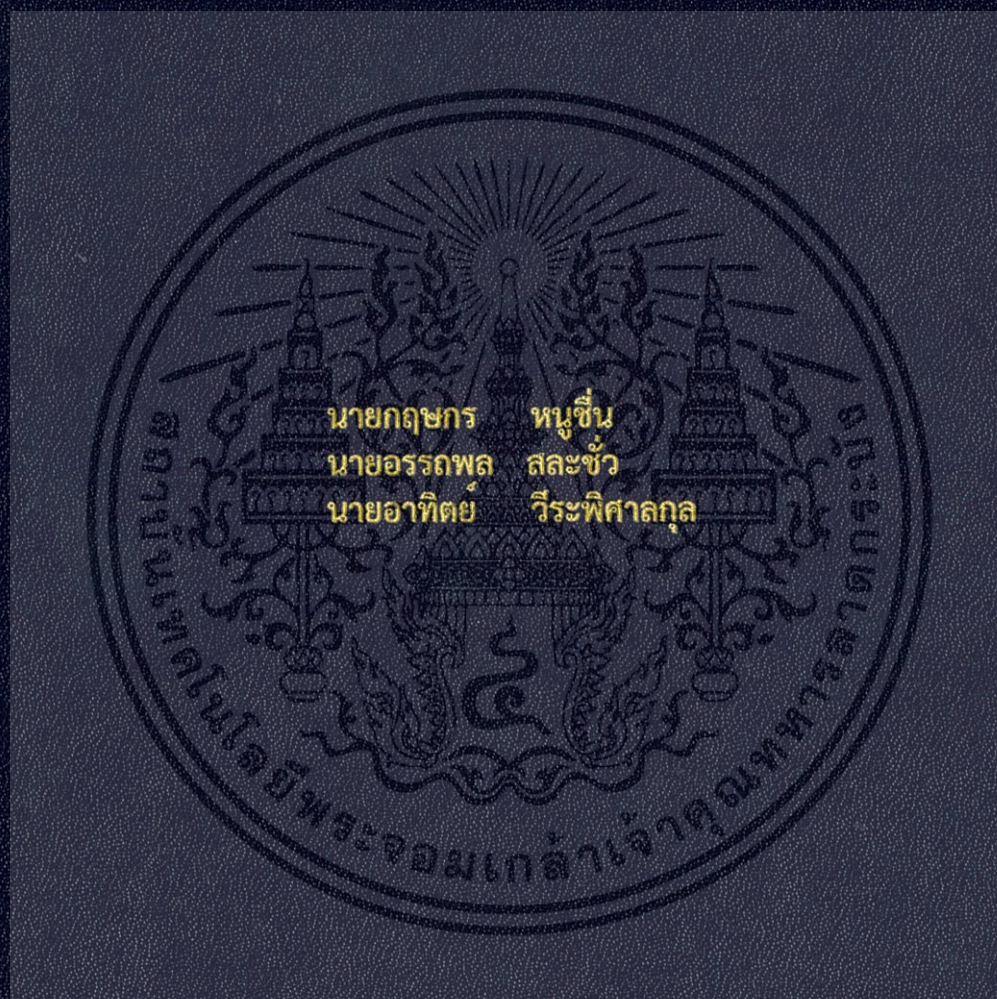


การพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินติดตั้งบนรถแทรกเตอร์
Development of a Tractor-Mounted
Soil Sampling Device



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมเกษตร
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

การพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินติดตั้งบนรถแทรกเตอร์
Development of a Tractor-Mounted
Soil Sampling Device



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Development of a Tractor-Mounted
Soil Sampling Device



Krisakorn Nuchuen
Attapol Salachua
Arthit Veeraphisankun

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AGRICULTURAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ การพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินติดตั้งบนรถแทรกเตอร์
Development of a Tractor-Mounted Soil Sampling Device


นักศึกษาผู้จัดทำ นายกฤษกร หนูชื่น รหัสประจำตัว 54010051
นายอรรถพล สละขัว รหัสประจำตัว 54011517
นายอาทิตย์ วีระพิศาลกุล รหัสประจำตัว 54011541

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (วิศวกรรมเกษตร)

หลักสูตร วิศวกรรมเกษตร

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2557

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ดร. วสุ อุดมเพทายกุล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินติดตั้งบนรถแทรกเตอร์

นายกฤษกร หนูชื่น 54010051

นายอรรถพล สละชั่ว 54011517

นายอาทิตย์ วีระพิศาลกุล 54011541

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. วสุ อุดมเพทยกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพัฒนาการเก็บตัวอย่างดิน สร้างอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน ติดตั้งบนรถแทรกเตอร์และทดสอบประสิทธิภาพ เนื่องจากในดินแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันทั้งชนิดและ โครงสร้างของดิน การเพาะปลูกพืชชนิดต่างๆควรทำการเตรียมดินให้เหมาะสมกับพืชชนิดนั้นๆเพื่อให้ได้ผลผลิตที่ดีและมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น การเก็บตัวอย่างดินทำให้ทราบถึงคุณสมบัติต่างๆของดิน และสามารถปรับปรุงดินให้เหมาะสมกับพืชโดยใช้ทรัพยากรและสารเคมีได้อย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการเก็บตัวอย่างดินในปัจจุบันต้องใช้เวลา และแรงงานมาก ทำให้ไม่สามารถได้ข้อมูลที่ครอบคลุมสภาพของทั้งแปลง ดังนั้น ในการพัฒนานี้คณะผู้จัดทำจึงได้ทำการออกแบบพัฒนาอุปกรณ์ที่ ออกแบบใช้ต้นกำลังจากรถแทรกเตอร์ มีลักษณะการเก็บแบบ Hole saw ในการตัดและเจาะดินลงไปเก็บ ตัวอย่างโดยให้หัวเจาะมีครีบบนออกมาทั้งด้านในและด้านนอกของกระบอกเก็บตัวอย่างดิน เพื่อช่วยลดแรงเสียดทาน ทำให้สามารถเจาะดินและสามารถเก็บดินเข้าสู่กระบอกเก็บตัวอย่างดินได้ตามความต้องการ การนำดินตัวอย่างออกจากกระบอกเก็บตัวอย่างดิน ทำโดยวิธีการใช้กระสุนไฮดรอลิกส์ดันดินออกจากกระบอกเก็บตัวอย่างดิน

จากการทดสอบพบว่า อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถเจาะดินได้ระดับความลึก 13-28 เซนติเมตร การดันดินออกจากกระบอกเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกสูบไฮดรอลิกส์สามารถดันดินออกมาได้จาก กระบอกเก็บตัวอย่างดิน เหลือดินภายในกระบอกเพียง 5 เซนติเมตร จากปลายกระบอกเก็บตัวอย่างดิน และนำตัวอย่างดินที่เก็บได้มาคำนวณหาค่าความหนาแน่นและความชื้นของดิน รวมทั้งทำเป็นแผนที่แสดงค่าความหนาแน่นและความชื้นของแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สจล.

Development of a Tractor-Mounted Soil Sampling Device

Krisakorn Nuchuen 54010051

Attapol Salachua 54011517

Arthit Veeraphisankun 54011541

Advisor Dr. Vasu Udompetaikul

Abstract

Soil sampling is an important procedure for preparing good cultivated areas. Due to the soil in each area are different in types and structures. Farmers should prepare for appropriate soil for each vegetation to achieve good productivity. As a consequence, the soil sampling lead to know the properties of soil. The good sample of soil can be the substitute in the area. The purpose of this project was to develop a soil sampling device which installs on a tractor.

The drilling end of the soil sampling tube used to cut and soil had as similar shape as that of a hole saw. However, friction of the soil prevented the drilling head to reach a desire depth. Therefore, in design process, triangle fins were added to either outside and inside of the drilling tube for reducing the soil friction. With this feature, the soil boring could take the soil into the tube at a designed depth. In addition, to remove the sample out of the tube, a set of hydraulic cylinder were used.

In conclusion, the soil boring could reach 13-14 centimetres depth level. Soil depth, soil density, and soil moisture from samples of a field were analyzed and presented as variability maps using QGIS software.

กิตติกรรมประกาศ

การที่ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ อาจารย์วสุ อุดมเพทายกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำ ดูแลเอาใจใส่ และให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีเสมอมา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์สมเกียรติ สีสนอง ซึ่งเป็นอาจารย์คณะเทคโนโลยีการเกษตร ที่ให้คำแนะนำและความรู้ทางด้านปฐพีวิทยา

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรทุกท่านที่ได้ให้แนวทางการคิด พร้อมทั้งคำแนะนำในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดจนการแก้ปัญหาต่างๆรวมทั้งการช่วยเหลือในอีกหลายๆด้าน อันเป็นประโยชน์ในการจัดทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ เพื่อนๆทุกคนและผู้เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือ รวมถึงคอยเป็นกำลังใจให้แก่คณะผู้จัดทำที่ทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำขออ้อมรำลึกถึงอำนาจามิของคุณพระศรีรัตนตรัย และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ทั้งหลายที่อยู่ในสากลโลก อันเป็นที่พึ่งให้ผู้เขียนมีสติปัญญาในการจัดทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้จัดทำขอให้เป็นกตเวทิตาแต่บิดา มารดา ครอบครัวของคณะผู้จัดทำ ตลอดจนผู้เขียนหนังสือ และบทความต่าง ๆ ที่ให้ความรู้แก่ผู้เขียนจนสามารถให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

นายกฤษกร

หนูชื่น

นายอรรถพล

สละชั่ว

นายอาทิตย์

วีระพิศาลกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	2
บทที่ 2 ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์	3
2.1.1 ขนาดของพื้นที่	3
2.1.2 เวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างดิน	3
2.1.3 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน	3
2.1.4 วิธีการเก็บ	5
2.2 เทคโนโลยีที่มีการพัฒนาเกี่ยวกับอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน	8
บทที่ 3 การออกแบบและสร้าง	11
3.1 การออกแบบอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน	11
3.1.1 แนวคิดในการออกแบบ	11
3.1.2 ต้นกำลังที่ใช้ในการทำงาน	11
3.1.3 ส่วนประกอบและการทำงาน	13
3.2 การออกแบบและสร้างชิ้นส่วนต่างๆ	14
3.2.1 หัวเจาะเก็บตัวอย่างดิน	14
3.2.2 ชุดติดตั้งบนรถแทรกเตอร์	19
3.2.3 ชุดไฮดรอลิกส์สำหรับดันดินออกจากกระบอกลบดิน	20
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ	21
4.1 วัตถุประสงค์	21
4.2 วัสดุและอุปกรณ์	21
4.3 วิธีการทดลอง	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลการทดลอง	26
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	30
5.1 สรุปผลการศึกษา	30
5.2 ข้อเสนอแนะ	30
ภาคผนวก	31
เอกสารอ้างอิง	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน	4
รูปที่ 2.2 แสดงการแบ่งพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างดิน	5
รูปที่ 2.3 แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างดินจากจุดที่กำหนด	6
รูปที่ 2.4 Soil Sampling Machine จาก ประเทศสเปน	8
รูปที่ 2.5 Soil sampling machine ติดตั้งบน ATV	9
รูปที่ 2.6 The AgRobotics Autoprobe	9
รูปที่ 2.7 SOIL SAMPLING WITH MINI SKID STEER	10
รูปที่ 2.8 IAS Precision Soil Sampling System	10
รูปที่ 3.1 รถแทรกเตอร์ KUBOTA L4200	12
รูปที่ 3.2 เพลาอำนาจกำลัง(PTO)ของรถแทรกเตอร์ KUBOTA L4200	12
รูปที่ 3.3 ชุดติดตั้งกับรถแทรกเตอร์พร้อมหัวเจาะ	13
รูปที่ 3.4 ท่อเหล็กสตีม	14
รูปที่ 3.5 หัวเจาะแบบที่ 1	15
รูปที่ 3.6 ตัวอย่างที่เก็บด้วยหัวเจาะแบบที่ 1	15
รูปที่ 3.7 หัวเจาะแบบที่ 2	16
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างที่เก็บด้วยหัวเจาะแบบที่ 2	16
รูปที่ 3.9 หัวเจาะแบบที่ 3	17
รูปที่ 3.10 ตัวอย่างที่เก็บด้วยหัวเจาะแบบที่ 3	17
รูปที่ 3.11 หัวเจาะแบบที่ 4	18
รูปที่ 3.12 ตัวอย่างที่เก็บด้วยหัวเจาะแบบที่ 4	19
รูปที่ 3.13 หน้าแปลนติดตั้งกับอุปกรณ์ต่อพ่วงรถแทรกเตอร์	19
รูปที่ 3.14 ชุดไฮดรอลิกส์ติดตั้งบนอุปกรณ์ต่อพ่วงของรถแทรกเตอร์	20
รูปที่ 4.1 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างดิน	22
รูปที่ 4.2 โปรแกรม QGIS 2.6	23
รูปที่ 4.3 กำหนดตำแหน่งเก็บตัวอย่างดิน	24
รูปที่ 4.4 การเก็บตัวอย่างดินโดยใช้อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น	24
รูปที่ 4.5 ดินดินออกจากกระบอกเก็บตัวอย่างและเก็บใส่ถุงพลาสติกเพื่อนำไปวิเคราะห์	25
รูปที่ 4.6 เก็บค่าพิกัด GPS	25
รูปที่ 4.7 แผนที่ความหนาแน่นของดินในแปลงทดสอบ	27

