หมายความรวมถึงน้ำบาดาลตามกฎหมายว่าด้วยน้ำบาดาล

“มาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ” หมายความว่า ระดับคว ามเข้มข้นสูงสุดของสารอันตรายที่ยอมให้มีได้ในน้ำใต้ดิน โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายและผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน เมื่อนำน้ำใต้ดินมาใช้บริโภค (ข้อ 1)

สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน ได้กำหนดไว้ในข้อ 2 ประกอบด้วย

- สารอินทรีย์ระเหยง่าย
- โลหะหนัก
- สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์
- สารพิษอื่นๆ (รายละเอียดปรากฏตามประกาศฉบับที่ 20)

การตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดินตามข้อ 2 ให้ใช้วิธีการมาตรฐานสำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของสหรัฐอเมริการ่วมกันกำหนด หรือตามคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (ข้อ 3)

วิธีการเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำใต้ดินให้เป็นไปตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา (ข้อ 4)

7.5.2 กฎหมายน้ำบาดาล

(1) พระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

"น้ำบาดาล" หมายความว่า น้ำใต้ดินที่เกิดอยู่ในชั้นดิน กรวดทราย หรือหิน ซึ่งอยู่ลึกจากผิวดินเกินความลึกที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่จะกำหนดความลึกน้อยกว่าสิบเมตรมิได้

"บ่อน้ำบาดาล" หมายความว่า บ่อน้ำที่เกิดจากการเจาะน้ำบาดาล

"เขตบ่อน้ำบาดาล " หมายความว่า เขตท้องที่ที่รัฐมนตรีกำหนดให้เป็นเขตน้ำบาดาลโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา (มาตรา 3)

"ระบายน้ำลงบ่อน้ำบาดาล" หมายความว่า กระทำการใดๆ เพื่อถ่ายเทน้ำหรือของเหลวอื่นใดลงบ่อน้ำบาดาล (มาตรา 3)

ข้อความดังกล่าวข้างต้น เป็นคำจำกัดความที่กำหนดความหมายของคำต่างๆ ไว้ การที่ต้องมีพระราชบัญญัติฉบับนี้ เนื่องด้วยในปัจจุบันได้มีกา รเจาะและใช้น้ำบาดาลกันเป็นจำนวนมาก และมีแนวโน้มจะมากขึ้นทุกปี จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมการใช้น้ำบาดาลให้เป็นไปตามหลักวิชาการ

อย่างไรก็ตามพระราชบัญญัติฉบับนี้จะไม่ใช้บังคับแต่กระทรวง ทบวง กรม หรือ องค์กรของรัฐ ที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการจัดหาน้ำเพื่ออุปโภคบริโภ ค หรือ เพื่อเกษตรกรรมในส่วนที่เกี่ยวกับการเจาะน้ำบาดาล และการใช้น้ำบาดาล เว้นแต่ในเขตท้องที่ที่รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการประกาศกำหนดให้เป็นเขตวิกฤตการณ์น้ำบาดาลที่ต้องปฏิบัติตามพระราชบัญญัตินี้ (มาตรา 4 วรรคแรก)

เพื่อเป็นการป้องกันด้านสาธารณสุขแก่ประชาชน และป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษให้รัฐมนตรีโดยคำแนะนำของคณะกรรมการมีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการเจาะน้ำบาดาล การเลิกใช้บ่อบาดาล การป้องกันด้านสาธารณสุขและป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ (มาตรา 6 วรรคแรก)

(2) ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์ และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุข และการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ พ.ศ. 2551

ประกาศฉบับนี้เป็นการกำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการทางวิชาการสำหรับการป้องกันที่เกี่ยวกับน้ำบาดาล ดังนี้

1) การป้องกันน้ำภายนอกไหลลงบ่อน้ำบาดาล

- บ่อน้ำบาดาลทุกบ่อ ต้องผนึกข้างบ่อตั้งแต่ตอนบนสุดนับจากผิวดินลึกลงไปไม่น้อยกว่า 6 เมตร ด้วยซีเมนต์ล้วนหรือซีเมนต์ผสมทราย เพื่อป้องกันมิให้น้ำภายนอกไหลซึมลงข้างท่อกรุ

- ในกรณีที่บ่อน้ำบาดาลอยู่ในที่ลุ่มหรืออยู่ต่ำกว่าบริเวณข้างเคียงจะต้องปรับบริเวณที่ตั้งบ่อให้สูงกว่าบริเวณข้างเคียง เพื่อป้องกันมิให้น้ำจากภายนอกไหลเข้ามาบริเวณที่ตั้งบ่อ
- ในกรณีที่บ่อน้ำบาดาลติดตั้งเครื่องสูบน้ำไฟฟ้า ต้องทำลานคอนกรีตเป็นชานบ่อรอบปากบ่อน้ำบาดาล หนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร คลุมพื้นที่ไม่น้อยกว่า 1 ตารางเมตร ส่วนในกรณีที่บ่อน้ำบาดาลติดตั้งเครื่องสูบ น้ำมือโยก ต้องทำลานคอนกรีตเป็นชานบ่อรอบปากบ่อน้ำบาดาล หนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร คลุมพื้นที่ไม่น้อยกว่า 4 ตารางเมตร และรอบชานบ่อจะต้องมีทางระบายน้ำออกจากบริเวณบ่อ
- ในกรณีที่จะระงับการใช้บ่อน้ำบาดาลชั่วคราว โดยการถอดถอนเครื่องสูบน้ำออกไปจะต้องปิดปากบ่อให้แน่นหนา เพื่อป้องกันมิให้สิ่งหนึ่งสิ่งใดตกลงไปในบ่อ (ข้อ 2)

2) คุณภาพของน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้

- ต้องเป็นน้ำที่ได้ผ่านการวิเคราะห์คุณลักษณะจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล หรือส่วนราชการอื่นหรือองค์การของรัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำหรือสถาบันที่ได้รับการรบรองคุณภาพมาตรฐาน มอก .1300-2537 (ISO/IEC Guide 25) หรือสถาบันที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลให้ความเห็นชอ บ ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กรมทรัพยากรน้ำบาดาลกำหนด
- ต้องเป็นน้ำบาดาลที่มีคุณลักษณะทางกายภาพ และคุณลักษณะทางเคมี ไม่เกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุดตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้
- ในกรณีที่มีความจำเป็นกรมทรัพยากรน้ำบาดาล อาจส่งให้วิเคราะห์คุณ ลักษณะทางบัคเตรี /แบคทีเรียก็ได้ โดยต้องมีคุณลักษณะทางบัคเตรี / แบคทีเรียไม่เกินเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม (ข้อ 3)

7.5.3 กฎหมายการมีส่วนร่วมในการพิทักษ์สิ่งแวดล้อม

โครงการศึกษาการปนเปื้อน และการวางเครือข่ายเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดิน ในพื้นที่อำเภอทับค ล้อ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ บริเวณรอบเหมืองแร่ทองคำ ไม่ว่าผลออกมาในทางใด หรือแม้จะมีกฎหมายที่จะให้มีการปนเปื้อนของสารพิษในน้ำบาดาลก็ตาม แต่หากไม่มีการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษอาจจะก่อให้เกิดการปนเปื้อนสารพิษได้ ซึ่งการเฝ้าระวังที่จะทำให้เกิดผลอย่างแท้จริงจะต้องได้รับความร่วมมือจากชุมชนในพื้นที่ และการวางเครือข่าย การมีส่วนร่วมทุกขั้นตอน ตั้งแต่การวิเคราะห์ร่วมกับวางแผนทำกิจกรรมและ

ร่วมกันประเมินผลการปฏิบัติงาน การให้ความรู้แก่ประชาชนในพื้นที่ให้มีความเข้าใจคุณสมบัติ ของสารพิษที่จะส่งผลกระทบต่อแหล่งน้ำบาดาล

(1) รูปแบบการมีส่วนร่วมของประชาชน

1) การมีส่วนร่วมในขั้นตอนการค้นหาปัญหาและสาเหตุ เป็นกระบวนการมีส่วนร่วมตั้งแต่ขั้นริเริ่มในเบื้องต้น โดยเข้าร่วมกันค้นหาปัญหา และสาเหตุของปัญหาการปนเปื้อนสารพิษในน้ำบาดาล

2) การมีส่วนร่วมในขั้นตอนการวางแผน เป็นการให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบาย กำหนดวิธีการและแนวทางในการป้องกันมิให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษในน้ำบาดาล

3) การมีส่วนร่วมในขั้นดำเนินการปฏิบัติ เป็นการให้ประชาชนมีส่วนร่วมในงบประมาณ แรงงาน วัสดุอุปกรณ์ เป็นต้น

4) การมี ส่วนร่วมในขั้นตอนรับผลประโยชน์ ผลของการมีส่วนร่วมจะก่อให้เกิดผลประโยชน์ของประชาชนในพื้นที่ที่จะได้ใช้น้ำบาดาลที่ไม่มีสารพิษปนเปื้อนเกินมาตรฐาน

5) การมีส่วนร่วมในรูปแบบของการติดตามประเมิน เมื่อได้ดำเนินการปฏิบัติหากไม่มีการประเมินผลก็จะไม่ว่า การที่ปฏิบัติไปแล้ว เกิดผลเป็นอย่างไร

(2) สำหรับกฎหมายที่เกี่ยวกับการมีส่วนร่วมของประชาชนด้านสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

1) พ.ร.บ.ส่งเสริม และรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535

กฎหมายฉบับนี้ได้ให้ความสำคัญการมีส่วนร่วมของประชาชนในการรักษาคุณภาพของสิ่งแวดล้อม ได้แก่

- สิทธิได้รับข้ อมูลข่าวสารของทางราชการ เป็นเรื่องเกี่ยวกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (มาตรา 6)
- สิทธิได้รับการชดใช้ค่าเสียหายหรือค่าทดแทนจากรัฐในกรณีได้รับความเดือดร้อนจากการแพร่กระจายของสารพิษ (มาตรา 6)
- สิทธิร้องเรียนกล่าวโทษผู้กระทำติดต่อพนักงาน ในกรณีพบเห็นการก ระทำการใดๆ อันเป็นการละเมิด (มาตรา 6)

2) ระเบียบกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ว่าด้วยอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน พ.ศ. 2550

ระเบียบฉบับนี้ประกาศใช้เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการสงวนบำรุงรักษาและใช้ประโยชน์จ ากทรัพยากรธรรมชาติและความหลากหลายทางชีวภาพอย่างสมดุล เป็นการเปิดโอกาสให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการแก้ไขปัญหาจึงให้มีการจัดตั้ง “อาสาสมัคร

พิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน" หรือ เรียกชื่อย่อว่า "ทสม." ซึ่งหมายความถึง บุคคลที่มีความสนใจ มีการแสวงหาคว ามรู้และประสบการณ์ มีความเสียสละ และอุทิศตัวในการทำงานด้านอนุรักษ์ สงวนคุ้มครอง และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของตนเองอย่างยั่งยืน

นอกจากมี ทสม . แล้วยังมีการจัดตั้ง " เครือข่ายอาสาสมัครพิทักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมหมู่บ้าน" หรือเรียกชื่อย่อว่า "เครือข่าย ทสม." ซึ่งหมายความว่า การเชื่อมประสานกันของ ทสม . เพื่อการเรียนรู้ร่วมกัน สร้างความรู้ความเข้าใจ แลกเปลี่ยนประสบการณ์ และความคิดเห็น เพื่อการอนุรักษ์ สงวน คุ้มครอง และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม โดยใช้หลักธรรมาภิบาล ในการทำงาน เพื่อนำไปสู่คุณภาพชีวิตที่ดีในอนาคต (ข้อ 4)

กิจกรรมของ ทสม. ประกอบด้วย

- การส่งเสริมให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของชุมชน
- เสริมสร้างจิตสำนึกให้ชุมชนด้านการอนุรักษ์ สงวน คุ้มครองและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่นของตนเอง
- ติดตามตรวจสอบ เฝ้าระวังทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของชุมชน โดยการมีส่วนร่วมของประชาชนทั้งกระบวนการ
- ส่งเสริมอาชีพที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมให้กับชุมชน (ข้อ 9)
- กิจกรรมของเครือข่าย ทสม. ประกอบด้วย
- เผยแพร่ความรู้ ความเข้าใจเพื่อสร้างจิตสำนึกด้านการอนุรักษ์ สงวน คุ้มครองและฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมแก่ประชาชน
- สนับสนุนและส่งเสริมการอนุรักษ์ สงวน คุ้มครอง และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมตามสิทธิและเจตนารมณ์ของรัฐธรรมนูญให้ยั่งยืนตลอดไป
- ประสานงานกับ หน่วยงานทุกภาคส่วน เพื่อพัฒนาความร่วมมือในการทำงานร่วมกัน โดยใช้หลักการมีส่วนร่วมอย่างเป็นรูปธรรม
- เสริมสร้างความเข้มแข็งให้แก่เครือข่าย ทสม.ทุกระดับ
- รักษาและเพิ่มสิทธิ หน้าที่ และจัดสวัสดิภาพให้แก่ ทสม.
- ดำเนินการอื่นตามมติของคณะกรรมการเครือข่าย ทสม. (ข้อ 11)

หน้าที่ของ ทสม. มีดังต่อไปนี้

- ช่วยเหลือ และสนับสนุน การดำเนินงานตามแผนงานโครงการ หรือ กิจกรรมเกี่ยวกับการอนุรั กษ์ สงวน คุ้มครอง และฟื้นฟูทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น

- สร้างกระบวนการมีส่วนร่วม และสร้างความตระหนักให้ภาคประชาชนรู้สภาพปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมของท้องถิ่น และสามารถกำหนดแผนงานเพื่อแก้ปัญหาเองได้ รวมถึงการกระตุ้นให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมในการบริหารจัดการทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อมในหมู่บ้านหรือชุมชนของตนได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- เพิ่มผู้ประสานงานระหว่างองค์กรประชาชนกับหน่วยงานของรัฐ และองค์กรอื่น
- ทำหน้าที่ประชาสัมพันธ์ รับและแจ้งให้ประชาชนได้ทราบถึงนโยบาย ข่าวสาร กิจกรรม ตลอดหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
- ติดตาม ตรวจสอบ เฝ้าระวังเปลี่ยนแปลงคุณภาพทรัพยากรธรรมชาติ และสิ่งแวดล้อม
- น้ำบาดาลเป็นทรัพยา กรที่ประชาชนในบางท้องถิ่นต้องใช้ร่วมกัน หากในประชาชนในท้องถิ่นมีส่วนร่วมการบริหารจัดการ ดูแล เฝ้าระวัง การปนเปื้อนของสารพิษที่จะทำให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของประชาชนในท้องถิ่น จะทำให้ประชาชนในท้องถิ่นเกิดความมั่นใจในการใช้น้ำบาดาลที่มีคุณภาพตามมาตรฐาน ดังนั้น การให้ ทสม . และเครือข่าย ทสม . เข้ามามีส่วนร่วมในการจัดกา รน้ำบาดาลของท้องถิ่น ปัญหาการร้องเรียนว่าบริษัทเอกชนที่ได้รับประทานบัตรทำเหมืองแร่ทองคำว่าใช้สารเคมีบางชนิดซึ่งเป็นสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพของประชาชนบริเวณรอบเหมืองแร่ทองคำก็จะหมดไป เพราะประชาชนได้เข้ามามีส่วนร่วม ตรวจสอบ ติดตาม เฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำบาดาล

บทที่ 8
การประชาสัมพันธ์โครงการและการมีส่วนร่วมของประชาชน

8.1 หลักการและเหตุผล

การประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของประชาชนในการดำเนินงานโครงการของภาครั ฐหรือเอกชนเป็นสิ่งที่สำคัญยิ่ง ทั้งนี้การดำเนินงานโครงการต่างๆ ล้วนส่งผลกระทบต่อประชาชนในพื้นที่ไม่ว่ามากหรือน้อย ดังนั้นการประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมจะทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงการมากขึ้น และช่วยลดความขัดแย้งที่ อาจ เกิดจากการดำเนินงานของโครงการ โดยการประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมนั้นได้ใช้แนวทางตามระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยความคิดเห็นของประชาชน พ.ศ. 2548 ซึ่งมีสาระสำคัญอยู่ที่การให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการปฏิบัติราชการ อันเป็นหลักการที่สำคัญประการหนึ่งของการปกครองในระบ อบประชาธิปไตย ซึ่งจะทำให้หน่วยงานของรัฐดำเนินเรื่องต่างๆ ได้ตรงกับความต้องการที่แท้จริงของประชาชน ซึ่งสอดคล้องกับมาตรา 57 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยพุทธศักราช 2550 ที่บัญญัติสาระสำคัญว่า “บุคคลมีสิทธิได้รับ ข้อมูล คำชี้แจง และเหตุผลจากหน่วยราชการ หน่วยงานของรัฐ รัฐ วิสาหกิจ หรือราชการส่วนท้องถิ่น ก่อนการอนุญาตหรือดำเนินโครงการหรือกิจกรรมใดที่อาจมีผลกระทบต่อคุณภาพสิ่งแวดล้อม สุขภาพอนามัย คุณภาพชีวิต หรือส่วนได้เสียสำคัญอื่นใดที่เกี่ยวกับตนหรือชุมชนท้องถิ่น และมีสิทธิแสดงความคิดเห็นของตนต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำไ ปประกอบการพิจารณาในเรื่องดังกล่าว การวางแผ นพัฒนาสังคม เศรษฐกิจ การเมือง และวัฒนธรรม การเวนคืนอสังหาริมทรัพย์ การวางผังเมือง การกำหนดเขตการใช้ประโยชน์ในที่ดินและการออกกฎที่อาจมีผลกระทบต่อส่วนได้ ส่วนเสียสำคัญของประชาชน ให้รัฐจัดให้มีกระบวนการรับฟังความคิดเห็ นของประชาชนอย่างทั่วถึงก่อนดำเนินการ ” และสอดคล้องกับมาตรา 87 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยพุทธศักราช 2550 ที่บัญญัติสาระสำคัญว่า “รัฐต้องดำเนินการตามแนวนโยบายการมีส่วนร่วมของประชาชน โดยส่งเสริมให้ประชาชนมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบายและวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมในระดับชาติ และระดับท้องถิ่น และส่งเสริมและสนับสนุนการมีส่วนร่วมของประชาชนในการตัดสินใจทางการเมือง การวางแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม รวมทั้งจัดทำบริการสาธารณะ ” ซึ่งจัดให้มีการรับฟังความคิดเห็นจากประชาชน จะได้รับทราบความคิดเห็นและความต้องการอย่างแท้จริง

โครงการศึกษาการปนเปื้อนและวางเครือข่ายเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดินในพื้นที่อำเภอทับคล้อ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นโครงการที่มีชุมชนอยู่ใกล้กับเหมืองแร่ทองคำ หากการดำเนินการไม่มีมาตรการที่ ดีหรือเหมืองแร่ทองคำอัคราไมนิ่ง ไม่ปฏิบัติตาม มาตรการต่างๆ อาจส่งผลกระทบ ต่อสิ่งแวดล้อม และ สุขภาพของประชาชน

กรมทรัพยากรน้ำ บาดาล เป็นหน่วยงาน ที่จะต้องดูแล ด้านปริมาณ และคุณภาพของ น้ำใต้ดินที่อาจ ได้รับการปนเปื้อน โดยเฉพาะจาก มลสาร ซึ่งหากประชาชนขาดความรู้ ความเข้ าใจ ก็อาจ ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพ หากนำน้ำใต้ดินมาบริโภค ทางโครงการ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ในการให้ความรู้ความเข้าใจโดยการประชาสัมพันธ์ในหลายรูปแบบ และให้ประชาชนเข้ามามีส่วนร่วมโดยเฉพาะกลุ่มประชาชน ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียในพื้นที่ศึกษา ได้แก่ ประชาชนในพื้นที่โค รงการ ผู้ประกอบกิจการเหมืองแร่ กลุ่มผู้นำทางความคิด นักวิชาการ องค์กรเอกชนและสื่อมวลชน ได้เข้ามามีส่วนร่วมในการแสดงความคิดเห็น ต่อโครงการ เพื่อเป็นกลไกขับเคลื่อนในการจัดทำโครงการ การรวบรวม วิเคราะห์และสรุปความคิดเห็น นำไปใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจในการดำเนินงาน และที่สำคัญหากกลุ่มเป้าหมายในพื้น ที่มีความรู้ความเข้าใจในโครงการ และตระหนักในปัญหาผลกระทบต่อสุขภาพของคนในชุมชน ก็จะเป็นแนวทางในการสร้างเครือข่าย โดยมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการอนุรักษ์เฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาล สร้างและปลูกจิตสำนึกในการป้องกัน แก้ไข รวมถึงควบคุมเพื่อให้ใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างยั่งยืน

8.2 วัตถุประสงค์

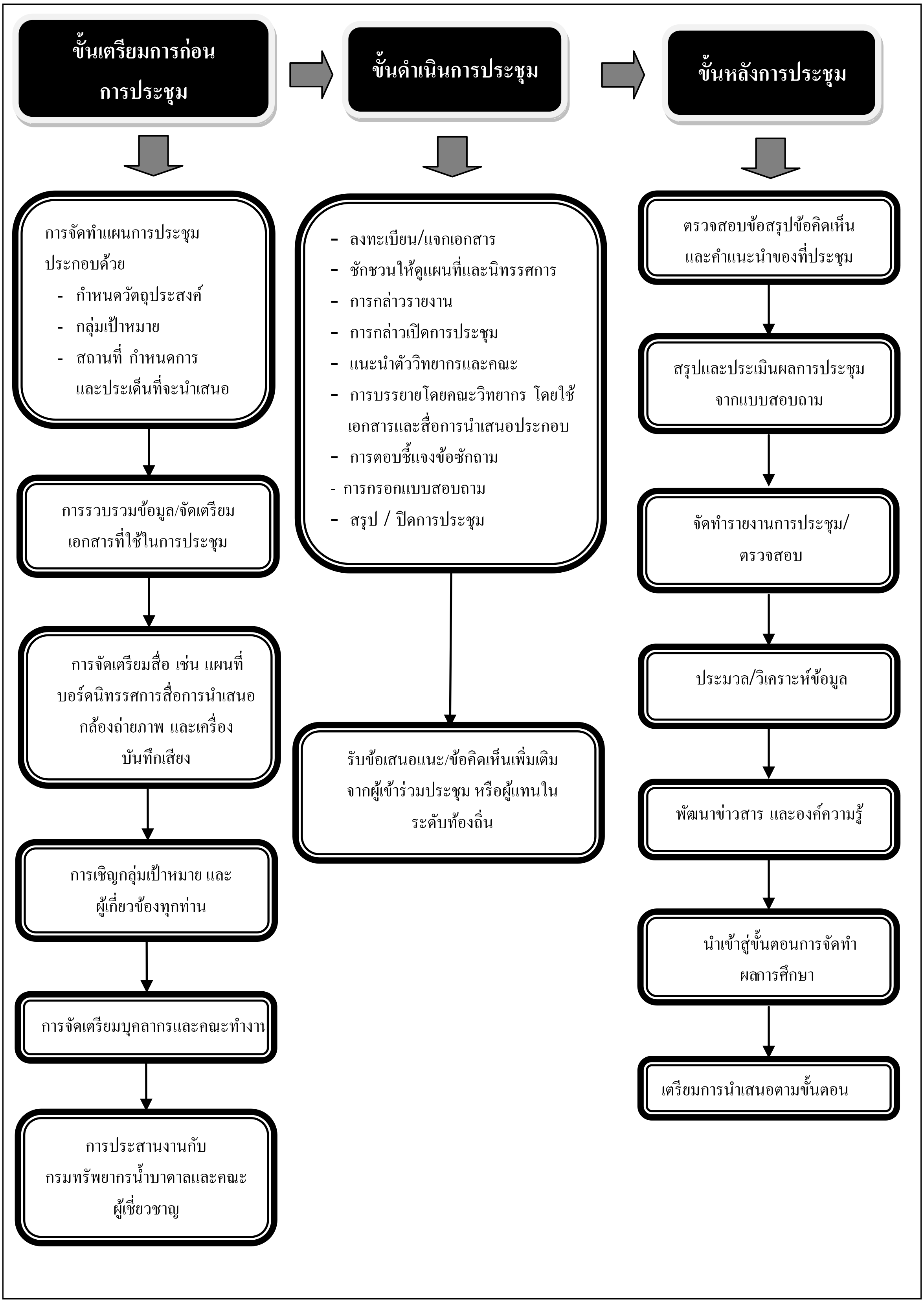
(1) เพื่อนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับ การดำเนิน โครงการ เพื่อให้ทราบ ความเป็นมา ควา มสำคัญ วัตถุประสงค์ ข้อมูลรายละเอียด และขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการ

(2) เพื่อรับฟังข้อมูล สภาพปัญหา ข้อวิตกกังวล และความคิดเห็นจากผู้เข้าร่วมประชุมพร้อมทั้งนำข้อเสนอแนะที่ได้จากการประชุมไปปรับปรุงแผนดำเนินโครงการ

(3) เพื่อหาแนวทางร่วมกันในการสร้างเครือข่ายในการอ นุรักษ์เฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาลและแผนดำเนินงานร่วมกันต่อไป

8.3 แนวทางและวิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานด้านประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของประชาชน มีแนวทางการดำเนินงานตามกระบวนการและขั้นตอนการมีส่วนร่วมในการศึกษาการปนเปื้อนและการวางเครือข่ายเฝ้าระวังฯ ดังแสดงใน **รูปที่ 8.3-1** โดยมีคณะทำงานด้านประชาสัมพันธ์และมวลชนสัมพันธ์เป็นผู้ปฏิบัติงานร่วมกับคณะทำงานด้านการศึกษา ด้านวิชาการ เพื่อรับทราบและทำความเข้าใจร่วมกันเกี่ยวกับลักษณะโครงการ วิธีการดำเนินงาน และสรุปผลจากการดำเนินงานกิจกรรมด้านการดำเนินงานประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วม ดังนี้



รูปที่ 8.3-1 ขั้นตอนการดำเนินงานการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน

- การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย
- การจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์
- การมีส่วนร่วมของประชาชน

(1) การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

1) **พื้นที่เป้าหมาย** แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ

1.1) **พื้นที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบสูง** คือ พื้นที่ชุมชนโดยรอบพื้นที่เหมือง แร่ทองคำอัคราไมนิ่ง ในรัศมี 1 กิโลเมตร จากขอบเขตพื้นที่ประทานบัตร ได้แก่

- ตำบลเขาทราย อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
- ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
- ตำบลหนองพระ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร
- ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก
- ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์
- ตำบลวังหิน อำเภอวังหิน จังหวัดเพชรบูรณ์

1.2) **พื้นที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบปานกลาง** คือ พื้นที่ชุมชนโดยรอบพื้นที่เหมือง แร่ทองคำอัคราไมนิ่ง ในรัศมี 5 กิโลเมตร จากขอบเขตพื้นที่ในข้อ 1.1) ซึ่งครอบคลุมพื้นที่บางส่วนในตำบลวังโพรง จังหวัดพิษณุโลก ตำบลวังหิน ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ตำบลหนองพระ ตำบลเขาทราย ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร

1.3) **พื้นที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบต่ำ** คือ พื้นที่ชุมชนโดยรอบพื้นที่เหมือง แร่ทองคำอัคราไมนิ่ง ในรัศมี ถัดออกมาจากขอบเขตพื้นที่ในข้อ 1.2) ทั้งหมดของพื้นที่โครงการ

2) **กลุ่มเป้าหมาย** การจัดกิจกรรมการมีส่วนร่วมด้านประชาสัมพันธ์ การรับฟังและแสดงความคิดเห็นของประชาชน โดย ดำเนินการ สำรวจ รวบรวม และจำแนกจัดแบ่งกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่โครงการ โดยยึดหลักการผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย ตามแนวทางของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากร ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม และ ระเบียบสำนักนายกรัฐมนตรีว่าด้วยการรับฟังความคิดเห็นของประชาชน พ.ศ. 2548 ในการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ ซึ่ง จำแนกกลุ่มเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

2.1) **ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลัก (Primary Stakeholder)** ซึ่งเป็นกลุ่มที่ได้รับผลกระทบโดยตรงทั้งผลกระทบเชิงบวกและลบ ในที่นี้ หมายถึง ชุมชนหรือราษฎรที่อยู่โดยรอบพื้นที่เหมือง แร่ทองคำอัคราไมนิ่งในรัศมี 1 และ 5 กิโลเมตร

2.2) **ผู้มีส่วนได้ส่วนเสียรอง (Secondary Stakeholder)** ซึ่งเกี่ยวกับบทบาทของภาคประชาสังคม ส่วนราชการที่เกี่ยวข้องกับพื้นที่ศึกษา หรือองค์กรต่างๆ ที่อยู่โดยรอบพื้นที่ศึกษา

อย่างไรก็ตาม หากจำแนกกลุ่มทั้งหมดของผู้ที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินโครงการ ซึ่งเป็นกลุ่มที่จะนำไปสู่การสร้างเครือข่ายและการมีส่วนร่วมของทุกภาคส่วนในการบริหารจัดการและอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างยั่งยืน สามารถสรุปได้ 5 กลุ่ม ดังนี้

- ผู้นำชุมชนและองค์ปกครองส่วนท้องถิ่นในพื้นที่
- ราษฎร/ชุมชน รวมถึงกลุ่มชุมชนท้องถิ่นในพื้นที่
- ส่วนราชการในระดับอำเภอและจังหวัด
- องค์กรพัฒนาเอกชน/มูลนิธิ/นักวิชาการอิสระ/กลุ่มเกษตรกร
- ผู้ทรงคุณวุฒิ/ปราชญ์ชาวบ้าน ฯลฯ

