

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง  
นักวิทยาศาสตร์ 7ว.

ของ  
นางอังสนา ลั้วสุวรรณ  
นักวิทยาศาสตร์ 6ว

## เรื่องที่ 2

การศึกษาโครงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำระหว่างห้องปฏิบัติการ  
(Interlaboratory comparison): การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

ผู้ร่วมดำเนินการ  
นางดุขฎิ มั่นความดี  
นักวิทยาศาสตร์ 7ว

กลุ่มกำกับดูแลมาตรฐานห้องปฏิบัติการ  
สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ  
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

พ.ศ. 2547

ข้อมูลข่าวสารของกรมวิทยาศาสตร์บริการ  
ตาม พ.ร.บ. ข้อมูลข่าวสารของราชการ พ.ศ. 2540

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง  
นักวิทยาศาสตร์ 7ว.

ของ  
นางอังสนา ฉั่วสุวรรณ  
นักวิทยาศาสตร์ 6ว

เรื่องที่ 2  
การศึกษาโครงการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำระหว่างห้องปฏิบัติการ  
(Interlaboratory comparison): การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

ผู้ร่วมดำเนินการ  
นางดุขฎิ มั่นความดี  
นักวิทยาศาสตร์ 7ว

เลขหมู่ ๑๗ ๒๕  
๑๑ ๑  
เลขทะเบียน 13894  
วันที่ ๒๕ / ๗ / ๕๗

กลุ่มกำกับดูแลมาตรฐานห้องปฏิบัติการ  
สำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ  
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

พ.ศ. 2547

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

## บทคัดย่อ

กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดทำโครงการ การวิเคราะห์ตัวอย่าง นำมาเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ (Interlaboratory comparison) โดยเริ่มจากการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ ได้แก่ น้ำดื่ม น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำแม่น้ำ น้ำกลั่น และสารละลายบัฟเฟอร์ ที่ทราบค่าความเป็นกรด-ด่าง เปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการสอง โครงการต่อเนื่องซึ่งในโครงการที่ 1 มีห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯ 34 ห้องปฏิบัติการ ส่วนโครงการที่ 2 มีห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯ 60 ห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการที่ต่อเนื่องจากโครงการฯแรกส่วนหนึ่ง โดยสุ่มตัวอย่างน้ำ สารละลายบัฟเฟอร์ ที่แต่ละห้องปฏิบัติการได้รับไปทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง มาวิเคราะห์ความเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสม่ำเสมอ (homogeneity testing) แล้วพบว่าตัวอย่างทุกประเภทมีความสม่ำเสมอดี จากผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างน้ำ ที่แต่ละห้องปฏิบัติการ ได้รับมาประเมินทางสถิติ โดยใช้ค่าคะแนนมาตรฐาน (z score) ในการเปรียบเทียบผลการวัด โดยมีเกณฑ์กำหนดค่า z score ดังนี้

|                            |   |
|----------------------------|---|
| $ Z\text{-Score}  \leq 2$  | เกณฑ์ดี (Satisfactory result)                   |
| $2 <  Z\text{-Score}  < 3$ | น่าสงสัย (Questionable result)                  |
| $ Z\text{-Score}  \geq 3$  | ไม่เป็นที่พอใจ (Unsatisfactory result ,outlier) |

ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่าคะแนนมาตรฐาน(z score) อยู่ในเกณฑ์ดี ในโครงการที่ 1 มีตัวอย่างน้ำบางประเภทที่มีห้องปฏิบัติการที่มีค่า z score อยู่ในเกณฑ์ไม่เป็นที่พอใจเพียงเล็กน้อย ได้แก่ค่า robust z -score มี 4 ห้องปฏิบัติการ ค่า within laboratory z-score มี 2 ห้องปฏิบัติการ ค่า between laboratory z-score มี 1 ห้องปฏิบัติการเท่านั้น ส่วนในโครงการที่ 2 มีที่มีห้องปฏิบัติการที่มีค่า z score อยู่ในเกณฑ์ไม่เป็นที่พอใจเพียงเล็กน้อยเช่นกัน ได้แก่ robust z -score มี 1 ห้องปฏิบัติการ ค่า within laboratory z-score มี 3 ห้องปฏิบัติการ ค่า between laboratory z-score มี 4 ห้องปฏิบัติการ จากการประเมินผลสำหรับห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทั้งสองโครงการจำนวน 30 ห้องปฏิบัติการพบว่าในโครงการที่สอง ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่า z-score น้อยลงกว่าในครั้งแรก ซึ่งแสดงว่าห้องปฏิบัติการเหล่านั้นมีความสามารถในการทดสอบค่าความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้น ห้องปฏิบัติการที่มีผลการทดสอบความชำนาญอยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้สามารถนำไปใช้อ้างอิงประกอบการขอรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ในกรณีที่ไม่มีการอ้างอิงมาตรฐาน(RM/CRM)

**สารบัญ**

|  | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อ   | i    |
| สารบัญ   | ii   |
| สารบัญตาราง  | iii  |
| สารบัญภาพ  | iv   |
| บทที่ 1 บทนำ   | 1    |
| 1.1 ปัญหาและที่มาของการศึกษาทดลอง  | 1    |
| 1.2 วัตถุประสงค์   | 2    |
| 1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ  | 2    |
| 1.4 ระยะเวลาดำเนินการ  | 3    |
| บทที่ 2 วารสารปริทัศน์   | 4    |
| บทที่ 3 วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีดำเนินการ                                       | 6    |
| 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์   | 6    |
| 3.2 สารเคมี  | 6    |
| 3.3 วิธีดำเนินการ  | 6    |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง   |      |
| ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำเปรียบเทียบกับระหว่างห้องปฏิบัติการ | 12   |
| โครงการฯที่ 1  | 12   |
| โครงการฯที่ 2  | 13   |
| การศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity testing)                          | 16   |
| การศึกษาเสถียรภาพ (stability testing)  | 26   |
| การเปรียบเทียบค่าคะแนนมาตรฐานของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประเภทต่างๆ         |      |
| จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมทั้งโครงการฯที่ 1 และ 2            | 27   |
| บทที่ 5 วิจัยรณผล  | 27   |
| บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ  | 28   |
| กิตติกรรมประกาศ  | 30   |
| เอกสารอ้างอิง  | 31   |
| ภาคผนวก  | 32   |
| ภาคผนวกที่ 1 รูปภาพและตาราง  | 32   |
| ภาคผนวกที่ 2 หนังสือเชิญเข้าร่วมโครงการฯที่ 1                                | 80   |
| ภาคผนวกที่ 3 แบบฟอร์มรายงานผลการวิเคราะห์โครงการฯที่ 1                       | 82   |
| ภาคผนวกที่ 4 Procedure for pH measurement in water                           | 83   |
| ภาคผนวกที่ 5 หนังสือเชิญเข้าร่วมโครงการฯที่ 2                                | 84   |
| ภาคผนวกที่ 6 แบบฟอร์มรายงานผลการวิเคราะห์โครงการฯที่ 2                       | 86   |

## สารบัญตาราง

| <u>ตารางที่</u>  | <u>หน้า</u> |
|--|-------------|
| <b>โครงการฯที่ 1</b>   |             |
| 1. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน          | 16          |
| 2. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน          | 17          |
| 3. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่น้ำที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน         | 17          |
| 4. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำคั้นที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน           | 18          |
| 5. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน          | 19          |
| 6. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์ที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน  | 19          |
| <b>โครงการฯที่ 2</b>   |             |
| 7. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน          | 20          |
| 8. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน          | 21          |
| 9. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่น้ำที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน         | 22          |
| 10. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำคั้นที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน          | 23          |
| 11. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน         | 24          |
| 12. ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์ที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน | 25          |
| 13. ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นค่าที่เห็นพ้องกันของน้ำประเภทต่างๆ                                     | 26          |

## สารบัญภาพ

| <u>รูปที่</u>  | <u>หน้า</u> |
|--|-------------|
| 1. ประชุมชี้แจงรายละเอียดของโครงการฯที่ 1แก่ผู้แทนของห้องปฏิบัติการที่มารับตัวอย่างน้ำ | 9           |
| 2. ตัวอย่างน้ำที่จัดเตรียมไว้สำหรับส่งให้แก่ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯ          | 9           |
| 3. การเตรียมตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆในห้องสะอาด (clean room)                             | 10          |
| 4. ประชุมชี้แจงรายละเอียดของโครงการฯที่ 2แก่ผู้แทนของห้องปฏิบัติการที่มารับตัวอย่างน้ำ | 10          |
| 5. ผู้แทนจากห้องปฏิบัติการเข้าร่วมประชุมชี้แจงรายละเอียดของโครงการฯที่ 2               | 11          |
| 6. แจกจ่ายตัวอย่างน้ำที่จัดเตรียมไว้ให้แก่ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯที่ 2       | 11          |
| โครงการฯที่ 1  |             |
| 7. ค่า z-score ของ median ค่า pH ของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ             | 33          |
| 8. ค่า between lab z-score ของ pH ของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ            | 33          |
| 9. ค่า within lab z-score ของ pH ของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ             | 34          |
| 10. ค่า z-score ของ median ค่า pH ของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ           | 34          |
| 11. ค่า between lab z-score ของ pH ของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ          | 35          |
| 12. ค่า within lab z-score ของ pH ของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ           | 35          |
| 13. ค่า z-score ของ median ค่า pH ของน้ำแม่ น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ         | 36          |
| 14. ค่า between lab z-score ของ pH ของน้ำแม่ น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ        | 36          |
| 15. ค่า within lab z-score ของ pH ของน้ำแม่ น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ         | 37          |
| 16. ค่า z-score ของ median ค่า pH ของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ           | 37          |
| 17. ค่า between lab z-score ของ pH ของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ          | 38          |
| 18. ค่า within lab z-score ของ pH ของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ           | 38          |
| 19. ค่า z-score ของ median ค่า pH ของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ           | 39          |
| 20. ค่า between lab z-score ของ pH ของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ          | 39          |
| 21. ค่า within lab z-score ของ pH ของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ           | 40          |
| 22. ค่า robust z-score ของ pH Buffer จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ                   | 40          |
| โครงการฯที่ 2  |             |
| 23. ค่า robust z-score ของ median ค่า pH ของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ     | 41          |
| 24. ค่า between lab z-score ของ pH ของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ           | 41          |
| 25. ค่า within lab z-score ของ pH ของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ            | 42          |
| 26. ค่า robust z-score ของ median ค่า pH ของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ    | 42          |
| 27. ค่า between lab z-score ของ pH ของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ          | 43          |
| 28. ค่า within lab z-score ของ pH ของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ           | 43          |

## สารบัญภาพ (ต่อ)

| <u>รูปที่</u>  | <u>หน้า</u> |
|--|-------------|
| 29.ค่า robust z-score ของ median ค่า pHของน้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ | 44          |
| 30.ค่า between lab z-scoreของ pH ของน้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ       | 44          |
| 31.ค่า within lab z-scoreของ pH ของน้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ        | 45          |
| 32.ค่า robust z-scoreของmedian ค่า pHของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ    | 45          |
| 33.ค่า between lab z-scoreของ pH ของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ        | 46          |
| 34.ค่า within lab z-scoreของ pH ของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ         | 46          |
| 35.ค่าrobust z-score ของ median ค่า pH ของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ  | 47          |
| 36.ค่า between lab z-scoreของ pH ของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ        | 47          |
| 37.ค่า within lab z-scoreของ pH ของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ         | 48          |
| 38.ค่าrobust z-score ของ pH Buffer จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ                 | 48          |

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ปัญหาและที่มาของการศึกษาทดลอง

การประกันคุณภาพสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี (Quality assurance for chemical measurement) ประกอบด้วย การควบคุมคุณภาพภายใน (Internal quality control) ที่ห้องปฏิบัติการต้องปฏิบัติเป็นประจำ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่เชื่อถือได้ในเรื่องความแม่นยำ (Accuracy) ความเที่ยง (Precision) และการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์จากภายนอก (External quality control) เพื่อให้เกิดความมั่นใจในผลการวิเคราะห์อีกทางหนึ่ง เช่นการใช้ สารอ้างอิงรับรอง (certified reference materials, CRM) เป็นตัวตรวจสอบความแม่นยำและความเที่ยง แต่มีปัญหาว่าสารอ้างอิงรับรองมีราคาสูง บางประเภทหายาก ห้องปฏิบัติการทดสอบจึงใช้วิธี การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการ (Interlaboratory comparison) มาสร้างเสริมความเชื่อมั่นในการประเมินความแม่นยำและความเที่ยง

กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ทำหน้าที่วิเคราะห์คุณภาพน้ำเพื่อการอุปโภค และบริโภค เห็นความสำคัญของการประกันคุณภาพสำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี และในปี 2542 ได้ทำการขยายขอบข่ายในการจัดทำระบบคุณภาพตามมาตรฐาน ISO/IEC Guide 25 ซึ่งมีรายการวัดค่าความแม่นยำต่างในน้ำด้วย การพัฒนาวิธีการวัดค่าความแม่นยำต่างในตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ ซึ่งมีการปรับเปลี่ยนสภาวะและสารละลายที่ใช้ให้เหมาะสมกับตัวอย่างและสภาวะของห้องปฏิบัติการ ทำให้ต้องมี การพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธี (method validation) ที่พัฒนาขึ้น การวัดค่าความแม่นยำต่างในตัวอย่างน้ำแต่ละประเภทที่มี matrices ต่างๆกัน ค่าความถูกต้องของการวัดเป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่ต้องพิสูจน์ภายใต้สภาวะเดียวกับตัวอย่าง ซึ่งสารอ้างอิงรับรองหรือสารอ้างอิง (CRM/RM) ในน้ำที่มี matrices ต่างๆกัน และมีค่าความแม่นยำรับรอง (certified value) นั้นหาซื้อยากและมีค่าที่ไม่เสถียร ดังนั้นการใช้ค่าที่เห็นพ้องกัน (consensus value) ที่ได้จากการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการ ในการประเมินค่าความถูกต้องของการวัดค่าความแม่นยำต่างในตัวอย่างน้ำแต่ละประเภทที่มี matrices ต่างๆกันจึงเป็นทางเลือกที่ดีอีกทางหนึ่ง สำหรับห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ เพื่อจะแสดงความสามารถในรายการวิเคราะห์นั้นๆ (Laboratory's performance)

การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการ เป็นกิจกรรมหนึ่งที่ใช้ในการทดสอบความชำนาญของห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ ซึ่งทุกห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมในโครงการฯ ทำการทดสอบตัวอย่างเดียวกัน ด้วยวิธีเดียวกัน หรือต่างวิธีกัน แล้วนำผลมาเปรียบเทียบกันทางสถิติ ถ้าผลจากห้องปฏิบัติการใดไม่ต่างจากกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญ ก็ถือว่าห้องปฏิบัติการนั้นมีความสามารถ หรือมีความชำนาญในการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างประเภทนั้น ในรายการนั้นๆด้วย ซึ่งห้องปฏิบัติการใดๆที่เข้าร่วมในโครงการฯ และจัดอยู่ในกลุ่มที่มีความชำนาญในการวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างประเภทนั้น ในรายการนั้นๆ เพียงครั้งเดียว ก็ไม่ได้หมายความว่าห้องปฏิบัติการนั้นจะมีความสามารถหรือชำนาญตลอดไป ด้วยเหตุนี้จึงควรมีการเข้าร่วมในโครงการทดสอบความชำนาญในตัวอย่างและรายการวิเคราะห์ประเภทเดียวกันอย่างต่อเนื่อง



ในปัจจุบันมีห้องปฏิบัติการจำนวนมาก ทั้งภาครัฐและเอกชนที่ทำหน้าที่ให้บริการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ เพื่อควบคุมคุณภาพในการผลิตน้ำดื่ม น้ำที่ใช้ในการแพทย์ ผลิตภัณฑ์อื่นๆ และน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรม รวมทั้งเพื่อการควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อม ดังนั้น โครงการการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการ จึงมีประโยชน์ต่อห้องปฏิบัติการที่ เข้าร่วมโครงการฯ และผู้เข้าร่วมโครงการฯ ด้วยเช่นกัน ทั้งในด้านการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ การแลกเปลี่ยนความรู้ ประสบการณ์ และปัญหาที่เกิดขึ้นในการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ รวมทั้งได้พัฒนาวิธีการควบคุมคุณภาพและการประกันคุณภาพของการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการนั้นๆ ให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลต่อไป

## 1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อให้ได้ค่าที่เห็นพ้องกันของค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ เพื่อใช้ในการประเมินความถูกต้องของวิธีการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างที่พัฒนาขึ้น (CD.I2.TM.PH.01) และนำวิธีการนี้ไปใช้ในการขอรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการตาม ISO/IEC Guide 25 และ ISO/IEC 17025

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ในน้ำประเภทต่างๆ ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมในโครงการฯ

1.2.3 เพื่อให้ทราบถึงข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการ เช่น สร้างดัชนีชี้วัดความสามารถในการทดสอบของห้องปฏิบัติการที่วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำอย่างต่อเนื่อง

## 1.3 ประโยชน์ที่ได้รับ

1.3.1 ได้ค่าที่เห็นพ้องกันของค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ เพื่อใช้เป็นค่าจริงในการทดสอบความใช้ได้ของวิธี ในการประเมินความถูกต้องของวิธีการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างที่พัฒนาขึ้น (CD.I2.TM.PH.01) ดังแสดงในตารางที่ 13 และนำวิธีการนี้ไปใช้ในการขอรับรองความสามารถของห้องปฏิบัติการตามระบบมาตรฐานสากล

1.3.2 ได้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯ ในการพัฒนาคุณภาพห้องปฏิบัติการ ทำให้ทราบความสามารถของห้องปฏิบัติการในรายการวิเคราะห์นั้นๆ ซึ่งจัดเป็นการควบคุมคุณภาพภายนอกอย่างต่อเนื่องทั้งสองโครงการฯ

1.3.3 สร้างความมั่นใจในผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ได้รับการประเมินให้อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ ส่วนผลการวิเคราะห์ของห้องปฏิบัติการที่ได้รับการประเมินให้อยู่ในเกณฑ์น่าสงสัยหรือมีปัญหา จะได้ปรับปรุงแก้ไขและพัฒนาให้ดีขึ้น

1.3.4 ได้ข้อมูลเบื้องต้นในการสร้างดัชนีชี้วัดความสามารถในการทดสอบของห้องปฏิบัติการที่วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำ

1.3.5 ได้ประสบการณ์และพัฒนาศักยภาพในการศึกษาการเปรียบเทียบ ผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ

#### 1.4 ระยะเวลาดำเนินการ

1.4.1 โครงการฯที่ 1 : 6 เดือน (ส.ค.2542- ก.พ.2543)

1.4.2 โครงการฯที่ 2 : 7 เดือน (ม.ค.2545- ก.ค.2545)

โครงการฯที่ 1 และโครงการฯที่ 2 เป็นโครงการที่ต่อเนื่องกันโดยมีการจัดการและการแจกจ่ายตัวอย่างสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการฯเช่นเดียวกัน และห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯที่ 2 มีเพิ่มขึ้นจากโครงการฯที่ 1 เนื่องจากมีห้องปฏิบัติการที่ต้องการใช้ผลจากการเข้าร่วมโครงการฯ ในการแสดงศักยภาพ สร้างความมั่นใจ ความเชื่อมั่น ในผลการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการของตนมากขึ้นและขอเข้าร่วมโครงการฯมากขึ้น

## บทที่ 2

### วารสารปริทัศน์

การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการทำให้เกิดประโยชน์ต่อห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการ และผู้ที่เกี่ยวข้องอื่นๆ ดังนี้

1. ใช้ในการหาสมรรถนะของห้องปฏิบัติการใดๆ ในการทดสอบหรือการวัดเฉพาะและเฝ้าระวังสมรรถนะต่อเนื่องของห้องปฏิบัติการ
2. ชี้บ่งปัญหาในห้องปฏิบัติการและริเริ่มหาวิธีแก้ไข เช่น ประสิทธิภาพของบุคลากร หรือการสอบเทียบเครื่องมือ
3. ใช้ประเมินและเปรียบเทียบประสิทธิภาพ ของวิธีการที่พัฒนาขึ้น และใช้เฝ้าระวังวิธีที่กำหนดขึ้น
4. เพิ่มความน่าเชื่อถือให้แก่ลูกค้าของห้องปฏิบัติการ
5. ใช้ในการสร้างดัชนีความสามารถในการทดสอบของห้องปฏิบัติการ โดยใช้ข้อมูลจากการเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการแต่ละ โครงการในการ จำแนกความแตกต่างระหว่างห้องปฏิบัติการ
6. ใช้ในการพิจารณาสมรรถนะของวิธี
7. ใช้กำหนดค่าให้วัสดุอ้างอิงและประเมินความเหมาะสมสำหรับการใช้ในวิธีทดสอบ หรือวิธีวัดเฉพาะ

ตัวอย่างที่ใช้ในโครงการการเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการจะต้องมีความเป็นเนื้อเดียวกัน(homogeneity) และมีเสถียรภาพ( stability) โดยมีการศึกษาและนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลมากกว่า 2 ชุดขึ้นไปว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ส่วนข้อมูลผลการวิเคราะห์ทั้งหมดจะถูก แจกแจง และ ประเมินผลโดยใช้หลักเกณฑ์ทางสถิติที่เหมาะสม

- ใช้ค่าคะแนนมาตรฐาน (z- score ) ในการเปรียบเทียบผลการวัด
- ค่ากลาง (median)
- จำนวนห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯ (No. of results)
- normalised interquartile range (normalized IQR) = interquartile range  $\times 0.7413$
- ค่าต่ำสุดของผลการวิเคราะห์ (minimum)
- ค่าสูงสุดของผลการวิเคราะห์ ( maximum)
- พิสัย ( range) = maximum- minimum
- within- laboratory z-score ( $ZW_i$ ) =  $\frac{D_i - \text{median}(D_i)}{\text{normalise IQR}(D_i)}$

$$D_i = \text{standardised difference} = \begin{cases} (A_i - B_i) / \sqrt{2} & \text{ถ้า } \text{median}A > \text{median}B \\ (B_i - A_i) / \sqrt{2} & \text{ถ้า } \text{median}B > \text{median}A \end{cases}$$

$A_i$  = ผลการวิเคราะห์ของตัวอย่าง A ของห้องปฏิบัติการที่ i

$B_i$  = ผลการวิเคราะห์ของตัวอย่าง B ของห้องปฏิบัติการที่ i

$$\text{- between-laboratories z-score ( ZBi )} = \frac{S_i - \text{median}(S_i)}{\text{normalise IQR}(S_i)}$$

$$S_i = \text{standardised sum} = (A_i + B_i) / \sqrt{2}$$

$A_i$  = ผลการวิเคราะห์ของตัวอย่าง A ของห้องปฏิบัติการที่ i

$B_i$  = ผลการวิเคราะห์ของตัวอย่าง B ของห้องปฏิบัติการที่ i

$$\text{- robust z-score} = \frac{\text{X-median}}{\text{normalise IQR}}$$

ซึ่งค่าทางสถิติทั้งหมดนี้เป็นแนวทางเดียวกับที่ National Association of Testing Authorities, Australia (NATA) ใช้อยู่ในปัจจุบัน

### บทที่ 3

#### วัสดุ อุปกรณ์ และ วิธีดำเนินการ

#### 3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

- 3.1.1 เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH meter) พร้อมอิเล็กโทรด และเทอร์โมมิเตอร์
- 3.1.2 ขวดบรรจุตัวอย่างขนาด 20 ลิตร(สำหรับเตรียมตัวอย่าง)
- 3.1.3 ขวดบรรจุตัวอย่างขนาด 125 มิลลิลิตร(สำหรับส่งให้ห้องปฏิบัติการ)
- 3.1.4 อุปกรณ์ถ่ายตัวอย่างน้ำด้วยระบบไซฟอน

#### 3.2 สารเคมี

- 3.2.1 สารละลายบัฟเฟอร์ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 4.00 , 7.00 , 9.18 ที่ 25<sup>o</sup>ซ
- 3.2.2 สารละลายบัฟเฟอร์ ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.00 ที่ 25<sup>o</sup>ซ (คนละแหล่งกับ 2.2.1)
- 3.2.3 สารละลายบัฟเฟอร์ (reference material traceable to NIST) ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.00 ที่ 25<sup>o</sup>ซ

#### 3.3 วิธีดำเนินการ

##### 3.3.1 ตัวอย่าง (สำหรับแต่ละโครงการฯ)

3.3.1.1 เตรียมตัวอย่างน้ำกลั่น น้ำดื่ม น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำแม่น้ำ ประเภทละประมาณ 20 ลิตร เขย่าให้เข้ากัน

3.3.1.2 สารละลายบัฟเฟอร์ ( ยี่ห้อเมอร์ค , reference material traceable to NIST) ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.00 ที่ 25<sup>o</sup>ซ ประมาณ 5 ลิตร

3.3.2 ศึกษาวิธีการจัดทำโครงการการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ วิธีการสุ่มตัวอย่าง การวิเคราะห์ผลทางสถิติจากเอกสารทั้งในและต่างประเทศ

3.3.3 ศึกษาเสถียรภาพ( stability) ของตัวอย่างน้ำกลั่น น้ำดื่ม น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำแม่น้ำ และ สารละลายบัฟเฟอร์ โดยวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆทุกวัน ภายในเวลา 3 วันหลังจากได้รับตัวอย่างน้ำ นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลมากกว่า 2 ชุดขึ้นไปว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}}$  มีค่าน้อยกว่า  $F_{\text{ตาราง}}$  (F-critical) แสดงว่าความถูกต้องของข้อมูลแต่ละชุด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแต่ละตัวอย่างที่ทำการวัดมีเสถียรภาพภายในระยะเวลา 3 วันหลังจากเก็บตัวอย่าง

3.3.4 ศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกัน(homogeneity) ของตัวอย่างน้ำกลั่น น้ำดื่ม น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำแม่น้ำ และสารละลายบัฟเฟอร์

3.3.4.1 โครงการฯที่1 : ตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เตรียมไว้ ถูกสุ่มมาประเภทละ 7 ตัวอย่าง

นำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ตามวิธีที่1 (CD.I2.TM.PH.01 : ภาคผนวกที่4) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องของข้อมูลมากกว่า 2 ชุดขึ้นไปว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ถ้า  $F_{\text{คำนวณ}}$  มีค่าน้อยกว่า  $F_{\text{ตาราง}}$  (F-critical) แสดงว่าความถูกต้องของข้อมูลแต่ละชุดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กล่าวคือการเตรียมตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ และสารละลายบัฟเฟอร์ มีความเป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอดี

3.3.4.2 โครงการฯที่2 :ตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เตรียมไว้ถูกสุ่มมา ประเภทละ 10 ตัวอย่างนำมาวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ตามวิธีที่1 (CD.I2.TM.PH.01 : ภาคผนวกที่4) แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) เช่นเดียวกับขั้นตอนที่ 3.3.4.1

3.3.5 รับสมัครห้องปฏิบัติการเข้าร่วมโครงการฯที่1 โดยส่งหนังสือเชิญ พร้อมแบบตอบรับเข้าร่วมโครงการฯที่1 (ภาคผนวกที่2) โดยไม่คิดค่าธรรมเนียม มีรายชื่อห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 34 ห้องปฏิบัติการ (ภาคผนวกที่ 1 ตารางผนวกที่ ก34) จำแนกเป็น ห้องปฏิบัติการที่สังกัดหน่วยงานต่างๆดังนี้

|                |    |                |
|----------------|----|----------------|
| 1. ราชการ      | 11 | ห้องปฏิบัติการ |
| 2. รัฐวิสาหกิจ | 1  | ห้องปฏิบัติการ |
| 3. เอกชน       | 22 | ห้องปฏิบัติการ |

3.3.6 รับสมัครห้องปฏิบัติการเข้าร่วมโครงการฯโดยส่งหนังสือเชิญ พร้อมแบบตอบรับเข้าร่วมโครงการฯที่2 (ภาคผนวกที่5) โดยไม่คิดค่าธรรมเนียม มีรายชื่อห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 60 ห้องปฏิบัติการ (ภาคผนวกที่ 1 ตารางผนวกที่ ก34) จำแนกเป็น ห้องปฏิบัติการที่สังกัดหน่วยงานต่างๆดังนี้

|                |    |                |
|----------------|----|----------------|
| 1. ราชการ      | 16 | ห้องปฏิบัติการ |
| 2. รัฐวิสาหกิจ | 7  | ห้องปฏิบัติการ |
| 3. เอกชน       | 37 | ห้องปฏิบัติการ |

3.3.7 ให้รหัสห้องปฏิบัติการ (เป็นความลับ ให้แต่ละห้องปฏิบัติการรู้เฉพาะของตน) ตั้งแต่ W001-W034 สำหรับโครงการฯที่1 ส่วนรหัสของโครงการฯที่2 ตั้งแต่ W001-W051

3.3.8 เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการผสมตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน ขวดพลาสติกบรรจุตัวอย่าง

3.3.9 เตรียมตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆดังนี้ น้ำกลั่น น้ำดื่ม น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำแม่น้ำ ผสมให้เข้ากัน แบ่งตัวอย่างน้ำแต่ละประเภทบรรจุในขวดพลาสติกขนาด 125 มิลลิลิตรที่เตรียมไว้ ติดฉลากหมายเลขตัวอย่างและหมายเลขห้องปฏิบัติการให้ชัดเจน ครอบคลุม และบันทึกไว้เป็นหลักฐาน

3.3.10 แบ่งสารละลายบัฟเฟอร์( ยี่ห้อเมอร์ค , reference material traceable to NIST) ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง 7.00 ที่ 25°C. บรรจุในขวดพลาสติกขนาด 125 มิลลิลิตรที่เตรียมไว้ ติดฉลากหมายเลขตัวอย่างและหมายเลขห้องปฏิบัติการให้ชัดเจน ครอบคลุม และบันทึกไว้เป็นหลักฐาน

3.3.11 สำหรับโครงการฯที่1 ได้จัดส่งตัวอย่าง(ข้อ3.3.9 และ ข้อ3.3.10) พร้อมแบบฟอร์มรายงานผลการวิเคราะห์ (ภาคผนวกที่ 3) วิธีการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำ วิธีที่ 1 (CD.I2.TM.PH.01 : ภาคผนวกที่ 4) โดยจัดการประชุมชี้แจงรายละเอียดทั้งหมดแก่ผู้ร่วมโครงการฯหรือผู้แทน ณ ห้องประชุมกองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในวันที่ 28 กันยายน 2542 เวลา 9.00 น. ซึ่งกำหนดให้ห้องปฏิบัติการต้องวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่ได้รับให้เสร็จภายในวันนั้น และ ส่งรายงานผลการวิเคราะห์กลับมายังกลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ภายในวันที่ 1 ตุลาคม 2542

3.3.12 สำหรับโครงการฯที่2ได้จัดส่งตัวอย่าง(ข้อ3.3.9 และ ข้อ3.3.10) พร้อมแบบฟอร์มรายงานผลการวิเคราะห์ (ภาคผนวกที่ 7) วิธีการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำ วิธีที่ 1 (CD.I2.TM.PH.01:ภาคผนวกที่4) โดยจัดการประชุมชี้แจงรายละเอียดทั้งหมดแก่ผู้ร่วมโครงการฯหรือผู้แทน ณ ห้องประชุม606อาคารคร.ตัวฯ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในวันที่ 10 มกราคม 2545 เวลา 9.00 น. ซึ่งกำหนดให้ห้องปฏิบัติการต้องวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่ได้รับให้เสร็จภายในวันนั้น และ ส่งรายงานผลการวิเคราะห์กลับมายัง กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ภายในวันที่ 20 มกราคม 2545

3.3.13รวบรวมข้อมูลผลการวิเคราะห์ทั้งหมด แจกแจงข้อมูล ประเมินผลโดยใช้หลักเกณฑ์ทางสถิติที่เหมาะสมตามที่กล่าวในวารสารปริทัศน์

เนื่องจากตัวอย่างน้ำทั้ง 5 ประเภทที่แต่ละห้องปฏิบัติการได้รับประเภทละ 3 ขวดจึงมีการคำนวณและแสดงค่า within- laboratory z-score , between-laboratories z-score, robust z-score. ส่วนสารละลายบัฟเฟอร์ มีการคำนวณและแสดงค่า robust z-score.ตลอดจนแสดงถึงวิธีการวิเคราะห์ ที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้

โครงการฯที่ 1 :ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ใช้วิธีที่ 1 (CD.I2.TM.PH.01) จำนวน 27 ห้องปฏิบัติการ ใช้วิธีที่ 2 (Standard methods for the examination of water and wastewater. ) มีจำนวน 3 ห้องปฏิบัติการ และ ใช้วิธีที่ 4 (อื่นๆ) มีจำนวน 4 ห้องปฏิบัติการดังแสดงในตารางผนวกที่ ก26

โครงการฯที่2 : ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ใช้วิธีที่ 1 (CD.I2.TM.PH.01) จำนวน 24 ห้องปฏิบัติการ ใช้วิธีที่ 2 (Standard methods for the examination of water and wastewater. ) มีจำนวน 10 ห้องปฏิบัติการ และ ใช้วิธีที่ 4 (อื่นๆ) มีจำนวน 9 ห้องปฏิบัติการดังแสดงในตารางผนวกที่ ก27

