ความสัมพันธ์ระหว่างความหยาบผิวกับค่าความเสถียรของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน
Relationship between surface roughness and stability of standard weight

จิตตกานต์ อินเที่ยง[1]*
Jittakant Intiang[1]*

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยาบผิวและค่าความเสถียรของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่มีค่าความหยาบผิวต่างกัน 5 ค่า ดังต่อไปนี้ 0.02636, 0.15315, 0.48183, 0.87301 และ 1.04617 ไมโครเมตร โดยทำการประเมินค่าการเปลี่ยนแปลงของค่ามวลต่อเวลาภายในระยะเวลา 1 ปี ผลการวิจัยพบว่าตุ้มน้ำหนักมาตรฐานแต่ละตัวมีค่ามวลเพิ่มขึ้น 0.99, 1.28, 1.42, 1.97 และ 2.23 มิลลิกรัม ตามลำดับต่อปี ซึ่งสรุปได้ว่าตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่มีค่าความหยาบผิวมากกว่าจะมีค่ามวลเพิ่มขึ้นมากกว่า

Abstract

In this research, the relationship between surface roughness and stability of standard weight with different surface roughness i.e. 0.02636, 0.15315, 0.48183, 0.87301 and 1.04617 μ m was studied. The study was conducted by obtaining the change of mass value versus time scale in one year. The results are shown that mass value of the standard weight will be increasing 0.99, 1.28, 1.42, 1.97 and 2.23 mg respectively per year.It can conclude that the standard weight with more surface roughness value will show more increasing in mass value.

คำสำคัญ : ความหยาบผิว, ความเสถียร, ตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน
Keywords : Surface roughness, Stability, Standard weight

---

[1]กรมวิทยาศาสตร์บริการ
*Corresponding author E-mail address : jittakant@dss.go.th

1. บทนำ (Introduction)

ค่าความเสถียรของค่ามวลของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานขึ้นอยู่กับโครงสร้างพื้นผิวของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานเป็นอย่างมาก ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่มีพื้นผิวเรียบกว่าถูกคาดหวังว่ามีค่าความเสถียรมากกว่า (1) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยาบผิวต่อค่าความเสถียรของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยสังเกตอัตราแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่ามวลต่อเวลาของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่มีค่าความหยาบผิวต่างกัน 5 ค่า

1.1 ค่าความเสถียรของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน

ความต้องการสูงสุดของการใช้งานตุ้มน้ำหนักมาตรฐานคือค่ามวลของมันมีค่าคงที่ภายในขอบเขตและเงื่อนไขที่กำหนด อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะมีการใช้งานตุ้มน้ำหนักมาตรฐานอย่างระมัดระวัง และมีการป้องกันอย่างดี เช่น การเก็บรักษาตุ้มน้ำหนักมาตรฐานไว้ภายในที่ครอบแก้ว 2-3 ชั้น (Figure1) แต่เมื่อเวลาผ่านไปซักระยะหนึ่งค่ามวลก็มีการเปลี่ยนแปลงได้

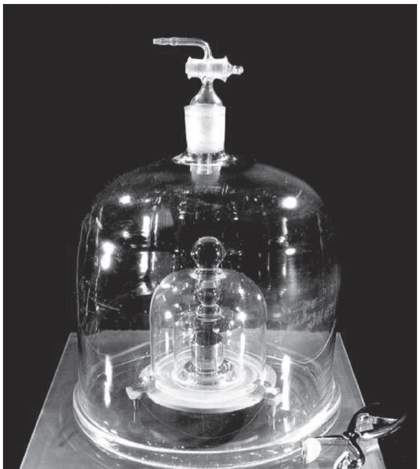

Figure 1 The international prototype of the kilogram at the International Bureau of Weights and Measures (BIPM).(2)

