

## ใบรับรองโครงการสหกิจศึกษา

ชื่อหัวข้อ การตรวจสอบคุณภาพวัสดุชั้นรองพื้นทางชนิดมวลรวมด้วยหลักทางสถิติ  
ชื่อนักศึกษา นายณัฐพงษ์ คำเผือก รหัสประจำตัว 56032181  
คณะ วิศวกรรมศาสตร์  
ภาควิชา วิศวกรรมโยธาและการพัฒนาเมือง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม อนุมัติให้โครงการสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของรายวิชาสหกิจศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลธิศ เอี่ยมวรฤทธิกุล)  
คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ดร.วริศรา เลิศไพฑูรย์พันธ์)  
ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพจิตร ผาวัน)  
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัชวาลย์ พูนลาภพานิช)  
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงการสหกิจศึกษา

วันที่ 18 พฤษภาคม พ.ศ. 2560

เรื่อง ขอส่งโครงการสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมโยธาและการพัฒนาเมือง  
(ผศ.ดร.ไพจิตร ผาวาน)

ตามที่กระผม นายณัฐพงษ์ คำเฝือก นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมโยธาและการพัฒนาเมือง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 9 เดือน มกราคม พ.ศ. 2560 ถึงวันที่ 28 เดือน เมษายน พ.ศ. 2560 ในตำแหน่ง นักศึกษาสหกิจศึกษา ณ บริษัท วิซชากร จำกัด และได้ทำรายงาน การตรวจสอบคุณภาพวัสดุชั้นรองพื้นทางชนิดมวลรวม ด้วยหลักทางสถิติบัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดลงแล้ว จึงขอส่งโครงการสหกิจศึกษา ดังกล่าว จำนวน 2 เล่มพร้อมทั้งซีดีจำนวน 2 แผ่น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

.....  
(นายณัฐพงษ์ คำเฝือก)

หัวข้อ	การตรวจสอบคุณภาพวัสดุชั้นรองพื้นทางชนิดมวลรวมด้วยหลักทางสถิติ
หน่วยกิต	6
ผู้เขียน	นายณัฐพงษ์ คำเผือก
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ไพจิตร ผาวัน
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธาและการพัฒนาเมือง
คณะ	คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2559

### บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์ ศึกษาวิธีการการตรวจสอบคุณภาพวัสดุด้วยหลักสถิติ โดยยกกรณีศึกษาวัสดุชั้นรองพื้นทางของโครงการก่อสร้างถนน ตัวอย่างศึกษาเป็นลูกรังที่จัดหามาจาก 2 แหล่ง ที่ทดสอบคุณสมบัติแล้วว่าผ่านเกณฑ์คุณภาพของการตรวจรับในเบื้องต้น ก่อนถูกผสมกันและบดอัดเป็นชั้นรองพื้นทางขณะก่อสร้าง เกณฑ์ตรวจสอบคุณสมบัติของวัสดุรองพื้นทางของโครงการประกอบไปด้วยข้อกำหนด 5 ข้อคือ 1. ค่าขีดเหลวจะต้องไม่มากกว่า 35% 2. ค่าดัชนีความเป็นพลาสติกจะต้องไม่มากกว่า 11% 3. ค่าร้อยละผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไม่เกิน 20%ของตะแกรงเบอร์ 40 4. ค่าความแน่นแห้งสูงสุดไม่น้อยกว่า  $2100 \text{ kg/m}^3$  และ 5.ค่า ซี.บี.อาร์ไม่น้อยกว่า 25% วิธีดำเนินการศึกษาประกอบด้วย 1.นำตัวอย่างลูกรังที่เก็บมาทดสอบ 2.รวบรวมผลทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมของตัวอย่างวัสดุรองพื้นทางที่ถูกบดอัดขณะก่อสร้าง 3. นำข้อมูลผลทดสอบวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทางสถิติ 4.ทำการกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม 5.วิเคราะห์ตรวจสอบผลคุณสมบัติของวัสดุรองพื้นทางโดยใช้สมมุติฐานการกระจายข้อมูลทางสถิติแบบ z-test ด้วยความเชื่อมั่น 95% โดยผลวิเคราะห์ทั้ง 5 วิธี ได้ดังนี้ 1. ผลวิเคราะห์ค่าขีดเหลวมี่ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 24.07% 2.ผลวิเคราะห์ค่าดัชนีความเป็นพลาสติกมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 9.93% 3. ผลวิเคราะห์ของการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ มีค่าร้อยละผ่านตะแกรงเฉลี่ยเท่ากับ 12.51% 4. ผลวิเคราะห์ของการทดสอบหาค่าความหนาแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $2151.61 \text{ kg/m}^3$  5. ผลวิเคราะห์ของการทดสอบค่า ซี.บี.อาร์ (ร้อยละ) เฉลี่ยเท่ากับ 27.18% พบว่าคุณภาพวัสดุรองพื้นทางที่ทดสอบ ผ่านเกณฑ์ที่กรมทางหลวงชนบทได้กำหนดไว้ทั้งห้าเกณฑ์ โดยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