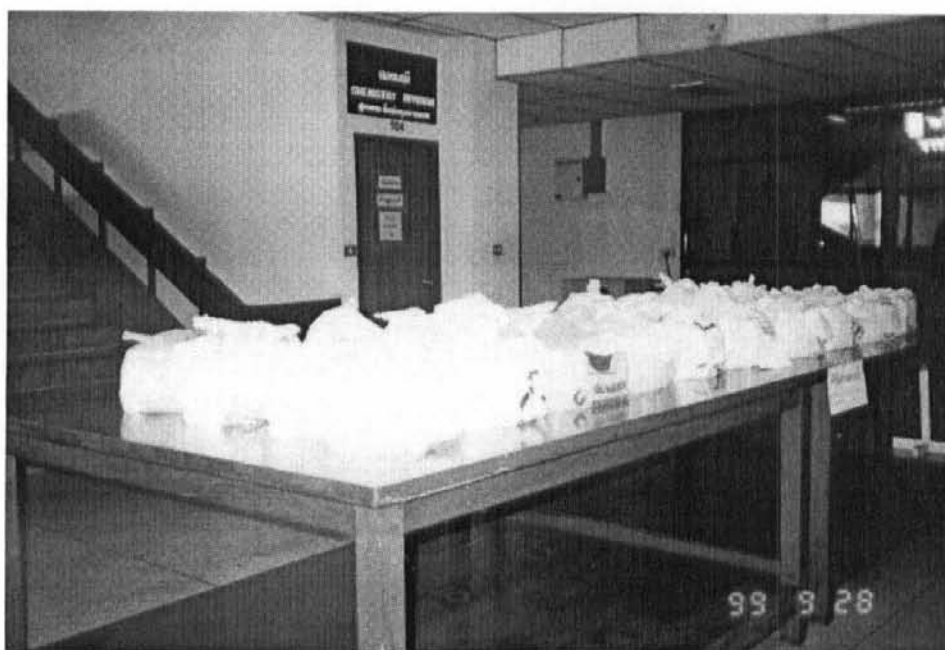
3.3.14สรุปผลการศึกษาและจัดทำรายงาน โดยอ้างอิงแต่รหัสห้องปฏิบัติการ(ไม่อ้างอิงชื่อห้องปฏิบัติการ) ทั้งสองโครงการฯ

3.3.15 เผยแพร่ข้อมูลให้แก่ผู้ร่วมโครงการฯทราบในส่วนที่เกี่ยวข้องเพื่อแต่ละห้องปฏิบัติการจะได้ใช้เป็นข้อมูลในการแสดงความสามารถของห้องปฏิบัติการปรับปรุงและพัฒนาศักยภาพของห้องปฏิบัติการ โดยโครงการฯที่ 2 ได้จัดประชุมสรุปผลโครงการฯและบรรยายพร้อมตอบข้อซักถามในเชิงวิชาการแก่ผู้เข้าร่วมโครงการฯ

3.3.16 ใช้ค่าที่เห็นพ้องกันที่ได้จากโครงการฯที่เป็นค่าอ้างอิงในการคำนวณค่าความถูกต้องของค่าความเป็นกรด-ด่างสำหรับน้ำแต่ละประเภท ในการทดสอบความใช้ได้ของวิธีของการหาค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำ (CD.I2.TM.PH.01)

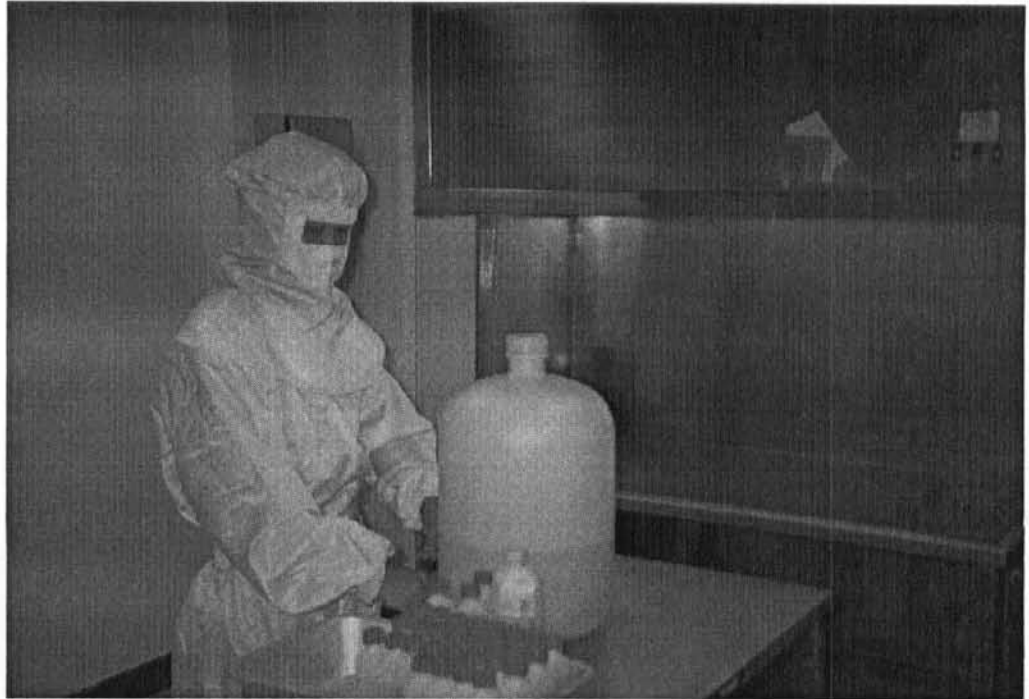


รูปที่ 1 : ประชุมชี้แจงรายละเอียดของโครงการฯ ที่1 แก่ผู้แทนของห้องปฏิบัติการที่มารับตัวอย่างน้ำโดยผู้อำนวยการกองเคมี เมื่อ 28 กันยายน 2542



รูปที่ 2: ตัวอย่างน้ำที่จัดเตรียมไว้สำหรับส่งให้แต่ละห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯที่1





รูปที่ 3 : การเตรียมตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆในห้องสะอาด (Clean room)



รูปที่ 4 : ประชุมชี้แจงรายละเอียดของโครงการฯที่ 2 แก่ผู้แทนของห้องปฏิบัติการที่มารับตัวอย่างน้ำ เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2545



รูปที่ 5 : ผู้แทนจากห้องปฏิบัติการเข้าร่วมประชุมชี้แจงรายละเอียดของโครงการฯที่2



รูปที่ 6 : แจกจ่ายตัวอย่างน้ำที่จัดเตรียมไว้ให้แต่ละห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯที่2

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง

#### ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำจากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ ใช้น้ำดื่มที่กำหนดของค่ามาตรฐาน z-score ดังนี้

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| $ z\text{-score}  \leq 2$  | Satisfactory result             |
| $2 <  z\text{-score}  < 3$ | Questionable result             |
| $ z\text{-score}  \geq 3$  | Unsatisfactory result (outlier) |

#### โครงการฯที่ 1

**1. น้ำดื่ม** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มจากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำดื่ม 3 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างมาคำนวณค่ากลาง (median) , normalised IQR, robust CV, ค่าสูงสุด(maximum), ค่าต่ำสุด (minimum) , พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน z-scoreพบว่าค่ากลาง ของ pH น้ำดื่มแต่ละห้องปฏิบัติการมีค่า robust z-score ต่ำกว่า 3 ทุกห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในรูปที่ 7(ภาคผนวกที่1) และมีค่า between laboratory z-score ต่ำกว่า 3 ทุกห้องปฏิบัติการเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 8(ภาคผนวกที่1) แต่พบว่าค่า within laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการหมายเลข 19 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 9 (ภาคผนวกที่1, ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก 1-ก2)

**2. น้ำประปา** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาจากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปา 3 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างมาคำนวณค่ากลาง (median), normalised IQR, robust CV, ค่าสูงสุด (maximum), ค่าต่ำสุด (minimum) , พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน z-score พบว่าค่ากลางของ pH น้ำประปาแต่ละห้องปฏิบัติการมีค่า robust z-score ต่ำกว่า 3 ทุกห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในรูปที่ 10(ภาคผนวกที่1) และมีค่า between laboratory z-score ต่ำกว่า 3 ทุกห้องปฏิบัติการเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 11(ภาคผนวกที่1) แต่พบว่าค่า within laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการหมายเลข 10 และ31 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 12 (ภาคผนวกที่1, ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก3-ก4)

**3. น้ำแม่ น้ำ** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่ น้ำจากห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่ น้ำ 3 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างมาคำนวณค่ากลาง (median), normalised IQR, robust CV, ค่าสูงสุด (maximum), ค่าต่ำสุด (minimum), พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน Z-score พบว่าค่ากลาง ของ pH น้ำแม่ น้ำแต่ละห้องปฏิบัติการมีค่า robust z-score ต่ำกว่า 3 ทุกห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในรูปที่ 13(ภาคผนวกที่1) และมีค่า between laboratory z-score ต่ำกว่า 3 ทุกห้องปฏิบัติการเช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 14(ภาคผนวกที่1) แต่พบว่าค่า

within laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการหมายเลข 1 และ 31 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 15 (ภาคผนวกที่ 1, ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก5-ก6)

**4. น้ำบาดาล** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลจากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำบาดาล 3 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างมาคำนวณค่ากลาง (median), normalised IQR, robust CV, ค่าสูงสุด (maximum), ค่าต่ำสุด (minimum), พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน z-score พบว่าค่ากลาง ของ pH น้ำบาดาลแต่ละห้องปฏิบัติการ มีค่า robust z-score ต่ำกว่า 3 ทุกห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในรูปที่ 16(ภาคผนวกที่1) และมีค่า between laboratory z-score ต่ำกว่า 3 ทุกห้องปฏิบัติการ ดังแสดงในรูปที่ 17(ภาคผนวกที่1) และค่า within laboratory z-score ของทุกห้องปฏิบัติการมีค่าต่ำกว่า 3 เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 18(ภาคผนวกที่1, ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก7-ก8)

**5. น้ำกลั่น** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นจากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่น 3 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างมาคำนวณค่ากลาง (median), normalised IQR, robust CV, ค่าสูงสุด (maximum), ค่าต่ำสุด (minimum), พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน z-score พบว่าค่า กลางของ pH น้ำกลั่นแต่ละห้องปฏิบัติการมีค่า robust z-score ต่ำกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข 24 มีค่า robust z-score มากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 19(ภาคผนวกที่1) และมีค่า between laboratory z-score ต่ำกว่า 3 ทุกห้องปฏิบัติการ ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข 24 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 20(ภาคผนวกที่1) แต่พบว่าค่า within laboratory z-score ของทุกห้องปฏิบัติการมีค่าน้อยกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 21(ภาคผนวกที่1, ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก9-ก10)

**6. สารละลายบัฟเฟอร์** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายบัฟเฟอร์ จากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายบัฟเฟอร์ จำนวน 1 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง มาคำนวณค่ากลาง (median), normalised IQR, robust CV, ค่าสูงสุด (maximum), ค่าต่ำสุด (minimum), พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน z-score พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายบัฟเฟอร์ แต่ละห้องปฏิบัติการมีค่า robust z-score ต่ำกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการ หมายเลข 18, 24 และ 26 มีค่า robust z-score มากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 22(ภาคผนวกที่1, ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก11-ก12)

## โครงการที่ 2

**1 น้ำดื่ม** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มจากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่ม 3 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง มาคำนวณค่ากลาง (median), normalised IQR, Robust CV, ค่าสูงสุด (maximum), ค่าต่ำสุด (minimum), พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน Z-Score พบว่าค่า กลางของ pH น้ำดื่มของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่า Robust Z-Score น้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W003, W020, W031, W035 และ W041 ที่มีค่า

มากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 23 (ภาคผนวกที่1) ส่วนค่า Between laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W003, W020, W031 และ W035 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 24(ภาคผนวกที่1) และค่า Within laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W031,W045 และ W050S มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 25(ภาคผนวกที่1,ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก13-ก14)

**2 น้ำประปา** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาจากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปา 3 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างมาคำนวณค่ากลาง (median), normalised IQR, Robust CV, ค่าสูงสุด (maximum), ค่าต่ำสุด (minimum) , พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน Z-Score พบว่าค่ากลางของ pH น้ำประปาของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่า Robust Z-Score น้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W020 และW041มีค่า มากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 26(ภาคผนวกที่1) ส่วนค่า Between laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W003, W020 และW041,มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 27 (ภาคผนวกที่1) และค่า Within laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W012C, W012D และW045 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 28(ภาคผนวกที่1,ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก15-ก16)

**3 น้ำแม่น้ำ** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่น้ำจากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่น้ำ 3 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างมาคำนวณค่ากลาง (median), normalised IQR, Robust CV, ค่าสูงสุด (maximum), ค่าต่ำสุด (minimum) , พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน Z-Score พบว่าค่ากลาง ของ pH น้ำแม่น้ำของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่า Robust Z-Score น้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W020 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 29(ภาคผนวกที่1) ส่วนค่า Between laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W003, W031 และ W041 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 30 (ภาคผนวกที่1)และค่า Within laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W031 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 31(ภาคผนวกที่1,ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก17-ก18)

**4 น้ำบาดาล** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลจากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาล 3 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างมาคำนวณค่ากลาง (median), normalised IQR, Robust CV, ค่าสูงสุด (maximum), ค่าต่ำสุด (minimum) , พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน Z-Score พบว่าค่ากลาง ของ pH น้ำบาดาลของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่า Robust Z-Score น้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W003, W020, W031 และ W041 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 32(ภาคผนวกที่1) ส่วนค่า Between laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการ

ส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W020 และ W041 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 33(ภาคผนวกที่1) และค่า Within laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W009, W012D และW014 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 34(ภาคผนวกที่1, ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก19-ก20)

**5. น้ำกลั่น** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นจากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่น 3 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างมาคำนวณค่ากลาง (median), normalised IQR, Robust CV, ค่าสูงสุด (maximum), ค่าต่ำสุด (minimum), พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน Z-Score พบว่าค่ากลาง ของ pH น้ำกลั่นของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่า Robust Z-Score น้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W014, W020, W039, W044, W045 และ W050T มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 35(ภาคผนวกที่1) ส่วนค่า Between laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W039, W044 และW045 มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 36(ภาคผนวกที่1) และค่า Within laboratory z-score ของห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีค่าน้อยกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W005, W026, W031, W044 และW050T มีค่ามากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 37(ภาคผนวกที่1, ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก21-ก22)

**6. สารละลายบัฟเฟอร์** ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของสารละลายบัฟเฟอร์จากห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์ จำนวน 1 ตัวอย่าง นำผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างมาคำนวณค่ากลาง (median), normalised IQR, Robust CV, ค่าสูงสุด (maximum), ค่าต่ำสุด (minimum), พิสัย (range) และค่ามาตรฐาน Z-Score พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์ แต่ละห้องปฏิบัติการมีค่า Robust Z-Score ต่ำกว่า 3 ยกเว้นห้องปฏิบัติการหมายเลข W012D, W013, W020, W025, W031, W036O, W039 และ W051 มีค่า Robust Z-score มากกว่า 3 ดังแสดงในรูปที่ 38(ภาคผนวกที่1, ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก23-ก24)

## การศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกัน

### Homogeneity Testing

กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 ได้ศึกษาความเป็นเนื้อเดียวกันเพื่อแสดงให้เห็นว่าตัวอย่างน้ำชนิดต่างๆที่นำมาใช้ในการทำ Interlaboratory comparison ทั้ง 2 โครงการฯ มีความเป็นเนื้อเดียวกันอย่างสม่ำเสมอโดยสุ่มตัวอย่างน้ำแต่ละชนิดมาวัดค่า ความเป็นกรด-ด่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA)

#### โครงการที่ 1

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำกลั่นจำนวน 7 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ที่สุ่มเก็บจากตัวอย่างน้ำกลั่นที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1: ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 6.22          | 6.19          | 12.41 | 6.205  | 0.00045  |
| 2           | 6.10          | 6.19          | 12.29 | 6.145  | 0.00405  |
| 3           | 6.04          | 6.18          | 12.22 | 6.11   | 0.0098   |
| 4           | 5.96          | 6.18          | 12.14 | 6.07   | 0.0242   |
| 5           | 6.04          | 6.19          | 12.23 | 6.115  | 0.01125  |
| 6           | 6.04          | 6.18          | 12.22 | 6.11   | 0.0098   |
| 7           | 6.06          | 6.16          | 12.22 | 6.11   | 0.005    |

#### ANOVA :

| Source of variation | SS       | df | MS       | F                  | F critical |
|---------------------|----------|----|----------|--------------------|------------|
| Between group       | 0.021171 | 6  | 0.003529 | 0.38 <sup>ns</sup> | 3.87       |
| Within group        | 0.06455  | 7  | 0.009221 |                    |            |
| Total               | 0.085721 | 13 |          |                    |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำประปาจำนวน 7 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ที่สุ่มเก็บจากตัวอย่างน้ำประปาที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 : ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 7.95          | 8.02          | 15.97 | 7.985  | 0.00245  |
| 2           | 8.02          | 8.05          | 16.07 | 8.035  | 0.00045  |
| 3           | 8.02          | 7.99          | 16.01 | 8.005  | 0.00045  |
| 4           | 8.09          | 8.05          | 16.14 | 8.07   | 0.0008   |
| 5           | 8.05          | 8.05          | 16.10 | 8.05   | 0.0000   |
| 6           | 8.05          | 8.01          | 16.06 | 8.03   | 0.0008   |
| 7           | 8.06          | 8.09          | 16.15 | 8.075  | 0.00045  |

ANOVA :

| Source of variation | SS       | df | MS       | F                  | F critical |
|---------------------|----------|----|----------|--------------------|------------|
| Between group       | 0.012943 | 6  | 0.002157 | 2.80 <sup>ns</sup> | 3.87       |
| Within group        | 0.0054   | 7  | 0.000771 |                    |            |
| Total               | 0.018343 | 13 |          |                    |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำแม่ น้ำจำนวน 7 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ที่สุ่มเก็บจากตัวอย่างน้ำแม่ น้ำที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 : ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่ น้ำที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 8.06          | 8.03          | 16.09 | 8.045  | 0.00045  |
| 2           | 8.08          | 8.06          | 16.14 | 8.07   | 0.0002   |
| 3           | 8.07          | 8.02          | 16.09 | 8.045  | 0.00125  |
| 4           | 8.08          | 8.06          | 16.14 | 8.07   | 0.0002   |
| 5           | 8.07          | 8.03          | 16.10 | 8.05   | 0.0008   |
| 6           | 8.06          | 8.03          | 16.09 | 8.045  | 0.00045  |
| 7           | 8.07          | 8.04          | 16.11 | 8.055  | 0.00045  |



ANOVA :

| Source of variation | SS       | df | MS       | F                  | F critical |
|---------------------|----------|----|----------|--------------------|------------|
| Between group       | 0.001543 | 6  | 0.000257 | 0.47 <sup>ns</sup> | 3.87       |
| Within group        | 0.0038   | 7  | 0.000543 |                    |            |
| Total               | 0.005343 | 13 |          |                    |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำดื่มจำนวน 7 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ที่สุ่มเก็บจากตัวอย่างน้ำดื่มที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 : ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 8.10          | 8.06          | 16.16 | 8.08   | 0.0008   |
| 2           | 8.07          | 8.07          | 16.14 | 8.07   | 0.0000   |
| 3           | 8.04          | 8.06          | 16.10 | 8.05   | 0.0002   |
| 4           | 8.07          | 8.07          | 16.14 | 8.07   | 0.0000   |
| 5           | 8.04          | 8.07          | 16.11 | 8.055  | 0.00045  |
| 6           | 8.01          | 8.07          | 16.08 | 8.04   | 0.0018   |
| 7           | 8.00          | 8.13          | 16.13 | 8.065  | 0.00845  |

ANOVA :

| Source of variation | SS       | df | MS       | F                  | F critical |
|---------------------|----------|----|----------|--------------------|------------|
| Between group       | 0.002271 | 6  | 0.000379 | 0.23 <sup>ns</sup> | 3.87       |
| Within group        | 0.0117   | 7  | 0.001671 |                    |            |
| Total               | 0.013971 | 13 |          |                    |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำบาดาลจำนวน 7 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ที่สุ่มเก็บจากตัวอย่างน้ำบาดาลที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความ

แปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 : ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 8.40          | 8.28          | 16.68 | 8.34   | 0.0072   |
| 2           | 8.38          | 8.18          | 16.56 | 8.28   | 0.020    |
| 3           | 8.41          | 8.28          | 16.69 | 8.345  | 0.00845  |
| 4           | 8.38          | 8.22          | 16.60 | 8.30   | 0.0128   |
| 5           | 8.38          | 8.24          | 16.62 | 8.31   | 0.0098   |
| 6           | 8.38          | 8.22          | 16.60 | 8.300  | 0.0128   |
| 7           | 8.26          | 8.11          | 16.37 | 8.185  | 0.01125  |

ANOVA :

| Source of variation | SS       | df | MS       | F                  | F critical |
|---------------------|----------|----|----------|--------------------|------------|
| Between group       | 0.034243 | 6  | 0.005707 | 0.49 <sup>ns</sup> | 3.87       |
| Within group        | 0.0823   | 7  | 0.011757 |                    |            |
| Total               | 0.116543 | 13 |          |                    |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์ จำนวน 7 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ชั่วโมง เก็บจากสารละลายบัฟเฟอร์ ที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 : ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์ ที่นำมาทดสอบ ความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 7.06          | 7.00          | 14.06 | 7.03   | 0.0018   |
| 2           | 7.04          | 7.00          | 14.04 | 7.02   | 0.0008   |
| 3           | 7.03          | 7.00          | 14.03 | 7.015  | 0.00045  |
| 4           | 7.02          | 7.00          | 14.02 | 7.01   | 0.0002   |
| 5           | 7.02          | 7.00          | 14.02 | 7.01   | 0.0002   |
| 6           | 7.01          | 6.99          | 14.00 | 7.00   | 0.0002   |
| 7           | 7.01          | 7.00          | 14.01 | 7.005  | 0.00005  |

ANOVA :

| Source of variation | SS       | df | MS       | F                  | F critical |
|---------------------|----------|----|----------|--------------------|------------|
| Between group       | 0.001186 | 6  | 0.000198 | 0.37 <sup>ns</sup> | 3.87       |
| Within group        | 0.0037   | 7  | 0.000529 |                    |            |
| Total               | 0.004886 | 13 |          |                    |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเตรียมตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ และสารละลายบัฟเฟอร์ มีความเป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอดี

## โครงการที่ 2

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นจำนวน 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ที่สุ่มเก็บจากตัวอย่างน้ำกลั่นที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆ ที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูล โดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่าง ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 : ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 5.60          | 5.63          | 11.23 | 5.615  | 0.00045  |
| 2           | 5.67          | 5.64          | 11.31 | 5.655  | 0.00045  |
| 3           | 5.58          | 5.60          | 11.18 | 5.59   | 0.0002   |
| 4           | 5.64          | 5.61          | 11.25 | 5.625  | 0.00045  |
| 5           | 5.63          | 5.62          | 11.25 | 5.625  | 5E-05    |
| 6           | 5.63          | 5.60          | 11.23 | 5.615  | 0.00045  |
| 7           | 5.63          | 5.60          | 11.23 | 5.615  | 0.00045  |
| 8           | 5.64          | 5.64          | 11.28 | 5.64   | 0        |
| 9           | 5.60          | 5.64          | 11.24 | 5.62   | 0.0008   |
| 10          | 5.66          | 5.65          | 11.31 | 5.655  | 5E-05    |

## ANOVA

| Source of variation | SS       | df | MS       | F                    | F critical |
|---------------------|----------|----|----------|----------------------|------------|
| Between group       | 0.007145 | 9  | 0.000794 | 2.3698 <sup>ns</sup> | 3.0204     |
| Within group        | 0.00335  | 10 | 0.000335 |                      |            |
| Total               | 0.010495 | 19 |          |                      |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาจำนวน 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ที่สุ่มเก็บจากตัวอย่างน้ำประปาที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 : ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 7.91          | 8.14          | 16.05 | 8.025  | 0.02645  |
| 2           | 8.02          | 8.18          | 16.20 | 8.10   | 0.0128   |
| 3           | 8.02          | 8.03          | 16.05 | 8.025  | 5E-05    |
| 4           | 8.12          | 8.02          | 16.14 | 8.07   | 0.005    |
| 5           | 8.10          | 7.90          | 16.00 | 8.0    | 0.02     |
| 6           | 8.13          | 8.16          | 16.29 | 8.145  | 0.00045  |
| 7           | 8.16          | 7.98          | 16.14 | 8.07   | 0.0162   |
| 8           | 8.00          | 8.17          | 16.17 | 8.085  | 0.01445  |
| 9           | 7.99          | 7.98          | 15.97 | 7.985  | 5E-05    |
| 10          | 8.16          | 8.01          | 16.17 | 8.085  | 0.01125  |

## ANOVA

| Source of variation | SS      | df | MS       | F                    | F critical |
|---------------------|---------|----|----------|----------------------|------------|
| Between group       | 0.04388 | 9  | 0.004876 | 0.4569 <sup>ns</sup> | 3.0204     |
| Within group        | 0.1067  | 10 | 0.01067  |                      |            |
| Total               |         |    |          |                      |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวัดค่า pH ของน้ำแม่น้ำจำนวน 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ที่สุ่มเก็บจากตัวอย่างน้ำแม่น้ำที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 : ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่น้ำที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 8.26          | 8.22          | 16.48 | 8.24   | 0.0008   |
| 2           | 8.10          | 8.23          | 16.33 | 8.165  | 0.00845  |
| 3           | 8.26          | 8.06          | 16.32 | 8.16   | 0.02     |
| 4           | 8.24          | 8.19          | 16.43 | 8.215  | 0.00125  |
| 5           | 8.22          | 8.23          | 16.45 | 8.225  | 5E-05    |
| 6           | 8.02          | 8.20          | 16.22 | 8.11   | 0.0162   |
| 7           | 8.14          | 8.16          | 16.30 | 8.15   | 0.0002   |
| 8           | 8.25          | 8.18          | 16.43 | 8.215  | 0.00245  |
| 9           | 8.18          | 8.24          | 16.42 | 8.21   | 0.0018   |
| 10          | 8.17          | 8.14          | 16.31 | 8.155  | 0.00045  |

#### ANOVA

| Source of variation | SS       | df | MS       | F                    | F critical |
|---------------------|----------|----|----------|----------------------|------------|
| Between group       | 0.031645 | 9  | 0.003516 | 0.6808 <sup>ns</sup> | 3.0204     |
| Within group        | 0.05165  | 10 | 0.005165 |                      |            |
| Total               | 0.083295 | 19 |          |                      |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มจำนวน 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ที่สุ่มเก็บจากตัวอย่างน้ำดื่มที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 : ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 7.42          | 7.31          | 14.73 | 7.365  | 0.00605  |
| 2           | 7.32          | 7.43          | 14.75 | 7.375  | 0.00605  |
| 3           | 7.30          | 7.31          | 14.61 | 7.305  | 5E-05    |
| 4           | 7.38          | 7.38          | 14.76 | 7.38   | 0        |
| 5           | 7.48          | 7.42          | 14.90 | 7.45   | 0.0018   |
| 6           | 7.43          | 7.39          | 14.82 | 7.41   | 0.0008   |
| 7           | 7.45          | 7.45          | 14.90 | 7.45   | 0        |
| 8           | 7.38          | 7.39          | 14.77 | 7.385  | 5E-05    |
| 9           | 7.32          | 7.31          | 14.63 | 7.315  | 5E-05    |
| 10          | 7.41          | 7.30          | 14.71 | 7.355  | 0.00605  |

#### ANOVA

| Source of variation | SS      | df | MS       | F                    | F critical |
|---------------------|---------|----|----------|----------------------|------------|
| Between group       | 0.04288 | 9  | 0.004764 | 2.2796 <sup>ns</sup> | 3.0204     |
| Within group        | 0.0209  | 10 | 0.00209  |                      |            |
| Total               | 0.06378 | 19 |          |                      |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวัดค่า pH ของน้ำบาดาลจำนวน 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ที่สุ่มเก็บจากตัวอย่างน้ำบาดาลที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 11

ตารางที่ 11 : ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลที่นำมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 8.24          | 8.32          | 16.56 | 8.28   | 0.0032   |
| 2           | 8.24          | 8.37          | 16.61 | 8.305  | 0.00845  |
| 3           | 8.19          | 8.24          | 16.43 | 8.215  | 0.00125  |
| 4           | 8.28          | 8.24          | 16.52 | 8.26   | 0.0008   |
| 5           | 8.17          | 8.27          | 16.44 | 8.22   | 0.005    |
| 6           | 8.23          | 8.34          | 16.57 | 8.285  | 0.00605  |
| 7           | 8.18          | 8.22          | 16.40 | 8.20   | 0.0008   |
| 8           | 8.19          | 8.23          | 16.42 | 8.21   | 0.0008   |
| 9           | 8.21          | 8.22          | 16.43 | 8.215  | 5E-05    |
| 10          | 8.25          | 8.18          | 16.43 | 8.215  | 0.00245  |

#### ANOVA

| Source of variation | SS       | df | MS       | F                    | F critical |
|---------------------|----------|----|----------|----------------------|------------|
| Between group       | 0.026045 | 9  | 0.002894 | 1.0031 <sup>ns</sup> | 3.0204     |
| Within group        | 0.02885  | 10 | 0.002885 |                      |            |
| Total               | 0.054895 | 19 |          |                      |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์ จำนวน 10 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ซ้ำ ที่สุ่มเก็บจากสารละลายบัฟเฟอร์ ที่ส่งให้ห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมโครงการฯ แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาค่าความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง แต่ละตัวอย่างไม่แตกต่าง ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 :ผลการวิเคราะห์ทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์ ที่นำมาทดสอบ  
ความเป็นเนื้อเดียวกัน

| ตัวอย่างที่ | วัดครั้งที่ 1 | วัดครั้งที่ 2 | ผลรวม | เฉลี่ย | Variance |
|-------------|---------------|---------------|-------|--------|----------|
| 1           | 6.94          | 6.96          | 13.90 | 6.95   | 0.0002   |
| 2           | 6.98          | 6.94          | 13.92 | 6.96   | 0.0008   |
| 3           | 6.97          | 6.94          | 13.91 | 6.955  | 0.00045  |
| 4           | 6.94          | 6.95          | 13.89 | 6.945  | 5E-05    |
| 5           | 6.94          | 6.98          | 13.92 | 6.96   | 0.0008   |
| 6           | 6.99          | 7.00          | 13.99 | 6.995  | 5E-05    |
| 7           | 6.98          | 6.95          | 13.93 | 6.965  | 0.00045  |
| 8           | 7.00          | 6.99          | 13.99 | 6.995  | 5E-05    |
| 9           | 6.95          | 6.97          | 13.92 | 6.96   | 0.0002   |
| 10          | 6.96          | 6.95          | 13.91 | 6.955  | 5E-05    |

## ANOVA

| Source of variation | SS      | df | MS       | F                    | F critical |
|---------------------|---------|----|----------|----------------------|------------|
| Between group       | 0.00538 | 9  | 0.000598 | 1.9283 <sup>ns</sup> | 3.0204     |
| Within group        | 0.0031  | 10 | 0.00031  |                      |            |
| Total               | 0.00848 | 19 |          |                      |            |

ns = non significance ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการเตรียมตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ และสารละลายบัฟเฟอร์ มีความเป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอ



## การศึกษาเสถียรภาพ

## Stability testing

กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 ได้ศึกษาเสถียรภาพของค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างน้ำที่ส่งมาวิเคราะห์จำนวน 46 ตัวอย่าง โดยวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างน้ำดังกล่าวเปรียบเทียบเป็นเวลา 3 วัน แล้วนำมาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Analysis of variances (ANOVA) พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของแต่ละตัวอย่างที่วัดวันที่ 1-3 ไม่แตกต่างกัน (ข้อมูลดิบแสดงในตารางผนวกที่ ก25)

## ANOVA

| Source of variation | SS       | df  | MS       | F        | F critical |
|---------------------|----------|-----|----------|----------|------------|
| Between group       | 0.009275 | 2   | 0.004638 | 0.008717 | 3.063207   |
| Within group        | 71.82174 | 135 | 0.532013 |          |            |
| Total               | 71.83101 | 137 |          |          |            |

จากตารางพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของแต่ละตัวอย่างที่วัดวันที่ 1-3 ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 % โดยมีค่า  $F = 0.008717$  ซึ่งต่ำกว่าค่า  $F$  critical แสดงให้เห็นว่า ค่าความเป็นกรด-ด่างของแต่ละตัวอย่างที่ทำการวัดมีเสถียรภาพภายในระยะเวลา 3 วันหลังจากเก็บตัวอย่าง

## ค่าที่เห็นพ้องกัน (Consensus value) ของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประเภทต่างๆ

จากโครงการฯ ที่ 1 และ 2 จะได้ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นค่าที่เห็นพ้องกันของน้ำประเภทต่างๆ โดยใช้ค่าที่ได้จากค่ากลาง (median) ของผลการวัดจากแต่ละห้องปฏิบัติการนำมาใช้เป็นค่าอ้างอิงในการคำนวณความถูกต้องของค่าความเป็นกรด-ด่างสำหรับน้ำแต่ละประเภทในการทดสอบความใช้ได้ของวิธีของการหาค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำ (CD.I2.TM.PH.01) ดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 : ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นค่าที่เห็นพ้องกันของน้ำประเภทต่างๆ

| น้ำประเภทต่างๆ | ค่าความเป็นกรด-ด่างที่เป็นค่าที่เห็นพ้องกัน |                |
|----------------|---|----------------|
|                | โครงการฯ ที่ 1                              | โครงการฯ ที่ 2 |
| น้ำดื่ม        | 7.98  | 7.67           |
| น้ำประปา       | 7.90  | 7.89           |
| น้ำแม่ น้ำ     | 7.82  | 7.87           |
| น้ำบาดาล       | 8.15  | 8.18           |
| น้ำกลั่น       | 6.34  | 5.57           |

การเปรียบเทียบค่าคะแนนมาตรฐานของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประเภตต่างๆ  
จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆที่เข้าร่วมทั้งโครงการฯ ที่1 และ 2  
ค่าคะแนนมาตรฐานของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประเภตต่างๆจากการวัดของห้องปฏิบัติการ  
ต่างๆที่เข้าร่วมทั้ง โครงการฯ ที่1 และ 2 ดังแสดงในตารางผนวกที่ ก28- ก33

## บทที่ 5

### วิจารณ์ผล

#### โครงการฯที่1 , 2

กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์2 กองเคมี ได้สุ่มตัวอย่างน้ำและสารละลายบัฟเฟอร์ ที่แต่ละห้องปฏิบัติการได้รับไปทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างเปรียบเทียบ นั้นมาทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน แล้วพบว่าตัวอย่างทุกประเภทมีความเป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอดี โดยที่สารละลายบัฟเฟอร์ที่จัดให้วิเคราะห์นั้นมาจากสารละลายบัฟเฟอร์ที่เป็นวัสดุอ้างอิง ( reference material) ของ บริษัทเมอร์ค ที่มีค่า ความเป็นกรด-ด่าง 7.01 ที่ 20°C , 6.99 ที่ 25 °C , 6.99 ที่ 30 °C ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างน้ำทั้ง 5 ประเภทนั้นได้เก็บตัวอย่างจากแหล่งน้ำต่างๆ ได้แก่ น้ำกลั่น น้ำดื่ม น้ำประปา น้ำบาดาล และน้ำแม่น้ำ.

จากผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างน้ำทั้ง 5 ประเภท ที่แต่ละห้องปฏิบัติการได้รับ ประเภทละ 3 ชุดและตัวอย่างที่เป็นสารละลายบัฟเฟอร์ 1 ชุด รวมทั้งสิ้น 16 ชุด พบว่าส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ดี มีค่า Robust z -score อยู่ในช่วงไม่เกิน  $\pm 3$  แต่มีค่า Within laboratory z-score ของบางตัวอย่างในน้ำต่างประเภทกันที่มีค่าอยู่นอกช่วง  $\pm 3$  บ้างเล็กน้อย โดยมีเกณฑ์การพิจารณาค่า z-score ดังนี้

|                            |   |
|----------------------------|---|
| $ z\text{-score}  \leq 2$  | Satisfactory result (น่าพึงพอใจ)                |
| $2 <  z\text{-score}  < 3$ | Questionable result (น่าสงสัย)                  |
| $ z\text{-score}  \geq 3$  | Unsatisfactory result (outlier , ไม่น่าพึงพอใจ) |

## บทที่ 6

## สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการเปรียบเทียบผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำ 5 ประเภท และสารละลายบัฟเฟอร์ของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการฯที่ทั้งหมด 34 ห้องปฏิบัติการ และ โครงการฯที่2ทั้งหมด 60 ห้องปฏิบัติการ ส่วนใหญ่มีค่าคะแนนมาตรฐาน (z-score) อยู่ในเกณฑ์ดี (satisfied) และพบว่าห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมทั้งสองโครงการฯ มีการพัฒนาประสิทธิภาพในการวิเคราะห์สูงขึ้น มีความชำนาญขึ้น โดยพิจารณาจาก ค่าคะแนนมาตรฐานของโครงการฯที่ 2 ที่ต่ำกว่าค่าคะแนนมาตรฐานของโครงการฯที่ 1 สำหรับตัวอย่างประเภทเดียวกัน แสดงถึงการพัฒนา ปรับปรุงการทำงานของห้องปฏิบัติการเหล่านั้น ทั้งในด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ วิธีการ สิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการที่เหมาะสม และ บุคลากร ส่วนห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมในโครงการฯที่ 2 เป็นครั้งแรกพบว่า บางส่วนมีค่าคะแนนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์น่าพึงพอใจ บางส่วนมีค่าคะแนนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์น่าสงสัย บางส่วนมีค่าคะแนนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์ไม่น่าพึงพอใจ

ในการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำโดยห้องปฏิบัติการที่ใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) , อิเล็กโทรด (electrodes) ที่ได้รับการดูแลอย่างดีรวมทั้งมีการควบคุมคุณภาพการวิเคราะห์อย่างเหมาะสม ควรมีค่าความเที่ยง (precision)  $\pm 0.02$  pH unit และ ค่าความแม่นยำ (accuracy)  $\pm 0.1$  pH unit<sup>2</sup> สำหรับงานวิเคราะห์ทดสอบที่ทำอยู่เป็นประจำ (routine work) ควรมีค่าความเที่ยง  $\pm 0.13$  pH unit และ ค่าความแม่นยำ (accuracy)  $\pm 0.1$  pH unit

ข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้น ได้จากการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของแต่ละห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

- เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ( pH meter) และอิเล็กโทรด ที่ใช้ควรมีการสอบเทียบ (calibration), ตรวจสอบ (performance) ของอิเล็กโทรด เป็นประจำ และมีการบำรุงรักษาอย่างถูกต้องเหมาะสม
- วัดอุณหภูมิของตัวอย่างขณะที่วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ไม่ควรต่างกันและต่างจากสารละลายบัฟเฟอร์เกิน  $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- อัตราการกวนตัวอย่างจะต้องคงที่ และหลีกเลี่ยงการเกิดฟองอากาศ
- ในการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างน้ำที่มีความหลากหลาย ต้องใช้เวลาในการแช่ และกวนตัวอย่างให้นานพอควรเพื่อให้เกิดสมดุลระหว่าง อิเล็กโทรด และ สารละลายตัวอย่าง จนค่าความเป็นกรด-ด่างที่วัดอยู่นิ่ง

จากผลของการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ ทั้ง 2 โครงการฯนี้ ทำให้แต่ละห้องปฏิบัติการประเมินคุณภาพของตนได้ ในโครงการฯที่ 1 พบว่าห้องปฏิบัติการที่มีผลการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำบางประเภท อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ (ค่าคะแนนมาตรฐานไม่เกิน  $\pm 3$ ) และยังคงประสิทธิภาพที่ดีไว้ได้ในโครงการฯที่ 2 ส่วนห้องปฏิบัติการที่มีผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างบางประเภท อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับไม่ได้ (ค่าคะแนนมาตรฐานเกิน  $\pm 3$ ) ในโครงการฯที่ 1 ได้ปรับปรุงคุณภาพของห้องปฏิบัติการให้มีประ

สิทธิภาพเทียบเท่าห้องปฏิบัติการที่ดี ในการเข้าร่วมในโครงการฯที่ 2 ดังนั้นโครงการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ  
เปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ : การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง จะจัดเป็น โครงการทดสอบความชำนาญ  
(Proficiency testing programme) อย่างต่อเนื่อง เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของห้องปฏิบัติการหลังจากมีการ  
พัฒนาและปรับปรุงคุณภาพแล้วในระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งทางโครงการหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความร่วมมือ  
จากผู้เข้าร่วมโครงการเป็นอย่างดี

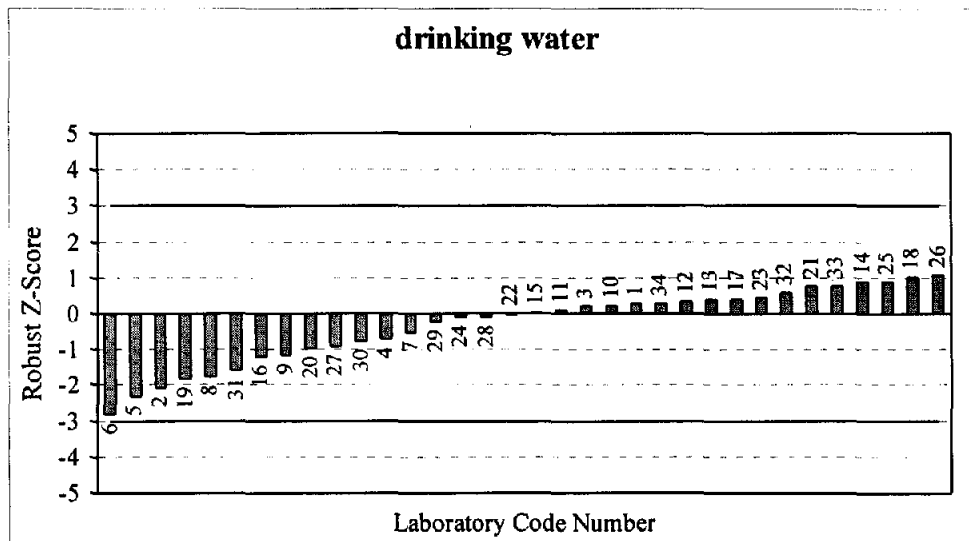
### **กิตติกรรมประกาศ**

ผู้รายงานขอขอบพระคุณ นางต๋องแสง เตียวชวลิต ผู้อำนวยการโครงการเคมี นางสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการสำนักบริหารและรับรองห้องปฏิบัติการ นางสาวเกษร ตันนุกิจ นักวิทยาศาสตร์ 8ว ที่กรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ของกลุ่มงานอินทรีย์เคมี วิเคราะห์ 2 ทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติงานนี้ให้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์

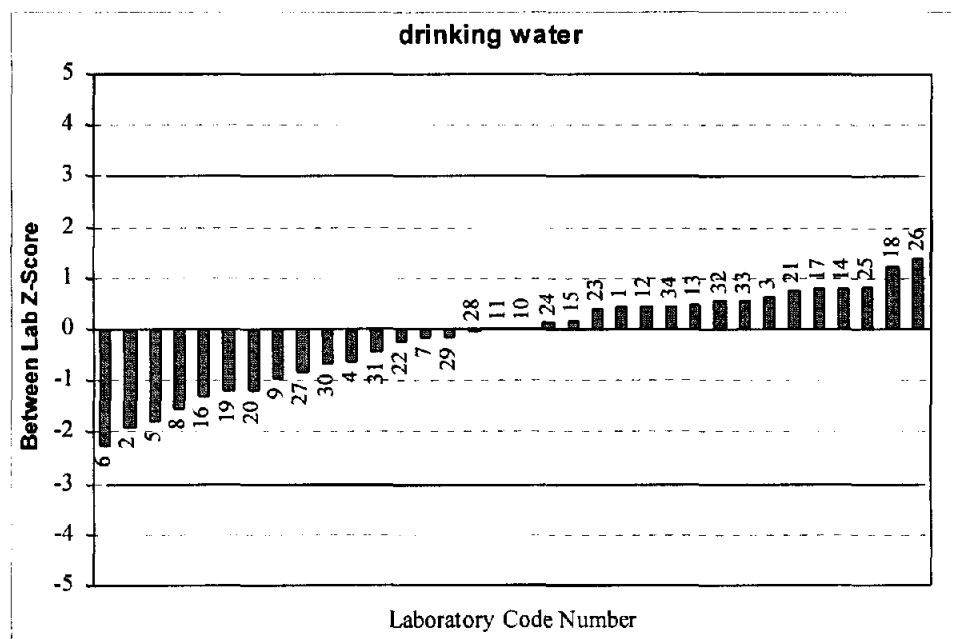
**เอกสารอ้างอิง**

1. คณาจารย์ในภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. **ความน่าจะเป็นและสถิติ**. พิมพ์ครั้งที่ 7, ม.ย. 2535. หน้า 344-369.
2. ณรงค์ วุทธเสถียร. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น). **การปรับสภาพน้ำสำหรับอุตสาหกรรม**. พิมพ์ครั้งที่ 2, ต.ค. 2540. หน้า 2-5.
3. The International Organization for Standardization/ The International Electrotechnical Commission. **Proficiency testing by interlaboratory comparisons-Part 1 : development and operation of proficiency testing schemes**. ISO/IEC Guide 43-1.1997.
4. American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20<sup>th</sup> ed. Washington, DC: American Public Health Association, 1998. p.3-64 -3-65.
5. American Society for Testing and Materials. **Annual book of ASTM standards**. Section 11, volume 11.01.D 511-93 ( Reapproved1998). Philadelphia, PA: ASTM, 1998. p.1-6.
6. Miller, JC., and Miller, JN. **Statistics and chemometrics for analytical chemistry**. 4<sup>th</sup> ed. Great Britain : Pearson Education, 2000.

## ภาคผนวกที่ 1

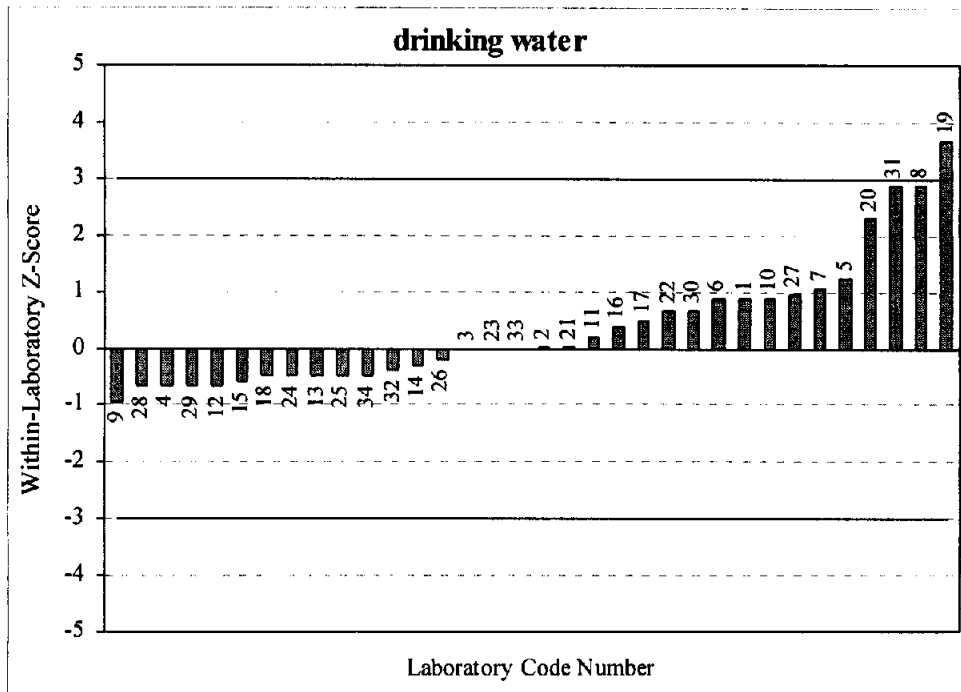


รูปที่ 7: ค่า Z-score ของ median ค่า pH น้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

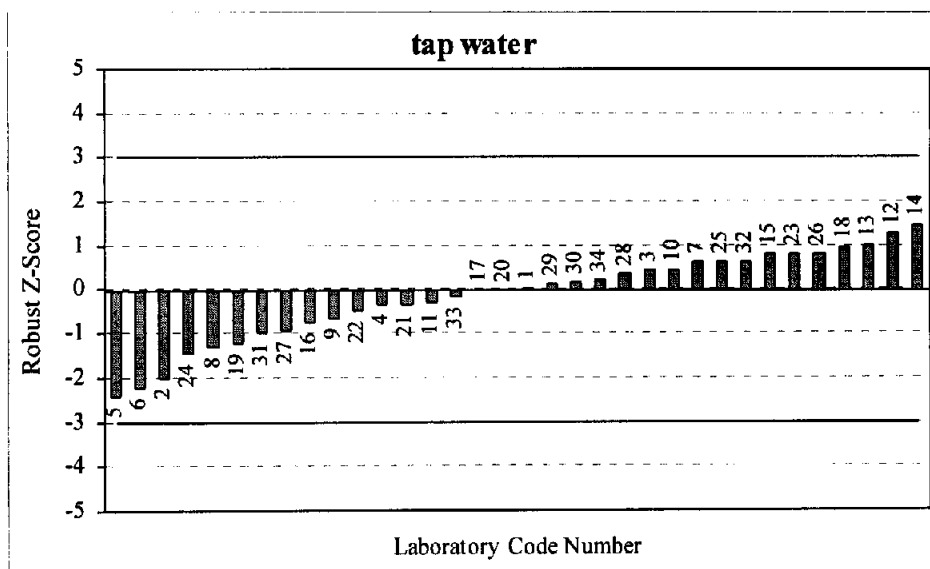


รูปที่ 8: ค่า between laboratory z-score ของ pH น้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

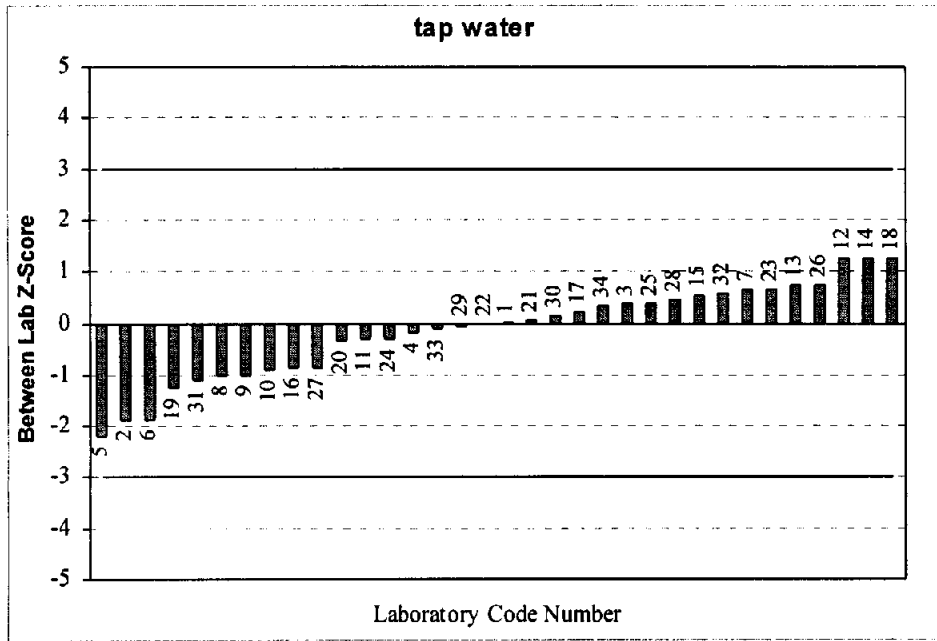




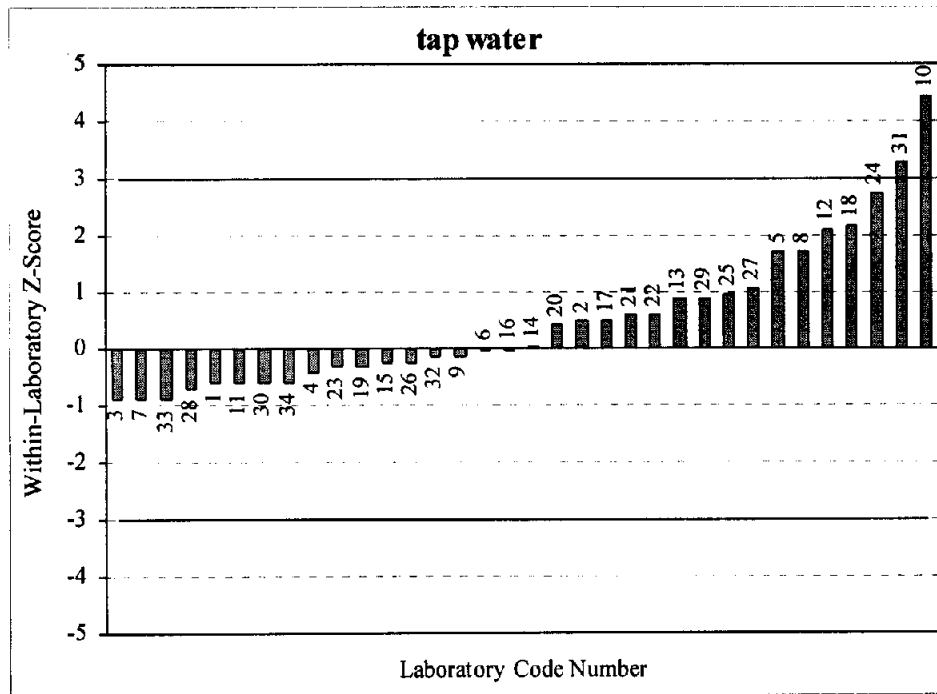
รูปที่ 9 ค่า within laboratory z-score ของ pH น้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



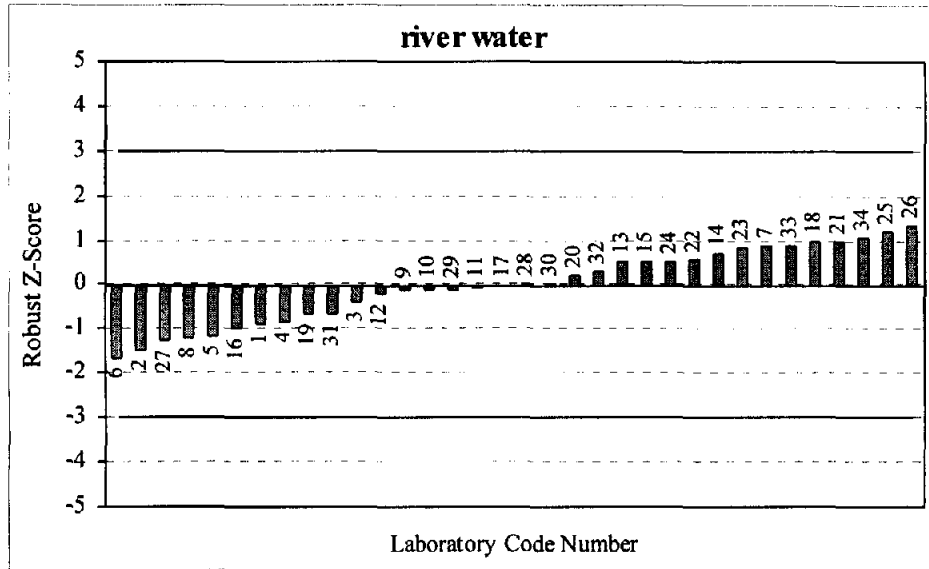
รูปที่ 10 ค่า z-score ของ median ค่า pH น้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



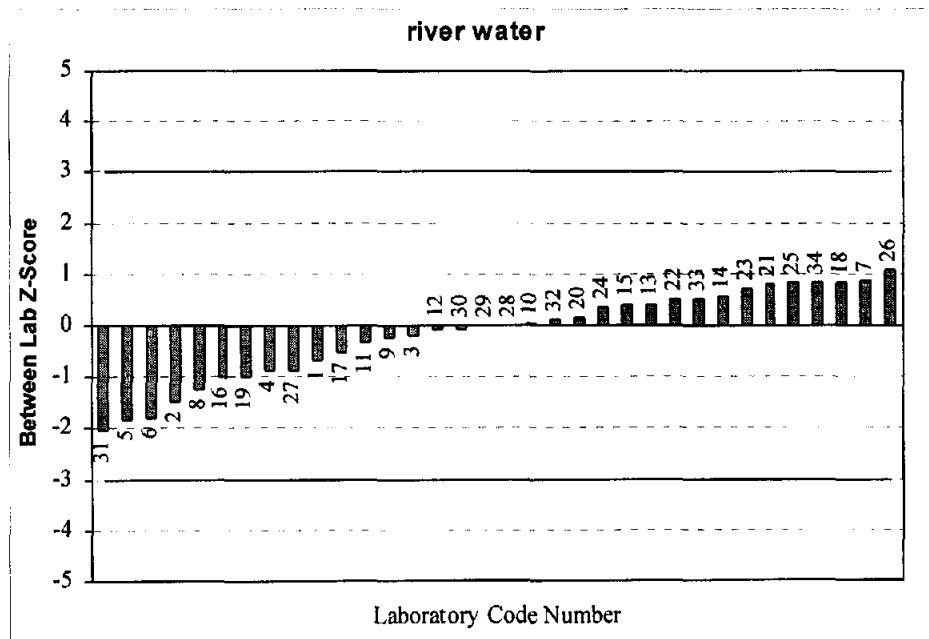
รูปที่ 11 ค่า between laboratory z-score ของ pH น้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



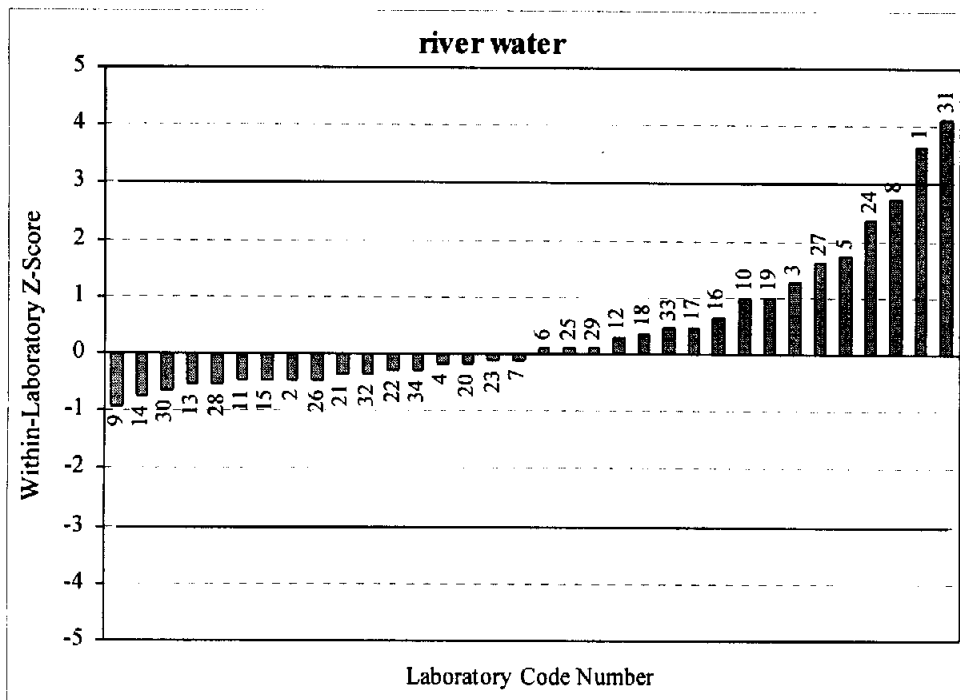
รูปที่ 12 ค่า within laboratory z-score ของ pH น้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



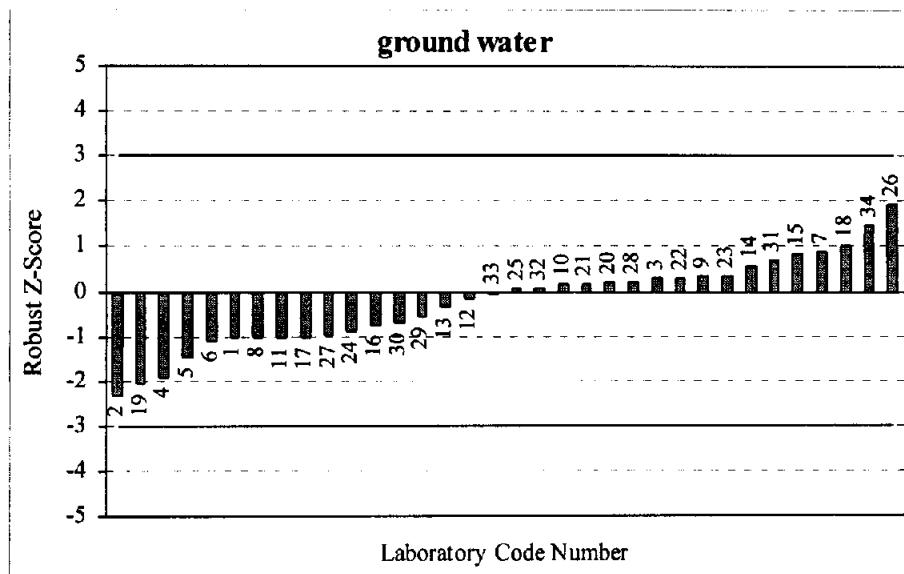
รูปที่ 13 ค่า z-score ของ median ค่า pH น้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



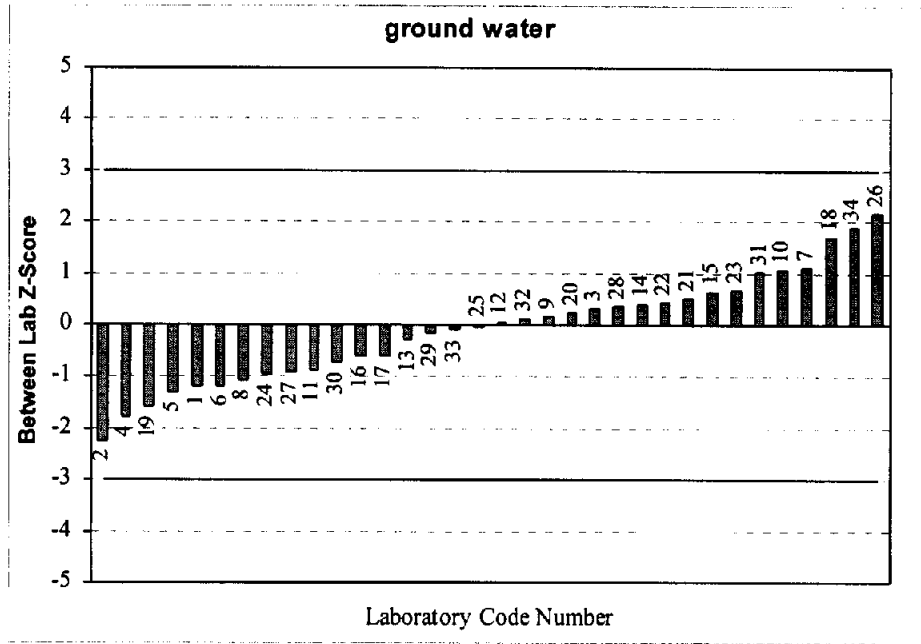
รูปที่ 14 ค่า between laboratory z-score ของ pH น้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



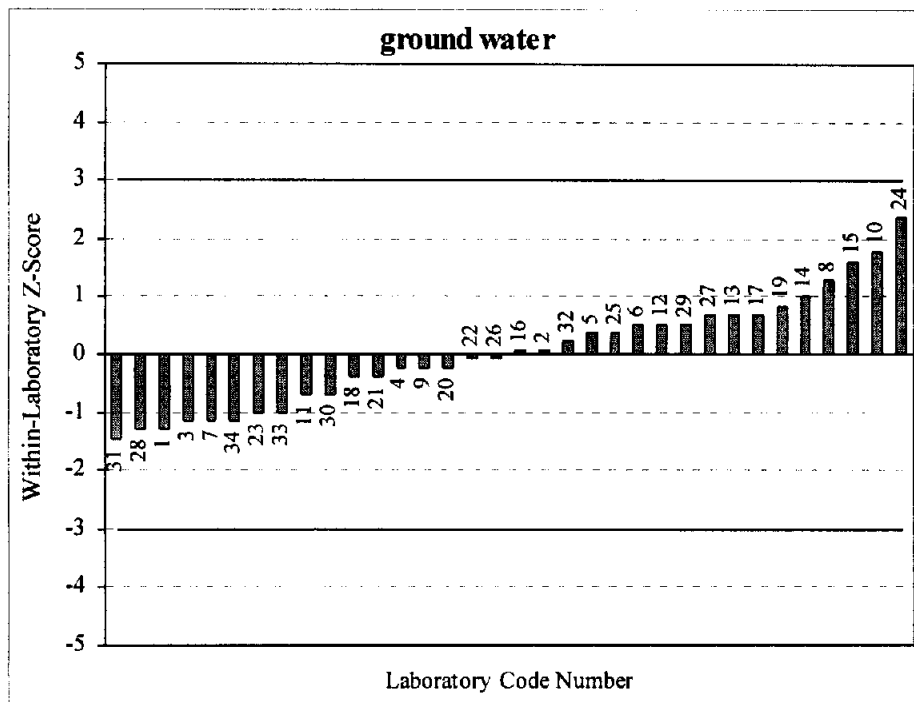
รูปที่ 15 ค่า within laboratory z-score ของ pH น้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



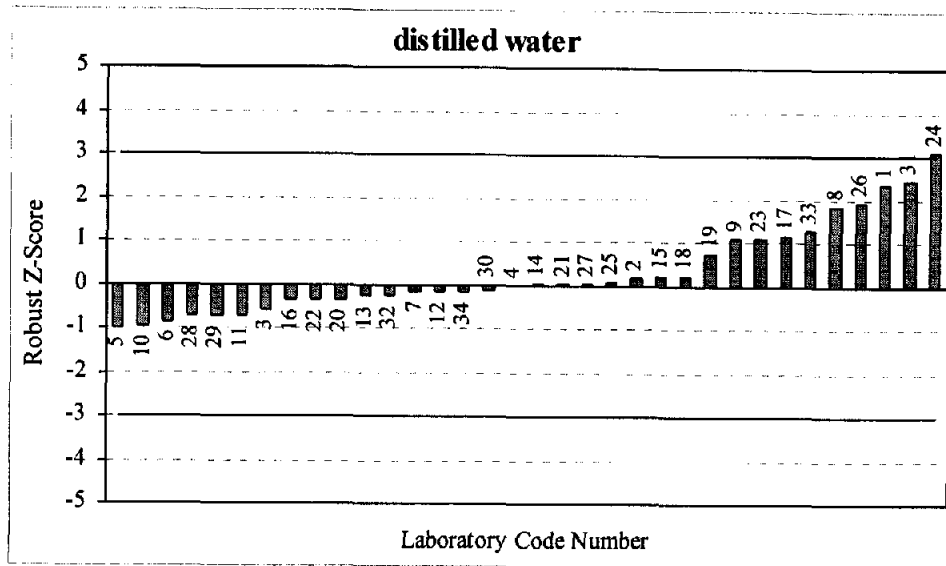
รูปที่ 16 ค่า z-score ของ median ค่า pH น้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