การเปลี่ยนแปลงค่ามวลเกิดขึ้นได้ 2 กรณีดังนี้ การเปลี่ยนแปลงค่ามวลแบบผันกลับได้ที่สามารถกำจัดได้โดยการทำความสะอาด และการเปลี่ยนแปลงค่ามวลแบบผันกลับไม่ได้ซึ่งเกิดขึ้นเป็นระยะเวลานาน (Figure 2) (2) ในกรณีที่ตุ้มน้ำหนักมาตรฐานทำมาจากแพลทินัม-อิริเดียม จะเกิดการสะสมของสิ่งเจือปนบนพื้นผิวได้ 3 แบบคือ การดูดซับของไอน้ำ การสะสมสิ่งเจือปนของส่วนประกอบคาร์บอน และการสะสมสิ่งเจือปนของปรอท แนวทางที่เป็นไปได้ในการปรับปรุงค่าความเสถียรของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน คือการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการเก็บตุ้มน้ำหนักมาตรฐานเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสะสมสิ่งเจือปนจากสภาพบรรยากาศหรือการทำความสะอาดที่สามารถทำได้ง่ายเป็นประจำก่อนใช้งานเพื่อขจัดสิ่งเจือปน จากการศึกษาตัวอย่างตุ้มน้ำหนักมาตรฐานอ้างอิงของสถาบัน NPL สหราชอาณาจักรที่ทำมาจากแพลทินัม-อิริเดียมพบว่าเกิดการสะสมของคาร์บอน ออกซิเจนและปรอทซึ่งทำปฏิกิริยากับแพลทินัม แต่สำหรับตุ้มน้ำหนักที่ทำมาจากโลหะ สแตนเลส เมื่อทิ้งไว้ในสภาวะแวดล้อมเดียวกันพบว่าไม่มีการสะสมของปรอทเกิดขึ้นแต่ในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงค่าความชื้นในอากาศ พบว่าค่าความเสถียรของค่ามวลของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานในระดับความแม่นยำสูงได้รับอิทธิพลจากการดูดซับน้ำของชั้นดูดซับน้ำที่อยู่บนพื้นผิวของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน Figure 3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างการเปลี่ยนแปลงค่ามวลของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานเนื่องจากการดูดซับของน้ำบนพื้นผิวโลหะต่างๆ (3)

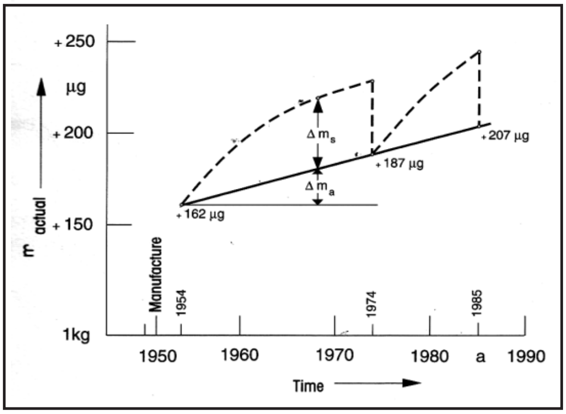

Figure 2 Change in mass with time with Pt-Ir prototype No. 52. △ms reversible, i.e. mass change corrected by cleaning. △ ma irre versible mass change. (4)

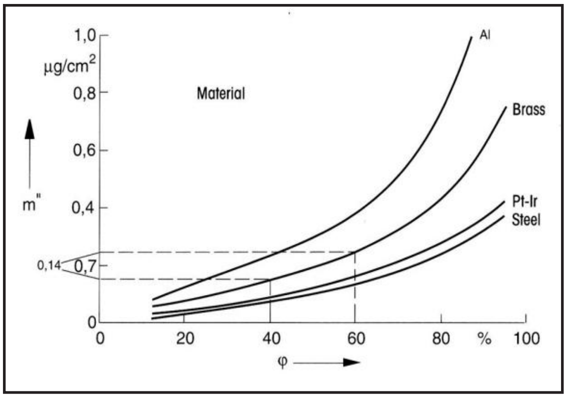

Figure 3 Increase in mass with relative humidity for various metal surfaces. (3)

2. วิธีการวิจัย (Experimental)