(2) การจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์

ใช้สำหรับเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารของการดำเนินการของโครงการสู่สาธารณชนให้ได้รับทราบระหว่างการปฐมนิเทศโครงการ การสนทนาพบปะ /หารือ การสำรวจเศรษฐกิจ/สังคมและทัศนคติ โดยจัดส่งข่าวประชาสัมพันธ์ ฉบับที่ 1 และฉบับที่ 2 ขนาด A4 (**ภาคผนวก ฑ)** โดยมีเนื้อหาดังนี้

ข่าวประชาสัมพันธ์ ฉบับที่ 1	:	นำเสนอความเป็นมา วัตถุประสงค์ของโครงการ ขอบเขตการศึกษา แนวทางและขั้นตอนการศึกษา แผนการดำเนินงานและผลประโยชน์ที่ ได้รับจากโครงการ
ข่าวประชาสัมพันธ์ ฉบับที่ 2	:	รายงานความก้าวหน้าของการดำเนินงานและแจ้งกำหนดการจัดประชุมกลุ่มย่อยของโครงการ

(3) การมีส่วนร่วม

การมีส่วนร่วมของประชาชนประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก คือ

1) การประชุมปฐมนิเทศโครงการ
2) การประชุมกลุ่มย่อย จำนวน 5 เวที
3) การประชุมปัจฉิมนิเทศโครงการ

ในช่วงดำเนินการศึกษาของ โครงการ ได้เปิดโอกาสให้ประชาชนในพื้นที่เข้าร่วมสังเกตการณ์และเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ เช่น การเก็บตัวอย่างน้ำ ผิวดิน น้ำใต้ดิน และดิน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาการปนเปื้อนของมลสาร เป็นต้น

8.4 ผลการประชาสัมพันธ์โครงการและการมีส่วนร่วมของประชาชน

การรับฟังความคิดเห็นของประชาชน เป็นกิจกรรมหนึ่งในกระบวนการประชาสัมพันธ์ มวลชนสัมพันธ์ และการมีส่วนร่วมแบบบูรณาการและต่อเนื่อง เพื่อหวังผลลัพธ์เชิงคุณภาพ ประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก ได้แก่ การประชุมเปิดตัวโครงการ การพบปะหารือชุมชน /การประชุมกลุ่มย่อย และการประชุ มสัมมนาสรุปผลการศึกษาโครงการ ผลการดำเนินกิจกรรมของโครงการมีรายละเอียด ดังนี้

8.4.1 การประชุมปฐมนิเทศโครงการ

การประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของประชาชนในพื้นที่ศึกษา ครั้งที่ 1 หรือ การประชุมปฐมนิเทศโครงการ มีวัตถุประสงค์เพื่อเปิดตัวโครงการนั้น จัดขึ้นวันอังคารที่ 20 เมษายน พ.ศ. 2553 ณ ห้องประชุมเทศบาลตำบลทับคล้อ อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร โดย นายกมลศักดิ์ บัวอ่อน ผู้เชี่ยวชาญด้านนโยบายและแผน เป็นผู้กล่าวเปิดประชุม และ นายบรรจง พรมจันทร์ ผู้อำนวยการ ส่วนฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นผู้กล่าวรายงาน การประชุม จากนั้นเป็นการบรรยายนำเสนอภาพรวมของการศึกษาโครงการ โดยวิทยากรที่ร่วมนำอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประกอบด้วย

(1) ผศ.ดร.วีรพัฒน์ เศรษฐ์สมบูรณ์ ผู้จัดการโครงการ

(2) รศ.ดร.รุ่งเรือง เลิศศิริวรกุล ผู้เชี่ยวชาญด้านอุทกธรณีวิทยา

โดยมีนายประเสริฐ รักไทยดี ผู้เชี่ยวชาญด้านประชาสัมพันธ์และการมีส่วนร่วม เป็นผู้ดำเนินรายการตลอดการประชุม โดยมีผู้เข้าร่วมประชุม ดังนี้

กลุ่มผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย	จำนวน (คน)
1. หน่วยงานราชการ	25
2. หน่วยงานเอกชน	5
3. ผู้นำชุมชนและประชาชนผู้สนใจ	55
รวม	**85**

โดยบรรยากาศการประชุมรับฟังความคิดเห็น ดังแสดงใน **รูปที่ 8.4-1** สำหรับเนื้อหาของการบรรยาย ปรากฏตามเอกสารประกอบการประชุม และการนำเสนอของโครงการ โดย Power point **(ภาคผนวก ฑ)** หลังจากจบการบรรยายเกี่ยวกับรายละเอียดโครงการ ได้เปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมประชุมอภิปราย การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสรุปการดำเนินการจัดการประชุมรับฟังความคิดเห็นแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ผลการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น 2) ผลจากแบบสอบถามความคิดเห็นและ 3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากแบบสอบถาม รายละเอียด ดังนี้

รูปที่ 8.4-1 บรรยากาศการรับฟังความคิดเห็นของประชาชนในการประชุมปฐมนิเทศโครงการ

(1) ผลการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สามารถสรุปการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ดังนี้

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
1. อยากทราบว่าโครงการเหมืองทองคำชาตรีเหนือของบริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด ทำการขุดเหมืองลึกลง 300 เมตร จะส่งผลกระทบต่อระดับน้ำใต้ดินหรือไม่	- ระดับน้ำบาดาลแบ่งเป็น 2 ระดับ คือ ระดับตื้นและระดับลึกขึ้นกับการแผ่ขยายของชั้นน้ำว่าระดับน้ำบาดาลมีความเชื่อมโยงกันมากน้อยเพียงใด อาจมีความเชื่อมโยง ทั้งนี้จะต้องได้ข้อมูลจากทางเหมืองเพื่อนำข้อมูลนั้นเข้าสู่กระบวนการวิเคราะห์ด้วย เช่น โครงการเหมืองได้ขุดเจ าะบ่อจำนวนมาก ไม่มีน้ำซึมลงไปในบ่อ อาจเป็นเพราะเหมืองสูบออก หรือไม่มีรอยแตก หรือมีรอยแตกแล้วลึกลงไปยิ่งแน่น ไม่มีรอยแตก รอยเลื่อนหรือรอยฉีกขาด น้ำจะเก็บอยู่ในหินเม็ดเล็กๆ โดยสรุปแล้วหากขุดลงลึก 300 เมตร จะมีผลกระทบแต่ขึ้นอยู่กับลักษณะทางธรณีวิทยาบริเวณนั้นๆ ด้วย
2. การทำเหมืองทองคำจะมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำทางตอนเหนือและตอนใต้ของพื้นที่โครงการในระยะสั้นและระยะยาวเป็นอย่างไร	- ทางตอนเหนืออาจจะมีผลทำให้ปริมาณน้ำน้อยลงปริมาณสารปนเปื้อนอาจน้อยลง ส่วนทางตอนใต้ปริมาณน้ำเพิ่มมากขึ้นสารปนเปื้อนเพิ่มมากขึ้น เบื้องต้นพิจารณาจากพื้นที่โครงการเป็นลุ่มน้ำในเรื่องของปริมาณน้ำขึ้นกับการใช้น้ำ เช่น ในฤดูแล้งอาจมีการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้น แต่ไม่มีปริมาณน้ำฝนเพิ่มเติม ส่วนในฤดูฝนอาจจะมีฝนตกเพิ่มมากขึ้น แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะทางอุทกวิทยาแหล่งน้ำบาดาลขึ้นกับปริมาณน้ำฝน - สารปนเปื้อนมีอยู่ในธรรมชาติหรือหินผุมากน้อยเพียงใด หากตรวจพบสารปนเปื้อนน่าจะมีไม่มาก ขึ้นกับปริมาณแร่ ส่วนทางใต้ขึ้นกับการละลายของสารปนเปื้อน ได้มากน้อยเพียงใด เครื่องมือตรวจสอบในภาคสนามบางเครื่องอาจมีความคลาดเคลื่อนบ้าง จึงควรส่งวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการ ข้อมูลที่ได้ขึ้นอยู่กับการสำรวจ - ภัยแล้งอาจต้องศึกษาเกี่ยวกับรอบปีของการเกิดภัยแล้ง
3. การดำเนินการเพื่อสร้างเครือข่าย 3 จังหวัด (เพชรบูรณ์ พิจิตร และพิษณุโลก) จะมีแผนการดำเนินการอย่างไร	- ดำเนินการคัดเลือกตัวแทนที่เข้าร่วมเป็นสมาชิกเครือข่ายซึ่งต้องเป็นกลุ่มบุคคลที่อยู่ในพื้นที่และมีความตื่นตัว ทั้งระดับจังหวัด อำเภอ ตำบล หมู่บ้าน หรืออาจจะเป็นองค์กรที่สร้างขึ้นมาใหม่
4. ผลการตรวจวัด ถ้าไม่พบจะยอมรับหรือไม่และจะมีวิธีการอย่างไร	- ผลการตรวจวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น เวลา สภาพแวดล้อม ขอให้มีความมั่นใจและเชื่อถือในหน่วยงานของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลและมหาวิทยาลัยขอนแก่น
5. คณะที่ปรึกษาเข้ามาช่วยแก้ปัญหาในพื้นที่ได้จริงหรือไม่ หรือเป็น เฉพาะ ผู้ที่เข้ามาดำเนินการศึกษา	- การศึกษาในครั้งนี้ ที่ปรึกษาจัดประชุมเพื่อมาให้ข้อมูล องค์ความรู้ สร้างเครือข่าย และให้การสนับสนุนงานด้านวิชาการ เช่น องค์ความรู้เกี่ยวกับมลสารต่างๆ เป็นต้น

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
6. แนวทางการฟื้นฟูทรัพยากรน้ำอย่างไร	- แนวทางการฟื้นฟูทรัพยากรน้ำ คณะที่ปรึกษาเห็นควรให้ศึกษาหาชนิดมลสารปนเปื้อน แหล่งกำเนิด และปริมาณการปนเปื้อน เพื่อวางแนวทางการฟื้นฟูให้ถูกต้อง เช่น สารหนู ถ้ามีแหล่งกำเนิดจากหิน แนวทางการฟื้นฟูสามารถทำได้หลายวิธี เช่น เคลื่อนย้ายแหล่งกำเนิด บำบัดด้วยวิธีการเติมอากาศ ตกตะกอน หรือ ให้ธ รรมชาติบำบัดตัวเอง เป็นต้น ซึ่งขึ้นกับกระบวนการ และปริมาณสารปนเปื้อน
7. สารพิษตัวไหนที่ทำให้เกิดผื่นคัน	- การเกิดผื่นคันขึ้นกับความไวต่อสารต่างๆ ของแต่ละบุคคล และการให้องค์ความรู้เกี่ยวกับมลสารต่างๆ ว่าเมื่อร่างกายได้รับการปนเปื้อนจะมีอาการใดบ้าง

(2) ผลการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

การประเมินผลการประชุมจากแบบสอบถาม จำนวน 60 ราย จากผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 85 ราย (ไม่รวมคณะทำงาน) คิดเป็นร้อยละ 71 ของผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด โดยผลจากแบบสอบ ถามความคิดเห็น สรุปดังนี้

1) ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็นเพศชาย/หญิง จำนวน 44/60 (ร้อยละ 72.88) อายุในช่วงอายุ 40-49 ปี มากที่สุด (ร้อยละ 33.89) รองลงมาอยู่ในช่วงอายุ 50-59 ปี (ร้อยละ 25.42) ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่มีการศึกษาระดับปริญญาตรี / และสูงกว่า คิดเป็นร้อยละ 72.88 ส่วนน้อย ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย /ปวช. คิดเป็นร้อยละ 15.00 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนมากเป็นผู้แทนจากหน่วยงานราชการที่รับผิดชอบเกี่ยวกับแผนปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม คิดเป็นร้อยละ 26.66 และ หน่วยงานองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น (เทศบาล/อบจ./อบต.) คิดเป็นร้อยละ 25.00

2) ส่วนที่ 2 การประเมินผลการรับทราบข้อมูลข่าวสารโครงการ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เคยทราบข้อมูลเกี่ยวกับโครงการมาก่อนถึงร้อยละ 68.33 และไม่เคยรับทราบข้อมูลโครงการมาก่อน ร้อยละ 31.67 โดยส่วนมากรับทราบข้อมูลมาจากหน่วยงานราชการที่สังกัด รองลงมารับทรา บจากการประชาสัมพันธ์ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

3) ส่วนที่ 3 การประเมินผลความเข้าใจและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับการศึกษาการปนเปื้อนและสร้างเครือข่ายเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดิน เป็นการประเมินผลจาก 6 ประเด็น คือ

ประเด็นที่ 1) ความเข้าใจ แนวทางและวิธีการศึกษาของโครงการ ที่ประชุมเกือบครึ่งมีความเข้าใจแนวทางและวิธีการศึก ษาของโครงการ คิดเป็นร้อยละ 43.33 และอีกเกือบครึ่งมีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 46.67 โดยมีผู้ไม่เข้าใจคิดเป็นร้อยละ 5.00

ประเด็นที่ 2) ความสนใจเข้าร่วมกิจกรรมโดยการเป็นเครือข่ายอนุรักษ์เฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล ที่ประชุมส่วนใหญ่สนใจเข้าร่วมเครือข่าย คิดเป็น ร้อยละ 81.67 และมีผู้ไม่แน่ใจ คิดเป็นร้อยละ 10.00

ประเด็นที่ 3) ชุมชน /หน่วยงานของผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ในพื้นที่ โดยส่วนใหญ่ คิดเป็นร้อยละ 90.00 อยู่ในรัศมีมากกว่า 5 กิโลเมตร มีเพียงร้อยละ 5.00 อยู่ในรัศมี 5 กิโลเมตร

ประเด็นที่ 4) การสร้างเครือข่ายอนุรักษ์เฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล ที่ประชุมส่วนใหญ่เห็นด้วยคิดเป็นร้อยละ 83.33 และไม่เห็นด้วยคิดเป็นร้อยละ 15 โดยบางส่วนที่เห็นด้วยให้เหตุผลโดยสรุปดังนี้

- ต้องการให้มีการศึกษาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสุขภาพ (EIA และ HIA)
- เครือข่ายจะต้องยอมรับการตรวจสอบของหน่วยงานหรือส่วนราชการที่รับผิดชอบ
- ควรสร้างเครือข่ายจากชุมชนเป็นหลัก และหน่วยงานใหญ่รับผิดชอบระดับพื้นที่ ได้แก่ องค์กรส่วนท้องถิ่น กำนันผู้ใหญ่บ้าน ผู้นำชุมชน และองค์กรเอกชนที่เกี่ยวข้องในพื้นที่
- ควรให้ความรู้ สร้างความเข้มแข็ง และส่งเสริมสนับสนุนให้ประชาชน มีความตระหนักและเข้ามามีส่วนร่วม ในการเฝ้าระวัง และป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษที่อาจจะเกิดขึ้นจากกิจกรรมหรือโครงการฯ รวมถึงการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนตรงตามความต้องการ
- การให้ความรู้แก่ประชาชนจะช่วยให้สังเกต และตรวจสอบน้ำบาดาลในเขตชุมชนของตนเองอย่างสม่ำเสมอ และเฝ้าอันตรายต่อการใช้น้ำในการอุปโภค- บริโภค นอกจากนี้ยังเป็นการปลูกจิตสำนึก และหวงแหนธรรมชาติ

ประเด็นที่ 5) แนวทางการประชุมกลุ่มย่อย เพื่อให้ชุมชนมีส่วนร่วมในการหาแนวทางร่วมกัน ผู้เข้าร่วมประชุมเห็นควรให้ใช้เวลาปกติระหว่างวันจันทร์- ศุกร์ มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 65.00 และวันหยุด เสาร์-อาทิตย์ คิดเป็นร้อยละ 13.33

ประเด็นที่ 6) ความเข้าใจในแนวทางการดำเนินการศึกษาของโครงการที่ประชุมเข้าใจและเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 95.00 และไม่เข้าใจในแนวทางการศึกษาเพียงร้อยละ 3.33 เท่านั้น

4) ส่วนที่ 4 การประเมินผลความคิดเห็นที่มีต่อการประชุมปฐมนิเทศ โครงการ เป็นการประเมินระดับความพอใจ เข้าใจ และความเห็นต่อการประชุมปฐมนิเทศโครงการ 5 ประเด็น คือ

ประเด็นที่ 1) ก่อนรับฟังท่านมีความรู้ ความเข้าใจในโครงการอย่างไร ผู้เข้าร่วมประชุมเกือบครึ่งมีความเข้าใจในโครงการปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 43.33 และมีผู้เข้าร่วมประชุมหนึ่งในสามมีความเข้าใจในโครงการน้อย คิดเป็นร้อยละ 35.00 และมีความเข้าใจมากเพียงร้อยละ 3.33

ประเด็นที่ 2) หลังรับฟังท่านมีความรู้ ความเข้าใจในโครงการอย่างไร ผู้เข้าร่วมประชุมมีความเข้าใจในโครงการในระดับปานกลางถึงค่อนข้างมาก คิดเป็นร้อยละ 68.33 และมีความเข้าใจมากเพิ่มขึ้น คิดเป็นร้อยละ 21.67

ประเด็นที่ 3) การได้รับรู้ข้อมูลจากเนื้อหาในการนำเสนอในที่ประชุม ผู้เข้าร่วมประชุมมีความเข้าใจในโครงการจากการนำเสนอระดับปานกลางถึงค่อนข้างมากร้อยละ 68.33 และมีความเข้าใจมากร้อยละ 23.33

ประเด็นที่ 4) การได้รับรู้ข้อมูลจากเอกสารประกอบการประชุม ผู้เข้าร่วมประชุมมีความเข้าใจในโครงการจากเอกสารประกอบการประชุมในระดับปานกลางถึงค่อนข้างมากคิดเป็นร้อยละ 71.67 และมีความเข้าใจมากคิดเป็นร้อยละ 23.33

ประเด็นที่ 5) ความเหมาะสมของรูปแบบและวิธีการนำเสนอข้อมูลโครงการ ผู้เข้าร่วมประชุมมีความเห็นเกี่ยวกับรูปแบบและวิธีการการนำเสนอข้อมูลว่าเหมาะสมในระดับปานกลางถึงค่อนข้างมากคิดเป็นร้อยละ 68.33 และเห็นว่ามีความเหมาะสมมากคิดเป็นร้อยละ 21.67

(3) **ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากแบบสอบถาม** ผู้ตอบแบบสอบถามเสนอให้ทางโครงการเพิ่มเติมรายละเอียดการศึกษา สรุปดังนี้

1) คณะศึกษาควรประกอบไปด้วย หน่วยงานทุกภาคส่วนเพื่อผลระยะยาว และยั่งยืน

2) ขอบเขตการศึกษาควรมีรัศมีการศึกษา (จุดศึกษาที่มีความถี่มากกว่านี้เมื่อมองจากภาพ) ไม่ทราบระยะเวลาการศึกษาที่แน่นอนควรกำหนดให้ชัดเจน เนื่องจากมีการประกอบกิจการต่อเนื่องมานาน (ระยะยาว)

3) ผลการศึกษาต้องมีความถูกต้อง ถ้ามีการสมมติฐานต้องเน้นว่าสมมติฐานนั้นมีความสำคัญอย่างไรต่อผลการศึกษา เพราะผลการศึกษาครั้งนี้จะต้องมีการนำไปอ้างอิงต่อไป

4) ควรศึกษาข้อมูลให้รอบด้านตามหลักวิชาอย่างเป็นกลาง เพื่อให้ได้ข้อเท็จจริงที่เชื่อถือได้เพราะจะมีผลต่อการพิจารณาของหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและประชาชนที่ได้รับผลกระทบที่นำไปใช้ซึ่งจะมีผลเป็นบวกหรือลบต่อการดำเนินกิจการของเหมืองแร่ทองคำดังกล่าว ซึ่งมีผู้มีส่วนได้ส่วนเสียหลายฝ่ายทั้งภาครัฐและประชาชนและผู้รับสัมปทานเอง

5) ขอบเขตการศึกษาส่วนใหญ่เป็นรายละเอียดของการตรวจสอบ ส่วนรายละเอียดขอบเขตการศึกษาด้านการมีส่วนร่วมและการสร้างเครือข่ายมีไม่มาก ทำให้ไม่เข้าใจถึงกลุ่มเป้าหมายที่จะสร้างเครือข่ายอย่างชัดเจน

6) ควรมีการประชาสัมพันธ์ผลการดำเนินงานให้ชุมชนทราบต่อเนื่องสม่ำเสมอเป็นประจำทุกเดือน ในพื้นที่อำเภอทับคล้อ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ เช่น หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง การประชุมหมู่บ้าน เพื่อประชาสัมพันธ์ /เผยแพร่ ให้ราษฎรในเขตพื้นที่ปกครองทราบต่อไป

7) ควรมีการประชุมชี้แจงแก่ผู้แทนชุมชนที่ได้รับผลกร ะทบโดยตรงรอบเหมืองรัศมีไม่เกิน 5 กิโลเมตร ก่อนจะมีการประชุม

8) การสร้างการมีส่วนร่วมของภาคประชาชนต้องเริ่มตั้งแต่ คิด ออกแบบ กระบวนการศึกษาฯ หลังการศึกษาและสนับสนุนด้วย

9) ผลการศึกษาของโครงการเมื่อเสร็จสิ้นแล้ว ควรส่งให้ 1) สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อ มจังหวัดใกล้เคียง พื้นที่ศึกษา 3 จังหวัด 2) อุตสาหกรรมจังหวัดใกล้เคียง พื้นที่ศึกษา 3 จังหวัด

10) ขอให้ดูแลและช่วยเหลือผู้ที่อยู่ใกล้บริเวณเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง ให้ดีและมากที่สุดเพราะอาจมีสารพิษเข้าสู่ร่างกาย

8.4.2 การสนทนาพบปะ/หารือ

ได้ดำเนินงานระหว่างวันที่ 9-12 กันยายน 2553 ด้วยการพบปะ หารือแบบไม่เป็นทางการ ดังแสดงใน**รูปที่ 8.4-2** โดยการสอบถามข้อมูลปัญหา ความกังวลใจ ประเมินทัศนคติ ที่มีต่อสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น และความต้องการของผู้ที่เกี่ยวข้องกับหน่วยงานราชการระดับท้องถิ่น ผู้นำชุมชน และประชาชนในพื้นที่ ทั้งนี้ได้เผยแพร่ข้อมูลข่าวสารควบคู่กันไป กับการรับฟังความคิดเห็น เพื่อให้ประชาชนได้รับรู้เข้าใจถึงลักษณะสำคัญของโครงการ ขั้นตอนการศึกษา พร้อมสอบถามข้อมูล/ข้อคิดเห็น และแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับผลกระทบสิ่งแวดล้อม และแนวทางการแก้ไขปัญหา

ผลจากการสนทนาพบปะ /หารือครั้งนี้ พบว่า ประชาชนในพื้นที่ได้ร้องเรียนปัญหามลพิษของเหมืองต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาโดยตลอด ซึ่งต่างก็มีข้อเสนอแนะและมีความกังวลใจต่อผลกระทบสิ่งแวดล้อม ดังนี้

(1) การดำเนินการตรวจสอบควรมีผู้ร้องเรียนหรือชุมชนใกล้เคียงร่วมด้วยแต่ทั้งนี้ทางผู้จัดจะต้องทำความเข้าใจกับชุมชนหรือผู้ร้องเรียนให้เข้าใจเพื่อให้ชุมชนและผู้ประกอบการอยู่ร่วมกันอย่างมีความสุข

(2) ควรแจ้งผู้นำชุมชนหรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องในพื้นที่ให้ทราบล่วงหน้า 1 สัปดาห์ ก่อนคณะทำงานเข้าไปศึกษาหรือเก็บตัวอย่าง เพื่อการเตรียมความพร้อมในการเข้าร่วมเป็นผู้สังเกตการณ์

(3) ต้องการให้มีการตรวจสอบน้ำใต้ดิน น้ำผิวดินและน้ำฝน บ่อยๆ

(4) ควรมีการจั ดอบรม หรือให้ความรู้แก่ประชาชน ในเรื่องสารพิษ การปนเปื้อน และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลแก่ประชาชนโดยทั่วไป เช่น การปนเปื้อนของสารมลพิษ ตั้งแต่แหล่งกำเนิด กระบวนการเกิด /ปนเปื้อน ทั้งจากธรรมชาติ และจากสารเคมีที่ใช้ในการเกษตร มีความแตกต่างกันอย่างไร เป็นต้น และควรศึกษาผู้ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงและแนวทางแก้ไขเพื่อตอบสนองความต้องการของประชาชนและประโยชน์ของชาติตามหลักการที่เหมาะสมของทั้ง 2 ด้าน

(5) ควรนำข้อมูลในพื้นที่มาระดมหาแนวคิดร่วมกันและหาข้อตกลงร่วมกันจัดทำแผนงานศึกษาร่วมกัน เพื่อสะดวกในการปฏิบัติงานและประการสำคัญต้องได้รับการยอมรับจากชุมชนสังคมรอบด้าน

รูปที่ 8.4-2 ภาพบรรยากาศการสนทนาพบปะและหารือกับชุมชน

8.4.3 การประชุมกลุ่มย่อย จำนวน 5 เวที

การประชุมกลุ่มย่อย มีวัตถุประสงค์ เพื่อรายงานความก้าวหน้าของการดำเนินโครงการและสร้างความ เข้าใจเกี่ยวกับโครงการในระดับพื้นที่ย่อยลงไปในแต่ละ ชุมชนโดยรอบพื้นที่เหมือง แร่ทองคำอัครา ไมนิ่ง โดยการดำเนินกิจกรรมประชุมกลุ่มย่อย ขึ้นระหว่างวันที่ 7-11 กุมภาพันธ์ 2554 และจำนวนผู้เข้าร่วมประชุมดังนี้

วัน เดือน ปี	สถานที่	จำนวนผู้เข้าร่วม (คน)
วันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2554	ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	72
วันที่ 8 กุมภาพันธ์ 2554	วัดคีรีเทพนิมิตร ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร	61
วันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2554	ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก	24
วันที่ 10 กุมภาพันธ์ 2554	ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลวังหิน อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	49
วันที่ 11 กุมภาพันธ์ 2554	ห้องประชุมเทศบาลตำบลเขาทราย อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร	41

สำหรับเนื้อหาของเรื่องที่บรรยาย ปรากฏตามเอกสารประกอบการประชุม และการนำเสนอของโครงการ โดย Power point และบรรยากาศในการประชุมเวทีต่างๆ ดังแสดง ใน**ภาคผนวก ฑ** และหลังจากจบการบรรยายเกี่ยวกับความก้าวหน้าและแผนการดำเนินงาน ได้เปิดโอกาสให้ผู้เข้าร่วมประชุมอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และสรุปการดำเนินการจัดการประชุมรับฟังความคิดเห็น แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) ผลการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น 2) ผลจากแบบสอบถามความคิ ดเห็นและ 3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากแบบสอบถาม โดยมีสาระสำคัญ ดังนี้

(1) ผลการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น สามารถสรุปการอภิปรายและแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ดังนี้

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
1. ชาวบ้านสังเกตพบว่าน้ำใช้จากแหล่งน้ำธรรมชาติที่รองไว้ในภาชนะมีสีเหลือง และขันน้ำอะลูมิเนียมมีลักษณะเป็นปุ่มและเกือบรั่ว อยากทราบว่าเกิดจากสาเหตุใด	- สีเหลืองของน้ำใช้ อาจเกิดจากเหล็กในชั้นหินที่มีเหล็กละลายในน้ำ ซึ่งเมื่อรวมตัวกับอากาศ หรือที่เรียกว่า ปฏิกิริยาออกซิไดส์ จะเกิดเป็นสีเหลือง - สำหรับปุ่มสีขาวที่พบบนขันน้ำ อาจเนื่อง จากน้ำฝนเป็นกรดคาร์บอนิกอ่อนๆ เมื่อละลายในหินปูนจะทำให้น้ำเกิดความกระด้างสูง แต่ถ้าน้ำมีค่าเป็นกรดเป็นด่างต่ำ เรียกว่าน้ำกัดกร่อนซึ่งต้องนำมาตรวจสอบเพื่อความชัดเจน และน้ำลักษณะนี้เมื่อนำมาต้มจะมีตะกรัน ซึ่งคาดว่าเป็นน้ำกระด้างถาวร หากนำมาดื่มอย่างต่อเ นื่องจะส่งผลให้เป็นนิ่วในกระเพาะปัสสาวะหรือไตได้ และสำหรับการปรับปรุงมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูง จึงแนะนำให้นำมาใช้สำหรับซักล้างแทนการนำมาบริโภค