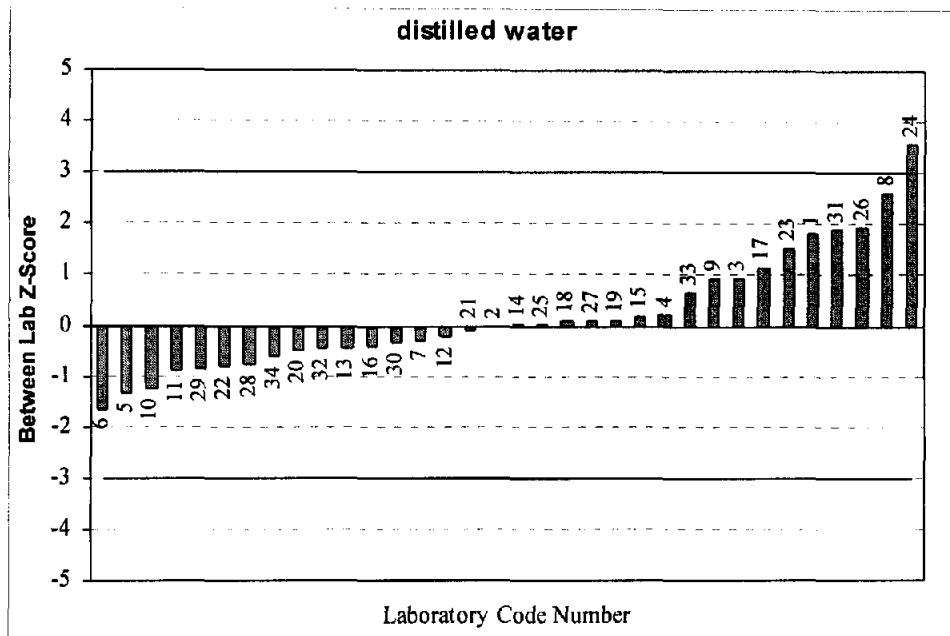
รูปที่ 17 ค่า between laboratory z-score ของ pH น้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



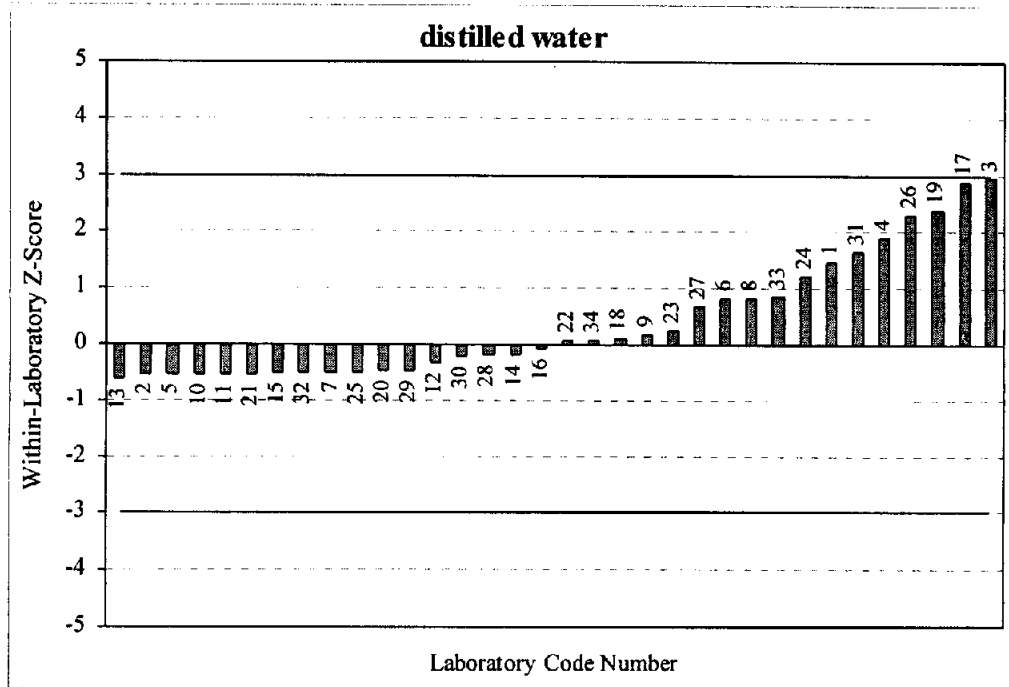
รูปที่ 18 ค่า within laboratory z-score ของ pH น้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



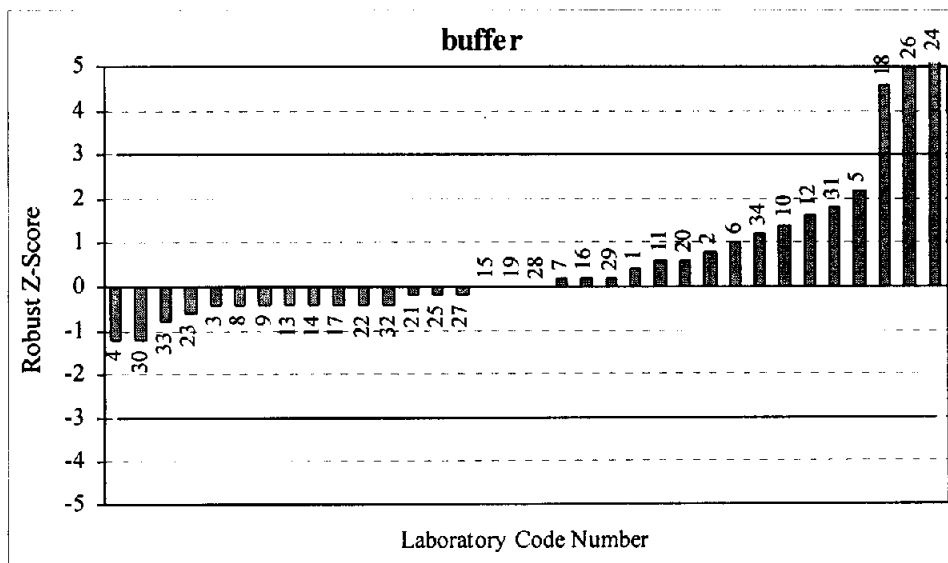
รูปที่ 19 ค่า z-score ของ median ค่า pH น้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



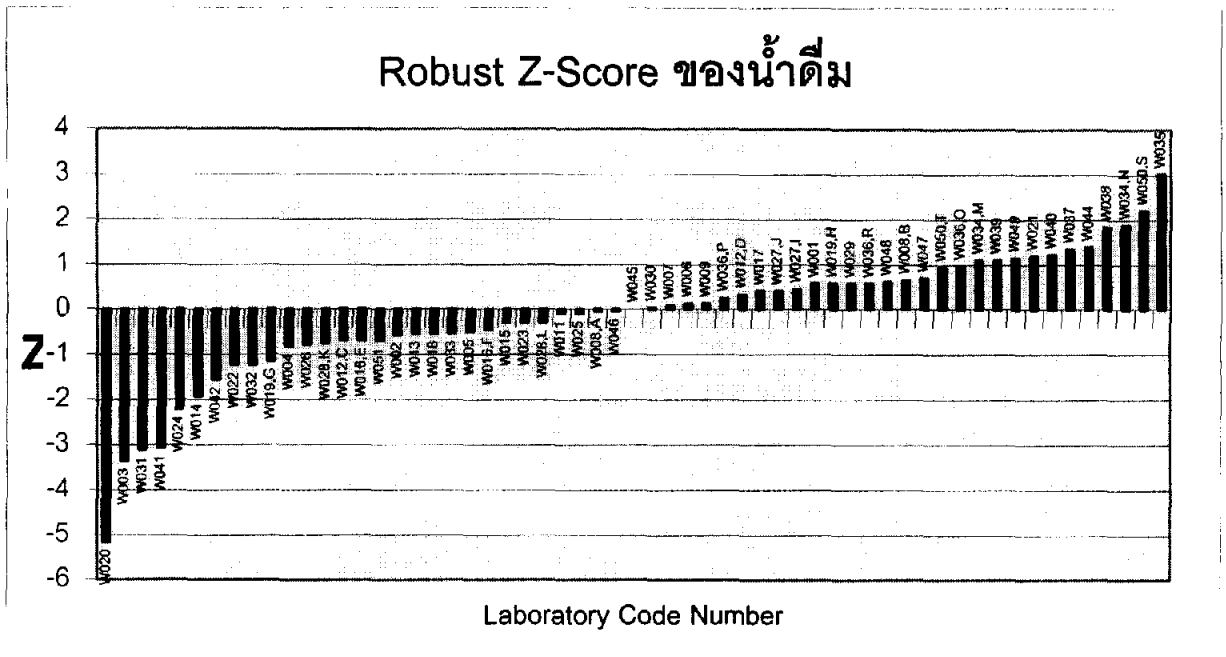
รูปที่ 20 ค่า between laboratory z-score ของ pH น้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



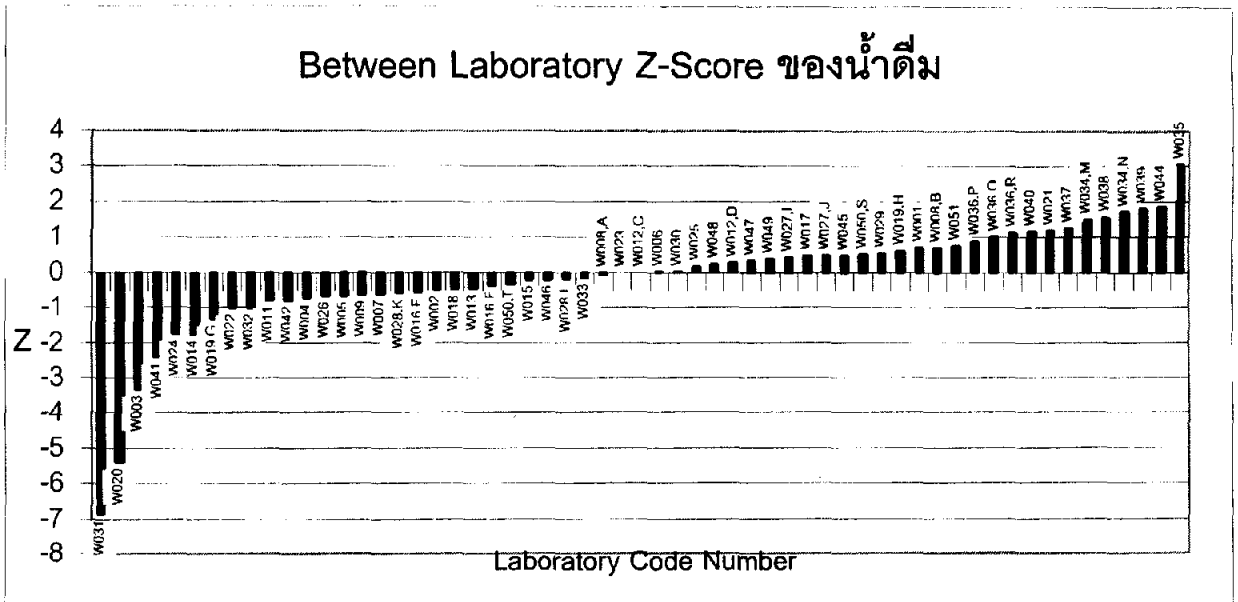
รูปที่ 21 ค่า within laboratory z-score ของ pH น้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



รูปที่ 22 ค่า robust z-score ของ pH Buffer จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

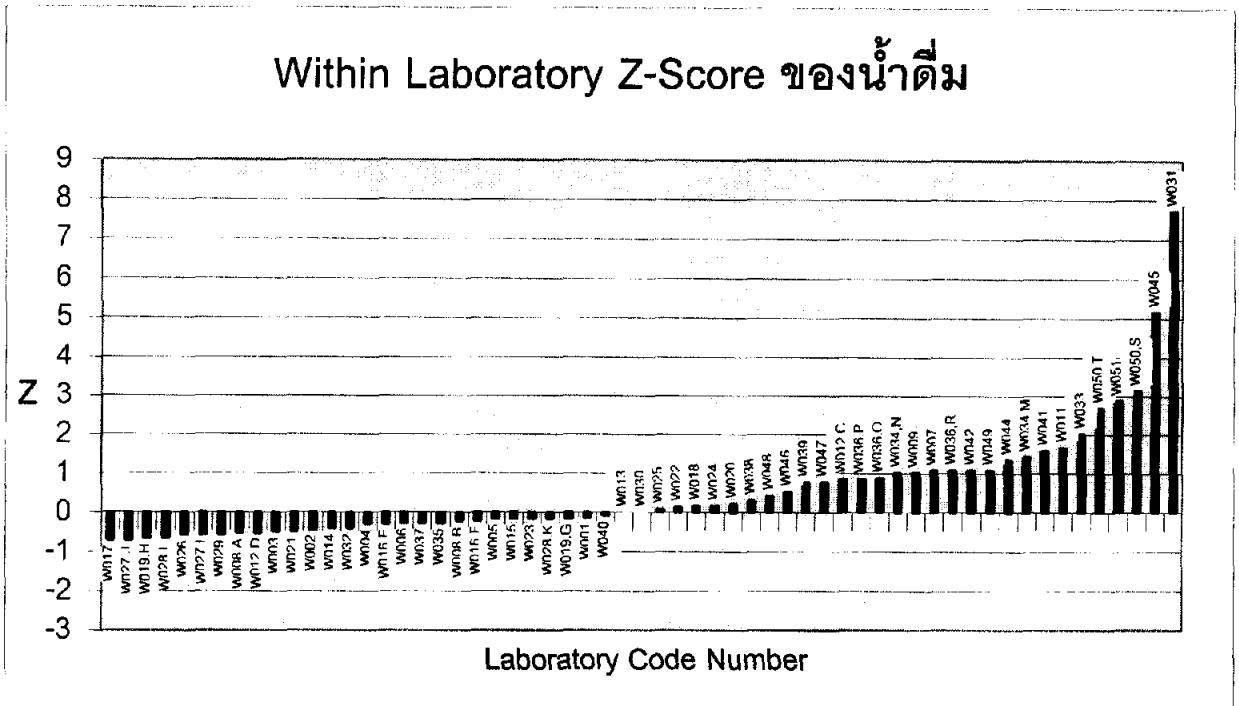


รูปที่ 23 : ค่า Robust Z-Score ของ median ค่า pH น้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

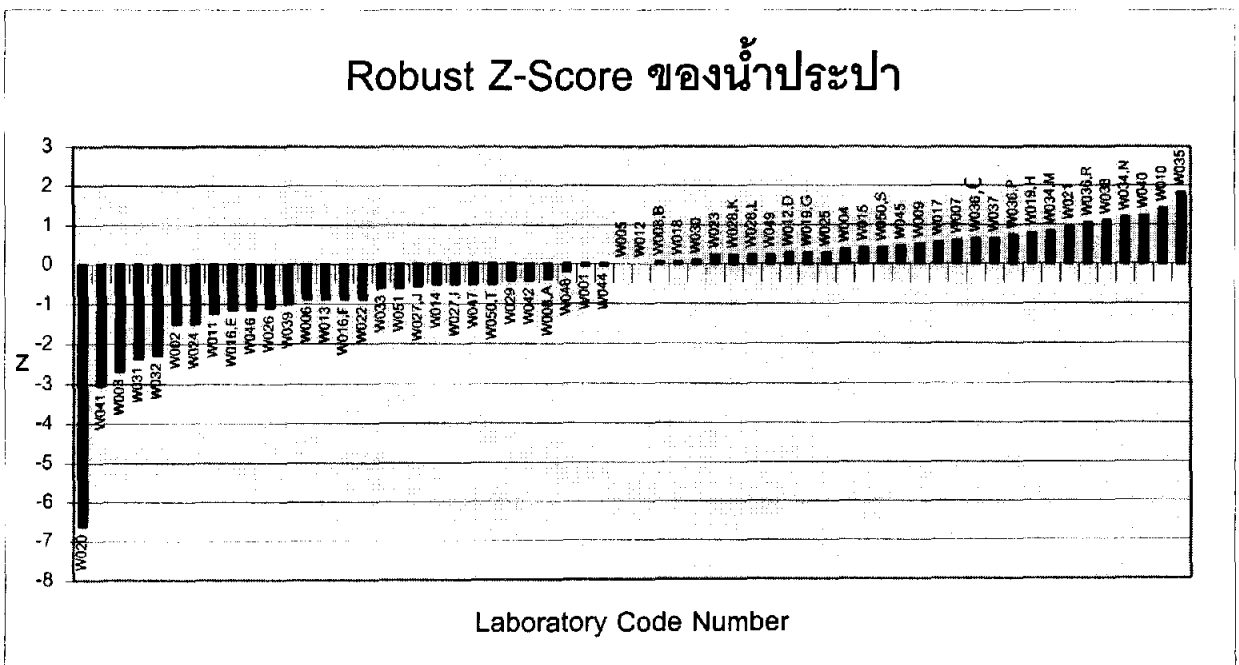


รูปที่ 24:ค่า Between Laboratory Z-Score ของ pH น้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

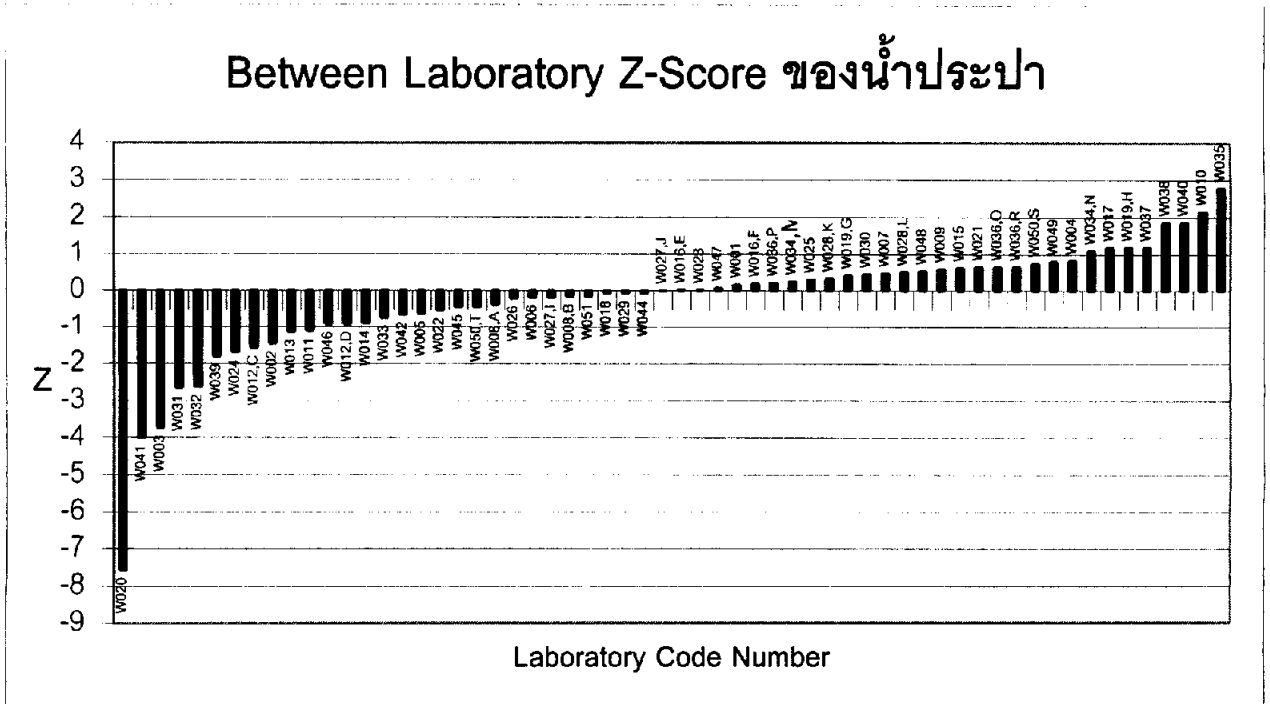




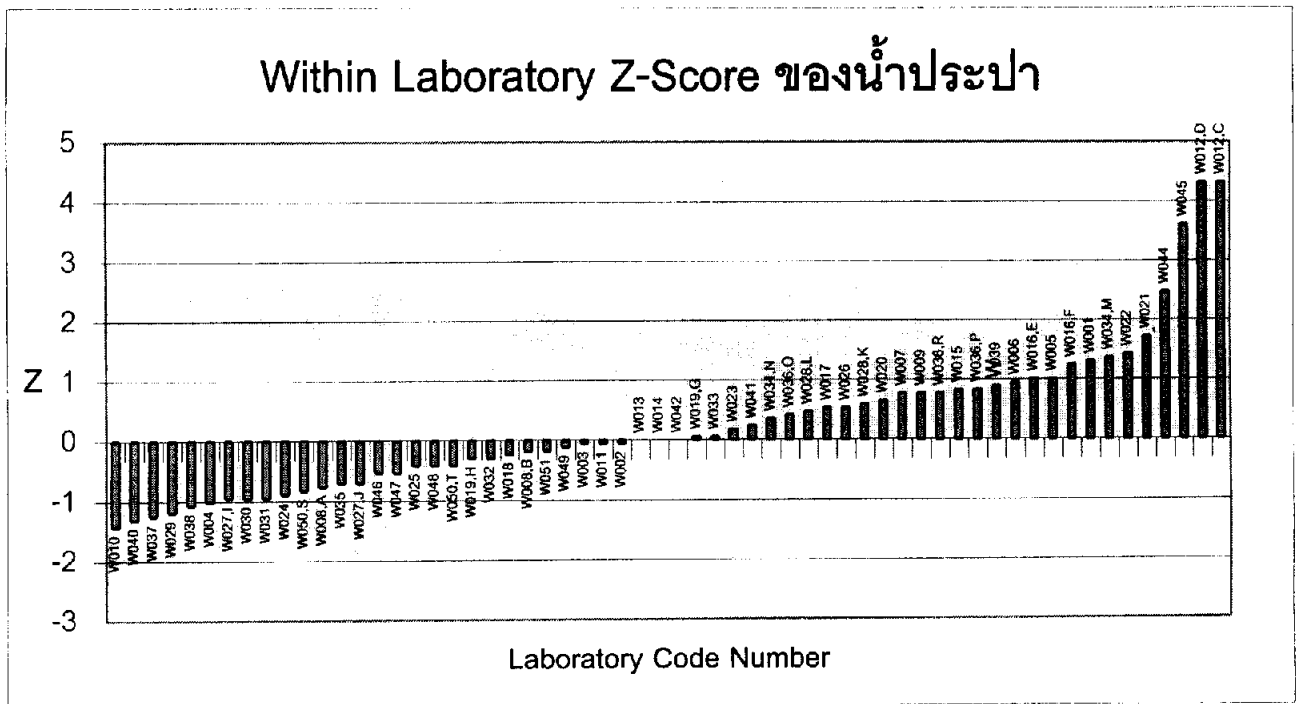
รูปที่ 25 : ค่า Within Laboratory Z-Score ของ pH น้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



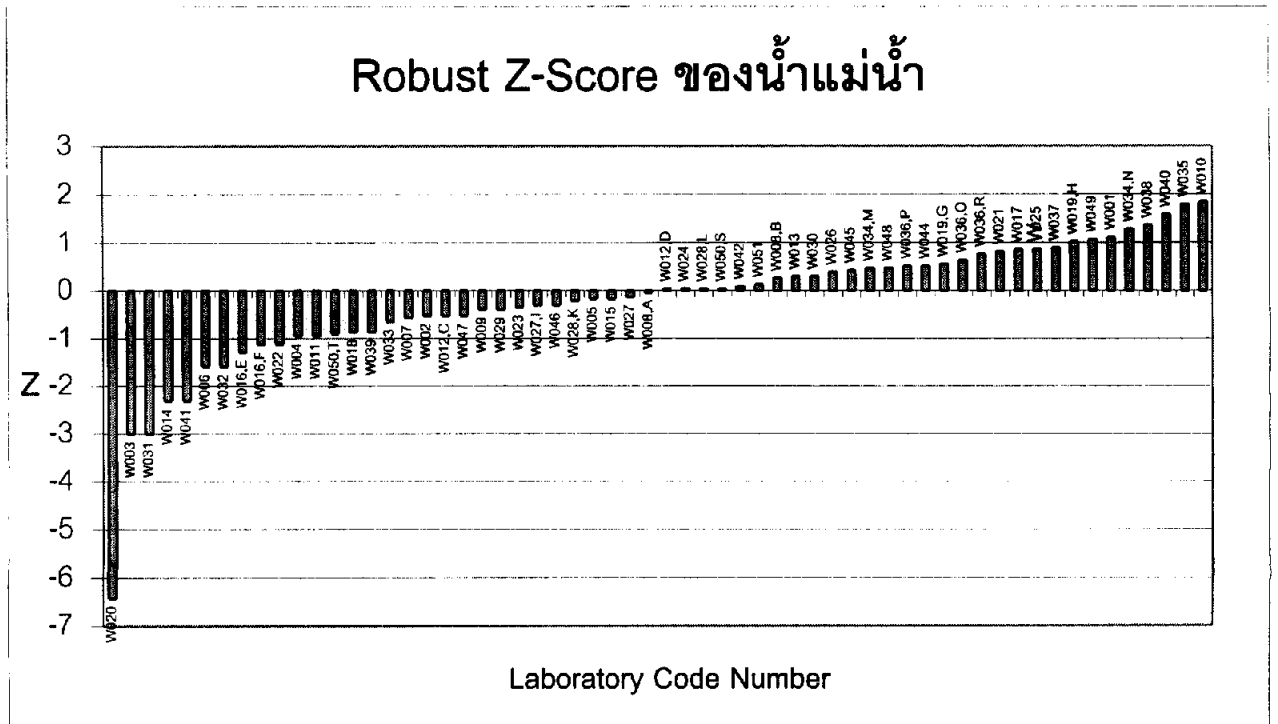
รูปที่ 26 : ค่า Robust Z-Score ของ median ค่า pH น้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



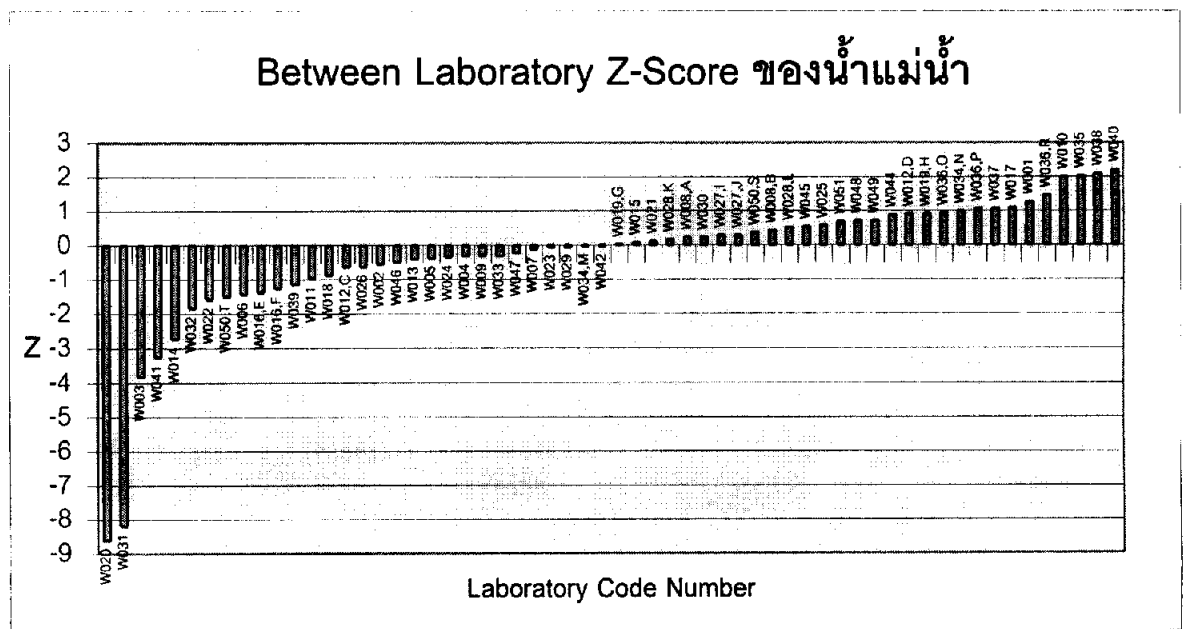
รูปที่ 27 ค่า Between Laboratory Z-Score ของ pH น้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



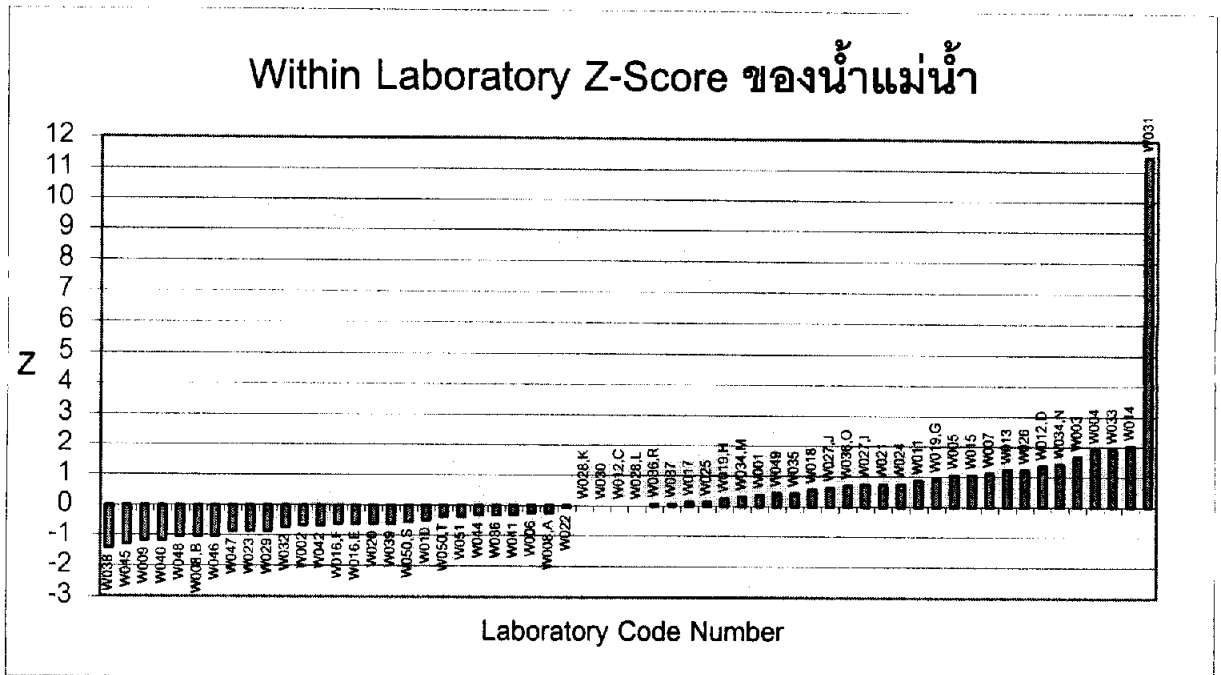
รูปที่ 28 : ค่า Within Laboratory Z-Score ของ pH น้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



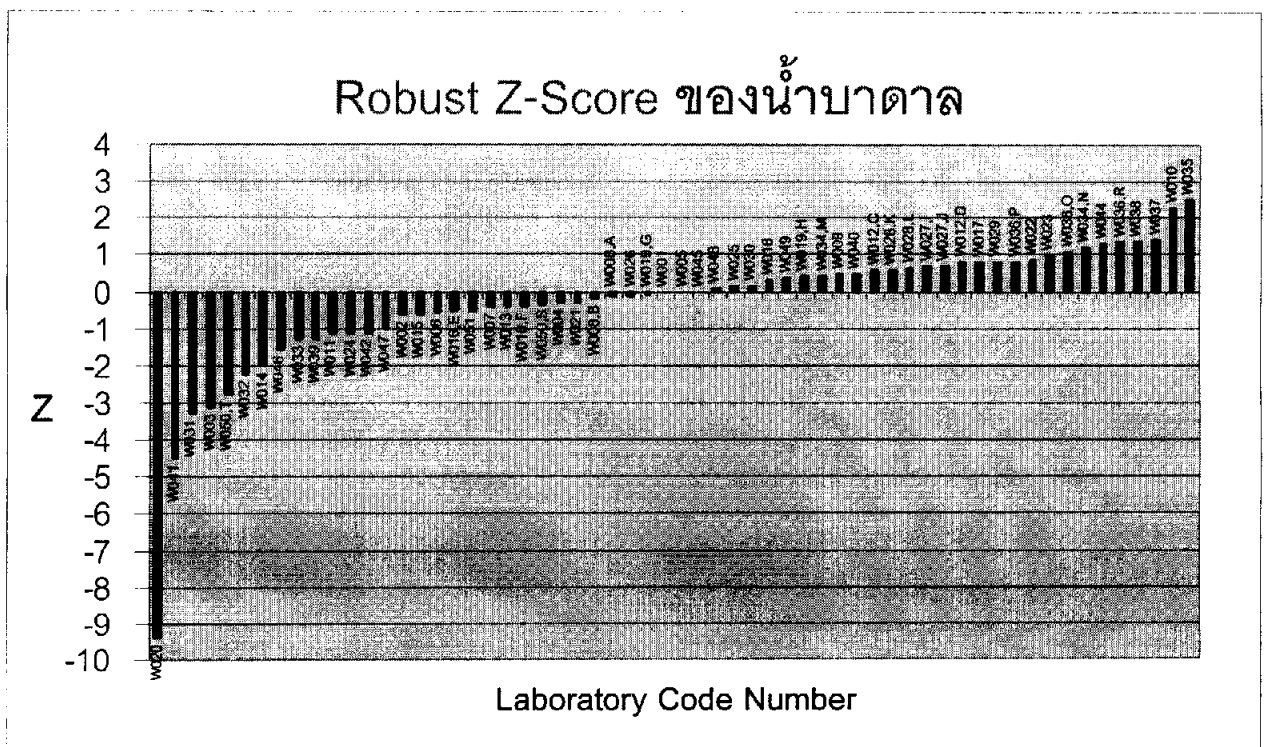
รูปที่ 29: ค่า Robust Z-Score ของ median ค่า pH น้ำแม่ น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



