

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

วศ
กฟ
อว 12

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

เรื่องที่ 1

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก
ใน ฝุ่น , เถ้า และดิน

โดย

นางสาววราภรณ์ กิจชัยนุกูล
นักวิทยาศาสตร์ 5

กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารผลงานที่เสนอให้ประเมินเพื่อแต่งตั้งให้ดำรงตำแหน่ง
นักวิทยาศาสตร์ 6 ว

เรื่องที่ 1

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ใน ผุ่น , ถ้ำ และดิน

๑๕

เลขที่	ท.พ.
	๐๘ ๑๒
เลขหมาย	๙๙๐๗
วันที่	๑๗๓.๑ ๕๔

ด้วยอธิบดีมหาวิทยาลัย
จาก
๑๕

โดย

นางสาววรรณ กิจชัยนุกูล
นักวิทยาศาสตร์ 5

กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม
กองฟิลิกส์และวิศวกรรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	1
บทที่ 1 คำนำ	3
บทที่ 2 อุปกรณ์และวิธีการ	5
บทที่ 3 ผลการทดลอง	7
บทที่ 4 สรุป	9
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	10
กิตติกรรมประกาศ	11
บรรณานุกรม	12
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ตารางแสดงผลเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และค่า score ระหว่างห้องปฏิบัติการวศ.กับห้องปฏิบัติการอื่นที่ร่วมโครงการของตัวอย่างต่างๆ	ก1-2
ภาคผนวก ข. กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์หาปริมาณ Mn, Pb และ Zn ในตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดระหว่างห้องปฏิบัติการต่างๆ	ข1-11
ภาคผนวก ค. แสดงแผนภูมิเพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่อง AAS	ค1-7
ภาคผนวก ง. วิธีการคำนวณหาปริมาณ โลหะในตัวอย่าง	ง1
ภาคผนวก จ. แสดงสถานะการย่อยสลายตัวอย่างฝุ่น เถ้า และดิน โดยใช้ไมโครเวฟ	จ1

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในฝุ่น , เถ้า และดิน บทคัดย่อ

ในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักใน ฝุ่น , เถ้า และดิน โดยใช้เครื่องวิเคราะห์หาสารปริมาณน้อย (Atomic Absorption Spectrophotometer) วิธีการเตรียมตัวอย่างที่นิยมใช้ คือ การย่อยสลายตัวอย่างด้วยความร้อนภายใต้สภาวะกรด แต่วิธีการนี้สิ้นเปลืองเวลาในการเตรียมตัวอย่าง ผู้วิเคราะห์ต้องคอยเฝ้าระวังไม่ให้สารละลายตัวอย่างแห้ง นอกจากนี้ผู้วิเคราะห์จะต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันไอกรดและสารระเหยบางอย่างที่อาจระเหยได้เมื่อถูกความร้อน การย่อยสลายสารตัวอย่างดังกล่าวโดยใช้ไมโครเวฟเป็นวิธีการหนึ่งที่ได้รับความสะดวกเนื่องจากใช้เวลาในการย่อยสลายสารตัวอย่างน้อย ไม่ต้องคอยเฝ้าระวังการแห้งของตัวอย่างและไม่มีไอกรดหรือสารระเหยออกมาทำอันตรายต่อผู้วิเคราะห์เนื่องจากการย่อยสลายในระบบปิดแต่วิธีการนี้ยังเป็นที่ถกเถียงกันถึงความน่าเชื่อถือของผลการวิเคราะห์ ดังนั้นกลุ่มงานสิ่งแวดล้อมจึงนำระบบประกันคุณภาพเข้ามาใช้เพื่อเป็นการยืนยันถึงความน่าเชื่อถือของข้อมูลและแก้ปัญหาข้อโต้แย้งที่เกิดขึ้น วิธีการดังกล่าวได้แก่ การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์กับห้องปฏิบัติการอื่น หรือที่เรียกกันว่าการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ (Intercomparison Laboratory)

การเปรียบเทียบผลวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ (Intercomparison Laboratory) เป็นข้อกำหนดหนึ่งที่ต้องปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 1300-2537 (มอก. 1300-2537) กลุ่มงานสิ่งแวดล้อมได้เข้าร่วมกับโครงการ Analytical Quality Control Services (AQCS) ทำการศึกษาเรื่อง "Intercomparison Study on the Determination of Trace Elements in Materials Relevant to Air Pollution Studies" โดยทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักทั้งหมด ในตัวอย่างสิ่งแวดล้อม 3 ชนิด คือ ฝุ่น (Vienna urban dust) , เถ้า (Coal fly ash) และดิน (Podsollic soil) ปริมาณโลหะหนักที่ทำการวิเคราะห์ได้แก่ Zn , Pb และ Mn โดยใช้เทคนิค Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) ในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างทั้ง 3 จะทำการเตรียมตัวอย่าง ๆ ละ 6 ครั้งนำไปย่อยสลายด้วยเครื่องไมโครเวฟและนำไปหาปริมาณโลหะหนักโดยใช้เครื่อง AAS และตรวจสอบภาวะการทำงานของเครื่องด้วยการจัดทำแผนภูมิควบคุมซึ่งได้จากการนำผลการวิเคราะห์ของสารละลายมาตรฐาน จำนวน 20 ตัวอย่าง ไปเขียนกราฟดังได้แสดงแผนภูมิควบคุมไว้ในภาคผนวก ก.

แปรผลวิเคราะห์ของตัวอย่างทั้ง 3 ชนิดและทำการหาค่าทางสถิติอันได้แก่ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแต่ละพารามิเตอร์ ส่งผลการวิเคราะห์ทั้งหมดไปยังโครงการ AQCS เพื่อให้ทางโครงการเป็นผู้รวบรวมข้อมูลและทำการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ เมื่อทางโครงการทำการเปรียบเทียบเรียบร้อยแล้วจึงแจ้งผลการเปรียบเทียบให้กับผู้เข้าร่วม

โครงการทั้งหมด ผลการเปรียบเทียบของห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานสิ่งแวดล้อมอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับ
ได้

จากการเข้าร่วมโครงการในครั้งนี้สามารถใช้ข้อมูลที่ได้ทางโครงการส่งมาให้เป็นหลักฐานยืนยันว่าเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์และการเตรียมตัวอย่างโดยใช้ไมโครเวฟแบบระบบปิด สามารถ
ให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับได้

บทที่ 1

บทนำ

ในอดีตที่ผ่านมาข้อโต้แย้งที่พบเสมอหลังจากการได้รับข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ คือ ข้อมูลเหล่านั้นมีความถูกต้องน่าเชื่อถือเพียงใด วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์ให้ผลเป็นที่ยอมรับหรือไม่ ปัจจุบันซึ่งอยู่ในยุคของข้อมูลข่าวสาร ความรวดเร็ว ความถูกต้องและความแม่นยำของข้อมูลถือเป็นหัวใจสำคัญ มนุษย์ได้พัฒนาเทคโนโลยีและระบบต่าง ๆ มาใช้เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูลและข่าวสารที่ถูกต้องเป็นที่ยอมรับ ผลการวิเคราะห์จากห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ต่าง ๆ จำเป็นที่จะต้องผลิตข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องมีความน่าเชื่อถือและเป็นที่ยอมรับในระดับสากล ดังนั้นจึงมีการนำระบบประกันคุณภาพเข้ามาใช้ เพื่อเป็นแนวทางในการดำเนินงานเพื่อให้บรรลุเป้าหมาย

การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ (Intercomparison Laboratory) เป็นขั้นตอนหนึ่งที่ถูกกำหนดให้ปฏิบัติในระบบประกันคุณภาพ เพื่อผู้วิเคราะห์และผู้ต้องการนำข้อมูลไปใช้เกิดความเชื่อถือในข้อมูลนั้น ๆ ด้วยเหตุนี้ กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม กองพิสิทส์และวิศวกรรม กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้เข้าร่วมโครงการ “Analytical Quality Control Services (AQCS)” กับสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติซึ่งทางสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติเป็นหน่วยงานกลางทำหน้าที่ประสานงานกับทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ ทำการศึกษาเรื่อง “Intercomparison on the Determination of Trace Elements in Materials Relevant to Air Pollution Studies” เพื่อเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ในตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อม อันได้แก่ ตัวอย่างฝุ่น, เถ้า และดิน โดยใช้เครื่องมือโครมาโทกราฟีในการย่อยสลายและทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักโดยใช้เครื่องวิเคราะห์หาสารปรมาณน้อย (Atomic Absorption Spectrophotometer, AAS) ซึ่งวิธีการที่ใช้เป็นวิธีมาตรฐานในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก ในตัวอย่างดังกล่าว คือ การย่อยสลายตัวอย่างด้วยความร้อนภายใต้สภาวะกรด แต่วิธีการนี้สิ้นเปลืองเวลาในการเตรียมตัวอย่าง ผู้วิเคราะห์ต้องคอยเฝ้าระวังไม่ให้สารละลายตัวอย่างแห้ง นอกจากนี้ผู้วิเคราะห์จะต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันไอกรดและสารระเหยบางอย่างที่อาจระเหยได้เมื่อถูกความร้อน

ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ได้ดำเนินการตามข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบ (มอก. 1300-2537)

