

การศึกษาและวิเคราะห์ค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม

ด้วยสมการสถิตยศาสตร์และพลศาสตร์

STUDY AND ANALYZE OF UNLTMATE PILE CAPACITY

WITH STATIC AND DYNAMIC FORMULA



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

การศึกษาและวิเคราะห์ค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม

ด้วยสมการสถิตยศาสตร์และพลศาสตร์

STUDY AND ANALYZE OF UNLTMATE PILE CAPACITY

WITH STATIC AND DYNAMIC FORMULA

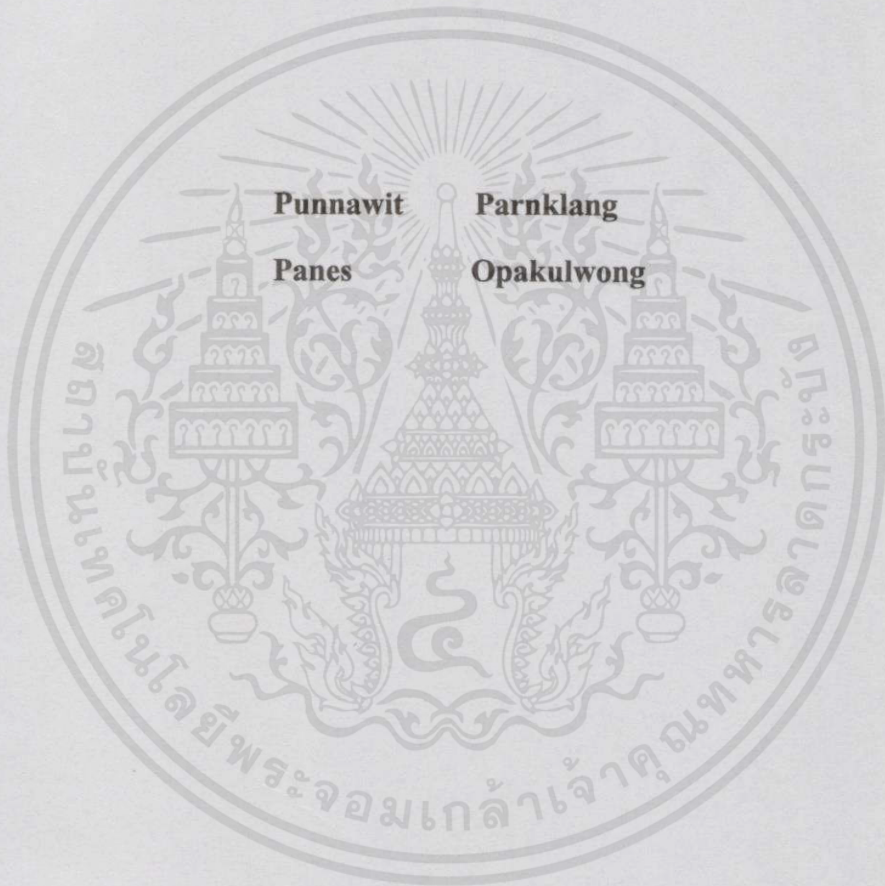


ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ คีให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2557

**STUDY AND ANALYZE OF UNLTMATE PILE CAPACITY  
WITH STATIC AND DYNAMIC FORMULA**



**A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE  
BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING**

**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2014**

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองโครงการพิเศษ

หัวข้อโครงการพิเศษ การศึกษาและวิเคราะห์ค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็มด้วยสมการ  
สถิตยศาสตร์และพลศาสตร์

นักศึกษา นาย ปุณณวิช ปานกลาง รหัสนักศึกษา 54010827  
นาย พเนส โอภากุลวงษ์ รหัสนักศึกษา 54010867

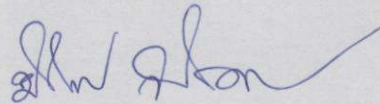
หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ธนาคล คงสมบูรณ์

| คณะกรรมการสอบโครงการพิเศษ | ลายมือชื่อ   |
|---------------------------|--|
| ผศ.ดร.ธนาคล คงสมบูรณ์     |   |
| รศ. สุพจน์ ศรีนิล         |  |
| ผศ. สมเกียรติ ขวัญพุกษ์   |  |
| อ.อุบะ ศรีแก้ว            |  |

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว



(ผศ.ดร.นันทวัฒน์ จรัสโรจน์ธนเดช)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้นฉบับของเอกสารนี้ รั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 25 เดือน พค. พ.ศ. 2558

# การศึกษาและวิเคราะห์ค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม ด้วยสมการสถิตยศาสตร์และพลศาสตร์

นายปณณวิช ปานलग 54010827  
นายพนศ โอภากุลวงษ์ 54010867  
พศ.ดร.ชนาดล คงสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา  
ปีการศึกษา 2557

## บทคัดย่อ

จากปัญหาการตรวจสอบกำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มให้มีค่าใกล้เคียงความจริงซึ่งเป็นไปได้ยากและมีหลากหลายวิธีให้เลือกใช้ มีทั้งวิธีเชิงออกแบบ (Design) และวิธีเชิงพิสูจน์ (Proof) ทางงานวิจัยของเราจะทำการวิเคราะห์และศึกษาจาก วิธีออกแบบเป็นหลักซึ่งมีด้วยกันสองวิธีคือ สมการสถิตยศาสตร์และสมการพลศาสตร์ โดยสมการทางพลศาสตร์ นำมาใช้ด้วยกันเจ็ดวิธี สมการสถิตยศาสตร์จะคำนวณจากข้อมูลหลุมเจาะเป็นหลัก ส่วนสมการทางพลศาสตร์จะคำนวณจากข้อมูลการตอกเสาเข็มเป็นหลัก เมื่อนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาสรุปผลจะพบว่า สมการสถิตยศาสตร์ให้ผลลัพธ์ที่ออกมาสูงมากซึ่งทางผู้วิจัยได้คาดการณ์การว่าวิธีสมการสถิตยศาสตร์นั้นอาจใช้ได้ผลใกล้เคียงความเป็นจริงต่อเมื่อใช้คำนวณในชั้นดินที่ไม่ลึกกว่าระดับพื้นดิน ไม่มากเกินกว่า 18 เมตร และสมการพลศาสตร์จะเป็นวิธีที่ไม่สามารถหาค่าที่แท้จริงได้เพราะยากแก่การหาค่าพลังงานที่สูญเสียไปในแต่ละสูตรที่เลือกใช้จึงทำให้ค่าที่ได้ออกมาจากแต่ละสูตรมีความแตกต่างกันอย่างมาก แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นในงานวิจัยนี้ จะอ้างอิงค่าหลักจากสมการสถิตยศาสตร์ซึ่งมีความน่าเชื่อถือมากกว่า

โดยสรุปแล้วค่าที่วิเคราะห์ได้จากข้อมูลเสาเข็มคือเสาเข็มอาจมีการเสียหายเกิดขึ้น และวิธีที่มีความใกล้เคียงกับสมการสถิตยศาสตร์มากที่สุดคือวิธี Danish Formula และสมการทางพลศาสตร์ที่มีความแตกต่างมากที่สุดคือ วิธี Gate Formula

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# STUDY AND ANALYZE OF UNLTIMATE PILE CAPACITY WITH STATIC AND DYNAMIC FORMULA

Mr. Punnawit Parnklang 54010827

Mr. Panes Opakulwong 54010867

Asst. Prof. Dr.Thanadol Kongsomboon Advisor

Academic Year 2014

## ABSTRACT

Ultimate pile capacity checking have a problem because it is hard to get a results that close to reality and have a lot of methods to use 1.Design method2.Prove method. Our research will do analyzing and mainly study from Design method that have two methods is 1.Statics method and 2.Dynamics method. We used seven methods from Dynamics method and calculate with pile hammering data. For Statics method we have used drill holes data for calculation. After that we got all results, we have found that Statics method have high result. We predicted that this method may have result that close to reality but for only shallow soil layer. Dynamic method can't find the result that close to reality because every formula have lost energy in calculation then energy value from these formula will be very different. However this research will refer result from Statics method that have more reliable.

For conclusion the piles result can tell us that piles may get damage and the closest method that close to Statics method is Danish Formula and Dynamics method that have the most different is Gate Formula.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ที่ได้ศึกษานี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนามากล่าวได้ทั้งหมด ซึ่งมีพระคุณท่านแรกที่คุณศึกษาใคร่ขอกราบพระคุณคือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนาตล คงสมบูรณ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอนในการศึกษา เพื่อให้ปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ออกมาได้สมบูรณ์ที่สุด

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศักดิ์ชัย สกานุพงษ์ ที่ได้ให้ข้อมูลในการทำปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ให้มีข้อมูลครบถ้วน สมบูรณ์ และความไว้วางใจในการมอบหมายหน้าที่นี้ให้

และท้ายที่สุดขอขอบคุณพระคุณ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่ได้มอบความรู้ต่างๆ ในด้านการศึกษาค้นคว้าข้อมูลต่างๆ และได้ความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้กับปริญญาานิพนธ์เล่มนี้

ปณณวิช ปานกลาง  
พนนส โอภากุลวงษ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

|   | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย.....                    | I    |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....                 | II   |
| กิตติกรรมประกาศ.....                    | III  |
| สารบัญ.....                             | IV   |
| สารบัญตาราง.....                        | VI   |
| สารบัญรูป.....                          | X    |
| <br>                                    |      |
| บทที่ 1 บทนำ.....                       | 1    |
| 1.1 กล่าวนำ.....                        | 1    |
| 1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1    |
| 1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....        | 2    |
| 1.4 ขอบเขตการศึกษา.....                 | 2    |
| 1.5 วิธีการศึกษา.....                   | 2    |
| <br>                                    |      |
| บทที่ 2 วรรณกรรมปริทัศน์.....           | 4    |
| 2.1 กล่าวนำ.....                        | 4    |
| 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....             | 4    |
| <br>                                    |      |
| บทที่ 3 วิธีการศึกษา.....               | 12   |
| 3.1 กล่าวนำ.....                        | 12   |
| 3.2 วิธีการทดลอง.....                   | 12   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

หน้า

|   |    |
|---|----|
| บทที่ 4 ผลการศึกษา.....   | 30 |
| 4.1 กล่าวนำ.....  | 30 |
| 4.2 ส่วนของผลคำนวณวิธีสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula).....   | 30 |
| 4.3 ส่วนของผลคำนวณจากสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula).....   | 37 |
| 4.4 ส่วนของการใช้สมการทางพลศาสตร์ (Dynamic Formula).....  | 64 |
| 4.5 สรุปผลการวิเคราะห์ค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม (Ultimate Pile Capacity) ด้วยวิธีสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) และวิธีสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula).....  | 77 |
| บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา.....   | 84 |
| 5.1 กล่าวนำ.....  | 84 |
| 5.2 เสาเข็มที่มีแนวโน้มว่าจะชำรุดเสียหาย.....   | 84 |
| 5.3 การแบ่งกลุ่มวิธีสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) ที่ให้ค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ยของค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยสูงสุด (Ultimate Pile Capacity) จากวิธีสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula).....   | 84 |
| 5.4 กลุ่มวิธีสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) ที่มีค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยสูงสุด (Ultimate Pile Capacity) มากที่สุดและน้อยที่สุด.....   | 85 |
| 5.5 วิธีคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยสูงสุด (Ultimate Pile Capacity) ด้วยวิธีสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) ที่ควรนำมาใช้ในพื้นที่เขตคูสิต เมื่อเทียบกับวิธีการคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยสูงสุด (Ultimate Pile Capacity) โดยวิธีสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula)..... | 85 |
| 5.6 ข้อเสนอแนะ.....   | 86 |

บรรณานุกรม..... 87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ภาคผนวก ก..... 88

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 2.1 แสดงการเปลี่ยนหน่วย .....  | 10   |
| 3.1 ข้อมูลหลุมเจาะ (BH-1) และตัวแปรต่างๆที่ใช้ในวิธีสมการสถิตศาสตร์<br>(Static Formula) .....  | 13   |
| 3.2 แสดงหน้าตัดและคุณสมบัติของชั้นดิน ณ ตำแหน่งหลุมเจาะ BH-1 .....   | 14   |
| 3.3 แสดงข้อมูลการตอกเสาเข็ม .....  | 19   |
| 3.4 ความลึกและจำนวนครั้งของการตอกเสาเข็มแต่ละต้น .....   | 20   |
| 3.5 ข้อมูลค่าต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ .....   | 22   |
| 3.6 ข้อมูลต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ .....  | 22   |
| 3.7 ค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มด้วยสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) และ<br>สมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) .....  | 23   |
| 3.8 ข้อมูล ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภายใน<br>เสาเข็มต้นเดียวกัน .....  | 25   |
| 3.9 ข้อมูล ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภายใน<br>สมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) เดียวกัน .....  | 25   |
| 3.10 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) กับ สมการ<br>สถิตศาสตร์ (Static Formula) ของเสาเข็มทั้ง 93 ต้น .....   | 26   |
| 3.11 แสดง ค่าสูงสุด, ต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่ากำลังรับ<br>น้ำหนักประลัยของเสาเข็ม (Ultimate Pile Capacity) ระหว่างสมการพลศาสตร์<br>(Dynamic Formula) กับค่าเฉลี่ยของ วิธีสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) ..... | 28   |
| 4.1 ข้อมูลหลุมเจาะ (BH-1) และตัวแปรต่างๆที่ใช้ในวิธี Static Formula .....  | 31   |
| 4.2 ข้อมูลหลุมเจาะ (BH-2) และตัวแปรต่างๆที่ใช้ในวิธี Static Formula .....  | 32   |
| 4.3 ข้อมูลหลุมเจาะ (BH-3) และตัวแปรต่างๆที่ใช้ในวิธี Static Formula .....  | 33   |
| 4.4 แสดงหน้าตัดและคุณสมบัติของชั้นดิน ณ ตำแหน่งหลุมเจาะ BH-1 .....   | 34   |
| 4.5 แสดงหน้าตัดและคุณสมบัติของชั้นดิน ณ ตำแหน่งหลุมเจาะ BH-2 .....   | 35   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ เว้นแต่ได้รับอนุญาตจากบริษัทฯ ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

| ตารางที่   | หน้า |
|--|------|
| 4.6 แสดงหน้าตัดและคุณสมบัติของชั้นดิน ณ ตำแหน่งหลุมเจาะ BH-3.....                                  | 36   |
| 4.7 แสดงค่าแรงเสียดทาน โดยรอบเสาเข็ม, แรงดันที่ปลายเสาเข็ม และกำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม..... | 37   |
| 4.8 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 1-3.....  | 38   |
| 4.9 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 4-6.....  | 38   |
| 4.10 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 7-9.....   | 39   |
| 4.11 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 10-12.....   | 39   |
| 4.12 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 13-15.....   | 40   |
| 4.13 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 16-18.....   | 40   |
| 4.14 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 19-21.....   | 41   |
| 4.15 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 22-24.....   | 41   |
| 4.16 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 25-27.....   | 42   |
| 4.17 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 28-30.....   | 42   |
| 4.18 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 31-33.....   | 43   |
| 4.19 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 34-36.....   | 43   |
| 4.20 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 37-39.....   | 44   |
| 4.21 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 40-42.....   | 44   |
| 4.22 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 43-45.....   | 45   |
| 4.23 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 46-48.....   | 45   |
| 4.24 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 49-51.....   | 46   |
| 4.25 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 52-54.....   | 46   |
| 4.26 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 55-57.....   | 47   |
| 4.27 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 58-60.....   | 47   |
| 4.28 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 61-63.....   | 48   |
| 4.29 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 64-66.....   | 48   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

| ตารางที่  | หน้า |
|---|------|
| 4.30 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มคันที่ 67-69   | 49   |
| 4.31 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มคันที่ 70-72   | 49   |
| 4.32 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มคันที่ 73-75   | 50   |
| 4.33 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มคันที่ 76-78   | 50   |
| 4.34 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มคันที่ 79-81   | 51   |
| 4.35 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มคันที่ 82-84   | 51   |
| 4.36 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มคันที่ 85-87   | 52   |
| 4.37 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มคันที่ 88-90   | 52   |
| 4.38 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มคันที่ 91-93   | 53   |
| 4.39 ข้อมูลค่าต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ   | 64   |
| 4.40 ค่าเฉลี่ย Ultimate Pile Capacity ของ Static Formula  | 64   |
| 4.41 ข้อมูลค่าต่างๆที่ใช้ในการคำนวณของเสาเข็มแต่ละคัน   | 64   |
| 4.42 แสดงค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม จากสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) และสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) พร้อมทั้งแสดงค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ภายในเสาเข็มคันเดียวกัน                           | 68   |
| 4.43 ข้อมูล ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภายใน สมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) เดียวกัน   | 73   |
| 4.44 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม (Ultimate pile capacity) จาก สมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) ทั้ง 7 วิธีและค่าเฉลี่ยของสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula)  | 73   |
| 4.45 ข้อมูล ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด และ ค่าเฉลี่ย ของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า กำลังรับ น้ำหนักประลัยของเสาเข็ม (Ultimate pile capacity) จาก สมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) ทั้ง 7 วิธี และ ค่าเฉลี่ยของสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) | 75   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