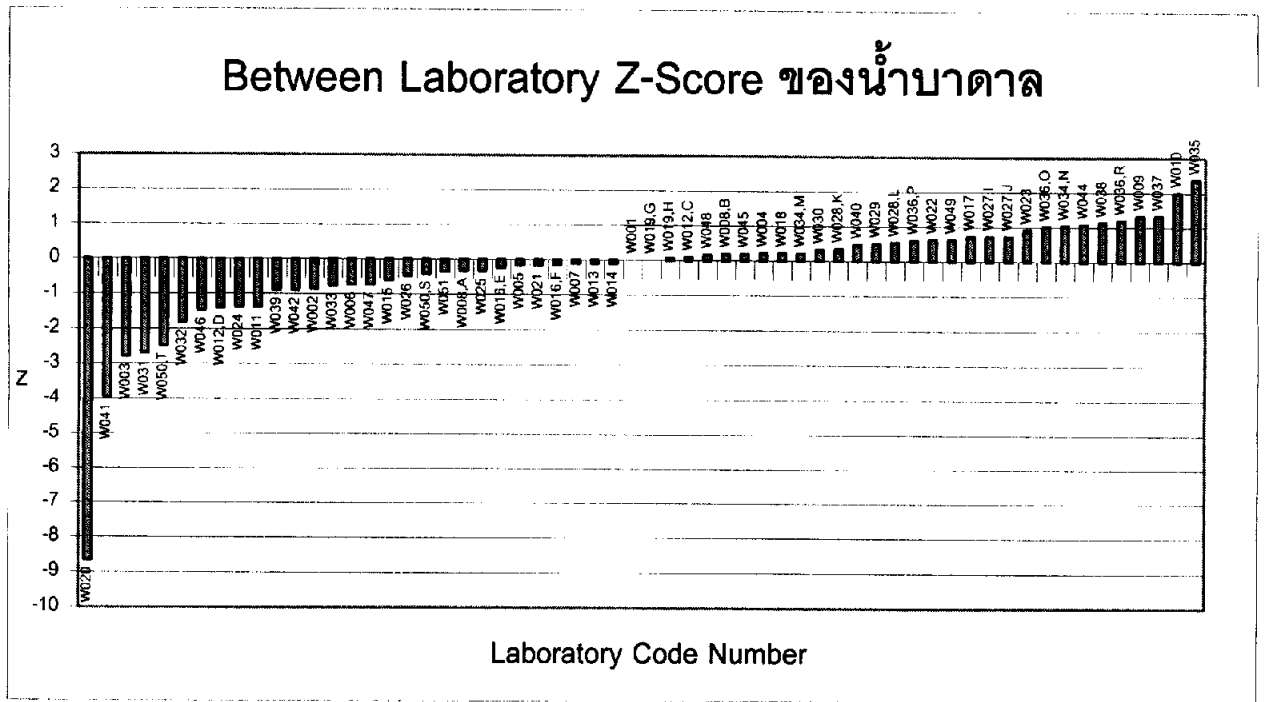
รูปที่ 30: ค่า Between Laboratory Z-Score ของ pH น้ำแม่ น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



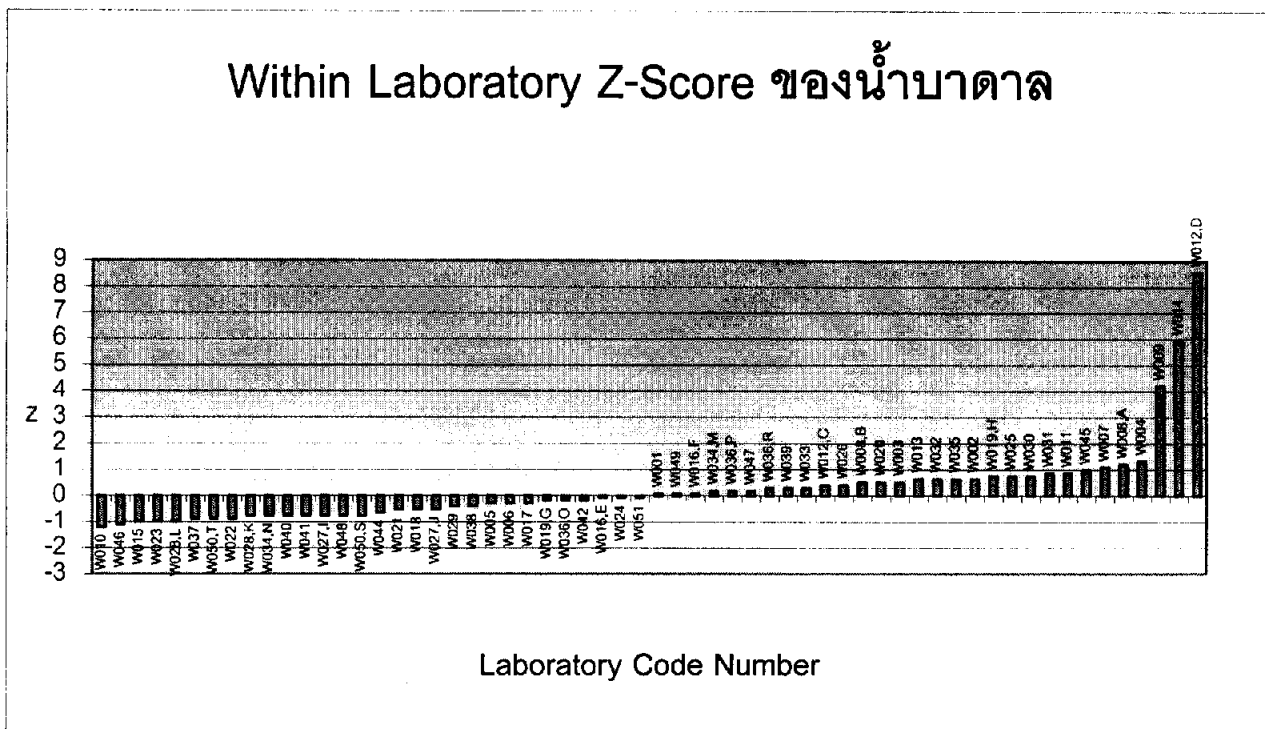
รูปที่ 31: ค่า Within Laboratory Z-Score ของ pH น้ำแม่ น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



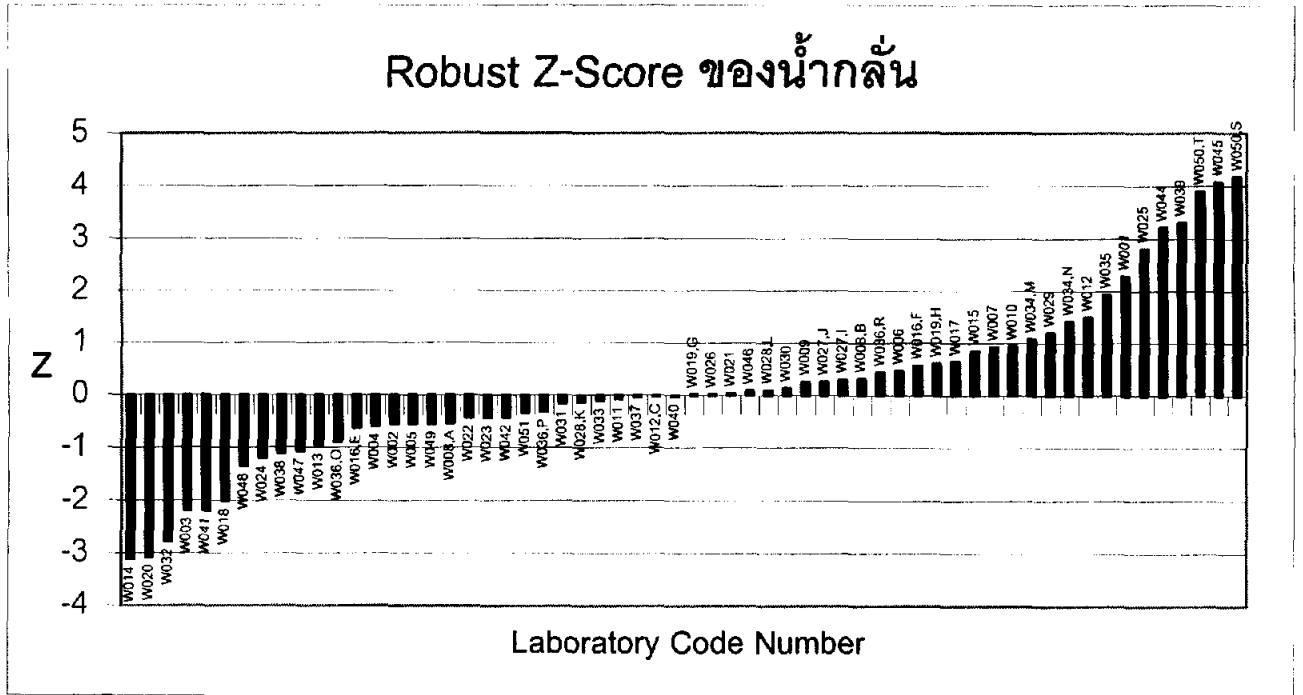
รูปที่ 32 :ค่า Robust Z-Score ของ median ค่า pH น้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



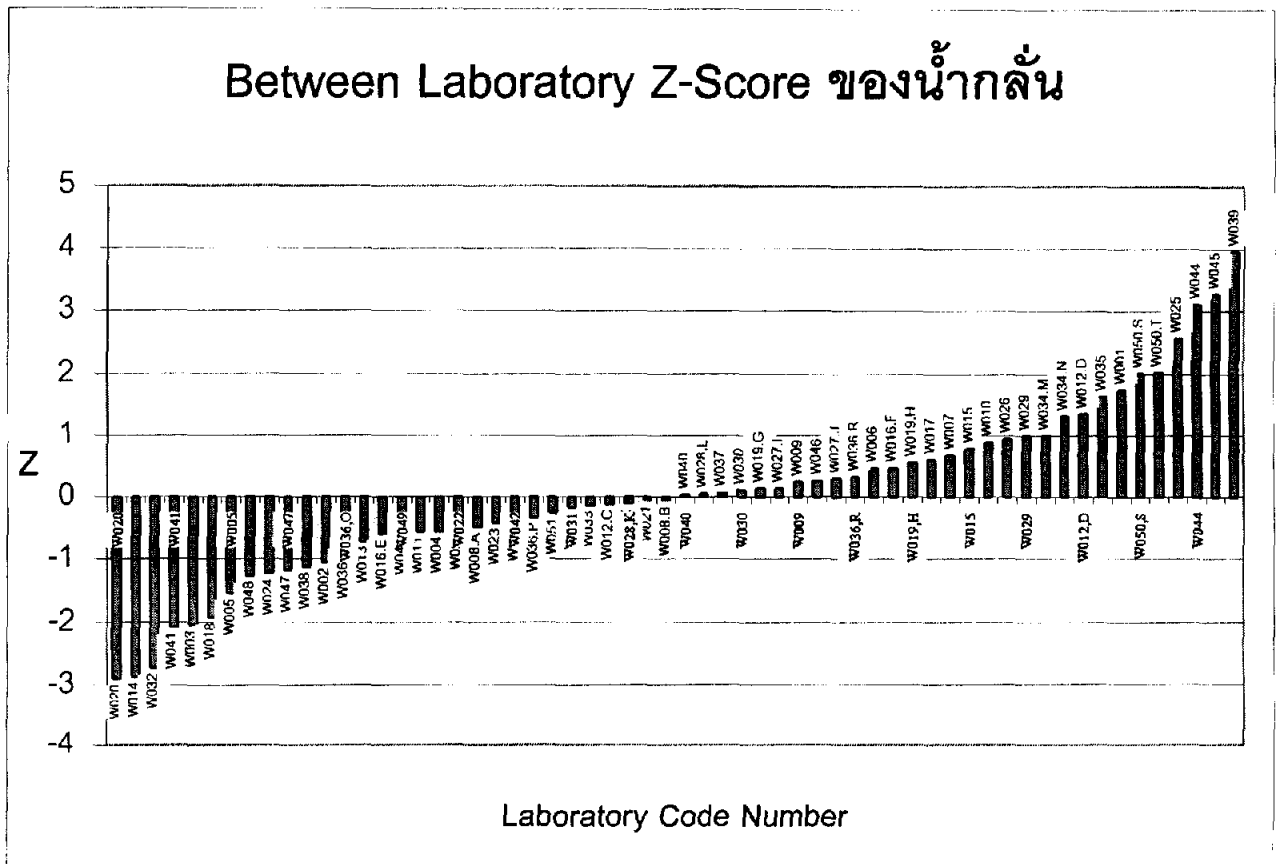
รูปที่ 33: ค่า Between Laboratory Z-Score ของ pH น้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



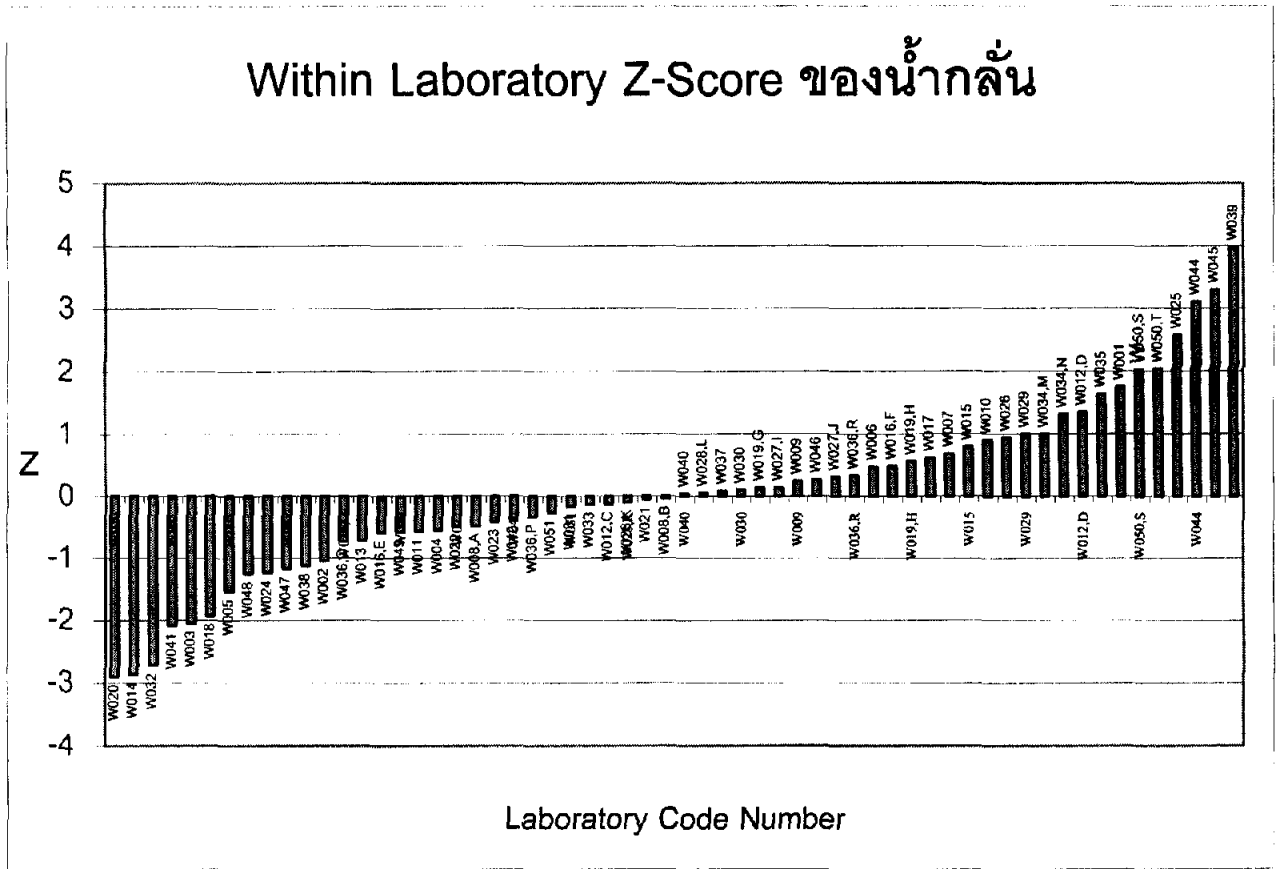
รูปที่ 34 : ค่า Within Laboratory Z-Score ของ pH น้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



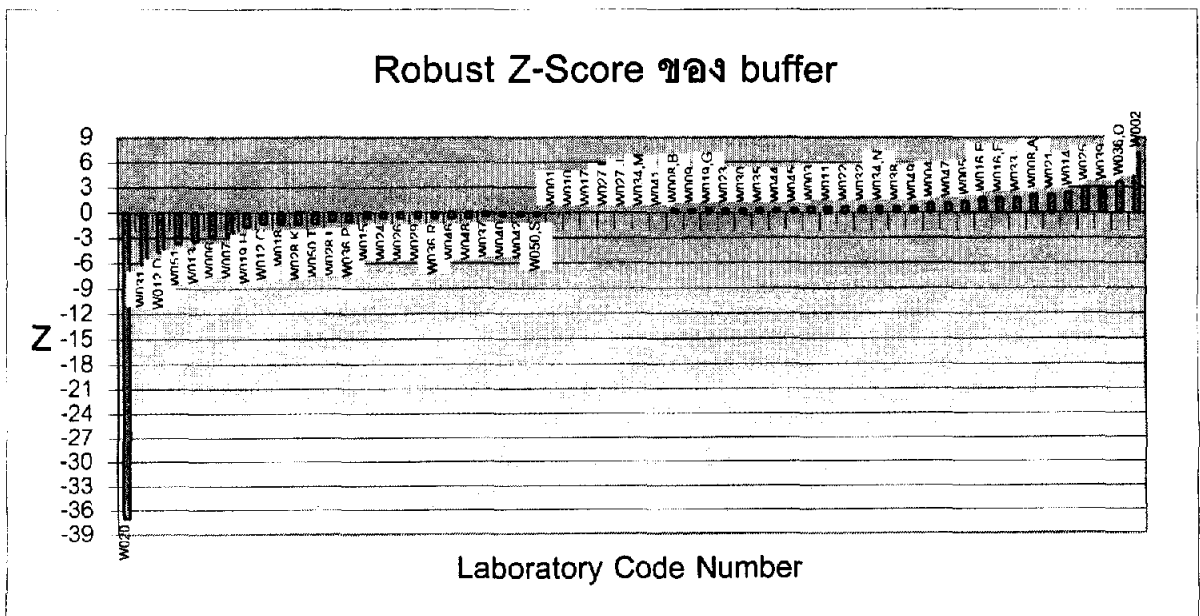
รูปที่ 35 ค่า Robust Z-Score ของ median ค่า pH น้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



รูปที่ 36 : ค่า Between Laboratory Z-Score ของ pH น้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



รูปที่ 37 : ค่า Within Laboratory Z-Score ของ pH น้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ



รูปที่ 38 : ค่า Robust Z-Score ของ pH Buffer จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

## ข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ สำหรับโครงการฯที่ 1

ตารางที่ ก1 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| LAB CODE | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | LAB CODE** | median | max  | min  | ZBi     | ZWi     | Robust Z- Score |
|----------|---------|---------|---------|------------|--------|------|------|---------|---------|-----------------|
| W001     | 7.94    | 8.03    | 8.13    | 1          | 8.03   | 8.13 | 7.94 | 0.3992  | 0.8672  | 0.2639          |
| W002     | 7.65    | 7.69    | 7.59    | 2          | 7.65   | 7.69 | 7.59 | -1.7758 | -4 E-06 | -1.9648         |
| W003     | 8.02    | 8.02    | 8.12    | 3          | 8.02   | 8.12 | 8.02 | 0.5919  | -4 E-06 | 0.2053          |
| W004     | 7.87    | 7.84    | 7.87    | 4          | 7.87   | 7.87 | 7.84 | -0.5919 | -0.6745 | -0.6745         |
| W005     | 7.77    | 7.54    | 7.61    | 5          | 7.61   | 7.77 | 7.54 | -1.6932 | 1.2527  | -2.1994         |
| W006     | 7.53    | 7.48    | 7.67    | 6          | 7.53   | 7.67 | 7.48 | -       | -       | -               |
| W007     | 7.9     | 7.83    | 8.04    | 7          | 7.9    | 8.04 | 7.83 | -0.1514 | 1.0600  | -0.4985         |
| W008,1   | 7.7     | 7.9     | 7.5     | 8          | 7.7    | 7.9  | 7.5  | -1.4454 | 2.8909  | -1.6716         |
| W008,2   | 7.8     | 7.8     | 7.8     | 9          | 7.8    | 7.8  | 7.8  | -1.4454 | 0.1927  | 0.0880          |
| W009     | 8.06    | 7.87    | 8.02    | 10         | 8.02   | 8.06 | 7.87 | 0.0137  | 0.8672  | 0.2053          |
| W010     | 7.9     | 8       | 8.02    | 11         | 8      | 8.02 | 7.9  | -0.0138 | 0.1927  | 0.0745          |
| W011     | 8.02    | 8.04    | 8.05    | 12         | 8.04   | 8.05 | 8.02 | 0.3992  | -0.6745 | 0.3226          |
| W012     | 8.02    | 8.05    | 8.07    | 13         | 8.05   | 8.07 | 8.02 | 0.4542  | -0.4818 | 0.3812          |
| W013     | 8.06    | 8.13    | 8.13    | 14         | 8.13   | 8.13 | 8.06 | 0.7296  | 0.4818  | 0.8504          |
| W014     | 8.01    | 7.97    | 7.99    | 15         | 7.99   | 8.01 | 7.97 | 0.1514  | -0.5781 | .0293           |
| W015     | 7.79    | 7.67    | 7.81    | 16         | 7.79   | 7.81 | 7.67 | -1.2251 | 0.3854  | 0.3812          |
| W016     | 8.05    | 8.02    | 8.17    | 17         | 8.05   | 8.17 | 8.02 | 0.7296  | 0.4818  | 0.3812          |
| W017     | 8.15    | 8.2     | 8.15    | 18         | 8.15   | 8.2  | 8.15 | 1.1700  | -0.4818 | -1.7302         |
| W018     | 7.69    | 8       | 7.52    | 19         | 7.69   | 8    | 7.52 | -1.1150 | 3.6618  | -0.9691         |
| W019     | 7.83    | 7.59    | 7.93    | 20         | 7.83   | 7.93 | 7.59 | -1.1150 | 2.3127  | 1.0264          |
| W020     | 8.14    | 8.11    | 8.04    | 21         | 8.11   | 8.14 | 8.04 | -1.1150 | 1.2487  | 0.4532          |
| W021     | 7.98    | 7.84    | 8.01    | 22         | 7.98   | 8.01 | 7.84 | -1.1150 | -5213   | -0.0048         |
| W022     | 7.98    | 8.08    | 8.06    | 23         | 8.06   | 8.08 | 7.98 | -       | -       | -               |
| W023     | 7.96    | 8.01    | 7.97    | 24         | 7.97   | 8.01 | 7.96 | -       | -       | -               |
| W024     | 8.13    | 8.13    | 8.08    | 25         | 8.13   | 8.13 | 8.08 | -       | -       | -               |
| W025     | 8.16    | 8.16    | 8.24    | 26         | 8.16   | 8.24 | 8.16 | 1.3077  | -0.1927 | -1.0210         |

\*\*หมายเลขห้องปฏิบัติการที่ใช้แสดงในรูปกราฟ



ตารางที่ ก1(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| LAB CODE | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | LAB CODE** | median | max  | min  | ZBi     | ZWi     | Robust Z- Score |
|----------|---------|---------|---------|------------|--------|------|------|---------|---------|-----------------|
| W026     | 7.84    | 7.72    | 7.92    | 27         | 7.84   | 7.92 | 7.72 | -0.7846 | 0.9687  | -0.9621         |
| W027     | 7.94    | 7.97    | 7.97    | 28         | 7.97   | 7.97 | 7.94 | -0.0413 | -0.8234 | -0.02100        |
| W028     | 7.95    | 7.92    | 7.95    | 29         | 7.95   | 7.95 | 7.92 | -0.1514 | -0.8635 | -0.2654         |
| W029     | 7.86    | 7.76    | 7.93    | 30         | 7.86   | 7.93 | 7.76 | -0.6470 | 0.7548  | -0.8472         |
| W030     | 7.73    | 8.09    | 7.69    | 31         | 7.73   | 8.09 | 7.69 | -0.3992 | 2.6598  | -1.7321         |
| W031     | 8.08    | 8.03    | 8.09    | 32         | 8.08   | 8.09 | 8.03 | 0.5368  | -0.2963 | 0.6322          |
| W032,1   | 8.01    | 8.11    | 8.11    | 33         | 8.11   | 8.11 | 8.01 | -       | -       | -               |
| W032,2   | 8.01    | 8.03    | 8.06    | 34         | 8.03   | 8.06 | 8.01 | -       | -       | -               |

\*\*หมายเลขห้องปฏิบัติการที่ใช้แสดงในรูปกราฟ

ตารางที่ ก2 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Statistic      | median | max   | min   |
|----------------|--------|-------|-------|
| No. of Results | 34     | 34    | 34    |
| Median         | 7.985  | 8.030 | 7.930 |
| Normalised IQR | 0.161  | 0.130 | 0.215 |
| Robust CV      | 2.0%   | 1.6%  | 2.7%  |
| Minimum        | 7.53   | 7.67  | 7.48  |
| Maximum        | 8.16   | 8.24  | 8.16  |
| Range          | 0.63   | 0.57  | 0.68  |

ตารางที่ 3 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| LAB CODE | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | LAB CODE** | median | max  | min  | ZBi     | ZWi      | Robust Z- Score |
|----------|---------|---------|---------|------------|--------|------|------|---------|----------|-----------------|
| W001     | 7.88    | 7.93    | 7.91    | 1          | 7.91   | 7.93 | 7.88 | 0.0158  | -0.5567  | 0.0310          |
| W002     | 7.6     | 7.7     | 7.53    | 2          | 7.6    | 7.7  | 7.53 | -1.8144 | 0.4711   | -1.8917         |
| W003     | 7.97    | 7.95    | 7.97    | 3          | 7.97   | 7.97 | 7.95 | 0.3629  | -0.8137  | 0.4031          |
| W004     | 7.84    | 7.91    | 7.85    | 4          | 7.85   | 7.91 | 7.84 | -0.1735 | -0.3854  | -0.3411         |
| W005     | 7.53    | 7.42    | 7.72    | 5          | 7.53   | 7.72 | 7.42 | -2.0984 | 1.5845   | -2.3258         |
| W006     | 7.56    | 7.67    | 7.56    | 6          | 7.56   | 7.67 | 7.56 | -1.8144 | -0.01214 | -2.136          |
| W007     | 8.01    | 8       | 7.99    | 7          | 8      | 8.01 | 7.99 | 0.8521  | -0.9521  | 0.6598          |
| W008,1   | 7.6     | 7.9     | 7.7     | 8          | 7.7    | 7.9  | 7.6  | -1.0238 | 1.8210   | -1.2365         |
| W008,2   | 7.7     | 7.8     | 7.8     | 9          | 7.8    | 7.8  | 7.7  | -1.0253 | -0.2103  | -0.7412         |
| W009     | 7.97    | 7.47    | 8.06    | 10         | 7.97   | 8.06 | 7.47 | -0.9356 | 4.0684   | 0.4031          |
| W010     | 7.86    | 7.83    | 7.88    | 11         | 7.86   | 7.88 | 7.83 | -0.8251 | -0.5567  | -0.2791         |
| W011     | 7.92    | 8.26    | 8.1     | 12         | 8.1    | 8.26 | 7.92 | -0.2654 | 1.9271   | 1.2094          |
| W012     | 8.12    | 8.06    | 7.91    | 13         | 8.06   | 8.12 | 7.91 | 0.7892  | 0.8137   | 0.9613          |
| W013     | 8.13    | 8.15    | 8.03    | 14         | 8.13   | 8.15 | 8.03 | 1.1692  | 0.0428   | 1.3955          |
| W014     | 8.03    | 7.94    | 8.03    | 15         | 8.03   | 8.03 | 7.94 | 0.6213  | -0.3141  | 0.7753          |
| W015     | 7.79    | 7.83    | 7.72    | 16         | 7.79   | 7.83 | 7.72 | -0.9215 | -0.0428  | -0.7132         |
| W016     | 8.02    | 7.85    | 7.9     | 17         | 7.9    | 8.02 | 7.85 | 0.2652  | 0.4711   | -0.0310         |
| W017     | 7.92    | 8.27    | 8.05    | 18         | 8.05   | 8.27 | 7.92 | 1.2156  | -0.2998  | 0.7753          |
| W018     | 7.67    | 7.75    | 7.72    | 19         | 7.72   | 7.75 | 7.67 | -1.2154 | 2.1036   | -0.8993         |
| W019     | 7.9     | 7.77    | 7.93    | 20         | 7.9    | 7.93 | 7.77 | 0.3121  | -0.3265  | 0.3411          |
| W020     | 7.82    | 7.85    | 8       | 21         | 7.85   | 8    | 7.82 | 0.09610 | 0.3698   | -0.2812         |
| W021     | 7.83    | 7.81    | 7.99    | 22         | 7.83   | 7.99 | 7.81 | 0.0036  | 0.3541   | -0.3254         |
| W022     | 8.04    | 8.03    | 7.96    | 23         | 8.03   | 8.04 | 7.96 | 0.7852  | -0.3213  | 0.8954          |
| W023     | 7.68    | 7.65    | 8.06    | 24         | 7.68   | 8.06 | 7.65 | -0.2651 | 2.6875   | -1.5421         |
| W024     | 7.85    | 8       | 8.07    | 25         | 8      | 8.07 | 7.85 | 0.3254  | 1.0012   | 0.7854          |
| W025     | 7.97    | 8.03    | 8.06    | 26         | 8.03   | 8.06 | 7.97 | 0.8512  | -0.2354  | 0.7985          |
| W026     | 7.89    | 7.66    | 7.76    | 27         | 7.76   | 7.89 | 7.66 | -0.8941 | 1.0123   | -1.0125         |
| W027     | 7.96    | 7.95    | 7.99    | 28         | 7.96   | 7.99 | 7.95 | 0.4120  | -0.8514  | 0.3695          |

ตารางที่ ก3(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| LAB CODE | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | LAB CODE** | median | max  | min  | ZBi      | ZWi     | Robust Z- Score |
|----------|---------|---------|---------|------------|--------|------|------|----------|---------|-----------------|
| W028     | 7.79    | 8       | 7.92    | 29         | 7.92   | 8    | 7.79 | -0.01241 | 0.9874  | 0.0930          |
| W029     | 7.93    | 7.95    | 7.9     | 30         | 7.93   | 7.95 | 7.9  | 0.2012   | -0.6025 | 0.2145          |
| W030     | 7.75    | 7.5     | 7.97    | 31         | 7.75   | 7.97 | 7.5  | -1.0365  | -0.6235 | -1.0231         |
| W031     | 8       | 8.04    | 7.94    | 32         | 8      | 8.04 | 7.94 | 0.7451   | -0.1541 | 0.7859          |
| W032,1   | 7.88    | 7.9     | 7.88    | 33         | 7.88   | 7.9  | 7.88 | -0.0321  | -0.9841 | -0.1564         |
| W032,2   | 7.93    | 7.98    | 7.94    | 34         | 7.94   | 7.98 | 7.93 | 0.2745   | -0.7123 | 0.3216          |

\*\*หมายเลขห้องปฏิบัติการที่ใช้แสดงในรูปกราฟ

ตารางที่ ก4 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Statistic      | median | max   | min   |
|----------------|--------|-------|-------|
| No. of Results | 34     | 34    | 34    |
| Median         | 7.905  | 7.985 | 7.845 |
| Normalised IQR | 0.154  | 0.104 | 0.185 |
| Robust CV      | 1.9%   | 1.3%  | 2.4%  |
| Minimum        | 7.53   | 7.67  | 7.42  |
| Maximum        | 8.13   | 8.27  | 8.03  |
| Range          | 0.60   | 0.60  | 0.61  |

ตารางที่ ก5 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| LAB CODE | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | LAB CODE** | median | max  | min  | Zbi     | ZWi     | Robust Z- Score |
|----------|---------|---------|---------|------------|--------|------|------|---------|---------|-----------------|
| W001     | 7.66    | 7.96    | 7.46    | 1          | 7.66   | 7.96 | 7.46 | -0.6480 | 3.3725  | -0.8168         |
| W002     | 7.52    | 7.55    | 7.57    | 2          | 7.55   | 7.57 | 7.52 | -1.4256 | -0.4216 | -1.3614         |
| W003     | 7.93    | 7.75    | 7.69    | 3          | 7.75   | 7.93 | 7.69 | -0.1767 | 1.1804  | -0.3713         |
| W004     | 7.67    | 7.71    | 7.63    | 4          | 7.67   | 7.71 | 7.63 | -0.8365 | -0.1686 | -0.7673         |
| W005     | 7.62    | 7.61    | 7.33    | 5          | 7.61   | 7.62 | 7.33 | -1.7554 | 1.6019  | -1.0643         |
| W006     | 7.43    | 7.51    | 7.54    | 6          | 7.51   | 7.54 | 7.43 | -1.7557 | 0.1684  | -1.6138         |
| W007     | 7.98    | 7.99    | 8.07    | 7          | 7.99   | 8.07 | 7.98 | 0.9216  | -0.1623 | 0.8954          |
| W008,1   | 7.6     | 7.4     | 7.8     | 8          | 7.6    | 7.8  | 7.4  | -1.2857 | 2.8741  | -1.2689         |