ในหัวข้อนี้จะทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยาบผิวต่อค่าความเสถียรของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยสังเกตอัตราการเปลี่ยนแปลงค่ามวลต่อเวลาของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่มีค่าความหยาบผิวต่าง ๆกันเมื่อทิ้งไว้ในห้องปฏิบัติการภายในระยะเวลาหนึ่ง จากนั้นทำการวิเคราะห์อัตราการเปลี่ยนแปลงค่ามวลต่อเวลาของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานแต่ละตุ้มโดยใช้โปรแกรมวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน โดยในการทดลองนี้จะทำการสร้างตุ้มน้ำหนักมาตรฐานขนาด 1 กิโลกรัม ขึ้นมา 5 ตัว โดยมีค่าความหยาบผิวต่างกันดังแสดงใน Table1

Table 1 Surface roughness of 5 standard weights

No. of standard weight	R_a (µm)	R_z (µm)
1	0.0286	0.3724
2	0.1594	1.9263
3	0.5167	4.7970
4	0.9042	7.0151
5	1.0999	8.7070

ในการทดลองจะทำความสะอาดตุ้มน้ำหนักมาตรฐานทั้ง 5 ตัวก่อน จากนั้นนำไปทิ้งไว้ในห้องปฏิบัติการเพื่อให้เกิดความเสถียรด้านอุณหภูมิ แล้วนำไปชั่งหาค่ามวลภายหลังการทำความสะอาดโดยทิ้งตุ้มน้ำหนักมาตรฐานทั้งหมดไว้ในห้องปฏิบัติการที่มีการควบคุมสภาวะแวดล้อมให้คงที่โดยมีค่าอุณหภูมิ 20±1 °C ค่าความชื้นสัมพัทธ์ 50±10% ทำการเก็บข้อมูลค่ามวลของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานทุกตัวเป็นระยะเวลา 3 เดือน ด้วยเครื่องชั่งเปรียบเทียบมวล ขนาด 1 กิโลกรัม ค่าความละเอียด 0.01 มิลลิกรัม โดยวิธีการชั่งแบบแทนที่ ABBA โดยเทียบกับตุ้มน้ำหนักมาตรฐานอ้างอิง คำนวณหาผลต่างระหว่างค่ามวลที่ชั่งครั้งแรกภายหลังการทำความสะอาดกับค่ามวลที่เก็บข้อมูลไว้ในระยะเวลาที่กำหนด

3. ผลและวิจารณ์ (Results and Discussion)

จากการเก็บข้อมูลภายในระยะเวลา 3 เดือน นำมาเขียนกราฟระหว่างค่าผลต่างค่ามวลกับเวลาได้ดัง Figure 4-9

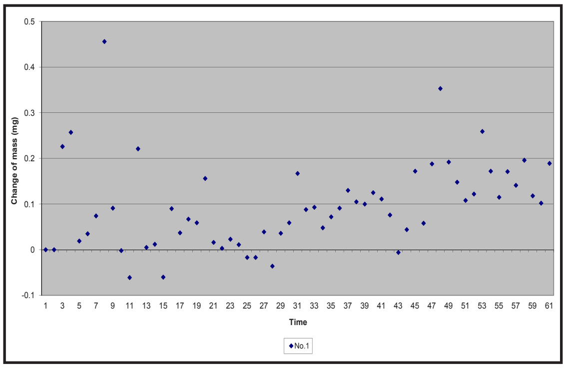

Figure 4 Changes in mass of standard weight no. 1.

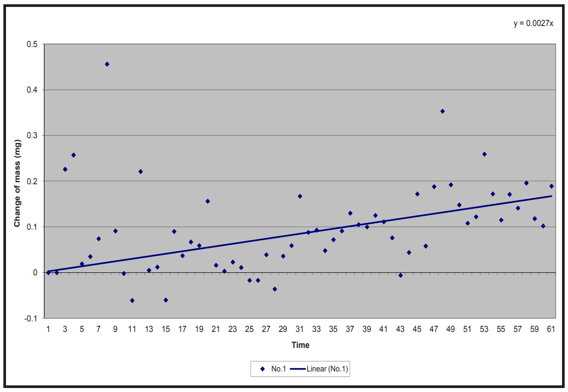

Figure 5 Changes in mass of standard weight no. 2.