4.46 สรุปสูตรคำนวณ..... 77



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

| รูป  | หน้า |
|--|------|
| 2.1 แสดงรายละเอียดส่วนประกอบของสมการพลศาสตร์.....  | 7    |
| 3.1 ตัวอย่างพิจารณาการเลือกใช้ค่ากำลังรับแรงเฉือนของดิน ( $S_u$ ) ในแต่ละชั้นดิน.....  | 15   |
| 3.2 การแปลงค่า SPT-N เป็นกำลังรับแรงเฉือนของดิน ( $S_u$ ) สำหรับดินเหนียวประเภท CH Clay .....  | 16   |
| 3.3 การแปลงค่า SPT-N เป็นกำลังรับแรงเฉือนของดิน ( $S_u$ ) สำหรับดินเหนียวประเภท CL Clay .....  | 16   |
| 3.4 การแปลงค่ากำลังรับแรงเฉือนของดิน ( $S_u$ ) ไปเป็น สัมประสิทธิ์การยึดเกาะสำหรับเข็มตอก .....  | 17   |
| 3.5 การแปลงค่า SPT-N เป็น ค่ามุมเสียดทานของดิน ( $\phi$ ) .....  | 18   |
| 3.6 แสดงตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความลึก และ จำนวนครั้งของการตอกต่อ การขุดตัวของเสาเข็ม 1 ฟุต .....  | 21   |
| 3.7 แสดงตัวอย่างกราฟแสดงผลของค่ารับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม (Ultimate Pile Capacity) ด้วยสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) กับค่าเฉลี่ยของสมการสถิต ศาสตร์ (Static Formula) ..... | 29   |
| 4.1 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 1-5 .....  | 54   |
| 4.2 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 6-10 .....   | 54   |
| 4.3 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 10-15 .....  | 55   |
| 4.4 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 16-20 .....  | 55   |
| 4.5 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 21-25 .....  | 56   |
| 4.6 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 30-35 .....  | 56   |
| 4.7 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 36-40 .....  | 57   |
| 4.8 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 41-45 .....  | 57   |
| 4.9 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 46-50 .....  | 58   |
| 4.10 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 51-55 .....   | 58   |
| 4.11 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 51-55 .....   | 59   |
| 4.12 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 55-60 .....   | 59   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารทศงาน ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

| รูป   | หน้า |
|---|------|
| 4.13 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 61-65 .....  | 60   |
| 4.14 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 65-70 .....  | 60   |
| 4.15 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 71-75 .....  | 61   |
| 4.16 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 76-80 .....  | 61   |
| 4.17 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 81-85 .....  | 62   |
| 4.18 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 86-90 .....  | 62   |
| 4.19 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 91-93 .....  | 63   |
| 4.20 กราฟแสดงผลของค่ารับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม (Ultimate Pile Capacity) ด้วย<br>สมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) กับค่าเฉลี่ยของสมการสถิตศาสตร์<br>(Static Formula) ..... | 76   |
| 4.21 แสดงรายละเอียดส่วนประกอบของสมการทางพลศาสตร์ .....  | 83   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 กล่าวนำ

ในส่วนของงานวิศวกรรมโยธาทั้งหมดนั้น สามารถแบ่งแยกออกไปเป็นสาขาย่อยๆได้หลากหลายสาขา อาทิ เช่น งานทางชลศาสตร์ งานทางโครงสร้าง งานการทาง งานสายขนส่ง และงานสายปฐพีศาสตร์ ซึ่งงานทางวิศวกรรมโยธาส่วนมากจะเป็นไปทางงานที่เน้นไปทางด้านงานโครงสร้างและงานทางด้านปฐพีศาสตร์ เป็นหลักซะส่วนมาก ซึ่งในส่วนของงาน โครงสร้างนั้นเราสามารถคำนวณความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างได้โดยทำการทดสอบกำลังรับแรงอัดของคอนกรีตว่าตรงตามค่าที่ได้ทำการออกแบบไว้หรือไม่ ทั้งนี้ค่าที่ได้มีความแน่นอนสามารถตรวจสอบได้คร่าวๆและสามารถมองเห็นได้เมื่อการก่อสร้างสิ้นสุดลง แต่ในด้านการทางด้านปฐพีศาสตร์ อาทิเช่น งานฐานราก งานเสาเข็ม ซึ่งต้องอาศัยความชำนาญในการคิดและวิเคราะห์ความสามารถในการรับน้ำหนักของดิน ซึ่งการตรวจสอบเสาเข็มอยู่ที่ลึกลงไปในพื้นที่ดินทำได้ยาก เนื่องจากในทุกวันนี้ การศึกษาทางด้านปฐพีศาสตร์ ยังเป็นศาสตร์ที่ไม่ตายตัวยังมีความอิสระ ยังสามารถศึกษาได้อีกอย่างกว้างขวางและเป็นศาสตร์ที่ต้องใช้ความคาดเดาอย่างสูงเพราะเนื่องจาก การทดลองต่างๆเป็นการประมาณค่าจากตัวอย่างดินเพียงน้อยนิดเพื่อประมาณค่าความสามารถต่างๆของดินที่สารธรณีได้และเกิดขึ้น อาทิเช่น เสาเข็ม เมื่อทำการตอกหรือขุดเจาะลงไปใต้ดินแล้วก็ยากแก่การทดสอบ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้สามารถเลือกวิธีใช้ในการคำนวณการรับน้ำหนักของเสาเข็มได้ดียิ่งขึ้น

### 1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

โครงการนี้เป็น โครงการที่ได้รับมอบหมายจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศักดิ์ชัย สกานพงษ์ ที่ได้ไปตรวจสอบงานก่อสร้างที่พื้นที่เขตคูสิต และได้นำข้อมูลการตอกเสาเข็มจำนวนเก้าสิบสามต้น ข้อมูลหลุมเจาะสำรวจดินจำนวน 3 หลุม และข้อมูลรายละเอียดของเสาเข็มสปัน(Spun Pile) ที่ใช้ในโครงการ มาเพื่อวิเคราะห์หาค่ากำลังรับสูงสุดของเสาเข็ม และได้รับคำปรึกษาในด้านความรู้จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนาคล คงสมบูรณ์ จากข้อมูลที่มีอยู่สามารถหาค่ากำลังรับสูงสุดของเสาเข็มได้ด้วยสมการทางสถิติศาสตร์และสมการทางพลศาสตร์เพื่อนำมาวิเคราะห์หาประโยชน์ในด้านต่างๆ จึงได้เกิดเป็นโครงการนี้ขึ้นมา

แม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้คิดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการงาน

- 1) ศึกษาสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) และสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula)
- 2) หาค่า Ultimate Pile Capacity โดยสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) จากข้อมูลการตอกเสาเข็ม 93 ต้น
- 3) หาค่า Ultimate Pile Capacity โดยสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) จากข้อมูลหลุมเจาะจำนวน 3 หลุม
- 4) ศึกษาประโยชน์ที่ได้รับจากการวิเคราะห์หาค่า Ultimate Pile Capacity โดยสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) และสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula)

### 1.4 ขอบเขตของการศึกษา

- 1.4.1 ศึกษาข้อมูลชั้นดินของโครงการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในพื้นที่อุตสาหกรรม
- 1.4.2 ศึกษาโดยใช้สมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) โดยใช้ข้อมูลชั้นดินจากข้อมูลหลุมเจาะจำนวน 3 หลุม
- 1.4.3 ศึกษาโดยใช้สมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) โดยใช้ข้อมูลการตอกเสาเข็มสปัน (Spun Pile) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร จำนวน 93 ต้น โดยเลือกใช้จากสูตรที่มีการศึกษากันโดยหน่วยงานต่างๆและนักค้นคว้าด้านวิศวกรรมธรณีหลายท่าน โดยสูตรที่เลือกใช้มีดังนี้
  - 1) Engineering News Formula
  - 2) Hiley Formula
  - 3) Janbu Formula
  - 4) Danish Formula
  - 5) Gate Formula
  - 6) Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC)
  - 7) Canadian National Building Code

### 1.5 วิธีการศึกษา

- 1.5.1 ทำการรวบรวมข้อมูลการตอกเสาเข็ม จำนวน 93 ต้น และข้อมูลหลุมเจาะสำรวจชั้นดินของโครงการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในพื้นที่เขตอุตสาหกรรม เป็นจำนวน 3 หลุมเจาะ
- 1.5.2 ศึกษาวิธีการใช้สูตรคำนวณของสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) และสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula)

### 1.5.3 นำข้อมูลที่ได้นำมาเข้าโปรแกรม Excel โดยแยกเป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือ

- 1) สมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) ทำการคำนวณโดยใช้ข้อมูลหลุมเจาะ
- 2) สมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) ทำการคำนวณโดยใช้ข้อมูลจากการตอกเสาเข็ม

### 1.5.4 วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลที่ได้จากจากวิจัยโดยละเอียด ซึ่งใช้ค่ากำลังรับน้ำหนัก ประลัยของเสาเข็ม (Ultimate Pile Capacity) ของเสาเข็มจากขั้นตอนที่ 1.5.2 และ 1.5.3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# วรรณกรรมปริทัศน์

### 2.1 กล่าวนำ

การประเมินค่ากำลังในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม แบ่งการออกแบบได้เป็นสองส่วน ใหญ่ๆคือ วิธีออกแบบ (Design) วิธีพิสูจน์ (Proof Test) โดยใน วิธีออกแบบ (Design) แบ่งออกเป็น 1) สมการทางสถิตศาสตร์ (Static Formula) 2) สมการทางพลศาสตร์ (Dynamic Formula) และ วิธีพิสูจน์ (Proof Test) แบ่งออกเป็น 1) การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกโดยวิธีสถิตศาสตร์ (Static Pile Load Test) 2) การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกโดยวิธีพลศาสตร์ (Dynamic Pile Load Test) ซึ่งในปฏิญานิพนธ์ นี้ จะนำ ในส่วนของวิธีออกแบบ (Design) มาใช้คำนวณเป็นหลัก เนื่องจากในส่วนของวิธีพิสูจน์ (Proof Test) ไม่มีข้อมูลจึงไม่สามารถนำมาทำการคำนวณได้

ในส่วนของปฏิญานิพนธ์ นี้วิธีที่นำมาใช้ในการคำนวณในงานวิจัยนี้ มีด้วยกัน 2 วิธีคือ สมการทางสถิตศาสตร์ (Static Formula) และสมการทางพลศาสตร์ (Dynamic Formula) ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป โดยสมการทางสถิตศาสตร์ (Static Formula) นั้นทำการคำนวณโดยอาศัย ข้อมูลการเจาะสำรวจชั้นดินเป็นหลัก ซึ่งตามหลักการเจาะสำรวจดินแล้วต้องทำการเจาะสำรวจ อย่างน้อย 3 หลุม เป็นแนวสามเหลี่ยมเพื่อให้ได้ข้อมูลชั้นดินที่ครอบคลุมพื้นที่ที่ทำการก่อสร้างมากที่สุด ส่วนสมการทางพลศาสตร์ (Dynamic Formula) นั้นสามารถคำนวณจากข้อมูลการตอกเสาเข็ม จากหน้างาน

### 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

#### 2.2.1. สมการทางสถิตศาสตร์ (Static Formula)

เป็นวิธีการหาค่าแรงต้านทานสูงสุด จากคุณสมบัติต่างๆของดินรอบเสาเข็ม เป็นการหาค่าจากตัวแปรที่สามารถทราบค่าได้แน่นอน จึงเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับจากสากล

สมมติให้เสาเข็มรับแรงต้านจนถึงจุดสูงสุด (Ultimate capacity,  $Q_u$ ) ซึ่งหมายความว่า ดินโดยรอบและที่ปลายเสาเข็มเกิดการเคลื่อนพังแล้ว ที่จุดนี้จึงเป็นน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่เสาเข็ม จะต้านทานได้ แล้วใช้สัดส่วนความปลอดภัยมาลดทอนเพื่อจะได้น้ำหนักบรรทุกที่จะใช้ในการ ออกแบบต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q_{ult} = Q_s + Q_b - W_p \quad (2.1)$$

เมื่อ  $Q_{ult}$  คือ กำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม (Ultimate Pile Capacity)

$Q_s$  คือ แรงเสียดทานบริเวณรอบของเสาเข็ม (Ultimate capacity at skin friction)

$Q_b$  คือ แรงดันที่ปลายเสาเข็ม (Ultimate capacity at end bearing)

$W_p$  คือ น้ำหนักของเสาเข็ม (Weight of pile)

ส่วนใหญ่การคำนวณจะไม่คำนึงถึงน้ำหนักของเสาเข็ม เนื่องจากหน่วยน้ำหนักของวัสดุที่ใช้ทำเสาเข็มจะมากกว่าหน่วยน้ำหนักดินที่ถูกแทนที่ไม่มากนัก ดังนั้นจึงเหลือสมการเพียง

$$Q_{ult} = Q_s + Q_b \quad (2.2)$$

เมื่อ  $Q_s$  คือ หน่วยแรงเสียดทานที่ผิวของเสาเข็ม (Ultimate capacity at skin friction)

แบ่งการคำนวณได้ตามชนิดของดิน

1) ดินเหนียว (Clay)

$$Q_s = \alpha S_u A_p \quad (2.3)$$

เมื่อ  $\alpha$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์ของการยึดเกาะ (Adhesion factor)

$S_u$  คือ กำลังรับแรงเฉือนของดิน (Undrained shear strength)

$A_p$  คือ เส้นรอบรูปของเสาเข็ม คูณด้วย ความสูงของชั้นดินที่พิจารณา

2) ดินทราย (Sand)

$$Q_s = K_s \sigma'_v \tan(\delta) A_p \quad (2.4)$$

เมื่อ  $K_s$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันด้านข้างของดิน (Coefficient of lateral earth pressure)

$\sigma'_v$  คือ หน่วยแรงประสิทธิผล (Vertical effective stress)

$\delta$  คือ มุมเสียดทานระหว่างดินกับผิวคอนกรีต (Angle of friction between

pile and soil)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากใครนำไปใช้

$A_p$  คือ เส้นรอบรูปของเสาเข็ม คูณด้วย ความสูงของชั้นดินที่พิจารณา (Area of friction)

$Q_b$  คือ หน่วยแรงต้านปลายของเสาเข็ม (Ultimate capacity at end bearing)  
แบ่งการคำนวณได้ตามชนิดของ

1) ดินเหนียว (Clay)

$$Q_b = N_c S_u A_e \quad (2.5)$$

เมื่อ  $N_c$  คือ สัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน (Bearing capacity factor, ในกรณีที่ปลายของเสาเข็มอยู่ลึกมาก มีค่า = 9)

$S_u$  คือ กำลังรับแรงเฉือนของดิน (Undrained shear strength)

$A_e$  คือ พื้นที่หน้าตัดของเสาเข็มส่วนปลาย (Area of end Bearing)

2) ดินทราย (Sand)

$$Q_b = N_q \sigma'_v A_e \quad (2.6)$$

$N_q$  คือ สัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน (Bearing capacity factor)

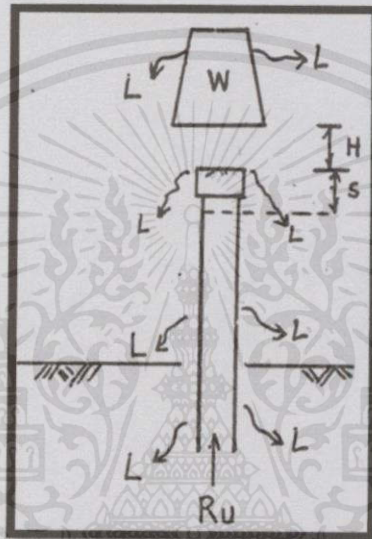
$\sigma'_v$  คือ หน่วยแรงประสิทธิผล (Vertical effective stress)

$A_e$  คือ พื้นที่หน้าตัดของเสาเข็มส่วนปลาย (Area of end Bearing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.2.2 สมการทางพลศาสตร์ (Dynamic Formula)

เป็นวิธีการหาค่าแรงต้านทานสูงสุดของเสาเข็ม โดยใช้ทฤษฎีทางพลศาสตร์ (Dynamics) โดยการนำกฎการตกกระทบของนิวตัน (Newton) มาประยุกต์ แต่ค่าตัวแปรต่าง ๆ นั้นเป็นค่าที่สมมุติขึ้น เพื่อให้สามารถคำนวณได้ เนื่องจากสมการที่ใช้เป็นสมการพลังงาน ซึ่งมีการสูญเสียเปลี่ยนรูปพลังงานไปเป็นความร้อน แสง เสียง หรือพลังงานรูปแบบอื่นๆ จึงเป็นการยากที่จะหาค่าที่ถูกต้องแน่นอน



รูปที่ 2.1 แสดงรายละเอียดส่วนประกอบของสมการทางพลศาสตร์

$$WH = R_u S + L$$

(2.7)