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ความเชื่อมั่นว่าผลการวิเคราะห์โลหะหนักในฝุ่น , เถ้า และดิน จากการเตรียมตัวอย่างโดยใช้ ไมโครเวฟแบบระบบปิด (Microwave digester) มีคุณภาพถูกต้องน่าเชื่อถือและสามารถนำมาใช้แทนวิธีการเตรียมตัวอย่างด้วยแผ่นความร้อนได้ โดยปฏิบัติตามระบบที่สามารถสอบทวนความถูกต้องได้ ตามข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบ (มอก.1300-2537)

ขอบเขตการศึกษา

1. การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในฝุ่น , เถ้า และดิน จากการเตรียมตัวอย่าง โดยใช้ Microwave digester แบบระบบปิด
2. เข้าร่วมกิจกรรมการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการ ภายใต้โครงการ Analytical Quality Control Services (AQCS)

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ใช้ข้อมูลที่ได้มาตรฐานนี้เป็นแนวทางในการพัฒนาเทคนิคที่ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่าง ฝุ่น , เถ้า และดิน
2. แก้ปัญหาข้อโต้แย้งต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นระหว่างผู้วิเคราะห์และผู้ใช้ข้อมูล
3. สร้างความมั่นใจและความชำนาญแก่ผู้วิเคราะห์
4. ให้คำแนะนำกับห้องปฏิบัติการของภาครัฐและเอกชน

บทที่ 2

อุปกรณ์และวิธีการ

วิธีดำเนินการ

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างสิ่งแวดล้อม 3 ชนิด ได้แก่ Vienna urban dust , Coal fly ash และ Podsollic soil ปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ คือ สังกะสี (Zn) , ตะกั่ว (Pb) และแมงกานีส (Mn) การย่อยสารตัวอย่างใช้เครื่องมือไมโครเวฟแบบระบบปิด ทำการหาค่าปริมาณโลหะหนักโดยเครื่อง AAS ซึ่งตรวจสอบภาวะการทำงานด้วยแผนภูมิควบคุม (Control Chart) แปรผลการวิเคราะห์และคำนวณหาค่าทางสถิติ คือ ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลที่วิเคราะห์ได้ ส่งผลการวิเคราะห์ไปยังสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติซึ่งเป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ประสานงานกับทบวงการพลังงานระหว่างประเทศเพื่อดำเนินการในขั้นตอนการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ระหว่างห้องปฏิบัติการต่อไป เนื่องจากวิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด ตลอดจนการคำนวณหาปริมาณโลหะหนักไม่แตกต่างกัน จึงแสดงตัวอย่างวิธีการคำนวณเฉพาะผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Zn ใน Vienna urban dust ดังปรากฏขั้นตอนการคำนวณในภาคผนวก ง.

วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องชั่งชนิดละเอียดทศนิยม 5 ตำแหน่ง ที่ผ่านการสอบเทียบแล้ว
2. เครื่อง Microwave digester แบบระบบปิด พร้อมอุปกรณ์
3. เครื่องแก้ว
 - 3.1 Volumetric flask ขนาด 25 ml
 - 3.2 กรวยแก้วก้านยาว
 - 3.3 บีเปด
4. เครื่อง AAS เพื่อใช้วิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างเพื่อใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักจำนวน 6 ตัวอย่าง พร้อมกักตั้งตัวอย่างเพื่อทำการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โดยรายงานผลเป็น Dry/Wet ratio ทั้งนี้เพื่อป้องกันการเปลี่ยนแปลงของตัวอย่าง
2. นำตัวอย่างไปย่อยสลายโดยใช้เครื่อง Microwave digester แบบระบบปิด ภาวะในการย่อยสลายดังแสดงในภาคผนวก ง.
3. กรองตัวอย่างที่เย็นแล้วและปรับปริมาตร

4. นำไปวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักโดยใช้ AAS ซึ่งตรวจสอบสถานะการทำงานโดยใช้แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ดังได้แสดงแผนภูมิควบคุมในรายการที่ทำการวิเคราะห์ไว้ในภาคผนวก ก.

บทที่ 3

ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างสิ่งแวดล้อม 3 ชนิด โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างละ 6 ครั้ง โลหะหนักที่ทำการวิเคราะห์ คือ สังกะสี(Zn) , ตะกั่ว(Pb) และแมงกานีส(Mn) ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในตารางที่ 1, 2 และ 3

ตารางที่ 1 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างฝุ่น (Vienna urban dust)

ครั้งที่	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Mn (mg/kg)
1	3135	437	750
2	3104	471	770
3	3140	396	751
4	3167	450	601
5	3168	426	614
6	3102	432	637
ค่าเฉลี่ย (Mean)	3136	435.3	687.2
Dry/Wet Ratio	0.989107	0.989107	0.989107

ตารางที่ 2 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างดิน (Podsolc soil)

ครั้งที่	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Mn (mg/kg)
1	34.3	10.9	1142
2	52.5	14.4	1210
3	34.5	4.51	1230
4	35.5	4.43	1208
5	35.3	4.33	1215
6	54.8	13.7	1220
ค่าเฉลี่ย (Mean)	41.15	8.712	1204.2
Dry/Wet Ratio	0.9925789	0.9925789	0.9925789

ตารางที่ 3 แสดงผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่างเถ้า (Coal fly ash)

ครั้งที่	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Mn (mg/kg)
1	336	14.2	608
2	337	11.1	573
3	340	18.6	588
4	313	16.7	566
5	312	15.3	566
6	339	12	572
ค่าเฉลี่ย(Mean)	329.5	14.65	578.8
Dry/Wet Ratio	0.9992123	0.9992123	0.9992123

บทที่ 4

สรุป

1. การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในตัวอย่าง ฟูน , เต้า และดิน ของห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานสิ่งแวดล้อม ใช้วิธีการย่อยสลายตัวอย่างโดยไมโครเวฟ เพราะเป็นวิธีที่สะดวก รวดเร็วไม่มีอันตรายและสารระเหยออกมาทำอันตรายผู้วิเคราะห์ เนื่องจากทำในระบบปิด นอกจากนี้ยังมีความถูกต้องสามารถสอบเทียบผลการวิเคราะห์ได้

2. สามารถควบคุมขบวนการวิเคราะห์ ได้โดยใช้แผนภูมิควบคุม (Control Chart) ผู้วิเคราะห์ได้ดำเนินการควบคุมขบวนการวิเคราะห์ทุกครั้งที่ทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง

บทที่ 5

วิจารณ์ผลการทดลอง

การเข้าร่วมโครงการ AQCS ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะหนัก ในตัวอย่าง ผุ่น , เถ้า และดิน ประสบผลสำเร็จ กล่าวคือทุกรายการที่ทำการวิเคราะห์หามีค่า Score อยู่ระหว่าง -3 ถึง 3 ดังตารางแสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการซึ่งจัดทำโดยโครงการ AQCS ในภาคผนวก ก. เป็นค่าที่ทางโครงการแจ้งว่าเป็นค่าที่อยู่ในเกณฑ์ยอมรับได้ โลกในโครงการนี้มีประเทศที่เข้าร่วมโครงการทั้งหมด 26 ประเทศ ในจำนวนนี้มีห้องปฏิบัติการจากประเทศไทย 6 ห้องปฏิบัติการ โดยห้องปฏิบัติการของวศ. (THA/3) ได้ส่งผลการวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนัก 3 รายการ ได้แก่ สังกะสี (Zn) , ตะกั่ว (Pb) และ แมงกานีส (Mn) ในตัวอย่าง ทั้ง 3 ชนิด จากผลสำเร็จในการวิเคราะห์นี้ เป็นสิ่งยืนยันในความถูกต้องของผลวิเคราะห์และสามารถนำเทคนิคการย่อยสลายตัวอย่างด้วยไมโครเวฟมาใช้ได้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิเคราะห์ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่จากสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติที่ไ้ได้กระตือรือร้นเข้าร่วมโครงการ AQCS , คุณสมโภชน์ บุญสนิท , คุณอัจฉรา เจริญสุข ที่ให้คำปรึกษาทางวิชาการ ตลอดจนผู้อยู่เบื้องหลังทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้รายงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วง หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้วิเคราะห์ขออ้อมรับเพื่อดำเนินการแก้ไขปรับปรุงในโอกาสต่อไป

ឃ្ល័វធាន្តក្រវ

1. Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, EPA-600/4-82-055, December 1982, Method 206.3
2. 1985 Annual Book of ASTM Standards, Vol.11.01; "Standards Specification for Reagent Water"; ASTM:Philadelphia,PA,1985; D 1193-77

ภาคผนวก ก.

