การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพรเจกไทล์

อภิชาติ เหลืองเพิ่มสกุล

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤษภาคม 2556
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ อภิชาติ เหลืองเพิ่มสกุล ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร. กัญจน์ชญา หงส์เลิศคงสกุล)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธาน
(ดร. ดุสิต งามรุ่งโรจน์)

..... กรรมการ
(ดร. กัญจน์ชญา หงส์เลิศคงสกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์สำเภา จงจิตต์)

..... กรรมการ
(ดร. ธนัสถา รัตนะ)

คณะวิทยาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพา

..... คณบดีคณะวิทยาศาสตร์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุษาวดี ตันติวรานุรักษ์)
วันที่ 23 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2556

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาจาก ดร. กัญจน์ชญา หงส์เลิศคงสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และอาจารย์ไปรมา ดิษฐสมบูรณ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วนและเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ผู้วิจัยขอขอบคุณ ดร. ดุสิต งามรุ่งโรจน์ ที่ให้ความกรุณามาเป็นประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์สำเภา จงจิตต์ และดร. ธนัสถา รัตนะ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่อรุณี เหลืองเพิ่มสกุล คุณตาวงศ์ ตั้งเจริญ และญาติ ๆ ทุกคนที่ให้กำลังใจ และสนับสนุนผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่สนับสนุนทุนการศึกษา และทุนวิจัยตลอดหลักสูตร

คุณค่าและประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทีแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

อภิชาติ เหลืองเพิ่มสกุล

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

53990189: สาขาวิชา: ฟิสิกส์ศึกษา; วท.ม. (ฟิสิกส์ศึกษา)
คำสำคัญ: สมการแบร์นูลลี/ โพรเจกไทล์/ ค่าสัมประสิทธิ์ k

อภิชาติ เหลืองเพิ่มสกุล: การศึกษาค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพรเจกไทล์ (TO STUDY THE k COEFFICIENT FOR PREDICTION OF THE WATERFALL LANDING DISTANCE BY APPLICATION OF BERNOULLI'S EQUATION TOGETHER WITH PROJECTILE'S EQUATION) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: กัญจน์ชญา หงส์เลิศคงสกุล, วท.ด. 125 หน้า. ปี พ.ศ. 2556.

ค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำที่พุ่งออกจากถังเปิด เป็นค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้จากอัตราส่วนระหว่างความเร็วเริ่มต้นของน้ำที่คำนวณจากสมการการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์กับความเร็วเริ่มต้นของน้ำที่คำนวณจากสมการของแบร์นูลลี ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ k สามารถหาได้จากสมการ $k = x/2\sqrt{h(H-h)}$ โดยที่ x คือระยะพุ่งของน้ำในแนวราบ h คือความสูงของช่องเปิดให้น้ำไหล และ H คือความสูงของระดับน้ำ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาขนาดของช่องเปิดที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับการทำนายระยะพุ่งของน้ำโดยการประยุกต์สมการแบร์นูลลีร่วมกับสมการโพรเจกไทล์ โดยชุดทดลองสร้างจากท่อ PVC สีฟ้าเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 7.62 cm จำนวน 6 ท่อ โดยแต่ละท่อมีช่องเปิด 5 ช่อง ซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลางของช่องเปิดขนาดเดียวกัน ดังนี้ 1) 0.156 cm 2) 0.269 cm 3) 0.345 cm 4) 0.468 cm 5) 0.543 cm และ 6) 0.627 cm ผลการศึกษาพบว่าได้ค่าสัมประสิทธิ์ k เป็น 0.638 0.669 0.725 0.789 0.839 และ 0.885 ตามลำดับ ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์ k สำหรับทำนายระยะพุ่งของน้ำสัมพันธ์กับขนาดช่องเปิดต่อขนาดของท่อแบบเชิงเส้น ตามสมการ $k = 4.157x + 0.538$ (R^2=0.9886)

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

53990189: MAJOR: PHYSICS EDUCATION; M.Sc. (PHYSICS EDUCATION)
KEYWORDS: BERNOULLI'S EQUATION/ PROJECTILE/ k COEFFICIENT

APICHAT LUANGPERMSAKUL: TO STUDY THE k COEFFICIENT FOR PREDICTION OF THE WATERFALL LANDING DISTANCE BY APPLICATION OF BERNOULLI'S EQUATION TOGETHER WITH PROJECTILE'S EQUATION. ADVISORY COMMITTEE: KANCHAYA HONGLERTKONGSAKUL, Ph.D. 125 P. 2013.