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.8 แผนที่ความชื้นของดินในแปลงทดสอบ	28
รูปที่ 4.9 แผนที่ความลึกของหน้าดินในแปลงทดสอบ	29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ดินในแต่ละพื้นที่ที่มีความแตกต่างกันออกไปทั้งชนิดและโครงสร้างของดิน ดินเป็นปัจจัยการผลิตที่สำคัญในการปลูกพืช ก่อนปลูกพืชเกษตรกรควรทราบว่าคุณสมบัติของดินในพื้นที่ทำการเพาะปลูกมีคุณสมบัติ คือ ความเป็นกรด-ด่าง(pH)ของดินซึ่งมีความสำคัญต่อการละลายได้ของธาตุอาหารในดิน ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดิน ซึ่งสำคัญต่อสมบัติทางกายภาพของดินไม่ว่าจะเป็นความร่วนซุย การอุ้มน้ำ การดูดซึมน้ำ การระบายน้ำและอากาศ และความสามารถในการดูดซับธาตุอาหารของดิน และปริมาณธาตุอาหารต่างๆที่จำเป็นสำหรับการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตของพืช

การทำเกษตรกรรมของประเทศไทยเกษตรกรใส่ปุ๋ยเพื่อเติมธาตุอาหารให้กับพืชที่ปลูกในดินที่ไม่อุดมสมบูรณ์ด้วยธาตุอาหารซึ่งจะทำให้พืชมีลักษณะแคระแกร็นและให้ผลผลิตต่ำ โดยเกษตรกรส่วนใหญ่จะใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของร้านค้าที่จำหน่ายปุ๋ยให้กับเกษตรกรหรือใช้ประสบการณ์ในการทำเกษตรกรรมของตนเป็นตัวกำหนดการใส่ปุ๋ยโดยประเมินจากผลที่ออกมาของพืช เช่น พืชต้นใดให้ผลผลิตหรือเจริญเติบโตน้อยกว่าต้นอื่นๆก็จะทำการใส่ปุ๋ยให้กับต้นนั้นมากกว่า เป็นต้น และปุ๋ยที่ใช้เป็นปุ๋ยที่มีสูตรมาตรฐานที่คิดออกมาเฉลี่ยแร่ธาตุให้กับพื้นดินทุกพื้นที่ ซึ่งวิธีการใส่ปุ๋ยแบบนี้ไม่ได้คำนึงถึงแร่ธาตุอาหารที่มีอยู่แล้วในพื้นดินจึงทำให้การใส่ปุ๋ยมีแร่ธาตุที่เกินความจำเป็น ซึ่งพืชแต่ละชนิดต้องการธาตุอาหารในปริมาณที่แตกต่างกัน หากใส่ปุ๋ยมากเกินไปนอกจากสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายแล้ว ยังส่งผลให้พืชอ่อนแอเป็นโรคและแมลงกัดกินได้มากขึ้น แต่หากใส่ปุ๋ยน้อยเกินไปจะได้ผลผลิตไม่ดีเท่าที่ควร เนื่องจากพืชขาดธาตุอาหารที่จำเป็น นอกจากนี้ยังเป็นการแก้ปัญหาที่ปลายเหตุเนื่องจากเป็นการวิเคราะห์จากผลที่ออกมาในบางกรณีอาจแก้ไขได้ไม่ทันทำให้เกษตรกรสูญเสียทั้งผลผลิตและกำไรที่ได้รับตอบแทน ดังนั้นการตรวจสอบพื้นที่ก่อนทำการเพาะปลูกจึงมีความสำคัญ หากเกษตรกรทราบว่าพื้นที่ที่จะทำการปลูกพืชของตนในแต่ละส่วนมีแร่ธาตุอาหารในแต่ละจุดมากน้อยเพียงใดก็สามารถวางแผนการปลูกพืชให้เหมาะสมกับพื้นที่และการใส่ปุ๋ยให้กับพืชได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้เกษตรกรมีต้นทุนในการทำเกษตรกรรมที่ต่ำลงและมีการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า แต่การที่จะทราบปริมาณแร่ธาตุอาหารในดินได้นั้นต้องอาศัยการเก็บตัวอย่างดินและนำตัวอย่างดินไปวิเคราะห์

หลักการเก็บตัวอย่างดินที่ถูกต้อง ตัวอย่างดินที่เก็บต้องเป็นตัวแทนที่ดีที่สุดของที่ดินแปลงนั้น ถ้าเก็บตัวอย่างดินไม่ถูกต้อง ผลการวิเคราะห์อาจจะคลาดเคลื่อนและไม่ผลตรงกับคุณสมบัติของดิน คำแนะนำการใช้ปุ๋ยและการจัดการดินจะผิดพลาดทั้งหมด ในปัจจุบันการเก็บตัวอย่างดินมีหลายรูปแบบหลายวิธี ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน สภาพแวดล้อมในบริเวณที่ต้องการเก็บ ความชื้นของดิน ส่วนใหญ่รูปแบบของการเก็บตัวอย่างดินจะคล้ายๆกัน ต้องให้ความสำคัญต่อการเก็บตัวอย่างดิน เพราะถ้าดินที่เก็บขึ้นมาได้นั้นจะต้องส่งต่อไปในหน่วยวิเคราะห์ดิน วิธีการเก็บตัวอย่างดินในปัจจุบันยังต้องอาศัยใช้แรงงานคนในการเก็บตัวอย่างดินขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับโครงการนี้เป็นการออกแบบพัฒนาสร้างอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินที่ติดตั้งบนรถแทรกเตอร์เพื่อให้มีประสิทธิภาพและสะดวกในการเก็บตัวอย่างดินมากขึ้น โดยคณะผู้จัดทำได้ทำการออกแบบสร้างและทดสอบอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินที่พัฒนาขึ้น ทำการทดสอบการเก็บตัวอย่างดิน ณ แปลงทดสอบของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร(สจล.)

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1) ออกแบบสร้างอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินติดตั้งบนรถแทรกเตอร์

1.2.2) ทดสอบการใช้งานอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินที่พัฒนาขึ้น

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1.3.1) การเก็บตัวอย่างดินจะอยู่ในช่วงความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวดิน ซึ่งเป็นระดับความลึกโดยทั่วไปที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินมาวิเคราะห์ทางการเกษตร

1.3.2) อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้นสามารถเก็บตัวอย่างดินเหนียว โดยทำการทดสอบเครื่องเก็บตัวอย่างดินในแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์

ตัวอย่างดินที่เก็บมาวิเคราะห์จะต้องเป็นตัวแทนที่แท้จริงของดินในบริเวณนั้นๆ คือ ตัวอย่างดินที่เก็บมานั้นจะต้องประกอบด้วยปริมาณและชนิดของธาตุอาหารพืชตลอดจนสมบัติอื่นๆ เหมือนดินในบริเวณที่เก็บมานั้นทุกประการ แต่การที่จะให้ได้ตัวอย่างดินที่มีสมบัติดังกล่าวเป็นสิ่งที่เป็นไปได้โดยยาก เพราะดินเป็นเทวดัตถุธรรมชาติที่ไม่มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ปริมาณและชนิดของธาตุอาหารพืช ตลอดจนสมบัติอื่นๆ มีความแปรปรวนมาก ดังนั้นการเก็บตัวอย่างดินจึงต้องดำเนินการด้วยความระมัดระวังและเป็นไปตามหลักเกณฑ์ทางวิชาการเพื่อให้ได้ตัวอย่างดินที่เป็นตัวแทนที่ดีและเพียงพอที่จะสะท้อนสภาวะที่แท้จริงของปริมาณธาตุอาหารพืชตลอดจนสมบัติอื่นๆ ในไร่นาหรือในดินบริเวณที่ทำการเก็บตัวอย่าง

2.1.1 ขนาดของพื้นที่

ขนาดของพื้นที่เก็บตัวอย่างดิน 1 ตัวอย่าง ควรมีพื้นที่ไม่เกิน 25 ไร่ มีการปลูกพืชชนิดเดียวกัน การเจริญเติบโตอยู่ในระดับเดียวกัน เนื้อดิน สีและชนิดของดิน เหมือนกันมีความลาดเทของพื้นที่อยู่ในระดับเดียวกันหรือใกล้เคียงกัน การใส่ปุ๋ยและปุ๋ยใส่อัตราและเวลาเดียวกัน การเก็บให้กระจายจุดที่จะเก็บทั่วพื้นที่ โดยกำหนดให้ไม่น้อยกว่า 25 จุด ต่อพื้นที่ 25 ไร่ หรือทำการเก็บตัวอย่างดิน 1-2 จุดต่อพื้นที่ 1 ไร่ การสุ่มเก็บตัวอย่าง ยิ่งเก็บถี่เท่าใดจะทำให้ได้ตัวแทนที่ดียิ่งขึ้นเท่านั้น

2.1.2 เวลาที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างดิน

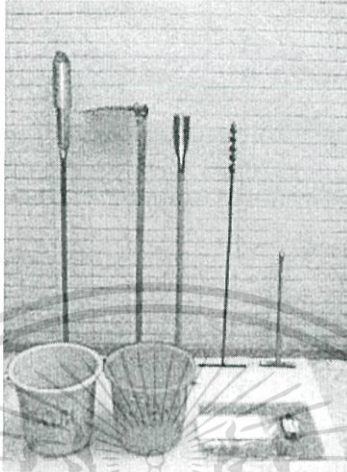
การเก็บตัวอย่างดินสามารถดำเนินการได้ตลอดทั้งปี แต่เวลาที่เหมาะสมที่สุด คือหลังการเก็บเกี่ยวเล็กน้อย หรือ 2 เดือนก่อนการปลูกพืช เพราะเวลาในขณะนั้นดินมีสภาพความชื้นพอเหมาะทำให้เก็บตัวอย่างสะดวก และหากส่งวิเคราะห์ทันทีเกษตรกรจะได้รับผลการวิเคราะห์และคำแนะนำสำหรับปลูกพืชในฤดูถัดไปได้ทันที การทดสอบเพื่อให้ทราบว่าดินมีระดับความชื้นเหมาะต่อการเก็บตัวอย่างตัวอย่างหรือไม่ อาจทำได้โดยการบีบดินให้แน่นภายในอุ้งมือ ซึ่งถ้าระดับความชื้นของดินกำลังพอเหมาะดินจะยังคงจับกันเป็นก้อนเมื่อแบมือออกและบดินจะรู้สึกว่าร่วน