ตารางที่ 4 แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการของตัวอย่าง Vienna urban dust

รายการ วิเคราะห์	ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ		ห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วม โครงการ		Score
	ค่าเฉลี่ย Mean mg / kg	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน Standard Deviation	ค่าเฉลี่ย Mean mg / kg	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน Standard Deviation	
Zn	3136	29	2713	1500	0
Pb	435.3	25	285.4	200	1
Mn	687.2	78	1072	170	-2

ตารางที่ 5 แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการของตัวอย่าง Podsollic soil

รายการ วิเคราะห์	ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ		ห้องปฏิบัติการที่ร่วมโครงการ		Score
	ค่าเฉลี่ย Mean mg / kg	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน Standard Deviation	ค่าเฉลี่ย Mean mg / kg	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน Standard Deviation	
Zn	41.15	9.7	58.71	14	-1
Pb	8.712	4.8	27.22	21	-1
Mn	1204	31	1413	590	0

ตารางที่ 6 แสดงผลการเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการของตัวอย่าง Coal fly ash

รายการ วิเคราะห์	ห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ		ห้องปฏิบัติการที่ร่วมโครงการ		Score
	ค่าเฉลี่ย Mean mg / kg	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน Standard Deviation	ค่าเฉลี่ย Mean mg / kg	ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน Standard Deviation	
Zn	329.5	13	993.8	240	-3
Pb	14.65	2.8	45.25	32	-1
Mn	578.8	16	975.9	370	-1

Score: [(ค่าเฉลี่ยของห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ - ค่าเฉลี่ยของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการ)] / (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของห้องปฏิบัติการที่เข้าร่วมโครงการ)

ตัวอย่าง การคำนวณหาค่า Score ของห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Zn ในตัวอย่างฝุ่น

$$\text{Score} = [(\text{ค่าเฉลี่ยของห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ}) - (\text{ค่าเฉลี่ยของห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่เข้าร่วมโครงการ})] / (\text{ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่เข้าร่วมโครงการ})$$

$$= [(3136) - (2713)] / (1500)$$

$$= 0.282 \approx 0$$

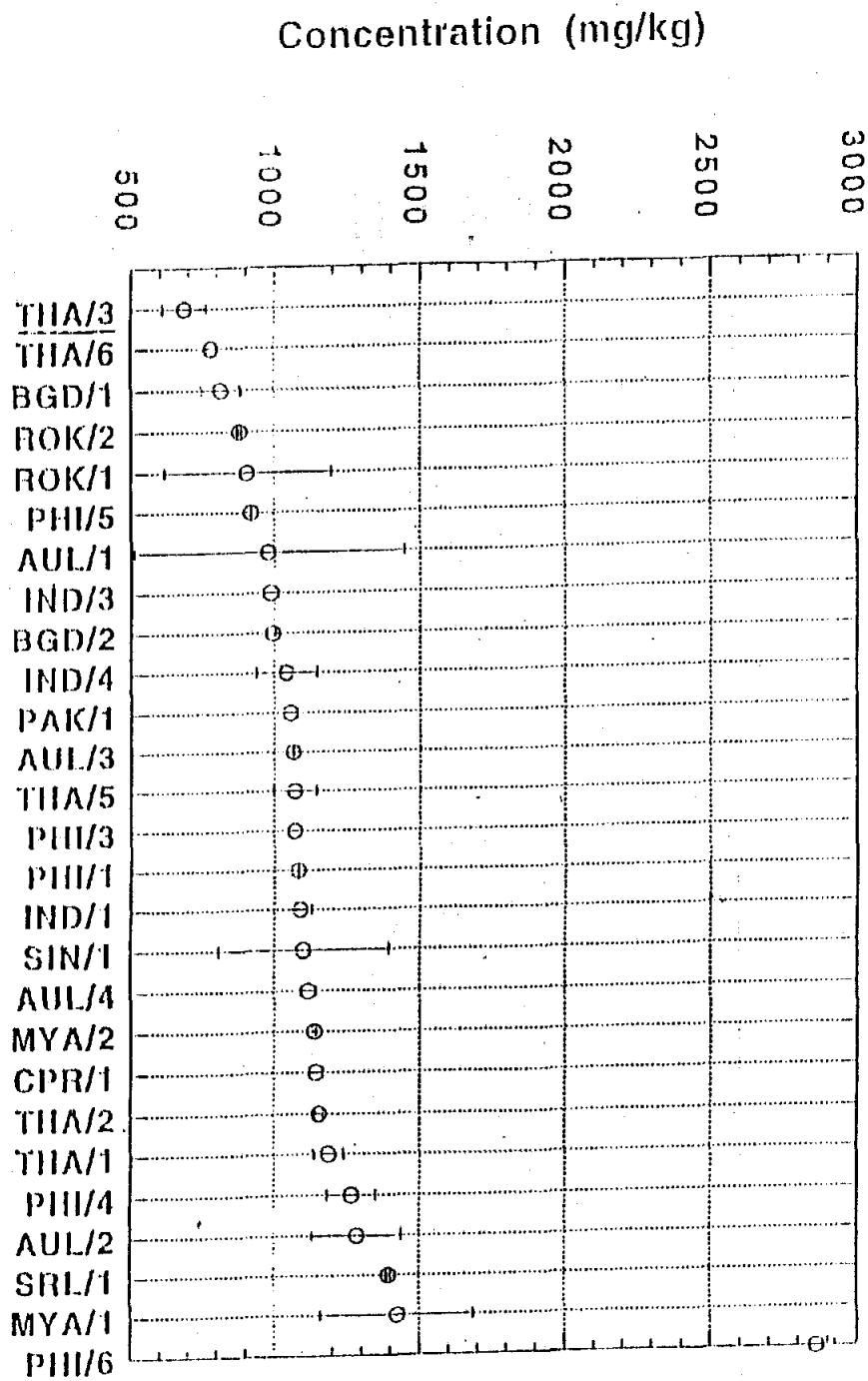
หมายเหตุ - ความหมายของ score มาจากหน่วยงาน Analytical Quality Control Services (AQCS)

ภาคผนวก ข.

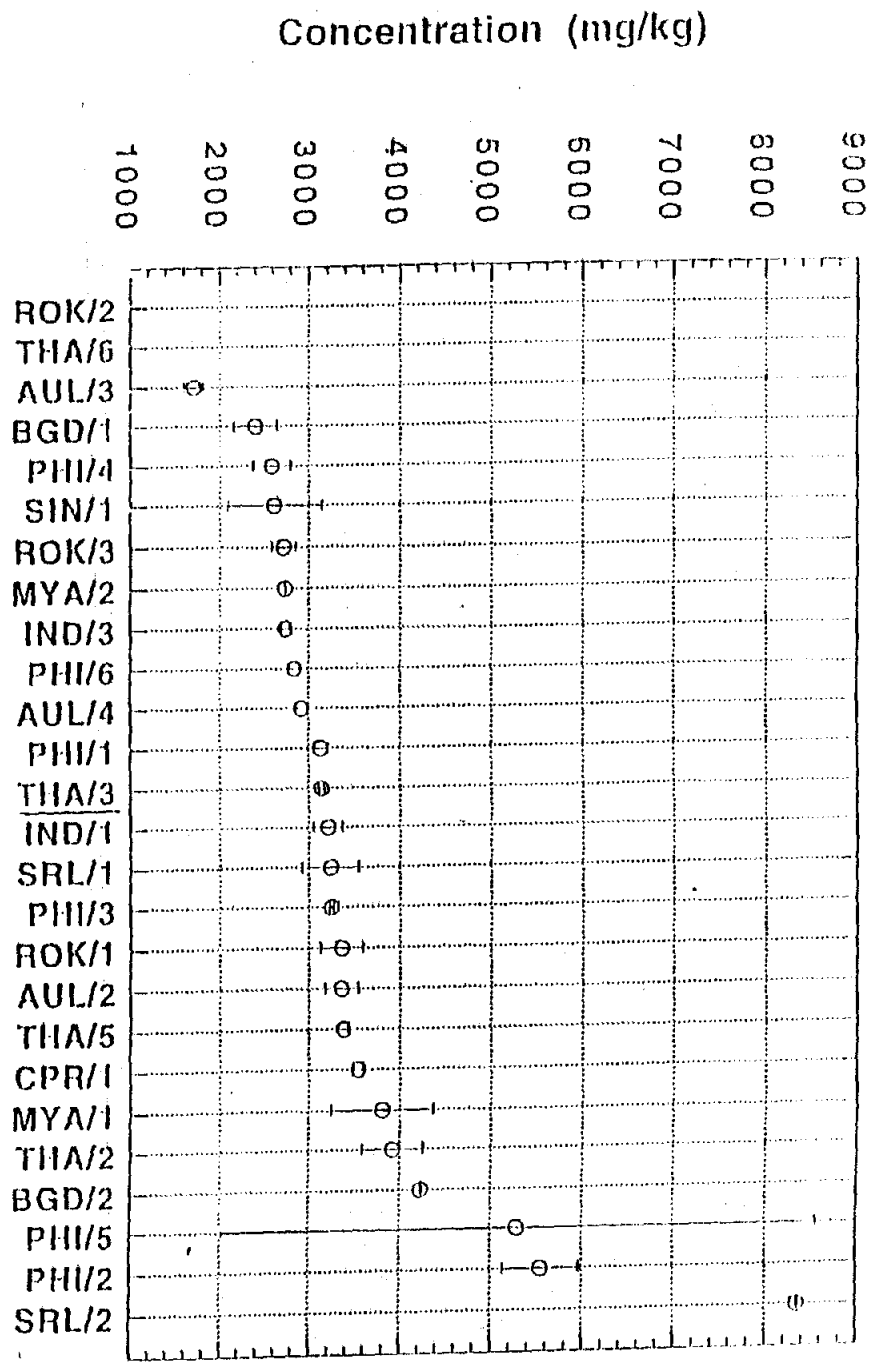
กราฟแสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์หาปริมาณ Mn , Pb และ Zn ในตัวอย่างทั้ง 3 ชนิด ระหว่างห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ทั้งหมด 26 ประเทศทำการเปรียบเทียบโดยโครงการ AQCS

THA/3 คือผลการวิเคราะห์หาปริมาณ โลหะทั้ง 3 ตัว ในตัวอย่าง 3 ชนิดจากกลุ่มงานสิ่งแวดล้อม กรมวิทยาศาสตร์บริการ (ห้องปฏิบัติการวศ.)

