**บทที่ 3**

**วิธีดำเนินการศึกษา**

การศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำและตะกอนดินท้องน้ำลำห้วยคะคาง อำเภอเมือง

จังหวัดมหาสารคาม คณะผู้วิจัยได้ทำการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1 พื้นที่ศึกษาและการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ

3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ

3.3 การเตรียมตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ

3.4 การวิเคราะห์พารามิเตอร์

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

**3.1 พื้นที่ศึกษาและการกำหนดจุดเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ**

พื้นที่ศึกษาในงานวิจัยนี้ได้แก่ พื้นที่ตลอดลำห้วยคะคาง ตั้งแต่จุดเริ่มต้นของลำห้วยคะคาง บริเวณจุดระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำโคกก่อ จนถึงปากประตูระบายน้ำลำห้วยคะคาง บ้านท่าตูม มีความยาวของลำน้ำประมาณ 47 กิโลเมตร ซึ่งคณะผู้วิจัยได้กำหนดตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ จำนวน 9 จุด และทำการศึกษาสภาพแวดล้อมทั่วไป และลักษณะกิจกรรมการใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ ของประชาชนที่เกี่ยวข้องกับลำห้วยคะคาง เช่น การใช้น้ำเพื่อการเกษตร การอุปโภคน้ำ ตลอดจนการใช้ประโยชน์จากลำห้วยคะคางในการเป็นแหล่งรองรับการระบายน้ำทิ้งหรือน้ำเสียจากกิจกรรมต่างๆ แบ่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำเป็น 3 ช่วง ได้แก่ ลำห้วยคะคางตอนบน ลำห้วยคะคางตอนกลาง และลำห้วยคะคางตอนล่าง ดังนี้

จุดที่ 1 จุดระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำโคกก่อ

จุดที่ 2 บ้านกุดแคน

จุดที่ 3 สะพานบ้านท่าแร่

จุดที่ 4 มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม (บริเวณหลังศูนย์วิทยาศาสตร์)

จุดที่ 5 สะพานการประปาส่วนภูมิภาค (จังหวัดมหาสารคาม)

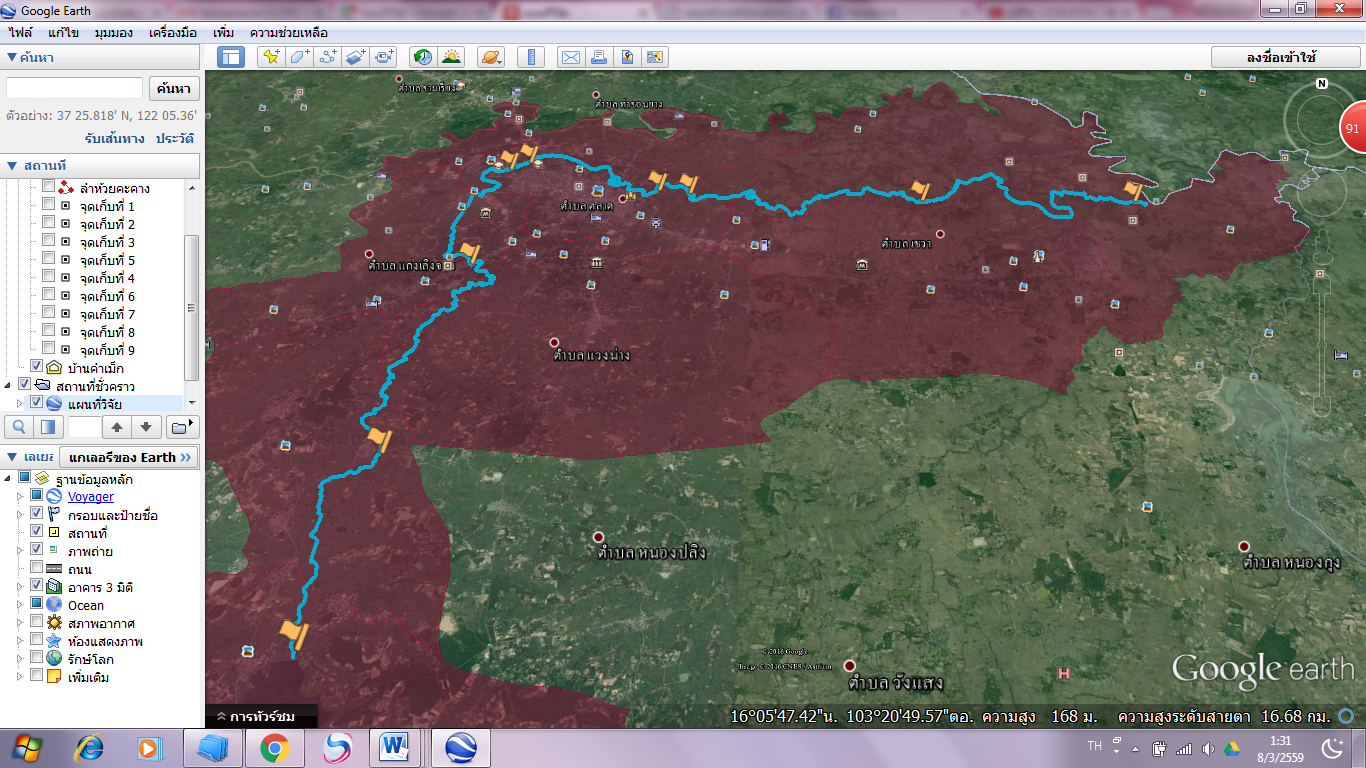
จุดที่ 6 ประตูระบายน้ำแววพยัคฆันตร์ กรมชลประทาน