2.1.3 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน ประกอบด้วย

1. เครื่องมือในการเก็บตัวอย่างดิน

เครื่องมือมีหลายชนิด ทั้งชนิดที่เป็นใบมีด (blades) เช่น จอบ เสียม พลั่ว ชนิดท่อหรือหลอดเจาะ (tubes) และชนิดสว่าน (auger) เป็นต้น (ภาพที่ 2.1)



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างดิน

เครื่องมือในการเก็บตัวอย่างดินที่ดีควรเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1) สามารถเก็บตัวอย่างดินที่เป็นแท่ง (core) หรือแผ่นบาง ๆ (slice) ซึ่งมีความสม่ำเสมอในปริมาณที่เท่ากันจากแต่ละจุดเพื่อนำมาทำเป็นตัวอย่างรวม (composite sample) ได้ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อการวิเคราะห์

2) ทำความสะอาดง่าย

3) สามารถปรับใช้ได้กับทั้งดินทรายแห้งและดินเหนียวที่เปียกชื้น

4) ไม่เป็นสนิม ไม่โค้งงอหรือแตกหักง่าย

5) ใช้งานแม้กับพื้นที่ที่ค่อนข้างแข็ง

2. ถังพลาสติก

จำนวน 1-2 ใบ เพื่อใช้รวบรวมตัวอย่างดินในแต่ละระดับความลึก

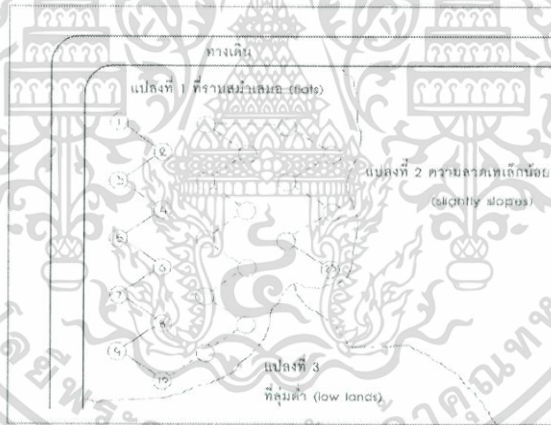
3. แผ่นพลาสติกและถุงพลาสติก

แผ่นพลาสติกใช้สำหรับคลุมดิน และถุงพลาสติกใช้บรรจุดินเพื่อส่งวิเคราะห์

อุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดินจะต้องสะอาด ปราศจากสิ่งปนเปื้อน เช่น สนิม ปูน ปุ๋ย ยาฆ่าแมลง ยากำจัดวัชพืช สารเคมีหรือสิ่งปนเปื้อนอื่นใดที่จะทำให้ผลวิเคราะห์ดินผิดพลาด

2.1.4 วิธีการเก็บ

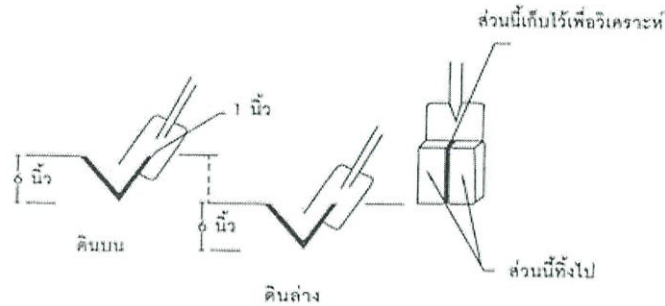
1. แบ่งพื้นที่โดยพิจารณาตามหลักเกณฑ์ที่กล่าวมาแล้ว และกำหนดตำแหน่งที่จะทำการเก็บตัวอย่างควรทำแผนผังในสมุดบันทึกให้เรียบร้อย เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับพื้นที่ของตนเองต่อไป (ภาพที่ 2.2)
2. จุดที่กำหนดจะทำการเก็บตัวอย่างไม่ควรเป็นดินเก่า ขอบรั้ว คอกสัตว์ หรือกองปุ๋ยเก่า ฯลฯ
3. ทำความสะอาดผิวดินบริเวณจุดที่กำหนด หากใช้หลอดเจาะดิน ส่วนเจาะดิน หรือส่วนรูปกระบอก ต้องตั้งเครื่องมือใช้ตั้งฉากกับผิวดินแล้วกดลงไปในระดับความลึก 6 นิ้ว สำหรับดินบน และ 12 นิ้วสำหรับดินล่างแล้วดึงขึ้นตรง ๆ หากใช้เสียมหรือพลั่วให้ขุดดินเป็นรูปตัว (V) ให้มีความลึกแนวตั้ง 6 นิ้ว ส่วนที่เป็นตัววีนี้ทิ้งไป จากนั้นใช้เสียมแซะขอบด้านหนึ่งของตัว V ให้มีความหนาประมาณ 1 นิ้ว โดยกดเสียมให้ลึกจนถึงก้นหลุม งดดินขึ้นแล้วแบ่งดินด้านข้างทั้งสองของพลั่วออกทิ้งไป นำดินส่วนที่เหลือใส่ถังพลาสติก (ภาพที่ 2.3) กระทำในลักษณะนี้จนครบทุกจุดที่กำหนด มีข้อควรระวัง คือดินจากทุกจุดที่เก็บเพื่อนำมารวมในถังพลาสติกนั้นจะต้องมีปริมาณเท่า ๆ กัน แล้วคลุกเคล้าดินในถังให้เข้ากันอย่างดี จากนั้นเทดินลงกองบนแผ่นพลาสติกคลุกเคล้าให้เข้ากันดีอีกครั้งหนึ่งจะได้ตัวอย่างดินรวม (composite sample) เพื่อใช้เป็นตัวแทนของดินทั้งแปลง



รูปที่ 2.2 แสดงการแบ่งพื้นที่ในการเก็บตัวอย่างดิน

ตำแหน่งเก็บตัวอย่างดิน "○"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



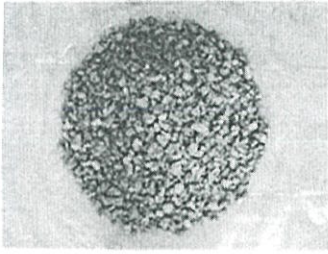
และดินหนา 1 นิ้ว

รูปที่ 2.3 แสดงวิธีการเก็บตัวอย่างดินจากจุดที่กำหนด

หลังจากคลุกเคล้าตัวอย่างดินรวมให้เข้ากันดีแล้วพูนดินให้เป็นกอง แบ่งดินออกเป็น 4 ส่วนตามแนวรัศมี นำดินมา 1 ส่วน ประมาณครึ่ง กก. ถึง 1 กก. นำดินส่วนที่แบ่งมานี้บรรจุลงในถุงพลาสติก เขียนรายละเอียดเกี่ยวกับตัวอย่างดิน เช่น ชื่อผู้ส่งตัวอย่าง สถานที่เก็บและความลึกกำกับไว้ข้างถุงให้ชัดเจน รัดปากถุงให้แน่นแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการเพื่อดำเนินการวิเคราะห์ต่อไป

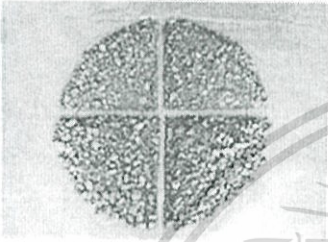
- 1) จำแนกชนิดและลักษณะของดินเพื่อคัดเลือกพืชพันธุ์ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางกายภาพ ชีวภาพ และเคมี เป็นต้น
 - 2) ประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดิน เพื่อเป็นแนวทางการใช้ประโยชน์ของดินอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อกำหนดการใช้ปุ๋ยได้อย่างเหมาะสม
 - 3) ตรวจสอบการสะสมของสารเคมี โลหะหนัก และจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในดิน
- ผลการวิเคราะห์ดินจากห้องปฏิบัติการจะใช้ประโยชน์ได้มากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับความถูกต้องของการเก็บตัวอย่างดิน และตัวอย่างดินที่เก็บมานั้นต้องเป็นตัวแทนของดินทั้งพื้นที่ได้

สำหรับการเก็บดินล่าง คือความลึกระดับ 6-12 นิ้ว หรือ ฯลฯ ให้ดำเนินการเก็บในลักษณะเดียวกัน หรือคล้ายคลึงกันกับดินบนแต่จำนวนจุดที่เก็บน้อยลง คือทำการเก็บดินบน 2-3 จุด แล้วเก็บดินล่าง 1 จุด เพราะในดินล่างมีความแปรปรวนของปริมาณและชนิดธาตุอาหารพืชและสมบัติอื่น ๆ น้อยกว่าดินบน การเก็บดินในแต่ละระดับความลึกให้แยกกันในแต่ละถัง คือเก็บตัวอย่างดินบนใส่ไว้ในถังใบหนึ่ง และดินล่างใส่ไว้ในถังอีกใบหนึ่งต่างหากแล้วทำการแบ่งดินมาวิเคราะห์ในทำนองเดียวกับดินบนที่อธิบายมาแล้วบรรจุดินในถุงพลาสติกเขียนกำกับให้เรียบร้อยเช่นกัน



1. นำดินซึ่งเก็บมาจากหลาย ๆ จุดใน 1 แปลงมา

คลุกเคล้าให้เข้ากันดีบนแผ่นพลาสติกที่สะอาดจะได้ตัวอย่างดินรวม (composite sample) 1 ตัวอย่าง



2. แบ่งตัวอย่างดินรวมออกเป็น 4 ส่วนเท่า ๆ กัน



3. นำดินส่วนหนึ่งประมาณ ครึ่ง กก.-1 กก. บรรจุลงในถุงพลาสติกที่สะอาด รััดปากถุงให้แน่นและเขียนรายละเอียดส่งเขตกำกับ [1]

2.2 เทคโนโลยีที่มีการพัฒนาเกี่ยวกับอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

ในต่างประเทศได้มีการพัฒนาอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ทางการเกษตร หลากหลายรูปแบบ มีการประยุกต์ใช้หัวกดที่มีอยู่ในปัจจุบันหรือออกแบบหัวกดแบบใหม่ ๆ เพื่อให้สามารถเก็บตัวอย่างดินได้ดีขึ้น ส่วนที่สำคัญคือมีการติดตั้งเข้ากับระบบต้นกำลังเพื่อช่วยทุ่นแรงและสามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆที่จะทำการเก็บตัวอย่างดิน ทำให้การเก็บตัวอย่างดินมีประสิทธิภาพและรวดเร็วมากขึ้น ดังแสดงในภาพที่ 2.4 ถึง 2.8



รูปที่ 2.4 Soil Sampling Machine จาก ประเทศสเปน [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 Soil sampling machine ติดตั้งบน ATV [3]



รูปที่ 2.6 The AgRobotics Autoprobe [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 SOIL SAMPLING WITH MINI SKID STEER [5]



รูปที่ 2.8 IAS Precision Soil Sampling System [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและสร้าง

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ จึงมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้ 1) การออกแบบอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน 2) การสร้างชิ้นส่วนต่างๆ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 การออกแบบอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน

3.1.1 แนวคิดในการออกแบบ

จากการศึกษาในทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ในส่วนของเครื่องมือในการเก็บตัวอย่างดิน เครื่องมือมีหลายชนิด ทั้งชนิดที่เป็นใบมีด (blades) เช่น จอบ เสียม พลั่ว ชนิดท่อหรือหลอดเจาะ (tubes) และชนิดสว่าน (auger) เป็นต้น และจากการศึกษาพบว่า เครื่องมือในการเก็บตัวอย่างดินที่ดีควรเป็นเครื่องมือที่มีลักษณะดังนี้

- 1) สามารถเก็บตัวอย่างดินที่เป็นแท่ง (core) หรือแผ่นบาง ๆ (slice) ซึ่งมีความสม่ำเสมอในปริมาณที่เท่ากันจากแต่ละจุดเพื่อนำมาทำเป็นตัวอย่างรวม (composite sample) ได้ในปริมาณที่เหมาะสมเพื่อการวิเคราะห์
- 2) ทำความสะอาดง่าย
- 3) สามารถปรับใช้ได้ดีกับดินเหนียว
- 5) ใช้งานง่ายแม้กับพื้นที่ที่ค่อนข้างแข็ง