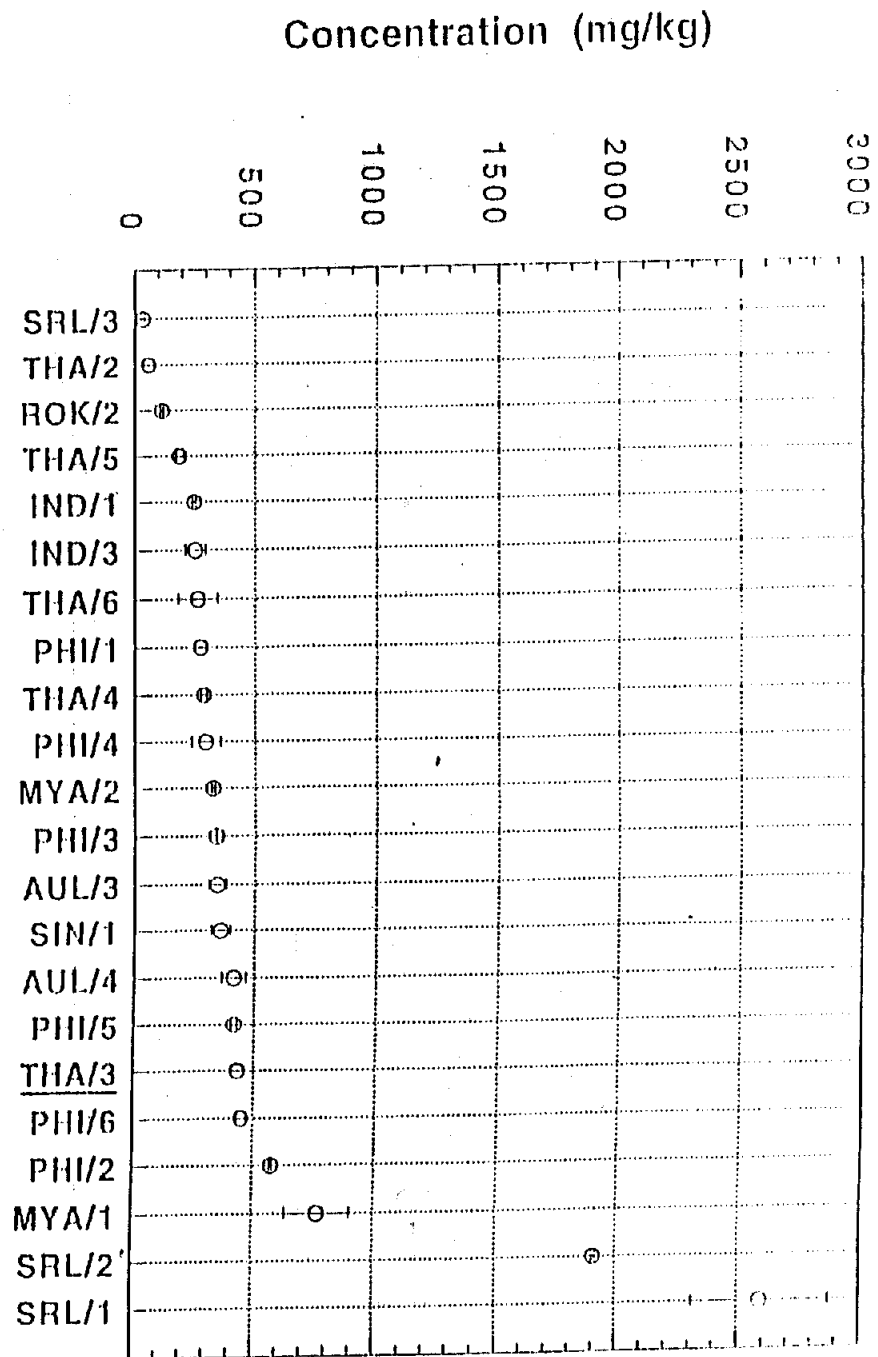
- รูปที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์หาปริมาณ Mn ระหว่างห้องปฏิบัติการใน ตัวอย่างฝุ่น (Vienna urban dust)
- รูปที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์หาปริมาณ Pb ระหว่างห้องปฏิบัติการใน ตัวอย่างฝุ่น (Vienna urban dust)
- รูปที่ 3 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์หาปริมาณ Zn ระหว่างห้องปฏิบัติการใน ตัวอย่างฝุ่น (Vienna urban dust)
- รูปที่ 4 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์หาปริมาณ Mn ระหว่างห้องปฏิบัติการใน ตัวอย่างเถ้า (Coal fly ash)
- รูปที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์หาปริมาณ Pb ระหว่างห้องปฏิบัติการใน ตัวอย่างเถ้า (Coal fly ash)
- รูปที่ 6 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์หาปริมาณ Zn ระหว่างห้องปฏิบัติการใน ตัวอย่างเถ้า (Coal fly ash)
- รูปที่ 7 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์หาปริมาณ Mn ระหว่างห้องปฏิบัติการใน ตัวอย่างดิน (Podsollic soil)
- รูปที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์หาปริมาณ Pb ระหว่างห้องปฏิบัติการใน ตัวอย่างดิน (Podsollic soil)
- รูปที่ 9 แสดงการเปรียบเทียบผลวิเคราะห์หาปริมาณ Zn ระหว่างห้องปฏิบัติการใน ตัวอย่างดิน (Podsollic soil)



รูปที่ 1 กราฟในแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Pb ในตัวอย่างฝุ่น
 ออห้องปฏิบัติการรวม. (THA/9) กับ ห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่เข้าโครงการ ทำการเปรียบเทียบโดย
 องค์กร AQC8

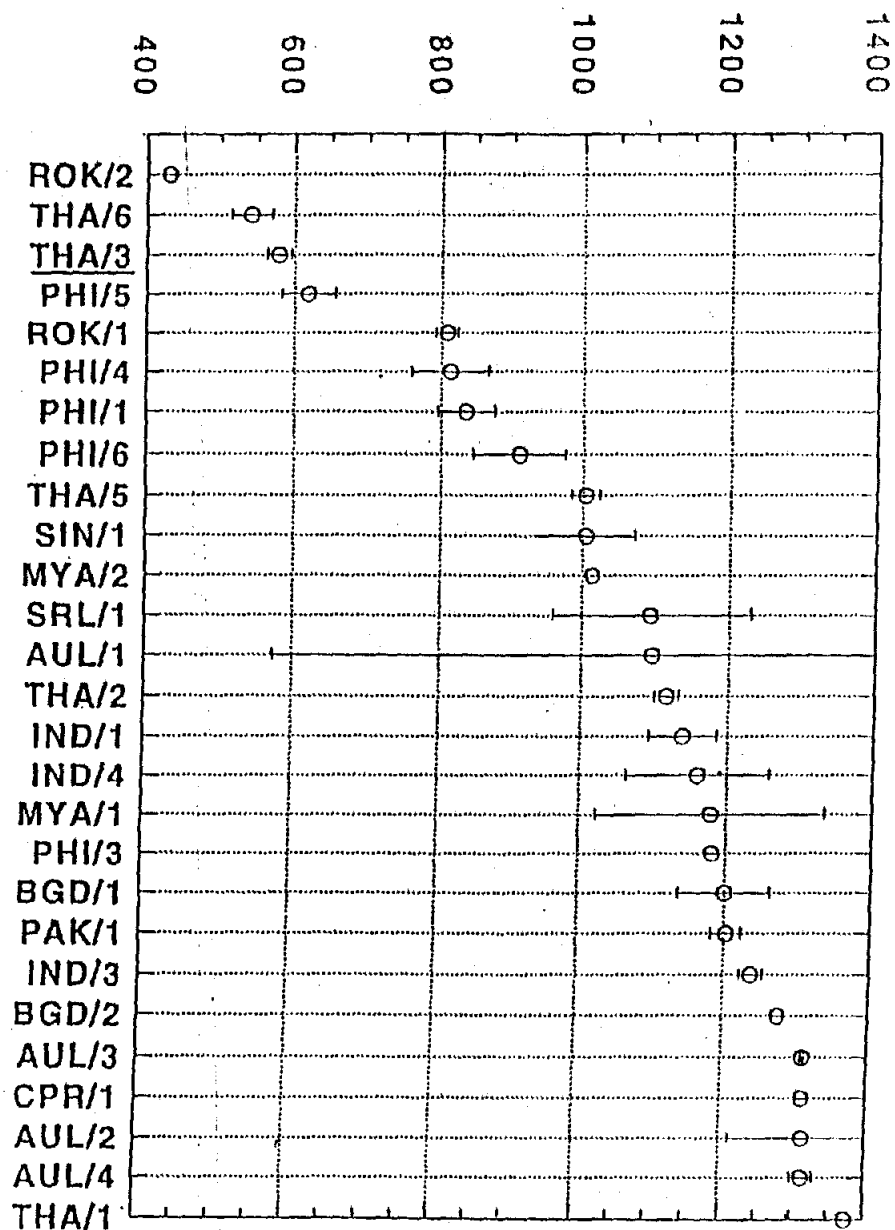


รูปที่ 2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Zn ในตัวอย่างน้ำดื่ม
ของห้องปฏิบัติการวศ. (THA/3) กับ ห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่เข้าโครงการ ทำการเปรียบเทียบโดย
โครงการ AQCS