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
2. แมงกานีสเป็นอันตรายต่อสุขภาพหรือไม่ น้ำใต้ดินในเขตพื้นที่หมู่ 8 (ต.ท้ายดง) สามารถดื่มได้หรือไม่ และขอความรู้เกี่ยวกับสารหนู ว่ามนุษย์จะได้รับสารหนูได้ทางใดบ้าง เช่น ผิวหนัง หรือดื่ม	- แมงกานีส ส่วนใหญ่ถูกนำไปใช้เป็นไส้ถ่านไฟฉาย ถ้ารับเข้าไปปริมาณมาก ร่างกายกำจัดออกไม่หมดอาจทำให้เกิดการสะสม ทำให้เกิดอาการตับแข็งได้ แมงกานีสมีคุณสมบั ติในการละลายน้ำเหมือนเหล็ก สำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำสามารถดำเนินการคล้ายกับเหล็ก คือ พ่นน้ำให้แมงกานีสจับกับออกซิเจน จนเกิดการตกตะกอน และนำไปกรองจากหยาบไปละเอียด และกรองด้วยถ่านเพื่อดูดกลิ่น และจากข้อมูลของเหมืองพบว่ามีปริมาณแมงกานีสสูง จึงไม่น่าแปลกใจที่จะตรวจพบแมงกานีสในน้ำปริมาณที่สูงเช่นกัน
3. ถ้าให้สุกรและไก่บริโภคน้ำประปาที่มีสารปนเปื้อน สามารถส่งผลอันตรายมาถึงคนที่บริโภคเนื้อสัตว์ดังกล่าวหรือไม่	- ปริมาณสารปนเปื้อนในสัตว์เลี้ยง ถ้ามากจะพบว่าสัตว์ตายก่อนที่จะนำรับประทาน จึงควรตรวจสารตกค้างในเครื่องใน สำหรับเนื้อสัตว์ไม่น่าจะมีสารตกค้าง ถ้ามีน่าจะเป็นสารเร่งมากกว่า สำหรับสารตกค้างพวกโลหะหนัก คาดว่าจะทำให้สัตว์ไม่เจริญเติบโตและตาย จึงไม่คิดว่าจะมีปัญหาในเรื่องสารตกค้างในสัตว์เลี้ยง
4. ถ้าบ่อบาดาลตื้นจะได้รับการปนเปื้อนมาก บ่อยิ่งลึกยิ่งปนเปื้อนน้อย น้ำบาดา ลที่ลึกประมาณ 70-80 เมตร อยู่ใกล้สายแร่ ไม่ทราบว่าตรงบริเวณนั้นจะมีการปนเปื้อนเป็นอย่างไร จึงอยากทราบว่าในชั้นตื้น และชั้นลึกมีสารอะไรบ้างที่ปนเปื้อน	- <u>ประการแรก</u> ในบ่อลึกและอยู่ในสายแร่หากพบว่ามีมลพิษหรือสิ่งที่เป็นพิษ น่าจะมาจากธรรมชาติ ซึ่งไม่สามารถหลีกเลี่ ยงได้ แต่รู้ว่าเป็นสายแร่อะไรนำไปวิเคราะห์ทางเคมี ตามคุณสมบัติน้ำบาดาลเพื่อการอุปโภค บริโภค ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลซึ่งมีกำหนดค่ามาตรฐานน้ำไว้ ซึ่งโครงการจะนำความรู้เรื่องนี้มาเผยแพร่ในการอบรมเครือข่ายของโครงการต่อไป - <u>ประการที่สอง</u> ถ้ามีสารมลพิษจากด้านบน เกิดการชะล้างลงสู่ข้างล่าง ระบบบ่อตื้นจะได้รับการปนเปื้อนก่อน ซึ่งจะมีอันตรายหรือไม่ขึ้นกับแหล่งกำเนิด เช่น บ่อฝังกลบขยะ ต้องดูชนิดของขยะ อาจจะเป็นขยะอุตสาหกรร มกระป๋องยาฆ่าแมลง เป็นต้น ซึ่ง สารตกค้างจากยาฆ่าแมลงสามารถปนเปื้อนสู่แหล่ง น้ำบาดาลได้ โครงการ จึงทำการเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณดังกล่าวไปวิเคราะห์หาโลหะหนักสารมลพิษที่สงสัย เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ และจำแนกว่าสามารถนำมาอุปโภค /บริโภคได้หรือไม่ ถ้า ต้องปรับปรุง ควรทำอย่างไรเพื่อ สามารถนำมาอุปโภค /บริโภคได้ เช่นเดียวกับการประชุมที่องค์การบริหาร ส่วนตำบลท้ายดง มีความกังวลเรื่องแมงกานีส จากการวิเคราะห์ดินของเหมือง พบว่า มีการปนเปื้อนแมงกานีสสูง โดยธรรมชาติมีแมงกานีสและเหล็กในปริมาณมากอยู่แล้ว เช่น ดินลูกรัง จะพบเหล็กสูง และสามารถละลายเหล็กมารวมอยู่ในน้ำได้ วิธีการปรับปรุง คือ กรองแบบถ่าน วัสดุพวกกร วดเป็นวัสดุหยาบไปละเอียดเรื่อยๆ จำนวนกี่ชั้นขึ้นกับปริมาณเหล็กและแมงกานีสว่ามากน้อยเพียงใด

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
5. การไหลเวียนของน้ำบาดาลมีระยะไกลประมาณกี่กิโลเมตร	- ระบบการไหลของน้ำบาดาลจำแนกได้ 3 ระบบ คือ 1) ระบบท้องถิ่น บริเวณที่ เข้า-ออก ห่างกันไม่เกิน 5 กิโลเมตร 2) ระบบการไหลขนาดกลาง บริเวณที่ เข้า-ออก ห่างกันประมาณ 10 กิโลเมตร และจะลึกลงไป 3) ระบบการไหลแถบอีสาน คือ บริเวณน้ำเข้า-น้ำออก จะห่างกันประมาณ 20 กิโลเมตร - การศึกษาระบบการไหลของน้ำ โดยศึกษาจากระบบเคมีหรือไอโซโทปของน้ำ โดยในพื้นที่นี้มีระบบการไหลจากท้องถิ่ น คือ บริเวณน้ำเข้า-น้ำออก ไม่ไกลกันมาก และไม่ลึกมากนัก
6. การระเบิดในการทำเหมืองแร่ทองคำจะส่งผลทำให้เกิดการปนเปื้อนสารหนู แมงกานีส หรือสารอื่นๆ ลงน้ำบาดาลได้หรือไม่	- ข้อสังเกต : จากเดิมลักษณะของพื้นที่หมู่บ้านเขาหม้อ มีลักษณะเป็นเนินเขา เมื่อฝนตกน้ำจะซึมลงไปกลายเป็นน้ำบาดาลและออกทุกทิศทุกทาง ในทางตรงข้ามการทำให้มีหลุมลึกเว้าลงไป น้ำฝนที่ตกลงจะไหลลงสู่บ่อเหมืองบ้าง ไหลลงด้านข้างบ้าง แต่ก่อนจะไหลลงมาน้ำจะถูกต้นไม้ และชั้นดินต่างๆ ซับน้ำและกรองไประดับหนึ่ง หากเป็นหินหรือช่องว่างในหินอาจจะมี ดินต่างๆ ก็ไหลซึมลงไปข้างล่าง และเป็นไปได้ที่น้ำฝนตกลงมาเอาดินหรือสิ่งต่างๆ ที่เกิดจากการขุดคุ้ยลงไปสู่ทางน้ำเก่า ถ้าเราไปใช้น้ำตรงนั้น อาจจะเกิดปุ่มขึ้นได้ และการลงน่าจะลงเร็วกว่าแต่ก่อน เพราะแต่ก่อนยังมีไม้มีอะไรต่างๆ ทำให้น้ำค่อยๆ ซึมลงไป มีการกรองลงไป - การระเบิดจะทำให้เกิดการแตกของหินมากขึ้น หากหินบริเวณดังกล่าวแตกเพิ่มขึ้นและเมื่อฝนตกลงมา มีช่องใหม่เกิดขึ้นถ้าช่องที่แตกอยู่มีสารพวกนี้แล้วน้ำฝนลงไปสัมผัสสารพวกนี้ด้วยโอกาสที่สารพวกนี้จะหลุดลงไปสู่แหล่งน้ำก็เป็นไปได้ รอยแตกพวกนี้น้ำจะไหลเร็วมาก รอยแตกใหม่ๆ ถ้าไม่มีน้ำค้างหรือไม่มีน้ำกักเก็บอยู่มาก การ ผุของพวกนี้จะเป็นไปได้น้อยมาก เพราะฉะนั้นความเข้มข้นก็ไม่น่าจะเพิ่มขึ้นมากอย่างรวดเร็ว ซึ่งเราต้องพิจารณาในส่วนนั้นด้วย แต่ก็มีโอกาสเป็นไปได้

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
7. อยากทราบผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบริเวณบ่อน้ำข้างเรือนเพาะชำ หมู่ 3 ตำบลเขาเจ็ดลูก ว่ามีแมงกานีสปนเปื้อนหรือไม่ และจากแผนที่ความอ่อนไหวของมลสาร บริเวณหมู่ 3 เป็นพื้นที่อ่อนไหวหรือไม่ และหากมีการนำกากแร่มาทิ้งข้างๆ บ่อน้ำบาดาลจะได้รับผลกระทบหรือไม่	- ขณะนี้ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำยังไม่เสร็จสมบูรณ์ และหากมีการทิ้งกากแร่ บริษัทควรมีการศึกษาว่าบริเวณที่ทิ้งมีชั้นดินลักษณะเป็นอย่างไร ต้องปรับปรุงชั้นดินอย่างไร เช่นเดียวกับการทิ้งขยะ โดยการเคลียร์พื้นที่ฝังกลบขยะ แล้วปูด้วยดินเหนียวป้องกันการซึมน้ำ และแผ่น PV วางท่อ Drain ต่างๆ ถ้าเป็นระบบที่ปิดสนิทไม่มีน้ำเข้าก็ไม่มีน้ำซึมออก - การนำกากมาทิ้งข้างๆ บ่อน้ำบาดาล อาจมีโอกาสที่จะสัมผัสหรือถูกน้ำชะออกมา ที่ปรึกษาแนะนำถ้าจะตรวจสอบก็เก็บน้ำที่ชะออกมาจากกองหินซึ่งมีร่องอยู่แล้ว ก็ให้เก็บน้ำมาตรวจว่ามีอะไรบ้างจะรู้ว่าแหล่งกำเนิดเป็นแบบนี้ และถ้ามีเหตุที่จะไหลล้นสู่นา ก็ตรวจว่ามีสารคล้ายกับตัวอย่างแรกหรือไม่ ความเข้มข้นอาจจะต่ำลง ต้องพิจารณาเป็นลำดับ ว่าโอกาสที่จะลงไปมีไหม ถ้ามีรางรอบขอบชิดต่างๆ โอกาสที่จะออกไปก็คงจะน้อย ยกเว้นรางซีเมนต์แตกรั่วหรือน้ำมากเกิดการเอ่อล้นเข้าไป
8. หากตรวจพบสารแมงกานีส บริเวณหมู่ 3 บ้านหนองระมาน เกินมาตรฐาน อยากทราบว่ามีแนวทางแก้ไขอย่างไร และมีข่าวว่าจะมีการนำกากแร่มาทิ้งใกล้เรือนเพาะชำ อยากทราบว่าจะแก้ปัญหาอย่างไร	- ต้องหาสาเหตุว่าเกิดจากการทำเหมืองจริงหรือเปล่า ต้องดูข้อเท็จจริงว่าก่อนการทำเหมืองมีปริมาณแมงกานีสเท่าไหร่และหลังทำเหมืองแล้วค่าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วหรือไม่ ขณะนี้ที่ปรึกษายังไม่มีข้อมูลที่เด่นชัดว่าตัวเหมืองทำให้เกิดการเพิ่มขึ้น เพราะโครงการเพิ่งจะเก็บตัวอย่างน้ำอยู่ในระหว่างการทดสอบซึ่งมีทั้งหมด 43 จุด ซึ่งจะมีข้อเปรียบเทียบต่างๆ สำหรับเรื่องแก้ปัญหาอาจจะต้องให้คนกลางเข้ามาร่วมกันแก้ปัญหา โดยเอาความสามารถที่พอจะทำได้ และให้ยอมรับได้ทั้ง 2 ฝ่าย
9. การวิจัยผลกระทบทางน้ำในครั้งนี้จะเอาไปประกอบการยื่นขอทำเหมืองแร่หรือไม่	- ผลการศึกษาของโครงการเป็นการศึกษาทาง วิชาการ ซึ่งเจ้าของโครงการ คือ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ทางโครงการพยายามที่จะศึกษาทางวิชาการและไม่ได้เกี่ยวกับการมีส่วนได้ส่วนเสียทางเหมืองหรือองค์กรอื่นใดๆ ทั้งสิ้น ยกเว้นเมื่อเห็นว่าข้อมูลนี้มีประโยชน์ก็อาจจะมาขอข้อมูลจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล และยินดีแพร่ผลการศึ กษาครั้งนี้แล้วก็สามารถที่จะอ้างอิงได้ ซึ่งที่ปรึกษาทำการศึกษาอย่างตรงไปตรงมา

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
10. จากผลการดำเนินการศึกษาที่ได้ศึกษามาระยะหนึ่งแล้ว สรุปได้หรือไม่ว่ามีผลกระทบมากน้อยแค่ไหนเกี่ยวกับการทำเหมืองแร่	- ขณะนี้การศึกษายังไม่ครอบคลุมทุกฤดูกาล เนื่องจากการไหลเวียนของน้ำบาดาลในแต่ละฤดู มีความแตกต่างกัน การนำข้อมูลมาที่ยังไม่สมบูรณ์มาเผยแพร่จึงไม่ถูกต้อง ขอให้ผลการวิเคราะห์ครบถ้วนเสียก่อน จะนำมาเผยแพร่เป็นลำดับต่อไป โดยกรมทรัพยากรน้ำบาดาลเป็นผู้เผยแพร่ข้อมูลดังกล่าวให้ประชาชน
11. เนื่องจากบริษัทจะขอสัมปทานทำเหมืองบริเวณต้นน้ำ น้ำจะไหลไปอำเภอวังทรายพูน ซึ่งคาดว่าจ ะมีผลกระทบต่อชุมชน ในเขตพื้นที่ตำบลวังโพรงแน่นอน จึงขอฝากกับคณะอาจารย์และทีมงานผู้ศึกษา หากพบว่ามีผลกระทบให้นำเสนอแบบตรงไปตรงมา และปัญหาน้ำบาดาล มีความขุ่นมาก เป็นตะกอนสนิม น้ำที่ นำมาใช้ในห้องน้ำ พบว่าห้องน้ำ จะจับคราบเป็นสีคล้ ายทอง มีตะกอนขุ่นมาก จึงอยากทราบว่าจะทำอย่างไรให้น้ำใส	- สำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำใช้ โดยใช้วิธีกรอง ซึ่ง อบต . มีงบประมาณในส่วนการจัดทำถังกรองสนิมเหล็กอยู่แล้ว หรือใช้การกำจัด โดยการใช้สเปรย์น้ำให้เป็นละอองฝอย เหล็กที่ละลายในน้ำก็จะจับกับออกซิเจนในอากาศแล้วตกตะกอนผ่านตะแกรงกรวดหรือวัสดุที่เป็นวัสดุหยาบละเอียดขึ้น ท้ายสุดเป็นถ่านไว้ดูดกลิ่น ซึ่งสามารถลดเหล็กที่ละลายน้ำได้ประมาณร้อยละ 90 ถ้าไม่มีถังใช้ก็ใช้เป็นผักก็ได้ ใช้พีวีซีทำเป็นชั้นเอาผักใส่กรวด ทรายละเอียดต่างๆ ประมาณ 4-5 ชั้น แล้วสุดท้ายเป็น ถ่าน แล้วปล่อยน้ำจากข้างบนลงมา หรือ เจาะรูเล็กๆ ที่ท่อพีวีซี แล้วให้ผ่านตะแกรงออกมา สักระยะมีตะกอนจับมากก็ล้างกรวด น้ำที่ได้ก็ขังอยู่ในถังน้ำ ถ้ายังไม่หมดก็ตกตะกอนในถังน้ำ อาจจะต้องวิเคราะห์ว่ามีตัวอื่นด้วยหรือไม่ เช่น ความกระด้าง คือ ฟอกสบู่ไม่มีฟอง มีตะกรันที่ท่อน้ำ ทำให้ต้องเปลี่ยนท่อน้ำบ่อย หรือเอาน้ำมาต้ม ก็มีตะกรันอยู่ ที่ภาชนะ ดื่มน้ำก็ไม่เหมือนน้ำทั่วไป ซึ่งถ้าดื่มมากๆ จะทำให้เป็นนิ่ว
12. การสำรวจแร่ของเหมือง โดยการเจาะจะมีสายไฟ และมีการใส่สารลงไปในหลุมเจาะ อยากทราบว่าทำไมต้องทำอย่างนั้น	- สำหรับสายไฟเป็นสายสลิงที่ไว้ดูทิศทางว่าเจาะไปในทิศทางไหนตรงตามแบบหรือไม่ เหมือนการเอ็กซ์เรย์ใต้พื้นดิน เนื่องจากการเจาะแบบนี้ต้องเจาะเอียง ส่วนสารที่ใส่ลงไปนั้น เนื่องจากในช่วงแรกเป็นชั้นดินอาจจะเก็บเป็นแท่งอาจจะไม่มีความสำคัญเกี่ยวกับสายแร่จึงเก็บเป็นเศษดินขึ้นมา เมื่อถึงบริเวณที่มีสายแร่ ก็เจาะเป็นแท่ง อาจจะต้องใช้ตัวหล่อลื่น เป็นโคลนธรรมดา ซึ่งโคลนตัวนี้ มีคุณสมบัติในการหล่อลื่นหรือหล่อให้เย็นลง อันที่สอง คือ ถ้าเจาะน้ำบาดาล เป็นการเคลือบบ่อไม่ให้พังลงไป ซึ่งไม่มีปัญหา

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
13.อยากทราบว่าการเป็นเครือข่ายเฝ้าระวังฯ จะได้อะไรบ้าง	- การเป็นเครือข่าย คือ สร้างบุคลากรหรือทรัพยากรมนุษย์ให้เข้ามาอยู่ในกรอบ เพื่อให้มีความรู้ และแนวทางการดำเนินการเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล จะได้การตอบรับจากชุมชน
14.ระยะทางความเข้มข้นของการศึกษาที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบจากเหมือง ระยะทางประมาณเท่าไหร่	- โครงการกำหนดพื้นที่ศึกษาโดยแบ่งระยะห่างจากของเขตเหมืองอัคร 1, 3, 5 และ 7 กิโลเมตร โดยในระยะ 1 กิโลเมตร จะมีบ่อสังเกตการณ์ค่อนข้างถี่และใกล้กัน เพราะจำนวนตัวอย่างและดัชนีที่ตรวจวิเคราะห์เยอะมากทำให้มีค่าพวกนี้ค่อนข้างมาก
15.ต้องการทราบว่าแหล่งน้ำธรรมชาติที่ร่องน้ำติดเหมืองจะมีโอกาสติดสารปนเปื้อนรั่วออกมาหรือไม่	- ขณะนี้โครงการฯ ได้เก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำธรรมชาติบริเวณที่ใกล้เขตพื้นที่เหมือง และกำลังอยู่ในกระบวนการวิเคราะห์ตามดัชนีตรวจวัดต่างๆ เช่น อาร์เซนิก และไซยาไนด์
16.ถ้าพบว่ามีสารปนเปื้อนแล้ว จะเป็นอันตรายต่อชุมชนหรือไม่ และหากสัมผัสแล้วจะเป็นอย่างไร เช่น เล่นน้ำ	- โครงการต้องดูปริมาณความเข้มข้นว่ามีเท่าไหร่ การสัมผัสของชุมชน ชุมชนดื่มหรือไม่ เช่น อาร์เซนิก หากดื่มในปริมาณมากจ ะทำให้ผิวหนังดำ มีลักษณะเป็นจุดๆ เรียกว่า “ไข้ดำ” - โอกาสเกิดอันตรายจากการสัมผัสนั้น ขึ้นอยู่กับความอ่อนไหวของผิวหนัง ส่วนอาการที่เกิดขึ้นจากการสัมผัส คือ คัน และหากสัมผัสนานๆ หรือมีแผลอาจทำให้เกิดการซึมเข้าไปในผิวหนังได้
17.สารพิษที่มาจากการทำการเกษตรจะส่งผลต่อบ่อน้ำตื้นหรือไม่	- สามารถส่งผลกระทบต่อน้ำผิวดิน เพราะน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่เกษตรลงสู่แหล่งน้ำไม่ได้ผ่านการกรองมากนักผ่านแค่ชั้นดินแล้วออกมาแหล่งน้ำธรรมชาติ
18.ถ้าต้องการทำน้ำดื่มที่ผ่านระบบการกรองที่มีขายในท้องตลาด สามารถทำให้สารพิษพวกนี้หมดได้หรือไม่	- ตรวจสอบ โดยนำน้ำที่ผ่านการกรองแล้วส่งให้บริษัทเจ้าของเครื่องตรวจสอบ หรือนำมาวิเคราะห์ อาจทดสอบกับเครื่องมือตรวจสอบเบื้องต้น (Test kids) ซึ่งสามารถซื้อได้ที่ร้านขายเครื่องมือวิทยาศาสตร์ หรืออนามัยที่รับตรวจสอบ เรียกว่า ชุดตรวจสอบภาคสนาม
19.สารไซยาไนท์ที่ใช้สกั ดทองเป็นสารประเภทอะไรปนเปื้อนทางอากาศได้หรือไม่มีโทษอย่างไร จะป้องกันได้อย่างไร	- เหมืองใช้ไซยาไนด์ แยกสลายแร่ทองกับดิน โดยมีกระบวนการใช้ปรอทมาจับทองคำอีกครั้งหรือคาร์บอนแอคติเวทต์ หรือเรียกว่า “ถ่านกัมมันต์” จากกระบวนการต่างๆ ไซยาไนด์สามารถระเหยสู่บรรยากาศ การรับไซยาไนด์เข้าไป ปริมาณไม่มาก จะไม่เป็นอันตราย แต่ถ้ารับต่อเนื่อง เป็นเวลานานควรตรวจว่ามีการสะสมหรือไม่ ความเป็นห่วง คือ โอกาศที่จะระเหย ไปตามทิศทางลมหรือไม่ ต้องขอความร่วมมือกับกรมควบคุมมลพิษทำการตรวจวัดอากาศรอบเหมืองอีกครั้ง ซึ่งโครงการจะเป็นส่วนหนึ่งที่ เข้าร่วมตรวจสอบกับกรมควบคุมมลพิษ ร่วมกับเหมือง ภาคราชการทั้งหลาย เพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของไซยาไนด์ในอากาศ

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
20. หากสัมผัสกับน้ำฝนที่มีการปนเปื้อนในอากาศหรือชุมชมดื่มน้ำฝนจะส่งผลกระทบอย่างไร	- กรณีน้ำฝน (กรดคาร์บอนิกอ่อนๆ ซึ่งในโตรเจนรวมตัวกับน้ำเป็นคาร์บอนิก) สามารถทำให้มีปริมาณกรดคาร์บอนิกเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเมื่อตกลงมาก็ละลายหินปูนได้ แต่เนื่องจากสภาพทางภูมิประเทศไม่ได้เป็นหุบเขา อากาศมีการหมุนเวียนมากกว่า จึงมีโอกาสสลายได้มากกว่า คาดว่าไม่น่าจะ มีปัญหา ถ้าจะมี คือ ฝุ่นละอองโดยสังเกต จากฝนแรกของปี น้ำจะไม่ใส มีฝุ่น ถ้าพวกนี้อยู่ในอากาศหรือสลายเป็นก๊าซ สำหรับการดื่มน้ำฝน จึงไม่น่าจะมีผลต่อน้ำฝนที่จะนำมาดื่ม แต่ก่อนที่จะรองน้ำฝน ควรให้มีการชะล้างสิ่งสกปรกบนหลังคาออกไปก่อน จึงรองน้ำฝน และทำการต้มให้สุกก่อนนำมาดื่ม
21. การอบรมครั้งต่อไปต้องการ ให้ทีมงานเตรียมอุปกรณ์การตรวจวัดน้ำมาตรวจวัดคุณภาพน้ำ อาจจะให้ เพื่อสำรวจน้ำแหล่งน้ำในแต่ละหมู่ หรือ ให้แต่ละหมู่เอาตัวอย่างน้ำมาตรวจวัด และรับทราบร่วมกัน	- ที่ปรึกษาจะจัดเตรียมอุปกรณ์ใช้ในภาคสนามจะมีบางค่าที่ต้องตรวจวัดทันทีในสนาม เช่น ค่าความเป็นกรด- ด่าง และค่าการนำไฟฟ้า เป็นต้น สำหรับบางพารามิเตอร์ต้องไปตรวจวัดในห้องปฏิบัติการ
22. ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำในพื้นที่ตำบลวังหลุม ทราบผลการตรวจวิเคราะห์ แล้วหรือยัง เพร าะเป็นจุดที่ใช้เป็นแหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา	- ผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำใต้ดิน ปัจจุบันอยู่ระหว่างการวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ
23. อยากทราบการไหลเวียนของน้ำใต้ดิน ว่ามีทิศทางการไหลอย่างไร	- ขณะนี้ ผลยังออกมายังไม่ครบ 100 เปอร์เซ็นต์ อยู่ระหว่างการศึกษา ซึ่งวัดระดับน้ำใต้ดิน ทุกเดือน ยังไม่สมบูรณ์หากผลการศึกษาครบถ้วนทุกฤดูกาลจะนำเผยแพร่อีกครั้ง ทั้งนี้เนื่องจากแต่ละฤดูมีทิศทางการไหลแตกต่างกัน
24. สารไซยาไนด์และสารหนู มีอันตรายต่อร่างกายอย่างไร แล้วควรมีปริมาณเท่าไหร่ ประชาชนทั่วไปจะรู้ได้อย่างไร ว่าน้ำที่ใช้อุ ปโภคจะปลอดภัยจากไซยาไนด์ และสารหนู	- ขอยกกรณีศึกษาที่ร่อนพิบูลย์ ประชาชนใช้น้ำบาดาลมากกว่า 10 ปี ค่ามาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 0.05 พีพีเอ็ม หรือ 0.05 ส่วนในล้านส่วน แต่ร่อนพิบูลย์ตรวจพบ 10 พีพีเอ็ม ซึ่งเกินค่ามาตรฐาน ในกรณีร่อนพิบูลย์มีการใช้น้ำที่มีสารพิษอยู่แล้วไม่มีการตรวจสอบใช้มา 10-20 ปี จึงเป็นโรคขึ้นมาเป็นจุดที่มีสีดำ ประเทศอินเดียมีกรณีเหมือนร่อนพิบูลย์ ซึ่งคนอินเดียก็มีจุดสีดำเหมือนกัน แต่ไม่ได้ทำอะไรในพื้นที่เลย ปรากฏว่าสารหนูมีอยู่ในธรรมชาติที่สูงเกินหากร่า งกายได้รับเกินเข้าไปก็อาจทำให้เสียชีวิตเหมือนที่ประเทศอินเดีย

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
25.จะทราบได้อย่างไรว่ามีการปนเปื้อนในน้ำหรือไม่ จะสำรวจอย่างไร	- การตรวจสอบเบื้องต้นอาจจะสามารถบอกเป็นแต่ละชนิด โดยประสาทสัมผัสทั้ง 5 คือ การดม (มีกลิ่น) สี (มีสีหรือไม่ ขุ่นหรือไม่ ตะกอนสีอะไร เช่น กำมะถัน) ถ้าได้กลิ่นกำมะถัน ก็แสดงว่าข้างล่างมีรอยแตกทำให้มีกำมะถันขึ้นมา สำหรับเหล็ก ให้ดูสีของน้ำ เนื่องจากเหล็กทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ จะมีสีสนิม ซึ่งกรองได้ อย่างกรณีหินปูน หรือมีความกระด้าง ตรวจจากการใช้สบู่

(2) ผลจากแบบสอบถามความคิดเห็น

การประเมินผลการประชุมจากแบบสอบถาม จำนวน 161 ราย จากผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 399 ราย (ไม่รวมคณะทำงาน) คิดเป็นร้อยละ 40 ของผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด โดยผลจากแบบสอบความคิดเห็น สรุปดังนี้

1) ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานของผู้ตอบแบบสอบถามผู้ตอบแบบสอบถามมากกว่าครึ่งหนึ่งเป็นเพศชาย/เพศหญิง จำนวน 110/51 (ร้อยละ 68.32) โดยมีอายุอยู่ในช่วงอายุ 40-49 ปี มากที่สุด (ร้อยละ 40.99) รองลงมาอยู่ในช่วงอายุ 50-59 ปี (ร้อยละ 24.22) ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามส่วน มากมีการศึกษาระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 37.90 รองลงมา คือ ระดับมัธยมศึกษาตอน ต้น คิดเป็นร้อยละ 23.00 สำหรับระดับปริญญาตรี /และสูงกว่า คิดเป็นร้อยละ 12.46 ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ เป็นเกษตรกร คิดเป็นร้อยละ 65.84 รองลงมา คือ ค้าขาย คิดเป็นร้อยละ 8.70 โดยเกือบครึ่ง มีตำแหน่ งเป็นผู้ใหญ่บ้าน / ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน คิดเป็นร้อยละ 46.60 รองลงมา คือ ราษฎรในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 26.09

2) ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการมีส่วนร่วมรับรู้ข่าวสารและข้อมูลโครงการ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ต้องการรับทราบและช่วยเผยแพร่ข่าวสารโครงการ คิดเป็นร้อยละ 91.93 ส่วนที่เหลือ 8.07 ไม่ต้องการรับทราบและช่วยเผยแพร่ข่าวสารโครงการ โดยต้องการติดตามความก้าวหน้าของโครงการ คิดเป็นร้อยละ 90.68 และสนใจในเรื่องของการมีส่วนร่วม ของการศึกษาโครงการ คิดเป็นร้อยละ 90.68 ผู้ตอบแบบสอบถามมีความยินดีเข้าร่วมประชุม /สัมมนา และติดตามผลการศึกษาของโครงการ คิดเป็นร้อยละ 88.20 และยินดีให้ความร่วมมือการดำเนินงานของโครงการ คิดเป็นร้อยละ 90.68