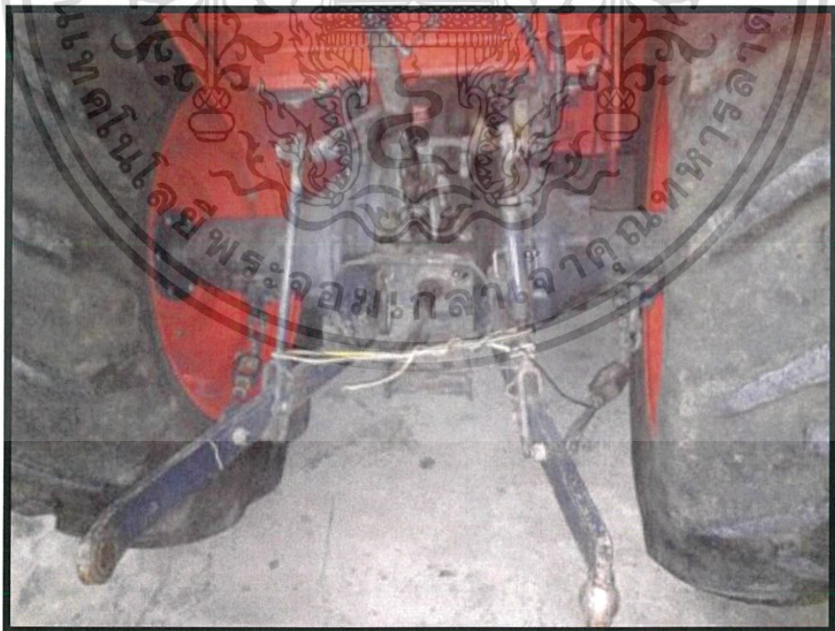
ทางคณะผู้จัดทำ จึงเลือกออกแบบเครื่องมือ ชนิดที่เป็นท่อหรือหลอดเจาะเพื่อให้ได้ตัวอย่างดินที่ออกมา มีลักษณะเป็นแท่ง และส่วนของหัวเจาะ จะมีลักษณะเป็นฟันเลื่อย เพื่อทำหน้าที่ตัดหน้าดิน ทำให้ใช้งานง่ายกับการเก็บตัวอย่างดินที่มีสภาพดินที่ค่อนข้างแข็ง

3.1.2 ต้นกำลังที่ใช้ในการทำงาน

ในส่วนนี้จะใช้เพลลาอำนาจกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ เป็นต้นกำลังให้กับอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดิน รถแทรกเตอร์ส่วนใหญ่จะมีเพลลาอำนาจกำลัง สำหรับขับเคลื่อนซึ่งจะอยู่ด้านท้ายของรถแทรกเตอร์ แต่รถแทรกเตอร์บางแบบอาจจะมีเพลลาอำนาจกำลังเสริมที่ตรงกลาง หรือทางด้านหน้าตัวรถแทรกเตอร์ เพลลาอำนาจกำลังมี 2 ระบบ ระบบแรกนั้นการหมุนของเพลลาอำนาจกำลังจะแยกอิสระจากชุดเกียร์หลัก เรียกว่าเพลลาอำนาจกำลังอิสระ เพลลาอำนาจกำลังแบบนี้ใช้ขับเคลื่อนตัดหญ้าเป็นส่วนใหญ่ และอีกระบบนั้นการหมุนของเพลลาอำนาจกำลังจะเป็นสัดส่วนกับการหมุนของล้อขับเคลื่อน ซึ่งขึ้นอยู่กับชุดเกียร์หลัก เรียกว่า เพลลาอำนาจกำลังสัมพันธ์กับความเร็วรถ ซึ่งนิยมใช้กับ เครื่องหยอดเมล็ด ขับเคลื่อนสูบน้ำ ขับเคลื่อนจอบหมุนพรวนดิน เครื่องมือเจาะดิน เป็นต้น โดยอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้น จะใช้เพลลาอำนาจกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์รุ่น L4200 มีความเร็ว 540 รอบต่อนาที แบบความเร็วสัมพันธ์กับรอบเครื่องยนต์



รูปที่ 3.1 รถแทรกเตอร์ KUBOTA L4200

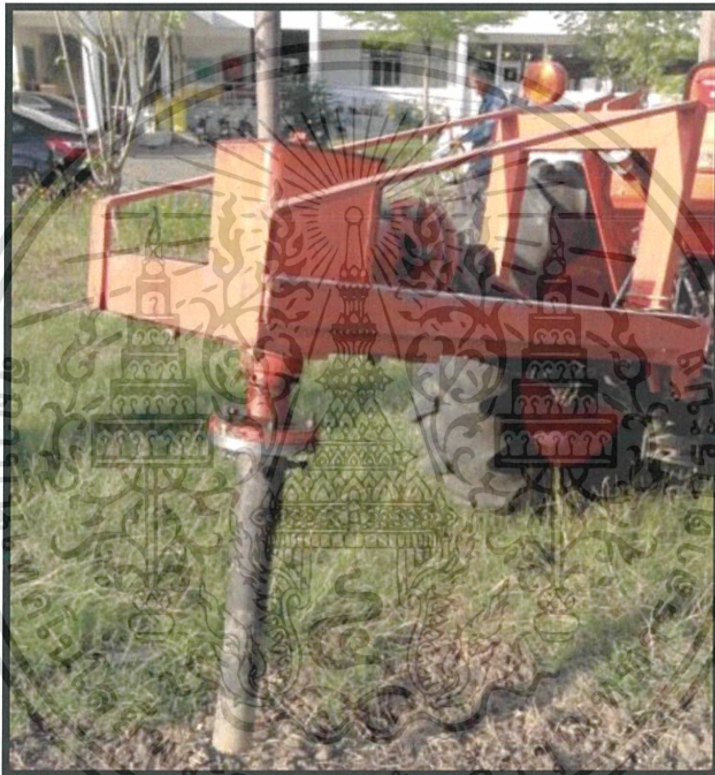


รูปที่ 3.2 เพลลาอำนาจกำลัง(PTO)ของรถแทรกเตอร์ KUBOTA L4200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ส่วนประกอบและการทำงาน

- 1) หัวเจาะเก็บตัวอย่างดิน มีลักษณะเป็นทรงกระบอกมีปลายเป็นฟันเลื่อยแบบ hole saw ทำหน้าที่หมุนตัดดินและเจาะลงไปเก็บตัวอย่างดินขึ้นมา
- 2) ชุดติดตั้งกับรถแทรกเตอร์ ใช้อุปกรณ์ติดตั้งบนรถแทรกเตอร์สำหรับชุดดินที่มีอยู่แล้วในภาควิชาวิศวกรรมเกษตรต่อเข้ากับจุดยึดสามจุดของรถแทรกเตอร์ มีชุดเกียร์ทดที่ต่อกับเพลาอำนวยการกำลัง (PTO) ของรถแทรกเตอร์ซึ่งหมุนในแนวนอน และเปลี่ยนทิศทางให้หมุนในแนวตั้ง โดยมีอัตราครอบเท่ากับ 16:9



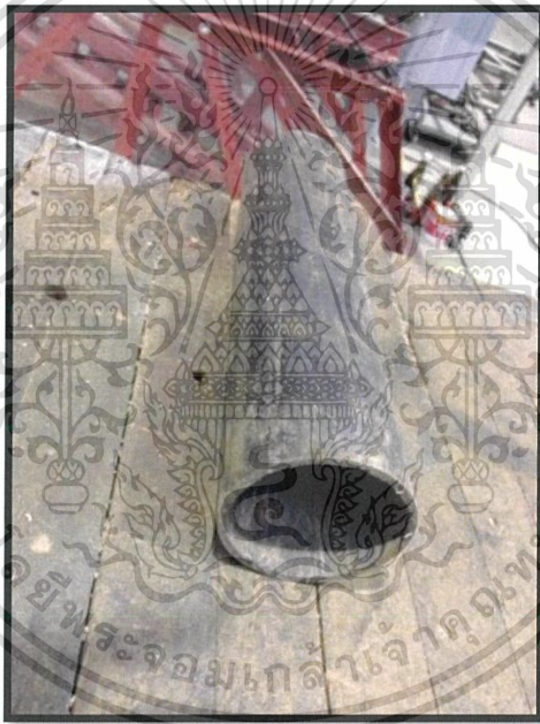
รูปที่ 3.3 ชุดติดตั้งกับรถแทรกเตอร์พร้อมหัวเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบและสร้างชิ้นส่วนต่างๆ

3.2.1 หัวเจาะเก็บตัวอย่างดิน ใช้ท่อเหล็กสตีมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางข้างนอก 76 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางข้างใน 69 มิลลิเมตร ทำเป็นส่วนหัวเจาะ ตัดให้ได้ความยาว 50 เซนติเมตร

พื้นของหัวเจาะเก็บตัวอย่างคือส่วนที่สำคัญที่ทำให้การเจาะดินลงไปได้ถึงระดับความลึกที่ต้องการในสภาพดินของแปลงทดสอบที่เป็นดินเหนียว ซึ่งเป็นดินเนื้อละเอียด มีความหนาแน่นสูง ทำให้ยากต่อการเก็บตัวอย่างดิน จึงต้องพัฒนาออกแบบหัวเจาะมีรูปแบบต่างๆตามลำดับดังต่อไปนี้



รูปที่ 3.4 ท่อเหล็กสตีม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 1 หัวเจาะมีลักษณะเป็นฟันเลื่อยที่ปลายสำหรับตัดและเจาะดิน โดยใช้หัว Cutter แบบ Dove tail มุม 45 องศา หนา 9.5 มิลลิเมตรจัดทำเป็นฟันเลื่อย ในการคำนวณออกแบบจะใช้เส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของท่อเหล็กเท่ากับ 72.5 มิลลิเมตร คำนวณได้ขนาดเส้นรอบวงยาวเท่ากับ 227.77 มิลลิเมตร หัวCutterมีความหนา 9.5 มิลลิเมตร สามารถแบ่งได้จำนวนฟันเลื่อยทั้งหมด 24 ฟัน

จากการทดสอบ พบว่าสามารถเจาะดินลึกลงไปได้หน่อยและเกิดการสึกหรอมาก เนื่องจากฟันเลื่อยมีขนาดเล็กจึงได้ทำการพัฒนาออกแบบเป็นแบบที่ 2



รูปที่ 3.5 หัวเจาะแบบที่ 1



รูปที่ 3.6 ตัวอย่างที่เก็บด้วยหัวเจาะแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 2 เป็นฟันเลื่อยแบบ Hole saw (coring) ลักษณะรูปทรงฟันสี่เหลี่ยมใช้ในการตัดดิน โดยคำนวณแบ่งฟันได้ 5 ฟัน จากขนาดเส้นรอบวงยาวเท่ากับ 227.77 มิลลิเมตร ทำให้มีขนาดของฟันเลื่อยเท่ากับ 22.77 มิลลิเมตร สูง 15 มิลลิเมตร

จากการทดสอบพบว่า สามารถเจาะได้ลึกได้มากกว่าแบบที่ 1 แต่ยังไม่ถึงระดับความลึกตามที่ต้องการ เนื่องจากมีแรงเสียดทานจากดินที่สัมผัสกับผิวด้านนอกของหัวเจาะ ทำให้ไม่สามารถเจาะลงไปได้ จึงได้ทำการพัฒนาออกแบบเป็นแบบที่ 3