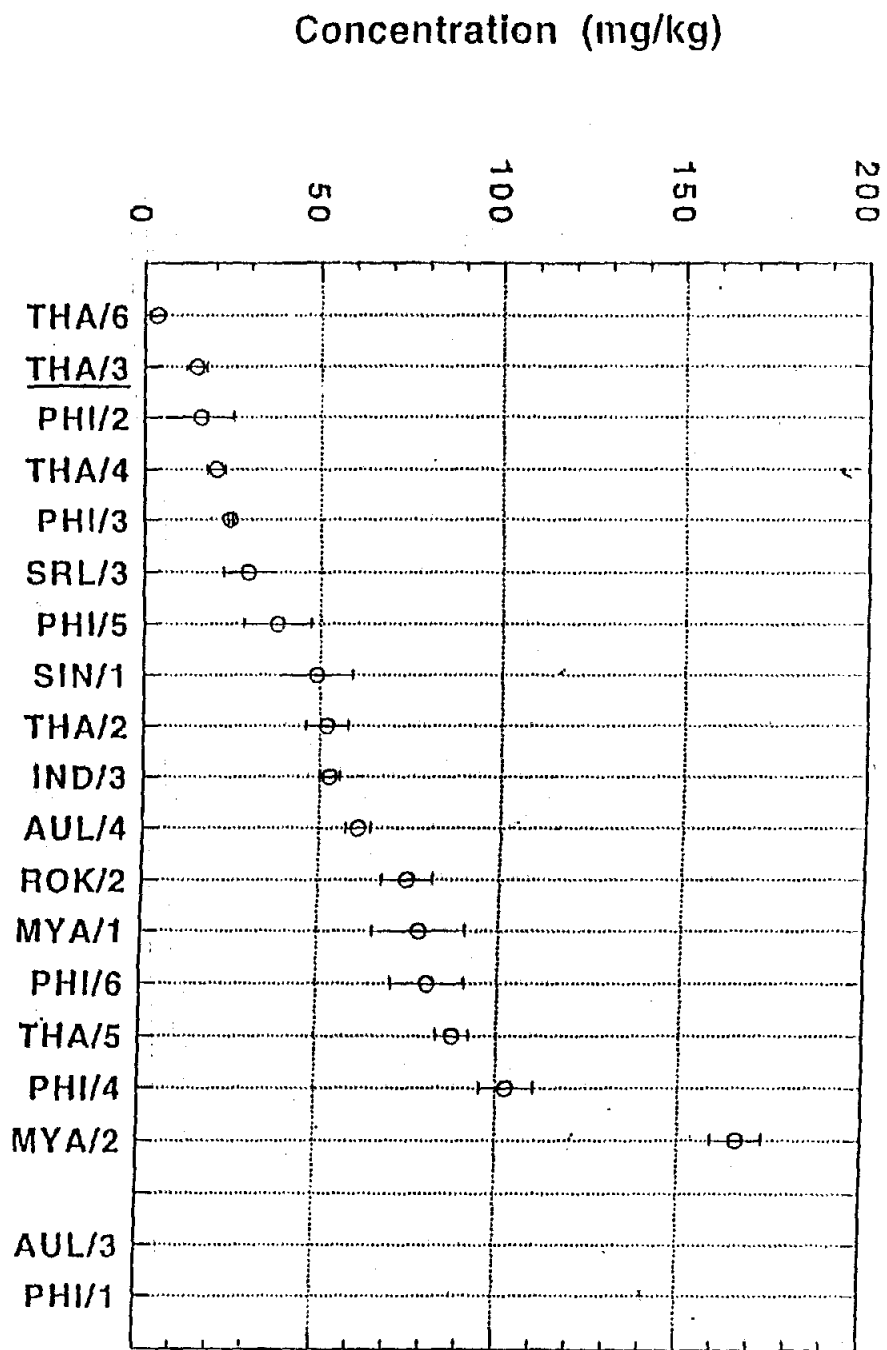


รูปที่ 8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Pb ในตัวอย่างน้ำดื่มของห้องปฏิบัติการวท. (THA/3) กับ ห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่เข้าโครงการ ทำการเปรียบเทียบกันโดยโครงการ AQCS

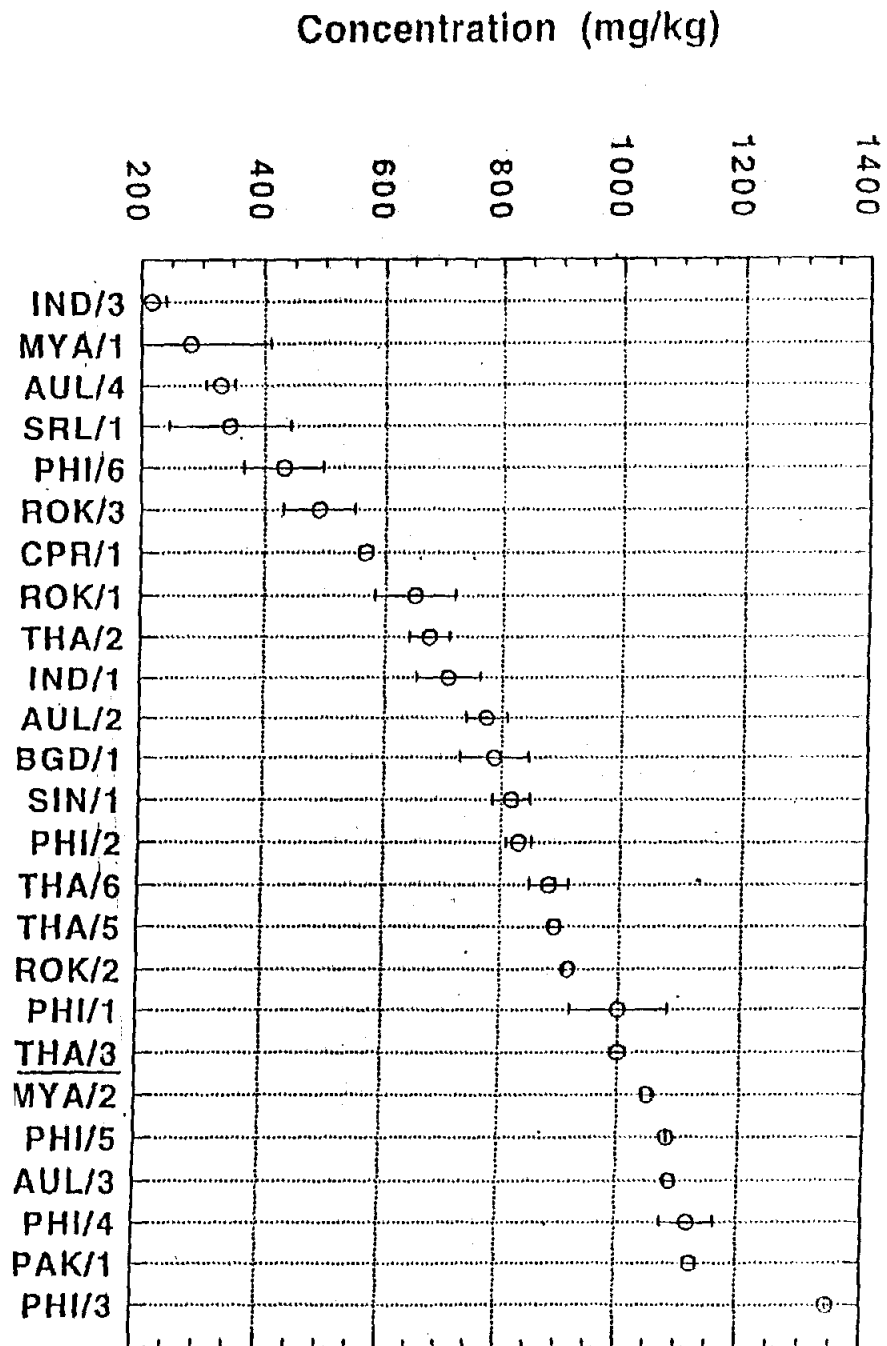
Concentration (mg/kg)



รูปที่ 4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Mn ในตัวอย่างน้ำของห้องปฏิบัติการวศ. (THA/3) กับ ห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่เข้าโครงการ ทำการเปรียบเทียบโดยโครงการ AQCS