คำสำคัญ : คุณภาพของดิน, การตรวจสอบ, วัสดุรองพื้นทาง, หลักสถิติ

## กิตติกรรมประกาศ

การตรวจสอบคุณภาพวัสดุรองพื้นทาง กรณีศึกษาวัสดุรองพื้นทาง มีอุปสรรคหลายอย่างที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติสหกิจศึกษา ผู้ศึกษาได้รับความร่วมมือและการสนับสนุนจากหลายฝ่าย ที่ได้ให้คำแนะนำจนสามารถแก้ไขข้อปัญหาได้

บุคคลที่ผลักดันให้การศึกษาสหกิจฯ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี คือ ผศ.ดร.ไพจิตร ผาวัน และ ผศ.ชัชวาลย์ พูนลาภพานิช ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษา และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วมโครงการสหกิจศึกษา โดยให้คำแนะนำตั้งแต่เริ่มทำการศึกษาจนจบการศึกษาเสร็จสมบูรณ์ ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

นอกจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว ยังมีบุคคลที่เกี่ยวข้องที่ช่วยให้โครงการสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ดังนี้

- |    |             |            |         |                     |
|----|-------------|------------|---------|---------------------|
| 1. | คุณมนตรี    | กุลสุวรรณ  | ตำแหน่ง | ผู้บริหารโครงการ    |
| 2. | คุณพานิช    | แสงภู่วงค์ | ตำแหน่ง | วิศวกรโครงการ       |
| 3. | คุณปานจรรย์ | เมืองไครต  | ตำแหน่ง | วิศวกรสำนักงาน      |
| 4. | คุณนฤเบศร์  | ศรีพรหมชัย | ตำแหน่ง | วิศวกรสนาม          |
| 5. | คุณศทาวุช   | นุชแผน     | ตำแหน่ง | ช่างเทคนิคควบคุมงาน |

รวมถึงบุคคลท่านอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำในการจัดทำโครงการสหกิจศึกษาฉบับนี้

จึงขอขอบพระคุณทุกท่านที่ได้มีส่วนร่วมในการให้คำแนะนำ และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการปฏิบัติ รวมถึงเป็นที่ปรึกษาในการจัดทำโครงการสหกิจศึกษาฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

นายณัฐพงษ์ คำเผือก

ผู้จัดทำโครงการสหกิจศึกษา

วันที่ 18 มิถุนายน พ.ศ. 2560

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินของวัสดุ	3
2.2 การทดสอบหาค่าขีดเหลว Liquid Limit	4
2.3 การทดสอบหาค่าดัชนีความเป็นพลาสติก Plastic Index	4
2.4 การทดสอบหาค่าความหนาแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน	5
2.5 การทดสอบหาค่า ซี.บี.อาร์.	6
2.6 การใช้สถิติเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูล	8
2.7 สรุปท้ายบท	13
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	
3.1 ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	15
3.2 การรวบรวมข้อมูล	17
3.3 การกำหนดกลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสมและวิเคราะห์ค่าพารามิเตอร์ทางสถิติ	21
3.4 สรุปท้ายบท	23