รูปที่ 3.7 หัวเจาะแบบที่ 2

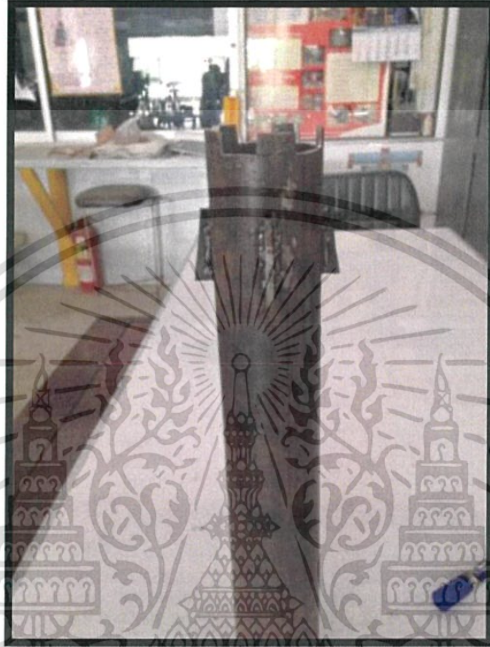


รูปที่ 3.8 ตัวอย่างที่เก็บด้วยหัวเจาะแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 3 จากปัญหาที่เกิดขึ้นในแบบที่ 2 จึงออกแบบให้มีครีบบนออกมาด้านนอกของหัวเจาะเพื่อชวยดินบริเวณด้านข้างกระบอกให้ไม่ติดกับผนังกระบอก ทำให้แรงเสียดทานของหัวเจาะแบบที่ 2 ลดลง

จากการทดสอบพบว่า สามารถเจาะลงไปได้ในระดับความลึกที่ต้องการแต่ไม่สามารถเก็บดินในกระบอกได้เท่ากับระดับความลึกที่เจาะได้ เนื่องจากมีแรงเสียดทานของดินที่สัมผัสกับผนังด้านในของกระบอก ทำให้ดินเข้ากระบอกได้ยาก จึงได้ทำการพัฒนาออกแบบเป็นแบบที่ 4



รูปที่ 3.9 หัวเจาะแบบที่ 3

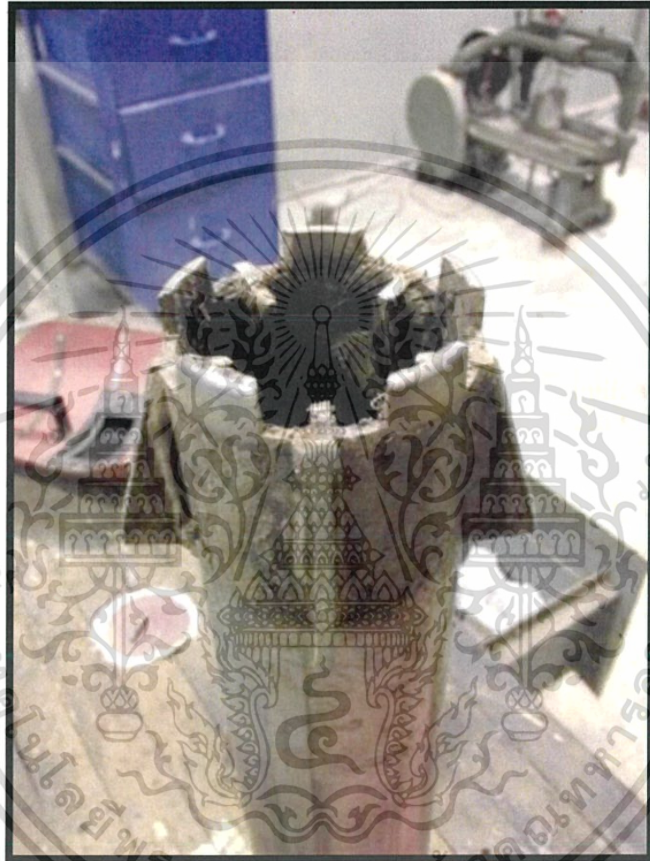


รูปที่ 3.10 ตัวอย่างที่เก็บด้วยหัวเจาะแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่ 4 จากปัญหาที่ไม่สามารถเก็บดินเข้ากระบอกลงได้เท่ากับระดับความลึกที่เจาะได้ จึงออกแบบให้มี ครีบริดด้านในกระบอกลงเก็บตัวอย่างดินเพื่อชวยดินให้ร่วนขึ้นไม่ติดกับผนังด้านในของกระบอกลง ช่วยลดแรงเสียดทานของดินที่จะเข้ากระบอกลง ทำให้ดินเข้ากระบอกลงได้ง่ายขึ้น

จากการทดสอบพบว่า สามารถเจาะได้ในระดับความลึกที่ต้องการและเก็บตัวอย่างดินเข้ากระบอกลงได้เท่ากับระดับความลึกที่เจาะได้



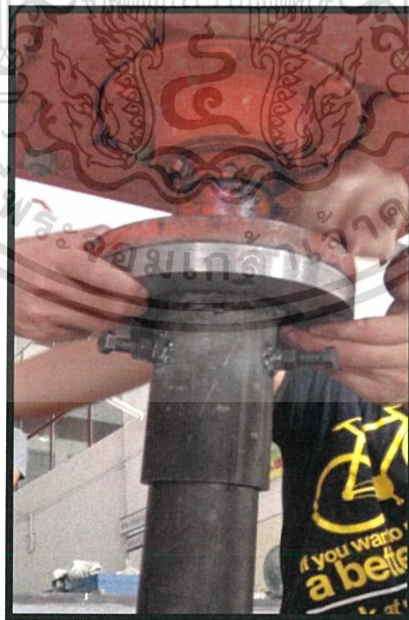
รูปที่ 3.11 หัวเจาะแบบที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 ตัวอย่างที่เก็บด้วยหัวเจาะแบบที่ 4

3.2.2 ชุดติดตั้งบนรถแทรกเตอร์ ใช้อุปกรณ์ติดตั้งบนรถแทรกเตอร์สำหรับขุดดิน โดยออกแบบทำหน้าที่แปลนเป็นตัวยึดระหว่างกระบอกระบายเก็บตัวอย่างดินเข้ากับชุดขุดดินที่ติดตั้งบนรถแทรกเตอร์ และใช้ท่อเหล็กสตีมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางข้างนอก 89 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางข้างใน 78 มิลลิเมตร เป็นตัวยึดกับหัวเจาะเก็บตัวอย่างดิน โดยมีน็อตขนาด M10 3 ตัวยื่นเป็นจุดยึดให้กับหัวเจาะเก็บตัวอย่างดิน ด้านบนของหัวเจาะได้ออกแบบให้มีช่องเป็นรูปตัว L ใช้ยึดเข้ากับน็อต 3 ตัว

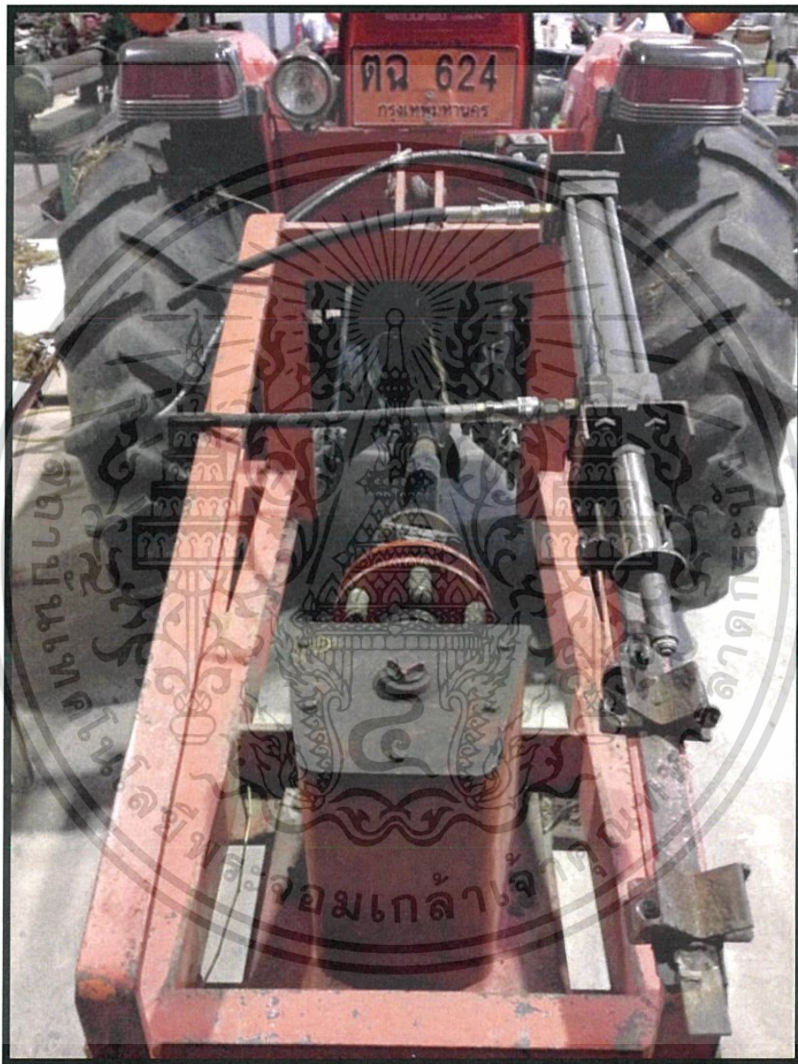


รูปที่ 3.13 หน้าแปลนติดตั้งกับอุปกรณ์ต่อพ่วงรถแทรกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ชุดไฮดรอลิกส์สำหรับดันดินออกจากกระบอเก็บดิน

เนื่องจากดินที่ได้ทำการเก็บตัวอย่างนั้นมีลักษณะเป็นดินเหนียว ซึ่งมีความหนาแน่นเป็นเนื้อเดียวกันมากทำให้ยากต่อการเอาออกจากกระบอเก็บตัวอย่างดิน จึงออกแบบใช้กระบอสูบไฮดรอลิกส์ในการดันดินออกจากกระบอเก็บตัวอย่างดิน กระบอสูบไฮดรอลิกส์ที่ใช้มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสูบและลูกสูบเท่ากับ 20 และ 80 มิลลิเมตร มีระยะชักเท่ากับ 30 เซนติเมตร โดยใช้ต้นกำลังจากปั๊มไฮดรอลิกส์ของรถแทรกเตอร์ และมีชุดจับยึดกระบอเก็บตัวอย่างดินเวลาดันดินออก



รูปที่ 3.14 ชุดไฮดรอลิกส์ติดตั้งบนอุปกรณ์ต่อพ่วงของรถแทรกเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบ

การทดสอบอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินที่พัฒนาขึ้น ได้ทำการทดสอบในแปลงทดสอบของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร โดยทำการเก็บตัวอย่างดินและเก็บค่าGPSในแต่ละตำแหน่ง นำมาแสดงผลเป็นแผนที่ความหนาแน่น ความชื้นและความลึกของหน้าดินในแปลงทดสอบ โดยใช้โปรแกรมประเภท Geographic Information Systems (GIS)

4.1 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อทดสอบอุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินที่พัฒนาขึ้น

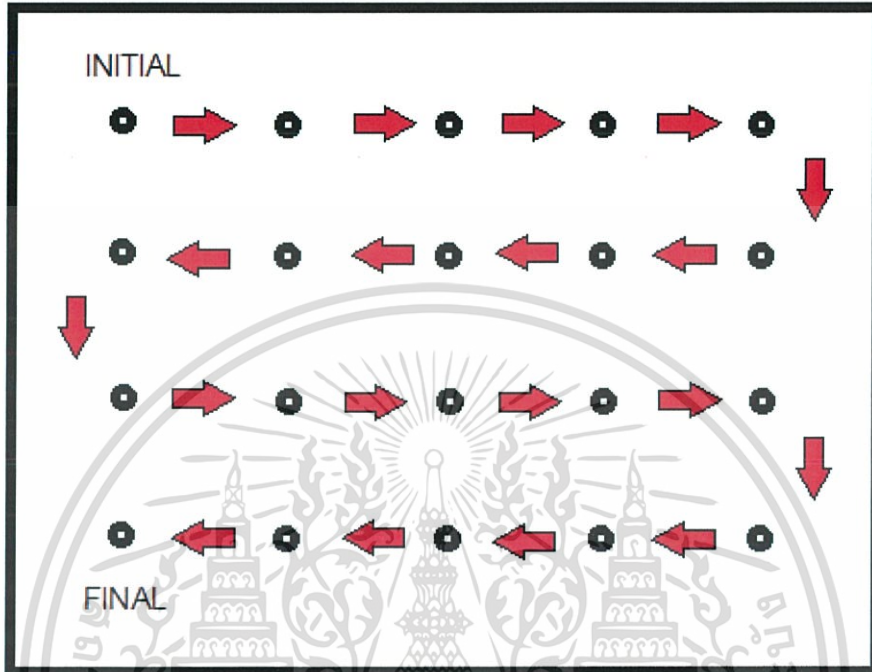
4.2 วัสดุและอุปกรณ์

- 1) หัวเจาะเก็บตัวอย่างดินที่พัฒนาขึ้น
- 2) ชุดอุปกรณ์ต่อพ่วง
- 3) ชุดดินดินออกโดยใช้กระบอกลูบไฮดรอลิกส์
- 4) รถแทรกเตอร์
- 5) ถังพลาสติก
- 6) ตลับเมตร
- 7) เครื่องเก็บพิกัดจุด GPS
- 8) moisture can
- 9) ตู้อบ
- 10) เครื่องชั่งดิจิตอล
- 11) ปูนขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 วิธีการทดลอง