The k coefficient for prediction of the waterfall landing distance of the opening tank can be derived between the ratio of the initial velocity of the water which is calculated by Projectile's Equation and the initial velocity of the water which is calculated by Bernoulli's Equation. It can be calculated from $k = x/2\sqrt{h(H-h)}$, which x is the waterfall landing distance in the horizontal line. h is the height of the opening and H is the height of the water level in the pipe. This research is to study the effect of the opening sizes on the k coefficient for prediction of the waterfall landing distance by application of Bernoulli's Equation together with Projectile's Equation. The k coefficient is measured by the apparatus which is made from six blue PVC pipes with 7.62 cm in diameters. Each pipe has five same size openings in diameter as follows: 1) 0.156 cm 2) 0.269 cm 3) 0.345 cm 4) 0.468 cm 5) 0.543 cm and 6) 0.627 cm. In this study found that the k coefficient is equal to 0.638 0.669 0.725 0.789 0.839 and 0.885 respectively. The k coefficient for prediction of the waterfall landing distance related to the ratio of the opening sizes and the pipe size in linearity with $k = 4.157x + 0.538$ (R^2=0.9886).

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ซ

สารบัญภาพ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 4

ขอบเขตงานวิจัย..... 4

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 5

การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์..... 5

พลศาสตร์ของไหล..... 10

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 24

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 25

กรอบแนวคิดของการวิจัย..... 25

การศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย..... 27

การออกแบบและสร้างชุดทดลอง..... 30

การทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล..... 33

วิเคราะห์ข้อมูลและสรุปผล..... 34

4 ผลการวิจัย..... 35

ผลการศึกษาข้อมูลเพื่อเตรียมการวิจัย..... 35

ผลการออกแบบและสร้างชุดทดลอง..... 35

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ผลการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล	38
	ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	49
5	สรุปและอภิปรายผล	59
	สรุปผลการทดลอง	59
	อภิปรายผลการทดลอง	63
	ข้อเสนอแนะ	67
บรรณานุกรม		68
ภาคผนวก		70
	ภาคผนวก ก	71
	ภาคผนวก ข	79
	ภาคผนวก ค	85
	ภาคผนวก ง	90
	ภาคผนวก จ	121
ประวัติย่อของผู้วิจัย		125

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3-1	แสดงการเจาะรูบนท่อ PVC	32
4-1	ผลการทดลองชุดที่ 1 (ขนาดช่องเปิด 0.156 cm)	38
4-2	ผลการทดลองชุดที่ 2 (ขนาดช่องเปิด 0.269 cm)	40
4-3	ผลการทดลองชุดที่ 3 (ขนาดช่องเปิด 0.345 cm)	42
4-4	ผลการทดลองชุดที่ 4 (ขนาดช่องเปิด 0.468 cm)	44
4-5	ผลการทดลองชุดที่ 5 (ขนาดช่องเปิด 0.543 cm)	46
4-6	ผลการทดลองชุดที่ 6 (ขนาดช่องเปิด 0.627 cm)	48
4-7	ค่าสัมประสิทธิ์ k ที่ขนาดของช่องเปิดของท่อต่าง ๆ	50
4-8	เลขเรย์โนลด์ที่ขนาดช่องเปิดต่าง ๆ	52
ก-1	การเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์ k	78

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1-1	การพุ่งของน้ำจากถังที่มีช่องเปิด	2
2-1	แบบจำลองอนุภาคเคลื่อนที่ด้วยเวกเตอร์ความเร็วต้น $\vec{v}_0$	5
2-2	การเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์เมื่อเทียบกับการเคลื่อนที่แนวนอนและแนวดิ่ง	6
2-3	เส้นทางการเคลื่อนที่แบบโพรเจกไทล์ด้วยความเร็วต้น $\vec{v}_0$ ทำมุม α_0 กับแนวระดับ	8
2-4	การไหลแบบราบเรียบและการไหลแบบปั่นป่วน	10
2-5	การไหลแบบราบเรียบ	12
2-6	การไหลแบบปั่นป่วน	12
2-7	สายกระแสและหลอดการไหล	15
2-8	ส่วนหนึ่งของหลอดการไหลของของไหลที่กำลังไหล	16
2-9	หลอดการไหลของของไหลที่กำลังไหล	18
2-10	การไหลของของไหลอุดมคติ (ไม่มีความหนืด)	21
2-11	การไหลของของไหลที่มีความหนืด	21
2-12	ของไหลที่มีความหนืดอยู่ระหว่างแผ่นระนาบสองแผ่น	22
3-1	กรอบแนวคิดของการวิจัย	26
3-2	การทดลองการพุ่งของน้ำ	28
3-3	กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง $\sqrt{h(H-h)}$ กับ x	30
3-4	ไดอะแกรมของชุดทดลองที่สร้างขึ้นในงานวิจัย	32
4-1	ท่อ PVC สีฟ้าที่ใช้ในการทดลองที่มีรูเจาะในขนาดที่แตกต่างกัน	36
4-2	ถาดอะลูมิเนียมขนาด $25\times40\times5$ cm^3	37
4-3	การจัดวางท่อ PVC บนถาดอะลูมิเนียม	37
4-4	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\sqrt{h(H-h)}$ กับระยะการพุ่งเฉลี่ย (x) ของน้ำของการทดลองชุดที่ 1	39
4-5	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\sqrt{h(H-h)}$ กับระยะการพุ่งเฉลี่ย (x) ของน้ำของการทดลองชุดที่ 2	40
4-6	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\sqrt{h(H-h)}$ กับระยะการพุ่งเฉลี่ย (x) ของน้ำของการทดลองชุดที่ 3	42