เมื่อ  $W$  คือ น้ำหนักค้อน

$H$  คือ ระยะยกของค้อนน้ำหนัก

$R_u$  คือ แรงต้านสูงสุดของเสาเข็ม

$S$  คือ ระยะยุบของเสาเข็ม

$L$  คือ ค่าพลังงานที่สูญเสียไป

จากสูตรสามารถอธิบายได้ว่า งานที่ค้อนปล่อยมีน้ำหนัก  $W$  ยกขึ้นสูงเป็นระยะ  $H$  กระทำกับเสาเข็มจะมีค่าเท่ากับงานจากแรงต้านของเสาเข็ม  $R_u$  คูณกับระยะยุบของเสาเข็ม  $S$  บวกด้วยงานที่สูญเสียไปในระบบ  $L$  ซึ่งในสูตรคำนวณของแต่ละวิธี มีความแตกต่างกันของการหาค่าพลังงานที่สูญเสียนี้

แรงต้านสูงสุดของเสาเข็มก็คือค่ากำลังรับสูงสุดที่เสาเข็มรับได้นั่นเอง ในที่นี้จะใช้ตัวแปร (Ultimate Pile Capacity,  $P_u$ )

สูตรที่เลือกใช้ในปริยญาณพนธ์นี้ มีทั้งหมด 7 สูตรคือ

- 1) Engineering News Formula
- 2) Hiley Formula
- 3) Janbu Formula
- 4) Danish Formula
- 5) Gate Formula
- 6) Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC)
- 7) Canadian National Building Code

ซึ่งจะอธิบายแยกเป็นรายสูตรดังต่อไปนี้

รายละเอียดตัวแปรพื้นฐานที่ใช้ในสูตรต่างๆ

เมื่อ  $P_u$  คือ กำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม (ตัน)

$e_h$  คือ ประสิทธิภาพของค้ำน้ำหนัก สำหรับค้ำปลอยใช้ 0.75-1.00

$W_r$  คือ น้ำหนักของค้ำน้ำหนัก (ตัน)

$H$  คือ ความสูงของระยะยกค้ำน้ำหนัก (เซนติเมตร)

$S$  คือ ระยะขยุบตัวของเสาเข็ม (เซนติเมตร)

$W_p$  คือ น้ำหนักของเสาเข็ม (ตัน)

$A$  คือ พื้นที่หน้าตัดของเสาเข็ม (ตารางเซนติเมตร)

$E$  คือ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของคอนกรีต (ตันต่อตารางเซนติเมตร)

$L$  คือ ความยาวของเสาเข็ม (เมตร)

#### 2.2.2.1 Engineering News Formula

$$P_u = \frac{e_h W_r H}{S+C} \quad (2.8)$$

$C$  คือ ค่าที่ได้จากการทดลองมีค่า 2.54 เซนติเมตร

#### 2.2.2.2 Hiley Formula

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกไปใช้

$$P_u = \left[ \frac{e_h W_r H}{S + \frac{1}{2}(k_1 + k_2 + k_3)} \right] \left[ \frac{W_r + n^2 W_p}{W_r + W_p} \right] \quad (2.9)$$

$$k_2 = \frac{P_u L}{AE} \quad (2.10)$$

เมื่อ  $k_1$  คือ ค่าความยืดหยุ่นของหัวเสาเข็ม (เซนติเมตร)

$k_2$  คือ ค่าความยืดหยุ่นตลอดความยาว  $L$  ของตัวเสาเข็ม (เซนติเมตร)

$k_3$  คือ ค่าความยืดหยุ่นของดินรอบเสาเข็ม มีค่า 0.25-0.50 (เซนติเมตร)

$n$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การปรับปรุงเพื่อใช้ในสูตร สำหรับเสาเข็มคอนกรีต

ใช้ 0.5

\*ค่า  $L$  ที่แทนค่าใน  $k_2$  มีหน่วยเป็น เซนติเมตร

### 2.2.2.3 Janbu Formula

$$P_u = \frac{e_h W_r H}{k_u S} \quad (2.11)$$

$$k_u = C_d \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{\lambda}{C_d}} \right) \quad (2.12)$$

$$\lambda = \frac{e_h W_r H L}{A E S^2} \quad (2.13)$$

$$C_d = 0.75 + 0.15 \frac{W_p}{W_r} \quad (2.14)$$

### 2.2.2.4 Danish Formula

$$P_u = \frac{e_h W_r H}{S + C_1} \quad (2.15)$$

$$C_1 = \sqrt{\frac{e_h W_r H L}{2 A E}} \quad (2.16)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกนัยหนึ่งให้คิดว่าเอกสารนี้เป็นเอกสารและสงวนลิขสิทธิ์เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

\*ค่า  $L$  ที่แทนค่าใน  $C_1$  มีหน่วยเป็น เซนติเมตร

### 2.2.2.5 Gate Formula

$$P_u = a\sqrt{e_h W_r H}(b - \log S) \quad (2.17)$$

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปลี่ยนหน่วย

| ระบบ | S         | a     | b   |
|------|-----------|-------|-----|
| Fps  | นิ้ว      | 27    | 1.0 |
| SI   | มิลลิเมตร | 104.5 | 2.4 |

เมื่อ  $P_u$  คือ กำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม (กิโลปอนด์ฟุต หรือ กิโลนิวตัน)

$e_h$  คือ ประสิทธิภาพของค้ำน้ำหนัก สำหรับค้ำปล่อยใช้ 0.75 ชนิดอื่นใช้

0.85

S คือ ระยะขุดตัวของเสาเข็ม (มิลลิเมตร)

\*ค่า  $W_r$  ที่แทนค่าในสูตร มีหน่วยเป็น กิโลปอนด์ หรือ กิโลนิวตัน

\*ค่า H ที่แทนค่าในสูตร มีหน่วยเป็น ฟุต หรือ เมตร

### 2.2.2.6 Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC)

$$P_u = \frac{e_h W_r H C_1}{S + C_2} \quad (2.18)$$

$$C_1 = \frac{W_r + k W_p}{W_r + W_p} \quad (2.19)$$

$$C_2 = \frac{P_u L}{AE} \quad (2.20)$$

k มีค่าตามชนิดของเสาเข็ม ถ้าเป็นเสาเข็มเหล็กใช้ 0.25 ถ้าเป็นชนิดอื่นใช้ 0.10

\*ค่า L ที่แทนค่าใน  $C_2$  มีหน่วยเป็น เซนติเมตร

### 2.2.2.7 Canadian National Building Code

$$P_u = \frac{e_h W_r H C_1}{S + C_2 C_3} \quad (2.21)$$

$$C_1 = \frac{W_r + n^2(0.5W_p)}{W_r + W_p} \quad (2.22)$$

$$C_2 = \frac{3P_u}{2A} \quad (2.23)$$

$$C_2 = \frac{L}{E} + C_4 \quad (2.24)$$

$n$  = ค่าสัมประสิทธิ์การปรับปรุงเพื่อใช้ในสูตร สำหรับเสาเข็มคอนกรีตใช้ 0.5

$C_4 = 0.001 \text{ in.}^3/\text{kip}$  ในระบบ Fps

$C_4 = 3.7 \times 10^{-10} \text{ m}^3/\text{kN}$  ในระบบ SI



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 3

## วิธีการศึกษา

### 3.1 กล่าวนำ

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาข้อมูลการตอกเสาเข็มขนาด 80 เซนติเมตร จำนวน 93 ต้น ในสถานที่ก่อสร้าง กรุงเทพมหานคร เขตพื้นที่ดุสิต โดยข้อมูลที่ได้จากสถานที่ก่อสร้าง ได้แก่ ข้อมูลหลุมเจาะสำรวจ 3 หลุม และข้อมูลการตอกเสาเข็ม ดังนั้นจากข้อมูลที่มีผู้วิจัยจึงได้ทำการบันทึกผลข้อมูลที่มีลงใน โปรแกรม Microsoft Excel 2007 แล้วจึงทำการวิเคราะห์หาค่ารับน้ำหนักของเสาเข็ม โดยวิธี Dynamic Formula จากข้อมูลการตอกเสาเข็มจำนวน 93 ต้น วิธี Static Formula จำนวนได้จากข้อมูลหลุมเจาะซึ่งเป็นตัวแทนของดินในบริเวณสถานที่ก่อสร้าง

ในบทนี้ให้นำเสนอ 4 ส่วนสำคัญดังนี้

- 1) ข้อมูลหลุมเจาะสำรวจและการวิเคราะห์ข้อมูลหลุมเจาะสำรวจ
- 2) การคำนวณจากข้อมูลดินในบริเวณที่ก่อสร้าง จาก Static Formula
- 3) ข้อมูลบันทึกการตอกเสาเข็มจำนวน 93 ต้น
- 4) Dynamic Formula ที่ใช้ในการคำนวณ

### 3.2 วิธีการทดลอง

#### 3.2.1 ส่วนของข้อมูลหลุมเจาะ (Borehole log)

กรอกข้อมูลลงใน โปรแกรม Microsoft Excel 2007 จากข้อมูลหลุมเจาะ (Borehole log, ซึ่งข้อมูลอยู่ในภาคผนวก ก) และผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินและค่าการตอก (SPT-N) โดยกำหนดหัวตารางที่ใช้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 3.2 แสดงหน้าตัดและคุณสมบัติของชั้นดิน ณ ตำแหน่งหลุมเจาะ BH-1

| BH-1      |           | Su      | STP-N    | γt      | φ    |
|-----------|-----------|---------|----------|---------|------|
|           |           | t/sq.m. | blow/ft. | t/cu.m. | Deg. |
| -2.50 m.  | Top Soil  | -       | -        | -       | -    |
| -16.00 m. | CH        | 1.79    | -        | 1.46    | -    |
| -19.00 m. | CH, CL    | 12.76   | 19       | 1.84    | -    |
| -25.00 m. | SM        | -       | 32       | 1.85    | 36   |
| -29.50 m. | CL        | 26.00   | 50       | 1.91    | -    |
| -31.00 m. | SC        | -       | 50       | 1.93    | 41   |
| -38.50 m. | SM, SP-SM | -       | 50       | 1.92    | 41   |
| -45.45 m. | CH        | 34.00   | 50       | 1.92    | -    |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยอธิบายค่าในตารางที่ 3.1 ดังนี้

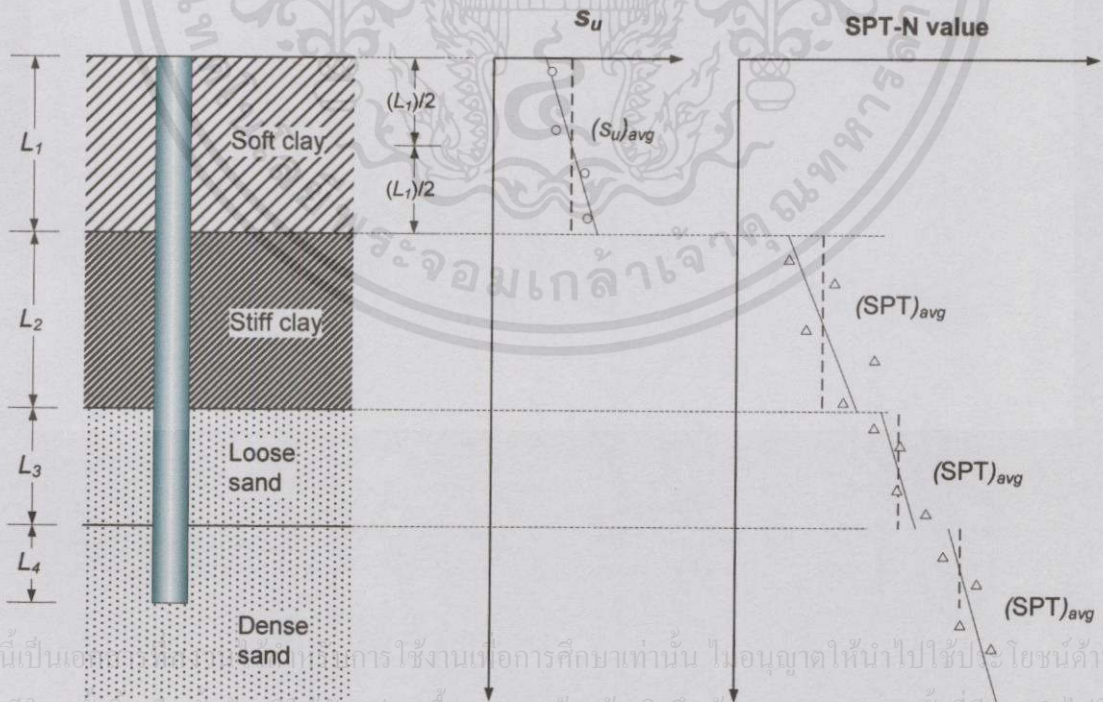
โดยตัวเลขสีแดงหมายถึงข้อมูลจริงที่ได้จากข้อมูลเจาะสำรวจ (Borehole log) และตัวอักษรสีส้มแสดงถึงชั้นดินทราย

- เมื่อ H คือ ความสูงของชั้นดิน (เมตร) จากข้อมูลเจาะสำรวจ (Borehole log)
- Layer คือ การแบ่งแยกชั้นดิน
- Sample number คือ ชื่อตัวอย่างของดินในแต่ละชั้นความลึก
- Depth คือ ความลึกของตัวอย่างดินในแต่ละตัวอย่าง (เมตร)
- Soil class คือ จำแนกประเภทของดิน

โดยในวิทยานิพนธ์นี้มีด้วยกัน 5 ชนิดคือ

- SM คือ ทรายปนตะกอน
- SC คือ ดินทรายปนดินเหนียว
- SP-SM คือ ดินทรายหยาบปนกรวดปนตะกอน
- CL คือ ดินร่วนปนดินเหนียว
- CH คือ ดินเหนียวที่มีสารอินทรีย์สูง
- $S_u$  คือ กำลังรับแรงเฉือนของดิน (ต้นต่อตารางเมตร)

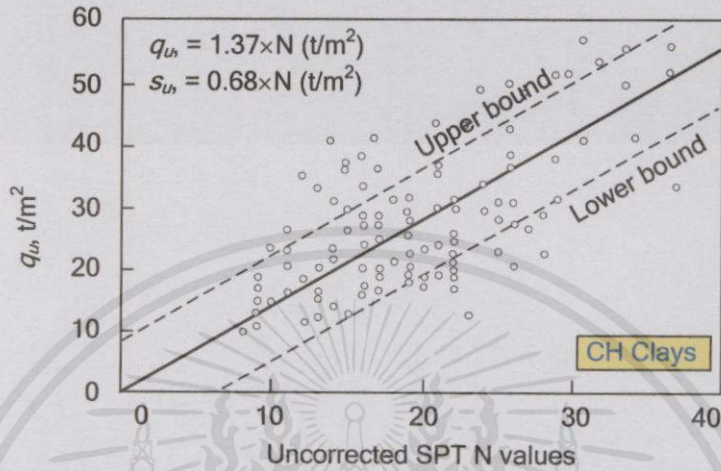
(ในที่นี้ การพิจารณาค่า  $S_u$  ควรพิจารณาค่า  $S_u$  ที่เป็นค่าที่ใกล้เคียงกันของชั้นดินที่พิจารณา)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

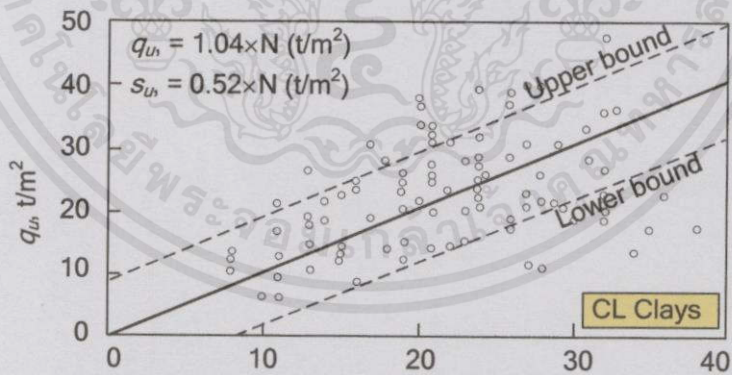
รูปที่ 3.1 ตัวอย่างพิจารณาการเลือกใช้ค่า  $S_u$  ในแต่ละชั้นดิน

SPT-N คือ จำนวนครั้งที่ตอกลงไปนดินเพื่อให้ค้ำมทดสอบจมลงไป 1 ฟุต (Blows per foot) โดยในชั้นดินที่แข็งมากกำหนดให้ค่าที่นำมาใช้ในการคำนวณสูงสุด เพียง 50 ครั้งต่อ 1 ฟุต การแปลงค่า SPT-N ไปเป็นค่า  $S_u$  โดยคิดจากงานวิทยานิพนธ์ของ Pitupakorn (1982)



รูปที่ 3.2 การแปลงค่า SPT-N เป็น  $S_u$  สำหรับ ดินเหนียวประเภท CH Clay

$S_u = 0.68 \times N$  (ต้นต่อตารางเมตร) สำหรับดินเหนียวประเภทดินเหนียวที่มีสารอินทรีย์สูง (CH Clay) โดย N คือ ค่า SPT-N