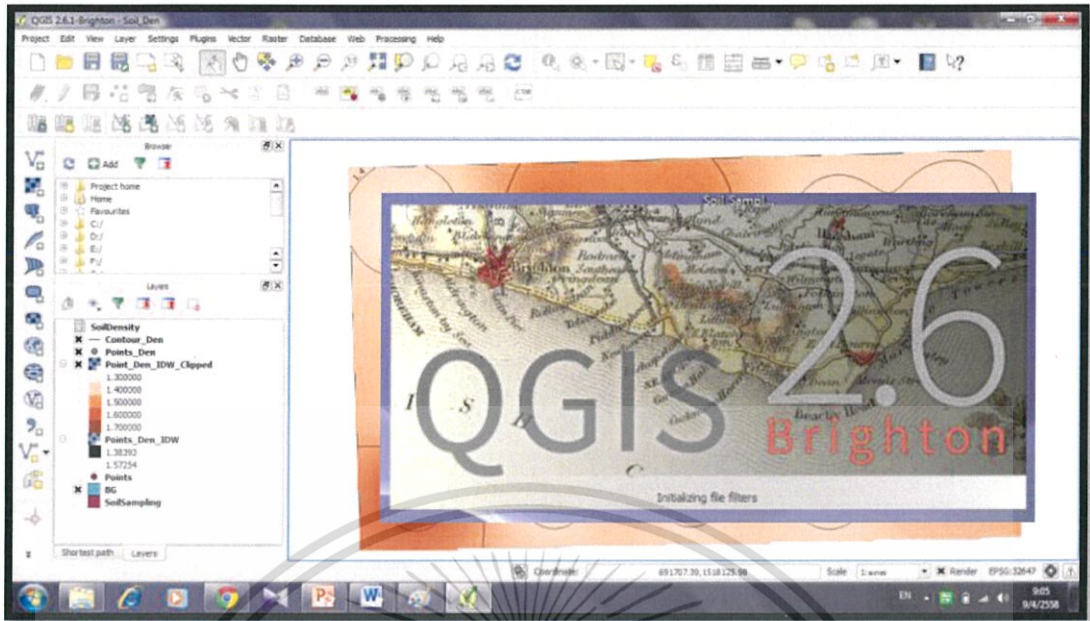
4.3.1) สำรองกำหนดจุดในการเก็บตัวอย่างดิน ในแปลงทดลองของภาควิชาวิศวกรรมเกษตร สจล. มีขนาด 18x30 ตารางเมตร



รูปที่ 4.1 ตำแหน่งการเก็บตัวอย่างดิน

- 4.3.2) วางแผนเตรียมความพร้อมและกำหนดตำแหน่งในการเก็บตัวอย่างดิน 20 ตำแหน่ง โดยใช้ปูนขาวในการแสดงตำแหน่ง
- 4.3.3) ทำการเก็บตัวอย่างดินตามตำแหน่งที่ได้วางแผนไว้เบื้องต้น
- 4.3.4) นำตัวอย่างดินที่เก็บได้ในแต่ละตำแหน่งใส่ถุงพลาสติกและชั่งน้ำหนักของตัวอย่างดินแต่ละตำแหน่ง
- 4.3.5) ทำการคำนวณหาค่าความหนาแน่นของตัวอย่างดินที่เก็บได้
- 4.3.6) สุ่มตัวอย่างจากดินที่เก็บได้ในแต่ละตำแหน่งใส่ moisture can นำไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการคำนวณหาค่าความชื้นของดิน
- 4.3.7) ทำการเก็บค่าพิกัดจุด GPS จากบริเวณพื้นที่รอบแปลงและตำแหน่งเก็บตัวอย่างดิน
- 4.3.8) นำค่าผลการทดลองของตัวอย่างดินที่เก็บได้ สร้างเป็นแผนที่แสดงความหนาแน่นความชื้นและความลึกของดินในแปลงทดลองโดยใช้โปรแกรม QGIS 2.6 [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 โปรแกรม QGIS 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กำหนดตำแหน่งเก็บตัวอย่างดิน



รูปที่ 4.4 การเก็บตัวอย่างดินโดยใช้อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ดันดินออกจากกระบอกเก็บตัวอย่างและเก็บใส่ถุงพลาสติกเพื่อนำไปวิเคราะห์



รูปที่ 4.6 เก็บค่าพิกัด GPS

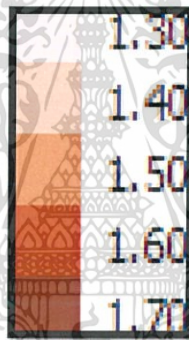
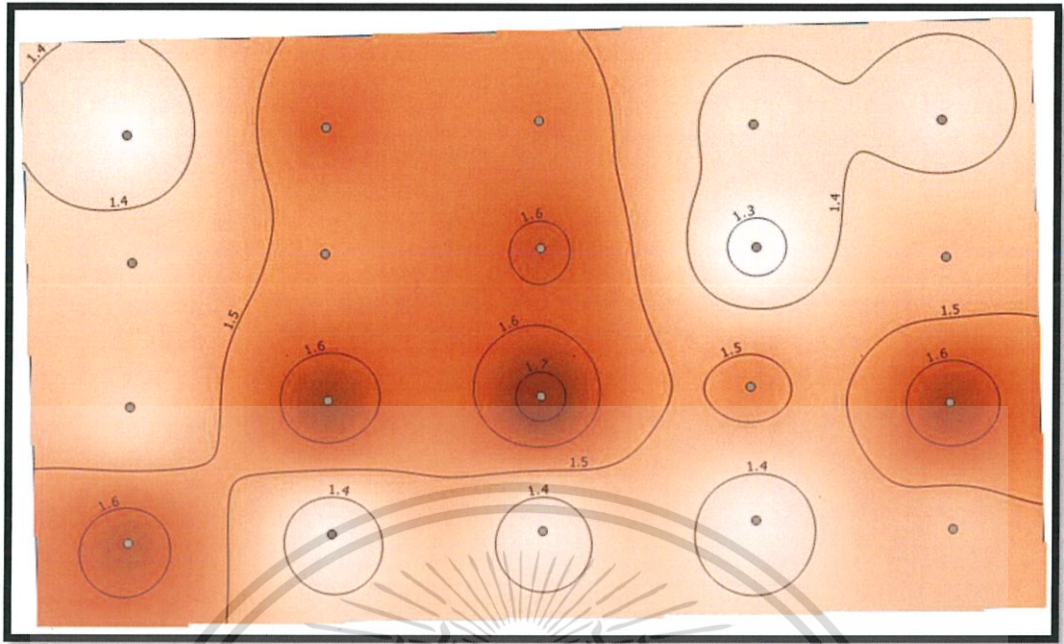
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ค่าความลึกการเจาะดิน ค่าความหนาแน่น และค่าความชื้น ของดินที่เก็บตัวอย่างได้

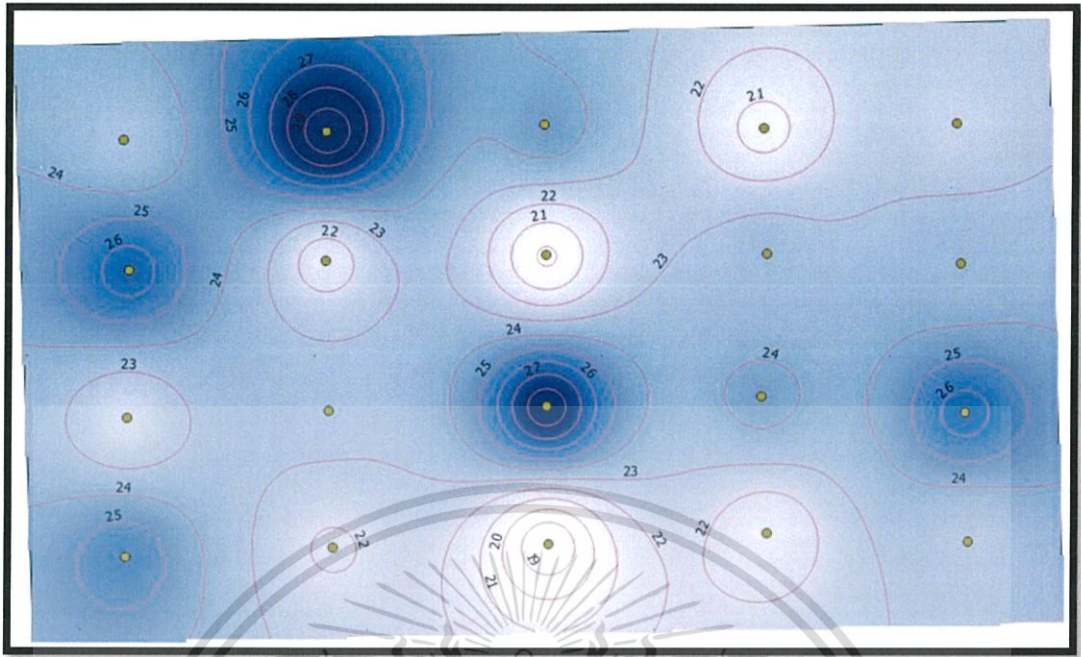
ตำแหน่ง	ความลึก(cm)	ความหนาแน่น(g/cm ³)	%ความชื้นฐานแห้ง
1	24.0	1.30	23.03
2	24.0	1.56	29.62
3	30.0	1.54	24.47
4	27.0	1.36	20.65
5	26.0	1.36	22.28
6	23.0	1.46	23.50
7	29.5	1.25	23.40
8	37.0	1.62	19.89
9	29.0	1.51	21.46
10	28.0	1.41	26.40
11	30.0	1.41	22.02
12	25.0	1.69	23.13
13	28.5	1.74	28.58
14	23.5	1.53	24.33
15	28.0	1.67	26.35
16	24.0	1.46	23.01
17	27.5	1.32	21.12
18	22.0	1.34	18.26
19	22.0	1.33	21.87
20	31.0	1.65	25.59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