จุดที่ 7 จุดบรรจบระหว่างกุดนางใยกับห้วยคะคาง (บริเวณท้ายบ้านนางใย)

จุดที่ 8 สะพานบ้านกุดซุย

จุดที่ 9 ประตูระบายน้ำห้วยคะคาง บ้านท่าตูม

ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ ทั้ง 9 จุด ได้แสดงในแผนภาพที่ 3.1



[พิมพ์คำอ้างอิงจากเอกสารหรือข้อมูลสรุปของประเด็นที่น่าสนใจ คุณสามารถวางกล่องข้อความไว้ที่ใดก็ได้ในเอกสาร ให้ใช้แท็บ เครื่องมือการวาด เพื่อเปลี่ยนการจัดรูปแบบของกล่องข้อความคำอ้างอิงที่ดึงมา]

จุดเก็บที่ 8

จุดเก็บที่ 7

จุดเก็บที่ 5

จุดเก็บที่ 4

[พิมพ์คำอ้างอิงจากเอกสารหรือข้อมูลสรุปของประเด็นที่น่าสนใจ คุณสามารถวางกล่องข้อความไว้ที่ใดก็ได้ในเอกสาร ให้ใช้แท็บ เครื่องมือการวาด เพื่อเปลี่ยนการจัดรูปแบบของกล่องข้อความคำอ้างอิงที่ดึงมา]

[พิมพ์คำอ้างอิงจากเอกสารหรือข้อมูลสรุปของประเด็นที่น่าสนใจ คุณสามารถวางกล่องข้อความไว้ที่ใดก็ได้ในเอกสาร ให้ใช้แท็บ เครื่องมือการวาด เพื่อเปลี่ยนการจัดรูปแบบของกล่องข้อความคำอ้างอิงที่ดึงมา]

จุดเก็บที่ 9

จุดเก็บที่ 6

จุดเก็บที่ 3

**จุดเก็บที่ 1** จุดระบายน้ำจากอ่างเก็บน้ำบ้านโคกก่อ

**จุดเก็บที่ 2** สะพานบ้านกุดแคน

**จุดเก็บที่ 3** สะพานบ้านท่าแร่

**จุดเก็บที่ 4** มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม (บริเวณหลังศูนย์วิทยาศาสตร์)

**จุดเก็บที่ 5** สะพานการประปาส่วนภูมิภาค จังหวัดมหาสารคาม

**จุดเก็บที่ 6** ประตูระบายน้ำแววพยัคฆันตร์ กรมชลประทาน

**จุดเก็บที่ 7** จุดบรรจบระหว่างกุดนางใยกับห้วยคะคาง (บริเวณท้ายบ้านนางใย)

**จุดเก็บที่ 8** สะพานบ้านกุดซุย

**จุดเก็บที่ 9** ประตูระบายน้ำห้วยคะคาง บ้านท่าตูม

จุดเก็บที่ 2

จุดเก็บที่ 1

**ภาพที่ 3.1** ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำลำห้วยคะคาง

ที่มา : http:// earth.google.com

**ภาพที่ 3.1** ตำแหน่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำลำห้วยคะคาง

ที่มา : http:// earth.google.com

**3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ**

การเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำจะทำการเก็บในแต่ละจุดศึกษา ที่กำหนดไว้ใน