ตารางที่ ก5(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| LAB CODE | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | LAB CODE** | median | max  | min  | Zbi     | ZWi     | Robust Z- Score |
|----------|---------|---------|---------|------------|--------|------|------|---------|---------|-----------------|
| W008,2   | 7.8     | 7.8     | 7.8     | 9          | 7.8    | 7.8  | 7.8  | -0.2361 | -0.9652 | -0.1238         |
| W009     | 7.75    | 7.96    | 7.8     | 10         | 7.8    | 7.96 | 7.75 | 0.01541 | 0.9879  | -0.0742         |
| W010     | 7.76    | 7.81    | 7.81    | 11         | 7.81   | 7.81 | 7.76 | -0.2653 | -0.5246 | -0.1733         |
| W011     | 7.79    | 7.9     | 7.77    | 12         | 7.79   | 7.9  | 7.77 | -0.0169 | 0.3126  | -0.2703         |
| W012     | 7.92    | 7.95    | 7.91    | 13         | 7.92   | 7.95 | 7.91 | 0.04263 | -0.7124 | 0.6683          |
| W013     | 7.96    | 7.97    | 7.95    | 14         | 7.96   | 7.97 | 7.95 | 0.5231  | -0.8543 | 0.4703          |
| W014     | 7.92    | 7.95    | 7.9     | 15         | 7.92   | 7.95 | 7.9  | 0.5369  | -0.5126 | 0.8954          |
| W015     | 7.64    | 7.56    | 7.73    | 16         | 7.64   | 7.73 | 7.56 | -1.0014 | 0.6217  | -1.1633         |
| W016     | 7.82    | 7.67    | 7.82    | 17         | 7.82   | 7.82 | 7.67 | -0.5962 | 0.4872  | 0.0248          |
| W017     | 8.01    | 7.95    | 8.09    | 18         | 8.01   | 8.09 | 7.95 | 0.9256  | 0.2314  | 0.9854          |
| W018     | 7.7     | 7.75    | 7.54    | 19         | 7.7    | 7.75 | 7.54 | -1.0231 | 0.9859  | -0.6985         |
| W019     | 7.92    | 7.84    | 7.86    | 20         | 7.86   | 7.92 | 7.84 | 0.2145  | -0.2314 | 0.2653          |
| W020     | 7.98    | 8.04    | 8.01    | 21         | 8.01   | 8.04 | 7.98 | 0.8512  | -0.2632 | 1.0265          |
| W021     | 7.93    | 7.99    | 7.92    | 22         | 7.93   | 7.99 | 7.92 | 0.5214  | -0.3512 | 0.3512          |
| W022     | 8.04    | 7.95    | 7.98    | 23         | 7.98   | 8.04 | 7.95 | 0.7451  | -0.1687 | 0.3269          |
| W023     | 7.92    | 8.1     | 7.74    | 24         | 7.92   | 8.1  | 7.74 | 0.2532  | 2.2361  | 0.3987          |
| W024     | 7.96    | 8.05    | 8.07    | 25         | 8.05   | 8.07 | 7.96 | 0.8952  | 0.1523  | 1.1965          |
| W025     | 8.08    | 8.04    | 8.09    | 26         | 8.08   | 8.09 | 8.04 | 1.0236  | -0.4985 | 1.2630          |
| W026     | 7.81    | 7.59    | 7.53    | 27         | 7.59   | 7.81 | 7.53 | -0.9521 | 1.7415  | -1.2658         |
| W027     | 7.83    | 7.87    | 7.83    | 28         | 7.83   | 7.87 | 7.83 | 0.0051  | -0.6951 | 0.03261         |
| W028     | 7.9     | 7.79    | 7.8     | 29         | 7.8    | 7.9  | 7.79 | 0.0014  | 0.1547  | -0.02154        |
| W029     | 7.82    | 7.85    | 7.83    | 30         | 7.83   | 7.85 | 7.82 | -0.0126 | -0.6841 | 0.02124         |
| W030     | 7.7     | 7.71    | 7.16    | 31         | 7.7    | 7.71 | 7.16 | -2.013  | 4.0125  | -0.6217         |
| W031     | 7.84    | 7.9     | 7.88    | 32         | 7.88   | 7.9  | 7.84 | 0.1524  | -0.4123 | 0.2541          |
| W032,1   | 7.88    | 8.03    | 7.99    | 33         | 7.99   | 8.03 | 7.88 | 0.4625  | 0.4875  | 0.9847          |
| W032,2   | 7.98    | 8.03    | 8.05    | 34         | 8.03   | 8.05 | 7.98 | 0.9245  | -0.3261 | 1.0213          |

\*\*หมายเลขห้องปฏิบัติการที่ใช้แสดงในรูปกราฟ

ตารางที่ 6 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Statistic      | median | max   | Min   |
|----------------|--------|-------|-------|
| No. of Results | 34     | 34    | 34    |
| Median         | 7.825  | 7.910 | 7.795 |
| Normalised IQR | 0.187  | 0.161 | 0.252 |
| Robust CV      | 2.4%   | 2.0%  | 3.2%  |
| Minimum        | 7.51   | 7.54  | 7.16  |
| Maximum        | 8.08   | 8.10  | 8.04  |
| Range          | 0.57   | 0.56  | 0.88  |

ตารางที่ 67 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| LAB CODE | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | LAB CODE** | median | max  | min  | ZBi     | Zwi     | Robust Z- Score |
|----------|---------|---------|---------|------------|--------|------|------|---------|---------|-----------------|
| W001     | 8       | 8       | 7.97    | 1          | 8      | 8    | 7.97 | -1.1054 | -1.2070 | -1.0117         |
| W002     | 7.81    | 7.79    | 7.91    | 2          | 7.81   | 7.91 | 7.79 | -2.1172 | 0.0710  | -2.2933         |
| W003     | 8.19    | 8.15    | 8.19    | 3          | 8.19   | 8.19 | 8.15 | 0.2810  | -1.0650 | 0.2698          |
| W004     | 7.86    | 7.87    | 7.96    | 4          | 7.87   | 7.96 | 7.86 | -1.6675 | -0.213  | -1.8886         |
| W005     | 7.9     | 7.94    | 8.04    | 5          | 7.94   | 8.04 | 7.9  | -1.2178 | 0.3550  | -1.4164         |
| W006     | 7.99    | 8.06    | 7.91    | 6          | 7.99   | 8.06 | 7.91 | -1.0650 | 0.5214  | -1.1025         |
| W007     | 8.25    | 8.28    | 8.29    | 7          | 8.28   | 8.29 | 8.25 | 1.2070  | -1.1984 | 0.9125          |
| W008,1   | 8.1     | 7.9     | 8       | 8          | 8      | 8.1  | 7.9  | -1.1664 | 1.2540  | -1.0041         |
| W008,2   | 8.2     | 8.1     | 8.2     | 9          | 8.2    | 8.2  | 8.1  | 0.0353  | -0.3214 | 0.2514          |
| W009     | 8.15    | 8.38    | 8.17    | 10         | 8.17   | 8.38 | 8.15 | 1.025   | 1.8412  | 0.1423          |
| W010     | 8.06    | 7.99    | 8       | 11         | 8      | 8.06 | 7.99 | -0.8365 | -0.7841 | -1.0015         |
| W011     | 8.13    | 8.06    | 8.21    | 12         | 8.13   | 8.21 | 8.06 | 0.0118  | 0.4875  | -0.2100         |
| W012     | 8.02    | 8.18    | 8.1     | 13         | 8.1    | 8.18 | 8.02 | -0.0118 | 0.7854  | -0.2310         |
| W013     | 8.23    | 8.27    | 8.09    | 14         | 8.23   | 8.27 | 8.09 | 0.3888  | 0.9852  | 0.6124          |
| W014     | 8.27    | 8.32    | 8.1     | 15         | 8.27   | 8.32 | 8.1  | 0.5302  | 1.7421  | 0.8952          |
| W015     | 8       | 8.12    | 8.04    | 16         | 8.04   | 8.12 | 8    | -0.8898 | 0.0254  | -0.7458         |
| W016     | 8       | 7.98    | 8.14    | 17         | 8      | 8.14 | 7.98 | -0.7854 | 0.7854  | -1.0023         |
| W017     | 8.39    | 8.3     | 8.3     | 18         | 8.3    | 8.39 | 8.3  | 1.7854  | -0.4125 | 1.0011          |

ตารางที่ ก7(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| LAB CODE | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | LAB CODE** | median | max  | min  | ZBi     | Zwi     | Robust Z- Score |
|----------|---------|---------|---------|------------|--------|------|------|---------|---------|-----------------|
| W018     | 8.02    | 7.85    | 7.85    | 19         | 7.85   | 8.02 | 7.85 | -1.7548 | 0.8541  | -2.0021         |
| W019     | 8.18    | 8.21    | 8.11    | 20         | 8.18   | 8.21 | 8.11 | 0.2356  | -0.3254 | 0.2356          |
| W020     | 8.17    | 8.15    | 8.24    | 21         | 8.17   | 8.24 | 8.15 | 0.5214  | -0.3689 | 0.1473          |
| W021     | 8.19    | 8.24    | 8.13    | 22         | 8.19   | 8.24 | 8.13 | 0.4526  | -0.0214 | 0.2142          |
| W022     | 8.19    | 8.24    | 8.2     | 23         | 8.2    | 8.24 | 8.19 | 0.6214  | -1.0215 | 0.2314          |
| W023     | 8.02    | 7.88    | 8.15    | 24         | 8.02   | 8.15 | 7.88 | -1.0325 | 2.2361  | -0.7891         |
| W024     | 8.2     | 8.06    | 8.16    | 25         | 8.16   | 8.2  | 8.06 | -0.0125 | 0.3854  | 0.02431         |
| W025     | 8.35    | 8.43    | 8.46    | 26         | 8.43   | 8.46 | 8.35 | 2.1035  | -0.0321 | 1.9521          |
| W026     | 8.01    | 7.94    | 8.1     | 27         | 8.01   | 8.1  | 7.94 | -1.0365 | 0.8512  | -1.0032         |
| W027     | 8.16    | 8.18    | 8.19    | 28         | 8.18   | 8.19 | 8.16 | 0.3214  | -1.321  | 0.2147          |
| W028     | 8.07    | 8.04    | 8.19    | 29         | 8.07   | 8.19 | 8.04 | -0.1687 | 0.5263  | -0.4879         |
| W029     | 8.08    | 8.01    | 8.05    | 30         | 8.05   | 8.08 | 8.01 | -0.7845 | -0.7845 | -0.8962         |
| W030     | 8.25    | 8.25    | 8.27    | 31         | 8.25   | 8.27 | 8.25 | 1.0368  | -1.5214 | 0.8541          |
| W031     | 8.16    | 8.21    | 8.08    | 32         | 8.16   | 8.21 | 8.08 | 0.2143  | 0.2315  | 0.0211          |
| W032,1   | 8.14    | 8.15    | 8.1     | 33         | 8.14   | 8.15 | 8.1  | -0.0871 | -1.0123 | -0.0051         |
| W032,2   | 8.36    | 8.39    | 8.35    | 34         | 8.36   | 8.39 | 8.35 | 1.7891  | -1.0541 | 1.3546          |

\*\*หมายเลขห้องปฏิบัติการที่ใช้แสดงในรูปกราฟ

ตารางที่ ก8 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Statistic      | median | max   | Min   |
|----------------|--------|-------|-------|
| No. of Results | 34     | 34    | 34    |
| Median         | 8.150  | 8.190 | 8.070 |
| Normalised IQR | 0.145  | 0.104 | 0.132 |
| Robust CV      | 1.8%   | 1.3%  | 1.6%  |
| Minimum        | 7.81   | 7.91  | 7.79  |
| Maximum        | 8.43   | 8.46  | 8.35  |
| Range          | 0.62   | 0.55  | 0.56  |

ตารางที่ ๑๑ ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| LAB CODE | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | LAB CODE** | median | max  | min  | ZBi     | Zwi     | Robust Z- Score |
|----------|---------|---------|---------|------------|--------|------|------|---------|---------|-----------------|
| W001     | 6.69    | 7.55    | 7.71    | 1          | 7.55   | 7.71 | 6.69 | 1.6753  | 1.3785  | 2.1691          |
| W002     | 6.35    | 6.41    | 6.41    | 2          | 6.41   | 6.41 | 6.35 | -0.0103 | -0.5120 | 0.1255          |
| W003     | 5.96    | 7.66    | 6.03    | 3          | 6.03   | 7.66 | 5.96 | 0.8736  | 2.7176  | -0.5557         |
| W004     | 5.88    | 7.10    | 6.33    | 4          | 6.33   | 7.1  | 5.88 | 0.2158  | 1.7724  | -0.0179         |
| W005     | 5.82    | 5.82    | 5.76    | 5          | 5.82   | 5.82 | 5.76 | -1.2231 | -0.5120 | -0.9322         |
| W006     | 5.30    | 6.00    | 5.90    | 6          | 5.9    | 6    | 5.3  | -1.812  | 0.8954  | -0.9875         |
| W007     | 6.25    | 6.2     | 6.29    | 7          | 6.25   | 6.29 | 6.2  | -0.2854 | -0.5698 | -0.1852         |
| W008,1   | 7.3     | 7.9     | 7.2     | 8          | 7.3    | 7.9  | 7.2  | 2.623   | 0.8547  | -0.6523         |
| W008,2   | 6.6     | 6.9     | 7       | 9          | 6.9    | 7    | 6.6  | -0.2651 | 0.2351  | 1.0236          |
| W009     | 5.86    | 5.84    | 5.8     | 10         | 5.84   | 5.86 | 5.8  | -1.3214 | -0.6231 | -1.0352         |
| W010     | 5.95    | 5.98    | 6.02    | 11         | 5.98   | 6.02 | 5.95 | -1.0012 | -0.6251 | -0.8521         |
| W011     | 6.37    | 6.2     | 6.25    | 12         | 6.25   | 6.37 | 6.2  | -0.2102 | -0.3654 | -0.1541         |
| W012     | 6.21    | 6.21    | 6.17    | 13         | 6.21   | 6.21 | 6.17 | -0.3658 | -0.6212 | -0.2365         |
| W013     | 6.27    | 6.51    | 6.35    | 14         | 6.35   | 6.51 | 6.27 | 0.0214  | -0.2354 | 0.01258         |
| W014     | 6.5     | 6.42    | 6.44    | 15         | 6.44   | 6.5  | 6.42 | 0.2365  | -0.6329 | 0.2165          |
| W015     | 6.34    | 6.15    | 6.05    | 16         | 6.15   | 6.34 | 6.05 | -0.4123 | -0.0325 | -0.3214         |
| W016     | 6.06    | 6.92    | 7.72    | 17         | 6.92   | 7.72 | 6.06 | 1.0986  | 2.8410  | 1.0891          |
| W017     | 6.6     | 6.24    | 6.46    | 18         | 6.46   | 6.6  | 6.24 | 0.2364  | 0.1243  | 0.2361          |
| W018     | 5.71    | 7.15    | 6.7     | 19         | 6.7    | 7.15 | 5.71 | 0.2158  | 2.2149  | 0.7451          |
| W019     | 6.11    | 6.21    | 6.17    | 20         | 6.17   | 6.21 | 6.11 | -0.4875 | -0.5984 | -0.3120         |
| W020     | 6.37    | 6.35    | 6.3     | 21         | 6.35   | 6.37 | 6.3  | -0.0541 | -0.5846 | 0.0121          |
| W021     | 5.85    | 6.2     | 6.15    | 22         | 6.15   | 6.2  | 5.85 | -0.8512 | 0.1245  | -0.2314         |
| W022     | 6.85    | 7.29    | 6.91    | 23         | 6.91   | 7.29 | 6.85 | 1.5214  | 0.3215  | 1.0210          |
| W023     | 7.53    | 7.93    | 8.43    | 24         | 7.93   | 8.43 | 7.53 | 3.5412  | 1.1856  | 3.0214          |
| W024     | 6.38    | 6.35    | 6.44    | 25         | 6.38   | 6.44 | 6.35 | 0.0235  | -0.5962 | 0.0985          |
| W025     | 7.34    | 7.96    | 6.55    | 26         | 7.34   | 7.96 | 6.55 | 1.9547  | 2.2364  | 1.8961          |

\*\*หมายเลขห้องปฏิบัติการที่ใช้แสดงในรูปกราฟ

ตารางที่ 9(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| LAB CODE | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | LAB CODE** | median | max  | Min  | Zbi     | Zwi     | Robust Z- Score |
|----------|---------|---------|---------|------------|--------|------|------|---------|---------|-----------------|
| W026     | 6.1     | 6.36    | 6.75    | 27         | 6.36   | 6.75 | 6.1  | 0.2102  | 0.7859  | 0.0231          |
| W027     | 5.92    | 5.97    | 6.15    | 28         | 5.97   | 6.15 | 5.92 | -0.8547 | -0.2143 | -0.7561         |
| W028     | 5.95    | 6.06    | 5.97    | 29         | 5.97   | 6.06 | 5.95 | -0.8796 | -0.5983 | -0.7458         |
| W029     | 6.12    | 6.29    | 6.34    | 30         | 6.29   | 6.34 | 6.12 | -0.2198 | -0.2314 | -0.0251         |
| W030     | 7.59    | 6.69    | 7.79    | 31         | 7.59   | 7.79 | 6.69 | 1.871   | 1.7415  | 2.4123          |
| W031     | 6.21    | 6.22    | 6.14    | 32         | 6.21   | 6.22 | 6.14 | -0.5213 | -0.6325 | -0.2103         |
| W032,1   | 7       | 7.04    | 6.31    | 33         | 7      | 7.04 | 6.31 | 0.6845  | 0.8953  | 1.2103          |
| W032,2   | 6.25    | 6.28    | 5.93    | 34         | 6.25   | 6.28 | 5.93 | -0.5846 | 0.0651  | -0.0321         |

\*\*หมายเลขห้องปฏิบัติการที่ใช้แสดงในรูปกราฟ

ตารางที่ 10 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Statistic      | median | max   | Min   |
|----------------|--------|-------|-------|
| No. of Results | 34     | 34    | 34    |
| Median         | 6.340  | 6.425 | 6.155 |
| Normalised IQR | 0.515  | 0.686 | 0.297 |
| Robust CV      | 8.1%   | 10.7% | 4.8%  |
| Minimum        | 5.82   | 5.82  | 5.30  |
| Maximum        | 7.93   | 8.43  | 7.53  |
| Range          | 2.11   | 2.61  | 2.23  |



ตารางที่ ก 11 ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| LAB CODE | pH   | LAB CODE** |
|----------|------|------------|
| W001     | 7.04 | 1          |
| W002     | 7.06 | 2          |
| W003     | 7    | 3          |
| W004     | 6.96 | 4          |
| W005     | 7.13 | 5          |
| W006     | 7.07 | 6          |
| W007     | 7.03 | 7          |
| W008,1   | 7    | 8          |
| W008,2   | 7    | 9          |
| W009     | 7.09 | 10         |
| W010     | 7.05 | 11         |
| W011     | 7.1  | 12         |
| W012     | 7    | 13         |
| W013     | 7    | 14         |
| W014     | 7.02 | 15         |
| W015     | 7.03 | 16         |
| W016     | 7    | 17         |

| LAB CODE | pH   | LAB CODE** |
|----------|------|------------|
| W017     | 7.25 | 18         |
| W018     | 7.02 | 19         |
| W019     | 7.05 | 20         |
| W020     | 7.01 | 21         |
| W021     | 7    | 22         |
| W022     | 6.99 | 23         |
| W023     | 7.28 | 24         |
| W024     | 7.01 | 25         |
| W025     | 7.27 | 26         |
| W026     | 7.01 | 27         |
| W027     | 7.02 | 28         |
| W028     | 7.03 | 29         |
| W029     | 6.96 | 30         |
| W030     | 7.11 | 31         |
| W031     | 7    | 32         |
| W032,1   | 6.98 | 33         |
| W032,2   | 7.08 | 34         |

\*\* หมายเลขห้องปฏิบัติการที่ใช้แสดงในรูปกราฟ

ตารางที่ ก 12 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| No. of Results | Median | Normalised IQR | Robust CV | Minimum | Maximum | Range |
|----------------|--------|----------------|-----------|---------|---------|-------|
| 34             | 7.020  | 0.050          | 0.7%      | 6.96    | 7.28    | 0.32  |

ข้อมูลค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำประเภทต่างๆ สำหรับโครงการที่ 2

ตารางที่ ก13 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่ 1 | ขวดที่ 2 | ขวดที่ 3 | median | max  | min  | ZBi      | ZWi      | Robust Z- Score |
|----------|----------|----------|----------|--------|------|------|----------|----------|-----------------|
| W001     | 7.81     | 7.9      | 7.76     | 7.81   | 7.9  | 7.76 | 0.69493  | -0.1349  | 0.5723          |
| W002     | 7.57     | 7.53     | 7.5      | 7.53   | 7.57 | 7.5  | -0.51098 | -0.44966 | -0.5723         |
| W003     | 6.87     | 6.85     | 6.81     | 6.85   | 6.87 | 6.81 | -3.35202 | -0.49463 | -3.35201        |
| W004     | 7.47     | 7.53     | 7.43     | 7.47   | 7.53 | 7.43 | -0.73581 | -0.31476 | -0.81756        |
| W005     | 7.43     | 7.55     | 7.56     | 7.55   | 7.56 | 7.43 | -0.67449 | -0.17986 | -0.49054        |
| W006     | 7.61     | 7.72     | 7.7      | 7.7    | 7.72 | 7.61 | 0.02044  | -0.2698  | 0.12263         |
| W007     | 7.3      | 7.71     | 7.69     | 7.69   | 7.71 | 7.3  | -0.63361 | 1.07919  | 0.08176         |
| W008,A   | 7.62     | 7.67     | 7.66     | 7.66   | 7.67 | 7.62 | -0.06132 | -0.53959 | -0.04088        |
| W008,B   | 7.77     | 7.89     | 7.83     | 7.83   | 7.89 | 7.77 | 0.69493  | -0.22483 | 0.65405         |
| W009     | 7.7      | 7.73     | 7.7      | 7.7    | 7.7  | 7.3  | -0.65405 | 1.03422  | 0.12263         |
| W010     | 7.7      | -        | -        | -      | -    | -    | -        | -        | -               |
| W011     | 7.19     | 7.65     | 7.73     | 7.65   | 7.73 | 7.19 | -0.81757 | 1.66374  | -0.08176        |
| W012,C   | 7.5      | 7.48     | 7.84     | 7.5    | 7.84 | 7.48 | -3.2E-07 | 0.85436  | -0.69493        |
| W012,D   | 7.75     | 7.7      | 7.75     | 7.75   | 7.75 | 7.7  | 0.26571  | -0.53959 | 0.32703         |
| W013     | 7.54     | 7.46     | 7.63     | 7.54   | 7.63 | 7.46 | -0.4701  | -3E-07   | -0.53142        |
| W014     | 7.27     | 7.19     | 7.2      | 7.2    | 7.27 | 7.19 | -1.75777 | -0.40469 | -1.92128        |
| W015     | 7.54     | 7.67     | 7.6      | 7.6    | 7.67 | 7.54 | -0.22483 | -0.17986 | -0.28615        |
| W016,E   | 7.5      | 7.57     | 7.47     | 7.5    | 7.57 | 7.47 | -0.5723  | -0.31476 | -0.69493        |
| W016,F   | 7.56     | 7.63     | 7.51     | 7.56   | 7.63 | 7.51 | -0.3679  | -0.22483 | -0.44966        |
| W017     | 7.77     | 7.78     | 7.77     | 7.77   | 7.78 | 7.77 | 0.4701   | -0.71946 | 0.40878         |
| W018     | 7.64     | 7.43     | 7.54     | 7.54   | 7.64 | 7.43 | -0.51098 | 0.17986  | -0.53142        |
| W019,G   | 7.27     | 7.4      | 7.39     | 7.39   | 7.4  | 7.27 | -1.32854 | -0.17986 | -1.14459        |
| W019,H   | 7.81     | 7.82     | 7.8      | 7.81   | 7.82 | 7.8  | 0.61317  | -0.67449 | 0.5723          |
| W020     | 6.23     | 6.45     | 6.41     | 6.41   | 6.45 | 6.23 | -5.39593 | 0.22483  | -5.15066        |
| W021     | 7.98     | 7.92     | 7.96     | 7.96   | 7.98 | 7.92 | 1.18547  | -0.49463 | 1.18547         |
| W022     | 7.31     | 7.51     | 7.37     | 7.37   | 7.51 | 7.31 | -1.02196 | 0.1349   | -1.22635        |
| W023     | 7.72     | 7.59     | 7.6      | 7.6    | 7.72 | 7.59 | -0.02044 | -0.17986 | -0.28615        |
| W024     | 7.12     | 7.13     | 7.33     | 7.13   | 7.33 | 7.12 | -1.77821 | 0.17986  | -2.20742        |
| W025     | 7.8      | 7.61     | 7.65     | 7.65   | 7.8  | 7.61 | 0.18395  | 0.08993  | -0.08176        |

ตารางที่ ก13(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่ 1 | ขวดที่ 2 | ขวดที่ 3 | median | max  | min  | ZBi      | ZWi      | Robust Z- Score |
|----------|----------|----------|----------|--------|------|------|----------|----------|-----------------|
| W026     | 7.48     | 7.47     | 7.51     | 7.48   | 7.51 | 7.47 | -0.69493 | -0.58456 | -0.77669        |
| W027,I   | 7.78     | 7.74     | 7.78     | 7.78   | 7.78 | 7.74 | 0.40878  | -0.58456 | 0.44966         |
| W027,J   | 7.77     | 7.77     | 7.78     | 7.77   | 7.78 | 7.77 | 0.4701   | -0.71946 | 0.40878         |
| W028,K   | 7.45     | 7.49     | 7.58     | 7.49   | 7.58 | 7.45 | -0.59274 | -0.17986 | -0.73581        |
| W028,L   | 7.6      | 7.6      | 7.63     | 7.6    | 7.63 | 7.6  | -0.18395 | -0.62953 | -0.28615        |
| W029     | 7.81     | 7.81     | 7.77     | 7.81   | 7.81 | 7.77 | 0.53142  | -0.58456 | 0.5723          |
| W030     | 7.68     | 7.58     | 7.75     | 7.68   | 7.75 | 7.58 | 0.02044  | -3E-07   | 0.04088         |
| W031     | 5.04     | 6.91     | 6.93     | 6.91   | 6.93 | 5.04 | -6.84711 | 7.73416  | -3.10675        |
| W032     | 7.37     | 7.37     | 7.45     | 7.37   | 7.45 | 7.37 | -1.02196 | -0.40469 | -1.22635        |
| W033     | 7.93     | 7.31     | 7.54     | 7.54   | 7.93 | 7.31 | -0.16351 | 2.02347  | -0.53142        |
| W034,M   | 7.78     | 7.94     | 8.27     | 7.94   | 8.27 | 7.78 | 1.49206  | 1.43891  | 1.10371         |
| W034,N   | 7.88     | 8.13     | 8.28     | 8.13   | 8.28 | 7.88 | 1.71689  | 1.03422  | 1.8804          |
| W035     | 8.41     | 8.36     | 8.47     | 8.41   | 8.47 | 8.36 | 3.08631  | -0.2698  | 3.02499         |
| W036,O   | 8.09     | 7.72     | 7.91     | 7.91   | 8.09 | 7.72 | 1.00152  | 0.89932  | 0.98108         |
| W036,P   | 8.06     | 7.73     | 7.7      | 7.73   | 8.06 | 7.7  | 0.89932  | 0.85436  | 0.24527         |
| W036,R   | 8.14     | 7.73     | 7.81     | 7.81   | 8.14 | 7.73 | 1.12415  | 1.07919  | 0.5723          |
| W037     | 8.02     | 7.91     | 8        | 8      | 8.02 | 7.91 | 1.24679  | -0.2698  | 1.34898         |
| W038     | 7.92     | 8.16     | 8.12     | 8.12   | 8.16 | 7.92 | 1.55337  | 0.31476  | 1.83952         |
| W039     | 7.93     | 7.94     | 8.27     | 7.94   | 8.27 | 7.93 | 1.79864  | 0.76442  | 1.10371         |
| W040     | 7.97     | 8.02     | 7.87     | 7.97   | 8.02 | 7.87 | 1.16503  | -0.08993 | 1.22635         |
| W041     | 6.92     | 6.81     | 7.33     | 6.92   | 7.33 | 6.81 | -2.41182 | 1.57381  | -3.06587        |
| W042     | 7.29     | 7.26     | 7.67     | 7.29   | 7.67 | 7.26 | -0.79713 | 1.07919  | -1.55337        |
| W044     | 8.01     | 7.88     | 8.35     | 8.01   | 8.35 | 7.88 | 1.85996  | 1.34898  | 1.38986         |
| W045     | 7.12     | 7.67     | 8.44     | 7.67   | 8.44 | 7.12 | 0.49054  | 5.1711   | 0               |
| W046     | 7.46     | 7.75     | 7.66     | 7.66   | 7.75 | 7.46 | -0.22483 | 0.53959  | -0.04088        |
| W047     | 7.57     | 7.84     | 7.91     | 7.84   | 7.91 | 7.57 | 0.32703  | 0.76442  | 0.69493         |
| W048     | 7.59     | 7.82     | 7.85     | 7.82   | 7.85 | 7.59 | 0.24527  | 0.40469  | 0.61317         |
| W049     | 7.55     | 7.96     | 7.95     | 7.95   | 7.96 | 7.55 | 0.38834  | 1.07919  | 1.14459         |
| W050,S   | 7.35     | 8.22     | 8.21     | 8.21   | 8.22 | 7.35 | 0.51098  | 3.14762  | 2.20742         |
| W050,T   | 7.19     | 7.96     | 7.9      | 7.9    | 7.96 | 7.19 | -0.34747 | 2.69796  | 0.9402          |

ตารางที่ ก13(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่ 1 | ขวดที่ 2 | ขวดที่ 3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi     | Robust Z- Score |
|----------|----------|----------|----------|--------|------|------|---------|---------|-----------------|
| W051     | 7.44     | 7.5      | 8.25     | 7.5    | 8.25 | 7.44 | 0.75625 | 2.87783 | -0.69493        |

ผลการวิเคราะห์ของ Lab code ที่มีตัวอักษรกำกับ หมายถึง ห้องปฏิบัติการนั้นวิเคราะห์ต่างคน/ ต่างเครื่องมือ/ต่างวิธีการ

ตารางที่ ก14 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Statistic      | median | max    | min    |
|----------------|--------|--------|--------|
| No. of Results | 59     | 59     | 59     |
| Median         | 7.67   | 7.75   | 7.54   |
| Normalised IQR | 0.2446 | 0.2965 | 0.3336 |
| Robust CV      | 3.19%  | 3.82%  | 4.42%  |
| Minimum        | 6.41   | 6.45   | 5.04   |
| Maximum        | 8.41   | 8.47   | 8.36   |
| Range          | 2.00   | 2.42   | 3.32   |