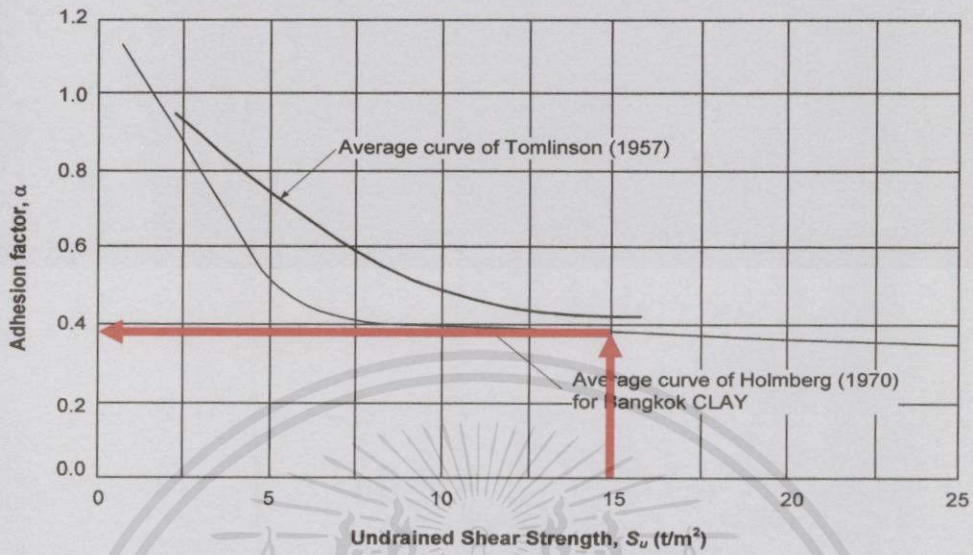
รูปที่ 3.3 การแปลงค่า SPT-N เป็น  $S_u$  สำหรับ ดินเหนียวประเภท CL Clay

$S_u = 0.52 \times N$  (ต้นต่อตารางเมตร) สำหรับดินเหนียวประเภทดินร่วนปนดินเหนียว (CL

Clay) โดย N คือ ค่า SPT-N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\alpha$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์การยึดเกาะ



รูปที่ 3.4 จากค่า  $S_u \rightarrow \alpha$  สำหรับเสาเข็มตอก

สมมติค่า  $S_u$  เท่ากับ 15 ตันต่อตารางเมตร ลากเส้น จากแกน X มาชนเส้น ค่าเฉลี่ยของ Holmberg สำหรับดินเหนียวในกรุงเทพ และลากไปชนกราฟในแกน Y ทางเพื่อให้ได้ค่า  $\alpha$

$\sigma'_v$  คือ หน่วยแรงประสิทธิผล (ตัน)

สามารถหาได้จากการคำนวณดังสมการนี้

$$\sigma'_v = (\gamma_t - \gamma_w)h \tag{3.1}$$

โดยใส่ฟังก์ชันการคำนวณ = (ช่อง  $\gamma_t$  - ช่อง  $\gamma_w$ ) \* ช่อง h

$\gamma_t$  คือ หน่วยน้ำหนักของดินชั้นนั้นๆ (ใช้ค่าเฉลี่ยในหนึ่งชั้นดิน หน่วยเป็น ตันต่อลูกบาศก์เมตร)

$\gamma_w$  คือ หน่วยน้ำหนักของน้ำ (ในที่นี้ใช้เท่ากับ 1 ตันต่อตารางเมตร)

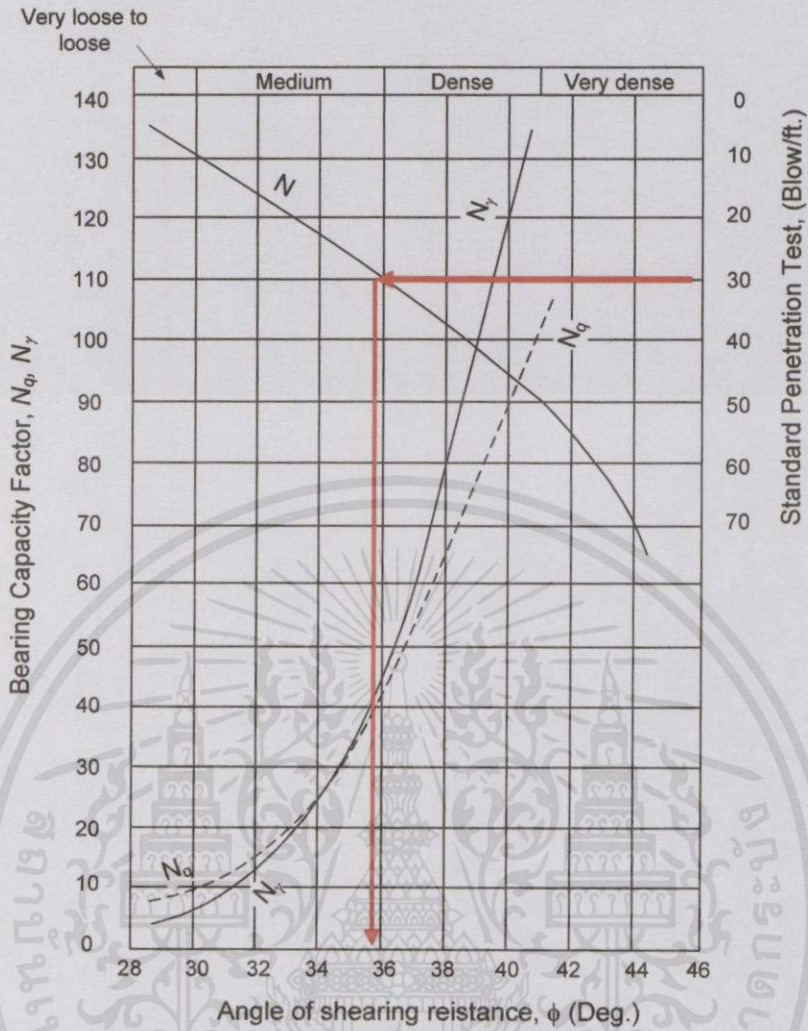
H คือ ความสูงของชั้นดินนั้นๆ

$\delta$  คือ มุมเสียดทานระหว่างดินกับผิวคอนกรีต

$\phi$  คือ มุมเสียดทานระหว่างเม็ดดิน

$\delta$  คือ มีค่าประมาณ  $0.75\phi$

ซึ่งค่า มุมเสียดทานระหว่างเม็ดดิน  $\phi$  หาได้จาก ค่า กำลังรับแรงเฉือนของดิน  $S_u$  ดังรูป



รูปที่ 3.5 จากค่า SPT-N →  $N_c$ ,  $N_q$ ,  $N_y$  หรือ SPT-N →  $\phi$  สำหรับเสาเข็มตอก

สมมติค่า SPT-N เท่ากับ 30 จะได้นุม  $\phi$  เท่ากับ 36 องศา

$K_s$  คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงดันด้านข้างของดิน

สำหรับเสาเข็มตอกที่ดินถูกแทนที่มาก แนะนำให้ใช้  $K_s = 1$  (ในปริณูณานิพนธ์นี้กล่าวถึงเฉพาะเข็มตอก)

$N_c$  คือ สัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน (ในกรณีที่ปลายของเสาเข็มอยู่ลึกมากมีค่า=9)

$N_q$  คือ สัมประสิทธิ์แรงต้านของดิน

$A_p$  คือ พื้นที่แรงเสียดทาน (ตารางเมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารโดยใส่ฟังก์ชันการคำนวณ = ค่า  $\pi$  \* ช่อง Diameter \* h (h คิดแค่ความสูงของดินชั้นนั้น) ในการคำนวณค่า  
 ในที่นี้คิดเส้นรอบรูปภายนอกของเสาเข็มเนื่องจากดินเมื่อทำการถอนขึ้นมาแล้วพบว่าดินที่ถูก  
 แทนที่ในส่วนของช่องว่างภายในเสาเข็ม



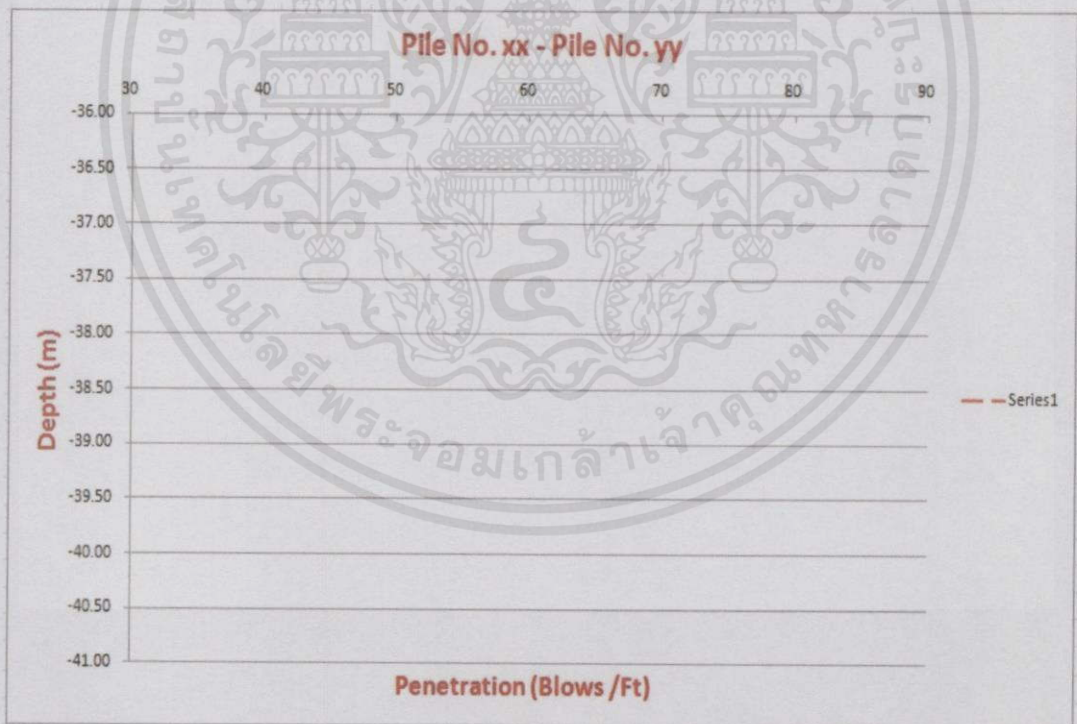


ในช่อง Depth (m) ทำการกรอกข้อมูลในช่องแรกที่ความลึก -41.00 เมตร และช่องที่จะกรอกถัดไปจะต้องมีระดับที่สูงขึ้นจากระดับเดิม 1 ฟุต โดยการใส่สูตรคำนวณ = ช่องแรก + (12\* 2.54/100) ในช่องที่สองจะกลายเป็น -40.70 เมตร จากนั้นทำการคัดลอกสูตรเพื่อใส่ในแถวถัดไป จนถึงระดับความลึกที่ต้องการ

ในช่อง Pile No. ทำการกรอกข้อมูลลงในตารางตามลำดับเลขของเสาเข็มในปริภูมุนิพนธ์ โดยเริ่มกรอกจากช่องสุดท้ายของ Blow Count ลงในช่องความลึก -41.00 เมตร และทำการกรอกข้อมูล Blow Count ช่องถัดไปลงในช่องความลึก -40.70 เมตร ตามลำดับ จนครบจำนวน Blow Count ที่เสาเข็มต้นนั้นมี แล้วทำการกรอกข้อมูล Blow Count ของเสาเข็มจนครบทุกต้น

เมื่อกรอกข้อมูลเสร็จสิ้นครบทุกต้นแล้ว ทำการสร้างกราฟ โดยกำหนดแกนตั้งเป็น Depth (m) และแกนนอนเป็นจำนวนครั้งของการตอกต่อการยุบตัวของเสาเข็ม 1 ฟุต Penetration (Blows/Ft) ตั้งค่าสูงสุดต่ำสุด (Max, Min) ของแกนตั้งและแกนนอนให้เหมาะสมกับชุดข้อมูล

ทำการใส่ข้อมูลลงในกราฟ โดยแบ่ง เส้นกราฟหมายเลขเสาเข็ม (Pile No.) แต่ละเส้นให้ชัดเจนเพื่อให้สามารถระบุชัดว่าเป็นเส้นกราฟของหมายเลขเสาเข็ม (Pile No.) ไດ



รูปที่ 3.6 แสดงตัวอย่างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความลึก และ จำนวนครั้งของการตอกต่อการ

ยุบตัวของเสาเข็ม 1 ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะมิใช่ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.2.5 ส่วนของการใช้สมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula)

เปิดใช้งาน โปรแกรม Microsoft Excel 2007 ตั้งชื่อ Worksheet ว่า Result จากนั้นสร้าง แสดงข้อมูลที่ใช้คำนวณ

ตารางที่ 3.5 ข้อมูลค่าต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ

|                   |      |                   |
|-------------------|------|-------------------|
| Project           |      |                   |
| Hammer ( $W_r$ )  |      | t                 |
| Drop (H)          |      | cm                |
| Diameter          |      | mm                |
| Area of Pile (A)  |      | cm <sup>2</sup>   |
| Unit W.Pile       |      | kg/m              |
| $f_c'$            |      | ksc               |
| Elastic ( $E_c$ ) | 0.00 | t/cm <sup>2</sup> |

เมื่อ Project คือชื่อของโครงการในปฏิญญาพันธ

$W_r$  คือ น้ำหนักของตุ้มน้ำหนัก (ตัน)

H คือ ความสูงของระยะยกตุ้มน้ำหนัก (เซนติเมตร)

Diameter คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็ม (มิลลิเมตร)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของเสาเข็ม (ตารางเซนติเมตร)

Unit Weight of Pile คือ น้ำหนักของเสาเข็มต่อความยาว (กิโลกรัมต่อเมตร)

$f_c'$  คือ กำลังต้านทานแรงอัดของคอนกรีต (กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร)

E คือ ค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของคอนกรีต (ตันต่อตารางเซนติเมตร) โดยใส่สูตร

$$\text{คำนวณ} = 4270 * 2.32^{1.5} * (\text{ช่อง } f_c')^{0.5} / 1000$$

สร้างตารางข้อมูลสำหรับแทนในสูตรคำนวณ

ตารางที่ 3.6 ข้อมูลค่าต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ

| Pile No. | S (cm) | L (m) | Wp (tons) | $\lambda$ | Cd | Ku | A.Hiley (tons) | A.PCUBC (tons) | A.Canadian (tons) |
|----------|--------|-------|-----------|-----------|----|----|----------------|----------------|-------------------|
| 1        |        |       |           |           |    |    |                |                |                   |
| 2        |        |       |           |           |    |    |                |                |                   |
| 3        |        |       |           |           |    |    |                |                |                   |
| 4        |        |       |           |           |    |    |                |                |                   |
| 5        |        |       |           |           |    |    |                |                |                   |
| 6        |        |       |           |           |    |    |                |                |                   |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Pile No. คือ ลำดับเลขของเสาเข็ม มีทั้งหมด 93 ต้น

S คือ ระยะขยุบตัวของเสาเข็ม (เซนติเมตร)

L คือ ความยาวของเสาเข็ม (เมตร)

$W_p$  คือ น้ำหนักของเสาเข็ม (ตัน) โดยใส่สูตรคำนวณ = (ช่อง L)\*0.667

$\lambda$  คือ ค่าที่ใช้ในสูตรคำนวณของวิธีของ Janbu Formula โดยใส่สูตรคำนวณ =  $0.75 * (\text{ช่อง } W_r) * (\text{ช่อง } H) * (\text{ช่อง } L) * 100 / (\text{ช่อง } A) / (\text{ช่อง } E) / (\text{ช่อง } S)^2$

$C_d$  คือ ค่าที่ใช้ในสูตรคำนวณของวิธีของ Janbu Formula โดยใส่สูตรคำนวณ =  $0.75 + 0.15 * (\text{ช่อง } W_r) / (\text{ช่อง } W_p)$

$k_u$  คือ ค่าที่ใช้ในสูตรคำนวณของวิธีของ Janbu Formula โดยใส่สูตรคำนวณ =  $(\text{ช่อง } C_d) * (1 + \text{SQRT}(1 + (\text{ช่อง } \lambda) / (\text{ช่อง } C_d)))$

Assume Hiley คือค่า  $P_u$  ที่สมมุติขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณสูตรของ Hiley Formula (ตัน)

Assume PCUBC คือค่า  $P_u$  ที่สมมุติขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณสูตรของ Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) (ตัน)

Assume Canadian คือค่า  $P_u$  ที่สมมุติขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณสูตรของ Canadian National Building Code (ตัน)

สร้างตารางแสดงค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มจากสูตรคำนวณ Dynamic Formula วิธีต่างๆ ร่วมกับค่าเฉลี่ยของค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มจากสูตรคำนวณ Static Formula (Static Formula)

### ตารางที่ 3.7 ค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มด้วย Dynamic Formula และ Static Formula

| Pile No. | $P_u$ | EN (tons) | Hiley (tons) | Janbu (tons) | Danish (tons) | Gate (tons) | PCUBC (tons) | Canadian (tons) | Qu Avg BH (tons) |
|----------|-------|-----------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|------------------|
| 1        |       |           |              |              |               |             |              |                 |                  |
| 2        |       |           |              |              |               |             |              |                 |                  |
| 3        |       |           |              |              |               |             |              |                 |                  |
| 4        |       |           |              |              |               |             |              |                 |                  |
| 5        |       |           |              |              |               |             |              |                 |                  |

เมื่อ Pile No. คือ ลำดับเลขของเสาเข็ม มีทั้งหมด 93 ต้น

EN คือค่า Ultimate Pile Capacity จากสูตรคำนวณด้วยวิธี Engineering News Formula (ตัน) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $0.75 * (\text{ช่อง } W_r) * (\text{ช่อง } H) / [(\text{ช่อง } S) + 2.54]$