3) ส่วนที่ 3 ความเห็นที่มีต่อการประชุมกลุ่มย่อย เป็นการประเมินผลจาก 3 ประเด็น คือ

ประเด็นที่ 1) ความเข้าใจในแนวทางและวิธีการศึกษาของโครงก าร ก่อนรับฟังการประชุม ผู้เข้าร่วมประชุมมีความเข้าใจปานกลาง-มาก คิดเป็นร้อยละ 68.32 โดยมีผู้เข้าใจน้อยคิดเป็นร้อยละ 28.00 และหลังรับฟังการประชุม ผู้เข้าร่วมประชุมมีความเข้าใจปานกลาง- มาก คิดเป็นร้อยละ 88.81 โดยมีผู้เข้าใจน้อยคิดเป็นร้อยละ 6.21

ประเด็นที่ 2) ได้รับประโยชน์และความรู้จากเ อกสารประกอบการประชุม ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ได้รับประโยชน์ และความรู้จากเอกสารการประชุมปานกลาง – มาก คิดเป็นร้อยละ 99.44

ประเด็นที่ 3) สนใจเข้าร่วมกิจกรรมโดยการเป็นเครือข่ายอนุรักษ์เฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล ผู้เข้าร่วมสนใจเข้าร่วมเครือข่ายคิดเป็นร้อยละ 81.67 และมีผู้ไม่แน่ใจคิดเป็นร้อยละ 10.00

(3) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมจากแบบสอบถาม

1) การให้ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับน้ำใต้ดิน

- ต้องการให้มหาวิทยาลัยขอนแก่นเข้าไปให้ความรู้กับชาวบ้าน
- ต้องการให้ทรัพยากรน้ำบาดาลให้ความรู้ ความเข้าใจเพราะชาวบ้านไม่มีความรู้เรื่องคุณภาพน้ำ ประกอบกับทางเหมืองทองได้มาทำจุดขุดเหมืองแร่ทองคำ ว่าทางชาวบ้านนั้นจะมีปัญหาหรือเปล่า
- ควรมีหัวข้อการบรรยายที่ชัดเจนให้ตรงกับวัตถุประสงค์ที่กำหนดมา
- ช่วยให้มีความเข้าใจเรื่องน้ำบาดาลมากขึ้นและรู้ว่าในน้ำบาดาลมี สารที่เป็นอันตรายอยู่ตามธรรมชาติอยู่แล้ว สารพิษบางอย่างก็เกิดจากมนุษย์เป็นผู้ทำให้เกิดจะได้ช่วยกันวางแผนหาทางแก้ไขร่วมกัน
- เป็นการพบปะหารือเพื่อสอบถามข้อมูลกับหน่วยงานระดับท้องถิ่น ผู้นำชุมชนและประชาชนในพื้นที่ที่มีต่อสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น
- การจัดประชุมกลุ่ม ย่อยในแต่ละครั้งเราจะได้รับรู้สภาพปัญหาในปัจจุบันว่ามีสถานการณ์เป็นอย่างไร และทำให้ได้รับรู้ปัญหาในแต่ละกลุ่มชุมชนว่าเป็นอย่างไร ควรจัดอย่างสม่ำเสมอและการประชุมกลุ่มย่อยแต่ละครั้ง ควรนำสภาพของน้ำที่ขุดเจาะไว้ทั้ง 12 จุด แจ้งให้ ที่ประชุมทราบด้วยทุกครั้ง
- การจัดประชุมกลุ่มย่อยดีมาก แต่ไม่เข้าใจเท่าไร เพราะว่าเรื่องข้อมูลเกี่ยวกับน้ำและดินหรือทางเดินน้ำไปทางไหน
- อยากให้จัดประชุมกลุ่มย่อยบ่อยๆ จะได้รับรู้ข่าวสารต่อเนื่อง ที่ผ่านมาเป็นการพบปะที่ยังไม่ทั่วถึงทุกระดับชั้น ข้าราชการ ประชาชน ผู้นำชุมชน ข้อมูลไม่ชัดเ จน การศึกษาไม่เพียงพอ เวลาน้อยรัดกุม
- ประชาชนจะได้ความรู้เกี่ยวกับผลเสียที่จะเกิดขึ้นในอนาคตและจะได้มีแนวทางป้องกันกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นบ้าง
- เป็นเรื่องที่ยินดีมากได้เข้าร่วมการประชุมย่อย เพราะจะได้รู้เรื่องของสารพิษและน้ำบาดาลให้รับรู้ว่าทำไมน้ำบาดาลจึงแห้งเร็วจากเคยอยู่ตื้น แต่เดี๋ยวนี้ต้องเจาะลึกลงไปมาก ว่าเป็นตาม

ธรรมชาติฤดูกาลหรือสาเหตุมาจากการทำเหมืองแร่ทองคำและต้องการเข้าร่วมการอบรมอีกครั้งเพื่อการรับรู้เรื่องให้มากขึ้น

- การประชุมนี้มีความรู้ที่ดี และทำให้คนเราได้คว ามคิดที่ใหม่ขึ้นและยุติธรรมเป็นกลางสำหรับ 2 ฝ่าย ได้อย่างดี
- อยากให้ทางเจ้าหน้าที่วิทยากรอธิบายเรื่องสารที่ปนเปื้อนมากับน้ำบาดาลว่ามาจากไหนและเป็นอันตรายมากเพียงใด
- อยากให้มีการอบรมที่ใช้เวลามากหน่อยเพื่อให้ประชาชนได้รู้จักการซึมของสารพิษที่ซึมลงไปปนเปื้อนในน้ำชั้นใต้ดิน ว่าซึมลงอย่างไร มากน้อยแค่ไหน และการป้องกันอย่างไร มีโทษมากแค่ไหนของสารพิษแต่ละอย่าง
- ได้รับความรู้เกี่ยวกับน้ำ จะนำความรู้เพื่อเอาไปเผยแพร่ต่อชุมชนใน หมู่บ้านต่อไป และคณะกรรมการประปาหมู่บ้าน-กรรมการหมู่บ้าน ตลอดจนผู้ใช้น้ำ
- ดีมากเพราะจะทำให้ได้รับความรู้เกี่ยวกับสารพิษปนเปื้อนในน้ำบนผิวดินและใต้ดินบ่อบาดาล
- จัดประชุมบ่อยๆ เพื่อประโยชน์ของประชาชนและเผยแพร่ข่าวสารโครงการให้กว้างให้ประชาชนรับรู้ข่าวสารมากหน่อย
- ให้ความรู้และความเข้าใจกับผู้ที่มาอบรมดีมาก ขอขอบคุณกับผู้ที่มาเผยแพร่โครงการนี้

2) การปนเปื้อนในแหล่งน้ำใต้ดิน

- ต้องการให้ที่ปรึกษานำน้ำไปตรวจวิเคราะห์และส่งผลตรวจ หมู่ที่ 10 บ้านหนองแสง ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ หรือพื้นที่อื่นๆ ที่ทีมงานผู้ศึกษาได้มาเก็บตัวอย่างในพื้นที่ไปตรวจวิเคราะห์
- การปนเปื้อนจะรู้ได้อย่างไรว่าในน้ำมีสารหนู สารไซยาไน ด์ น่าจะมีการทดสอบให้ดูบ้าง แล้วบ่อบาดาลมีความลึกเท่าไร จะมีสารชนิดนี้อยู่ในน้ำแมงกานีสเป็นสารชนิดใด มีผลเสียอย่างไรใน 3 อำเภอ อำเภอไหนมีสารหนูมาก และอำเภอไหนมีสารหนูน้อย
- หลังจากหน่วยงานของมหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้สำรวจ ศึกษา น้ำของหมู่บ้านดงหลงว่ามีสารปนเปื้อนชนิดใดบ้าง อยากให้หน่วยงานของ มหาวิทยาลัย ขอนแก่น ชี้แจง ว่าสารตัวที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำหากสัมผัสหรือ อาบ ล้าง จะมีผลอย่างไรกับชาวบ้าน
- หากผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำบาดาลเกิดการปนเปื้อน อยากให้ช่วยแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้น้ำบาดาล สามารถใช้ดื่มต่อไปได้
- ต้องการผลของสารปนเปื้อนในแต่ละพื้นที่ เพราะ จำเป็น ต่อ ความปลอดภัย โดยติดประกาศให้ประชาชนได้เฝ้าระวังจะขอบคุณอย่างมาก

- ในเขตที่มีการเปิดเหมืองแร่ทองคำ ได้รับการปนเปื้อนสารพิษจากน้ำมือมนุษย์ทำให้พื้นดินและหินได้รับการสั่นสะเทือน จึงเกิดการผสมน้ำให้ขุ่นและเกิดเป็นตะกอน เกิดเป็นสารหนู สารอื่นๆ เนื่องจากการระเบิดดินทุกวัน
- ควรสรุปผลการตรวจสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดินในตำบลวังโพรง และแจ้งให้ทราบว่าพบสารอะไรบ้าง เกิดจากอะไร
- อยากให้นำข้อมูลที่ศึกษามาบอกมาชี้แจงในที่ประชุมอย่างละเอียดและจริงใจอย่างตรงไปตรงมา
- อยากให้โครงการนี้ออกสำรวจระบบน้ำประปาแต่ละหมู่บ้านว่าระบบน้ำประปา จะมีสารปนเปื้อนมากน้อยเพียงใด
- อยากให้คณะทำงานทางมหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้นำเครื่องวัด มาสำรวจน้ำในเขตพื้นที่ ตำบลวังหิน ในแต่ละหมู่บ้านเพื่อจะได้ทราบปัญหาของแต่ละหมู่บ้านที่แท้จริงและถูกต้อง
- ควรให้สภาพสิ่งแวดล้อม อยู่คงเดิม สามารถที่จะทำการเกษตรได้ไม่ควรให้เกิดความเดือดร้อน ต่อการดำรงชีวิตของราษฎร เนื่องจากสภาพแวดล้อมเป็นพิษ
- ควรจะเสนอแนะการตรวจสอบคุณภาพ น้ำเบื้องต้น ที่จะนำไปใช้การบริโภค เช่น การใช้เครื่องมือทดสอบคุณภาพของน้ำว่าจะมีสารปนเปื้อนมากน้อยแค่ไหน
- ให้มีการเจาะน้ำใต้ดินแต่ละหมู่บ้านที่อยู่ในจุดเสี่ยง ตั้งเครื่องมือวัดสารพิษตกค้างไว้ให้แต่ละหมู่บ้านได้ไว้ดูและแจ้งเหตุให้กับกรมทรัพยากรน้ำได้ทราบและหาแนวทางแก้ไขหรือช่วยเหลือชุมชนต่อไป (ในหมู่ที่ 12 บ้านเขาทราย ยังไม่เห็นมีเจ้าหน้าที่มาตรวจสอบเรื่องของน้ำใต้ ดินเลยและส่วนใหญ่ชาวบ้านใช้น้ำใต้ดินกันทั้งนั้น)

3) การอนุรักษ์ และเฝ้าระวังน้ำบาดาล

- อยากให้มีการจัดกลุ่มเฝ้าระวังการปนเปื้อนของน้ำในเขตตำบลท้ายดงด้วย
- โอกาสดีมากๆที่ มีโครงการศึกษาและเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดินจะทำให้ผู้นำหลายส่วนมาประชุมจะได้แจ้งข่าวสารให้ประชาชนได้รับทราบที่ไปที่มาของสารพิษต่างๆได้ถูกต้อง
- คำว่าจะอบรมเยาวชนนั้น เห็นดีด้วยเพราะว่ามีประโยชน์มาก อยากทราบว่า ต้องการหมู่ละกี่คน มีค่าใช้จ่ายอะไรบ้าง เพราะว่าดีมาก การมารับฟังวันนี้ มีประโยชน์มากๆได้ความรู้ดีจริงชอบมาก วันนี้ได้รับความรู้ดีมาก
- ขอให้เฝ้าระวังเรื่องนี้ไปเรื่อยๆ เพราะจะทำให้มีความปลอดภัยจากสารพิษในแต่ละพื้นที่ที่บริโภคน้ำของประชาชน เพื่อสุขภาพที่ดีของประชาชนในพื้นที่

8.4.4 การประชุมปัจฉิมนิเทศ

(1) วัตถุประสงค์ เพื่อนำเสนอผลการศึกษาของโครงการให้ผู้เข้าร่วมประชุม ปัจฉิมนิเทศได้รับทราบและเพื่อรับฟังความคิดเห็น ข้อเสนอแนะ และกำหนดแนวทางการติดตามตรวจสอบโครงการต่อไป

(2) ขอบเขต พื้นที่ดำเนินการ ขอบเขต พื้นที่ใน การศึกษา โครงการ ประกอบด้วย 3 จังหวัด 5 อำเภอ 10 ตำบล 38 หมู่บ้าน ดังนี้ ตำบลเขาเจ็ดลูก ตำบลเขาท ราย ตำบลทับคล้อ อำเภอทับคล้อ ตำบลหนองพระ ตำบลวังทรายพูน อำเภอวังทรายพูน และตำบลวังหลุ่ม อำเภอตะพานหิน จังหวัดพิจิตร ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก ตำบลท้ายดง ตำบลวังหิน และตำบลวังศาล อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ดังนี้ (ดังแสดงใน**ตารางที่ 8.4-1**)

(3) กลุ่มเป้าหมาย ตัวแทนหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง องค์การบริหารส่วนท้องถิ่น ผู้นำชุมชน ตัวแทนชุมชน และประชาชนที่ได้รับผลกระทบโดยรอบโครงการ

ตารางที่ 8.4-1 พื้นที่ดำเนินการศึกษาการมีส่วนร่วมของประชาชน

จังหวัด	อำเภอ	ตำบล	หมู่ที่	หมู่บ้าน	หมู่ที่	หมู่บ้าน
พิจิตร	**ทับคล้อ**	**เขาเจ็ดลูก**	3	เขาดิน	8	นิคม
			4	จิตเสือเต้น	9	เขาหม้อ
		ทับคล้อ	5	สายคลองแห้ง	9	แดงโตน
		เขาทราย	1	เขาทราย	6	หนองจะปราบ
			2	วังแดง	9	หนองพงษ์
			3	ลำประดา	10	เขาทราย
			4	เขาทราย	12	วังแดงเหนือ
	วังทรายพูน	**วังทรายพูน**	3	บุ่งมะกรูด	7	ทุ่งโม่ง
			5	เนินหัวโล้	-	-
		หนองพระ	1	หนองลากค้อน	7	เขาพนมพา
	ตะพานหิน	**วังหลุม**	5	เขารวก	-	-
เพชรบูรณ์	**วังโป่ง**	**ท้ายดง**	1	วังชะนาง	8	ดงหลง
			4	ด่านช้าง	10	หนองแสง
			5	วังชะนางใต้	-	ร่องตะแบก
			7	ทุ่งนางาม	-	วังชะนางใต้
		วังหิน	3	น้ำอ้อม	9	ดงเจริญ
			4	วังใหญ่	12	เนินสว่าง
			5	วังพลับ	-	-
		วังศาล	1	วังศาล	-	-
พิษณุโลก	**เนินมะปราง**	**วังโพรง**	1	ทุ่งยาว	3	คลองตาลัด
			2	วังขวัญ	6	บ้านหนองคู่

ที่มา: มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2553

(4) ขั้นตอนการดำเนินการ

- กล่าวต้อนรับผู้เข้าร่วมประชุม
  โดย นพ.ประจักษ์ วัฒนะกูล นายแพทย์สาธารณสุขจังหวัดพิจิตร
- กล่าวรายงาน
  โดย นายบรรจง พรมจันทร์ ผู้อำนวยการ ส่วนฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล
- กล่าวเปิดการสัมมนา
  โดย นายสัมฤทธิ์ ชุษณะทัศน์ รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
- นำเสนอความเป็นมาของโครงการ สภาพปัญหาของพื้นที่
  โดย ดร.รุ่งเรือง เลิศศิริวรกุล ผู้จัดการโครงการ
- นำเสนอผลการศึกษาของโครงการฯ
  โดย ดร.รุ่งเรือง เลิศศิริวรกุล ผู้เชี่ยวชาญด้านอุทกธรณีวิทยา
  ดร.สุเทพ ศิลปานันทกุล ผู้เชี่ยวชาญด้านสาธารณสุข
- อภิปราย ตอบข้อซักถาม และรับฟังความคิดเห็นจากผู้มีส่วนได้ส่วนเสียต่อโครงการ

(5) ผลการประชุมปัจฉิมนิเทศ

การประชุมปัจฉิมนิเทศ "โครงการศึกษาการปนเปื้อนและวางเครือข่ายเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดิน ในพื้นที่อำเภอทับคล้อ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์" ดำเนินการในวันจันทร์ ที่ 19 ธันวาคม พ.ศ. 2554 เวลา 08.30–12.10 น. ณ. ห้องประชุมมะยงชิด โรงแรมพิจิตรพลาซ่า จังหวัดพิจิตร โดยมีผู้เข้าร่วมประชุมทั้งหมด 179 คน ประกอบด้วย หน่วยงานราชการ สื่อมวลชน ประชาชนโดยรอ บพื้นที่โครงการ จำนวน 38 หมู่บ้าน ใน 10 ตำบล 5 อำเภอ 3 จังหวัด และประชาชนผู้สนใจ ดัง**รูปที่ 8.4-3 ถึง รูปที่ 8.4-4** และ**ตารางที่ 8.4-2**

ตารางที่ 8.4-2 จำนวนผู้เข้าร่วมประชุมปัจฉิมนิเทศ

หน่วยงาน	จำนวน (คน)
หน่วยงานราชการทุคภาคส่วน	38
กรมทรัพยากรน้ำบาดาล	12
สื่อมวลชน	4
ประชาชนในพื้นที่และผู้สนใจ	125
รวม	**179**

รูปที่ 8.4-3 นายสัมฤทธิ์ ชุษณะทัศน์ รองอธิบดีกรมทรัพยากรน้ำบาดาล กล่าวเปิดการประชุมปัจฉิมนิเทศ

(6) สรุปประเด็นความคิดเห็น

การประชุมปัจฉิมนิเทศ "โครงการศึกษาการปนเปื้อนและ การวางเครือข่ายเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดิน ในพื้นที่อำเภอทับคล้อ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ " ทางโครงการ เปิดโอกาสให้ประชาชนและเจ้าหน้าที่ส่วนราชการผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย รอบพื้นที่ศึกษาของ โครงการ ได้แสดงความคิด เห็นต่อโครงการ และชี้แจงประเด็น ห่วงกังวล เพื่อคลายความห่วงใยแก่ผู้ที่เข้าร่วมประชุมโดยคณะผู้ดำเนินการศึกษา ดัง **รูปที่ 8.4-5** และสามารถสรุปประเด็นความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมประชุมปัจฉิมนิเทศ ดังแสดงใน**ตารางที่ 8.4-3**

รูปที่ 8.4-4 บรรยากาศการลงทะเบียนและการประชุมปัจฉิมนิเทศ

รูปที่ 8.4-5 บรรยากาศการแสดงความคิดเห็นและการตอบคำถาม

ตารางที่ 8.4-3 ประเด็นความห่วงกังวลและข้อเสนอแนะการประชุมปัจฉิมนิเทศ

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
1. สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบูรณ์ ทางโครงการมีการศึกษามลสารต่าง ๆ ในพืชผลทางการเกษตร บ้างหรือไม่และจากผลการศึกษาพบว่ามีการปนเปื้อนในพืช	กรมทรัพยากรน้ำ บาดาล ไม่ได้ศึกษาการปนเปื้อนในพืช ผลทางการเกษตร เพราะวัตถุประสงค์ของการศึกษาครั้งนี้ คือ การปนเปื้อนสารพิษในน้ำใต้ดินและพืชน้ำเท่านั้น
2. คุณยิ่งยง ประเสริฐสิทธิ บริเวณบ้านหนองย่างหมูมีสารปนเปื้อน บริเวณพื้นที่แห่งนี้มีการผลิตน้ำดื่มเพื่อแจกจ่ายกับชุมชนที่โดยทางเหมืองเป็นผู้สนับสนุนค่าใช้จ่าย จึงมีความกังวลว่าจะน้ำที่ผลิตได้มาตรฐานหรือไม่	-ตัวแทนเหมือง แร่ทองคำอัคราไมนิ่ง แหล่งน้ำที่นำมาผลิตน้ำดื่มเพื่อแจกจ่ายให้กับประชาชนมาจากแหล่งน้ำใต้ดิน แต่การวิเคราะห์มาจากน้ำผิวดิน ทั้งนี้ระบบผลิตน้ำบริษัทได้ให้การสนับสนุน ทั้งนี้ระบบการผลิตมีตัวกรอง เหล็ก แมงกานีส แล้วให้ตกตะกอน แล้วผ่านการบำบัดด้วยระบบอัลตราไวโอเลต และมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำเป็นประจำประกอบกับน้ำดื่มนี้ขึ้นทะเบียนกับสำนักงานอาหารและยาได้เข้ามาตรวจสอบคุณภาพน้ำเป็นประจำ -มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้เสนอแนะให้มีการติดประกาศเรื่องผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำให้กับประชาชนทราบ และมีการตรวจเช็คความสะอาดของน้ำเป็นการสร้างความมั่นใจ
3. หากจะติดต่อหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาตรวจหาสารพิษได้หรือไม่	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล มีนโยบายผลิตน้ำดื่มบริสุทธ์เพื่อแจกจ่ายประชาชน โดยหน่วยงานที่รับผิดชอบ คือ องค์การอาหารและยาจะเป็นผู้ควบคุมคุณภาพน้ำทั้งจากแหล่งน้ำดิบ กระบวนการผลิตและบรรจุภัณฑ์ ทั้งนี้กรมทรัพยากรน้ำบาลดาลก็มีนโยบายรับเรื่องเรียนและข้อห่วงกังวลจากประชาชนเพื่อเข้าไปตรวจสอบและแก้ไขปัญหา และหน่วยงานในส่วนภูมิภาคเป็นผู้ดูแล มหาวิทยาลัยขอนแก่น น้ำดื่มที่จะใช้ในการบริโภคสามารถสังเกตเบื้องต้นโดยการสังเกตจาก สี กลิ่น รสชาติ ว่ามีความผิดปกติจากเดิมหรือไม่ ทั้งนี้หากมีความผิดปกติมากควรจะดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำดังกล่าวไปวิเคราะห์พร้อมหาสารปนเปื้อน
4. ควรศึกษาเรื่องของสัตว์เลี้ยงรอบๆ เหมืองแร่ด้วย	มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีความน่าสนใจที่จะมีการศึกษาการปนเปื้อนของสารพิษต่อสัตว์เลี้ยง หรือไม่ ถ้ามีการตายมากๆ ควรแจ้งปศุสัตว์เข้ามาตรวจสอบหาสาเหตุ การป้องกันและรักษา
5. ถ้ามีการเจาะน้ำบาดาลมากๆ จะมีผลต่อการเกิดดินทรุดหรือไม่	มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปริมาณการทรุดตัวแผ่นดินมีโอกาสเกิดขึ้นน้อย เนื่องจากในฤดูฝน เวลาฝนตกน้ำจะซึมลงดินเป็นการเติมน้ำลงในน้ำใต้ดิน ซึ่งสภาพพื้นที่และลักษณะของกิจกรรมบริเวณพื้นที่ศึกษาต่างจากกรุงเทพมหานครและอยุธยาที่มีประชากรอาศัย

ประเด็นคำถาม	คำชี้แจง
	อยู่หนาแน่น ประกอบกับการขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมมีความจำเป็นที่จะต้องใช้น้ำในกระบวนการผลิตจึงต้องมีการนำน้ำบาดาลมาใช้ จึงก่อให้เกิดแผ่นดินทรุดได้ ซึ่งพื้นที่ศึกษาหากมีการใช้น้ำบาดาลในปริมาณที่มาก ปริมาณน้ำใต้ดินอาจลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้น เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น จึงควรมีเครือข่ายเฝ้าระวังซึ่งมีหน้าที่สังเกตและหาแนวทางป้องกันปัญหาแบบบูรณาการน้ำอย่างเป็นรูปธรรมทั้งในส่วนของปริมาณและคุณภาพ ทั้ งนี้หากมีปัญหาอาจจะติดต่อประสานงานกับกรมทรัพยากรน้ำบาดาลจัดการปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้น
6. แหล่งน้ำผิวดินหรือแหล่งน้ำใต้ดินมีโอกาสรับสารพิษจากเหมืองทองมากกว่ากัน	มหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อดูลักษณะทางกายภาพแล้วจะพบว่าแหล่งน้ำผิวดินมีโอกาสได้รับมากกว่า เนื่อง จากเมื่อฝนตกอาจมีการชะล้างพังทลายพัดพาเอามลสารลงสู่แหล่งน้ำผิวดินได้ง่าย ส่วนน้ำบาดาลนั้นจะอยู่บริเวณชั้นหิน รอยแตกรอยแยกระหว่างชั้น ประกอบกับชั้นน้ำบาดาลมีโอกาสเกิดได้น้อย เนื่องจากมีการกรองด้วยธรรมชาติแล้ว
7. หากน้ำที่ใช้มีการปนเปื้อนของสารพิษแล้วนำมาใช้ในภาคการเกษตรจะมีผลหรือไม่	มหาวิทยาลัยขอนแก่น มีผลกระทบของต่อพืชด้วยการดูดซึม และควรหลีกเลี่ยง และมีการสะสมในดิน และพืช หากมีการดูดซึมเข้าสู่ร่างกายจะมีผลกระทบต่อร่างกาย
8. มีการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำฝนหรือไม่	มหาวิทยาลัยขอนแก่น ไม่ได้เก็บตัวอย่างน้ำฝนมาวิเคราะห์ เนื่องจากหากพื้นที่ศึกษาอยู่ไกลจากทะเล การศึกษาจึงไม่น่ามีผลกระทบแหล่งน้ำ
9. นายกิติพงษ์ คงสวัสดิ์ กำนันตำบลเขาเจ็ดลูก ได้ให้ข้อเสนอแนะ /ข้อสังเกตบริเวณที่บดอัดเก็บกองกากแร่ไม่ได้มาตรฐาน การขยายตัวของโรงงานเพิ่มมากขึ้น งานวิจัยอดีตพบว่ามีการรั่วไหลของกากแร่ ความเข้มข้นของมลสารพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และอยากให้เหมืองทองชาตรี มีการดูแลใส่ใจประชาชนในพื้นที่มากยิ่งขึ้น	มหาวิทยาลัยขอนแก่น อยากให้มีเครือข่ายเฝ้าระวังคุณภาพสิ่งแวดล้อม จัดตั้งเป็นคณะกรรมการ โดยแบ่งเป็นภาคประชาชน ตัวแทนเหมือง และหน่วยงานราชการ เข้ามาประชุมปรึกษาหารือเพื่อวางแผนเรื่องหัวข้อการศึกษาและจุดเก็บตัวอย่างร่วมกัน

(7) สรุปผลจากแบบสอบถามความคิดเห็น

การประชุมปัจฉิมนิเทศ มีผู้เข้าร่วมประชุม จำนวน 179 ราย ได้ทำแบบสอบถาม หลังการประชุมปัจฉิมนิเทศ จำนวน 154 ราย คิดเป็นร้อยละ 86.03 โดยผลจากแบบสอบถาม สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ผู้ตอบแบบสอบถามมากกว่าครึ่งหนึ่งเป็นเพศชาย จำนวน 99 ราย คิดเป็น ร้อยละ 64.29 เป็นเพศหญิง จำนวน 55 ราย คิดเป็นร้อยละ 35.71 โดยส่วนใหญ่ผู้ตอบแบบสอบถาม มีอายุอยู่ในช่วง 51-60 ปี (ร้อยละ 30.52) รองลงมา มีอายุอยู่ในช่วง 31-40 ปี และมีอายุอยู่ในช่วง 41-50 ปี (สัดส่วนเท่ากัน ร้อยละ 28.57) ซึ่งผู้ตอบแบบสอบถามเกือบทั้งหมดนับถือศาสนาพุทธ คิดเป็นร้อยละ 96.10 ระดับการศึกษา ของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่จบการศึกษาระดับประถมศึกษา คิดเป็นร้อยละ 35.06 รองลงมา จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอน ปลาย/ปวช คิดเป็นร้อยละ 17.53 และจบการศึกษาระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 16.88 สำหรับสถานภาพของผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่เป็น ประชาชนในชุมชน คิดเป็นร้อยละ 31.82 รองลงมา เป็นผู้นำชุมชน (กำนัน/ผู้ใหญ่บ้าน) คิดเป็นร้อยละ 25.97 และหน่วยงานราชการที่รับผิดชอบเกี่ยวกับแผนปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม คิดเป็นร้อยละ 17.53

2) ส่วนที่ 2 ความคิดเห็นเกี่ยวกับการรับรู้ข่าวสารและข้อมูลโครงการ ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ทราบว่ามีการประชุมปัจฉิมนิเทศจากผู้นำชุมชน /เสียงตามสาย คิดเป็นร้อยละ 30.05 รองลงมา ทราบจากหน่วยงานราชการในท้องถิ่น คิดเป็นร้อยละ 29.51 และทราบจากการประชา สัมพันธ์ของเจ้าหน้าที่โครงการ คิดเป็นร้อยละ 25.68 เมื่อสอบถามถึงการจัดประชุมของโครงการในครั้งที่ผ่านมา ผู้ตอบแบบสอบถามครึ่งหนึ่งระบุว่าไม่เคยเข้าร่วมประชุม (ร้อยละ 50) ส่วนผู้ตอบแบบสอบถามที่เคยเข้าร่วมประชุม (ร้อยละ 50) ส่วนใหญ่ เคยเข้าร่วมประชุมกลุ่มย่อย คิดเป็นร้อยละ 48.65 รองลงมา การประชุมปฐมนิเทศ คิดเป็นร้อยละ 27.03 และการฝึกอบรมเครือข่าย คิดเป็นร้อยละ 24.32