ตารางที่ ก15 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่ 1 | ขวดที่ 2 | ขวดที่ 3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi     | Robust Z-Score |
|----------|----------|----------|----------|--------|------|------|---------|---------|----------------|
| W001     | 7.63     | 8.09     | 7.88     | 7.88   | 8.09 | 7.63 | 0.16129 | 1.3045  | -0.0453        |
| W002     | 7.7      | 7.56     | 7.47     | 7.56   | 7.7  | 7.47 | -1.4516 | -0.0593 | -1.4963        |
| W003     | 7.08     | 7.3      | 7.31     | 7.3    | 7.31 | 7.08 | -3.739  | -0.0593 | -2.6753        |
| W004     | 7.94     | 7.97     | 8.01     | 7.97   | 8.01 | 7.94 | 0.83578 | -1.008  | 0.36275        |
| W005     | 7.52     | 7.89     | 7.93     | 7.89   | 7.93 | 7.52 | -0.6305 | 1.008   | 0              |
| W006     | 7.6      | 7.7      | 8        | 7.7    | 8    | 7.6  | -0.1906 | 0.9487  | -0.8615        |
| W007     | 7.73     | 8.1      | 8.02     | 8.02   | 8.1  | 7.73 | 0.48388 | 0.7708  | 0.58947        |
| W008,A   | 7.71     | 7.82     | 7.81     | 7.81   | 7.82 | 7.71 | -0.3959 | -0.7708 | -0.3628        |
| W008,B   | 7.7      | 7.91     | 7.9      | 7.9    | 7.91 | 7.7  | -0.1613 | -0.1779 | 0.04534        |
| W009     | 7.75     | 8.12     | 8        | 8      | 8.12 | 7.75 | 0.60118 | 0.7708  | 0.49878        |
| W010     | 8.2      | 8.2      | 8.2      | 8.2    | 8.2  | 8.2  | 2.15544 | -1.4231 | 1.40566        |
| W011     | 7.53     | 7.76     | 7.62     | 7.62   | 7.76 | 7.53 | -1.0997 | -0.0593 | -1.2243        |
| W012,C   | 7.08     | 7.89     | 8.05     | 7.89   | 8.05 | 7.08 | -1.5689 | 4.3286  | 0              |
| W012,D   | 7.19     | 7.95     | 8.16     | 7.95   | 8.16 | 7.19 | -0.9238 | 4.3286  | 0.27206        |
| W013     | 7.7      | 7.52     | 7.76     | 7.7    | 7.76 | 7.52 | -1.129  | 2E-07   | -0.8615        |
| W014     | 7.8      | 7.78     | 7.56     | 7.78   | 7.8  | 7.56 | -0.8944 | 2E-07   | -0.4988        |
| W015     | 7.75     | 7.98     | 8.13     | 7.98   | 8.13 | 7.75 | 0.6305  | 0.8301  | 0.4081         |
| W016,E   | 7.63     | 7.64     | 8.04     | 7.64   | 8.04 | 7.63 | 0.01467 | 1.008   | -1.1336        |
| W016,F   | 7.64     | 7.7      | 8.09     | 7.7    | 8.09 | 7.64 | 0.19062 | 1.2452  | -0.8615        |
| W017     | 8.01     | 7.87     | 8.2      | 8.01   | 8.2  | 7.87 | 1.18769 | 0.5337  | 0.54413        |
| W018     | 7.9      | 7.72     | 7.92     | 7.9    | 7.92 | 7.72 | -0.0733 | -0.2372 | 0.04534        |
| W019,G   | 7.78     | 8.03     | 7.95     | 7.95   | 8.03 | 7.78 | 0.42522 | 0.0593  | 0.27206        |
| W019,H   | 7.94     | 8.13     | 8.06     | 8.06   | 8.13 | 7.94 | 1.18769 | -0.2965 | 0.77085        |
| W020     | 6.37     | 6.43     | 6.72     | 6.43   | 6.72 | 6.37 | -7.5513 | 0.6523  | -6.6202        |
| W021     | 7.68     | 8.21     | 8.1      | 8.1    | 8.21 | 7.68 | 0.65983 | 1.7196  | 0.95222        |
| W022     | 7.5      | 7.7      | 7.98     | 7.7    | 7.98 | 7.5  | -0.5425 | 1.4231  | -0.8615        |
| W023     | 7.7      | 7.97     | 7.94     | 7.94   | 7.97 | 7.7  | 0.01467 | 0.1779  | 0.22672        |
| W024     | 7.56     | 7.59     | 7.5      | 7.56   | 7.59 | 7.5  | -1.6862 | -0.8894 | -1.4963        |

ตารางที่ ก15(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่ 1 | ขวดที่ 2 | ขวดที่ 3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi     | Robust Z-Score |
|----------|----------|----------|----------|--------|------|------|---------|---------|----------------|
| W025     | 7.95     | 7.8      | 7.97     | 7.95   | 7.97 | 7.8  | 0.30792 | -0.4151 | 0.27206        |
| W026     | 7.65     | 7.63     | 7.96     | 7.65   | 7.96 | 7.63 | -0.2199 | 0.5337  | -1.0883        |
| W027,I   | 7.78     | 7.76     | 7.84     | 7.78   | 7.84 | 7.76 | -0.1906 | -0.9487 | -0.4988        |
| W027,J   | 7.77     | 7.77     | 7.89     | 7.77   | 7.89 | 7.77 | -0.0147 | -0.7116 | -0.5441        |
| W028,K   | 7.72     | 7.94     | 8.06     | 7.94   | 8.06 | 7.72 | 0.33725 | 0.593   | 0.22672        |
| W028,L   | 7.76     | 7.94     | 8.08     | 7.94   | 8.08 | 7.76 | 0.5132  | 0.4744  | 0.22672        |
| W029     | 7.8      | 7.84     | 7.8      | 7.8    | 7.84 | 7.8  | -0.0733 | -1.1859 | -0.4081        |
| W030     | 7.91     | 7.87     | 7.95     | 7.91   | 7.95 | 7.87 | 0.45455 | -0.9487 | 0.09069        |
| W031     | 7.34     | 7.42     | 7.37     | 7.37   | 7.42 | 7.34 | -2.654  | -0.9487 | -2.3579        |
| W032     | 7.29     | 7.39     | 7.48     | 7.39   | 7.48 | 7.29 | -2.6246 | -0.2965 | -2.2672        |
| W033     | 7.58     | 7.76     | 7.83     | 7.76   | 7.83 | 7.58 | -0.7478 | 0.0593  | -0.5895        |
| W034,M   | 7.64     | 8.11     | 8.07     | 8.07   | 8.11 | 7.64 | 0.24927 | 1.3638  | 0.81619        |
| W034,N   | 7.87     | 8.15     | 8.17     | 8.15   | 8.17 | 7.87 | 1.09971 | 0.3558  | 1.17894        |
| W035     | 8.37     | 8.25     | 8.29     | 8.29   | 8.37 | 8.25 | 2.8006  | -0.7116 | 1.81376        |
| W036,O   | 8.1      | 8.03     | 7.79     | 8.03   | 8.1  | 7.79 | 0.65983 | 0.4151  | 0.63481        |
| W036,P   | 8.06     | 8.05     | 7.68     | 8.05   | 8.06 | 7.68 | 0.21995 | 0.8301  | 0.7255         |
| W036,R   | 8.12     | 8.13     | 7.76     | 8.12   | 8.13 | 7.76 | 0.65983 | 0.7708  | 1.04291        |
| W037     | 8.02     | 8.03     | 8.05     | 8.03   | 8.05 | 8.02 | 1.18769 | -1.2452 | 0.63481        |
| W038     | 8.12     | 8.13     | 8.18     | 8.13   | 8.18 | 8.12 | 1.86218 | -1.0673 | 1.08825        |
| W039     | 7.33     | 7.72     | 7.67     | 7.67   | 7.72 | 7.33 | -1.8035 | 0.8894  | -0.9976        |
| W040     | 8.14     | 8.16     | 8.16     | 8.16   | 8.16 | 8.14 | 1.86218 | -1.3045 | 1.22429        |
| W041     | 7.01     | 7.29     | 7.22     | 7.22   | 7.29 | 7.01 | -4.0029 | 0.2372  | -3.038         |
| W042     | 7.6      | 7.84     | 7.8      | 7.8    | 7.84 | 7.6  | -0.6598 | 2E-07   | -0.4081        |
| W044     | 7.49     | 8.15     | 7.88     | 7.88   | 8.15 | 7.49 | -0.0733 | 2.4904  | -0.0453        |
| W045     | 7.33     | 7.99     | 8.18     | 7.99   | 8.18 | 7.33 | -0.4545 | 3.6171  | 0.45344        |
| W046     | 7.64     | 7.6      | 7.75     | 7.64   | 7.75 | 7.6  | -0.9238 | -0.5337 | -1.1336        |
| W047     | 7.77     | 7.78     | 7.92     | 7.78   | 7.92 | 7.77 | 0.07332 | -0.5337 | -0.4988        |
| W048     | 7.84     | 7.85     | 8.01     | 7.85   | 8.01 | 7.84 | 0.54253 | -0.4151 | -0.1814        |

ตารางที่ ก15(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่ 1 | ขวดที่ 2 | ขวดที่ 3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi     | Robust Z-Score |
|----------|----------|----------|----------|--------|------|------|---------|---------|----------------|
| W049     | 7.94     | 7.86     | 8.08     | 7.94   | 8.08 | 7.86 | 0.80646 | -0.1186 | 0.22672        |
| W050,S   | 8.01     | 7.91     | 7.98     | 7.98   | 8.01 | 7.91 | 0.74781 | -0.8301 | 0.4081         |
| W050,T   | 7.78     | 7.67     | 7.84     | 7.78   | 7.84 | 7.67 | -0.4545 | -0.4151 | -0.4988        |
| W051     | 7.7      | 7.76     | 7.91     | 7.76   | 7.91 | 7.7  | -0.1613 | -0.1779 | -0.5895        |

ผลการวิเคราะห์ของ Lab code ที่มีตัวอักษรกำกับ หมายถึง ห้องปฏิบัติการนั้นวิเคราะห์ต่างคน/ ต่างเครื่องมือ/ต่างวิธีการ

ตารางที่ ก16 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำประปาจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Statistic      | median | max    | min    |
|----------------|--------|--------|--------|
| No. of Results | 60     | 60     | 60     |
| Median         | 7.89   | 8.005  | 7.7    |
| Normalised IQR | 0.2205 | 0.1983 | 0.2038 |
| Robust CV      | 2.79%  | 2.48%  | 2.65%  |
| Minimum        | 6.43   | 6.72   | 6.37   |
| Maximum        | 8.29   | 8.37   | 8.25   |
| Range          | 1.86   | 1.65   | 1.88   |

ตารางที่ ก17 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi     | Robust Z-Score |
|----------|---------|---------|---------|--------|------|------|---------|---------|----------------|
| W001     | 7.9     | 8.24    | 8.13    | 8.13   | 8.24 | 7.9  | 1.26288 | 0.3679  | 1.1134         |
| W002     | 7.84    | 7.67    | 7.75    | 7.75   | 7.84 | 7.67 | -0.5453 | -0.6745 | -0.5139        |
| W003     | 6.91    | 7.17    | 7.46    | 7.17   | 7.46 | 6.91 | -3.8173 | 1.6556  | -2.9977        |
| W004     | 7.5     | 8.09    | 7.65    | 7.65   | 8.09 | 7.5  | -0.3157 | 1.9008  | -0.9421        |
| W005     | 7.56    | 7.83    | 8.01    | 7.83   | 8.01 | 7.56 | -0.3731 | 1.0424  | -0.1713        |
| W006     | 7.48    | 7.72    | 7.5     | 7.5    | 7.72 | 7.48 | -1.4351 | -0.2453 | -1.5845        |
| W007     | 7.6     | 8.06    | 7.74    | 7.74   | 8.06 | 7.6  | -0.1148 | 1.1037  | -0.5567        |
| W008,A   | 7.77    | 8.01    | 7.86    | 7.86   | 8.01 | 7.77 | 0.22962 | -0.2453 | -0.0428        |

ตารางที่ ก17(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่ น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi     | Robust Z-Score |
|----------|---------|---------|---------|--------|------|------|---------|---------|----------------|
| W008,B   | 7.87    | 7.93    | 7.98    | 7.93   | 7.98 | 7.87 | 0.43053 | -1.0424 | 0.2569         |
| W009     | 7.78    | 7.75    | 7.84    | 7.78   | 7.84 | 7.75 | -0.3157 | -1.165  | -0.3854        |
| W010     | 8.3     | 8.1     | 8.3     | 8.3    | 8.3  | 8.1  | 2.00912 | -0.4905 | 1.8415         |
| W011     | 7.47    | 7.65    | 7.89    | 7.65   | 7.89 | 7.47 | -0.9759 | 0.8584  | -0.9421        |
| W012,C   | 7.6     | 7.75    | 7.88    | 7.75   | 7.88 | 7.6  | -0.6314 | -1E-08  | -0.5139        |
| W012,D   | 7.76    | 7.88    | 8.26    | 7.88   | 8.26 | 7.76 | 0.91846 | 1.349   | 0.0428         |
| W013     | 7.54    | 7.94    | 8.02    | 7.94   | 8.02 | 7.54 | -0.4018 | 1.2263  | 0.2998         |
| W014     | 7.07    | 7.68    | 7.33    | 7.33   | 7.68 | 7.07 | -2.7267 | 2.0235  | -2.3125        |
| W015,    | 7.64    | 8.09    | 7.83    | 7.83   | 8.09 | 7.64 | 0.08611 | 1.0424  | -0.1713        |
| W016,E   | 7.57    | 7.52    | 7.7     | 7.57   | 7.7  | 7.52 | -1.3777 | -0.6132 | -1.2847        |
| W016,F   | 7.61    | 7.54    | 7.72    | 7.61   | 7.72 | 7.54 | -1.2629 | -0.6132 | -1.1134        |
| W017     | 7.89    | 8.07    | 8.19    | 8.07   | 8.19 | 7.89 | 1.09067 | 0.1226  | 0.8565         |
| W018     | 7.51    | 7.88    | 7.67    | 7.67   | 7.88 | 7.51 | -0.8898 | 0.5519  | -0.8565        |
| W019,G   | 7.64    | 8.07    | 8       | 8      | 8.07 | 7.64 | 0.0287  | 0.9198  | 0.5567         |
| W019,H   | 7.85    | 8.17    | 8.11    | 8.11   | 8.17 | 7.85 | 0.91846 | 0.2453  | 1.0278         |
| W020     | 6.37    | 6.26    | 6.44    | 6.37   | 6.44 | 6.26 | -8.6105 | -0.6132 | -6.4237        |
| W021     | 7.67    | 8.07    | 8.06    | 8.06   | 8.07 | 7.67 | 0.11481 | 0.7358  | 0.8137         |
| W022     | 7.44    | 7.61    | 7.71    | 7.61   | 7.71 | 7.44 | -1.5786 | -0.0613 | -1.1134        |
| W023     | 7.79    | 7.77    | 7.91    | 7.79   | 7.91 | 7.77 | -0.0574 | -0.8584 | -0.3426        |
| W024     | 7.88    | 7.59    | 7.99    | 7.88   | 7.99 | 7.59 | -0.3444 | 0.7358  | 0.0428         |
| W025     | 8.1     | 8.07    | 7.8     | 8.07   | 8.1  | 7.8  | 0.57404 | 0.1226  | 0.8565         |
| W026     | 7.98    | 7.96    | 7.5     | 7.96   | 7.98 | 7.5  | -0.6314 | 1.2263  | 0.3854         |
| W027,I   | 7.7     | 7.8     | 8.1     | 7.8    | 8.1  | 7.7  | 0.28702 | 0.7358  | -0.2998        |
| W027,J   | 7.71    | 7.84    | 8.09    | 7.84   | 8.09 | 7.71 | 0.28702 | 0.6132  | -0.1285        |
| W028,K   | 7.74    | 8.02    | 7.82    | 7.82   | 8.02 | 7.74 | 0.17221 | -1E-08  | -0.2141        |
| W028,L   | 7.8     | 8.08    | 7.88    | 7.88   | 8.08 | 7.8  | 0.51663 | -1E-08  | 0.0428         |
| W029     | 7.77    | 7.91    | 7.78    | 7.78   | 7.91 | 7.77 | -0.0574 | -0.8584 | -0.3854        |
| W030     | 7.94    | 7.75    | 8.03    | 7.94   | 8.03 | 7.75 | 0.22962 | -1E-08  | 0.2998         |



ตารางที่ ก17(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi     | Robust Z-Score |
|----------|---------|---------|---------|--------|------|------|---------|---------|----------------|
| W031     | 5.35    | 7.5     | 7.17    | 7.17   | 7.5  | 5.35 | -8.18   | 11.466  | -2.9977        |
| W032     | 7.5     | 7.45    | 7.61    | 7.5    | 7.61 | 7.45 | -1.8369 | -0.7358 | -1.5845        |
| W033     | 8.09    | 7.72    | 7.5     | 7.72   | 8.09 | 7.5  | -0.3157 | 1.9008  | -0.6424        |
| W034,M   | 7.68    | 7.98    | 8.01    | 7.98   | 8.01 | 7.68 | -0.0287 | 0.3066  | 0.4711         |
| W034,N   | 7.77    | 8.17    | 8.28    | 8.17   | 8.28 | 7.77 | 1.00456 | 1.4103  | 1.2847         |
| W035     | 8.29    | 8.38    | 8.03    | 8.29   | 8.38 | 8.03 | 2.03783 | 0.4292  | 1.7986         |
| W036,O   | 7.82    | 8.21    | 8.02    | 8.02   | 8.21 | 7.82 | 0.94716 | 0.6745  | 0.6424         |
| W036,P   | 7.92    | 8.15    | 7.99    | 7.99   | 8.15 | 7.92 | 1.06197 | -0.3066 | 0.5139         |
| W036,R   | 7.96    | 8.25    | 8.05    | 8.05   | 8.25 | 7.96 | 1.46379 | 0.0613  | 0.7708         |
| W037     | 7.89    | 8.08    | 8.18    | 8.08   | 8.18 | 7.89 | 1.06197 | 0.0613  | 0.8993         |
| W038     | 8.19    | 8.19    | 8.24    | 8.19   | 8.24 | 8.19 | 2.09523 | -1.4103 | 1.3704         |
| W039     | 7.67    | 7.56    | 7.74    | 7.67   | 7.74 | 7.56 | -1.1481 | -0.6132 | -0.8565        |
| W040     | 8.28    | 8.24    | 8.19    | 8.24   | 8.28 | 8.19 | 2.21004 | -1.165  | 1.5845         |
| W041     | 7.4     | 7.17    | 7.33    | 7.33   | 7.4  | 7.17 | -3.2433 | -0.3066 | -2.3125        |
| W042     | 7.89    | 7.76    | 7.93    | 7.89   | 7.93 | 7.76 | -0.0287 | -0.6745 | 0.0856         |
| W044     | 7.89    | 7.99    | 8.12    | 7.99   | 8.12 | 7.89 | 0.88976 | -0.3066 | 0.5139         |
| W045     | 7.91    | 7.98    | 7.97    | 7.97   | 7.98 | 7.91 | 0.54534 | -1.2877 | 0.4282         |
| W046     | 7.71    | 7.8     | 7.82    | 7.8    | 7.82 | 7.71 | -0.4879 | -1.0424 | -0.2998        |
| W047     | 7.74    | 7.88    | 7.75    | 7.75   | 7.88 | 7.74 | -0.2296 | -0.8584 | -0.5139        |
| W048     | 7.92    | 8.03    | 7.98    | 7.98   | 8.03 | 7.92 | 0.71755 | -1.0424 | 0.4711         |
| W049     | 8.12    | 7.8     | 8.15    | 8.12   | 8.15 | 7.8  | 0.71755 | 0.4292  | 1.0706         |
| W050,S   | 7.82    | 8.01    | 7.88    | 7.88   | 8.01 | 7.82 | 0.37312 | -0.5519 | 0.0428         |
| W050,T   | 7.66    | 7.48    | 7.7     | 7.66   | 7.7  | 7.48 | -1.4925 | -0.3679 | -0.8993        |
| W051     | 7.9     | 8.08    | 7.86    | 7.9    | 8.08 | 7.86 | 0.68884 | -0.3679 | 0.1285         |

ผลการวิเคราะห์ของ Lab code ที่มีตัวอักษรกำกับ หมายถึง ห้องปฏิบัติการนั้นวิเคราะห์ต่างคน/ ต่างเครื่องมือ/ต่างวิธีการ

ตารางที่ ก18 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแม่น้ำจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Statistic      | median | max    | min    |
|----------------|--------|--------|--------|
| No. of Results | 60     | 60     | 60     |
| Median         | 7.87   | 8.015  | 7.725  |
| Normalised IQR | 0.2335 | 0.1964 | 0.2354 |
| Robust CV      | 2.97%  | 2.45%  | 3.05%  |
| Minimum        | 6.37   | 6.44   | 5.35   |
| Maximum        | 8.30   | 8.38   | 8.19   |
| Range          | 1.93   | 1.94   | 2.84   |

ตารางที่ ก19 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi    | Robust Z-Score |
|----------|---------|---------|---------|--------|------|------|---------|--------|----------------|
| W001     | 8.24    | 8.18    | 8.13    | 8.18   | 8.24 | 8.13 | 4E-08   | 0.0574 | 0              |
| W002     | 7.97    | 8.13    | 8.09    | 8.09   | 8.13 | 7.97 | -0.852  | 0.6314 | -0.63899       |
| W003     | 7.82    | 7.74    | 7.67    | 7.74   | 7.82 | 7.67 | -2.7769 | 0.5166 | -3.12396       |
| W004     | 8.14    | 8.33    | 8.11    | 8.14   | 8.33 | 8.11 | 0.2209  | 1.3203 | -0.284         |
| W005     | 8.12    | 8.18    | 8.2     | 8.18   | 8.2  | 8.12 | -0.1578 | -0.287 | 0              |
| W006     | 8.1     | 8.03    | 8.11    | 8.1    | 8.11 | 8.03 | -0.7258 | -0.287 | -0.56799       |
| W007     | 8.12    | 8.07    | 8.27    | 8.12   | 8.27 | 8.07 | -0.0947 | 1.0907 | -0.42599       |
| W008,A   | 8.03    | 8.16    | 8.24    | 8.16   | 8.24 | 8.03 | -0.3156 | 1.2055 | -0.142         |
| W008,B   | 8.15    | 8.29    | 8.14    | 8.15   | 8.29 | 8.14 | 0.1893  | 0.5166 | -0.213         |
| W009     | 8.63    | 8.16    | 8.25    | 8.25   | 8.63 | 8.16 | 1.3253  | 4.1905 | 0.49699        |
| W010     | 8.5     | 8.5     | 8.5     | 8.5    | 8.5  | 8.5  | 1.988   | -1.205 | 2.27197        |
| W011     | 7.88    | 8.02    | 8.06    | 8.02   | 8.06 | 7.88 | -1.3569 | 0.8611 | -1.13598       |
| W012,C   | 8.13    | 8.27    | 8.26    | 8.26   | 8.27 | 8.13 | 0.0947  | 0.4018 | 0.56799        |
| W012,D   | 7.54    | 8.29    | 8.39    | 8.29   | 8.39 | 7.54 | -1.3884 | 8.5531 | 0.78099        |
| W013     | 8.12    | 8.09    | 8.25    | 8.12   | 8.25 | 8.09 | -0.0947 | 0.6314 | -0.42599       |
| W014     | 7.86    | 7.9     | 8.48    | 7.9    | 8.48 | 7.86 | -0.0947 | 5.9126 | -1.98797       |
| W015     | 8.1     | 8.08    | 8.09    | 8.09   | 8.1  | 8.08 | -0.5995 | -0.976 | -0.63899       |

ตารางที่ ก19(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi    | Robust Z-Score |
|----------|---------|---------|---------|--------|------|------|---------|--------|----------------|
| W016,E   | 8.11    | 8.1     | 8.2     | 8.11   | 8.2  | 8.1  | -0.2209 | -0.057 | -0.49699       |
| W016,F   | 8.11    | 8.12    | 8.22    | 8.12   | 8.22 | 8.11 | -0.1262 | 0.0574 | -0.42599       |
| W017     | 8.34    | 8.26    | 8.29    | 8.29   | 8.34 | 8.26 | 0.7258  | -0.287 | 0.78099        |
| W018     | 8.19    | 8.22    | 8.25    | 8.22   | 8.25 | 8.19 | 0.2209  | -0.517 | 0.284          |
| W019,G   | 8.17    | 8.14    | 8.23    | 8.17   | 8.23 | 8.14 | 4E-08   | -0.172 | -0.071         |
| W019,H   | 8.28    | 8.24    | 8.11    | 8.24   | 8.28 | 8.11 | 0.0631  | 0.7462 | 0.42599        |
| W020     | 6.89    | 6.74    | 6.86    | 6.86   | 6.89 | 6.74 | -8.6461 | 0.5166 | -9.37187       |
| W021     | 8.14    | 8.13    | 8.19    | 8.14   | 8.19 | 8.13 | -0.1578 | -0.517 | -0.284         |
| W022     | 8.3     | 8.27    | 8.3     | 8.3    | 8.3  | 8.27 | 0.6311  | -0.861 | 0.85199        |
| W023     | 8.32    | 8.32    | 8.34    | 8.32   | 8.34 | 8.32 | 0.9151  | -0.976 | 0.99399        |
| W024     | 8.02    | 7.92    | 8.02    | 8.02   | 8.02 | 7.92 | -1.3569 | -0.057 | -1.13598       |
| W025     | 8.2     | 8.05    | 8.22    | 8.2    | 8.22 | 8.05 | -0.3156 | 0.7462 | 0.142          |
| W026     | 8.18    | 8.04    | 8.16    | 8.16   | 8.18 | 8.04 | -0.4733 | 0.4018 | -0.142         |
| W027,I   | 8.28    | 8.28    | 8.32    | 8.28   | 8.32 | 8.28 | 0.7258  | -0.746 | 0.70999        |
| W027,J   | 8.28    | 8.27    | 8.33    | 8.28   | 8.33 | 8.27 | 0.7258  | -0.517 | 0.70999        |
| W028,K   | 8.22    | 8.26    | 8.26    | 8.26   | 8.26 | 8.22 | 0.3471  | -0.746 | 0.56799        |
| W028,L   | 8.26    | 8.27    | 8.28    | 8.27   | 8.28 | 8.26 | 0.5364  | -0.976 | 0.63899        |
| W029     | 8.23    | 8.29    | 8.3     | 8.29   | 8.3  | 8.23 | 0.5049  | -0.402 | 0.78099        |
| W030     | 8.32    | 8.2     | 8.15    | 8.2    | 8.32 | 8.15 | 0.3156  | 0.7462 | 0.142          |
| W031     | 7.85    | 7.67    | 7.72    | 7.72   | 7.85 | 7.67 | -2.6822 | 0.8611 | -3.26596       |
| W032     | 7.82    | 7.87    | 7.98    | 7.87   | 7.98 | 7.82 | -1.7986 | 0.6314 | -2.20097       |
| W033     | 8.13    | 8       | 8       | 8      | 8.13 | 8    | -0.7573 | 0.287  | -1.27798       |
| W034,M   | 8.16    | 8.24    | 8.28    | 8.24   | 8.28 | 8.16 | 0.2209  | 0.1722 | 0.42599        |
| W034,N   | 8.35    | 8.33    | 8.37    | 8.35   | 8.37 | 8.33 | 1.0413  | -0.746 | 1.20698        |
| W035     | 8.64    | 8.53    | 8.48    | 8.53   | 8.64 | 8.48 | 2.3666  | 0.6314 | 2.48497        |
| W036,O   | 8.33    | 8.3     | 8.39    | 8.33   | 8.39 | 8.3  | 1.0098  | -0.172 | 1.06499        |
| W036,P   | 8.29    | 8.22    | 8.34    | 8.29   | 8.34 | 8.22 | 0.5995  | 0.1722 | 0.78099        |
| W036,R   | 8.37    | 8.31    | 8.44    | 8.37   | 8.44 | 8.31 | 1.1991  | 0.287  | 1.34898        |

ตารางที่ 19(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่1 | ขวดที่2 | ขวดที่3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi    | Robust Z-Score |
|----------|---------|---------|---------|--------|------|------|---------|--------|----------------|
| W037     | 8.38    | 8.38    | 8.41    | 8.38   | 8.41 | 8.38 | 1.3253  | -0.861 | 1.41998        |
| W038     | 8.37    | 8.4     | 8.33    | 8.37   | 8.4  | 8.33 | 1.136   | -0.402 | 1.34898        |
| W039     | 7.98    | 8       | 8.11    | 8      | 8.11 | 7.98 | -0.8835 | 0.287  | -1.27798       |
| W040     | 8.25    | 8.24    | 8.28    | 8.25   | 8.28 | 8.24 | 0.4733  | -0.746 | 0.49699        |
| W041     | 7.55    | 7.54    | 7.58    | 7.55   | 7.58 | 7.54 | -3.9444 | -0.746 | -4.47294       |
| W042     | 8.02    | 8       | 8.09    | 8.02   | 8.09 | 8    | -0.8835 | -0.172 | -1.13598       |
| W044     | 8.36    | 8.33    | 8.38    | 8.36   | 8.38 | 8.33 | 1.0729  | -0.631 | 1.27798        |
| W045     | 8.18    | 8.31    | 8.12    | 8.18   | 8.31 | 8.12 | 0.1893  | 0.9759 | 0              |
| W046     | 7.95    | 7.96    | 7.96    | 7.96   | 7.96 | 7.95 | -1.4515 | -1.091 | -1.56198       |
| W047     | 8.01    | 8.04    | 8.13    | 8.04   | 8.13 | 8.01 | -0.7258 | 0.1722 | -0.99399       |
| W048     | 8.19    | 8.19    | 8.23    | 8.19   | 8.23 | 8.19 | 0.1578  | -0.746 | 0.071          |
| W049     | 8.23    | 8.23    | 8.34    | 8.23   | 8.34 | 8.23 | 0.6311  | 0.0574 | 0.355          |
| W050,S   | 8.14    | 8.13    | 8.1     | 8.13   | 8.14 | 8.1  | -0.4102 | -0.746 | -0.355         |
| W050,T   | 7.81    | 7.79    | 7.78    | 7.79   | 7.81 | 7.78 | -2.4613 | -0.861 | -2.76896       |
| W051     | 8.08    | 8.11    | 8.18    | 8.11   | 8.18 | 8.08 | -0.3471 | -0.057 | -0.49699       |

ผลการวิเคราะห์ของ Lab code ที่มีตัวอักษรกำกับ หมายถึง ห้องปฏิบัติการนั้นวิเคราะห์ต่างคน/ ต่างเครื่องมือ/ต่างวิธีการ

ตารางที่ 20 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำบาดาลจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Statistic      | median | max    | min    |
|----------------|--------|--------|--------|
| No. of Results | 60     | 60     | 60     |
| Median         | 8.18   | 8.255  | 8.12   |
| Normalised IQR | 0.1408 | 0.1538 | 0.1742 |
| Robust CV      | 1.72%  | 1.86%  | 2.14%  |
| Minimum        | 6.86   | 6.89   | 6.74   |
| Maximum        | 8.53   | 8.64   | 8.50   |
| Range          | 1.67   | 1.75   | 1.76   |

ตารางที่ ก21 ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่<br>1 | ขวดที่<br>2 | ขวดที่<br>3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi     | Robust Z-<br>Score |
|----------|-------------|-------------|-------------|--------|------|------|---------|---------|--------------------|
| W001     | 6.21        | 6.8         | 6.73        | 6.73   | 6.8  | 6.21 | 1.75297 | 1.1903  | 2.28441            |
| W002     | 4.58        | 5.29        | 5.47        | 5.29   | 5.47 | 4.58 | -1.0442 | 2.1425  | -0.5514            |
| W003     | 4.58        | 4.41        | 4.46        | 4.46   | 4.58 | 4.41 | -2.0459 | -0.1428 | -2.1859            |
| W004     | 5.36        | 5.27        | 5.21        | 5.27   | 5.36 | 5.21 | -0.5528 | -0.2063 | -0.5908            |
| W005     | 4.18        | 5.29        | 5.35        | 5.29   | 5.35 | 4.18 | -1.5356 | 3.0312  | -0.5514            |
| W006     | 5.77        | 5.88        | 5.81        | 5.81   | 5.88 | 5.77 | 0.46777 | -0.3333 | 0.47264            |
| W007     | 6.1         | 6.04        | 5.77        | 6.04   | 6.1  | 5.77 | 0.67567 | 0.365   | 0.9256             |
| W008,A   | 5.2         | 5.3         | 5.44        | 5.3    | 5.44 | 5.2  | -0.4867 | 0.0794  | -0.5317            |
| W008,B   | 5.19        | 5.73        | 5.92        | 5.73   | 5.92 | 5.19 | -0.0425 | 1.6346  | 0.3150             |
| W009     | 5.72        | 5.69        | 5.7         | 5.7    | 5.72 | 5.69 | 0.24097 | -0.5872 | 0.25601            |
| W010     | 6           | 6.1         |             | 6.05   | 6.1  | 6    | 0.89302 | -0.365  | 0.9453             |
| W011     | 4.87        | 5.54        | 5.69        | 5.54   | 5.69 | 4.87 | -0.5623 | 1.9203  | -0.0591            |
| W012,C   | 5.38        | 5.56        | 5.64        | 5.56   | 5.64 | 5.38 | -0.1276 | 0.1428  | -0.0197            |
| W012,D   | 6.33        | 6.19        | 6.39        | 6.33   | 6.39 | 6.19 | 1.34662 | -0.0476 | 1.4967             |
| W013     | 5.08        | 5.34        | 5.06        | 5.08   | 5.34 | 5.06 | -0.7135 | 0.2063  | -0.9650            |
| W014     | 4.15        | 3.99        | 3.98        | 3.99   | 4.15 | 3.98 | -2.8586 | -0.1428 | -3.1115            |
| W015     | 6.09        | 6           | 5.9         | 6      | 6.09 | 5.9  | 0.78907 | -0.0794 | 0.8468             |
| W016,E   | 5.23        | 5.25        | 5.3         | 5.25   | 5.3  | 5.23 | -0.5906 | -0.4602 | -0.6302            |
| W016,F   | 5.93        | 5.86        | 5.73        | 5.86   | 5.93 | 5.73 | 0.47722 | -0.0476 | 0.5711             |
| W017     | 5.93        | 5.87        | 5.9         | 5.9    | 5.93 | 5.87 | 0.60952 | -0.492  | 0.64987            |
| W018     | 4.55        | 4.79        | 4.33        | 4.55   | 4.79 | 4.33 | -1.9231 | 0.7776  | -2.0087            |
| W019,G   | 5.8         | 5.58        | 5.5         | 5.58   | 5.8  | 5.5  | 0.13702 | 0.2698  | 0.0197             |
| W019,H   | 5.88        | 5.88        | 5.86        | 5.88   | 5.88 | 5.86 | 0.55282 | -0.6189 | 0.6105             |
| W020     | 4           | 4.09        | 4.01        | 4.01   | 4.09 | 4    | -2.8964 | -0.3968 | -3.0721            |
| W021     | 5.51        | 5.59        | 5.59        | 5.59   | 5.59 | 5.51 | -0.052  | -0.4285 | 0.03939            |
| W022     | 5.35        | 5.11        | 5.52        | 5.35   | 5.52 | 5.11 | -0.4961 | 0.6189  | -0.4332            |
| W023     | 5.33        | 5.35        | 5.39        | 5.35   | 5.39 | 5.33 | -0.4111 | -0.492  | -0.4332            |
| W024     | 5           | 4.86        | 4.96        | 4.96   | 5    | 4.86 | -1.2238 | -0.2381 | -1.2013            |