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลการศึกษา	
4.1 ผลศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นทางวิศวกรรมของวัสดุรองพื้นทาง	24
4.2 ผลวิเคราะห์และตรวจรับคุณสมบัติ ของค่าร้อยละผ่านตะแกรงเบอร์ 200	25
4.3 ผลการวิเคราะห์และตรวจรับคุณสมบัติของค่าขีดเหลว (L.L)	27
4.4 ผลการวิเคราะห์และตรวจรับคุณสมบัติของค่าดัชนีความเป็นพลาสติก (PI)	30
4.5 ผลวิเคราะห์และตรวจรับคุณสมบัติ ของค่าความแน่นแห้งสูงสุด	32
4.6 ผลวิเคราะห์และตรวจรับคุณสมบัติ ของค่า ซี.บี.อาร์ (ร้อยละ)	35
4.7 สรุปผลการวิเคราะห์	38
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	39
5.2 อภิปรายผลการทดลอง	40
5.2 ข้อเสนอแนะ	40
บรรณานุกรม	41
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก ผลทดสอบ Sieve Analysis	42
ภาคผนวก ข ผลทดสอบ Liquid Limit, Plastic Limit	73
ภาคผนวก ค ผลทดสอบ Modified Compaction Test	104
ภาคผนวก ง ผลทดสอบ C.B.R. Test	151
ภาคผนวก จ ผลทดสอบรายงานการบันทึกประจำวันสหกิจศึกษา	182

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางแสดงการคำนวณค่าต่างๆของ ซี.บี.อาร์	7
2.2 ตารางค่าวิกฤตของ Z จากตารางพื้นที่ภายใต้โค้งปกติ	11
2.3 ตารางการแจกแจงค่าวิกฤตของ Z	12
3.1 ตารางตัวอย่างผลการทดสอบหาขนาดเม็ดของวัสดุ	17
3.2 ตารางตัวอย่างผลการทดสอบการทดสอบหาค่าขีดเหลว, การทดสอบกาขีดพลาสติก และ การทดสอบหาค่าดัชนีความเป็นพลาสติก	18
3.3 ตารางตัวอย่างผลการทดสอบหาค่าความหนาแน่นแบบสูงกว่ามาตรฐาน	19
3.4 ตารางตัวอย่างผลการทดสอบหาค่า ซี.บี.อาร์.	20
3.5 ตารางตัวอย่างคุณสมบัติของคาร์้อยละผ่านตะแกรงเบอร์ 200	22
3.6 ตารางตัวอย่างการแสดงผลวิเคราะห์และตรวจสอบคุณสมบัติของลูกรัง	23
4.1 ตารางคุณสมบัติของคาร์้อยละผ่านตะแกรงเบอร์ 200	25
4.2 ตารางค่าคุณสมบัติของค่าขีดเหลวจากัด LL	27
4.3 ตารางค่าคุณสมบัติของค่าดัชนีความเป็นพลาสติก PI	30
4.4 ตารางค่าคุณสมบัติของค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุด	33
4.5 ตารางค่าคุณสมบัติของค่า C.B.R. (ร้อยละ)	35
4.6 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์และตรวจสอบคุณสมบัติของลูกรัง	38

## สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 การลงวัสดุชั้นรองพื้นทาง(ลูกรัง)	1
2.1 รูปกราฟแสดงการทดสอบแบบทางเดียว	11
2.2 รูปกราฟแสดงการทดสอบแบบสองทาง	11
3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินการ	14
3.2 รูปตัดทั่วไปถนนโครงการก่อสร้างถนน สาย นย. 3001 แยก ทล.305-บ.บางน้ำเปรี้ยว, จังหวัดนครนายก	15
3.3 รูปแสดงการลงลูกรังทั้งสองแหล่ง	16
3.4 รูปการเก็บตัวอย่างลูกรัง	16
4.3 รูปกราฟแสดงเกณฑ์ผลทดสอบ Sieve Analysis	27
4.1 รูปกราฟแสดงเกณฑ์ผลทดสอบ Liquid Limit (LL)	29
4.3 รูปกราฟแสดงเกณฑ์ผลทดสอบ Plastic Index (PI)	32
4.4 รูปกราฟแสดงเกณฑ์ผลทดสอบ Compaction Test	35
4.5 รูปกราฟแสดงเกณฑ์ผลทดสอบ ซี.บี.อาร์. (C.B.R. Test)	37