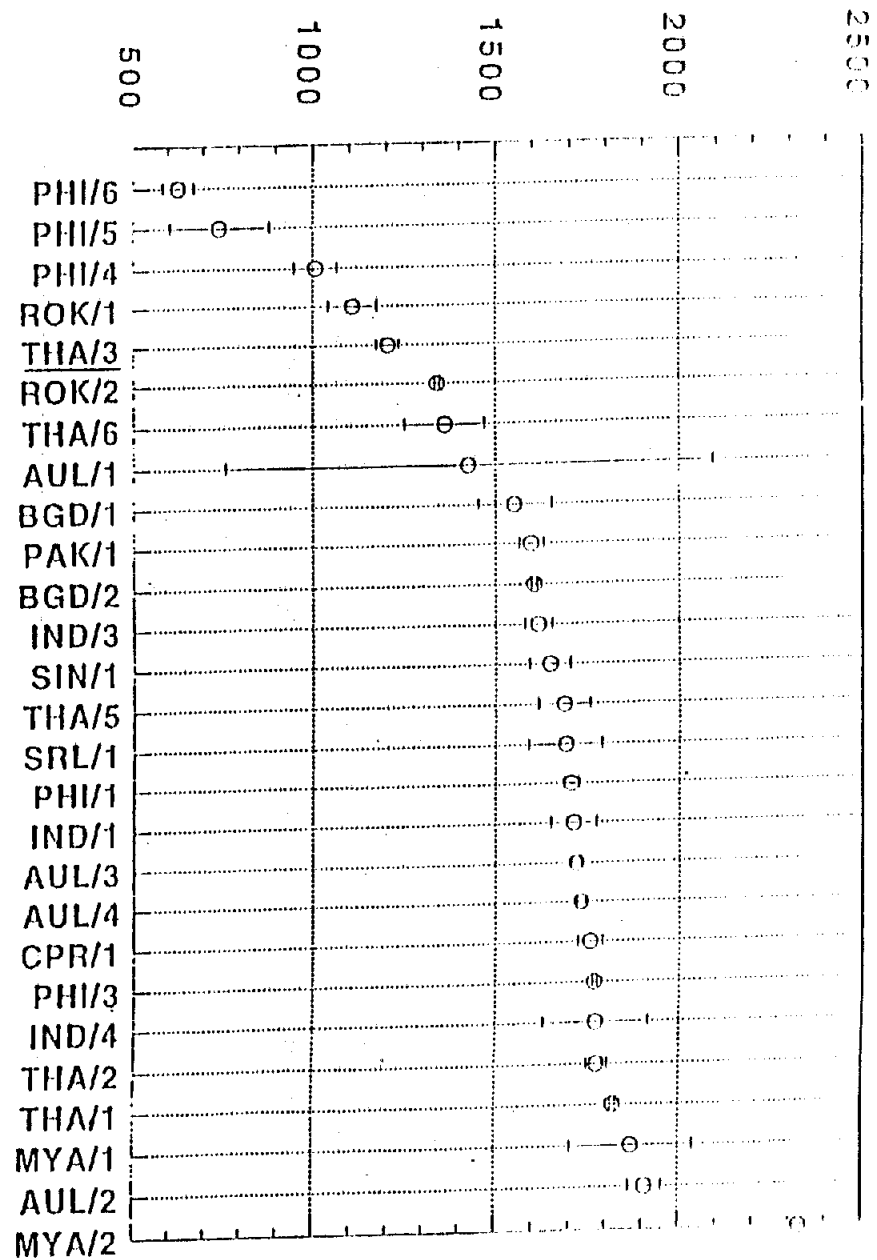


รูปที่ 5 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Pb ในตัวอย่างเนื้อของห้องปฏิบัติการวต. (THA/3) กับ ห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่เข้าโครงการ ทำการเปรียบเทียบโดยโครงการ AQCS



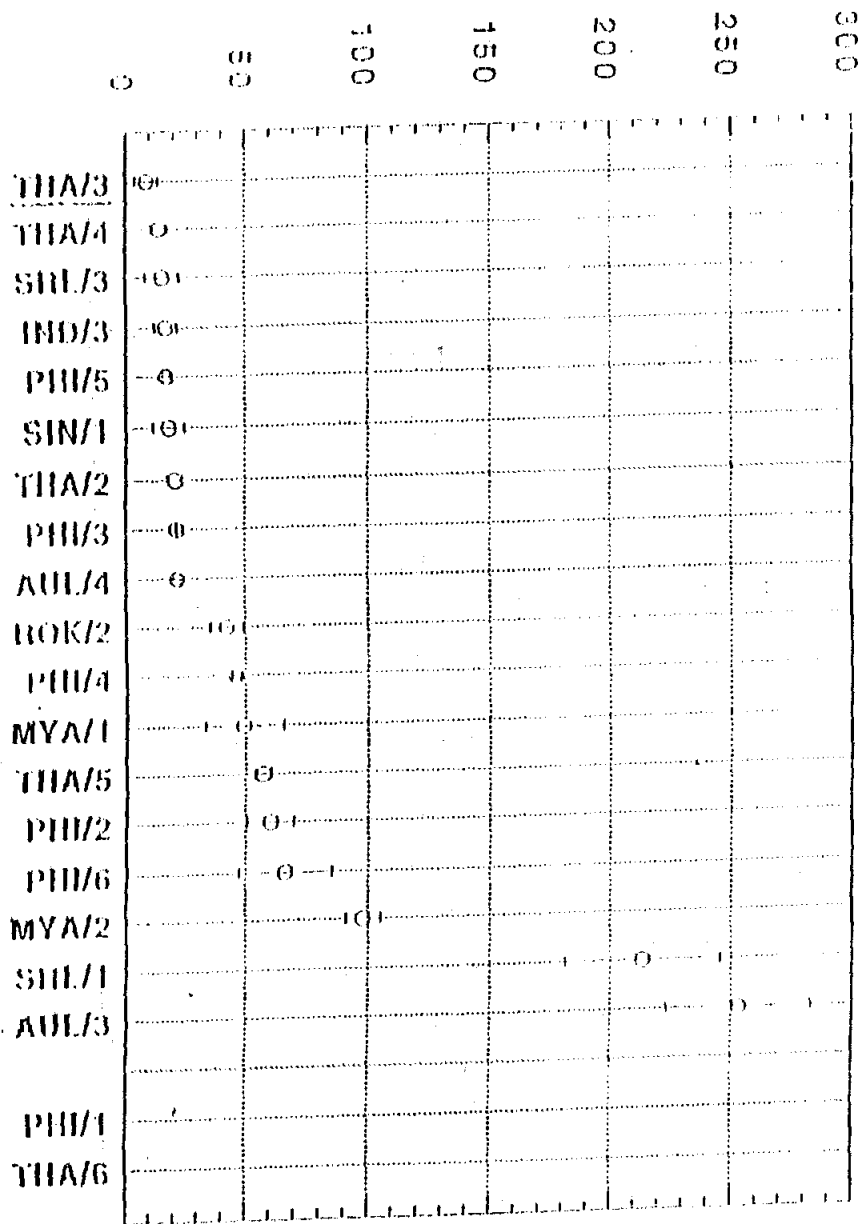
รูปที่ ๘ กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Zn ในตัวอย่างน้ำของห้องปฏิบัติการวศ. (THA/3) กับ ห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่เข้าโครงการ ทำการเปรียบเทียบโดยโครงการ AQCS

Concentration (mg/kg)

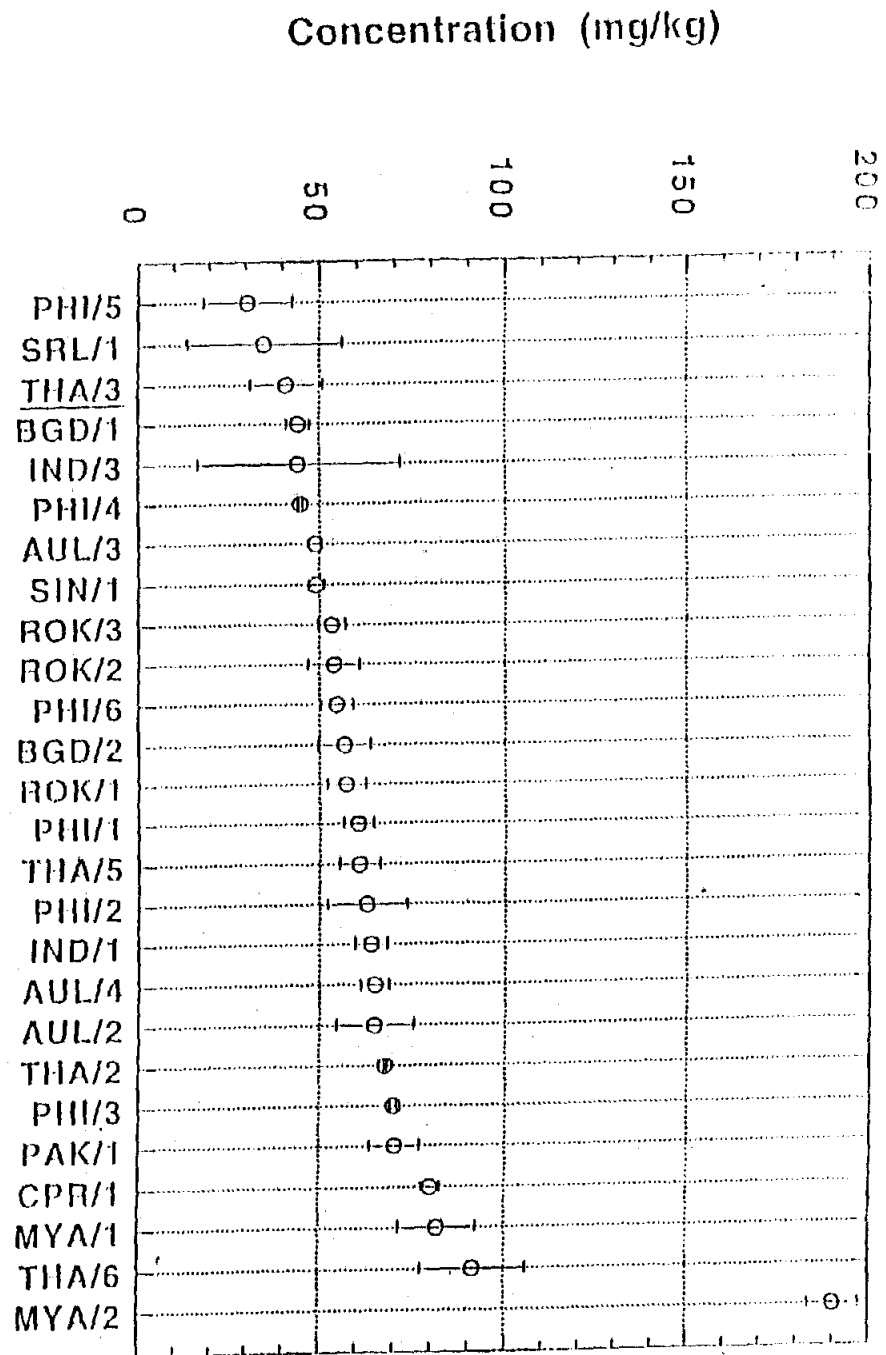


รูปที่ 7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์หาปริมาณ Pb ในตัวอย่างดินของห้องปฏิบัติการวศ. (THA/3) กับ ห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่เข้าโครงการ ทำการเปรียบเทียบโดยโครงการ AQCS