3) ส่วนที่ 3 ความเข้าใจการศึกษาการปนเปื้อนและสร้างเครือข่ายเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดิน เป็นการประเมินผลจาก 7 ประเด็น คือ

ประเด็นที่ 1) ความเข้าใจในแนวทาง การดำเนินการ ศึกษาของโครงการ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม ส่วนใหญ่ มีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 62.99 รองลงมา มีความเข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 31.82 และไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 4.55

ประเด็นที่ 2) ความเข้าใจถึงสภาพการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำผิวดินของพื้นที่ศึกษา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 61.04 รองลงมา มีความเข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 31.82 และไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 5.84

ประเด็นที่ 3) ความเข้าใจถึงสภาพการปนเปื้อนขอ งสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดินของพื้นที่ศึกษา พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีความเข้าใจบางส่วน คิดเป็นร้อยละ 55.84 รองลงมา มีความเข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 30.52 และไม่เข้าใจ คิดเป็นร้อยละ 12.34

ประเด็นที่ 4) ความคิดเห็นต่อแนวทางการบำบัดและฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาลของโครงการ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ เห็นว่ามีความเหมาะสม คิดเป็นร้อยละ 67.53 รองลงมาไม่แน่ใจ คิดเป็นร้อยละ 26.62 และไม่แสดงความคิดเห็น คิดเป็นร้อยละ 4.55

ประเด็นที่ 5) ความคิดเห็นต่อการสร้างเครือข่ายอนุรักษ์เฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีความเห็นด้วยในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 70.78 รองลงมาเห็นด้วยในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 25.32 และเห็นด้วยในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 3.25

ประเด็นที่ 6) ความเชื่อมั่นในผลการศึกษาของโครงการ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีความเชื่อมั่นในระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 63.64 รองลงมา มีความเชื่อมั่นในระดับมาก คิดเป็นร้อยละ 25.32 และมีความเชื่อมั่นในระดับน้อย คิดเป็นร้อยละ 8.44

ประเด็นที่ 7) ความต้องการให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องส่งเสริมความรู้ /จัดกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำบ าดาล พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีความต้องการให้จัดกิจกรรมส่งเสริมความรู้ คิดเป็นร้อยละ 95.45 โดยให้มีกา รจัดกิจกรรมส่งเสริมความรู้ ทุก 6 เดือน (ร้อยละ 50) รองลงมา มีการจัดกิจกรรม ทุก3 เดือน (ร้อยละ 30.52) และทุก 1 ปี (ร้อยละ 18.18)

4) ส่วนที่ 4 ความคิดเห็นที่มีต่อการประชุมปัจฉิมนิเทศ เป็นการประเมินผล ด้านความรู้ความเข้าใจในโครงการของผู้ตอบแบบสอบถาม พบว่า ก่อนรับฟังการประชุม ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีความเข้าใจในระดับปานกลาง (ร้อยละ 49.35) รองลงมา มีความเข้าใจในระดับน้อย (ร้อยละ 33.77) และมีความเข้าใจค่ อนข้างมาก (ร้อยละ 12.34) หลังรับฟังการประชุม ปัจฉิมนิเทศ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถาม มีความเข้าใจต่อโครงการเพิ่มมากขึ้น กล่าวคือ ส่วนใหญ่มีความเข้าใจในระดับปานกลาง (ร้อยละ 39.61) รองลงมา มีความเข้าใจ ค่อนข้างมาก (ร้อยละ 32.47) และมีความเข้าใจมาก (ร้อยละ 23.38) ส่วนความคิดเห็นต่อรูปแบบและวิธีการนำเสนอข้อมูล ของโครงการ ในการประชุมปัจฉิมนิเทศ พบว่า ผู้ตอบแบบสอบถามส่วนใหญ่ มีความเห็นว่า การจัดประชุมมีความเหมาะสมในระดับปานกลาง (ร้อยละ 47.40) รองลงมา มีความเห็นว่ามีความเหมาะสมค่อนข้างมาก (ร้อยละ 26.62) และมีความเหมาะสมมาก (ร้อยละ 18.18)

(8) ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมต่อโครงการ

- ควรมีการจัดประชุมให้ความรู้แก่เกษตรกรและชาวบ้านที่อาศัยอยู่โดยรอบโครงการ ที่มีผลกระท บต่อการใช้น้ำในชีวิตประจำวันว่าผลการศึกษาเป็นอย่างไร จะได้เข้าถึงชุมชนมาก ขึ้น โดยใช้ศาลาวัดหรือศาลากลางบ้านเป็นที่จัดประชุม
- การนำเสนอผลการศึกษา พูดเป็นวิชาการมากเกินไป เข้าใจยาก ควรใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย ชัดเจน กะทัดรัดมากกว่านี้ เพื่อชาวบ้านจะได้รับข้อมูลอย่างเต็มที่
- ยังไม่ได้รับคำตอบที่ชัดเจนจากผลการศึกษาของโครงการ

- อยากให้ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องดูแลเรื่อง ทรัพยากรธรรมชาติ และ น้ำใต้ดิน รวมถึง การดูแลเรื่องน้ำ เพื่อการเกษตรให้กับ ชาวนา เนื่องด้วย ในปัจจุบัน พบว่า ประสบปัญหาน้ำแห้ งน้ำแล้ง เร็วกว่าปกติมาก
- อยากจะให้เหมืองแร่ทองคำช่วยดูแลเรื่องน้ำดื่มให้กั บหมู่บ้านใกล้เคียง เนื่องจากใน ปัจจุบันชาวบ้านทุกครัวเรือนต้องซื้อน้ำบริโภค
- ควรมีเอกสาร สรุปให้ผู้เข้าร่วมประชุม เพื่อใช้อ้างอิงว่า มหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้มา ตรวจสอบเมื่อไร และผลการปฏิบัติเป็นอย่างไร
- อยากให้แยกการศึกษาสารปนเปื้อนออกเป็นพื้นที่แต่ละอำเภอให้ชัดเจนเลยว่าอำเภอ ทั้ง 4 อำเภอที่สำรวจ มีอำเภอไหนบ้างที่เป็นพื้นที่เสี่ยงมาก เสี่ยงน้อย แล้วให้ทางเจ้าหน้าที่หรือ หน่วยงาน ทำหนังสือถึงอำเภอ ทางอำเภอจะได้แจ้งให้ประชาชนระวังสารปนเปื้อนที่อยู่ในชั้นผิวดินและใต้ดิน
- ควรมีการจัดประชุมอย่างเข้าถึงประชาชนในแต่ละชุมชนที่อยู่ใกล้จุดเสี่ ยงให้เกิดความรู้ ความเข้าใจต่อการปนเปื้อนสารพิษสู่น้ำบาดาล
- ไม่เชื่อมั่นในข้อมูล เนื่องจากไม่สามารถระบุสาเหตุของการแพร่กระจายของสารได้ อย่างชัดเจน ว่าเกิดจากเหมืองทองหรือเกิดจากอะไรกันแน่
- ความเชื่อมโยง ของข้อมูลระหว่างเหมือง ทองกับผลการศึกษา ยังไม่เชื่อมโยงกัน เช่น เหมือง ทองใช้สารอะไรบ้าง ในการสกัดแร่ และใช้ จำนวน มาก- น้อยเพียงใด และผลการศึกษามี ความสัมพันธ์กันหรือไม่
- ต้องการ ให้ทางโครงการแจก เอกสารเกี่ยวกับสารพิษที่เกี่ยวกับน้ำใต้ดินที่มีสารพิษเกิน มาตรฐานและทำอย่างไรประชาชนถึงจะปลอดภัยในการน้ำใต้ดิน
- อยากให้ทำสรุปผลการจัดทำโครงการให้เป็นแนวทางที่ประชาชนหรือหน่วยงานที่ เกี่ยวข้องเอาไปใช้ได้เลย เช่น สรุปว่ามีสารปนเปื้อนใดบ้าง จะทำอย่างไรต่อไป
- ควรให้ผู้เข้าประชุมรู้รายละเอียดของโครงการก่อนล่วงหน้าเพื่อศึกษารายละเอียด
- น่าจะมีการเปรียบเทียบในพื้นที่นอกเหมืองกับพื้นที่ ทำเหมือง ว่ามีความแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่
- ต้องการเ อกสารความรู้เกี่ยวกับสารพิษที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำบาดาลแต่ละชนิดว่าสาร อะไรที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อคนและสัตว์ ตลอดจน สิ่งแวดล้อมทั่วไป เพื่อแจกจ่ายให้ กับชุมชนได้ศึกษา เรียนรู้ สารพิษชนิดใดที่ มีค่าเกินมาตรฐาน แล้วส่งผล ทำให้เกิดอันตราย การมีสารพิษปนเปื้อน มาจาก สาเหตุอะไร แนวทางป้องกัน และการเฝ้าระวังควรทำอย่างไร
- จากการรับฟังข้อมูลข่าวสาร ในการตรวจสอบน้ำบาดาลที่ บ้านนิคม หมู่ที่ 8 ตำบล เขาเจ็ดลูก โดยหน่วยงานสาธารณสุข ร่วมกับมหาวิทยาลัย นเรศวร จำนวน 3 บ่อ พบสารนิ กเกิลเกิน ค่ามาตรฐานแต่ในครั้งนี้ระบุว่าไม่เกินค่ามาตรฐาน จึงไม่รู้ว่าจะเชื่อข้อมูลจากใคร

- อยากให้เจ้าหน้าที่ทางโครงการ ออกปฏิบัติงานกระจายความรู้สู่ชุมชน เพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจแก่ ชาวบ้าน ให้มากขึ้น ในเรื่องของ สารหนูและสารไซ ยาไนด์ ว่าเกิดจากเหมืองหรือเกิดจากธรรมชาติมากที่สุด
- ควรเชิญบุคคลที่ให้ความสนใจและมีส่วนได้ส่วนเสียมาร่วมประชุมให้มากกว่านี้ ดีกว่าที่เชิญผู้นำที่ไม่มีความสนใจเข้าร่วมประชุม
- อยากทราบว่าน้ำที่ใช้ล้างแร่ทองคำ ที่อยู่อ่างน้ำของเหมืองแร่ที่เก็บไว้ จะซึมลงไปถึงน้ำบาดาลระดับตื้นหรือไม่ และเมื่อน้ำในอ่างเก็บน้ำของเหมืองระเหยขึ้นไปใน อากาศ จะมีผลกระทบกับหมู่บ้านหรือประชาชนหรือไม่ อย่างไร
- การนำเสนอ ควรมีข้อมูลในเอกสารมากกว่านี้ เช่น ตารางการตรวจวิเคราะห์สารแต่ละชนิดในแต่ละช่วงเวลา ค่ามาตรฐานของสารแต่ละชนิดมีค่าเท่าไร
- ควรบรรยายในประเด็นหลัก ว่าพบสารปนเปื้อนในแหล่งใด มีผลกระทบอย่างไร และมีแนวทางแก้ไขเป็นอย่างไร เพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจ
- ควรเน้นการนำเสนอ ผลการตรวจวัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมและ ข้อมูลของแหล่งที่มาของการปนเปื้อนสารพิษที่เกิดขึ้นกั บแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ศึกษาในอำเภอ ทับคล้อ อ.วังทรายพูน จ.พิจิตร อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์ ตลอดจนแนวทางการแก้ไขปัญหาสารพิษปนเปื้อนในระยะเร่งด่วน และเฝ้าระวังป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำบาดาลในเขตพื้นที่ศึกษา โดยรอบโครงการ
- อยากให้จัดตั้งเครือข่ายและประชาสัมพันธ์ให้มากกว่านี้ เพื่อชี้แจงถึงอันตรายจากสารปนเปื้อนต่างๆ ที่ปะปนมากับน้ำใต้ดินและน้ำผิวดิน
- สารปนเปื้อนต่างๆ ที่ตรวจพบ ควร มีการทดลองกับพืชที่เกษตร กรปลูกในบริเวณพื้นที่ศึกษา ว่ามีผลกับพืชในการเจริญเติบโตหรือมีสารพิษสะสมตกค้างในพืชที่ปลูกหรือไม่ มากน้อยเพียงใด และจะมีผลกระทบต่อผู้บริโภคหรือไม่ด้วย
- ควรมีการเผยแพร่การศึกษาดังกล่าว เพื่อเป็นแนวทางพัฒนาต่อยอดในการแก้ไขปัญหาในท้องถิ่นเพื่อการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติของประเทศ หลายๆช่องทาง เช่น Social Network /Facebook
- ควรมีการจัดทำตารางเปรียบเทียบผลการตรวจวัดคุณภาพของสารพิษในพื้นที่ตั้งแต่ก่อนเริ่มโครงการ ระยะดำเ นินโครงการ ทุกๆ 6 เดือน ให้เห็นค่าความแตกต่างที่มีการแปลงเปลี่ยนไปอย่างชัดเจนมากขึ้น
- ควรมีการแจ้งและทำความเข้าใจระหว่างโครงการ เหมืองแร่ กับประชาชนให้เป็นไปในทิศทางเดียวกัน จะได้ไม่เกิดความขัดแย้งขึ้นภายในชุมชนใกล้เคียงกับบ่อทอง
- ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์มีน้อยมาก ไม่ครอบคลุมทุกด้าน จึงอยากให้มีการศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม อาทิเช่น ข้อมูลด้านคุณภาพของสัตว์เลี้ยง พืชผลทางการเกษตร เป็นต้น

- ผลการนำเสนอได้ชี้แนะแนวทาง การปฏิบัติของโครงการได้ดีมาก มีการชี้แจงและนำผลการสำรวจมาประกอบการประชุม ซึ่งเ ป็นประโยชน์ต่อชุมชนและท้องถิ่น ทำให้มีความเข้าใจในการใช้ชีวิตในปัจจุบัน และอนาคตต่อไป
- การประชุมครั้งนี้ ทำให้ประชาชนมีความรู้เกี่ยวกับการใช้น้ำมากขึ้น แต่ใช้เวลาในการอบรมน้อยเกินไป ควรใช้เวลาในการอบรมมากกว่านี้
- การนำเสนอดี ได้รับความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับกา รปนเปื้อนของน้ำและสารพิษในดิน แต่ขาดเอกสารประกอบที่มากพอ

บทที่ 9
การสร้างเครือข่ายอนุรักษ์ และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล

9.1 บทนำ

พื้นที่บริเวณอำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ เป็นพื้นที่ที่มีแหล่งแร่ทองคำในประเทศไทย มีบริษัทเอกชนขอประทานบัตรและดำเนินการเพื่อทำเหมืองแร่ทองคำ เนื่องจากกิจกร รมของเหมืองมีการใช้ไซยาไนด์ซึ่งใช้ในกระบวนการแยกโลหะทองคำและเงินออกจากสินแร่ และที่ผ่านมามีการร้องเรียนจากชุมชนบริเวณโดยรอบของเหมืองแร่ทองคำเกี่ยวกับปริมาณสารหนูปนเปื้อนในแหล่งน้ำบาดาล ซึ่งกรมทรัพยากรน้ำบาดาลได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าวว่าจะส่งผลกระทบต่อสุข ภาพของประชาชน จึงได้มอบหมายให้มหาวิทยาลัยขอนแก่นทำการศึกษาโครงการศึกษาการปนเปื้อนและการวางเครือข่ายเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดิน ในพื้นที่อำเภอทับคล้อ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ เพื่อศึกษาถึงแหล่งกำเนิดการปนเปื้อนฯ และผลกระทบจากการปนเปื้อนฯ ตลอดจนเสริมสร้างความเข้าใจและแนวคิดการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลให้แก่ชุมชนในพื้นที่ศึกษา

มหาวิทยาลัยขอนแก่นจึงจัดโค รงการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ น้ำบาดาล ขึ้นโดยการสร้างความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการเกิดน้ำบาดาล แนวทางการ อนุรักษ์ และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล ตลอดจนกฎหมายเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นต้น โดยเปิดโอกาสให้ผู้เข้าฝึกอบรมได้มีกิจกรรมร่วมคิดแสดงความคิดเห็น ข้อเสนอแนะร่วมกันนำไปสู่การหาแนวทางการอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่ร่วมกัน

9.2 วัตถุประสงค์

(1) เพื่อให้เยาวชนและบุคคลทั่วไปมีความรู้ ความเข้าใจและตระหนักถึงความสำคัญของการอนุรักษ์แหล่งน้ำบาดาล

(2) เพื่อให้เยาวชนและบุคคลทั่วไปได้แสดงบทบาทในการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล

(3) เพื่อให้เยาวชนและบุคคลทั่วไปสามารถถ่ายทอดและประชาสัมพันธ์ต่อในรูปแบบของการเป็นเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลอย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

9.3 ความหมาย และแนวคิดในการสร้างเครือข่าย (Network)

เครือข่าย (Network) คือ การเชื่อมโยงของกลุ่มคน หรือกลุ่มองค์กรที่สมัครใจ ที่จะแลกเปลี่ยนข่าวสารร่วมกัน หรือทำกิจกรรมร่วมกัน โดยมีการจัดระเบียบโครงสร้างของคนในเครือข่าย ความอิสระเท่าเทียมกัน ภายใต้พื้นฐานของความเคารพสิทธิ์ เชื่อถือ เอื้ออาทรซึ่งกันและกัน (กระทรวงพัฒนาสังคมและความมั่นคงของมนุษย์)

เครือข่าย หมายถึง กระบวนการทางสังคม อันเกิดจากการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล กลุ่มองค์กรสถาบัน ฯ โดยมีเป้าหมาย วัตถุประสงค์ และความต้องการบางอย่างร่วมกัน ร่วมกันดำเนินกิจกรรมบางอย่างร่วมกัน โดยที่สมาชิกยังคงความเป็นเอกเทศไม่ขึ้นต่อกัน (เสรี, 2548)

และยังมีนักวิชาการอีกมากมายที่ให้ความหมายที่หลากหลาย ซึ่งก็ไม่แตกต่างกันมากนักในหลักการโดยสรุป เครือข่าย (Network) เป็นการสร้างความสัมพันธ์ระหว่างมนุษย์ เชื่อมโยงเข้าหากันมีการประสานร่วมมือกันเพื่อวัตถุประสงค์และแนวทางร่วมกันและยอมรับความเท่าเทียมกันระหว่างกันในการดำเนินกิจกรรมให้บรรลุเป้าหมายร่วมกัน

9.4 การสร้างเครือข่าย (Networking)

การสร้า เครือข่าย เป็นกระบวนการ process อย่างหนึ่งในระบบประชาธิปไตยการมีส่วนร่วม (Paticipative Democracy) ตามรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พุทธศักราช 2550 ได้มีเจตนารมณ์ชัดเจนในการเสริม การมีส่วนร่วมของประชาชน โดยให้ประชาชนทุกภาคส่วน สามารถเข้ามามีส่วนร่วมในกระบวนการนโยบายการรับรู้ข้อมูลข่าวสารต่างๆ เปิดโอกาสให้ประชาชนได้แสดงความคิดเห็น ปรึกษาหารือ ร่วมตัดสินใจ ติดตามตรวจสอบในการดำเนินนโยบายแห่งรัฐ

การมีส่วนร่วมของประชาชน (Public Participation) ซึ่งกระบวนการที่ประชาชนและผู้มีส่วนได้เสีย (Stakeholder) ได้มีโอกาสได้แสดงทัศนะเข้า ร่วมกิจกรรมต่างๆ ที่มีผลต่อชีวิตความเป็นอยู่ ของประชาชน ทั้งที่เป็นทางการ และไม่เป็นทางการ การมีส่วนร่วมของประชาชนเป็นการเพิ่มคุณภาพการตัดสินใจ การลดค่าใช้จ่าย เป็นการฉันทามติ และหลีกเลี่ยงการเผชิญหน้ากัน “ในกรณีร้ายแรง” ช่วยให้เกิดความเชื่อถือ ลดความกัง วลของสังคม เป็นการพัฒนาความเชี่ยวชาญ และความคิดสร้างสรรค์ของสาธารชน (Creighton, Jame L., 1958)

ปัจจุบันการสร้างเครือข่าย จึงเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น ในการสร้างพลังเพื่อการขับเคลื่อนในการดำเนินกิจกรรม โครงการ หรือแผนงานขององค์กรไม่ว่าของรัฐหรือของเอกชน

ในอดีตภาครัฐเป็นพลังขับเคลื่อนทางสังคมให้ดำเนินไปอย่างเป็นระบบด้วยนโยบายของภาครัฐแต่ละช่วงเวลา แต่ด้วยระบบมีมายาวนานได้สร้างความสัมพันธ์เชิงอำนาจ เชิงรวมศูนย์ซึ่งทำให้การนำนโยบายไปสู่การปฏิบัติยากมากขึ้น ยิ่งรัฐธรรมนูญได้ส่งเสริมสิทธิ เสรีภาพ และการมีส่วนร่วม มากขึ้น

ทำให้ปัจจุบันส่วนราชการส่วนใหญ่จึงเพิ่มบทบาทในการกระจายอำนาจไปสู่ภาคประชาชนมากขึ้น โดยเชื่อมประสานการทำงานระหว่างภาครัฐกับภาคประชาชนที่เป็นลักษณะที่เป็นแนวดิ่ง และแนวนอน คือ ทำงานร่วมกัน กับชุมชนในพื้นที่มากขึ้นเพราะจะทำให้การดำเนินการของภาครัฐตา มน โยบายและแผนงานมีความต่อเนื่อง

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติละสิ่งแวดล้อม มีอำนาจหน้าที่หลักในการสำรวจบริหารจัดการ อนุรักษ์ ฟื้นฟู รวมทั้งควบคุมดูแล กำกับติดตามประมวลผลและแก้ไขปัญ หา เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาล

ทรัพยากรน้ำบาดาลเป็นทรัพยากรธรรมชาติ ที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์ ไม่เฉพาะเพื่อการอุปโภคบริโภค การเกษตร อุตสาหกรรม และพานิชยกรรม และในปัจจุบันมีการนำมาใช้ประโยชน์เพิ่มมากขึ้นในทุกภาคส่วน ซึ่งประเทศยิ่งมีการพัฒนามากเท่าใด ทรัพยากรธรรม ชาติก็ถูกนำมาใช้เพิ่มมากขึ้น ทรัพยากรน้ำบาดาลก็เหมือนทรัพยากรธรรมช าติอื่นๆ ที่สำคัญไม่ว่า ป่าไม้ น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ ลำห้วยต่างๆ รวมทั้งทรัพยากรดินดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ ในกิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาของประเทศเพิ่มมากขึ้น

ปัญหาเรื่องภาวะเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ (Climate Changes) ซึ่งเป็นเรื่องของการขาดความสมดุลย์ ในธรรมชาติส่งผลกระทบมาก มายต่อทุกภาคส่วนของโลก เกิดภาวะโลกร้อน เกิดอุทกภัย เกิดภาวะภัยแล้ง ปรากฏการณ์ดังกล่าวเป็นเรื่องที่ทุกประเทศในโลกจะต้องตระหนัก

ทรัพยากรน้ำ (Water Resourses) เป็นทรัพยากรที่สำคัญดังพระราชดำรัสพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในรัชกาลปัจจุบันได้ทรงตรัสไว้ว่า “น้ำคือชีวิต” ถ้าขาดน้ำแล้วก็ไม่มีสิ่งมีชีวิตอยู่ได้

ปัจจุบันปัญหาการขาดแคลนทรัพยากรน้ำมีความรุนแรงมากขึ้น และที่สำคัญ คุณภาพของน้ำก็เริ่มมีคุณภาพต่ำเพิ่มมากขึ้น ซึ่งที่สำคัญมากที่สุดองค์กรภาครัฐที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรธรรมชาติจะต้ อง ให้ความสำคัญและบริหารจัดการทรัพยากรในเชิงบูรณาการ (Intigration Management)

กรมทรัพยากรน้ำบาดาล ซึ่งเห็นความสำคัญในอันที่จะส่งเสริมพัฒนาศักยภาพ ของการบริหารจัดการให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเน้นความสำคัญกาสร้างเครือข่ายภาคประชาชนให้เข้ามามีส่วนร่วมให้มากขึ้น ซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาศักยภาพขององค์กรให้ได้รับการยอมรับมากขึ้น โดยเฉพาะในด้านดังต่อไปนี้

1. การเสริมสร้างประสิทธิภาพภายในสู่ภายนอกองค์กร
2. การให้เกิดการยอมรับของคนในและนอกองค์กร
3. เพื่อความสำเร็จในบางเรื่องที่องค์กรต้องการ
4. เพื่อเป็นการเสริมสร้างภาพลักษณ์องค์กร

9.5 รูปแบบขององค์กรเครือข่าย

โดยทั่วไปรูปแบบขององค์กรเครือข่าย โดนสรุปมีลักษณะอยู่ 3 ประเภทดังนี้

1) **เครือข่ายเชิงพื้นที่ (Area Network)** เป็นการรวมของกลุ่มองค์กรเครือข่าย อาศัยพื้นที่ดำเนินการเป็นหลัก จึงยึดพื้นที่เป็นเป้าหมายความสำเร็จ เช่น การแบ่งเครือข่ายตามเขตการปกครอง ตัวอย่างเช่น เครือข่ายป่าชุมชนภาคเหนือ เครือข่ายสมาพันธ์เกษตรกรแห่งประเทศไทย เป็นต้น

2) **เครือข่ายเชิงกิจกรรม (Issue Network)** เป็นเครือข่ายที่ใช้ประเด็นกิจกรรม หรือสถานการณ์เป็นหลักในการรวมกลุ่ม มุ่งเน้นกิจกรรมโดยตรง ไม่เน้นเชิงพื้นที่ เช่น เครือข่ายป่าชุมชน เครือข่ายธนาคารหมู่บ้าน หรือ เครือข่ายสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

3) **เครือข่ายแบ่งตามโครงสร้างหน้าที่ (Strucure and Functions Network)** เป็นเครือข่ายที่เกิดขึ้นโดยอาศัยกิจกรรมและภารกิจ และการก่อตัวของกลุ่มผลประโยชน์ (Interest groups) เช่น เครือข่ายภาครัฐ ภาคธุรกิจ เอกชน และองค์การพัฒนาเอกชน มุ่งเน้นการดำเนินงานภายใต้กรอบคิด หลักการ วัตถุประสงค์ และเป้าหมายหลักของหน่วยงานซึ่งในภาครัฐ เช่น เครือข่ายสถาบันการศึกษา หน่วยราชการ สภาที่ปรึกษาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ เป็นต้น ภาคธุ รกิจ ได้แก่ หอการค้า สภาอุตสาหกรรม เป็นต้น

เครือข่ายองค์กรพัฒนาเอกชน (NGO) เช่น องค์กรและเครือข่ายในด้านแรงงาน เครือข่ายมูลนิธิ YMCA เป็นต้น เครือข่ายของประชาชน เช่น ประมงพื้นบ้าน เครือข่ายสมัชชาคนจน เป็นต้น

9.6 รูปแบบเครือข่ายอาสาสมัครน้ำบาดาล

จากการศึกษาได้ข้อสรุปจากเวทีการประชุมกลุ่มย่อย ดังนี้

1) ความขัดแย้งระหว่างผู้ประกอบการเหมืองกับประชาชนที่อยู่บริเวณเหมืองเกิดขึ้นตั้งแต่ พ.ศ.2508 เป็นต้นมา สะท้อนถึงความตื่นตัวของประชาชน ระดับหนึ่งที่ให้ความสำคัญ ในผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนที่เกิดจากกิจการการทำ หมือง โดยเฉพาะการปนเปื้อนของสารพิษในน้ำบาดาลและน้ำผิวดิน

2) ในภาคประชาชนได้มีความพยายามในการรวมตัวและเรียกร้องการแก้ไขปัญหาของราชการ โดยในหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ยังไม่สามารถยุติปัญหาข้อขัดแย้งทำให้ความขัดแย้งดำรงอยู่

3) กรมทรัพยากรน้ำบาดาลในฐานะที่ต้องดูแล และตรวจสอบคุณภาพน้ำใต้ดิน หรือน้ำบาดาล ได้พยายามที่จะให้มีการตรวจสอบในเชิงวิชาการ ถึงคุณภาพน้ำบาดาลว่ามีการปนเปื้อน และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขอนามัยของคนในชุมชนหรือไม่

4) ความรู้ในเรื่องคุณภาพน้ำบาดาล และการปนเปื้อนเป็นความรู้ที่ลึกซึ้ง และละเอียดยากที่จะเข้าใจ เพราะเป็นความรู้ทางเทคนิค หากประชาชนได้รับความรู้โดยเบื้องต้น จะทำให้มีความเข้าใจ ในปัญหาที่เกิดขึ้น และสามารถที่จะมีการเจรจาต่อรองที่เหมาะสมมากขึ้น

5) การส่งเสริมให้มีการจัดตั้งองค์กร และเครือข่ายน้ำบาดาลเป็นสิ่งที่ภาคประชาชนที่เป็นผู้มีส่วนได้เสียจาก โครงการฯ เป็นแนวทางหนึ่งในการคลี่คลายความขัดแย้ง เพื่อให้ภาคประชาชนเกิดความรู้ ความเข้าใจและเป็นกลไกที่สำคัญที่จะพัฒนาประสิทธิภาพของการบริหารน้ำบาดาลให้มีมากขึ้น และทำงานรวมกันระหว่างภาครัฐและประชาชน