Hiley คือค่า Ultimate Pile Capacity จากสูตรคำนวณด้วยวิธีของ Hiley Formula (ตัน) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $0.75 * (\text{ช่อง } W_r) * (\text{ช่อง } H) * [(\text{ช่อง } W_r) + (\text{ช่อง } W_p) / 4] / [(\text{ช่อง } W_r) + (\text{ช่อง } W_p)] / [(\text{ช่อง } S) + 0.5 * (0.3 + 0.25 + [(\text{ช่อง } \text{Assume } P_u \text{ Hiley}) * (\text{ช่อง } L) * 100 / (\text{ช่อง } A) / (\text{ช่อง } E)])]$

Janbu คือค่า Ultimate Pile Capacity จากสูตรคำนวณด้วยวิธีของ Janbu Formula (ตัน) โดยใส่สูตรคำนวณ  $= 0.75 * (\text{ช่อง } W_R) * (\text{ช่อง } H) / (\text{ช่อง } k_u) / (\text{ช่อง } S)$

Danish คือค่า Ultimate Pile Capacity จากสูตรคำนวณด้วยวิธีของ Danish Formula (ตัน) โดยใส่สูตรคำนวณ  $= 0.75 * (\text{ช่อง } W_R) * (\text{ช่อง } H) / \{ (\text{ช่อง } S) + \text{SQRT}[ 0.75 * (\text{ช่อง } W_R) * (\text{ช่อง } H) * (\text{ช่อง } L) * 100 / 2 / (\text{ช่อง } A) / (\text{ช่อง } E) ] \}$

Gate คือค่า Ultimate Pile Capacity จากสูตรคำนวณด้วยวิธีของ Gate Formula (ตัน) โดยใส่สูตรคำนวณ  $= 104.5 * \text{SQRT}[ 0.75 * (\text{ช่อง } W_R) * 9.81 * (\text{ช่อง } H) / 100 ] * (2.4 - \text{LOG}[ (\text{ช่อง } S) * 10 ]) / 9.81$

PCUBC คือค่า Ultimate Pile Capacity จากสูตรคำนวณด้วยวิธี Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) (ตัน) โดยใส่สูตรคำนวณ  $= 0.75 * (\text{ช่อง } W_R) * (\text{ช่อง } H) * [ (\text{ช่อง } W_R) + (\text{ช่อง } W_P) / 10 ] / [ (\text{ช่อง } W_R) + (\text{ช่อง } W_P) ] / \{ (\text{ช่อง } S) + [ (\text{ช่อง } \text{Assume } P_u \text{ PCUBC}) * (\text{ช่อง } L) * 100 / (\text{ช่อง } A) / (\text{ช่อง } E) ] \}$

Canadian คือค่า Ultimate Pile Capacity จากสูตรคำนวณด้วยวิธี Canadian National Building Code (ตัน) โดยใส่สูตรคำนวณ  $= 0.75 * (\text{ช่อง } W_R) * (\text{ช่อง } H) * [ (\text{ช่อง } W_R) + (\text{ช่อง } W_P) / 8 ] / [ (\text{ช่อง } W_R) + (\text{ช่อง } W_P) ] / \{ (\text{ช่อง } S) + [ 3 / 2 * (\text{ช่อง } \text{Assume } P_u \text{ Canadian}) / (\text{ช่อง } A) ] * [ (\text{ช่อง } L) / (\text{ช่อง } E) + 3.63 / 1000 ] \}$

Qu Avg BH คือค่าเฉลี่ยของค่า Ultimate Pile Capacity จำนวน 3 ค่า ที่ได้จากสูตรคำนวณด้วย Static Formula (ตัน)

เมื่อกรอกค่าทั้งหมดลงในช่องเซลล์แถวแรกแล้ว ทำการคัดลอกสูตรคำนวณลงในแถวต่อไป โดยต้องทำการยึดค่า (Fix) ของ (ช่อง  $W_R$ ), (ช่อง  $H$ ), (ช่อง  $A$ ) และ (ช่อง  $E$ ) ในเซลล์แถวแรกทั้งหมด จะได้ค่า Ultimate Pile Capacity ของเสาเข็ม 93 ต้น โดยแต่ละต้นแสดงผลลัพธ์จากสูตรคำนวณของ Dynamic Formula 7 วิธี และสถิติศาสตร์

### 3.2.6 ส่วนของการวิเคราะห์การใช้สมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula)

การวิเคราะห์ผลข้อมูลแบ่งเป็น 4 ส่วนดังนี้

3.2.6.1 การวิเคราะห์ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภายในเสาเข็มต้นเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบว่าแต่ละวิธี มีค่าแตกต่างกันอย่างไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.8 ข้อมูล ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภายในเสาเข็มต้นเดียวกัน

| Pile No. | Pu (tons) | EN (tons) | Hiley (tons) | Janbu (tons) | Danish (tons) | Gate (tons) | PCUBC (tons) | Canadian (tons) | Qu Avg BH (tons) | Max DF (tons) | Min DF (tons) | Avg of DF (tons) | S.D. of DF |
|----------|-----------|-----------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|------------------|------------|
| 1        |           |           |              |              |               |             |              |                 |                  |               |               |                  |            |
| 2        |           |           |              |              |               |             |              |                 |                  |               |               |                  |            |
| 3        |           |           |              |              |               |             |              |                 |                  |               |               |                  |            |
| 4        |           |           |              |              |               |             |              |                 |                  |               |               |                  |            |
| 5        |           |           |              |              |               |             |              |                 |                  |               |               |                  |            |

เมื่อ Max DF คือ ค่าสูงสุดของค่า Ultimate Pile Capacity จาก Dynamic Formula ทั้ง 7 วิธี ภายในเสาเข็มต้นเดียวกัน (ต้น) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\max[(\text{ช่อง EN}) : (\text{ช่อง Canadian})]$

Min DF คือ ค่าต่ำสุดของค่า Ultimate Pile Capacity จาก Dynamic Formula ทั้ง 7 วิธี ภายในเสาเข็มต้นเดียวกัน (ต้น) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\min[(\text{ช่อง EN}) : (\text{ช่อง Canadian})]$

Avg of DF คือ ค่าเฉลี่ยของค่า Ultimate Pile Capacity จาก Dynamic Formula ทั้ง 7 วิธี ภายในเสาเข็มต้นเดียวกัน (ต้น) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\text{average}[(\text{ช่อง EN}) : (\text{ช่อง Canadian})]$

S.D. of DF คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า Ultimate Pile Capacity จาก Dynamic Formula ทั้ง 7 วิธี ภายในเสาเข็มต้นเดียวกัน โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\text{stdev}[(\text{ช่อง EN}) : (\text{ช่อง Canadian})]$

เมื่อทำการใส่สูตรครบทุกช่องเซลล์ในแถวเดียวกันแล้ว ทำการคัดลอกไปยังแถวถัดไปจนครบทั้ง 93 ต้น

3.2.6.2 การวิเคราะห์ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูลภายใน Dynamic Formula เดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบว่าเสาเข็มแต่ละต้น มีค่าแตกต่างกันอย่างไร

ตารางที่ 3.9 ข้อมูล ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภายใน Dynamic Formula เดียวกัน

|         | EN (tons) | Hiley (tons) | Janbu (tons) | Danish (tons) | Gate (tons) | PCUBC (tons) | Canadian (tons) |
|---------|-----------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|
| Max     |           |              |              |               |             |              |                 |
| Min     |           |              |              |               |             |              |                 |
| Average |           |              |              |               |             |              |                 |
| S.D.    |           |              |              |               |             |              |                 |

เมื่อ Max DF คือ ค่าสูงสุดของค่า Ultimate Pile Capacity ภายใน Dynamic Formula เดียวกัน ของเสาเข็มทั้ง 93 ต้น (ต้น) โดยใช้สูตรคำนวณ =  $\max[(\text{ช่อง Pile No.1}) : (\text{ช่อง Pile No.93})]$

Min DF คือ ค่าต่ำสุดของค่า Ultimate Pile Capacity ภายใน Dynamic Formula เดียวกัน ของเสาเข็มทั้ง 93 ต้น (ต้น) โดยใช้สูตรคำนวณ =  $\min[(\text{ช่อง Pile No.1}) : (\text{ช่อง Pile No.93})]$

Avg of DF คือ ค่าเฉลี่ยของค่า Ultimate Pile Capacity ภายใน Dynamic Formula เดียวกัน ของเสาเข็มทั้ง 93 ต้น (ต้น) โดยใช้สูตรคำนวณ =  $\text{average}[(\text{ช่อง Pile No.1}) : (\text{ช่อง Pile No.93})]$

S.D. of DF คือ ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า Ultimate Pile Capacity ภายใน Dynamic Formula เดียวกัน ของเสาเข็มทั้ง 93 ต้น (ต้น) โดยใช้สูตรคำนวณ =  $\text{stdev}[(\text{ช่อง Pile No.1}) : (\text{ช่อง Pile No.93})]$

เมื่อทำการใส่สูตรครบทุกช่องเซลล์ ในคอลัมน์เดียวกันแล้ว ทำการคัดลอกไปยังคอลัมน์ถัดไปจนครบทั้ง 7 วิธี

3.2.6.3 การวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่าง Dynamic Formula กับ Static Formula เพื่อหาว่าสูตรคำนวณด้วย Dynamic Formula สูตรใดมีความใกล้เคียงหรือแตกต่างมากที่สุด กับค่าที่ได้จากสูตรของ Static Formula

ตารางที่ 3.10 เปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่าง Dynamic Formula กับ Static Formula ของเสาเข็มทั้ง 93 ต้น

| Diff<br>Pile No. | EN<br>(%) | Hiley<br>(%) | Janbu<br>(%) | Danish<br>(%) | Gate<br>(%) | PCUBC<br>(%) | Canadian<br>(%) |
|------------------|-----------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|
| 1                |           |              |              |               |             |              |                 |
| 2                |           |              |              |               |             |              |                 |
| 3                |           |              |              |               |             |              |                 |
| 4                |           |              |              |               |             |              |                 |
| 5                |           |              |              |               |             |              |                 |
| 6                |           |              |              |               |             |              |                 |
| 7                |           |              |              |               |             |              |                 |
| 8                |           |              |              |               |             |              |                 |
| 9                |           |              |              |               |             |              |                 |
| 10               |           |              |              |               |             |              |                 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ Pile No. คือ ลำดับเลขของเสาเข็ม มีทั้งหมด 93 ต้น

EN คือค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของสถิตศาสตร์ จากสูตรคำนวณด้วยวิธี Engineering News Formula (%) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\text{abs}[(\text{ช่อง EN}) - (\text{ช่อง Qu Avg BH})] / (\text{ช่อง Qu Avg BH}) * 100$

Hiley คือค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula จากสูตรคำนวณด้วยวิธีของ Hiley Formula (%) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\text{abs}[(\text{ช่อง Hiley}) - (\text{ช่อง Qu Avg BH})] / (\text{ช่อง Qu Avg BH}) * 100$

Janbu คือค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula จากสูตรคำนวณด้วยวิธีของ Janbu Formula (%) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\text{abs}[(\text{ช่อง Janbu}) - (\text{ช่อง Qu Avg BH})] / (\text{ช่อง Qu Avg BH}) * 100$

Danish คือค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula จากสูตรคำนวณด้วยวิธีของ Danish Formula (%) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\text{abs}[(\text{ช่อง Danish}) - (\text{ช่อง Qu Avg BH})] / (\text{ช่อง Qu Avg BH}) * 100$

Gate คือค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula จากสูตรคำนวณด้วยวิธีของ Gate Formula (%) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\text{abs}[(\text{ช่อง Gate}) - (\text{ช่อง Qu Avg BH})] / (\text{ช่อง Qu Avg BH}) * 100$

PCUBC คือค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula จากสูตรคำนวณด้วยวิธี Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) (%) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\text{abs}[(\text{ช่อง PCUBC}) - (\text{ช่อง Qu Avg BH})] / (\text{ช่อง Qu Avg BH}) * 100$

Canadian คือค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula จากสูตรคำนวณด้วยวิธี Canadian National Building Code (%) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\text{abs}[(\text{ช่อง Canadian}) - (\text{ช่อง Qu Avg BH})] / (\text{ช่อง Qu Avg BH}) * 100$

เมื่อกรอกค่าทั้งหมดลงในช่องเซลล์ แถวแรกแล้ว ทำการคัดลอกสูตรคำนวณลงในแถวถัดไป จะได้ค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula

เพื่อให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้นจึงทำการสรุปในอีกตารางหนึ่ง แสดงค่าสูงสุด, ต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุตเบบลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.11 แสดง ค่าสูงสุด, ต่ำสุดและค่าเฉลี่ยของค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula

|          | EN (%) | Hiley (%) | Janbu (%) | Danish (%) | Gate (%) | PCUBC (%) | Canadian (%) |
|----------|--------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|--------------|
| Diff Max |        |           |           |            |          |           |              |
| Diff Min |        |           |           |            |          |           |              |
| Average  |        |           |           |            |          |           |              |

เมื่อ Diff Max คือ ค่าสูงสุดของค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula (%) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\max[ ( \text{ช่อง Diff Pile No.1} ) : ( \text{ช่อง Diff Pile No.93} ) ]$

Diff Min คือ ค่าต่ำสุดของค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula (%) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\min[ ( \text{ช่อง Diff Pile No.1} ) : ( \text{ช่อง Diff Pile No.93} ) ]$

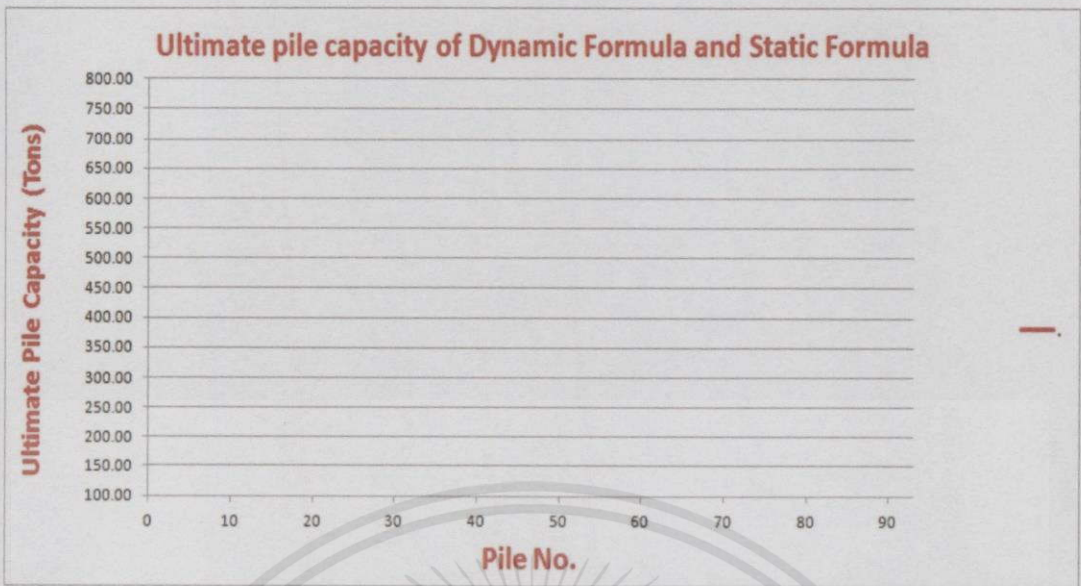
Average คือ ค่าเฉลี่ยของค่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่าง Dynamic Formula กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula (%) โดยใส่สูตรคำนวณ =  $\text{average}[ ( \text{ช่อง Diff Pile No.1} ) : ( \text{ช่อง Diff Pile No.93} ) ]$

เมื่อทำการใส่สูตรครบทุกช่องเซลล์ ในคอลัมน์เดียวกันแล้ว ทำการคัดลอกไปยังคอลัมน์ถัดไปจนครบทั้ง 7 วิธี

3.2.6.4 กราฟแสดงผลของค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม (Ultimate Pile Capacity) เป็นการนำข้อมูลที่แสดงในตารางมาสร้างกราฟเพื่อให้เห็นข้อมูลได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