Concentration (mg/kg)



รูปที่ ๒. ผลการตรวจวัดปริมาณสารพิษตกค้างในอาหารสัตว์ประเภท ปลา ในจังหวัดภูเก็ต
 ของห้องปฏิบัติการ ม. (THA/3) กับ ห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่ใช้วิธีการ ทำการเปรียบเทียบ
 โดยวิธี AQC'S



รูปที่ ๑ กราฟแสดงการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของผลการวิเคราะห์ปริมาณ Zn ในดินแปลงดิน
ของห้องปฏิบัติการวท. (THA/3) กับ ห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ที่เข้าโครงการ ทำการเปรียบเทียบโดย
โครงการ AQCS

ชื่อเต็มของประเทศที่ปรากฏในกราฟ

AUL	หมายถึง	Australia
BGD	หมายถึง	Bangladesh
CPR	หมายถึง	People's Republic of China
IND	หมายถึง	India
MYA	หมายถึง	Myanmar
PAK	หมายถึง	Pakistan
PHI	หมายถึง	Philippines
SIN	หมายถึง	Singapore
SRL	หมายถึง	Sri Lanka
ROK	หมายถึง	Republic of Korea
THA	หมายถึง	Thailand

ภาคผนวก ค.

แสดงแผนภูมิควบคุมเพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่อง AAS

- รูปที่ 10 แสดงแผนภูมิควบคุมเพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่อง AAS ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Zn โดยใช้สารละลายมาตรฐานเข้มข้น 0.7 ml/l จำนวน 20 ตัวอย่าง
- รูปที่ 11 แสดงแผนภูมิควบคุมเพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่อง AAS ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Pb โดยใช้สารละลายมาตรฐานเข้มข้น 3.0 ml/l จำนวน 20 ตัวอย่าง
- รูปที่ 12 แสดงแผนภูมิควบคุมเพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่อง AAS ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Mn โดยใช้สารละลายมาตรฐานเข้มข้น 2.0 ml/l จำนวน 20 ตัวอย่าง

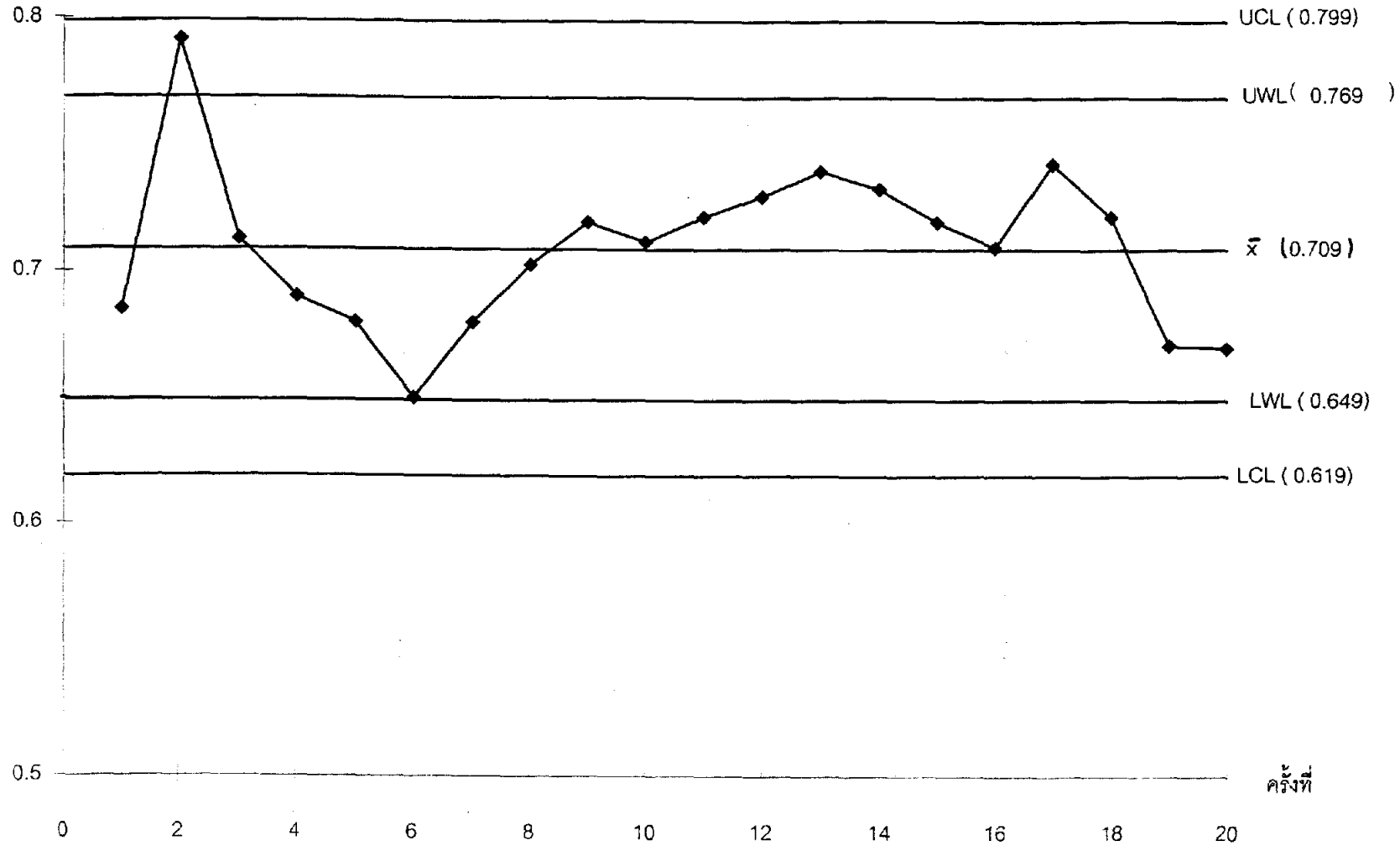
ตารางที่ 7 แสดงค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 0.7 mg/l Zn ที่วิเคราะห์ได้

ครั้งที่	ความเข้มข้น (mg/l)
1	0.685
2	0.778
3	0.713
4	0.69
5	0.68
6	0.65
7	0.68
8	0.703
9	0.72
10	0.712
11	0.722
12	0.73
13	0.74
14	0.733
15	0.72
16	0.71
17	0.743
18	0.722
19	0.671
20	0.67
\bar{X}	0.709
SD	0.030
2SD	0.06
3SD	0.09

รูปที่ 10 แสดงแผนภูมิควบคุมการทำงานของเครื่อง AAS ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Zn