นอกจากนั้น การส่งเสริมให้ความรู้แก่เยาวชนเป็นสิ่งจำเป็นเ พื่อให้เยาวชนได้มีความรู้ความเข้าใจ ส่งเสริมให้เกิดกิจกรรม ซึ่งเป็นการพัฒนาที่ต่อเนื่องและยั่งยืน ทำให้เยาวชนเกิดทักษะ ในการพัฒนาสังคม ความตระหนัก และการเข้าไปมีบทบาท ไม่เฉพาะในกิจกรรมเฉพาะเท่านั้น ยังมีความสำนึกในความเป็นชุมชน (Community Consciousness) ความรักในท้องถิ่น ความตระหนักปัญหาสิ่งแวดล้อม การสนับสนุนส่งเสริมกิจกรรม ไม่ว่าของรัฐหรือเอกชนที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมากขึ้น

9.7 บทบาทหน้าที่ของเครือข่ายน้ำบาดาล

จากการศึกษากิจกรรมปัญหาความขัดแย้งและความต้องการของประชาชนโดยเฉพาะพื้นที่ที่อยู่ใกล้บริเว ณ คณะผู้ศึกษา โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น เห็นว่า การสร้างเครือข่ายอาสาสมัคร ควรมี 2 ประเภท ดังนี้

1. อาสาสมัครประชาชนทั่วไป ซึ่งเป็นผู้มีส่วนได้เสียจากโครงการกิจการทำเหมือง ที่มีความตื่นตัว และต้องการทำงานเพื่อส่วนรวม มีจิตสาธารณะ (Public Mind) โดยเบื้องต้นรับ เฉพาะบุคคลที่สนใจในพื้นที่ได้รับผลกระทบโดยตรง (Sensitive Areas)

2. อาสาสมัครเยาวชนในโรงเรียน ทางคณะผู้ศึกษาได้เจาะจงเฉพาะเยาวชนที่อยู่ในโรงเรียนที่อยู่ใกล้บริเวณพื้นที่กิจการการทำเหมือง

บทบาทหน้าที่ของเครือข่าย โดยเบื้องต้นแยกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

1) อาสาสมัค รภาคประชาชน ที่เป็นผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย หากในอนาคตทางกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ควรสนับสนุนให้มีบทบาท ในการเฝ้าสังเกตการณ์น้ำบาดาลส่งเสริมให้เกิดความรู้และทักษะในการประเมินสถานการณ์โดยเบื้องต้น ตลอดจนร่วมมือกับภาคราชการในการฟื้นฟูและพัฒนาทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

2) อาสาสมัครเยาวชนในโรงเรียน ทางกรมทรั พยากรน้ำบาดาล ควรให้การส่งเสริ มความรู้ความเข้าใจในเรื่องทรัพยากรธรรมชาติ ทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้เยาวชนที่จะเป็นผู้ใหญ่และอนาคต

ของประเทศมีความตื่นตัว และตระหนักถึงปัญหาของการสูญเสียทรัพยากรธรรมชาติของประเทศ ซึ่งจะทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนได้ ส่งเสริมให้มีกิจกรรม การศึกษาดูงาน หรืออื่นๆ ตามความเหมาะสม

9.8 แนวทางและวิธีการดำเนินงาน

การดำเนินงานการสร้างเครือข่ายอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล มีแนวทางการดำเนินงานตามกระบวนการ และขั้นตอนกา รฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลเบื้องต้น ดังแสดงใน**รูปที่ 9.8-1** โดยมีคณะทำงานด้านการฝึกอบรม ร่วมกับคณะทำงานด้านการศึกษาด้านวิชาการ เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาลเบื้องต้น คือ การกำเนิดน้ำบาดาล แหล่งกำเนิดน้ำบาดาล การนำทรัพยา กรน้ำบาดาลมาใช้ประโยชน์ กฎหมายน้ำบาดาล และการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นต้น

9.8.1 กลุ่มเป้าหมาย

การจัดฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์น้ำบาดาล เป็นส่วนหนึ่งของการมีส่วนร่วมของประชาชนในการเฝ้าระวังการปนเปื้อนในแหล่งน้ำบาดาลของชุมชน โดยที่ปรึกษาได้สำรวจ และจำแนก จัดแบ่งกลุ่มเป้าหมายในพื้นที่โครงการ เป็นผู้ที่ อาศัยในพื้นที่ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ และตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อให้เครือข่ายมีความยั่งยืน และปลูกจิตสำนึกในความรับผิดชอบต่อ ชุมชน ในอนาคต จึงแบ่ง กลุ่มเป้าหมายออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 45 คน ดังนี้

(1) กลุ่มประชาช ทั่วไป ได้แก่ หน่วยงานราชการ ผู้นำชุมชน และผู้สนใจ ซึ่งเป็นผู้ที่สามารถอนุรักษ์ เฝ้าระวังการปนเปื้อน และประสานงานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบดูแล หรือเกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อควบคุมการใช้ทรัพยากรน้ำบาดาลหรือกิจกรรมที่อาจส่งผลกระทบต่อทรัพยากรน้ำบาดาล

(2) กลุ่มเยาวชน ได้แก่ นักเรียนในระดับประถมศึกษาตอนปลาย ซึ่งเป็นกลุ่มที่สามารถสร้างจิตสำนึกในการรับผิดชอบต่อชุมชนในอนาคต ให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาลมากขึ้น เพื่อสามารถถ่ายทอดความรู้ดังกล่าวกับครอบครัว หรือเพื่อนฝูงในโรงเรียน

9.8.2 พื้นที่ดำเนินการ

ดำเนินการโครงการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล ระหว่างวันที่ 26 – 27 พฤษภาคม 2554 ณ ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

9.8.3 ประเภทของสื่อ

สื่อที่ใช้ในการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้ความรู้ความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาล ที่ปรึก ยาได้รวบรวมข้อมูลเบื้องต้นในรูปแบบเอกสารประกอบการฝึกอบรม 1 ฉบับ การนำเสนอข้อมูลวิชาการในรูปแบบต่างๆ เช่น Presentation โปสเตอร์ ไวนิล และวีดีทัศน์ เป็นต้น เพื่อสื่อความหมายให้ชัดเจนยิ่งขึ้น และการวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น โดยการแสดงเครื่องมือ และวิธีการทดสอบ และให้ผู้เข้าฝึกอบรมได้มีส่วนร่วมในการทดสอบคุณภาพน้ำเบื้องต้น

9.8.4 การดำเนินการฝึกอบรม

การฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มประชาชน และกลุ่มเยาวชน ที่ปรึกษาได้วางแผนกิจกรรมการดำเนินการฝึกอบรมออกเป็น 2 รูปแบบ ดังนี้

(1) กิจกรรมสำหรับประชาชนทั่วไป

08.30 - 09.00 น.	ลงทะเบียน
09.00 – 09.30 น.	พิธีเปิด กล่าวรายงานโดย *คุณบรรจง พรมจันทร์* นักธรณีชำนาญการพิเศษ กล่าวเปิด โดย *นายกองค์การบริหารส่วนตำบลท้ายดง*
09.30 – 10.00 น.	กิจกรรมนันทนาการ/แบ่งกลุ่ม
10.00 – 11.00 น.	การบรรยาย เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำบาดาล *โดย รศ.ดร.รุ่งเรือง เลิศศิริวรกุล*
11.00 – 12.00 น.	การบรรยายเรื่อง หลักและวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำและน้ำบาดาล *โดย รศ.ดร.รุ่งเรือง เลิศศิริวรกุล*
12.00 – 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 13.30 น.	กิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์
13.30 – 14.30 น.	การบรรยาย เรื่องกฎหมายน้ำบาดาลเบื้องต้นและแนวทางการขออนุญาตขุดเจาะบ่อบาดาล *โดย กลุ่มนิติการ กรมทรัพยากรน้ำบาดาล*
14.30 – 15.30 น.	กิจกรรมสร้างแผนในการอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล พร้อมนำเสนอ
15.30 – 16.00 น.	ตอบแบบประเมินและมอบเกียรติบัตร
16.00 – 16.15 น.	พิธีปิด *โดยนายกองค์การบริหารส่วนตำบลท้ายดง*

(2) กิจกรรมสำหรับเยาวชน

08.30 - 09.00 น.	ลงทะเบียน
09.00 – 09.30 น.	พิธีเปิด กล่าวรายงาน *โดย นายบรรจง พรมจันทร์ นักธรณีชำนาญการพิเศษ* กล่าวเปิด *โดย นายกองค์การบริหารส่วนตำบลท้ายดง*
09.30 – 10.00 น.	กิจกรรมนันทนาการ/แบ่งกลุ่ม
10.00 – 11.00 น.	การบรรยาย เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับน้ำบาดาล
11.00 – 12.00 น.	การบรรยายเรื่อง หลักและวิธีการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำและน้ำบาดาล *โดย นายบรรจง พรมจันทร์ และคณะฯ*
12.00 – 13.00 น.	รับประทานอาหารกลางวัน
13.00 – 13.30 น.	กิจกรรมกลุ่มสัมพันธ์
13.30 – 14.30 น.	การบรรยาย เรื่องการวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาลเบื้องต้น *โดย กองวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล*
14.30 – 15.30 น.	กิจกรรมกลุ่ม..การอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลด้วยศิลปะ
15.30 – 16.00 น.	ตอบแบบประเมินและมอบเกียรติบัตร
16.00 – 16.15 น.	พิธีปิด *โดยนายกองค์การบริหารส่วนตำบลท้ายดง*

9.8.5 แนวทางการประเมินความรู้ความเข้าใจ

การฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล ที่ปรึกษาได้จัดทำแบบประเมินความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาลเบื้องต้น เพื่อประเมินระดับความรู้ก่อน และหลัง ของผู้เข้าอบรม โดยมีแนวทางการจัดทำแบบประเมิน และเกณฑ์การวัดระดับความรู้ ดังนี้

(1) แนวทางการออกแบบแบบประเมิน

ที่ปรึกษาออกแบบการประเมินความรู้พื้นฐานของผู้เข้าฝึกอบรม เป็นการเลือกตอบคำถามในลักษณะถูกหรือผิด โดยมีคำถามทั้งหมด 19 ข้อ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ประเด็นดังนี้

- ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับน้ำบาดาลเบื้องต้น ประโยชน์ของน้ำบาดาล (5 ข้อ)
- ผลกระทบต่อน้ำบาดาล (7 ข้อ)
- หน่วยงาน ที่รับผิดชอบ กฎหมาย มาตรการป้องกัน อนุรักษ์ และฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล (7 ข้อ)

(2) เกณฑ์การให้คะแนน

การให้คะแนนคำตอบของแบบสอบถามนั้น ที่ปรึกษาได้กำหนดให้ทุกคำถามมีน้ำหนักคะแนนเท่ากับ 1 คะแนน โดยถ้าตอบคำถามได้ถูกต้องจะมีคะแนน 1 คะแนน แต่ถ้าตอบคำถามผิดจะไม่ได้คะแนน ซึ่งแบบประเมินความรู้ชุดนี้ มีคะแนนรวมเท่ากับ 19 คะแนน

(3) เกณฑ์การวัดระดับคะแนน

การวัดระดับความรู้จากคะแนนเฉลี่ยของผู้เข้าฝึกอบรมนั้น ที่ปรึกษาได้นำคะแนนสูงสุดและคะแนนต่ำสุดมาคำนวณหาพิสัย ดังนี้

พิสัย = คะแนนสูงสุด – คะแนนต่ำสุด

= 19 – 0

= 19

ช่วงอันดับชั้นคะแนน = $\frac{19}{3}$ = 6.33

ซึ่งที่ปรึกษาได้แบ่งช่วงระดับความรู้เป็น 3 ระดับ คือ ระดับน้อย ระดับปานกลาง และระดับมาก โดยหาช่วงอันดับชั้นของคะแนน ได้เท่ากับ 6.33 คะแนน โดยมีเกณฑ์การวัดระดับความรู้ ดัง **ตารางที่ 9.8-1**

ตารางที่ 9.8-1 เกณฑ์วัดระดับความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับน้ำบาดาล

คะแนนเฉลี่ย	ระดับความรู้ความเข้าใจ
0.00 – 6.33	น้อย
6.34 – 12.67	ปานกลาง
12.68 – 19.00	มาก

(4) ขั้นตอนการทำแบบประเมิน

- ชี้แจงวัตถุประสงค์การทำแบบประเมิน
- ชี้แจงการให้คะแนน
- แจกแบบประเมิน
- ผู้เข้าอบรมตอบแบบประเมิน ก่อนฝึกอบรม
- เมื่อการฝึกอบรมเสร็จสิ้น ให้ผู้เข้าอบรมตอบแบบประเมิน (ชุดเดิม)
- เก็บรวบรวม และตรวจคำตอบ เพื่อวัดระดับความรู้ความเข้าใจ

9.9 ผลการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล

การฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นกิจกรรมหนึ่งในกระบวนการมีส่วนร่วมแบบบูรณาการ และต่อเนื่องเพื่อหวังผลลัพธ์เชิงคุณภาพ ประกอบด้วย การให้ ความรู้ ความเข้าใจ การปลูกจิตสำนึกในการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล และการเฝ้าระวังการปนเปื้อนแหล่งน้ำใต้ดิน โดยมีเนื้อหาสาระของ การบรรยาย ปรากฏตามเอกสารประกอบการประชุม และการนำเสนอของโครงการ โดย Power point ใน**ภาคผนวก ฒ** เพื่อให้เยาวชนและบุคคลทั่วไปมีความรู้ ความเข้าใจ เกิดความตระหนัก มีโอกาสได้แสดงออกถึงบทบาทการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล รวมทั้งเป็นการนำเอาความรู้ที่ได้รับไปถ่ายทอดต่อในรูปแบบของการเป็นเครือข่ายได้ มีรายละเอียด ดังนี้

9.9.1 กลุ่มที่ 1 ประชาชนทั่วไป

การฝึกอบรมกลุ่มประชาชนทั่วไป จัดขึ้นในวันพฤหัสบดี ที่ 26 พฤษภาคม 2554 ณ ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ **(รูปที่ 9.4-1)** มีผู้เข้าร่วมฝึกอบรมทั้งสิ้น 57 คน ซึ่งมาจาก 3 ตำบล ดังนี้ ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ (จำนวน 20 คน) ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร (จำนวน 15 คน) และตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก (จำนวน 22 คน) โครงการจัดให้มีการทดสอบก่อนและหลังการฝึกอบรมเพื่อประเมินความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาล การใช้ประโยชน์ และการอนุ รักษ์ เฝ้าระวัง ทรัพยากรน้ำบาดาลของชุมชน โดยมีผู้เข้ารับการประเมินจำนวน 45 คน มีผลการประเมินรายละเอียด **(ตารางที่ 9.4-1)** ดังนี้

(1) ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมฝึกอบรม

ผู้รับการประเมินมากกว่าครึ่งเป็นเพศชาย จำนวน 32 คน (ร้อยละ 71.1) และเพศหญิงจำนวน 13 คน (ร้อยละ 28.9)

ช่วงอายุของผู้รับการประเมินส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 30–40 ปี จำนวน 18 คน (ร้อยละ 40.0) รองลงมามีอายุระหว่าง 41–50 ปี จำนวน 16 คน (ร้อยละ 35.6) และมีเพียงเล็กน้อยที่ มีอายุสูงกว่า 61 ปีขึ้นไป จำนวน 5 คน (ร้อยละ 11.1)

ระดับการศึกษา ของผู้รับการประ เมิน พบว่า ส่วนหนึ่ง จบการศึกษาในระดับประถมศึกษา 16 คน (ร้อยละ 35.5) รองลงมาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและระดับปริญญาตรี จำนวน 9 คนเท่ากัน (ร้อยละ 20) มัธยมศึกษาตอนปลาย 7 คน (ร้อยละ 15.6) และระดับอนุปริญญา 1 คน (ร้อยละ 2.2) และไม่ได้รับการศึกษา 3 คน (ร้อยละ 6.7)

การนับถือศาสนา พบว่า ผู้รับการประเมินทุกคนนับถือศาสนาพุทธ (ร้อยละ 100)

อาชีพของผู้รับการประเมิน เกือบครึ่ง หนึ่งประกอบอาชีพ เกษตรกรรม (ทำไร่- ทำนา) มากที่สุด 20 คน คิดเป็นร้อยละ 44.4 รองลงมารับราชการ 7 คน (ร้อยละ 15.6) รับจ้างทั่วไป 6 คน (ร้อยละ 13.3) และธุรกิจส่วนตัว 2 คน (ร้อยละ 4.4)

สถานภาพหรือบทบาทในชุมชน ของผู้รับการประเมิน เป็นประชาชนทั่วไป ไม่มีตำแหน่ง จำนวน 16 คน (ร้อยละ 13.3) รองลงมาเป็นผู้ใหญ่บ้าน /ผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน และอาสาสมัคร สาธารณสุขชุมชน กลุ่มละ 9 คนเท่ากัน (ร้อยละ 20.0) อาสาสมัครป้องกันภัยปร ะจำหมู่บ้าน จำนวน 6 คน (ร้อยละ 13.3) ส่วนกำนัน/สารวัตรกำนัน จำนวน 2 คน (ร้อยละ 4.4)

การเป็นสมาชิกกลุ่มของผู้รับการประเมิน พบว่า ส่วนหนึ่งเป็นสมาชิก กองทุนหมู่บ้านมากที่สุด 13 คน (ร้อยละ 28.9) รองลงมาเป็นกลุ่มอาสาสมัครหมู่บ้าน (อสม.) จำนวน 8 คน (ร้อยละ 17.8) กลุ่มสหกรณ์ออมทรัพย์ จำนวน 5 คน (ร้อยละ 11.1) และกลุ่มสหกรณ์การเกษตร และกลุ่ม อาสาสมัครป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน (อปพร.) กลุ่มละ จำนวน 4 คน เท่ากัน (ร้อยละ 8.9)

(2) การประเมินความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาลเบื้องต้น

สำหรับการฝึกอบรมในครั้งนี้มีประชาช นเข้าร่วมทำแบบประเมินความรู้ชุดนี้ ทั้งหมด 45 คน คือ ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ (จำนวน 20 คน) ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร (จำนวน 15 คน) และตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก (จำนวน 22 คน) คณะผู้เชี่ยวชาญได้กำหนดให้มีกา รประเมิน 2 ครั้ง คือ ก่อนการฝึกอบรม และหลังการฝึกอบรม โดยชี้แจงให้ผู้เข้าอบรมรับทราบวัตถุประสงค์ และแจกแบบประเมินให้ผู้อบรมตอบตามความรู้ความเข้าใจ โดยใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที และเมื่อการฝึกอบรมเสร็จสิ้นคณะผู้เชี่ยวชาญได้ให้ผู้เข้าอบรมทำแบบประเมินอีกครั้ง เพื่อประเมิน และเปรียบเทียบระดับความเข้าใจของผู้เข้าฝึกอบรบ

จากผลการประเมิน พบว่า ก่อนการฝึกอบรม ผู้รับการประเมิน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาล การใช้ประโยชน์ และการอนุรักษ์ เฝ้าระวัง ทรัพยากรน้ำบาดาลของชุมชน ในระดับปานกลาง มีคะแนน เฉลี่ยเท่ากับ 11.67 คะแนน และหลังฝึกอบรม มีคะแนนเฉลี่ย เพิ่มขึ้นเท่ากับ 13.24 (ระดับมาก) จากผลการประเมินดังกล่าว แสดงว่า ผู้เข้ารับการอบรมในภาคประชาชนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาลเพิ่มมากขึ้นจากการฝึกอบรม

เนื่องจากพื้นที่โครงการเป็นพื้นที่ที่ประสบปัญหาการร้องเรียนเกี่ยวกับปริมาณ และคุณภาพน้ำบาดาลอย่างมาก จึงมีหน่วยงานทั้งภาครัฐ และภาคเอกชน เข้ามาให้ความรู้กับชุมชนเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาล ทำให้ผู้รับการประเมินมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับน้ำบาดาลเบื้องต้น

ตารางที่ 9.9-1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เข้าร่วมฝึกอบรม

ประเด็น	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
- ชาย	32	71.1
- หญิง	13	28.9
รวม	**45**	**100.0**
2. อายุ		
- อายุระหว่าง 20 – 30 ปี	0	0
- อายุระหว่าง 31 – 40 ปี	18	40.0
- อายุระหว่าง 41 – 50 ปี	16	35.6
- อายุระหว่าง 51 – 60 ปี	6	13.3
- อายุสูงกว่า 61 ปี ขึ้นไป	5	11.1
เฉลี่ย	**45.93**	
รวม	**45**	**100.0**
3. ระดับการศึกษา		
- ไม่ได้รับการศึกษา	3	6.7
- ประถมศึกษา	16	35.6
- มัธยมศึกษาตอนต้น	9	20.0
- มัธยมศึกษาตอนปลาย	7	15.6
- อนุปริญญา	1	2.2
- ปริญญาตรี	9	20.0
รวม	**45**	**100.0**
4. การนับถือศาสนา		
- ศาสนาพุทธ	45	100.0
รวม	**45**	**100.0**

ตารางที่ 9.9-1 (ต่อ)

ประเด็น	จำนวน	ร้อยละ
5. ด้านการประกอบอาชีพ		
- ไม่ได้ประกอบอาชีพ	1	2.2
- รับราชการ	7	15.6
- รับจ้างทั่วไป	6	13.3
- ทำการเกษตร (ทำไร่-ทำนา)	20	44.4
- ประกอบธุรกิจส่วนตัว	2	4.4
- ไม่ระบุ	9	20.0
รวม	**45**	**100**
6. สถานภาพหรือบทบาทในชุมชนของผู้เข้ารับการฝึกอบรม		
- กำนัน/สารวัตรกำนัน	2	4.4
- ผู้ใหญ่บ้านหรือผู้ช่วยผู้ใหญ่บ้าน	9	20.0
- ประธานชุมชนหรือรองประธานชุมชน	3	6.7
- อาสาสมัครสาธารณสุขชุมชน	9	20.0
- อาสาสมัครป้องกันภัยประจำหมู่บ้าน	6	13.3
- ไม่ระบุ	16	35.6
รวม	**45**	**100**
7. ในชุมชนของท่านท่านเป็นสมาชิกกลุ่มหรือได้เข้าร่วมกลุ่มใดในชุมชน		
- กลุ่มสหกรณ์ออมทรัพย์	5	11.1
- กลุ่มกองทุนหมู่บ้าน	13	28.9
- กลุ่มสหกรณ์การเกษตร	4	8.9
- กลุ่มอาสาสมัครหมู่บ้น (อสม.)	8	17.8
- กลุ่ม อปพร.	4	8.9
- ไม่ระบุ	11	24.4
รวม	**45**	**100**

อย่างไรก็ตามการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากร น้ำบาดาลนี้ ทำให้ชุมชนมีความเข้าใจในเรื่อง ของกฎหมายน้ำบาดาล หน่วยงานรับผิดชอบในเขตพื้นที่จังหวัดพิจิตร จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดเพชรบูรณ์ คือ สำนักทรัพยากรน้ำบาดาลเขต 7 (กำแพงเพชร)

(3) ข้อเสนอแนะ จากแบบประเมินความรู้

- ต้องการให้หน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับน้ำและสิ่งแวดล้อมมาให้ความรู้ ความเข้าใจในเรื่องน้ำสะอาด
- ต้องการให้มีกิจกรรมการฝึกอบรมบ่อยครั้งขึ้น เพื่อความรู้จะได้กว้างขึ้น
- ต้องการให้หาพื้นที่ที่เหมาะสมกับการทำฝายน้ำขนาดใหญ่
- วิธีการอนุรักษ์น้ำบาดาลที่ดีที่สุด คือ ใช้อย่างประหยัดใช้เมื่อจำเป็นและรู้คุณค่าของน้ำ
- การนำแหล่งน้ำอื่นมาให้เกษตรกรใช้ พิ่มขึ้น เช่น การขุดสระ หรือการทำฝายน้ำล้น ขุดลอก คู คลอง เป็นต้น

รูปที่ 9.9-1 บรรยากาศการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลกลุ่มเครือข่ายประชาชน

9.9.2 กลุ่มที่ 2 กลุ่มเยาวชน

คณะผู้เชี่ยวชาญได้ความตระหนักถึงอนาคตของสถานภาพของน้ำบาดาล (ปริมาณ และคุณภาพ) จึงส่งเสริมและให้ความรู้ความเข้าใจในการป้องกันและเฝ้าระวัง ปัญหาการปนเปื้อนของ ทรัพยากรน้ำบาดาลกับเยาวชนที่มีการศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษา /มัธยมศึกษา ที่อยู่บริเวณพื้นที่ศึกษาในรัศมี 5 กิโลเมตร ซึ่งการให้ความรู้กับเยาวชน ที่ปรึกษาเล็งเห็ นสถานภาพการเรียนรู้ของเยาวชนจึงมีการฝึกอบรมในรูปแบบของกิจกรรม การตอบคำถาม และการวาดภาพ โดยวิทยากรจาก สำนักอนุรักษ์ฟื้นฟูและเฝ้าระวังน้ำบาดาล และสำนักส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชนของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

กลุ่มเยาวชนได้เข้าร่วมโครงการ ฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ท รัพยากรน้ำบาดาล ในวันศุกร์ ที่ 27 พฤษภาคม 2554 ณ ห้องประชุมองค์การบริหารส่วนตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งแต่เวลา 9.00 – 16.00 น. เป็นนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ตอนปลายระดับชั้น ปีที่ 5 และปีที่ 6 จำนวน ทั้งสิ้น 66 คน รายละเอียดดัง **ตารางที่ 9.4.2-1** ซึ่งจากการฝึกอบร มมีกิจกรรมการให้ความรู้ ทั้งภาคบรรยาย และโปสเตอร์ วีดีโอ อื่นๆ รวมถึง กิจกรรมฝึกอบรมทั้งในภาคเช้า เป็นการบรรยายข้อมูลเบื้องต้น การอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล โดย คณะผู้เชี่ยวชาญได้สังเกตเห็นความกระตือรือร้นของเยาวชนที่เข้าอบร มในการ ตอบคำถามต่างๆ และการทำกิจกรรมในช่วง บ่าย ซึ่งเป็นภาค ปฏิบัติ เช่น การวิเคราะห์คุณภาพน้ำเบื้องต้น และการจัดกลุ่มเพื่อถ่ายทอดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับน้ำบาดาลที่ได้รับไปในครั้งนี้ และถ่ายทอดความเข้าใจดังกล่าวผ่านทางรูปวาดพร้อมนำเสนอ ดัง **รูปที่ 9.9.2-1**

ตารางที่ 9.9.2-1 รายชื่อโรงเรียน และจำนวนผู้เข้าร่วมฝึกอบรม เครือข่ายเยาวชน

ลำดับที่		ชื่อโรงเรียน	จำนวน (คน)
1	ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร	1. โรงเรียนบ้านคีรีเทพนิมิต	25
2	ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก	1. โรงเรียนบ้านหนองดู่	10
		2. โรงเรียนบ้านวังขวัญ	10
3	ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์	1. โรงเรียนบ้านวังชะนาง	7
		2. โรงเรียนบ้านดงหลง	7
		3. โรงเรียนบ้านด่านช้าง	7
รวม			**66**

รูปที่ 9.9.2-1 กิจกรรมการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล

จากการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรั กษ์น้ำบาดาล ทั้งกลุ่มประชาชนทั่วไป และกลุ่มเยาวชนในพื้นที่ มีเป้าหมายในการอนุรักษ์ และเฝ้าระวังการปนเปื้อนน้ำบาดาลของชุมชนนั้น เพื่อให้เครือข่ายมีความยั่งยืน และหากสำนักส่งเสริมการมีส่วนร่วมของประชาชน กรมทรัพยากรน้ำบาดาลต้องการจัดตั้งเครือข่ายภาคประชาชน หรือ เยาวชน ในพื้นที่สามารถประสานกับคณะกรรมการเครือข่ายชุดนี้ได้ ที่ประชุมจึงได้นำเสนอให้มีการจัดตั้งองค์กรและเครือข่ายภาคประชาชนในเบื้องต้น และมีสมาชิกดังนี้

<u>**ประธาน**</u>

นายเรืองศักดิ์ คงรอด ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

<u>**รองประธาน**</u>

นายสมศักดิ์ บุญธรรม ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

<u>**เหรัญญิก**</u>

1. คุณเกษม หล่อทรัพย์ ตำบลเขาเจ็ดลูก อำเภอทับคล้อ จังหวัดพิจิตร
2. คุณสมนึก พันธ์ขจร ตำบลวังโพรง อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก
3. คุณสมชาย สิทธิเกษร ตำบลท้ายดง อำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์