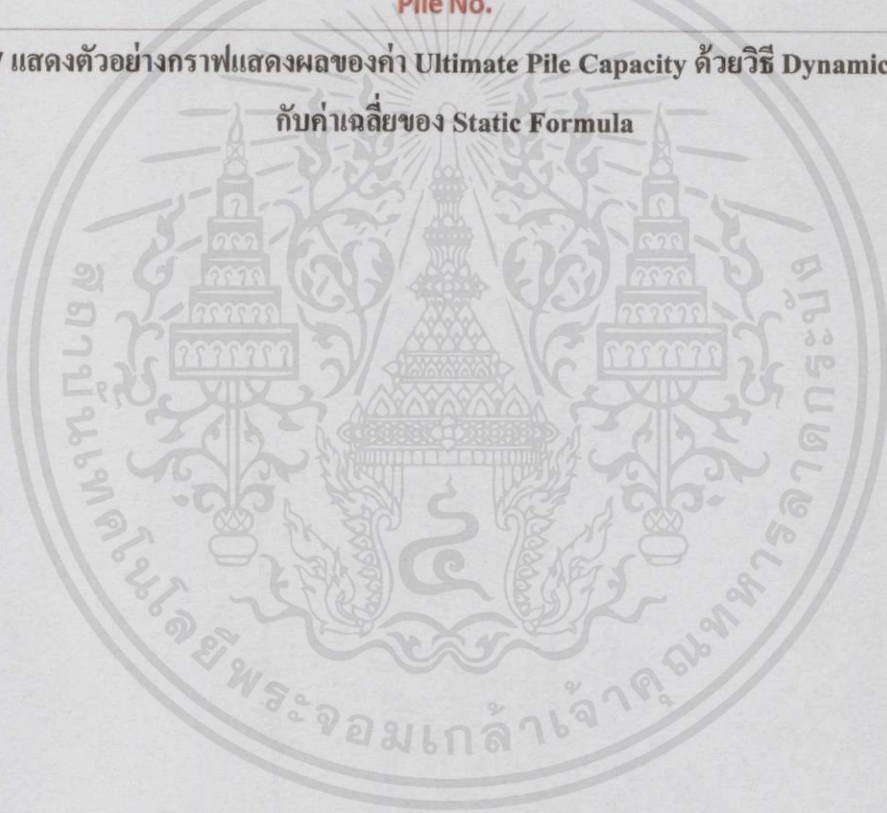
โดยกำหนดแกนตั้งเป็นค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม (ตัน) และแกนนอนเป็นลำดับเลขของเสาเข็ม ตั้งค่าสูงสุดต่ำสุด (Max, Min) ของแกนตั้งและแกนนอนให้เหมาะสมกับชุดข้อมูล ทำการใส่ข้อมูลลงในกราฟ โดยแบ่งจุดกราฟของแต่ละวิธีให้ชัดเจน เพื่อให้ง่ายต่อการอ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงตัวอย่างกราฟแสดงผลของค่า Ultimate Pile Capacity ด้วยวิธี Dynamic Formula

กับค่าเฉลี่ยของ Static Formula



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

# ผลการการศึกษา

### 4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลที่ได้จากการคำนวณ โดย Static Formula และ Dynamic Formula แล้วนำมาวิเคราะห์ผล โดยแสดงผลออกมาในรูปของกราฟและข้อมูลเชิงเปรียบเทียบจากข้อมูลที่มีอยู่เพียงข้อมูลหลุมเจาะสำรวจจำนวน 3 หลุมซึ่งอยู่ในเขตคูสิต จังหวัด กทม. แต่ไม่มีตำแหน่งของหลุมเจาะและตำแหน่งของเสาเข็มที่แน่ชัดในบริเวณการก่อสร้างจึงไม่สามารถนำมาเปรียบเทียบกับ Dynamic Formula ได้อย่างแน่ชัดว่าควรใช้ค่าจากหลุมเจาะสำรวจใดในการพิจารณากำลัรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มต้นนั้นๆ ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการเฉลี่ยค่ากำลัรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็มเพื่อให้ง่ายต่อการวิเคราะห์

### 4.2 ส่วนของผลคำนวณวิธีสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula)

เมื่อนำข้อมูลหลุมเจาะมาบันทึกลงตารางใน โปรแกรม Microsoft Excel 2007 แล้วนำวิธีการจากบทที่ 3 มาทำการคำนวณแปลงค่า เพื่อให้ได้ ค่ากำลัรับน้ำหนักเสาคอนกรีตที่ผิวเสาเข็มของชั้นดินทราย, ดินเหนียว และแรงดันที่ปลายเสาเข็ม เพื่อนำไปหาคำลัรับน้ำหนักประลัยสูงสุดของเสาเข็มต่อไป โดยจากข้อมูลหลุมเจาะ 3 หลุมดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 4.2 ข้อมูลหลุมเจาะ (BH-2) และตัวแปรต่างๆที่ใช้ในวิธี Static Formula

| HOLE | h(m) | Layer    | Sample | Depth (m) | Soil Class | Su(T/m <sup>2</sup> ) | UR    | PP   | Su(T/m <sup>2</sup> ) use | Adhesion factor, α | SPT-N blows/ft | SPT-N blows/ft | γt (T/m <sup>3</sup> ) | γ avg (T/m <sup>3</sup> ) | σ'v (T/m <sup>2</sup> ) | φ  | δ     | Ap (m <sup>2</sup> ) | Ae (m <sup>2</sup> ) | Qs(Clay) (T) | Qs(Sand) (T) | Qb (T) |  |
|------|------|----------|--------|-----------|------------|-----------------------|-------|------|---------------------------|--------------------|----------------|----------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|----|-------|----------------------|----------------------|--------------|--------------|--------|--|
| BH-2 |      |          |        |           |            |                       |       |      |                           |                    |                |                |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | Top Soil | WO     | 0.00      | 1.50       |                       |       |      |                           |                    |                |                |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 1        | ST-1   | 1.50      | 2.00       |                       |       |      |                           |                    |                |                | 1.56                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 1        | ST-2   | 3.00      | 3.50       | CH                    | 2.31  |      |                           |                    |                |                |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 1        | ST-3   | 4.50      | 5.00       | CH                    |       | 1.99 |                           |                    |                |                | 1.50                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 1        | ST-4   | 6.00      | 6.50       | CH                    |       | 1.3  |                           |                    |                |                | 1.40                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 1        | ST-5   | 7.50      | 8.00       | CH                    |       | 1.24 |                           |                    |                |                | 1.41                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 1        | ST-6   | 9.00      | 9.50       | CH                    |       |      |                           |                    |                |                | 1.44                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 1        | ST-7   | 10.50     | 11.00      | CH                    |       |      |                           |                    |                |                | 1.47                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 1        | ST-8   | 12.00     | 12.50      | CH                    |       | 1.71 |                           |                    |                |                | 1.44                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 1        | ST-9   | 13.50     | 14.00      | CH                    |       | 1.86 |                           |                    |                |                | 1.51                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              | 60.44        |        |  |
|      | 13.5 | 1        | ST-10  | 15.00     | 15.50      | CH                    |       | 2.06 | 1.78                      | 1                  |                |                | 1.47                   |                           |                         |    |       | 33.93                |                      |              |              |        |  |
|      |      | 2        | SS-1   | 16.50     | 16.95      | CL                    | 13.00 |      |                           |                    | 25             | 25             | 1.87                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 2        | SS-2   | 18.00     | 18.45      | CL                    | 17.16 |      | 15.08                     | 0.38               | 33             | 33             | 1.89                   |                           |                         |    |       | 7.54                 |                      |              | 43.21        |        |  |
|      |      | 3        | SS-3   | 19.50     | 19.95      | SM                    |       |      |                           |                    | 45             | 45             |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 3        | SS-4   | 21.00     | 21.45      | SM                    |       |      |                           |                    | 50             | 50             |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 3        | SS-5   | 22.50     | 22.95      | SM                    |       |      |                           |                    | 43             | 43             | 1.90                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 3        | SS-6   | 24.00     | 24.45      | SM                    |       |      |                           |                    | 39             | 39             |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 3        | SS-7   | 25.50     | 25.95      | SM                    |       |      |                           |                    | 34             | 34             |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 3        | SS-8   | 27.00     | 27.45      | SM                    |       |      |                           |                    | 50/9"          | 50             |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      | 1.5  | 4        | SS-9   | 28.50     | 28.95      | CL                    | 26.00 |      | 26.00                     | 0.35               | 50/11"         | 50             | 1.92                   | 1.92                      | 8.54                    | 37 | 27.75 | 22.62                |                      |              | 101.66       |        |  |
|      | 1.5  | 5        | SS-10  | 30.00     | 30.45      | SC                    |       |      |                           |                    | 50/11"         | 50             | 1.92                   | 1.92                      | 9.23                    | 41 | 30.75 | 3.77                 |                      |              | 34.31        |        |  |
|      |      | 6        | SS-11  | 31.50     | 31.95      | SM                    |       |      |                           |                    | 50/8"          | 50             |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 6        | SS-12  | 33.00     | 33.45      | SM                    |       |      |                           |                    | 50/7"          | 50             | 1.92                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 6        | SS-13  | 34.50     | 34.95      | SP-SM                 |       |      |                           |                    | 50/7"          | 50             |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 6        | SS-14  | 36.00     | 36.45      | SP-SM                 |       |      |                           |                    | 50/9"          | 50             |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 7        | SS-15  | 37.50     | 37.95      | CH                    | 34.00 |      |                           |                    | 50/10"         | 50             | 1.92                   | 1.92                      | 15.68                   | 41 | 30.75 | 15.08                |                      |              |              | 140.69 |  |
|      |      | 7        | SS-16  | 39.00     | 39.45      | CH                    | 34.00 |      |                           |                    | 50/10"         | 50             | 1.93                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 7        | SS-17  | 40.50     | 40.95      | CH                    | 34.00 |      |                           |                    | 50/7"          | 50             | 1.94                   |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 7        | SS-18  | 42.00     | 42.45      | CH                    | 34.00 |      |                           |                    | 50/7"          | 50             |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      |      | 7        | SS-19  | 43.50     | 43.95      | CH                    | 34.00 |      |                           |                    | 50/7"          | 50             |                        |                           |                         |    |       |                      |                      |              |              |        |  |
|      | 8.45 | 7        | SS-20  | 45.00     | 45.45      | CH                    | 34.00 |      | 34.00                     | 0.3                | 50/7"          | 50             |                        | 1.93                      | 23.54                   |    |       | 21.24                | 0.50                 | 216.62       | 264.61       | 153.81 |  |
|      |      |          |        |           |            |                       |       |      |                           |                    |                |                | 1.93                   |                           |                         |    | SUM   |                      |                      | 354.57       | 264.61       | 153.81 |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ข้อมูลหลุมเจาะ (BH-3) และตัวแปรต่างๆที่ใช้ในวิธี Static Formula

| HOLE |          | Sample |                      | Soil Class  | Su(T/m <sup>2</sup> )<br>PP UR | Adhesion factor, α | SPT-N<br>blows/ft | SPT-N<br>blows/ft | γt<br>(T/m <sup>3</sup> ) | γ avg<br>(T/m <sup>3</sup> ) | σ'v<br>(T/m <sup>2</sup> ) | φ  | δ     | Ap<br>(m <sup>2</sup> ) | Ae<br>(m <sup>2</sup> ) | Qs(Clay)<br>(T) | Qs(Sand)<br>(T) | Qb<br>(T) |
|------|----------|--------|----------------------|-------------|--------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------------|------------------------------|----------------------------|----|-------|-------------------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------|
| h(m) | Layer    | Number | Depth (m)<br>From To |             |                                |                    |                   |                   |                           |                              |                            |    |       |                         |                         |                 |                 |           |
|      | Top Soil | WO     | 0.00 1.50            | -           |                                |                    |                   |                   |                           |                              |                            |    |       |                         |                         |                 |                 |           |
|      | 1        | ST-1   | 1.50 2.00            | CH          | 1.93                           |                    |                   |                   | 1.49                      |                              |                            |    |       |                         |                         |                 |                 |           |
|      | 1        | ST-2   | 3.00 3.50            | CH          | 1.75                           |                    |                   |                   | 1.45                      |                              |                            |    |       |                         |                         |                 |                 |           |
|      | 1        | ST-3   | 4.50 5.00            | CH          | 1.27                           |                    |                   |                   | 1.42                      |                              |                            |    |       |                         |                         |                 |                 |           |
|      | 1        | ST-4   | 6.00 6.50            | CH          | 1.38                           |                    |                   |                   | 1.38                      |                              |                            |    |       |                         |                         |                 |                 |           |
|      | 1        | ST-5   | 7.50 8.00            | CH          | 1.29                           |                    |                   |                   | 1.36                      |                              |                            |    |       |                         |                         |                 |                 |           |
|      | 1        | ST-6   | 9.00 9.50            | CH          | 1.62                           |                    |                   |                   | 1.42                      |                              |                            |    |       |                         |                         |                 |                 |           |
|      | 1        | ST-7   | 10.50 11.00          | CH          | 1.72                           |                    |                   |                   | 1.47                      |                              |                            |    |       |                         |                         |                 |                 |           |
|      | 1        | ST-8   | 12.00 12.50          | CH          | 1.85                           |                    |                   |                   | 1.54                      |                              |                            |    |       |                         |                         |                 |                 |           |
|      | 1        | ST-9   | 13.50 14.00          | CH          | 2.19                           | 1.67               |                   |                   | 1.84                      | 1.44                         | 2.98                       |    |       | 33.93                   |                         | 56.55           |                 |           |
|      | 1        | ST-10  | 15.00 15.50          | CH          | 10.40                          |                    |                   |                   | 1.84                      |                              |                            |    |       |                         |                         |                 |                 |           |
|      | 2        | SS-1   | 16.50 16.95          | CL          | 19.76                          | 15.08              | 20                | 20                | 1.90                      | 1.87                         | 4.28                       |    |       | 7.54                    |                         | 43.21           |                 |           |
|      | 3        | SS-2   | 18.00 18.45          | CL          |                                |                    | 38                | 38                | 1.90                      | 1.90                         | 4.96                       | 40 | 30.00 | 3.77                    |                         | 10.79           |                 |           |
|      | 1.5      | SS-3   | 19.50 19.95          | SC          |                                |                    | 48                | 48                | 1.90                      | 1.90                         | 6.98                       | 37 | 27.75 | 11.31                   |                         |                 |                 |           |
|      | 4        | SS-4   | 21.00 21.45          | SM          |                                |                    | 50/10"            | 50                | 1.90                      | 1.90                         | 6.98                       | 37 | 27.75 | 11.31                   |                         |                 |                 |           |
|      | 4        | SS-5   | 22.50 22.95          | SM          |                                |                    | 41                | 41                | 1.90                      | 1.90                         | 6.98                       | 37 | 27.75 | 11.31                   |                         |                 |                 |           |
|      | 4.5      | SS-6   | 24.00 24.45          | SP-SM       |                                |                    | 34                | 34                | 1.90                      | 1.90                         | 6.98                       | 37 | 27.75 | 11.31                   |                         |                 |                 |           |
|      | 5        | SS-7   | 25.50 25.95          | CL          | 15.60                          | 20.80              | 30                | 30                | 1.89                      | 1.90                         | 7.67                       | 41 | 30.75 | 3.77                    |                         | 58.03           |                 |           |
|      | 5        | SS-8   | 27.00 27.45          | CL          | 26.00                          | 20.80              | 50/9"             | 50                | 1.91                      | 1.92                         | 8.37                       | 41 | 30.75 | 3.77                    |                         | 17.21           |                 |           |
|      | 1.5      | SS-9   | 28.50 28.95          | SM          | 20.80                          | 20.80              | 50                | 50                | 1.93                      | 1.93                         | 8.37                       | 41 | 30.75 | 3.77                    |                         | 29.01           |                 |           |
|      | 1.5      | SS-10  | 30.00 30.45          | CL          | 20.80                          | 20.80              | 40                | 40                | 1.93                      | 1.93                         | 8.37                       | 41 | 30.75 | 3.77                    |                         | 29.01           |                 |           |
|      | 8        | SS-11  | 31.50 31.95          | SM          |                                |                    | 50/7"             | 50                | 1.93                      | 1.93                         | 8.37                       | 41 | 30.75 | 3.77                    |                         | 29.01           |                 |           |
|      | 8        | SS-12  | 33.00 33.45          | SM          |                                |                    | 50/5"             | 50                | 1.93                      | 1.93                         | 8.37                       | 41 | 30.75 | 3.77                    |                         | 29.01           |                 |           |
|      | 8        | SS-13  | 34.50 34.95          | SM          |                                |                    | 50/5"             | 50                | 1.93                      | 1.93                         | 8.37                       | 41 | 30.75 | 3.77                    |                         | 29.01           |                 |           |
|      | 8        | SS-14  | 36.00 36.45          | SP-SM       |                                |                    | 50/5"             | 50                | 1.93                      | 1.93                         | 8.37                       | 41 | 30.75 | 3.77                    |                         | 29.01           |                 |           |
|      | 7.5      | SS-15  | 37.50 37.95          | SP-SM       |                                |                    | 50/5"             | 50                | 1.93                      | 1.93                         | 8.37                       | 41 | 30.75 | 3.77                    |                         | 29.01           |                 |           |
|      | 9        | SS-16  | 39.00 39.45          | CH          | 34.00                          | 20.80              | 50/11"            | 50                | 1.92                      | 1.93                         | 11.86                      | 41 | 30.75 | 18.85                   |                         | 132.98          |                 |           |
|      | 9        | SS-17  | 40.50 40.95          | CH          | 34.00                          | 20.80              | 50/11"            | 50                | 1.92                      | 1.93                         | 11.86                      | 41 | 30.75 | 18.85                   |                         | 132.98          |                 |           |
|      | 9        | SS-18  | 42.00 42.45          | CH          | 34.00                          | 20.80              | 50/8"             | 50                | 1.94                      | 1.94                         | 11.86                      | 41 | 30.75 | 18.85                   |                         | 132.98          |                 |           |
|      | 9        | SS-19  | 43.50 43.95          | CH          | 34.00                          | 20.80              | 50/7"             | 50                | 1.94                      | 1.94                         | 11.86                      | 41 | 30.75 | 18.85                   |                         | 132.98          |                 |           |
|      | 9        | SS-20  | 45.00 45.45          | CH          | 34.00                          | 20.80              | 50/8"             | 50                | 1.94                      | 1.94                         | 11.86                      | 41 | 30.75 | 18.85                   |                         | 132.98          |                 |           |
|      | 6.95     | 9      | SS-20                | 45.00 45.45 | CH                             | 34.00              | 50/7"             | 50                | 1.93                      | 1.93                         | 15.10                      |    |       | 17.47                   | 0.50                    | 178.17          | 202.54          | 153.81    |
|      |          |        |                      |             |                                |                    |                   |                   |                           |                              |                            |    | SUM   |                         |                         | 364.96          | 202.54          | 153.81    |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงหน้าตัดและคุณสมบัติของชั้นดิน ณ ตำแหน่งหลุมเจาะ BH-1