โดยใช้สารละลายมาตรฐานเข้มข้น 0.7 mg/l จำนวน 20 ตัวอย่าง

ความเข้มข้น, mg/l



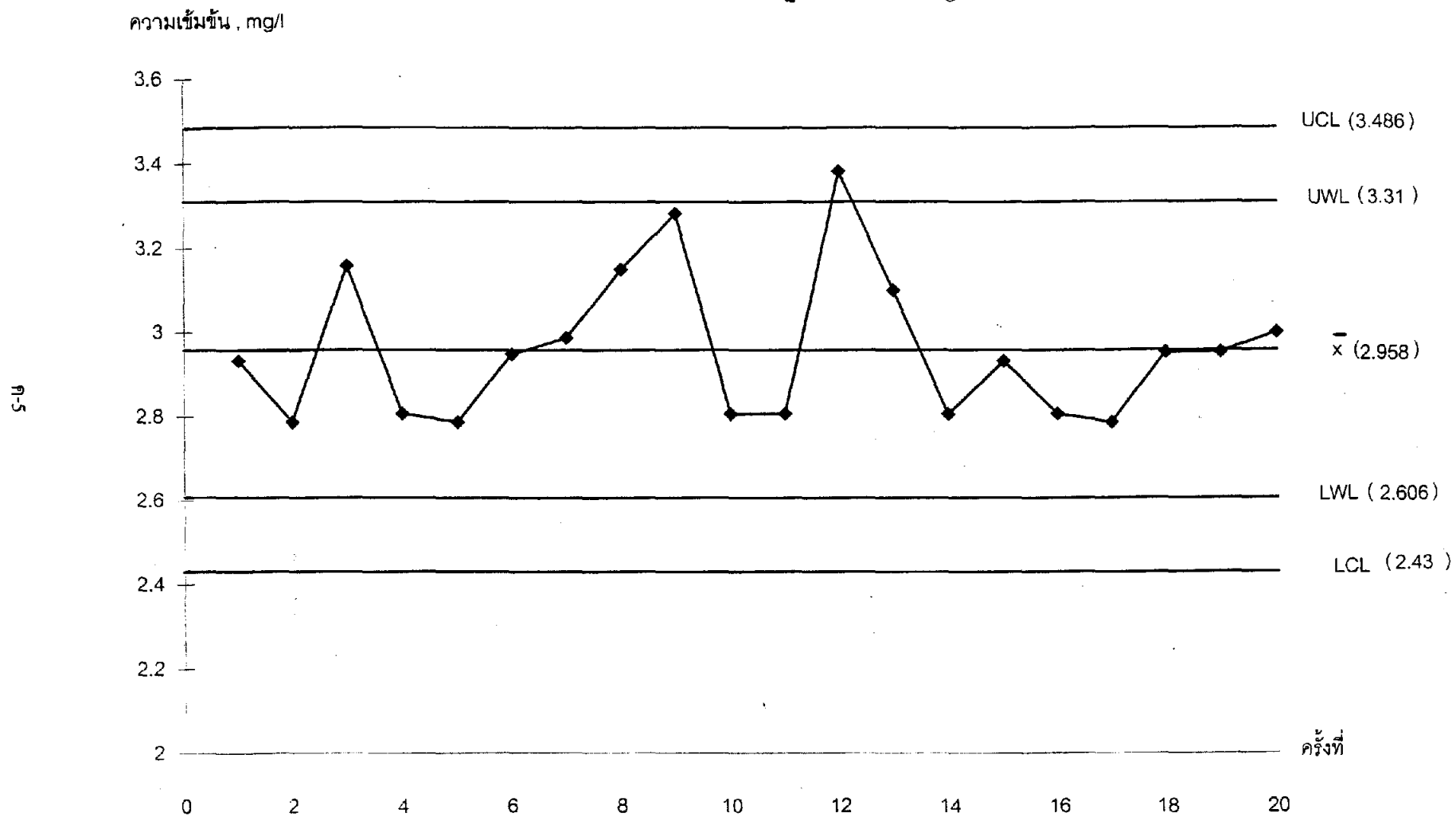
ก-3

ครั้งที่

ตารางที่ 8 แสดงค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 3.0 mg/l Pb ที่วิเคราะห์

ครั้งที่	ความเข้มข้น (mg/l)
1	2.932
2	2.786
3	3.158
4	2.806
5	2.786
6	2.948
7	2.987
8	3.150
9	3.283
10	2.806
11	2.806
12	3.383
13	3.100
14	2.806
15	2.932
16	2.806
17	2.786
18	2.953
19	2.953
20	3.000
\bar{X}	2.958
SD	0.176
2SD	0.352
3SD	0.528

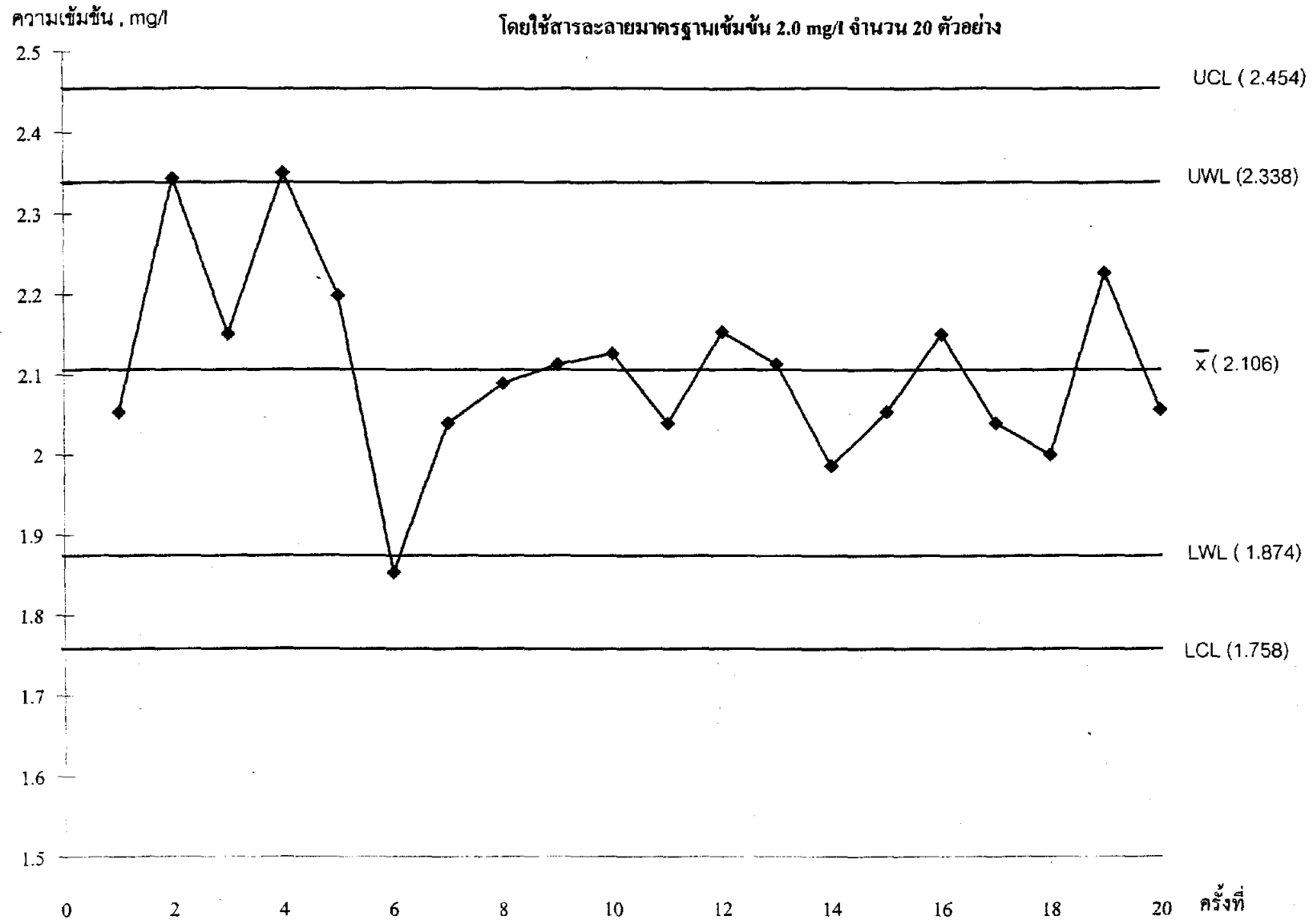
รูปที่ 11 แสดงแผนภูมิควบคุมภาวะการทำงานของเครื่อง AAS ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Pb โดยใช้สารละลายมาตรฐานเข้มข้น 3.0 mg/l จำนวน 20 ตัวอย่าง



ตารางที่ 9 แสดงค่าความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน 2.0 mg/l Mn ที่วิเคราะห์ได้

ครั้งที่	ความเข้มข้น (mg/l)
1	2.053
2	2.343
3	2.150
4	2.350
5	2.198
6	1.853
7	2.039
8	2.089
9	2.113
10	2.126
11	2.039
12	2.153
13	2.113
14	1.986
15	2.053
16	2.150
17	2.039
18	2.000
19	2.226
20	2.056
\bar{X}	2.106
SD	0.116
2SD	0.232
3SD	0.348

รูปที่ 12 แสดงแผนภูมิควบคุมภาวะการทำงานของเครื่อง AAS ในการวิเคราะห์หาปริมาณ Mn โดยใช้สารละลายมาตรฐานเข้มข้น 2.0 mg/l จำนวน 20 ตัวอย่าง



ภาคผนวก ง.

การคำนวณ

$$\text{น้ำหนักตัวอย่างจริง (A)} = \text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \times \text{Dry/Wet Ratio}$$

$$x_{(\text{mg/kg})} = \frac{bXc}{a}$$

เมื่อ x = ปริมาณโลหะหนักที่ต้องการวิเคราะห์มีหน่วยเป็น mg/kg

a = น้ำหนักตัวอย่างจริง

b = ปริมาณโลหะหนักที่วิเคราะห์ได้จากเครื่อง AAS มีหน่วยเป็น mg/kg

c = ปริมาตรของตัวอย่างที่ทำในข้อ 3

ตัวอย่างแสดงการคำนวณ หาปริมาณ Zn ในตัวอย่าง Vienna urban dust Volum l

$$\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} = 0.58108$$

$$\text{Dry/Wet Ratio} = 0.989107$$

$$a \text{ (กรัม)} = 0.58108 \times 0.989107 = 0.5747502$$

$$b = 72.08 \text{ mg/l}$$

$$c = 25 \text{ ml}$$

$$x = 72.08 \times 25 / 0.5747502 = 3135 \text{ mg/kg}$$

ภาคผนวก ข.

แสดงภาวะการย่อยสลายตัวอย่าง ฟูน , ฝ้า และดิน โดยใช้ไมโครเวฟ

*Solid Waste

*0.5 g sample + 10 ml 20% HNO₃. After running, filter off undissolved solids.

Step	Temp	Press	Power	Ramp	Dwell	Temp	Press
	Tgt	Tgt	Limit	Time	Time	Limit	Limit
0	22	0	0	0:00	0:00	0	0
11	175	0	500	10:00	10:00	180	150

*EPA Metals Extraction For Soils, Sludges, And Oils

*0.5 g soil, sediments and sludges or 0.25 g of oil + 10 ml HNO₃. This method brings the samples to 175 degrees C in 5:30 minutes and holds the temperature at 175 degrees C for 4:30 minutes.

Step	Temp	Press	Power	Ramp	Dwell	Temp	Press
	Tgt	Tgt	Limit	Time	Time	Limit	Limit
0	22	0	0	0:00	0:00	0	0
11	175	0	1000	5:30	4:30	200	200