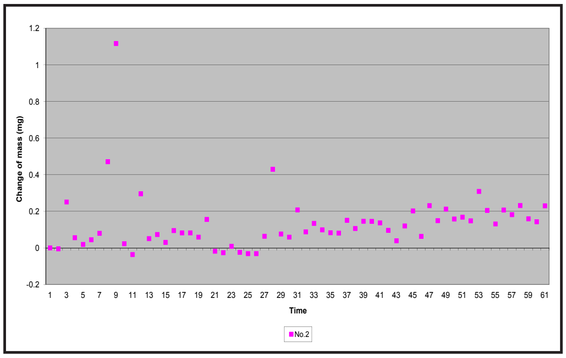

Figure 6 Changes in mass of standard weight no. 3.

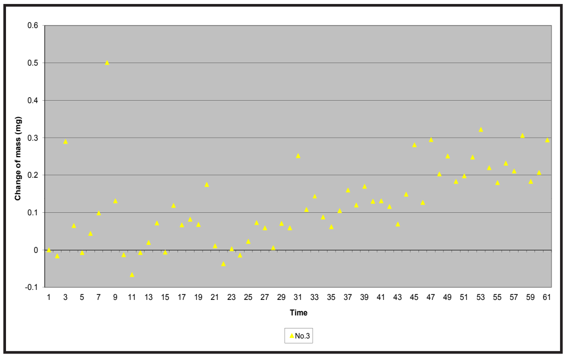

Figure 8 Changes in mass of standard weight no. 5.

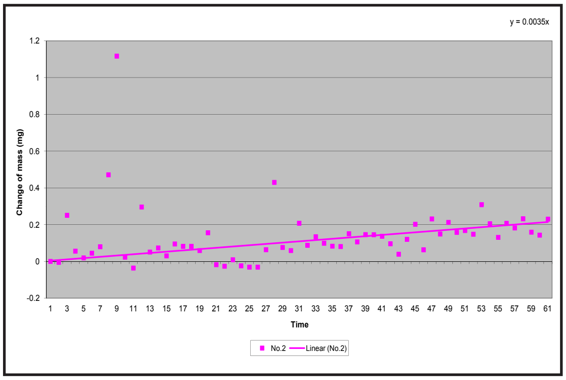

Figure 7 Changes in mass of standard weight no. 4.

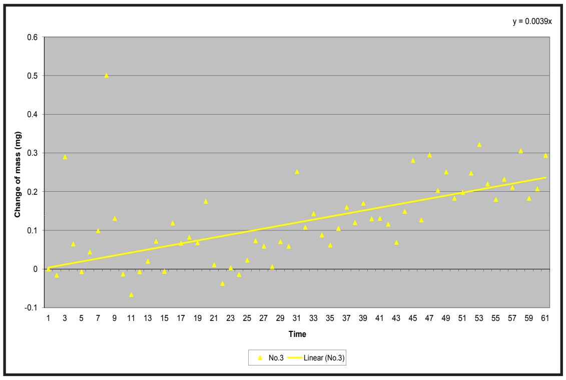

Figure 9 Changes in mass of standard weight no. 1-5.

จากรูปกราฟพบว่าในช่วงแรกข้อมูลมีการกระจายขึ้นลงเนื่องจากความไม่เสถียรของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานภายหลังการทำความสะอาดทันที แต่เมื่อระยะเวลามากขึ้น พบว่าข้อมูลเริ่มมีความเสถียรและมีแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงค่ามวลต่อเวลาเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในการเปรียบเทียบอัตราการเปลี่ยนแปลงค่ามวลต่อเวลาของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่มีค่าความหยาบผิวต่างกันจะทำการหาเส้นแนวโน้ม และสมการจากรูปกราฟการเปลี่ยนแปลงค่ามวลต่อเวลาของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานแต่ละตัวโดยใช้ความสัมพันธ์แบบฟังก์ชันเชิงเส้น ซึ่งจะได้รูปกราฟพร้อมเส้นแนวโน้มดัง Figure10-15

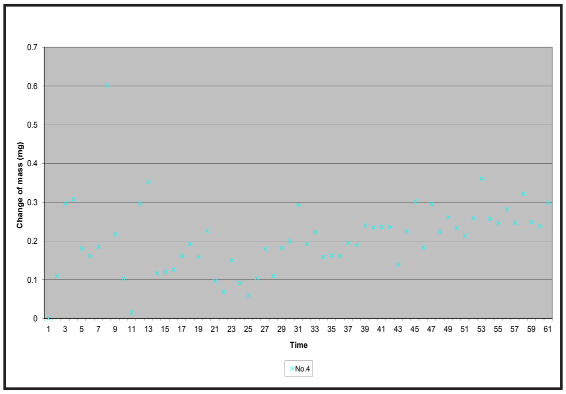

Figure 10 Trendline of changes in mass of standard weight no. 1.