ข้อ 3.1 จำนวน 3 ครั้ง โดยเก็บสัปดาห์ละ 1 ครั้ง แบบเว้นสัปดาห์ โดยมีเวลาการเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำดังต่อไปนี้

ครั้งที่ 1 วันที่ 14 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

ครั้งที่ 2 วันที่ 28 เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2558

ครั้งที่ 3 วันที่ 12 เดือนธันวาคม พ.ศ. 2558

สำหรับวิธีการเก็บตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำในแต่ละจุดจะปฏิบัติดังต่อไปนี้

3.2.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

1) เก็บตัวอย่างน้ำโดยใช้ Water Sampler

2) เก็บตัวอย่างน้ำตั้งแต่ 08.00-17.00 น.

3) ปริมาณการเก็บตัวอย่างน้ำในแต่ละจุดศึกษาไม่น้อยกว่า 1 ลิตร เพื่อให้เพียงพอต่อการวิเคราะห์ บรรจุในขวดโพลีเอธิลีน เติมกรดไนตริกเข้มข้น ปริมาณ 5 มิลลิลิตร แล้วนำไปแช่เย็น

3.2.2 การเก็บตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำ

1) เก็บตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำโดยใช้ Grab Sampler

2) เก็บตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำตั้งแต่เวลา 08.00-17.00 น.

3) ปริมาณการเก็บตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำในแต่ละจุดศึกษาไม่น้อยกว่า 20 กรัม เพื่อให้เพียงพอต่อการวิเคราะห์ บรรจุในถุงพลาสติกใส

**3.3 การเตรียมตัวอย่างน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ**

3.3.1 การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์หาโลหะหนักในน้ำ

การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์หาโลหะหนักในน้ำมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1) กรองตัวอย่างน้ำด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5

2) ปิเปตตัวอย่างน้ำ 25 ml ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 100 ml

3) เติม conc.HNO3 5 ml และ conc.HCl 5 ml ลงใน Erlenmeyer flask ที่มีตัวอย่างน้ำ ทำอย่างละ 3 ซ้ำ และ Blank

4) นำไปย่อยบน Hot Plate ประมาณ 1 ชั่วโมง โดยต้องควบคุมความร้อนไม่ให้สารละลายตัวอย่างเดือด ทั้งนี้ปริมาตรสารละลายตัวอย่างน้ำสุดท้ายควรเหลือประมาณ 10 ml

5) ยกสารละลายตัวอย่างลงจาก Hot Plate ปล่อยไว้ให้เย็นในตู้ดูดควัน

6) กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ใส่ใน Volumetric flask ขนาด 25 ml ปรับปริมาตรให้ได้ 25 ml ด้วย 1% HCl

7) นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปตรวจวัดปริมาณโลหะหนักแต่ละชนิดที่ทำการศึกษาด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) รุ่น PinAAcle 900F

กรองตัวอย่างน้ำด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5



ปิเปตตัวอย่างน้ำ 25 ml

ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 100 ml



เติม conc.HNO3 5 ml และ conc.HCl 5 ml ลงใน Erlenmeyer flask



นำไปย่อยบน Hot Plate จนปริมาณเหลือ 10 ml



ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดควัน



กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ปรับปริมาตรด้วย 1% HCl

ให้ได้ปริมาตร 25 ml



วิเคราะห์ด้วยเครื่อง AAS รุ่น PinAAcle 900F

**ภาพที่ 3.2** ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างน้ำ

ที่มา : มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2543.