<u>สมาชิกเครือข่าย</u>

ชื่อ – สกุล	ที่อยู่ / ติดต่อ
1. รัตนา เพ็ชรโพธิ์	178 หมู่ 3 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
2. สุขี ศรีสง่า	หมู่ 3 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
3. วิไล ทองคำ	276 หมู่ 3 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
4. นายสังวาล ทาแดง	331 หมู่ 3 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
5. บังอร พิริยารมย์	159/1 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
6. ประภัสสร เกษมทรง	161 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
7. นางไพรวัน วงษ์ภักดี	66 หมู่ 8 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
8. โสภา นันทวงษ์	330 หมู่ 3 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
9. นายเกษม หล่อทรัพย์	99/6 หมู่ 3 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
10. นางมาลัย รอดนารี	101/1 หมู่ 8 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
11. นางปัทมา สังข์ทอง	97/1 หมู่ 8 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
12. นายเด่น ประสิทธิ์	195/1 หมู่ 5 ต.วังโพรง อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก
13. ราตรี นันทวงษ์	333/1 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
14. แพรวพรรณ นันทะสาร	999/6 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
15. ฉลวย เขียวเทียน	379 ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร
16. สมพาน พันธ์อินทร์	6 หมู่ 7 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
17. นางสมศรี สิงห์สถิตย์	193 หมู่ 3 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
18. นายสมชาย สิทธิเกษร	หมู่ 5 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
19. นางละออ เจนเขตการ	119 หมู่ 9 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
20. เรืองศักดิ์ คงรอด	44 หมู่ 1 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
21. นายเอกชัย อินเหลือง	องค์การบริหารส่วนตำบลอำเภอท้ายดง
22. นายสายา นันทวงษ์	35/2 หมู่ 10 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
23. นายสมยศ ธูปนิ่ม	223 หมู่ 6 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
24. นายทองทศ เขียวอ่อนแว่น	175/1 หมู่ 12 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
25. นายสมนึก พันธุ์ใหม่	315 หมู่ 13 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
26. นายบัวรุณ โสประดิษฐ์	393 หมู่ 2 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
27. นายแซว แหลมแก้ว	ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
28. นายสมศักดิ์ บุญธรรม	25 หมู่ 9 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
29. อนัน ษรจันทร์	124 หมู่ 12 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์

สมาชิกเครือข่าย (ต่อ)

ชื่อ – สกุล	ที่อยู่ / ติดต่อ
30. ไพริน ชาลี	24/1 หมู่ 11 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
31. กันหา ปัญญาพวก	393 หมู่ 13 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
32. นายวรรณลพ ถนอมผล	180 หมู่ 1 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
33. นายประยูร แสงมิ่ง	104 หมู่ 8 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
34. วงศ์ทิวา ทับเกตุแก้ว	76 หมู่ 11 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
35. ปรีชา แพรเปีย	14/1 หมู่ 10 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
36. นางสุรดา สิงห์ทองคำ	องค์การบริหารส่วนตำบลวังโพรง
37. นางเครือวัลย์ เกตุภันฑ์	องค์การบริหารส่วนตำบลวังโพรง
38. นายสมนึก พันธ์ขจร	องค์การบริหารส่วนตำบลวังโพรง
39. นายณัฎฐกร วงษา	องค์การบริหารส่วนตำบลวังโพรง
40. นางสาวทิพย์วรรณ พวงโต	องค์การบริหารส่วนตำบลวังโพรง
41. นายฝ้าย มหาสัตย์	องค์การบริหารส่วนตำบลวังโพรง
42. นางกุสุมา ชูศรีโฉม	องค์การบริหารส่วนตำบลวังโพรง
43. นายมานัส เสนาบุษ	798 หมู่ 7 ต.ชนแดน อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์
44. นายจุฑาวัฒน์ ผดุงนึก	107 หมู่ 12 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
45. นายสุภาพ วันกิ่ง	17/3 หมู่ 1 ต.วังโป่ง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
46. นางสาวสุกัญญา มีเดช	52/2 หมู่ 1 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
47. นางสาวพัทราภรณ์ เอมโอด	54/1 หมู่ 1 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
48. นางธมณวรรณ เสนพันธ์	680/1 หมู่ 12 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
49. นางสาวอำไพ แหวนเงิน	72 หมู่ 6 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
50. นางสาวธนาภรณ์ อยู่แดน	10/4 หมู่ 4 ต.ชนแดน อ.ชนแดน จ.เพชรบูรณ์
51. นางสาวกำแพง โฉมผา	57 หมู่ 9 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
52. นายวิเชียร งามรุ่ง	70 หมู่ 1 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
53. นายอุกฤษ ไกรกาศ	4 หมู่ 5 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
54. นายกิตติพงศ์ ยุงทอง	363/3 ถ.เพชรเจริญ ต.ในเมือง อ.เมือง เพชรบูรณ์
55. นายวิฑิต เนียมประดิษฐ์	54/1 หมู่ 2 ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์
56. นายมณู เสนะพันธ์	องค์การบริหารส่วนตำบลท้ายดง
57. นายแหลม กลิ่นจันทร์	องค์การบริหารส่วนตำบลท้ายดง

<u>สมาชิกเครือข่ายภาคเยาวชน</u> มีดังนี้

ตำบล-อำเภอ-จังหวัด/โรงเรียน	ชื่อ-สกุล	
1. ต.วังโพรง อ.เนินมะปราง จ.พิษณุโลก		
1.1 โรงเรียนบ้านวังขวัญ	1) ด.ญ.อาธิติญา กลางประพันธ์	2) ด.ญ.อมรรัตน์ เกษมทรง
	3) ด.ญ.มุทุกันต์ ปิ่นเขียว	4) ด.ญ.วิไลพร โพธิ์คา
	5) ด.ญ.จุฑารัตน์ ทรงทรัพย์	6) ด.ญ.กมลลักษณ์ คาสิ
	7) ด.ช.จตุรงค์ จันทร์แจ่ม	8) ด.ญ.วิภาพรรณ จันทะคูณ
	9) ด.ญ.อรัญญา พัฒชนะ	10) ด.ญ.จันทิมา จันทะคราม
1.2 โรงเรียนบ้านหนองดู่	1) ด.ช.ชุติพนธ์ บังคับ	2) ด.ญ.กชกร หมื่นบุตรตรา
	3) ด.ช.วิทวัตร ศีรระวัตร	4) ด.ญ.วรารัตน์ นามมาลี
	5) ด.ช.ธนัท มุนนี	6) ด.ญ.ดลนภา แมงมิ่ง
	7) ด.ญ.วรรณนิภา พันธ์เลิศ	8) ด.ญ.ปิยธิดา โฉมสันเทียะ
	9) ด.ญ.กนกวรรณ มหาทา	10) ด.ญ.ชาลิสา สอนสระคู
2. ต.ท้ายดง อ.วังโป่ง จ.เพชรบูรณ์		
2.1 โรงเรียนบ้านดงหลง	1) ด.ช.เกียรติศักดิ์ จินดา	2) ด.ญ.สุนิสา แพรเปีย
	3) ด.ช.เอกราช พรมสิงห์	4) ด.ญ.เจษฎาพร แสงมิ่ง
	5) ด.ช.กฤษณะ สินชัย	6) ด.ญ.วราภรณ์ แวงวรรณ์
	7) ด.ช.ธรรพ์ณธร สังฆรัก	
2.2 โรงเรียนบ้านวังชะนาง	1) ด.ช.อนุรักษ์ สุวิวงษ์นา	2) ด.ญ.ยุภาพร แหลมชัยสงค์
	3) ด.ช.ศุภกิจ บุญรอด	4) ด.ญ.ยุพาพร ขะจรกลิ่น
	5) ด.ญ.มาทินี ผาทอง	6) ด.ญ.พิชญดา จิตจีน
	7) ด.ญ.นภาพร คงปราโมชย์	
2.3 โรงเรียนบ้านด่านช้าง	1) ด.ญ.สโรชา พวงอินทร์	2) ด.ช.พัสพงษ์ สุทธหลวง
	3) ด.ญ.สิรินภา พันธุระ	4) ด.ญ.วิลาวรรณ สุขหนุน
	5) ด.ญ.สุภาพร สว่างโลก	6) ด.ญ.วิไลภรณ์ นวนทะวงษ์
	7) ด.ญ.สุจิตรา เปรมเหี่ยว	
3. ต.เขาเจ็ดลูก อ.ทับคล้อ จ.พิจิตร		
3.1 โรงเรียนวัดคีรีเทพนิมิตร	1) ด.ญ.พิมพ์ลภัส สุขสาระ	2) ด.ช.ทศวรรษ สุริยา
	3) ด.ญ.สุดาพร หัสนัย	4) ด.ญ.กัลยรัตน์ ปานสีดา
	5) ด.ช.ธนากร คงเมือง	6) ด.ญ.ศลิษา ศิริพร
	7) ด.ญ.พิมพ์ประภา บุญสอน	8) ด.ญ.นนทิยา ทองประดิษฐ์
	9) ด.ญ.ชนากานต์ สังฆคุณ	10) ด.ช.รัชชานนท์ ภักดีอำนาจ
	11) ด.ญ.พิมพ์วรีย์ สุขสารา	12) ด.ช.พีรเดช ศรีศาสตร์
	13) ด.ญ.วรรณศิริ แซ่อึ้ง	14) ด.ช.ธีรพงศ์ เรียงผา

สมาชิกเครือข่ายภาคเยาวชน (ต่อ)

ตำบล-อำเภอ-จังหวัด/โรงเรียน	ชื่อ-สกุล	
3.1 โรงเรียนวัดคีรีเทพนิมิต (ต่อ)	15) ด.ญ.ศินีนาถ โตทุ้ย	16) ด.ช.สมเกียรติ์ แสงทอง
	17) ด.ญ.สุดารัตน์ รุ่งเรือง	18) ด.ช.ณัฐพงษ์ เวียงจันทร์
	19) ด.ช.กรรชัย ไพรจอก	20) ด.ช.สิทธิชาติ มีขวัญ
	21) ด.ช.ธิติพงศ์ ฟักคำ	22) ด.ช.พลวัต ศรีหาวัตร
	23) ด.ช.สันติภาพ อุทัยแพน	24) ด.ช.ปัฐวี ปักษาศร
	25) ด.ญ.อารียา ศรีบุญจันทร์	

9.10 สรุป และข้อเสนอแนะ

กิจกรรมการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล เป็น การจัดทำเพื่อให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาล กฎหมายน้ำบาดาล ตลอดจนแนวทางการอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล โดยให้ชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาลในชุมชนของตนเอง ซึ่งจากการฝึกอบรม พบว่า ผู้เข้าร่วมอบรมมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาลเพิ่มมากขึ้น และมีความกระตือรือร้นในการเฝ้าระวังการปนเปื้อน โดยเฉพาะกฎหมายน้ำบาดาล เนื่องจากในปัจจุบันชุมชนส่วนใหญ่ทำการขุดเจาะน้ำบาดาลขึ้นมาใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลเสียก่อน ซึ่งการขุดเจาะน้ำบาดาลอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำบาดาลนั้น และให้มีความตระหนักถึงการอนุรักษ์ ฟื้นฟู และเฝ้าระวังการปนเปื้อนมากขึ้น

จากการอบรมความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาลในครั้งนี้ ที่ปรึกษามีข้อเสนอแนะโดยสรุปดังนี้

กรมทรัพยากรน้ำบาดาลดำเนินการสร้างองค์กรและเครือข่ายอาสาสมัครน้ำบาดาล ทั้งภาคประชาชน และเยาวชน ควรจะพิจารณาในเรื่องของการจัดสรรงบประมาณในการดำเนินกิจกรรมเพื่อให้องค์กรและเครือข่ายมีกิจกรรมที่ต่อเนื่อง โดยกิจกรรมที่จะให้ส่งเสริมมีดังนี้

(1) การให้ความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาลโดยละเอียด ไม่ว่าจะเป็นการดูแลรักษาคุณภาพน้ำบาดาล การเฝ้าระวัง การป้องกัน รวมถึงในเรื่องของกฎหมายน้ำบาดาล เพื่อให้อาสาสมัครมีความรู้ที่สามารถปฏิบัติการในเรื่องของการป้องกัน และการเฝ้าระวังได้อย่างมีประสิทธิภาพ

(2) การส่งเสริมขยายเครือข่ายกิจกรรมสำหรับเยาวชนในโรงเรียน โดยเฉพาะโรงเรียนประถมศึกษา/มัธยมศึกษา ที่อยู่บริเวณพื้นที่ที่อาจจะได้รับผลกระทบ เพื่อให้เยาวชนได้เห็นความสำคัญและตระหนักถึงปัญหา ของทรัพยากรน้ำบาดาล โดยทางกรม ฯ สามารถขยายกิจ กรรมไปสู่โรงเรียนได้เพราะมีบุคลากรที่มีความรู้ความเข้าใจที่จะดำเนินกิจกรรมดังกล่าวได้

(3) เพื่อเป็นการส่งเสริมและพัฒนาศักยภาพของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลในอนาคต ทางกรมฯ ควรให้มีการศึกษา และวิจัย ต่อเนื่องเกี่ยวกับบทบาทหน้าที่ขององค์กรเครือข่าย และอาสาสมัครที่จะต้องมีความสัมพันธ์เชิงอำนาจ กับหน่วยงานอื่นๆ เช่น องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น หรือ หน่วยงานราชการ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อเป็นการพัฒนากลไกของการปฏิบัติหน้าที่ของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

9.11 ตัวอย่างโครงสร้างองค์กรเครือข่ายอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล

โครงสร้างองค์กรเครือข่ายอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล ควรเป็นองค์กร อิสระที่มีภารกิจแบบเอนกประสงค์ ดำเนินการแบบมีสถานภาพเป็นนิติบุคคลที่สามารถดำเนินธุรกรรมต่างๆ และรับการสนับสนุนปัจจัยการผลิตอื่นได้ตามกฎหมาย พร้อมทั้งมีบทบาทอำนาจหน้าที่และสิทธิการบริหารจัดการหรือเรียกร้องการแก้ไขปัญหาจากราชการ โดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง (รูปที่ 9.11-1) สรุปได้ดังนี้

1) เครือข่ายประชาชน: บทบาทหน้าที่ของประชาชนที่จะทำหน้าที่ร่วมกับทางราชการ เพื่อช่วยประเมินสถานการณ์น้ำบาดาลในชุมชนของผู้ที่ใช้น้ำบาดาลโดยกรม ทรัพยากรน้ำบาดาล ควรจะส่งเสริมความรู้ เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาล และให้อาสาสมัครสามารถประสานเกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพน้ำที่คาดว่าจะปนเปื้อน

2) เครือข่าย เยาวชน : เพื่อให้ เยาวชนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแหล่งน้ำบาดาล การใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่า ซึ่งในระยะหลังมีกิจกรรมที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนมากยิ่งขึ้น จึงควรให้ความรู้ความเข้าใจกับเยาวชน เกี่ยวกับทรัพยากรอื่นๆ ด้วย

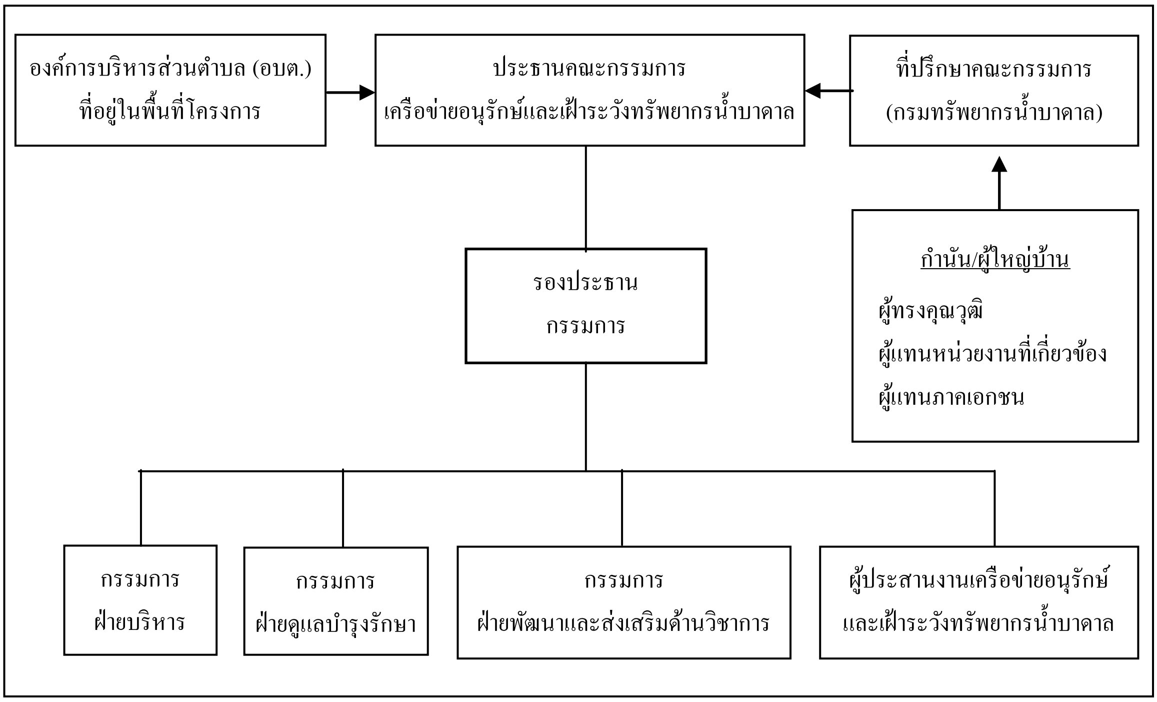
โดยมีข้อเสนอแนะในการจัดตั้งองค์กร ดังนี้

(1) กฎหมายหรือกฎระเบียบที่เกี่ยวข้องกับสถาบันหรือองค์กร

(2) รูปแบบโครงสร้างขององค์กร โดยพิจารณาตามความเหมาะสมที่จะให้เกิดการบริหารจัดการแบบบูรณาการและยึดแนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรน้ำบาดาล โดยให้ประชาชนทั่วไปและเกษตรกรมีส่วนร่วม

(3) บทบาทหน้าที่และความรับผิดชอบขององค์กร โดยพิจารณาครอบคลุมสิ่งที่จะทำให้เกิดการบริหารจัดการแบบบูรณาการและมีส่วนร่วม

(4) บุคลากรขององค์กร พิจารณาจำนวนตามความสมดุลของภารกิจและบทบาทหน้าที่ขององค์กร ความรู้และขีดความสามารถที่สอดคล้องกับความรับผิดชอบ เพื่อให้การบริหารจัดการเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 9.11-1 ตัวอย่างโครงสร้างองค์กรคณะกรรมการบริหารอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล

(5) การเงินขององค์กร โดยพิจารณาทั้งในส่วนของการมีส่วนร่วมในการรับผิดชอบค่าใช้จ่ายในการบริหารจัดการของ เครือข่าย และในส่วนของแหล่งรายได้ขององค์กรที่จะมารองรับค่าใช้จ่ายต่างๆ ขององค์กร เพื่อให้การบริหารจัดการขององค์กรมีความยั่งยืน

(6) โครงข่ายและความสัมพันธ์ระหว่างองค์กรและสถาบันต่างๆ รวมทั้งความสัมพันธ์และการมีส่วนร่วมของสมาชิกองค์กร

ทั้งนี้ในการศึกษาตามแนวทางดังกล่าว จะได้เสนอแนะแนวทางการเสริมสร้างความเข้มแข็งขององค์กรประชาชนหรือเครือข่ายอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อให้สามารถบริหารจัดการน้ำในโครงการได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเข้มแข็ง สามารถที่จะรับ การถ่ายโอนภาระหน้าที่ในการบริหารจัดการจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลบางส่วนหรือทั้งหมดได้ในอนาคต

สำหรับการศึกษาการถ่ายโอนภารกิจและการแปรสภาพเป็นกิจกรรมเอกชน ในอนาคต การถ่ายโอนภารกิจถือเป็นหลักการสำคัญประการหนึ่งในการปฏิรูปการให้บริการของรัฐ ตามหลักการบริหารราชการโดยยึดประชาชนเป็นศูนย์กลาง ในการศึกษาการถ่ายโอนภารกิจและการแปรสภาพเป็นกิจกรรมเอกชน จะทำการศึกษาจากข้อมูลทุติยภูมิ เช่น รายงานการศึกษาที่เกี่ยวข้อง โดยยึดกรอบตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เช่น พ.ร.บ. กำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ.2542 เป็นต้น ในส่วนของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลต้องกำหนดภารกิจที่ต้องถ่ายโอนไว้

ในการศึกษาจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมเพื่อประเมินแนวทางที่มีความเหมาะสม โดยมีข้อพิจารณาในการถ่ายโอนดังนี้คือ

(1) กฎข้อบังคับหรือกฎหมายที่จะรองรับการถ่ายโอน ทั้งการถ่ายโอนไปสู่ องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นและองค์กรเครือข่ายผู้อนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล

(2) ภารกิจที่มีความเหมาะสม พิจารณาตามโครงสร้างและขีดความสามารถขององค์กรผู้รับโอนในทุกๆ ด้าน เช่น ด้านบุคลากร ด้านเทคนิค และด้านการเงิน เป็นต้น

(3) ผลประโยชน์ที่จะเกิดจากการถ่ ายโอน ทั้งในส่วนของผู้โอนและผู้รับโอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของผู้รับโอนที่เป็นองค์กรเครือข่ายผู้อนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล

นอกจากนี้จะรวบรวมข้อมูลและศึกษาแนวทางที่เป็นไปได้ ในการแปรสภาพการบริหารจัดการให้เป็นกิจกรรมเอกชน โดยจะศึกษาหลักการ วิธีการในการจ้างเหมาเอกชนในกิจกรรมต่างๆ และเสนอแนะแนวทางทางที่เหมาะสมต่อไป

บทที่ 10
บทสรุปของโครงการ

10.1 บทนำ

จากการที่มีการร้องเรียนเรื่องคุณภาพน้ำบาดาลของชุมชนบริเวณรอบเหมืองแร่ทองคำชาตรี ของ บริษัท อัคราไมนิ่ง จำกัด ในพื้นที่อำเภอทับคล้อ อำเภอวังทรายพูน จังหวัดพิจิตร อำเภอเนินมะปราง จังหวัดพิษณุโลก และอำเภอวังโป่ง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยอ้างว่าพบ ไซยาไนด์ที่ใช้ในกระบวนการสกัดแร่ทองคำ เจือปนในน้ำบาดาลจนไม่สามารถใช้น้ำได้ และมีปริมาณสารหนูสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค ซึ่งการปนเปื้อนของสารพิษดังกล่าว ในแหล่งน้ำใต้ดิน และน้ำผิวดินดังกล่าว อาจส่งผลกระ ทบต่อระบบนิเว ศของแหล่งน้ำ การเกษตรกรรม รวมทั้ง สุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชาชน ในการศึกษาของโครงการจึงดำเนินการเพื่อให้ทราบแหล่งที่มาของการปนเปื้อนของสารพิษที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำบาดาล และแหล่งน้ำผิวดิน ในพื้นที่ โครงการ ตลอดจนศึกษาผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อหาแนวทางการแก้ไขปัญหาในระยะเร่งด่วนและระยะยาว รวมทั้งเฝ้าระวัง ป้องกันการปนเปื้อนของสารพิษที่เกิดขึ้นกับแหล่งน้ำในพื้นที่ โครงการ โดยให้ชุมชนมีส่วนร่วมตลอดจนการสร้างความเข้าใจแก่ประชาชน

10.2 การปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน

จากการเก็บตัวอย่างหิน ดิน น้ำผิวดิน น้ำใต้ดิน รวมถึงการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อวิเคราะห์และประเมินหาแหล่งกำเนิด ความสัมพันธ์ และกระบวนการของสารพิษในน้ำบาดาลในการศึกษาครั้งนี้ สามารถสรุปผลได้ดังต่อไปนี้

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณมลสารในดิน พบว่ามีปริมาณตะกั่ว แมงกานีส และแคดเมียมที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์ตัวอย่างดินก่อนการทำเหมือง ซึ่งโลหะหนักเหล่านี้เป็นโลหะหนักที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติ ตามสภาพธรณีวิทยาในพื้นที่ที่เป็นแหล่งแร่ เมื่อสายแร่โผล่ขึ้นสู่ผิวดิน ความไม่เสถียรของสายแร่ทำให้เกิดการผุพัง โลหะหนักที่ถูกชะล้างออกมาจะถูกดูดยึดโดยดินเหนียวหรืออินทรียสารที่อยู่ในดินได้มากขึ้น จึงตรวจพบว่าปริมาณโลหะหนักจำพวกตะกั่ว แมงกานีส และแคดเมียมมีปริมาณที่สูงขึ้น และจากผลการวิเคราะห์น้ำใต้ดิน พบว่ามีส ารพิษที่ปนเปื้อน คือ แคดเมียม โครเมียม และตะกั่ว ซึ่งแคดเมียมและตะกั่ว ตรวจพบในดินเช่นกัน โดยมีความเป็นไปได้ที่ปริมาณแคดเมียมและตะกั่วในน้ำใต้ดินที่สูงขึ้น เป็นผลมาจากปริมาณของแคดเมียมและตะกั่วที่สูงขึ้นในสายแร่เช่นกัน เมื่อน้ำบาดาลไหลผ่านรอยแตกหรือแนวอ่อนแอ เนื่องจากสายแร่ที่แทรกในรอยแตกจะไม่เป็นเนื้อเดียวกันกับหินเดิม ส่วนนี้สามารถผุพังได้ดี เมื่อน้ำไหลผ่านจะชะพาเอาโลหะหนักไปกับน้ำด้วย

ในกรณีของสารหนู (As) จากการตรวจ วิเคราะห์ พบสารหนูในดิน เนื่องจากสารหนูเป็นธาตุที่พบในธรรมชาติในปริมาณที่สูงอยู่แล้วตั้งแต่ก่อนมีการทำเหมืองทองคำในบริเวณนี้ เนื่องจากในสายแร่มีสารหนูเป็นธาตุที่เป็นองค์ประกอบอยู่ในกลุ่มแร่ซัลไฟด์โดยเฉพาะอย่างยิ่งแร่อาร์เซโนไพไรท์ (FeAsS) เมื่อหินมีการผุพังกลายเป็นเศษหินและดิน แร่ จะมีการแตกตัวเป็นอาร์ซิเนตและอาร์ซิไนต์ ซึ่งเป็นอนุมูลลบจะถูกดูดยึดอยู่ในดิน ซึ่งจากการตรวจวิเคราะห์ในการศึกษาไม่พบว่ามีปริมาณสารหนูในดินที่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ อีกทั้งปริมาณสารหนูที่พบในดินมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับสารหนูที่พบในหินด้วย จึงมีความเป็นไปได้ที่ ปริมาณของสารหนูในดินจะไม่มีความเข้มข้นสูงขึ้นมาก อย่างไรก็ตามจากการเปรียบ เทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพดินเพื่อการเกษตรและอยู่อาศัย พบว่าสารหนูมี ปริมาณ สูงกว่ามาตรฐานค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในบริเวณใกล้ขอบเขตเหมือง ซึ่งเป็นไปตามลักษณะธรณีวิทยาแหล่งแร่ เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์แผนที่ความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของสารหนูในน้ำบาดาล พบว่าบริเวณดังกล่าวมีความเสี่ยงสูงมากที่จะมีการปนเปื้อนลงสู่ชั้นน้ำ โดยผลการวิเคราะห์น้ำใต้ดิน พบว่า มีการปนเปื้อนของสารหนูเกินมาตรฐานเพียง 3 บ่อ จากจุดเก็บตัวอย่าง ที่กระจายโดยรอบพื้นที่ศึกษา 43 บ่อ ขณะที่พบสารหนูเกินมาตรฐานในดินกระจายอยู่ทั่วไปโดยรอบโครงการ สาเหตุดังกล่าว เนื่องจากสารหนูจะเกาะตัวอยู่กับโคลนและอินทรีย์วัตถุในดินมากกว่าลอยไปกับน้ำ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ดินพบว่า บริเวณจุดเก็บตัวอย่างที่พบสารหนูเกิน ค่ามาตรฐานในดิน นั้นมีปริมาณสารหนู ในน้ำใต้ดิน ไม่เกินค่ามาตรฐาน และตำแหน่งสถานีที่มีปริมาณสารหนูเกินมาตรฐานในดินอยู่ห่างจากจุดเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินที่พบสารหนูเกินค่ามาตรฐาน สำหรับในน้ำผิวดินตรวจพบสารหนูเกินมาตรฐานเพียงจุดเดียว คือ อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ ในขณะที่น้ำใต้ดินบริเวณนั้นไม่เกินค่ามาต รฐาน และบริเวณที่พบสารหนูในดินเกินมาตรฐานคุณภาพดิน ไม่พบว่า คุณภาพ น้ำผิวดิน ในบริเวณนั้นมีสารหนูเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินด้วยเช่นกัน

ในกรณีสารไซยาไนด์ (CN) ซึ่งมีที่มาจากกิจกรรมของเหมืองแร่ทองคำนั้น จากรายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมในเหมืองทองคำชาตรีเหนือและใต้ พบว่า มีไซยาไนด์ปรากฏอยู่ในสิ่งแวดล้อมอยู่แล้ว เมื่อนำผล การตรวจวัดคุณภาพน้ำผิวดิน ของการศึกษาครั้งนี้มา เปรียบเทียบค่าในเชิงสถิติ พบว่าไม่มีค่าไซยาไนด์ในหน่วยสิ่งแวดล้อมใดเกินกว่าค่าที่ได้ ศึกษามาก่อนอย่างมีนัยสำคัญ โดยในการศึกษาของโครงการตรวจพบไซยาไนด์เกินค่ามาตรฐานน้ำผิวดินในช่วงฤดูแล้ง 3 สถานี คือ อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู และคลองร่องกอก เนื่องจากฤดูดังกล่าวเป็นช่วงที่น้ำนิ่งไม่มีการไหลหรือเป็นน้ำที่ขังอยู่เป็นช่วงๆ ขอ งลำคลอง มีสภาพตื้นเขิน มีสาหร่ายปกคลุม มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการดูดยึดไนโตรเจนจากอากาศของสาหร่ายและแบคทีเรีย ซึ่งกลุ่มสาหร่ายที่มีความเกี่ยวข้องกับการเกิดไซยาไนด์ คือไซยาโนไฟต้า ซึ่งเป็นไซยาโนแบคทีเรียที่รู้จักกันในชื่อสาหร่ายน้ำเงินแกมเขียวหรือแบคทีเรียน้ำ เงินแกมเขียว โดยสาหร่ายหรือแบคทีเรียจะมีการสังเคราะห์แสงและดึงไนโตรเจนจากอากาศมาใช้ ซึ่งต้องอาศัยปริมาณเหล็กและสังกะสีในน้ำ นอกจากนี้สาหร่ายยังมี