| BH-1      |           | Su      | STP-N    | yt      | $\phi$ |
|-----------|-----------|---------|----------|---------|--------|
|           |           | t/sq.m. | blow/ft. | t/cu.m. | Deg.   |
| -2.50 m.  | Top Soil  | -       | -        | -       | -      |
|           | CH        | 1.79    | -        | 1.46    | -      |
| -16.00 m. |           |         |          |         |        |
| -19.00 m. | CH, CL    | 12.76   | 19       | 1.84    | -      |
|           | SM        | -       | 32       | 1.85    | 36     |
| -25.00 m. |           |         |          |         |        |
| -29.50 m. | CL        | 26.00   | 50       | 1.91    | -      |
| -31.00 m. | SC        | -       | 50       | 1.93    | 41     |
|           | SM, SP-SM | -       | 50       | 1.92    | 41     |
| -38.50 m. |           |         |          |         |        |
| -45.45 m. | CH        | 34.00   | 50       | 1.92    | -      |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 แสดงหน้าตัดและคุณสมบัติของชั้นดิน ณ ตำแหน่งหลุมเจาะ BH-2

| BH-2      |           | Su      | STP-N    | γt      | φ    |
|-----------|-----------|---------|----------|---------|------|
|           |           | t/sq.m. | blow/ft. | t/cu.m. | Deg. |
| -2.50 m.  | Top Soil  | -       | -        | 1.47    | -    |
| -16.00 m. | CH        | 1.78    | 25       | 1.88    | -    |
| -19.00 m. | CH, CL    | 15.08   | 34       | 1.9     | -    |
| -28.00 m. | SM        | -       | 50       | 1.92    | 37   |
| -29.50 m. | CL        | 26      | 50       | 1.92    | -    |
| -31.00 m. | SC        | -       | 50       | 1.92    | 41   |
| -37.00 m. | SM, SP-SM | -       | 50       | 1.92    | 41   |
| -45.45 m. | CH        | 34      | 50       | 1.93    | -    |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงหน้าตัดและคุณสมบัติของชั้นดิน ณ ตำแหน่งหลุมเจาะ BH-3

| BH-3      |           | Su      | STP-N    | $\gamma_t$ | $\phi$ |
|-----------|-----------|---------|----------|------------|--------|
|           |           | t/sq.m. | blow/ft. | t/cu.m.    | Deg.   |
| -2.50 m.  | Top Soil  | -       | -        | -          | -      |
|           | CH        | 1.67    | 20       | 1.44       | -      |
| -16.00 m. |           |         |          |            |        |
|           | CL        | 15.08   | 48       | 1.87       | -      |
| -19.00 m. |           |         |          |            |        |
| -20.50 m. | SC        | -       | 48       | 1.9        | 40     |
|           |           |         |          |            |        |
| -25.00 m. | SM        | -       | 34       | 1.9        | 37     |
|           |           |         |          |            |        |
|           | CL        | 20.8    | 30       | 1.9        | -      |
| -28.00 m. |           |         |          |            |        |
| -29.50 m. | SM        | -       | 50       | 1.92       | 41     |
| -31.00 m. | CL        | 20.8    | 40       | 1.93       | -      |
|           |           |         |          |            |        |
|           | SM, SP-SM | -       | 50       | 1.93       | 41     |
| -38.50 m. |           |         |          |            |        |
|           | CH        | 34      | 50       | 1.93       | -      |
| -45.45 m. |           |         |          |            |        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณมาสรุปผลใน Static Formula ดังตาราง 4.7

ตารางที่ 4.7 แสดงค่าแรงเสียดทานโดยรอบเสาเข็ม, แรงต้านที่ปลายเสาเข็ม และกำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม

| ชื่อหลุมเจาะ | Qs (T) |        | Qb (T) |      | Qult (T) |
|--------------|--------|--------|--------|------|----------|
|              | Clay   | Sand   | Clay   | Sand |          |
| BH-1         | 379.29 | 221.61 | 153.81 | -    | 754.72   |
| BH-2         | 354.57 | 264.61 | 153.81 | -    | 773.00   |
| BH-3         | 364.96 | 202.54 | 153.81 | -    | 721.31   |
|              |        |        |        | AVG  | 749.68   |

#### 4.2.1 ส่วนของการวิเคราะห์การใช้สมการ Static Formula

จากผลลัพธ์ที่ได้เนื่องจากชั้นดินที่ทำการเจาะสำรวจนั้นมีความลึกมากซึ่งลงไปลึกถึงชั้นทรายที่ 3 ของชั้นดินกรุงเทพ จึงมีความเป็นไปได้สูงที่กำลังรับน้ำหนักสูงสุดมีค่าสูงถึง 750 ตัน เนื่องจากค่าจาก Skin Friction มีเยอะมากจากชั้นดินที่มีความแข็งแรงสูง

#### 4.3 ส่วนของผลคำนวณจากสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula)

##### 4.3.1 ส่วนของข้อมูลเสาเข็ม

ในส่วนนี้เป็นข้อมูลการตอกเสาเข็มสปิน (Spun Pile) มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ใช้การตอกที่มีตุ้มน้ำหนัก 12 ตัน ได้ข้อมูลมาจากโครงการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก มีจำนวนข้อมูลทั้งสิ้น 93 ตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มต้นที่ 1-3

|              |                     |           |          |            |              |          |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|--------------|----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 45/1                | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m      | <b>1</b> |    |    |    |    |
| Location     | B5                  | P.Top     | -1.00 m  | W. of Pile | 27.35 t      |          |    |    |    |    |
| Date         | 2/2/2555            | P.Tip     | -40.00 m |            |              |          |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |              |          |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5            | 6        | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 41                  | 43        | 45       | 46         | 47           | 53       | 63 | 70 | 63 | 58 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15           | 16       | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 2.9 cm    |          | S =        | 0.29 cm/blow |          |    |    |    |    |
| Pile No.     | 19/1                | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m      | <b>2</b> |    |    |    |    |
| Location     | A8                  | P.Top     | -1.00 m  | W. of Pile | 27.35 t      |          |    |    |    |    |
| Date         | 2/2/2555            | P.Tip     | -42.50 m |            |              |          |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |              |          |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5            | 6        | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 40                  | 44        | 44       | 47         | 56           | 61       | 67 | 60 | 56 | 54 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15           | 16       | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 2.1 cm    |          | S =        | 0.21 cm/blow |          |    |    |    |    |
| Pile No.     | 1                   | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m      | <b>3</b> |    |    |    |    |
| Location     | A4                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t      |          |    |    |    |    |
| Date         | 27/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |              |          |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |              |          |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5            | 6        | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 36                  | 37        | 39       | 42         | 45           | 45       | 63 | 64 | 53 | 57 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15           | 16       | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 2.2 cm    |          | S =        | 0.22 cm/blow |          |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.9 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 4-6

|              |                     |           |          |            |              |          |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|--------------|----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 45/1                | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m      | <b>4</b> |    |    |    |    |
| Location     | B5                  | P.Top     | -1.00 m  | W. of Pile | 27.35 t      |          |    |    |    |    |
| Date         | 2/2/2555            | P.Tip     | -40.00 m |            |              |          |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |              |          |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5            | 6        | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 40                  | 42        | 43       | 45         | 51           | 56       | 64 | 50 | 54 | 61 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15           | 16       | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 2.5 cm    |          | S =        | 0.25 cm/blow |          |    |    |    |    |
| Pile No.     | 8                   | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m      | <b>5</b> |    |    |    |    |
| Location     | A3                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t      |          |    |    |    |    |
| Date         | 27/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |              |          |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |              |          |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5            | 6        | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 39                  | 41        | 44       | 46         | 52           | 57       | 61 | 66 | 71 | 56 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15           | 16       | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 2.4 cm    |          | S =        | 0.24 cm/blow |          |    |    |    |    |
| Pile No.     | 2                   | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m      | <b>6</b> |    |    |    |    |
| Location     | A5                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t      |          |    |    |    |    |
| Date         | 26/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |              |          |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |              |          |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5            | 6        | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 39                  | 39        | 44       | 45         | 48           | 54       | 61 | 67 | 53 | 53 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15           | 16       | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 2.6 cm    |          | S =        | 0.26 cm/blow |          |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.10 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 7-9

|              |                     |           |          |            |         |          |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 11                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>7</b> |    |    |    |    |
| Location     | A4                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |          |    |    |    |    |
| Date         | 26/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |          |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |          |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6        | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 37                  | 39        | 41       | 43         | 47      | 53       | 58 | 65 | 60 | 67 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16       | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 60                  | 65        | 76       | 91         | 109     |          |    |    |    |    |
| Last 10 Blow | 2.5 cm              |           | S =      | 0.25       | cm/blow |          |    |    |    |    |
| Pile No.     | 10                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>8</b> |    |    |    |    |
| Location     | A4                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |          |    |    |    |    |
| Date         | 26/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |          |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |          |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6        | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 38                  | 40        | 44       | 43         | 50      | 56       | 62 | 70 | 58 | 63 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16       | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 67                  | 69        | 75       | 86         | 114     |          |    |    |    |    |
| Last 10 Blow | 2.6 cm              |           | S =      | 0.26       | cm/blow |          |    |    |    |    |
| Pile No.     | 36                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>9</b> |    |    |    |    |
| Location     | B3                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |          |    |    |    |    |
| Date         | 25/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |          |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |          |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6        | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 39                  | 41        | 42       | 45         | 48      | 53       | 64 | 70 | 65 | 56 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16       | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 51                  | 64        | 73       | 90         | 127     |          |    |    |    |    |
| Last 10 Blow | 1.8 cm              |           | S =      | 0.18       | cm/blow |          |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.11 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 10-12

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 13                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>10</b> |    |    |    |    |
| Location     | A5                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 25/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 40                  | 40        | 43       | 46         | 51      | 56        | 69 | 53 | 53 | 58 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 64                  | 71        | 77       | 87         | 107     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow | 2.5 cm              |           | S =      | 0.25       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 12                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>11</b> |    |    |    |    |
| Location     | A5                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 25/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 38                  | 38        | 43       | 45         | 52      | 61        | 66 | 71 | 54 | 53 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 58                  | 65        | 81       | 93         | 105     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow | 2.6 cm              |           | S =      | 0.26       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 38                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>12</b> |    |    |    |    |
| Location     | B4                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 24/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 41                  | 44        | 43       | 45         | 48      | 49        | 60 | 67 | 71 | 66 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 61                  | 70        | 77       | 92         | 131     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow | 1.8 cm              |           | S =      | 0.18       | cm/blow |           |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.12 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 13-15

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 40                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>13</b> |    |    |    |    |
| Location     | B4                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 24/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 40                  | 42        | 44       | 46         | 51      | 61        | 72 | 60 | 57 | 60 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 65                  | 69        | 76       | 88         | 107     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.5 cm    |          | S = 0.25   |         | cm/blow   |    |    |    |    |
| Pile No.     | 39                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>14</b> |    |    |    |    |
| Location     | B4                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 21/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 39                  | 40        | 43       | 46         | 51      | 56        | 61 | 66 | 60 | 52 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 48                  | 51        | 56       | 80         | 114     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.3 cm    |          | S = 0.23   |         | cm/blow   |    |    |    |    |
| Pile No.     | 41                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>15</b> |    |    |    |    |
| Location     | B4                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 21/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 41                  | 41        | 44       | 55         | 62      | 88        | 60 | 60 | 68 | 71 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 72                  | 76        | 85       | 91         | 125     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2 cm      |          | S = 0.20   |         | cm/blow   |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.13 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 16-18

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 46                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>16</b> |    |    |    |    |
| Location     | B5                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 20/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 40                  | 41        | 41       | 44         | 47      | 51        | 56 | 62 | 66 | 56 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 51                  | 57        | 71       | 60         | 114     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.5 cm    |          | S = 0.25   |         | cm/blow   |    |    |    |    |
| Pile No.     | 42                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>17</b> |    |    |    |    |
| Location     | B5                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 19/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 42                  | 44        | 43       | 45         | 47      | 60        | 66 | 61 | 57 | 51 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 47                  | 52        | 60       | 82         | 110     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.3 cm    |          | S = 0.23   |         | cm/blow   |    |    |    |    |
| Pile No.     | 99                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>18</b> |    |    |    |    |
| Location     | C5                  | P.Top     | -0.60 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 18/1/2555           | P.Tip     | -40.40 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 41                  | 41        | 44       | 46         | 50      | 59        | 81 | 77 | 70 | 70 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 83                  | 106       |          |            |         |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2 cm      |          | S = 0.20   |         | cm/blow   |    |    |    |    |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่ควรนำข้อมูลไปใช้ในการค้า

ตารางที่ 4.14 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 19-21

|              |                     |           |          |                  |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 44                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L)       | 41.00 m | <b>19</b> |    |    |    |    |
| Location     | B5                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile       | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 18/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |                  |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |                  |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4                | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 38                  | 40        | 41       | 45               | 47      | 55        | 64 | 68 | 73 | 66 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14               | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 61                  | 56        | 71       | 83               | 118     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.4 cm    |          | S = 0.24 cm/blow |         |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 43                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L)       | 41.00 m | <b>20</b> |    |    |    |    |
| Location     | B5                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile       | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 17/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |                  |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |                  |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4                | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 40                  | 43        | 46       | 51               | 56      | 52        | 51 | 52 | 66 | 65 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14               | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 62                  | 62        | 71       | 79               | 112     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.6 cm    |          | S = 0.26 cm/blow |         |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 145                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L)       | 41.00 m | <b>21</b> |    |    |    |    |
| Location     | C7                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile       | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 5/1/2555            | P.Tip     | -42.50 m |                  |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |                  |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4                | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 40                  | 41        | 44       | 47               | 47      | 51        | 55 | 50 | 47 | 44 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14               | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 53                  | 70        | 88       | 97               | 126     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 1.7 cm    |          | S = 0.17 cm/blow |         |           |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.15 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 22-24

|              |                     |           |          |                  |         |           |    |    |    |     |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------------|---------|-----------|----|----|----|-----|
| Pile No.     | 138                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L)       | 41.00 m | <b>22</b> |    |    |    |     |
| Location     | C7                  | P.Top     | -0.90 m  | W. of Pile       | 27.35 t |           |    |    |    |     |
| Date         | 5/1/2555            | P.Tip     | -40.10 m |                  |         |           |    |    |    |     |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |                  |         |           |    |    |    |     |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4                | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10  |
|              | 41                  | 40        | 41       | 45               | 46      | 48        | 52 | 56 | 61 | 63  |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14               | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20  |
|              | 68                  | 73        | 82       | 110              |         |           |    |    |    |     |
| Last 10 Blow |                     | 1.9 cm    |          | S = 0.19 cm/blow |         |           |    |    |    |     |
| Pile No.     | 147                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L)       | 41.00 m | <b>23</b> |    |    |    |     |
| Location     | C8                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile       | 27.35 t |           |    |    |    |     |
| Date         | 6/1/2555            | P.Tip     | -42.50 m |                  |         |           |    |    |    |     |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |                  |         |           |    |    |    |     |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4                | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10  |
|              | 41                  | 46        | 55       | 60               | 62      | 66        | 73 | 54 | 60 | 63  |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14               | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20  |
|              | 60                  | 75        | 86       | 94               | 116     |           |    |    |    |     |
| Last 10 Blow |                     | 1.8 cm    |          | S = 0.18 cm/blow |         |           |    |    |    |     |
| Pile No.     | 15                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L)       | 41.00 m | <b>24</b> |    |    |    |     |
| Location     | A6                  | P.Top     | -3.00 m  | W. of Pile       | 27.35 t |           |    |    |    |     |
| Date         | 6/1/2555            | P.Tip     | -44.00 m |                  |         |           |    |    |    |     |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |                  |         |           |    |    |    |     |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4                | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10  |
|              | 36                  | 40        | 41       | 41               | 44      | 46        | 44 | 46 | 49 | 51  |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14               | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20  |
|              | 54                  | 50        | 51       | 53               | 52      | 51        | 54 | 56 | 77 | 106 |
| Last 10 Blow |                     | 1.6 cm    |          | S = 0.16 cm/blow |         |           |    |    |    |     |

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากล่าวตักเตือน ออกพิมพ์แบบให้ลดเบี่ยงเบนไป และต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารชุดเครื่องที่มีกรีนไป