3.3.2 การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์หาโลหะหนักในตะกอนดินท้องน้ำ

การเตรียมตัวอย่างและการวิเคราะห์หาโลหะหนักในตะกอนดินท้องน้ำมีขั้นตอนดำเนินการดังนี้

1) นำตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำ ของทุกจุดศึกษามาผึ่งให้แห้งและบดให้ละเอียดด้วยครกหิน แล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2.0 mm เก็บไว้ในถุงพลาสติกปิดปากถุงให้สนิทอย่าให้อากาศเข้า

2) นำตัวอย่างดินตะกอนท้องน้ำที่แห้ง และบดละเอียดแล้วใส่ลงในถ้วยกระเบื้อง แล้วนำเข้าตู้อบตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เพื่อไล่ความชื้น

3) เมื่อครบ 2 ชั่วโมงแล้วนำถ้วยกระเบื้องออกจากตู้อบ แล้วนำมาใส่ใน Desicator ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งตัวอย่างดินตะกอนท้องน้ำ จำนวน 0.500 กรัม

4) เติม conc.HNO3 10 ml และ conc.HCl 10 ml ลงไปใน Erlenmeyer flask ที่มีตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำ ทำอย่างละ 3 ซ้ำ และ Blank

5) นำตัวอย่างไปย่อยบน Hot Plate ประมาณ 2 ชั่วโมง จนได้สารละลายใส ยกลงจาก Hot Plate แล้วปล่อยไว้ให้เย็นในตู้ดูดควัน

6) ทำการกรองตัวอย่างที่ผ่านการย่อยด้วยกระดาษกรองเบอร์ 5 จากนั้นนำไปกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ใส่ในขวด Volumetric flask ขนาด 25 ml ปรับปริมาตรด้วย 1% HCl ให้ได้ปริมาตร 25 ml

7) นำสารละลายตัวอย่างที่ได้ไปตรวจวัดปริมาณ โลหะหนักแต่ละชนิดที่ทำการศึกษาด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) รุ่น PinAAcle 900F

ชั่งตัวอย่างดินตะกอนท้องน้ำ 0.500 กรัม



เติม conc.HNO3 10 ml และเติม conc.HCl 10 ml



นำไปย่อยบน Hot Plate จนได้สารละลายใส



ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นในตู้ดูดควัน



กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 42 ใส่ใน Erlenmeyer flask ปรับปริมาตรด้วย 1% HCl

ให้ได้ปริมาตร 25 ml



วิเคราะห์ปริมาณโลหะหนักด้วยเครื่อง AAS รุ่น PinAAcle 900F

**ภาพที่ 3.3** ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่างตะกอนดินท้องน้ำ

ที่มา : มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2543.

**3.4 การวิเคราะห์พารามิเตอร์**

3.4.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้ทำการวิเคราะห์หา อุณหภูมิ, ค่าการนำไฟฟ้า, ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ และความเป็นกรด-ด่าง โดยมีวิธีดำเนินการ ดังนี้

1) อุณหภูมิ (Temperature) (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

- ตรวจสภาพความพร้อมของเครื่องมือเทอร์โมมิเตอร์แบบกระเปราะควรดูสภาพของของเหลวในกระเปราะว่ายังใช้งานได้หรือไม่

- วัดอุณหภูมิในอากาศก่อนวัดในน้ำ โดยให้กระเปราะของเทอร์โมมิเตอร์สัมผัสกับอากาศ ประมาณ 3-5 นาที แล้วจึงอ่านค่าไม่ควรใช้เทอร์โมมิเตอร์สัมผัสแสงแดดโดยตรงเพราะอาจทำให้อ่านค่าได้สูงกว่าความเป็นจริงได้

- จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงไปในน้ำให้ลึกอย่างน้อย 4 นิ้ว หรือหากลำน้ำตื้นมากๆ ก็ให้จุ่มที่ความลึกประมาณ ½ ของความลึกของลำน้ำ

- คอยอ่านค่าอุณหภูมิเมื่อของเหลวหยุดนิ่งคงที่ (ประมาณ 3-5 นาที)

- บันทึกค่าอุณหภูมิที่ได้ลงในแบบบันทึก

2) การนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity, EC)

- เสียบปลั๊กไฟ กดปุ่ม ON เพื่อเปิดเครื่อง

- Warm เครื่องประมาณ 10-15 นาที

- เลือกปุ่ม Mode เพื่อเลือกวัดค่า

- จุ่มหัว Probe Conduct ลงใน Sample Solution ที่ต้องการวัด

- โดยกดปุ่ม Measure จากนั้นรอจนกระทั่ง หน้าจอ Display แสดงสัญญาลักษณ์ แสดงว่า ค่าคงที่ อ่านค่าได้เลย

- นำหัว Probe มาล้างด้วยน้ำกลั่น หรือฉีดล้างด้วยน้ำกลั่น แล้วใช้กระดาษทิชชูซับหรือเช็ดตรงปลาย Probe ให้แห้ง (ห้ามถูแรง)