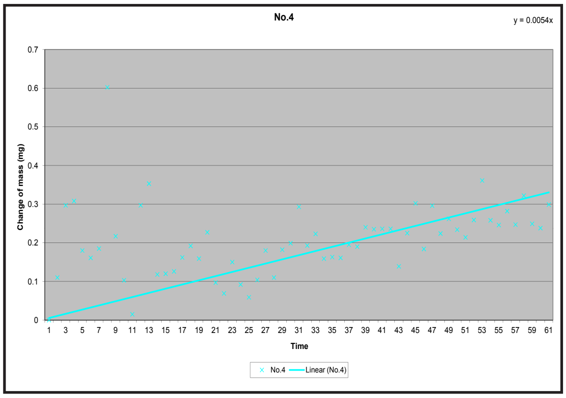

Figure 11 Trendline of changes in mass of standard weight no. 2.

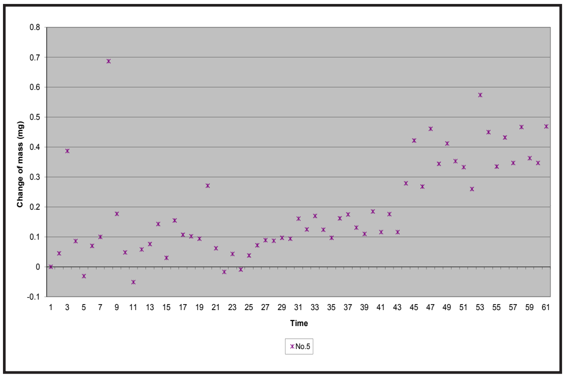

Figure 12 Trendline of changes in mass of standard weight no. 3.

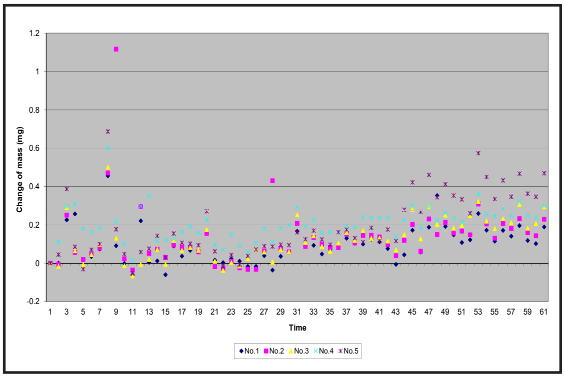

Figure 14 Trendline of changes in mass of standard weight no. 5

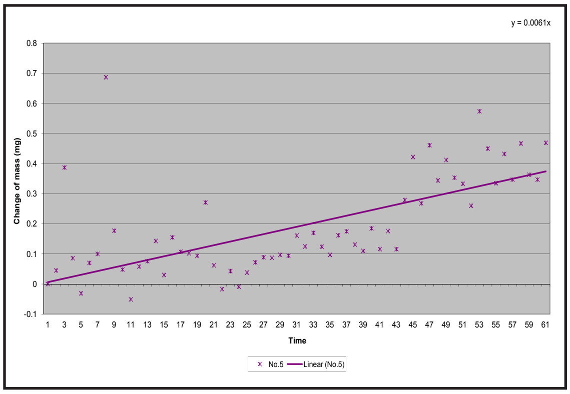

Figure 13 Trendline of changes in mass of standard weight no. 4.