การดักจับคาร์บอนจากซากพืช หรือจากเถ้าถ่านที่เกิดจากการเผาพืชหรือตอซังข้าวในฤดูหลังเก็บเกี่ยว เมื่อไนโตรเจนถูกดักจับจากอากาศจะถูกเปลี่ยนเป็นแอมโมเนียไนไตรต์และไนเตรต นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ อุณหภูมิ คือที่อุณหภูมิระหว่าง 25-35 องศาเซลเซียส ซึ่งในช่วงฤดูฝนอุณหภูมิของน้ำไม่เหมาะสมที่จะดูดยึดไนโตรเจนได้ จึงทำให้ในฤดูฝนตรวจไม่พบปริมาณไซยาไนด์ อีกปัจจัยคือค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยที่ถ้าน้ำมีสภาพเป็นเบส หรือค่า pH สูงกว่า 7 จะทำให้ไซยาไนด์ละลายในน้ำได้ดี แต่ถ้าน้ำมีสภาพเป็นกรด หรือค่า pH ต่ำกว่า 7 ไซยาไนด์จะกลายเป็นก๊าซระเหยออกไป ซึ่งการป้องกันไม่ให้เกิดสารไซยาไนด์ในน้ำผิวดินนั้น จากเหตุผลข้างต้นที่ว่าป ริมาณของไซยาไนด์จะสูงขึ้นเนื่องจากลักษณะของแหล่งน้ำที่เป็นน้ำนิ่งและมีปริมาณสาหร่ายมาก เพื่อเป็นการป้องกันปริมาณสารไซยาไนด์ที่จะสูงเกินมาตรฐานนั้นจะต้องทำการปรับปรุงระบบระบายในพื้นที่ โดยให้มีการหมุนเวียนน้ำในหน้าแล้ง โดยต้องมีการจัดการระบบชลประทานที่ดี ไม่ให้มีพื้นที่ใดมีลักษณะเป็นหนองน้ำนิ่ง และต้องมีการขุดลอกคลองระบายน้ำ เพื่อเพิ่มการไหลเวียนของน้ำโดยการเติมอากาศให้ดียิ่งขึ้น

นอกจากการพิจารณาด้านคุณภาพน้ำบาดาลแล้ว ได้พิจารณาด้านผลกระทบของเหมืองต่อปริมาณน้ำบาดาล พบว่า เหมืองไม่ได้ใช้น้ำบาดาลเนื่องจากเห มืองไม่มีบ่อน้ำบาดาลที่สูบใช้ โดยน้ำที่ใช้ในกระบวนการทำเหมืองทั้งหมดปริมาณ 160 ลูกบาศก์เมตร /ชั่วโมง มาจากสองแหล่ง คือ จากบ่อเก็บกากแร่ที่นำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse) ปริมาณ 82 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง และน้ำที่อยู่ในบ่อเหมืองเก่าทางด้านตะวันตกเฉียงใต้ของพื้นที่ปริมาณ 78 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง ทั้งนี้ น้ำที่อยู่ในบ่อเหมืองเก่า จัดเป็นน้ำผิวดินที่ไม่มีความเชื่อมโยงกับระบบน้ำบาดาล เนื่องจากคุณภาพของน้ำที่อยู่ในบ่อเหมือง (ซึ่งมีคุณภาพไม่ดี) ไม่สอดคล้องกับคุณภาพน้ำบาดาลที่ตรวจสอบได้จากบ่อน้ำบาดาลบริเวณใกล้เคียงโดยรอบ (ซึ่งมีคุณภาพดี) และระดับน้ำบริเวณเหมืองที่ตรวจวัดได้ไม่บ่งบอกถึงการใช้น้ำในปริมาณที่มากตามที่เหมืองมีความจำเป็นต้องใช้

ผลจากการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นพบว่า การไหลของน้ำบาดาล แบ่งออกเป็น 4 ชั้นน้ำ ได้แก่ Q_{fd} และ Q_t, V_w, V_f และ V_m ซึ่งการไหลของน้ำบาดาลในชั้น Q_{fd} และ Q_t นั้นพบว่ามีการไหลจากบริเวณเทือกเขาสูงทางฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งมีค่า Head อยู่ที่ระดับ 120 เมตร ซึ่งมีค่าการไหลที่ช้ามาก และน้ำจะไหลด้วยอัตราที่เร็วขึ้น บริเวณ ตำบลท้ายดงลงมาทางใต้และช ะลอลงในบริเวณ ตำบลเขาเจ็ดลูกและออกไปทางตะวันตกในที่สุด ส่วนการไหลของน้ำในชั้น V_w และ V_f มีความคล้ายคลึงกันคือ น้ำจะไหลจากทางฝั่งตะวันออกเฉียงเหนือของพื้นที่ แผ่กระจายไปทางตะวันออกและทางตอนใต้ของพื้นที่ โครงการ า ส่วนในบริเวณ ตำบลเขาเจ็ดลูกและพื้นที่เหมืองทองคำชาตรีเป็นบริเวณพื้ นที่ให้น้ำ แต่บริเวณเหมืองทองคำชาตรีจะมีการให้น้ำที่น้อยกว่า ตำบลเขาเจ็ดลูกมาก โดยการไหลของน้ำบาดาลในชั้น V_m พบว่ามีอัตราการไหลที่ช้ามากเมื่อเทียบกับชั้น Q_{fd}, Q_t, V_w และ V_f

จากรูปภาพตัดขวาง (**รูปที่ 4.4.2-5**) ที่ตัดผ่านเหมืองทองคำชาตรีและ ตำบลเขาเจ็ดลูก พบว่า การไหลของน้ำบาดาลแบบภูมิภาคนั้นจะไหลจากทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตก แต่บริเวณเหมืองทองคำ

ชาตรีนั้นจะมีอัตราการไหลที่ช้ากว่าในบริเวณอื่นมาก แต่น้ำบาดาลในบริเวณทางตะวันออกของเหมืองทองคำนั้นจะมีอัตราการไหลที่สูงกว่า โดยน้ำจะไหลมาจากทางตอนใต้ของพื้นที่ (**ดูรูปที่ 4.4.2-5** ประกอบ) หลังจากนั้นน้ำจะไหลไปทางทิศตะวันตกและน้ำจะไหลอ้อมไปทางตอนใต้ของเขาเจ็ดลูกรวมกับน้ำที่มาจากเขาเจ็ดลูกและไหลออกไปทางตะวันออกในที่สุด

ในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมจากการทำเหมือง ทางที่ปรึกษาได้จำลองสถานการ ณ์ว่าหาก มีสารหนูในบริเวณเหมือง แร่ ทองคำเกิดการรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำบาดาล มีความเข้มข้นที่ 20 มิลลิกรัม/ลิตร แบบต่อเนื่อง พบว่าภายในระยะเวลา 20 ปี สารหนูดังกล่าว จะไม่ได้เคลื่อนตัวไปไกลจากตำแหน่งเริ่มต้นมากนักเป็นเพราะบริเวณดังกล่าวมีค่า Head ของน้ำต่ำ อีกทั้งค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำสูง และด้วยคุณสมบัติของสารหนูนั้นเป็นธาตุที่ชอบเกาะอยู่กับโมเลกุลของดินมากกว่าที่จะละลายไปกับน้ำ จึงทำให้สรุปได้ว่าจากการจำลองสถานการณ์การปนเปื้อนของสารหนูในน้ำใต้ดินนั้นไม่พบความเสี่ยงต่อการกระจายต่อของสารหนูจากพื้นที่ดังกล่าวลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินในระยะเวลา 20 ปี

10.3 ผลกระทบจากการปนเปื้อนของสารพิษในสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดินนั้น หากแหล่งน้ำดังกล่าวมีการปนเปื้อนของสารพิษ อาจส่งผลกระทบต่อการปนเปื้อนของสารพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ ซึ่งจากการศึกษาสามารถสรุปได้ดังนี้

10.3.1 ผลกระทบต่อนิเวศวิทยาทางน้ำ

(1) การปนเปื้อนของสารหนู

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของสารหนู ส่วนในแหล่งน้ำผิวดิน พบการปนเปื้อนของสารหนูเพียงแห่งเดียว คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ ในขณะที่การวิเคราะห์การปนเปื้อนของสารหนูในสัตว์น้ำ พบว่าสถานีที่มีปริมาณสารหนูมากที่สุด คือ สถานีเหมืองแร่ทองคำอัคราไมนิ่ง มีปริมาณ 0.0508-0.3087 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และแหล่งน้ำสาธารณะที่ตรวจ พบสารหนูในสัตว์น้ำมากที่สุด คือ สถานีคลองล่าหมีตาย เท่ากับ 0.0939 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยปริมาณสารหนูตกค้างในปลาไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารหนูปนเปื้อนในแหล่งน้ำผิวดิน แต่อย่างใด สำหรับปริมาณการปนเปื้อนของสารหนูในอาหารปริมาณน้อยที่สุดที่สามารถทำให้คนตายได้ เท่ากับ 2 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งผลการวิเคราะห์ไม่พบว่ามีสถานีใดที่มีปริมาณสารหนูในสัตว์น้ำเกินค่ามาตรฐาน

จากการเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำที่เป็นอาหารของมนุษย์เพื่อนำมาวิเคราะห์การปนเปื้อน พบว่า สถานีที่มี สารหนูตกค้างในพืชน้ำมากที่สุด คือ สถานีคลองล่าหมีตาย มีปริมาณ สารหนู 0.0308-0.0955 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณต่ำกว่าปริมาณสารหนูในอาหารน้อยที่สุดที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์

คือ 2.0 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยปริมาณสารหนูตกค้างในพืชน้ำไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณสารหนูปนเปื้อนในแหล่งน้ำผิวดินแต่อย่างใด

(2) การปนเปื้อนของไซยาไนด์

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของไซยาไนด์ ส่วนในแหล่งน้ำผิวดิน พบการปนเปื้อนของไซยาไนด์ 3 สถานี คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู และสถานีคลองร่องกอก ในขณะที่การวิเคราะห์การปนเปื้อนของไซยาไนด์ในสัตว์น้ำ พบว่า มีปริมาณไซยาไนด์ตกค้าง ในปลาที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณไซยาไนด์ในน้ำผิวดินเพียงสถานีเดียว คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ แต่พบในปริมาณต่ำโดยไม่เกินค่าที่เป็นพิษ (Lethal dose) ต่อมนุษย์ (0.5-3.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม) คือ 0.328 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สำหรับระดับปริมาณการปนเปื้อนไซยาไนด์ ที่เป็นพิษ ต่อมนุษย์ ในปลา พบว่า มีเพียงครั้งเดียวที่ ปริมาณ ไซยาไนด์ ในปลา สูงถึง 0.514 มิลลิกรัม/กิโลกรัม คือ บริเวณสถานีคลองส่งน้ำดงหลง โดยไม่พบว่า สถานีดังกล่าวมีการปนเปื้อนของไซยาไ นด์ในน้ำผิวดินเกินค่ามาตรฐานแต่อย่างใด

จากการเก็บตัวอย่างพรรณไม้น้ำที่เป็นอาหารของมนุษย์เพื่อนำมาวิเคราะห์ การปนเปื้อน พบว่า สถานีที่มีสารไซยาไนด์ตกค้าง ในพืชน้ำมากที่สุด คือ สถานีคลองร่องกอก มีปริมาณไซยาไนด์ 1.38-2.530 มิลลิกรัม/กิโลกรัม และสถานีเหมืองแร่ทองคำ อัคราไมนิ่ง 2.020 มิลลิกรัม/กิโลกรัม โดยปริมาณไซยาไนด์ตกค้างในพืชน้ำที่มีความสัมพันธ์กับปริมาณไซยาไนด์ในน้ำผิวดินเพียงสถานีเดียว คือ สถานี คลองร่องกอก ซึ่งจากการศึกษาดังกล่าว แสดงว่าสัตว์น้ำและพืชน้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติ บางแห่งบริเวณพื้นที่โครงการ มีการปนเปื้อนไซยาไนด์ จึง ควรนำไปผ่านความร้อนหรือ ปรุงสุกก่อนนำไปบริโภคเพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพ

10.3.2 ผลกระทบต่อการเกษตรกรรม

ในการศึกษา ด้าน การเกษตรกรรม เนื่องจากในบริเวณพื้นที่ศึกษามีการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อ การเกษตรกรรม โดยมีการปลูกนาข้าว พืชสวน พืชไร่ โดยในการทำการเกษตรมีการนำน้ำจากแหล่งน้ำต่างๆ มาใช้ ซึ่งหากน้ำดังกล่าวมีการปนเปื้อนของสารพิษอาจส่งผลกระทบต่อพืช และอาจส่งผลต่อสุขภาพอนามัยและคุณภาพชีวิตของประชาชนได้ โดยจากการศึกษาสภาพการเกษตรกรรม โดยสำรวจและสอบถาม พบว่าการใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่ในบริเวณนี้จะใช้ทำการเกษตร พืชที่ปลูกมาก ได้แก่ ข้าว ข้าวโพด อ้อย มันสำปะหลัง สับปะรด และมีการทำสวนผลไม้บ้าง เช่น มะม่วง กล้วย มะขาม น้อยหน่า เป็นต้น การทำการเกษตรของชุมชน โดยรอบเหมืองแร่ทองคำอัครา มีฤดูกาลการเพาะปลูกที่แตกต่างตามชนิดของพืชที่ปลูก มีการใช้สารเคมีหลายชนิดเพื่อกำจัดวัชพืช กำจัดศัตรูพืช รวมถึงให้ฮอร์โมน และปุ๋ย เพื่อบำรุงพืชพรรณให้เจริญเติบโต แหล่งน้ำใช้เพื่อการเกษตร ส่วนใหญ่ใช้น้ำฝน รองลงมาคือ น้ำในแม่น้ำลำคลอง และน้ำบาดาล

(1) การปนเปื้อนของสารหนู

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินพบว่าไม่มี การปนเปื้อนของสารหนู ส่วนในแหล่งน้ำผิวดิน พบการปนเปื้อนของสารหนูเพียงแห่งเดียว คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ ซึ่งพบว่าเกินค่ามาตรฐานเพียงครั้งเดียวจากการเก็บตัวอย่าง 3 ครั้ง จาก 10 สถานี โดยสถานีอื่นๆ ไม่พบว่ามีสารหนูเกินมาตรฐาน ดังนั้น การนำน้ำใต้ดินและน้ำผิวดินไปใช้เพื่อการเกษตร จึงไม่ส่ง ผลกระทบต่อพืช ตลอดจน สุขภาพอนามัยและคุณภาพชีวิตของประชาชน

(2) การปนเปื้อนของไซยาไนด์

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินพบว่าไม่มีการปนเปื้อนของไซยาไนด์ ส่วนในแหล่งน้ำผิวดิน พบไซยาไนด์เกินค่ามาตรฐานน้ำผิวดินในช่วงฤดูแล้งและฤดูหนาว 3 สถานี คือ อ่างเก็บน้ำเขาหม้อ คลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู และคลองร่องกอก เนื่องจากฤดูดังกล่าวเป็นช่วงที่น้ำนิ่งไม่มีการไหล มีสาหร่ายสีน้ำเงินแกมเขียวปกคลุม มีอุณหภูมิที่เหมาะสมในการดูดยึดไนโตรเจนจากอากาศของ สาหร่ายจึงทำให้ไซยาไนด์ละลายในน้ำได้ ดี ซึ่งจากการที่ ไซยาไนด์ที่เกิดขึ้นไม่ได้มาจากเหมือง รวมทั้งการเกิดไซยาไนด์ในน้ำสามารถ ป้องกันได้ โดย การปรับปรุงระบบระบาย หรือการขุดลอกคลองระบายน้ำในพื้นที่ให้มีการหมุนเวียนน้ำในหน้าแล้ง จะช่วยลดการเกิ ดไซยาไนด์ปนเปื้อนได้ ดังนั้น การนำน้ำใต้ดินและน้ำผิวดินไปใช้เพื่อการเกษตรจึงไม่ส่งผลกระทบต่อพืช

10.3.3 ผลกระทบต่อสุขภาพอนามัย

(1) การปนเปื้อนของสารหนู

จากการตรวจปัสสาวะกลุ่มตัวอย่างโดยรอบพื้นที่โครงการ พบว่ามีปริมาณ สารหนูสะสมในร่างกายเกินค่ามาตรฐาน จำนวน 8 คน ซึ่งจากการสอบถามพบเพียง 1 คน ที่มีปริมาณสารหนูเกินค่ามาตรฐานและบริโภคน้ำใต้ดินมาเป็นเวลาประมาณ 40 ปี นอกนั้นบริโภคน้ำดื่มถัง แต่จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดิน พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของสารหนู ส่วนในแหล่งน้ำผิวดินพบการปนเปื้อนของสารหนูเพียงแห่งเดียว คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ ซึ่งบริเวณดังกล่าวไม่พบว่ามีผู้ที่พบสารหนู สะสมในร่างกายเกินค่ามาตรฐาน และจากการวิเคราะห์แบบสอบถามกลุ่มตัวอย่างประกอบการตรวจปัสสาวะ พบว่าผู้ที่พบสารหนูในเลือดเกินค่าอ้างอิง 7 คนนั้น ส่วนใหญ่มีโรคประจำตัว คือ ความดันโลหิตสูง ต้องกินยาลดความดันเป็นประจำติดต่อกันเป็นระยะเวลา 1-6 ปี ซึ่งในทางการแพทย์พบว่ามีการนำอาร์เซนิคไทรออกไซด์ เป็นสารประกอบอนินทรีย์ในยาบางกลุ่ม

(2) การปนเปื้อนของไซยาไนด์

จากการตรวจสุขภาพของกลุ่มตัวอย่าง 46 คน ที่อาศัยอยู่โดยรอบเหมืองทองคำ พบว่ามีปริมาณไซยาไนด์ในร่างกายเกินค่า มาตรฐาน 2 คน ซึ่งจากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดิน พบว่าไม่มีการปนเปื้อนของไซยาไนด์ ส่วนในแหล่งน้ำผิวดินพบการปนเปื้อนของไซยาไนด์ 3 สถานี คือ สถานีอ่างเก็บน้ำเขาหม้อ สถานีคลองส่งน้ำบ้านหนองย่างหมู และสถานีคลองร่องกอก ซึ่งผู้ที่ตรวจพบว่า

มีไซยาไนด์ในร่างกายเกินค่า มาตรฐานทั้ง 2 คน อยู่ที่บ้านหนองระมาน ตำบลเขาเจ็ดลูก ซึ่งบริเวณดังกล่าว ไม่มีลำน้ำมีเพียงบ่อเก็บน้ำ ซึ่งโดยทั่วไปไซยาไนด์สามารถเข้าสู่ร่างกายโดยการสัมผัสตามผิวหนังและการหายใจ เช่น การสูบบุหรี่ การใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช ตลอดจนการบริโภคน้ำหรือพืชที่มีส่วนประกอบของไซยาไนด์ เช่น หน่อไม้หรือมันสำปะหลัง ซึ่งจากการตรวจสอบจากแบบสอบถามสัมภาษณ์ประกอบการตรวจเลือด พบว่า ในผู้ที่พบไซยาไนด์ในเลือดเกินค่าอ้างอิง 2 คนนั้น 1 คน สูบบุหรี่วันละ 10 มวน อีกคนไม่สูบ ส่วนการบริโภคน้ำดื่มพบว่า ทั้ง 2 คนใช้น้ำดื่มจากถัง ดังนั้น จึงคาดการณ์ว่าปริมาณไซยาไนด์ในร่างกายของประชนในบริเวณพื้นที่โครงการจึงไม่ได้รับผลกระทบ มาจากการปนเปื้อนของแหล่งน้ำผิวดินและแหล่งน้ำใต้ดิน

อย่างไรก็ตาม จากผลการตรวจสุขภาพข้างต้นจำเป็นต้องดำเนินการติดตามผลการตรวจสุขภาพ และทำการศึกษาวิจัยต่อเนื่อง เพื่อให้ทราบที่มาของการสัมผัสสารดังกล่าวอย่างชัดเจน

10.4 การสร้างระบบเครือข่ายเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล

การสร้างระบบเครือข่ายเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่โครงการ เพื่อเป็นการติดตามตรวจสอบการเปื้อนของมลสาร โดย หากพบว่าคุณภาพน้ำบาดาล บริเวณใด ในระบบเครือข่ายเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล มีการปนเปื้อนของมลสารเกินมาตรฐานน้ำบาดาล และเกณฑ์กำหนด ระดับตามที่ระบุไว้ในคู่มือการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำบาดาล จะต้องมีแนวทางการบำบัดและฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล ซึ่งระบบเครือข่ายเฝ้าระวังทรัพยากร น้ำบาดาลที่เหมาะสม ได้พิจารณาถึงตำแหน่งที่ตั้งและจำนวนของบ่อติดตามคุณภาพน้ำบาดาล ที่เหมาะสม มีจำนวน รวมทั้งสิ้น 43 บ่อ ประกอบด้วยบ่อบาดาลในปี จจุบันโดยรอบพื้นที่โครงการ จำนวน 31 บ่อ และบ่อบาดาลที่โครงการขุดเจาะเพิ่มเติมจำนวน 12 บ่อ โดยกำหนดการติดตามตรวจสอบไว้ 3 ขั้นตอน ดังนี้

(1) การติดตามตรวจสอบเบื้องต้น กำหนดให้มีบ่อสังเกตการณ์หลัก 7 บ่อ

(2) การติดตามตรวจสอบเพิ่มเติม กำหนดให้มีบ่อสังเกตการณ์หลัก 7 บ่อ เพิ่มเติมอีก 11 บ่อ

(3) การติดตามตรวจสอบเพิ่มเติมพิเศษ กำหนดให้มีบ่อสังเกตการณ์รวม 43 บ่อ

10.5 การเสริมสร้างความเข้าใจและแนวคิดด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลให้แก่ชุมชนในพื้นที่ศึกษา

(1) การเสริมสร้างความเข้าใจและแนวคิดด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล

โครงการได้ดำเนินการ การมีส่วนร่วมของประชาชนในการ เสริมสร้างความเข้าใจและแนวคิดด้านการอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล ประกอบด้วย การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย การจัดทำสื่อประชาสัมพันธ์ และดำเนินการการมีส่วนร่วมของประชาชน คือ การปฐมนิเทศ การประชุมกลุ่มย่อย และการปัจฉิมนิเทศ รวมทั้งการปรึกษาหารือแบบไม่เป็นทางการ โดยในระหว่างดำเนินการศึกษาของโครงการ ได้เปิดโอกาสให้ประชาชนในพื้นที่เข้าร่วมสังเกตการณ์และเข้ามามีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ เช่น การเก็บตัวอย่างน้ำ และดิน เพื่อนำมาวิเคราะห์หาการปนเปื้อน เป็นต้น นอกจากนั้น ที่ปรึกษาได้จัดทำเว็บไซต์ของโครงการสำหรับเป็นการประชาสัมพันธ์และเผยแพร่ข้อมูลแก่ผู้ที่สนใจทั่วไป ซึ่งจากการจัดประชุมทั้งการรับฟังข้อสงสัย และการนำเสนอข้อมูลผลการศึกษาของโครงการ พบ ว่า ประชาชนในพื้นที่มีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น ทั้งด้านคุณภาพน้ำใต้ดินและคุณภาพน้ำผิวดินในปัจจุบัน สภาพปัญหาการปนเปื้อนในแหล่งน้ำว่าเกิดขึ้นจากสาเหตุใดและแตกต่างจากอดีตอย่างไร รวมทั้งข้อเสนอะแนะต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ทั้งต่อโรงการและต่อชุมชน

(2) การสร้างเครือข่ายอนุรักษ์เฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาล

จากการเสริมสร้างความเข้าใจ โดยการมีส่วนร่วมของประชาชน โครงการได้จัด ให้มีการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาล เพื่อสร้างความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับน้ำบาดาล แนวทางการอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาลตลอดจนกฎหมายเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นต้น โดยจัดให้มีการฝึกอบรมแยกเป็น 2 กลุ่ม คือ เยาวชน 66 คน และบุคคลทั่วไป 57 คน ได้มีกิจกรรมร่วมคิดแสดงความคิดเห็นเละข้อเสนอแนะนำไปสู่การหาแนวทางการอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่ร่วมกั น ผลจากการประเมิน พบว่า ก่อนการฝึกอบรมผู้ เข้าอบรม มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาล การใช้ประโยชน์ และการอนุรักษ์ เฝ้าระวัง ทรัพยากรน้ำบาดาลของชุมชนในระดับปานกลาง (คะแนนเฉลี่ย 11.67 คะแนน) และหลังฝึกอบรม มีคะแนนเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเท่ากับ 13.24 (ระดับมาก) ซึ่งจากการฝึกอบรมเครือข่ายอนุรักษ์น้ำบาดาลได้มีการจัดตั้งองค์กรและเครือข่ายภาคประชาชนในเบื้องต้นจำนวน 5 คน ประกอบด้วยประธาน รองประธาน และเหรัญญิก

10.6 ข้อเสนอแนะของโครงการ

จากการศึกษาที่ผ่านมา พบประเด็นปัญหาในการศึกษา และข้อสังเกตจากการสำรวจควา ม คิดเห็นของชาวบ้านในชุมชน สามารถสรุปได้ 3 ประเด็น คือ การให้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำใต้ดิน การปนเปื้อนของมลสารในแหล่งน้ำใต้ดิน และการเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่

เพื่อให้ประชาชนมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น และให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการสร้างเครือข่ายเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษในแหล่งน้ำใต้ดิน จึงมีข้อเสนอแนะดังนี้

(1) จัดอบรม /ประชุม เพื่อให้ความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาล เช่น แหล่งกำเนิด กระบวนการเกิด การนำมาใช้ และการอนุรักษ์ ฟื้นฟูทรัพยากรน้ำบาดาล เป็นต้น

(2) สำรวจสภาพการใช้งานของบ่อน้ำตื้นหรือบ่อบาดาล ในความรับผิดชอบของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล หากพบว่ามีสภาพเสื่อมโทรม ให้ประสานงานกับส่วนซ่อมแซม

(3) จัดตั้งองค์กรหรือเครือข่ายอนุรักษ์และเฝ้าระวังทรัพยากรน้ำบาดาลในพื้นที่ ประสานร่วมกับหน่วยงานราชการ เอกชน และประชาชนในพื้นที่ โดยเฉพาะกลุ่มเครือข่ายอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลที่ผ่านการฝึกอบรมเบื้องต้นจากมหาวิทยาลัยขอนแก่น เมื่อวันที่ 26 พฤษภาคม 2554

(4) เปิดช่องทางรับเรื่องร้องเรียนเกี่ยวกับคุณภาพน้ำบาดาล และอุปกรณ์ติดตั้ง ให้สะดวกมากขึ้น เช่น การร้องขอเจาะบ่อบาดาลเพื่อสูบน้ำบาดาลมาใช้เพื่อการอุปโภค บริโภค การประปา และการเกษตร เป็นต้น การส่งตรวจ

(5) จัดตั้งกลุ่มงานมวลชนสัมพันธ์ เข้าพบปะประชาชนเพื่อรับฟังความคิด เห็น หรือข้อร้องเรียน (มวลชนสัมพันธ์เชิงรุก)

(6) ปรับปรุง ซ่อมแซมหรือปิดบ่อน้ำตื้นหรือบ่อบาดาล หากพบการชำรุดหรือได้รับการร้องเรียน

(7) ตรวจวัดระดับน้ำ และเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำใต้ดินทางกายภาพ และเคมี ทุก 1-3 เดือน เช่น สารหนู และไซยาไนด์ เป็นต้น

(8) เผยแพร่ข่าวสารเกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาล เช่น ระดับน้ำ และคุณภาพน้ำบาดาลที่ตรวจวัดได้

(9) จัดกิจกรรมสันทนาการ เพื่อให้ความรู้และปลูกจิตสำนึกให้เยาวชนมีความหวงแหนทรัพยากรน้ำบาดาล

(10) นำเสนอข้อมูลด้านสาธารณสุขของโครงกาน ให้กับหน่วยงานสาธารณสุข (สาธารณสุขจังหวัด หรือสาธารณสุขอำเภอ) หรือหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนัก งานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัด กรมอุตสาหกรรม พื้นฐานและการเหมืองแร่ เป็นต้น ให้จัดสรรงบประมาณในการศึกษาวิจัยด้านสาธารณสุขเพิ่มเติม เพื่อคุณภาพชีวิตของประชาชนในพื้นที่

(11) ให้ความสนับสนุนเครื่องมือ บุคลลากร ในการให้ความรู้เกี่ยวกับทรัพยากรน้ำบาดาลเมื่อมีการร้องขอจากหน่วยงาน องค์กร หรือโรงเรียน

(12) จัดกิจกรรมให้กับเยาวชนที่เป็นการเสริมสร้างทักษะหรือความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับน้ำบาดาล ในงานประจำจังหวัด เช่น งานวันเด็ก งานกาชาด เป็นต้น

(13) ศึกษาวิจัยเพิ่มเติมด้านปริมาณสารตกค้างในพืชไร่ พืชสวน บริเวณพื้นที่โครงการ เช่น ข้าว มันสำปะหลัง เป็นต้น และปริมาณสารตกค้างในสัตว์ที่กินได้ เช่น ไก่ เป็ด หมู เป็นต้น