- เลือกเมนู Setting โดยใช้ปุ่ม เลื่อนขึ้น-ลง เพื่อเลือกเมนูนั้นๆ จากนั้นกดปุ่ม Measure เพื่อเข้าไปสู่เมนูที่ต้องการ

- การเลือกค่าของชนิดที่จะ Calibration โดยกดปุ่ม เลื่อนขึ้น-ลง เลือกชนิดที่จะ Calibration ได้แล้ว ให้กดปุ่ม Measure

- การ Calibration ตัวเครื่องด้วยค่า Standard โดยจุ่ม Probe Conduct ลงใน Standard ที่เลือกค่า ใช้ในชนิดที่ต้องการ Calibration จากนั้นกดปุ่ม Cal รอจนกว่า Standard ที่วัดแสดงค่าตัวเลขออกมา แสดงว่าเสร็จสิ้น

- วัดตัวอย่างโดยกดปุ่ม Measureแล้วจุ่ม Probe กับตัวอย่างที่ต้องการวัดค่าได้

3) ค่าออกซิเจนละลายน้ำ (DO) ใช้วิธีการตรวจวัดโดยเครื่อง DO meter

- คลายเกลียวเมมเบน เติมน้ำยาอิเล็คโทรไลท์ในเมมเบรน แล้วปิดให้สนิท เปิด เครื่องวัด DO วางทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที เครื่องจะปิดเอง (สำหรับการใช้งานครั้งแรก) - เปิดเครื่อง กดปุ่ม “CAL” หลังจากนั้นค่าที่โชว์อุณหภูมิจะขึ้น “100” และกระพริบ วางเครื่องไว้นิ่งๆ ห้ามเขย่า รอประมาณ 3-5 นาที ค่าจะนิ่ง แล้วกดปุ่ม “YES” เพื่อยืนยัน - จุ่มหัววัดลงไปในน้ำตัวอย่าง (ควรใช้หัววัดกวนน้ำตัวอย่างเล็กน้อย) รอให้ค่านิ่งอ่านค่า 4) ความเป็นกรด – ด่าง (pH) ใช้วิธีการตรวจวัดโดยเครื่อง pH meter

- ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งอิเล็กโทรดให้สะอาด ซับให้แห้งด้วยกระดาษทิชชู

- ปรับเครื่อง pH ให้ได้มาตรฐาน ด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่าใกล้เคียงกับตัววัดได้แล้วปรับเครื่องให้ตรงกับ pH ของสาร ณ อุณหภูมินั้น

- ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งอิเล็กโทรดอีกครั้ง ซับน้ำให้แห้ง

- วัดตัวอย่างน้ำที่ต้องการหาค่า pH บันทึกผล

**3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล**

ข้อมูลและผลการวิเคราะห์โลหะในน้ำและตะกอนดินท้องน้ำ จะนำมาวิเคราะห์หาค่าทางสถิติ โดยค่าสถิติที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

**3.5.1 ค่าเฉลี่ย (Mean)**

ค่าเฉลี่ย หมายถึง ผลลัพธ์ที่ได้จากการเอาค่าของข้อมูลทุกตัวมารวมกันแล้วหารด้วยจำนวนข้อมูลทั้งหมด เขียนสูตรเป็นสัญญาลักษณ์ (มัลลิกา บุนนาค, 2548) ได้ดังนี้

*=*

n

เมื่อ  *แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต*

*แทน ผลรวมทั้งหมดของข้อมูล*

n *แทน จำนวนตัวอย่างทั้งหมด*

**3.5.2 *ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (*Standard Deviation*)***

*ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เป็นค่าวัดการกระจายตัวที่สำคัญทางสถิติเพราะเป็นค่าที่ใช้บอกถึงการกระจายตัวของข้อมูลได้ดีกว่าค่าพิสัย และค่าส่วนเบี่ยงเบนเฉลี่ย (มัลลิกา บุนนาค,* 2548*)*

*ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หาได้จากสูตรดังนี้*

**SD *=***

เมื่อ SD แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

แทน ค่าเฉลี่ยของข้อมูล

Xi แทน ผลการทดลองแต่ละพารามิเตอร์

n แทน จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

แทน ผลรวมของค่าที่ทำการวิเคราะห์ได้แต่ละซ้ำ