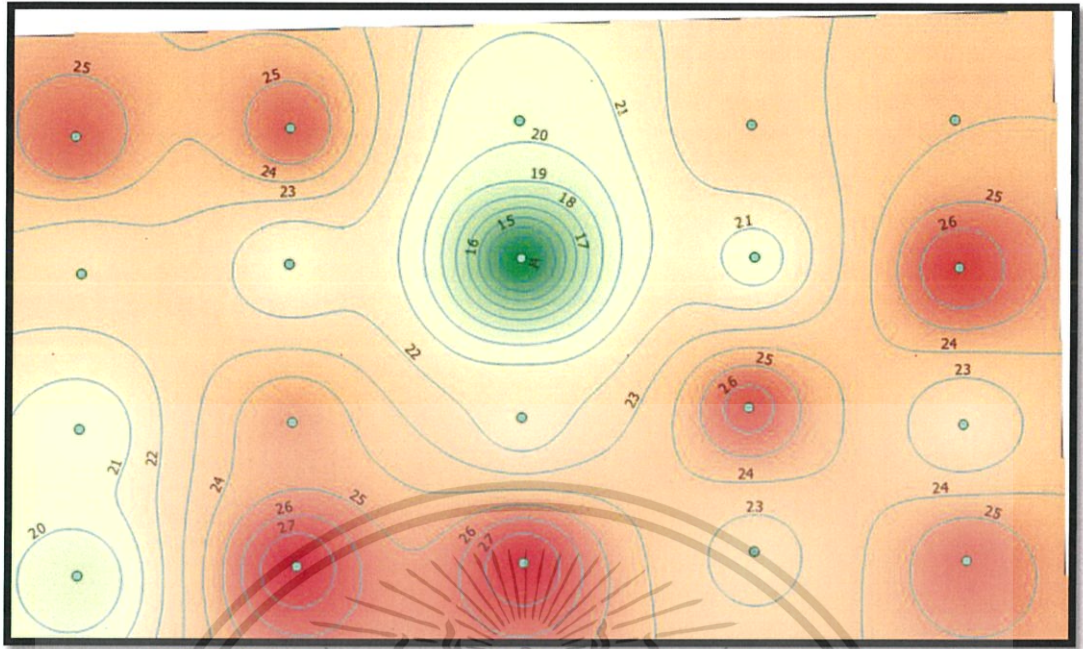
รูปที่ 4.7 แผนที่ความหนาแน่นของดินในแปลงทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แผนที่ความชื้นของดินในแปลงทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แผนที่ความลึกของหน้าดินในแปลงทดสอบ

*หมายเหตุ: ค่าผลการทดลองนี้แสดงถึงค่าความหนาแน่น ค่าความชื้น ค่าความลึก ของดินในแปลงทดลอง เพียงแค่ ณ วันที่ 1 เมษายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นโดยต่อพ่วงกับชุดชุดดินที่ต่อพ่วงกับรถแทรกเตอร์ ใช้เพลลาอำนาจกำลัง(PTO) ของรถแทรกเตอร์ เป็นกำลังในการเจาะเก็บตัวอย่างดินใช้หัวเจาะเก็บตัวอย่างดินที่มีลักษณะเป็นแบบโฮลซอร์ (Hole saw) และมีการใช้กระบอกไฮดรอลิกส์ในการดันดินออกจากหัวเจาะ

5.1.2 หัวเจาะเก็บตัวอย่างดินสามารถเจาะเก็บตัวอย่างดินจากแปลงทดสอบได้อยู่ในระดับความลึก 13 - 28 เซนติเมตร

5.1.3 ดินในแปลงทดสอบมีความหนาแน่นอยู่ในช่วง $1.30 - 1.70 \text{ g/cm}^3$ และ ความชื้นอยู่ในช่วง 20 - 28 %ความชื้นฐานแห้ง

5.1.3 จากข้อมูลผลการทดสอบ สามารถนำไปปรับใช้ในการเตรียมดินและวางแผนการปลูกพืชในแปลงทดสอบได้ เช่น การให้น้ำในแปลงทดสอบ การปรับระดับความลึกของหน้าดิน เป็นต้น

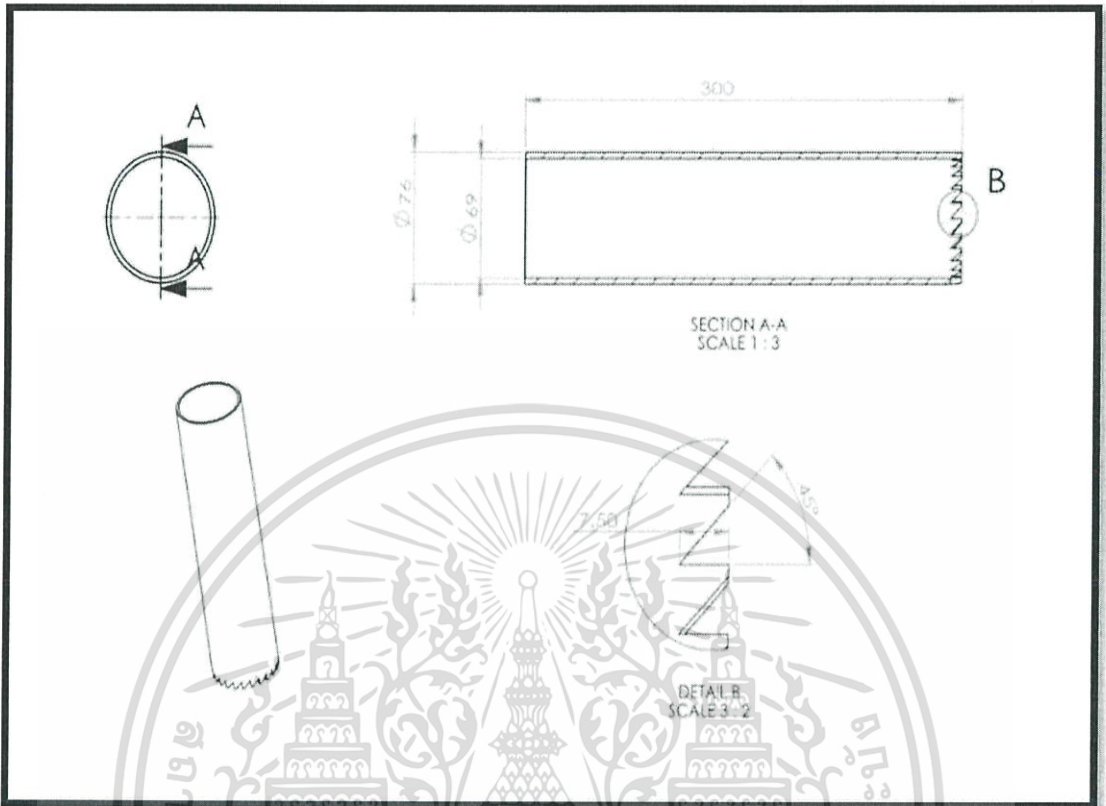
5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 จากการทดสอบพบว่าพื้นที่ทำการทดสอบมีหินและซากก้อนอิฐอยู่มากเนื่องจากเคยถูกถมด้วยคอนกรีตมาก่อนทำให้เวลาเจาะดินลงไปโดนหินหรือซากคอนกรีตจึงทำให้ไม่สามารถเจาะลงไปต่อได้ แสดงให้เห็นถึงพื้นที่ยังเตรียมดินได้ไม่ดี ควรจะมีการไถพรวนให้ดีเพื่อที่ได้การเพราะปลูกได้ดียิ่งขึ้น



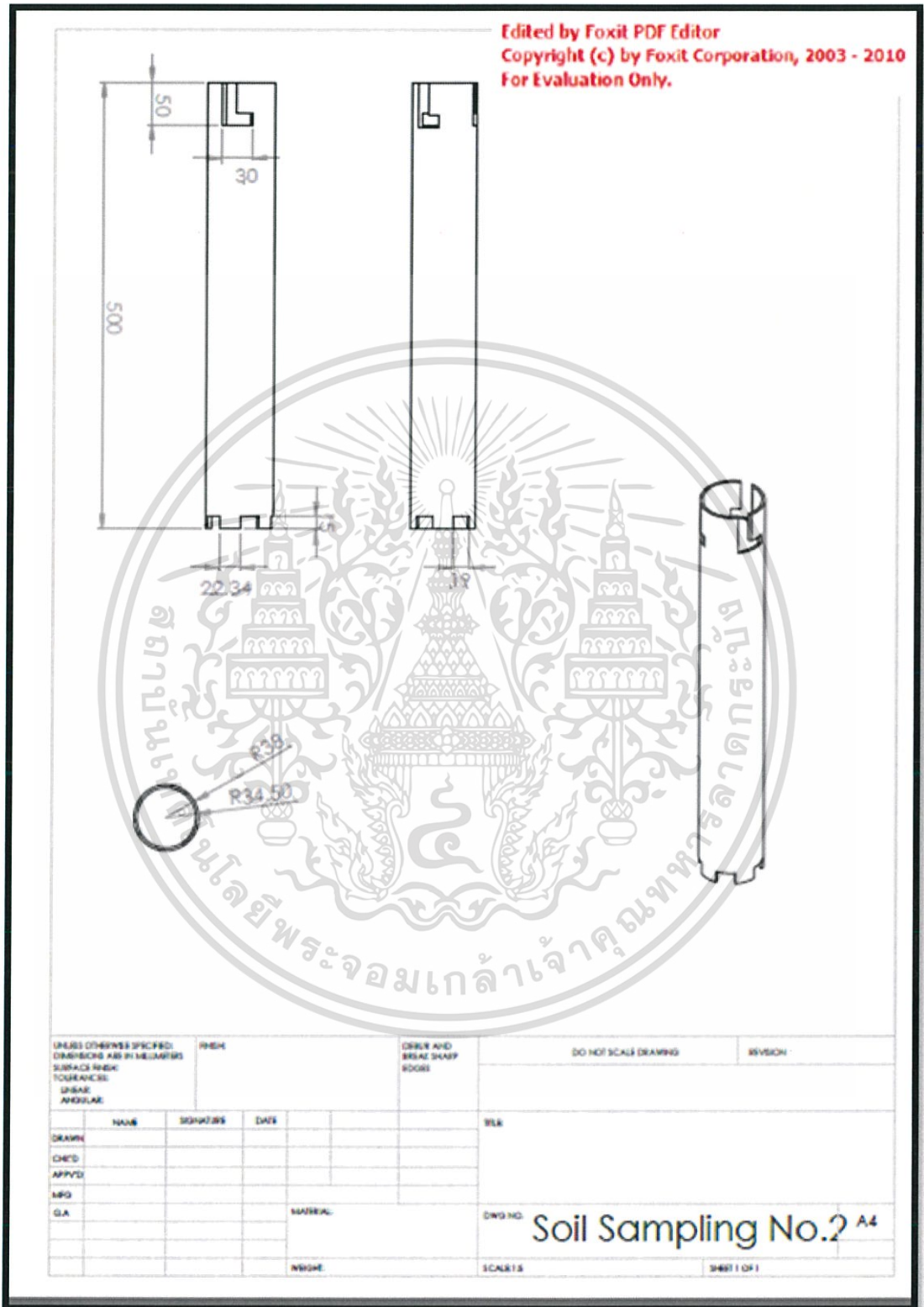
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Drawing ของหัวเจาะเก็บตัวอย่างดินแบบที่ 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Drawing ของหัวเจาะเก็บตัวอย่างดินแบบที่2