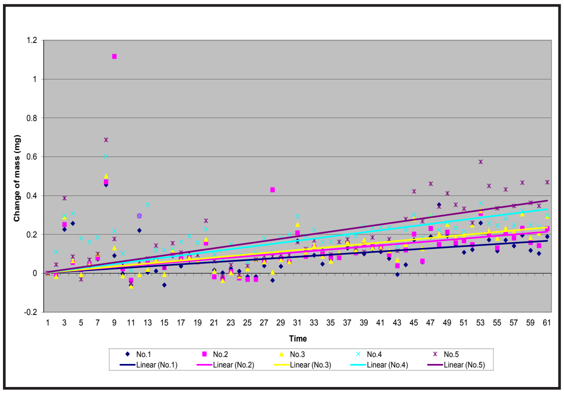

Figure 15 Trendline of changes in mass of standard weight no. 6.

สำหรับสมการเส้นแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงค่ามวลต่อเวลาของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานแต่ละตัวนี้สามารถแสดงได้ดัง Table2 โดยที่ y คือการเปลี่ยนแปลงค่ามวลของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน x คือค่าเวลา จากสมการของเส้นแนวโน้มในตารางที่ 2 เมื่อลองคำนวณหาการเปลี่ยนแปลงค่ามวลของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน (y) ที่ค่าเวลา (x) ต่างๆ ได้ผลดัง Table 3

Table 2 Equation of trendline of changes in mass of 5 standard weights with different surface roughness.

No. of standard weight	Equation of trendline
1	y = 0.0027x
2	y = 0.0035x
3	y = 0.0039x
4	y = 0.0054x
5	y = 0.0061x

Table 3 The results of changes in mass of standard weights with different surface roughnessat different time.

No. of standard weight	Changes in mass of standard weight (y) mg	
	Time(x) = 100 days	Time(x) = 365 days
1	0.27	0.99
2	0.35	1.28
3	0.39	1.42
4	0.54	1.97
5	0.61	2.23

และจากผลที่ได้ใน Table 3 พบว่าเมื่อทำนายการเปลี่ยนแปลงค่ามวลของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานภายในระยะเวลา 1 ปี พบว่ามีค่าเรียงลำดับจากน้อยไปหามากแปรผันตามค่าความหยาบผิว

4. สรุป (Conclusion)

จากผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหยาบผิวกับค่าความเสถียรของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน โดยการเปรียบเทียบสมการเส้นแนวโน้มของรูปกราฟระหว่างอัตราการเปลี่ยนแปลงค่ามวลกับเวลาของตุ้มน้ำหนักมาตรฐาน 5 ตัวที่มีค่าความหยาบผิวต่างกัน ภายในระยะเวลา 3 เดือน พบว่าเมื่อทำนายพฤติกรรมภายในระยะเวลา 1 ปี การเปลี่ยนแปลงค่ามวลต่อเวลาของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานมีค่าเรียงลำดับจากน้อยไปหามากดังนี้ 0.461, 0.481, 0.578, 0.580 และ 0.730 มิลลิกรัม โดยมีค่าแปรผันตามค่าความหยาบผิวเนื่องจากตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่มีค่าความหยาบผิวมากกว่าจะมีอัตราการสะสมสิ่งเจือปนมากกว่าตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่มีค่าความหยาบผิวน้อยกว่า

5. กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณสมโภชน์ บุญสนิท ดร.พีระวัฒน์ สมนึก และนักวิทยาศาสตร์ของกลุ่มสอบเทียบเครื่องมือวัดวิเคราะห์ทดสอบ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ที่ให้คำปรึกษา และขอขอบคุณสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติที่ให้ความอนุเคราะห์ในการวัดค่าความหยาบผิวของตุ้มน้ำหนักมาตรฐานที่ใช้ในงานวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง (Reference)

(1) International Organization of Legal Metrology. OIML R 111-1 Edition 2004 (E) Weights of classes E_1, E_2, F_1, F_2, M_1, M_{1-2}, M_2, M_{2-3}, and M_3 Part 1 : Metrological and technical requirements.

(2) Kochsiek M. and Glaser M. Comprehensive Mass Metrology. Berlin : Wiley-Vch. 2000.

(3) Frank E. J. and Randall M. S. Handbook of Mass Measurement. U.S. : CRC. 2002.

(4) Kochsiek, M. Fundamentals of mass determination. Greifensee : Mettler-Toledo AG. 1991.