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\sqrt{h(H-h)}$ กับระยะการพุ่งเฉลี่ย (x) ของน้ำ ของการทดลองชุดที่ 4..... 44

4-8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\sqrt{h(H-h)}$ กับระยะการพุ่งเฉลี่ย (x) ของน้ำ ของการทดลองชุดที่ 5..... 46

4-9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่า $\sqrt{h(H-h)}$ กับระยะการพุ่งเฉลี่ย (x) ของน้ำ ของการทดลองชุดที่ 6..... 48

4-10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างขนาดช่องเปิดต่อขนาดท่อกับค่าสัมประสิทธิ์ k 51

4-11 การไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.156 cm..... 53

4-12 การไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.269 cm..... 53

4-13 การไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.345 cm..... 54

4-14 การไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.468 cm..... 54

4-15 การไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.543 cm..... 55

4-16 การไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.627 cm..... 55

4-17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเลขเรย์โนลด์กับค่าสัมประสิทธิ์ k 56

4-18 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.156 cm สูงจากพื้น 30 cm... 57

4-19 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.156 cm สูงจากพื้น 25 cm... 58

ก-1 น้ำที่พุ่งออกจากถังเปิดที่บรรจุน้ำเต็ม..... 73

ค-1 การตัดท่อ PVC สีฟ้า..... 86

ค-2 การปิดปลายท่อ PVC ด้วยฝาปิด..... 87

ค-3 การติดสติ๊กเกอร์รูปไม้บรรทัดบนท่อ PVC 87

ค-4 การเจาะช่องเปิดบนท่อ PVC..... 88

ค-5 การติดสติ๊กเกอร์รูปไม้บรรทัดบนถาดอะลูมิเนียม..... 89

ค-6 การจัดวางชุดทดลอง..... 89

ง-1 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.156 cm สูงจากพื้น 30 cm... 91

ง-2 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.156 cm สูงจากพื้น 25 cm... 92

ง-3 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.156 cm สูงจากพื้น 20 cm... 93

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ง-4 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.156 cm สูงจากพื้น 15 cm... 94

ง-5 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.156 cm สูงจากพื้น 10 cm... 95

ง-6 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.269 cm สูงจากพื้น 30 cm... 96

ง-7 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.269 cm สูงจากพื้น 25 cm... 97

ง-8 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.269 cm สูงจากพื้น 20 cm... 98

ง-9 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.269 cm สูงจากพื้น 15 cm... 99

ง-10 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.269 cm สูงจากพื้น 10 cm... 100

ง-11 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.345 cm สูงจากพื้น 30 cm... 101

ง-12 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.345 cm สูงจากพื้น 25 cm... 102

ง-13 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.345 cm สูงจากพื้น 20 cm... 103

ง-14 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.345 cm สูงจากพื้น 15 cm... 104

ง-15 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.345 cm สูงจากพื้น 10 cm... 105

ง-16 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.468 cm สูงจากพื้น 30 cm... 106

ง-17 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.468 cm สูงจากพื้น 25 cm... 107

ง-18 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.468 cm สูงจากพื้น 20 cm... 108

ง-19 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.468 cm สูงจากพื้น 15 cm... 109

ง-20 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.468 cm สูงจากพื้น 10 cm... 110

ง-21 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.543 cm สูงจากพื้น 30 cm... 111

ง-22 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.543 cm สูงจากพื้น 25 cm... 112

ง-23 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.543 cm สูงจากพื้น 20 cm... 113

ง-24 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.543 cm สูงจากพื้น 15 cm... 114

ง-25 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.543 cm สูงจากพื้น 10 cm... 115

ง-26 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.627 cm สูงจากพื้น 30 cm... 116

ง-27 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.627 cm สูงจากพื้น 25 cm... 117

ง-28 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.627 cm สูงจากพื้น 20 cm... 118

ง-29 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.627 cm สูงจากพื้น 15 cm... 119

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

ง-30 การเปรียบเทียบเส้นทางการไหลของน้ำที่ขนาดช่องเปิด 0.627 cm สูงจากพื้น 10 cm... 120

จ-1 แรงต้านโดยอากาศที่กระทำต่อโพรเจกไทล์..... 122

จ-2 การเปรียบเทียบเส้นทางการเคลื่อนที่ของโพรเจกไทล์ที่มีแรงต้านโดยอากาศ
และไม่มีแรงต้านโดยอากาศ..... 124

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University