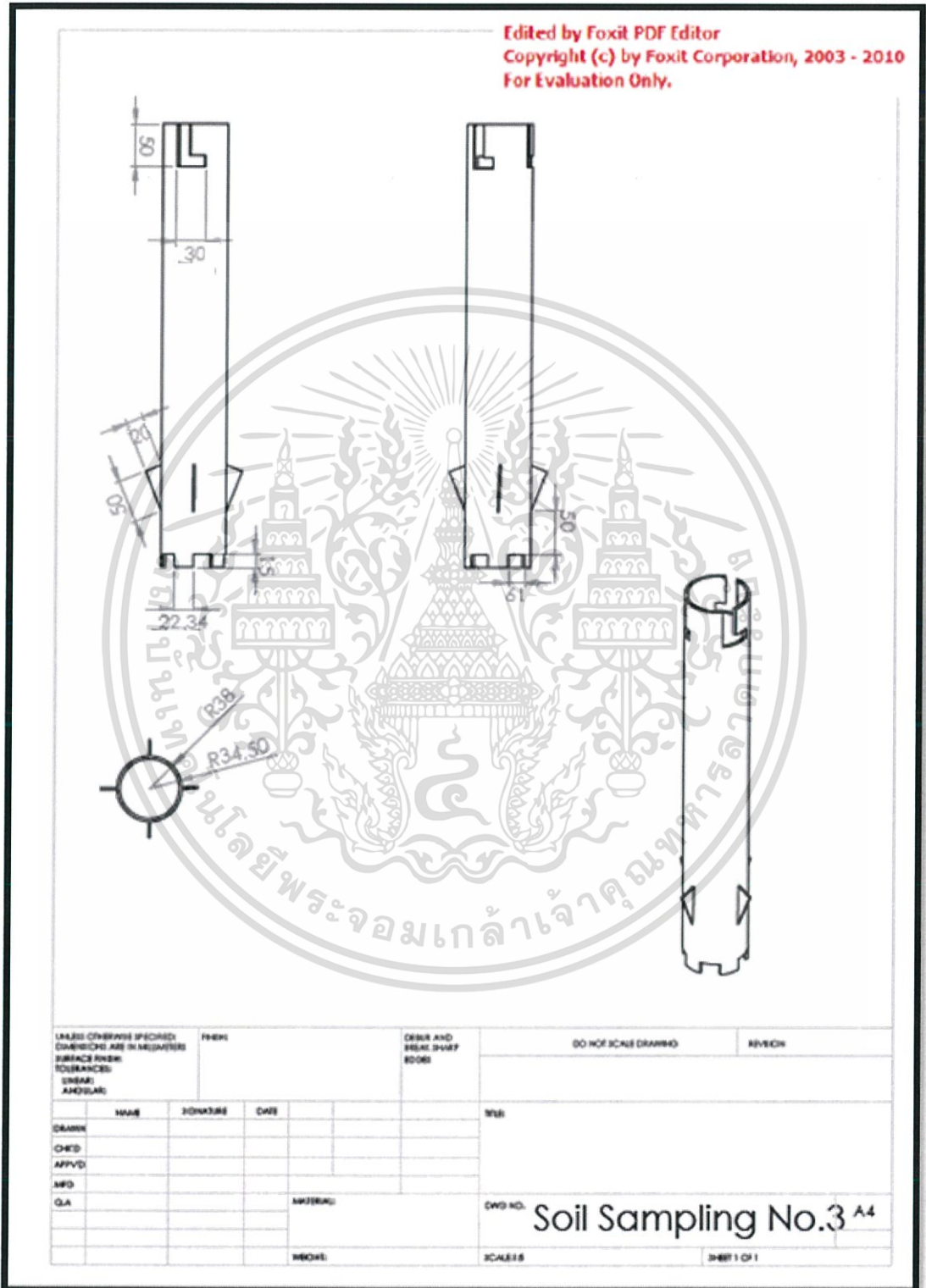
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Drawing 3มิติ ของหัวเจาะเก็บตัวอย่างดินแบบที่ 2



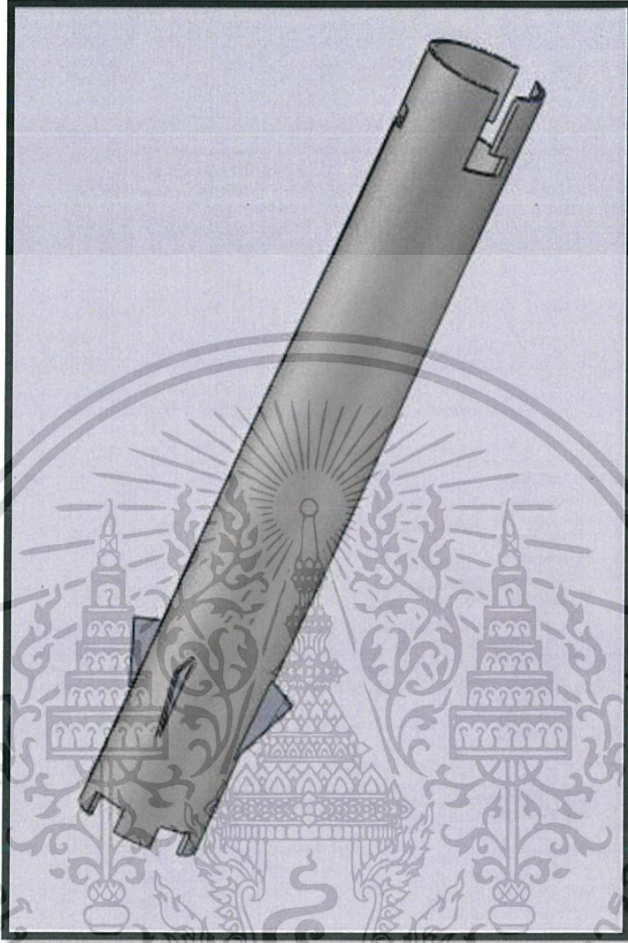
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Drawing ของหัวเจาะเก็บตัวอย่างดินแบบที่ 3



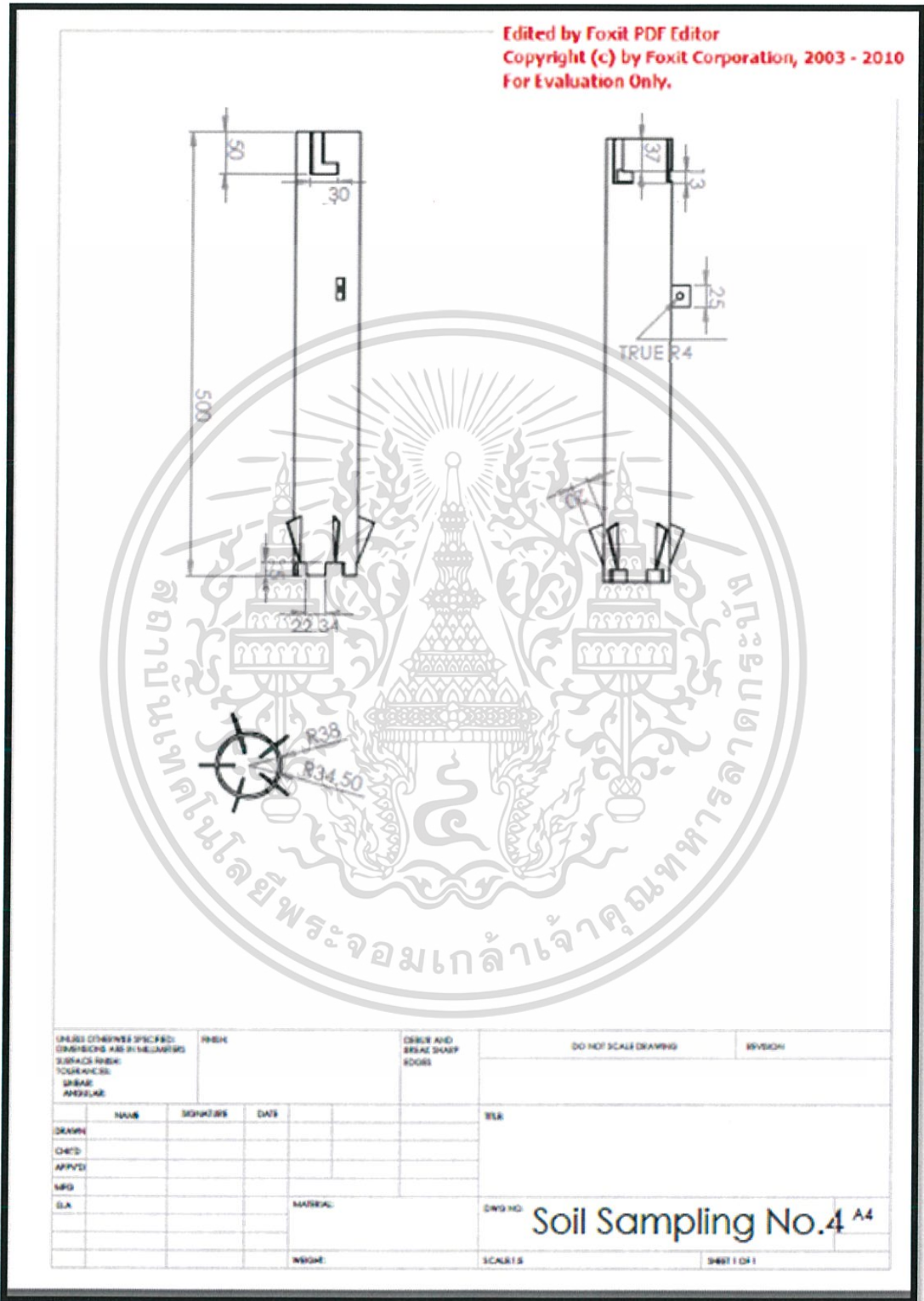
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Drawing 3มิติ ของหัวเจาะเก็บตัวอย่างดินแบบที่ 3



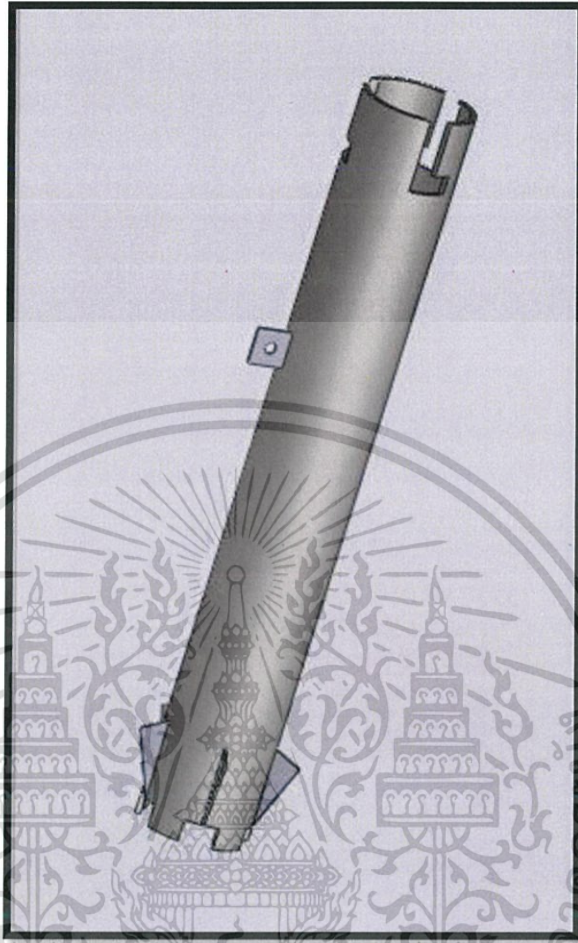
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Drawing ของหัวเจาะเก็บตัวอย่างดินแบบที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Drawing 3มิติ ของหัวเจาะเก็บตัวอย่างดินแบบที่ 4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Drawing 3มิติ ของหน้าแปลนตัวยึดระหว่างกระบอกเจาะเก็บตัวอย่างดินเข้ากับชุดชุดดินที่ติดตั้งบนรถแทรกเตอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1]_____. การเก็บตัวอย่างดินเพื่อการวิเคราะห์. [ออนไลน์],
(http://www.lamphun.doe.go.th/form_soil.doc). สืบค้นเมื่อวันที่: 28 สิงหาคม 2557.
- [2]_____. Soil Sampling Spain. [ออนไลน์], (<http://www.syntechresearch.comwp-content/uploads201010>). สืบค้นเมื่อวันที่: 4 กันยายน 2557.
- [3]_____. Soil sampling ATV. [ออนไลน์],
(<http://www.houffs.comDesktopDefault.aspxtabid=40>). สืบค้นเมื่อวันที่: 4 กันยายน 2557.
- [4]_____. The AgRobotics Autoprobe. [ออนไลน์],
(<http://diedrichsandassociates.comagrobotics>). สืบค้นเมื่อวันที่: 4 กันยายน 2557.
- [5]_____. SOIL SAMPLING WITH MINI SKID STEER. [ออนไลน์],
(<http://www.hotfrog.com.auCompaniesCSI-Soil-TestingSOIL-SAMPLING-WITH-MINI-SKID-STEER-164094>). สืบค้นเมื่อวันที่: 4 กันยายน 2557.
- [6]_____. IAS Precision Soil Sampling System. [ออนไลน์],
(http://www.youtube.com/watch?v=n2AlyO_HnP0&hd=1). สืบค้นเมื่อวันที่: 4 กันยายน 2557.
- [7] QGIS Development Team, 2009. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation. URL <http://qgis.osgeo.org>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้