ตารางที่ ก21(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่<br>1 | ขวดที่<br>2 | ขวดที่<br>3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi     | Robust Z-<br>Score |
|----------|-------------|-------------|-------------|--------|------|------|---------|---------|--------------------|
| W025     | 6.75        | 7.12        | 7           | 7      | 7.12 | 6.75 | 2.5657  | 0.492   | 2.81612            |
| W026     | 5.49        | 5.58        | 6.66        | 5.58   | 6.66 | 5.49 | 0.9403  | 3.0312  | 0.0197             |
| W027,J   | 5.73        | 5.72        | 5.57        | 5.72   | 5.73 | 5.57 | 0.3071  | -0.3015 | 0.2560             |
| W027,I   | 5.8         | 5.7         | 5.68        | 5.7    | 5.8  | 5.68 | 0.1370  | -0.1746 | 0.2954             |
| W028,K   | 5.57        | 5.48        | 5.5         | 5.5    | 5.57 | 5.48 | -0.0992 | -0.3968 | -0.1379            |
| W028,L   | 5.71        | 5.5         | 5.62        | 5.62   | 5.71 | 5.5  | 0.05197 | -0.0159 | 0.09847            |
| W029     | 6.18        | 5.54        | 6.67        | 6.18   | 6.67 | 5.54 | 0.99697 | 2.9043  | 1.2013             |
| W030     | 5.64        | 5.77        | 5.49        | 5.64   | 5.77 | 5.49 | 0.09922 | 0.2063  | 0.1378             |
| W031     | 6.37        | 5.49        | 4.61        | 5.49   | 6.37 | 4.61 | -0.1654 | 4.9039  | -0.1575            |
| W032     | 4.23        | 4.16        | 4.05        | 4.16   | 4.23 | 4.05 | -2.7169 | -0.1111 | -2.7767            |
| W033     | 5.52        | 5.61        | 5.4         | 5.52   | 5.61 | 5.4  | -0.137  | -0.0159 | -0.0985            |
| W034,N   | 6.12        | 6.2         | 6.01        | 6.12   | 6.2  | 6.01 | 1.3088  | -0.2381 | 1.4179             |
| W034,M   | 6.34        | 6.29        | 6.2         | 6.29   | 6.34 | 6.2  | 0.9970  | -0.0794 | 1.0831             |
| W035     | 6.55        | 6.64        | 6.24        | 6.55   | 6.64 | 6.24 | 1.63012 | 0.5872  | 1.9299             |
| W036,O   | 5.03        | 5.12        | 5.36        | 5.12   | 5.36 | 5.03 | -0.7229 | 0.365   | -0.8862            |
| W036,P   | 5.44        | 5.41        | 5.36        | 5.41   | 5.44 | 5.36 | -0.3355 | -0.4285 | -0.3151            |
| W036,R   | 5.8         | 5.79        | 5.7         | 5.79   | 5.8  | 5.7  | 0.32602 | -0.365  | 0.4332             |
| W037     | 5.82        | 5.55        | 5.42        | 5.55   | 5.82 | 5.42 | 0.08032 | 0.5872  | -0.0394            |
| W038     | 4.96        | 5.01        | 5.01        | 5.01   | 5.01 | 4.96 | -1.1198 | -0.5237 | -1.1028            |
| W039     | 7.25        | 7.19        | 8.17        | 7.25   | 8.17 | 7.19 | 3.97371 | 2.4282  | 3.3084             |
| W040     | 5.5         | 5.7         | 5.56        | 5.56   | 5.7  | 5.5  | 0.04252 | -0.0476 | -0.0197            |
| W041     | 4.46        | 4.54        | 4.41        | 4.46   | 4.54 | 4.41 | -2.0837 | -0.2698 | -2.1859            |
| W042     | 5.48        | 5.36        | 5.29        | 5.36   | 5.48 | 5.29 | -0.3638 | -0.0794 | -0.4136            |
| W044     | 6.43        | 7.2         | 8.01        | 7.2    | 8.01 | 6.43 | 3.10431 | 4.3326  | 3.2100             |
| W045     | 6.96        | 7.68        | 7.64        | 7.64   | 7.68 | 6.96 | 3.29331 | 1.6029  | 4.07648            |
| W046     | 5.56        | 5.61        | 5.87        | 5.61   | 5.87 | 5.56 | 0.25987 | 0.3015  | 0.0788             |
| W047     | 5.03        | 4.58        | 5.34        | 5.03   | 5.34 | 4.58 | -1.1671 | 1.7299  | -1.0634            |
| W048     | 4.55        | 4.89        | 5.28        | 4.89   | 5.28 | 4.55 | -1.2521 | 1.6346  | -1.3391            |

ตารางที่ ก21(ต่อ) ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | ขวดที่<br>1 | ขวดที่<br>2 | ขวดที่<br>3 | median | max  | min  | ZBi     | ZWi    | Robust Z-<br>Score |
|----------|-------------|-------------|-------------|--------|------|------|---------|--------|--------------------|
| W049     | 5.39        | 5.29        | 5.15        | 5.29   | 5.39 | 5.15 | -0.5812 | 0.0794 | -0.5514            |
| W050,T   | 5.26        | 7.69        | 8.03        | 7.69   | 8.03 | 5.26 | 2.0365  | 7.0306 | 3.8992             |
| W050,S   | 5.44        | 7.55        | 7.87        | 7.55   | 7.87 | 5.44 | 2.0176  | 8.1098 | 4.1750             |
| W051     | 5.33        | 5.55        | 5.4         | 5.4    | 5.55 | 5.33 | -0.2599 | 0.0159 | -0.3348            |

ผลการวิเคราะห์ของ Lab code ที่มีตัวอักษรกำกับ หมายถึง ห้องปฏิบัติการนั้นวิเคราะห์ต่างคน/ ต่างเครื่องมือ/ต่างวิธีการ

ตารางที่ ก22 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำกลั่นจากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Statistic      | median | max    | min    |
|----------------|--------|--------|--------|
| No. of Results | 60     | 60     | 60     |
| Median         | 5.57   | 5.715  | 5.43   |
| Normalised IQR | 0.5078 | 0.5430 | 0.5356 |
| Robust CV      | 9.12   | 9.50   | 9.86   |
| Minimum        | 3.99   | 4.09   | 3.98   |
| Maximum        | 7.69   | 8.17   | 7.19   |
| Range          | 3.70   | 4.08   | 3.21   |

ตารางที่ ก23 ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | Buffer | median | Robust Z- Score |
|----------|--------|--------|-----------------|
| W001     | 7      | 5.9    | 0               |
| W002     | 7.21   | 6.82   | 7.0822          |
| W003     | 7.02   | 6.86   | 0.6745          |
| W004     | 7.03   | 6.89   | 1.0117          |
| W005     | 7.04   | 6.9    | 1.349           |
| W006     | 6.92   | 6.92   | -2.698          |
| W007     | 6.92   | 6.92   | -2.698          |
| W008,A   | 7.06   | 6.95   | 2.0235          |
| W008,B   | 7.01   | 6.96   | 0.3372          |

ตารางที่ ก23 ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | Buffer | median | Robust Z- Score |
|----------|--------|--------|-----------------|
| W009     | 7.01   | 6.96   | 0.3372          |
| W010     | 7      | 6.96   | 0               |
| W011     | 7.02   | 6.96   | 0.6745          |
| W012,C   | 6.96   | 6.97   | -1.349          |
| W012,D   | 6.86   | 6.97   | -4.721          |
| W013     | 6.9    | 6.98   | -3.372          |
| W014     | 7.07   | 6.98   | 2.3607          |
| W015     | 6.98   | 6.98   | -0.674          |
| W016,E   | 7.05   | 6.98   | 1.6862          |
| W016,F   | 7.05   | 6.98   | 1.6862          |
| W017     | 7      | 6.98   | 0               |
| W018     | 6.96   | 6.98   | -1.349          |
| W019,G   | 7.01   | 6.99   | 0.3372          |
| W019,H   | 6.95   | 6.99   | -1.686          |
| W020     | 5.9    | 6.99   | -37.1           |
| W021     | 7.06   | 6.99   | 2.0235          |
| W022     | 7.02   | 7      | 0.6745          |
| W023     | 7.01   | 7      | 0.3372          |
| W024     | 6.98   | 7      | -0.674          |
| W025     | 7.09   | 7      | 3.0352          |
| W026     | 6.98   | 7      | -0.674          |
| W027,I   | 7      | 7      | 0               |
| W027,J   | 7      | 7      | 0               |
| W028,K   | 6.96   | 7.01   | -1.349          |
| W028,L   | 6.97   | 7.01   | -1.012          |
| W029     | 6.98   | 7.01   | -0.674          |
| W030     | 7.01   | 7.01   | 0.3372          |
| W031     | 6.82   | 7.01   | -6.07           |



ตารางที่ ก23 ค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

| Lab code | Buffer | median | Robust Z- Score |
|----------|--------|--------|-----------------|
| W032     | 7.02   | 7.01   | 0.6745          |
| W033     | 7.05   | 7.01   | 1.6862          |
| W034,M   | 7      | 7.01   | 0               |
| W034,N   | 7.02   | 7.02   | 0.6745          |
| W035     | 7.01   | 7.02   | 0.3372          |
| W036,O   | 7.11   | 7.02   | 3.7097          |
| W036,P   | 6.97   | 7.02   | -1.012          |
| W036,R   | 6.98   | 7.02   | -0.674          |
| W037     | 6.99   | 7.02   | -0.337          |
| W038     | 7.02   | 7.02   | 0.6745          |
| W039     | 7.09   | 7.03   | 3.0352          |
| W040     | 6.99   | 7.03   | -0.337          |
| W041     | 7      | 7.04   | 0               |
| W042     | 6.99   | 7.05   | -0.337          |
| W044     | 7.01   | 7.05   | 0.3372          |
| W045     | 7.01   | 7.05   | 0.3372          |
| W046     | 6.98   | 7.06   | -0.674          |
| W047     | 7.03   | 7.06   | 1.0117          |
| W048     | 6.98   | 7.07   | -0.674          |
| W049     | 7.02   | 7.09   | 0.6745          |
| W050,S   | 6.99   | 7.09   | -0.337          |
| W050,T   | 6.96   | 7.11   | -1.349          |
| W051     | 6.89   | 7.21   | -3.71           |

ผลการวิเคราะห์ของ Lab code ที่มีตัวอักษรกำกับ หมายถึง ห้องปฏิบัติการนั้นวิเคราะห์ต่างคน/ ต่างเครื่องมือ/ต่างวิธีการ

ตารางที่ ก24 ค่าสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างของสารละลายบัฟเฟอร์จากการวัดของห้องปฏิบัติการต่างๆ

|                |        |
|----------------|--------|
| No. of Results | 60     |
| Median         | 7.00   |
| Normalised IQR | 0.0296 |
| Robust CV      | 0.42%  |
| Minimum        | 5.90   |
| Maximum        | 7.21   |
| Range          | 1.31   |

ตารางที่ ก25 ข้อมูลเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างน้ำประเภตต่างๆ เป็นเวลา 3 วัน

| หมายเลขปฏิบัติการ | วันที่1(วันรับตัวอย่าง) | วันที่2 | วันที่3 |
|-------------------|-------------------------|---------|---------|
| TZ.490            | 8.3                     | 8.3     | 8.3     |
| TZ.782            | 6.8                     | 6.8     | 6.9     |
| TZ.783            | 7.1                     | 7.1     | 7.1     |
| TZ.790            | 7.0                     | 7.0     | 6.8     |
| TZ.823            | 7.2                     | 7.2     | 7.2     |
| TZ.824            | 7.0                     | 7.1     | 7.0     |
| TZ.825            | 6.8                     | 6.8     | 6.8     |
| TZ.830            | 7.7                     | 7.7     | 7.8     |
| TZ.835            | 6.6                     | 6.6     | 6.6     |
| TZ.836            | 6.8                     | 6.8     | 6.8     |
| TZ.838            | 7.4                     | 7.4     | 7.4     |
| TZ.856            | 8.3                     | 8.2     | 8.1     |
| UA.391            | 6.2                     | 6.2     | 6.2     |
| UA.392            | 6.7                     | 6.7     | 6.8     |
| UA.393            | 7.0                     | 7.0     | 7.0     |
| UA.394            | 7.1                     | 7.1     | 7.1     |
| UA.395            | 6.9                     | 6.9     | 6.9     |
| UA.396            | 6.8                     | 6.8     | 6.6     |
| UA.379            | 7.8                     | 7.8     | 7.8     |

ตารางที่ ก25(ต่อ) ข้อมูลเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่าง ในตัวอย่างน้ำประเภตต่างๆ เป็นเวลา 3 วัน

| หมายเลขปฏิบัติการ | วันที่1(วันรับตัวอย่าง) | วันที่2 | วันที่3 |
|-------------------|-------------------------|---------|---------|
| UA.465            | 6.6                     | 6.6     | 6.6     |
| UA.466            | 7.2                     | 7.2     | 7.1     |
| UA.570            | 7.3                     | 7.3     | 7.3     |
| UA.606            | 7.9                     | 7.9     | 8.0     |
| UA.607            | 8.0                     | 8.0     | 7.9     |
| UA.608            | 7.7                     | 7.7     | 7.7     |
| UA.613            | 8.4                     | 8.4     | 8.4     |
| UA.629            | 7.8                     | 7.8     | 7.8     |
| UA.696            | 7.7                     | 7.7     | 7.6     |
| UA.745            | 8.0                     | 8.0     | 8.1     |
| UA.779            | 7.6                     | 7.6     | 7.6     |
| UA.781            | 8.4                     | 8.4     | 8.4     |
| UA.782            | 8.2                     | 8.2     | 8.0     |
| UA.788            | 6.7                     | 6.7     | 6.6     |
| UB.69             | 7.6                     | 7.6     | 7.6     |
| UB.74             | 8.0                     | 8.0     | 8.0     |
| UB.75             | 7.9                     | 7.9     | 7.8     |
| UB.116            | 7.5                     | 7.5     | 7.5     |
| UB.132            | 7.9                     | 7.9     | 7.9     |
| UB.134            | 7.9                     | 7.9     | 7.7     |
| UB.338            | 7.8                     | 7.8     | 7.8     |
| UB.357            | 8.1                     | 8.1     | 8.1     |
| UB.581            | 7.6                     | 7.6     | 7.6     |
| UB.582            | 7.5                     | 7.5     | 7.4     |
| UC.525            | 7.5                     | 7.5     | 7.5     |
| UD.393            | 4.1                     | 4.1     | 4.4     |
| UD.394            | 7.4                     | 7.4     | 7.4     |

ตารางที่ ก 26 วิธีที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้ในการหาค่าความเป็นกรด-ด่างในโครงการฯที่ 1

| Lab code | Method code |
|----------|-------------|
| W001     | 4           |
| W002     | 1           |
| W003     | 1           |
| W004     | 1           |
| W005     | 1           |
| W006     | 1           |
| W007     | 1           |
| W008     | 1,2         |
| W009     | 4           |
| W010     | 1           |
| W011     | 1           |
| W012     | 2           |
| W013     | 4           |
| W014     | 1           |
| W015     | 1           |
| W016     | 1           |

| Lab code | Method code |
|----------|-------------|
| W017     | 1           |
| W018     | 1           |
| W019     | 1           |
| W020     | 1           |
| W021     | 1           |
| W022     | 1           |
| W023     | 1           |
| W024     | 1           |
| W025     | 1           |
| W026     | 4           |
| W027     | 1           |
| W028     | 1           |
| W029     | 1           |
| W030     | 1           |
| W031     | 1           |
| W032     | 1,1*        |

\*ใช้เครื่อง pH meter 2 เครื่องและผู้วิเคราะห์ 2 คน

ตารางที่ ก 27 วิธีที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้ในการหาค่าความเป็นกรด-ด่างในโครงการฯที่ 2

| Lab code | Method code |
|----------|-------------|
| W001     | 4           |
| W002     | 1           |
| W003     | 1           |
| W004     | 1           |
| W005     | 1           |
| W006     | 1           |
| W007     | 1           |
| W008     | 1,1*        |
| W009     | 1           |
| W010     | 4           |
| W011     | 1           |
| W012     | 1,1**       |
| W013     | 1           |
| W014     | -           |
| W015     | 4           |
| W016     | 2,4         |
| W017     | 1           |
| W018     | 1           |
| W019     | 1,2         |
| W020     | 1           |
| W021     | 2           |
| W022     | 4           |

| Lab code | Method code |
|----------|-------------|
| W023     | 4           |
| W024     | 2           |
| W025     | 2           |
| W026     | 1           |
| W027     | 2,4         |
| W028     | 1,2         |
| W029     | -           |
| W030     | -           |
| W031     | 4           |
| W032     | 1           |
| W033     | 4           |
| W034     | 3,3***      |
| W035     | 2           |
| W036     | 1,1,1***    |
| W037     | 1           |
| W038     | 1           |
| W039     | 1           |
| W040     | 2           |
| W041     | 1           |
| W042     | 1           |
| W044     | 1           |
| W045     | 2           |

\* ไม่ระบุ

\*\* ใช้เครื่อง pH meter คนละเครื่อง และ สารละลายบัฟเฟอร์ 2 ยี่ห้อ

\*\*\* ใช้เครื่อง pH meter คนละเครื่อง

## ภาคผนวกที่ 2-6



ที่ วว 0504/

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี

กรุงเทพฯ 10400

1 กันยายน 2542

เรื่อง เชิญเข้าร่วมโครงการทดสอบความชำนาญด้านเคมี : การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำระหว่างห้องปฏิบัติการ

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1.ใบตอบรับการเข้าร่วมโครงการฯ

2. Procedure for pH measurement in water.(CD.I2.TM.PH.01)

ด้วยกลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 กองเคมี ทำหน้าที่วิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่ม น้ำใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค ซึ่งการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH value) เป็นรายการหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นต่อการประเมินคุณภาพน้ำ กองเคมีได้จัดทำโครงการทดสอบความชำนาญด้านเคมี : การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำระหว่างห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการพัฒนาระบบคุณภาพด้านเคมี การทดสอบความชำนาญ เป็นการควบคุมคุณภาพของการวิเคราะห์จากภายนอก (External Quality Control) เพื่อให้เกิดความมั่นใจในผลการวิเคราะห์อีกทางหนึ่ง ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เข้าร่วมโครงการฯ กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 กองเคมี จึงจัดเตรียมตัวอย่างน้ำ แยกประเภทตัวอย่างดังนี้ น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำดื่ม น้ำแม่น้ำ น้ำกลั่น เพื่อวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ

เนื่องจากกองเคมี พิจารณาเห็นว่าหน่วยงานของท่านอาจมีความสนใจที่จะเข้าร่วมการวิเคราะห์ในโครงการดังกล่าวโดยไม่เสียค่าธรรมเนียม ซึ่งจะดำเนินการจัดส่งตัวอย่าง ในวันที่ 10 มกราคม 2545 โดยเชิญทุกท่านที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมประชุมชี้แจงรายละเอียด ณ ห้องประชุม กรมวิทยาศาสตร์บริการ หากท่านประสงค์จะเข้าร่วมในโครงการฯนี้ ขอได้โปรดให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกรอกแบบฟอร์มใบตอบรับ ฯ แล้วส่งคืนกองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ทราบในโอกาสแรกด้วย รายละเอียดจะแจ้งให้ทราบต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จักขอบคุณมาก

ขอแสดงความนับถือ

(นางต้องแสง เลี้ยวชวลิต)

กลุ่มงาน อนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 กองเคมี

โทร. 0 2201 7219-20

โทรสาร 0 22480290

**ใบตอบรับการเข้าร่วมโครงการ การทดสอบความชำนาญด้านเคมี :  
การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำระหว่างห้องปฏิบัติการ**

ข้าพเจ้า.....ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....  
ประสบการณ์ในการทำงานด้านการวิเคราะห์ทางเคมี.....ปีสถานที่ติดต่อ.....  
เลขที่.....เขต.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....  
โทรศัพท์.....โทรสาร.....มีความประสงค์จะเข้าร่วมโครงการฯ

โปรดส่งใบตอบรับไปที่ กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ภายใน 10 ก.ย. 2542  
ติดต่อสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ นางศุภฎี มั่นความดี หรือ นางอังสนา นั้วสุวรรณ โทร.0 2201 7219-20  
โทรสาร 0 2248 0290 e-mail : dusadee@mail.dss.go.th

**คำแนะนำสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการฯ**

1. วันที่ 20 กันยายน 2542 เวลา 9.30น. ให้ท่านหรือผู้แทนของท่านมาเข้าร่วมประชุมชี้แจงรายละเอียด ที่ห้องประชุม กรมวิทยาศาสตร์บริการ อาคาร ดร.คิ้ว ชั้น 6 (เชิญรับประทานอาหารเช้าร่วมกัน)
2. ห้องปฏิบัติการของท่านจะได้รับหมายเลขประจำห้องปฏิบัติการ (Lab code) ซึ่งจะเป็นความลับ
3. ท่านจะได้รับตัวอย่าง 16 ตัวอย่าง โดยที่หมายเลขตัวอย่างจะไม่ซ้ำกันเลย
4. ท่านจะได้รับวิธีการวิเคราะห์ที่แนบมา ซึ่งท่านอาจจะวิเคราะห์ตามวิธีดังกล่าว และ/หรือวิธีอื่นที่ท่านปฏิบัติอยู่(โปรดระบุ) ดังแสดงในตาราง(ท่านสามารถเลือกได้มากกว่า 1วิธี)

**วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์**

| Analysis | Method reference   | Method code | Selected* (yes/no) |
|----------|--|-------------|--------------------|
| pH value | CD.I2.TM.PH.01 (วิธีการวิเคราะห์ที่แนบมา)  | 1           |                    |
|          | Standard methods for the Examination of water and wastewater.18 <sup>th</sup> ed . 1992 or 19 <sup>th</sup> ed.1995.part 4500-H+ | 2           |                    |
|          | ASTM Standards : D1293-95 (test method B)  | 3           |                    |
|          | Others (please specify)  | 4           |                    |

\*โปรดระบุวิธีมาในใบตอบรับนี้ด้วย

5. เมื่อท่านได้รับตัวอย่างให้ทำการวัดค่า pH ภายในวันนั้นและกรอกข้อมูลต่างๆลงใน Result sheet ที่แนบมาพร้อมตัวอย่าง

6. กรุณาส่งผลที่กรอกใน Result sheet มาที่ นางศุภฎี มั่นความดี โทรสาร 0 2248 0290 หรือe-mail address: [dusadee@mail.dss.go.th](mailto:dusadee@mail.dss.go.th) ภายใน 1 ต.ค.2542 เพื่อจะได้รวบรวม ประเมิน สรุปผล และรายงานผลให้ทราบต่อไป



### ภาคผนวกที่ 3

#### แบบฟอร์มรายงานผลการวิเคราะห์

โครงการ การทดสอบความชำนาญด้านเคมี : การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างใน  
ตัวอย่างน้ำระหว่างห้องปฏิบัติการ

วันที่รับตัวอย่างและวิเคราะห์....20 กันยายน 2542 .....

หมายเลขห้องปฏิบัติการ.....

| หมายเลข<br>ตัวอย่าง | ค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำ         |  |  |
|---------------------|--|--|--|
|                     | วิธีการที่.....<br>อุณหภูมิขณะวัด.....°C | วิธีการที่.....<br>อุณหภูมิขณะวัด.....°C | วิธีการที่.....<br>อุณหภูมิขณะวัด.....°C |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |

\*เพื่อการประเมินค่าทางสถิติโปรดรายงานผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง

\*ระบุอุณหภูมิตัวอย่างขณะวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (ไม่ต้องมีทศนิยม, ควรใกล้เคียง 25 °C)

\*รายงานค่าความเป็นกรด-ด่างเพียงค่าเดียวต่อ 1 ตัวอย่าง

\*ถ้าทำมากกว่า 1 วิธี ให้กรอกข้อมูลในคอลัมน์ที่ 3 หรือ 4 ได้

\*ในกรณีที่ใช้วิธีตาม method code 4 กรุณาแนบรายละเอียดมาด้วย

.....

.....

วัน/เดือน/ปี ที่รายงานผลการวิเคราะห์

(.....)

.....

ผู้รับรองผลการวิเคราะห์

(.....)

ผู้วิเคราะห์

\*กรุณาส่งผลการวิเคราะห์คืนมายังนางดุขฤ์ มั่นความดี ภายใน 1 ต.ค. 2542 โดยทางโทรศัพท์ 0 22480290 หรือ e-mail address: dusadee@mail.dss.go.th

## ภาคผนวกที่ 4

### Procedure for pH measurement in water (CD.I2.TM.PH.01)

#### Standardization

Adjust the temperature of the buffer solution to the nearest water sample temperature (specified  $\pm 2$  °C). Calibrate the pH meter with two buffer solutions 4 and 7 or 7 and 10 (or 9.2) having pH values covering the water sample range, as follow:

1. Immerse the electrode in the first buffer solution, stir during the period of measurement at a constant rate.
2. Set the known pH of buffer solution according to the instrument's instructions.
3. Wash the electrode by means of the flowing stream distilled water from a wash bottle.
4. Immerse the electrode in the second buffer solution, stir during the period of measurement at a constant rate.
5. Continue as described in 2-3.
6. Measure the pH of the third buffer solution (buffer solution of pH 7; different source of the buffer solution used for calibration.) The reading should be within 0.1 unit for the pH of the third buffer.

Note : The buffer solutions used only within the manufacturer's use-by-date.

: The buffer solutions should not be returned to stock bottles after use.

#### Measurement

1. Transfer the water sample to a suitable glass beaker provided with a thermometer and a stirring bar. Stir during the period of measurement at a constant rate.
  2. Insert the electrode and determine the pH value.
  3. Record the pH and temperature of the sample to the nearest 1 °C.
-

## ภาคผนวกที่ 5



ที่ วว0504/

กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี

กรุงเทพฯ 10400

3 ธันวาคม 2544

เรื่อง เชิญเข้าร่วม โครงการทดสอบความชำนาญด้านเคมี : การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำ  
ระหว่างห้องปฏิบัติการ

เรียน

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1.ใบตอบรับการเข้าร่วมโครงการฯ

2. Procedure for pH measurement in water.(CD.I2.TM.PH.01)

ด้วยกลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 กองเคมี ทำหน้าที่วิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่ม น้ำใช้เพื่อการอุปโภค บริโภค ซึ่งการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH value) เป็นรายการหนึ่งที่สำคัญและจำเป็นต่อการประเมินคุณภาพน้ำ กองเคมีได้จัดทำโครงการทดสอบความชำนาญด้านเคมี : การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำ ระหว่างห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของชุดโครงการพัฒนาระบบคุณภาพด้านเคมี การทดสอบความ ชำนาญ เป็นการควบคุมคุณภาพของการวิเคราะห์จากภายนอก (External Quality Control) เพื่อให้เกิดความมั่นใจใน ผลการวิเคราะห์อีกทางหนึ่ง ซึ่งจะมีประโยชน์ต่อหน่วยงานที่เข้าร่วมโครงการฯ กลุ่มงานอนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 กองเคมี จึงจัดเตรียมตัวอย่างน้ำ แยกประเภทตัวอย่างดังนี้ น้ำประปา น้ำบาดาล น้ำดื่ม น้ำแม่น้ำ น้ำกลั่น เพื่อวัดค่า ความเป็นกรด-ด่าง เปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ

เนื่องจากกองเคมี พิจารณาเห็นว่าหน่วยงานของท่านอาจมีความสนใจที่จะเข้าร่วมการวิเคราะห์ในโครง การฯดังกล่าวโดยไม่เสียค่าธรรมเนียม ซึ่งจะดำเนินการจัดส่งตัวอย่าง ในวันที่ 10 มกราคม 2545 โดยเชิญทุกท่านที่ เกี่ยวข้องเข้าร่วมประชุมชี้แจงรายละเอียด ณ ห้องประชุม กรมวิทยาศาสตร์บริการ หากท่านประสงค์จะเข้าร่วมใน โครงการฯนี้ ขอได้โปรดให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องกรอกแบบฟอร์มใบตอบรับ ฯ แล้วส่งคืนกองเคมี กรมวิทยาศาสตร์ บริการ ทราบในโอกาสแรกด้วย รายละเอียดจะแจ้งให้ทราบต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณา จักขอบพระคุณมาก

ขอแสดงความนับถือ

(นางส่องแสง เลี้ยวชวลิต)

กลุ่มงาน อนินทรีย์เคมีวิเคราะห์ 2 กองเคมี

โทร. 0 2201 7219-20

โทรสาร 0 22480290

**ใบตอบรับการเข้าร่วมโครงการ การทดสอบความชำนาญด้านเคมี :  
การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำระหว่างห้องปฏิบัติการ**

ข้าพเจ้า.....ตำแหน่ง.....วุฒิการศึกษา.....  
ประสบการณ์ในการทำงานด้านการวิเคราะห์ทางเคมี.....ปีสถานที่ติดต่อ.....  
เลขที่.....เขต.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....  
โทรศัพท์.....โทรสาร.....มีความประสงค์จะเข้าร่วมโครงการฯ

โปรดส่งใบตอบรับไปที่ กองเคมี กรมวิทยาศาสตร์บริการ ภายใน 20 ธ.ค. 2544  
ติดต่อสอบถามข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ นางคุณฤดี มั่นความดี หรือ นางอังสนา ฉั่วสุวรรณ โทร.0 2201 7219-20  
โทรสาร 0 2248 0290 e-mail : dusadee@mail.dss.go.th

**คำแนะนำสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการฯ**

1. วันที่ 10 มกราคม 2545 เวลา 9.30น. ให้ท่านหรือผู้แทนของท่านมาเข้าร่วมประชุมชี้แจงรายละเอียดที่ห้องประชุม กรมวิทยาศาสตร์บริการ อาคาร คร.ตัว ชั้น 6 (เชิญรับประทานอาหารว่างร่วมกัน)
2. ห้องปฏิบัติการของท่านจะได้รับหมายเลขประจำห้องปฏิบัติการ (Lab code) ซึ่งจะเป็นความลับ
3. ท่านจะได้รับตัวอย่าง 16 ตัวอย่างโดยที่หมายเลขตัวอย่างจะไม่ซ้ำกันเลย
4. ท่านจะได้รับวิธีการวิเคราะห์ที่แนบมา ซึ่งท่านอาจจะวิเคราะห์ตามวิธีดังกล่าว และ/หรือวิธีอื่นที่ท่านปฏิบัติอยู่(โปรดระบุ) ดังแสดงในตาราง(ท่านสามารถเลือกได้มากกว่า 1วิธี)

**วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์**

| Analysis | Method reference   | Method code | Selected* (yes/no) |
|----------|--|-------------|--------------------|
| pH value | CD.I2.TM.PH.01 (วิธีการวิเคราะห์ที่แนบมา)  | 1           |                    |
|          | Standard methods for the Examination of water and wastewater.18 <sup>th</sup> ed . 1992 or 19 <sup>th</sup> ed.1995.part 4500-H+ | 2           |                    |
|          | ASTM Standards : D1293-95 (test method B)  | 3           |                    |
|          | Others (please specify)  | 4           |                    |

\*โปรดระบุวิธีมาในใบตอบรับนี้ด้วย

5. เมื่อท่านได้รับตัวอย่างให้ทำการวัดค่า pH ภายในวันนั้นและกรอกข้อมูลต่างๆลงใน Result sheet ที่แนบมาพร้อมตัวอย่าง

6. กรุณาส่งผลที่กรอกใน Result sheet มาที่ นางคุณฤดี มั่นความดี โทรสาร 0 2248 0290 หรือe-mail address: [dusadee@mail.dss.go.th](mailto:dusadee@mail.dss.go.th) ภายใน 13 ม.ค. 2545 เพื่อจะได้รวบรวม ประเมิน สรุปผล และรายงานผลให้ทราบต่อไป

## ภาคผนวกที่ 6

แบบฟอร์มรายงานผลการวิเคราะห์

โครงการ การทดสอบความชำนาญด้านเคมี : การเปรียบเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างใน  
ตัวอย่างน้ำระหว่างห้องปฏิบัติการ

วันที่รับตัวอย่างและวิเคราะห์....10 มกราคม 2545 .....

หมายเลขห้องปฏิบัติการ.....

| หมายเลข<br>ตัวอย่าง | ค่าความเป็นกรด-ด่างในตัวอย่างน้ำ         |  |  |
|---------------------|--|--|--|
|                     | วิธีการที่.....<br>อุณหภูมิขณะวัด.....°C | วิธีการที่.....<br>อุณหภูมิขณะวัด.....°C | วิธีการที่.....<br>อุณหภูมิขณะวัด.....°C |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |
|                     |  |  |  |

\*เพื่อการประเมินค่าทางสถิติโปรดรายงานผลการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นทศนิยม 2 ตำแหน่ง

\*ระบุอุณหภูมิตัวอย่างขณะวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (ไม่ต้องมีทศนิยม, ควรใกล้เคียง 25 °C)

\*รายงานค่าความเป็นกรด-ด่างเพียงค่าเดียวต่อ 1 ตัวอย่าง

\*ถ้าทำมากกว่า 1 วิธี ให้กรอกข้อมูลในคอลัมน์ที่ 3 หรือ 4 ได้

\*ในกรณีที่ใช้วิธีตาม method code 4 กรุณาแนบรายละเอียดมาด้วย

.....

วัน/เดือน/ปี ที่รายงานผลการวิเคราะห์

.....

(.....)

ผู้วิเคราะห์

.....

(.....)

ผู้รับรองผลการวิเคราะห์

\*กรุณาส่งผลการวิเคราะห์คืนมายังนางดุษฎี มั่นความดี ภายใน 20 ม.ค.. 2545 โดยทางโทรสาร 0 22480290 หรือ

e-mail address: dusadee@mail.dss.go.th