ตารางที่ 4.16 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 25-27

|              |                     |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|------|----|---------|----|----|-----------|
| Pile No.     | 14                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m |      |    |         |    |    | <b>25</b> |
| Location     | A6                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |      |    |         |    |    |           |
| Date         | 7/1/2555            | P.Tip     | -42.50 m |            |         |      |    |         |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6    | 7  | 8       | 9  | 10 |           |
|              | 39                  | 41        | 48       | 50         | 54      | 53   | 55 | 56      | 54 | 58 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16   | 17 | 18      | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 1.2 cm    |          | S =        |         | 0.12 |    | cm/blow |    |    |           |
| Pile No.     | 146                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m |      |    |         |    |    | <b>26</b> |
| Location     | C8                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |      |    |         |    |    |           |
| Date         | 4/1/2555            | P.Tip     | -42.50 m |            |         |      |    |         |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6    | 7  | 8       | 9  | 10 |           |
|              | 40                  | 41        | 44       | 51         | 54      | 56   | 53 | 50      | 48 | 52 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16   | 17 | 18      | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 2 cm      |          | S =        |         | 0.20 |    | cm/blow |    |    |           |
| Pile No.     | 139                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m |      |    |         |    |    | <b>27</b> |
| Location     | C7                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |      |    |         |    |    |           |
| Date         | 4/1/2555            | P.Tip     | -42.50 m |            |         |      |    |         |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6    | 7  | 8       | 9  | 10 |           |
|              | 38                  | 41        | 44       | 48         | 52      | 55   | 58 | 63      | 50 | 47 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16   | 17 | 18      | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 1.9 cm    |          | S =        |         | 0.19 |    | cm/blow |    |    |           |

ตารางที่ 4.17 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 28-30

|              |                     |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|------|----|---------|----|----|-----------|
| Pile No.     | 141                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m |      |    |         |    |    | <b>28</b> |
| Location     | C8                  | P.Top     | -2.10 m  | W. of Pile | 27.35 t |      |    |         |    |    |           |
| Date         | 29/12/2554          | P.Tip     | -43.10 m |            |         |      |    |         |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6    | 7  | 8       | 9  | 10 |           |
|              | 41                  | 41        | 40       | 42         | 43      | 46   | 47 | 44      | 42 | 41 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16   | 17 | 18      | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 2 cm      |          | S =        |         | 0.20 |    | cm/blow |    |    |           |
| Pile No.     | 140                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m |      |    |         |    |    | <b>29</b> |
| Location     | C8                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |      |    |         |    |    |           |
| Date         | 29/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |      |    |         |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6    | 7  | 8       | 9  | 10 |           |
|              | 33                  | 40        | 40       | 43         | 43      | 47   | 45 | 41      | 46 | 50 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16   | 17 | 18      | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 2 cm      |          | S =        |         | 0.20 |    | cm/blow |    |    |           |
| Pile No.     | 49                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m |      |    |         |    |    | <b>30</b> |
| Location     | B6                  | P.Top     | -3.00 m  | W. of Pile | 27.35 t |      |    |         |    |    |           |
| Date         | 24/12/2554          | P.Tip     | -44.00 m |            |         |      |    |         |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6    | 7  | 8       | 9  | 10 |           |
|              | 39                  | 41        | 43       | 41         | 40      | 43   | 46 | 48      | 44 | 44 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16   | 17 | 18      | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 2.4 cm    |          | S =        |         | 0.24 |    | cm/blow |    |    |           |

ตารางที่ 4.18 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 31-33

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 52                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>31</b> |    |    |    |    |
| Location     | B6                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 24/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 38                  | 40        | 41       | 39         | 37      | 36        | 36 | 41 | 46 | 51 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 1.3 cm    | S =      | 0.13       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 54                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>32</b> |    |    |    |    |
| Location     | B6                  | P.Top     | -3.00 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 23/1/2554           | P.Tip     | -44.00 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 45                  | 41        | 42       | 43         | 45      | 46        | 43 | 43 | 44 | 46 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 2.6 cm    | S =      | 0.26       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 51                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>33</b> |    |    |    |    |
| Location     | B6                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 23/1/2554           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 40                  | 42        | 41       | 42         | 43      | 45        | 46 | 51 | 48 | 51 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 2.5 cm    | S =      | 0.25       | cm/blow |           |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.19 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 34-36

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 48                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>34</b> |    |    |    |    |
| Location     | B6                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 23/1/2554           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 39                  | 41        | 41       | 43         | 45      | 46        | 49 | 53 | 50 | 47 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 2.3 cm    | S =      | 0.23       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 53                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>35</b> |    |    |    |    |
| Location     | B6                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 23/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 43                  | 43        | 45       | 46         | 50      | 56        | 49 | 51 | 51 | 56 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 2.4 cm    | S =      | 0.24       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 62                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>36</b> |    |    |    |    |
| Location     | B8                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 18/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 41                  | 41        | 43       | 41         | 41      | 47        | 51 | 55 | 59 | 48 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 2.9 cm    | S =      | 0.29       | cm/blow |           |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.20 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 37-39

|              |                     |           |          |            |         |    |    |    |    |    |           |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|----|----|----|----|----|-----------|
| Pile No.     | 59                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L  | 41.00 m |    |    |    |    |    | <b>37</b> |
| Location     | B8                  | P.Top     | -3.00 m  | W. of Pile | 27.35 t |    |    |    |    |    |           |
| Date         | 17/12/2554          | P.Tip     | -44.00 m |            |         |    |    |    |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |    |    |    |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |           |
|              | 33                  | 33        | 35       | 38         | 41      | 41 | 40 | 38 | 41 | 43 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 2.4 cm    | S =      | 0.24       | cm/blow |    |    |    |    |    |           |
| Pile No.     | 63                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L  | 41.00 m |    |    |    |    |    | <b>38</b> |
| Location     | B8                  | P.Top     | -3.00 m  | W. of Pile | 27.35 t |    |    |    |    |    |           |
| Date         | 17/12/2554          | P.Tip     | -44.00 m |            |         |    |    |    |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |    |    |    |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |           |
|              | 37                  | 41        | 43       | 45         | 47      | 41 | 44 | 41 | 40 | 39 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 2.5 cm    | S =      | 0.25       | cm/blow |    |    |    |    |    |           |
| Pile No.     | 58                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L  | 41.00 m |    |    |    |    |    | <b>39</b> |
| Location     | B8                  | P.Top     | -3.00 m  | W. of Pile | 27.35 t |    |    |    |    |    |           |
| Date         | 16/12/2554          | P.Tip     | -44.00 m |            |         |    |    |    |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |    |    |    |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |           |
|              | 31                  | 42        | 41       | 37         | 39      | 41 | 40 | 36 | 33 | 35 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 2.4 cm    | S =      | 0.24       | cm/blow |    |    |    |    |    |           |

ตารางที่ 4.21 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 40-42

|              |                     |           |          |            |         |    |    |    |    |    |           |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|----|----|----|----|----|-----------|
| Pile No.     | 66                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L  | 41.00 m |    |    |    |    |    | <b>40</b> |
| Location     | B7                  | P.Top     | -3.00 m  | W. of Pile | 27.35 t |    |    |    |    |    |           |
| Date         | 16/12/2554          | P.Tip     | -44.00 m |            |         |    |    |    |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |    |    |    |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |           |
|              | 38                  | 43        | 46       | 44         | 45      | 41 | 37 | 33 | 32 | 33 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 2.3 cm    | S =      | 0.23       | cm/blow |    |    |    |    |    |           |
| Pile No.     | 61                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L  | 41.00 m |    |    |    |    |    | <b>41</b> |
| Location     | B8                  | P.Top     | -2.70 m  | W. of Pile | 27.35 t |    |    |    |    |    |           |
| Date         | 16/12/2554          | P.Tip     | -42.20 m |            |         |    |    |    |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |    |    |    |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |           |
|              | 32                  | 28        | 41       | 41         | 42      | 41 | 38 | 55 | 55 | 58 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 1.2 cm    | S =      | 0.12       | cm/blow |    |    |    |    |    |           |
| Pile No.     | 5                   | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L  | 41.00 m |    |    |    |    |    | <b>42</b> |
| Location     | A8                  | P.Top     | -1.20 m  | W. of Pile | 27.35 t |    |    |    |    |    |           |
| Date         | 15/12/2554          | P.Tip     | -42.20 m |            |         |    |    |    |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |    |    |    |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |           |
|              | 41                  | 43        | 43       | 41         | 45      | 61 | 55 | 49 | 44 | 41 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |           |
| Last 10 Blow |                     | 0.9 cm    | S =      | 0.09       | cm/blow |    |    |    |    |    |           |

ตารางที่ 4.22 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 43-45

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 57                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>43</b> |    |    |    |    |
| Location     | B8                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 15/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 45                  | 53        | 56       | 58         | 60      | 61        | 56 | 53 | 55 | 56 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 59                  | 65        | 66       | 71         | 125     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 1.9 cm    |          | S = 0.19   |         | cm/blow   |    |    |    |    |
| Pile No.     | 55                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>44</b> |    |    |    |    |
| Location     | B7                  | P.Top     | -4.20 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 14/12/2554          | P.Tip     | -44.00 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 31                  | 35        | 42       | 40         | 44      | 45        | 52 | 54 | 56 | 58 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 71                  | 55        | 50       | 39         | 43      | 44        | 46 | 48 | 56 | 69 |
| Last 10 Blow |                     | 2.2 cm    |          | S = 0.22   |         | cm/blow   |    |    |    |    |
| Pile No.     | 18                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>45</b> |    |    |    |    |
| Location     | A8                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 14/12/2554          | P.Tip     | -41.00 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 33                  | 36        | 36       | 41         | 44      | 42        | 38 | 34 | 38 | 45 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 66                  | 74        | 83       | 88         | 121     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 1.7 cm    |          | S = 0.17   |         | cm/blow   |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.23 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 46-48

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 17                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>46</b> |    |    |    |    |
| Location     | A7                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 13/12/2554          | P.Tip     | -41.00 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 55                  | 56        | 51       | 47         | 45      | 42        | 35 | 38 | 41 | 44 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 43                  | 42        | 44       | 46         | 47      | 52        | 56 | 67 | 66 | 70 |
| Last 10 Blow |                     | 2.3 cm    |          | S = 0.23   |         | cm/blow   |    |    |    |    |
| Pile No.     | 16                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>47</b> |    |    |    |    |
| Location     | A7                  | P.Top     | -3.00 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 12/12/2554          | P.Tip     | -44.00 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 35                  | 37        | 45       | 47         | 44      | 40        | 38 | 34 | 36 | 34 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 34                  | 31        | 40       | 41         | 43      | 81        | 77 | 86 | 84 | 88 |
| Last 10 Blow |                     | 2 cm      |          | S = 0.20   |         | cm/blow   |    |    |    |    |
| Pile No.     | 4                   | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>48</b> |    |    |    |    |
| Location     | A7                  | P.Top     | -3.00 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 12/12/2554          | P.Tip     | -44.00 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 30                  | 36        | 35       | 34         | 36      | 38        | 42 | 48 | 50 | 52 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 53                  | 55        | 57       | 61         | 58      | 54        | 55 | 57 | 63 | 77 |
| Last 10 Blow |                     | 2.8 cm    |          | S = 0.28   |         | cm/blow   |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.24 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 49-51

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 111                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>49</b> |    |    |    |    |
| Location     | C4                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 27/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 50                  | 50        | 56       | 56         | 58      | 60        | 64 | 68 | 70 | 73 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 75                  | 84        | 88       | 96         | 120     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.4 cm    | S =      | 0.24       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 112                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>50</b> |    |    |    |    |
| Location     | C4                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 27/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 48                  | 50        | 51       | 55         | 59      | 62        | 67 | 68 | 71 | 75 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 80                  | 81        | 88       | 93         | 118     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.6 cm    | S =      | 0.26       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 106                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>51</b> |    |    |    |    |
| Location     | C1                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 26/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 50                  | 50        | 51       | 54         | 56      | 58        | 60 | 65 | 67 | 70 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 74                  | 78        | 86       | 95         | 106     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.8 cm    | S =      | 0.28       | cm/blow |           |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.25 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 52-54

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 109                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>52</b> |    |    |    |    |
| Location     | C3                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 26/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 48                  | 50        | 50       | 56         | 56      | 60        | 60 | 68 | 73 | 75 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 76                  | 80        | 88       | 96         | 108     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.8 cm    | S =      | 0.28       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 110                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>53</b> |    |    |    |    |
| Location     | C3                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 26/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 50                  | 50        | 57       | 58         | 60      | 61        | 60 | 74 | 75 | 80 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 81                  | 85        | 87       | 94         | 110     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.7 cm    | S =      | 0.27       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 85                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>54</b> |    |    |    |    |
| Location     | C1                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 25/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 57                  | 60        | 65       | 70         | 71      | 75        | 80 | 80 | 81 | 85 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 87                  | 89        | 90       | 95         | 110     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.5 cm    | S =      | 0.25       | cm/blow |           |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.26 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 55-57

|              |                     |           |          |            |         |           |         |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|---------|----|----|----|
| Pile No.     | 108                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>55</b> |         |    |    |    |
| Location     | C2                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |         |    |    |    |
| Date         | 25/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |         |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |         |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7       | 8  | 9  | 10 |
|              | 50                  | 50        | 51       | 56         | 60      | 65        | 70      | 74 | 80 | 84 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17      | 18 | 19 | 20 |
|              | 85                  | 85        | 90       | 98         | 115     |           |         |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.5 cm    |          | S =        | 0.25    |           | cm/blow |    |    |    |
| Pile No.     | 107                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>56</b> |         |    |    |    |
| Location     | C2                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |         |    |    |    |
| Date         | 25/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |         |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |         |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7       | 8  | 9  | 10 |
|              | 55                  | 56        | 55       | 59         | 60      | 60        | 67      | 70 | 78 | 80 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17      | 18 | 19 | 20 |
|              | 85                  | 85        | 94       | 97         | 113     |           |         |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.6 cm    |          | S =        | 0.26    |           | cm/blow |    |    |    |
| Pile No.     | 3                   | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>57</b> |         |    |    |    |
| Location     | A6                  | P.Top     | -2.10 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |         |    |    |    |
| Date         | 9/1/2555            | P.Tip     | -43.10 m |            |         |           |         |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |         |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7       | 8  | 9  | 10 |
|              | 37                  | 41        | 41       | 43         | 44      | 47        | 40      | 41 | 44 | 41 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17      | 18 | 19 | 20 |
|              | 41                  | 48        | 66       | 71         | 78      | 90        | 115     |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 1.4 cm    |          | S =        | 0.14    |           | cm/blow |    |    |    |

ตารางที่ 4.27 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 58-60

|              |                     |           |          |            |         |           |         |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|---------|----|----|----|
| Pile No.     | 137                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>58</b> |         |    |    |    |
| Location     | B6                  | P.Top     | -0.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |         |    |    |    |
| Date         | 9/1/2555            | P.Tip     | -41.50 m |            |         |           |         |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |         |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7       | 8  | 9  | 10 |
|              | 42                  | 45        | 46       | 51         | 56      | 56        | 60      | 66 | 75 | 94 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17      | 18 | 19 | 20 |
|              | 135                 |           |          |            |         |           |         |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 1.4 cm    |          | S =        | 0.14    |           | cm/blow |    |    |    |
| Pile No.     | 93                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>59</b> |         |    |    |    |
| Location     | C4                  | P.Top     | 0.60 m   | W. of Pile | 27.35 t |           |         |    |    |    |
| Date         | 9/1/2555            | P.Tip     | -40.40 m |            |         |           |         |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |         |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7       | 8  | 9  | 10 |
|              | 50                  | 60        | 65       | 67         | 70      | 70        | 78      | 80 | 87 | 95 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17      | 18 | 19 | 20 |
|              | 100                 | 140       |          |            |         |           |         |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.1 cm    |          | S =        | 0.21    |           | cm/blow |    |    |    |
| Pile No.     | 102                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>60</b> |         |    |    |    |
| Location     | C5                  | P.Top     | 3.60 m   | W. of Pile | 27.35 t |           |         |    |    |    |
| Date         | 9/1/2555            | P.Tip     | -37.40 m |            |         |           |         |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |         |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7       | 8  | 9  | 10 |
|              | 140                 | 150       | 156      |            |         |           |         |    |    |    |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17      | 18 | 19 | 20 |
| Last 10 Blow |                     | 1.5 cm    |          | S =        | 0.15    |           | cm/blow |    |    |    |

ตารางที่ 4.28 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 61-63

|              |                     |           |          |            |         |           |    |     |     |     |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|-----|-----|-----|
| Pile No.     | 103                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>61</b> |    |     |     |     |
| Location     | C5                  | P.Top     | 0.30 m   | W. of Pile | 27.35 t |           |    |     |     |     |
| Date         | 11/1/2555           | P.Tip     | -40.70 m |            |         |           |    |     |     |     |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |     |     |     |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8   | 9   | 10  |
|              | 50                  | 50        | 57       | 60         | 65      | 68        | 70 | 76  | 95  | 100 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18  | 19  | 20  |
|              | 105                 |           |          |            |         |           |    |     |     |     |
| Last 10 Blow |                     | 2.7 cm    | S =      | 0.27       | cm/blow |           |    |     |     |     |
| Pile No.     | 101                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>62</b> |    |     |     |     |
| Location     | C5                  | P.Top     | 0.30 m   | W. of Pile | 27.35 t |           |    |     |     |     |
| Date         | 11/1/2555           | P.Tip     | -39.20 m |            |         |           |    |     |     |     |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |     |     |     |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8   | 9   | 10  |
|              | 50                  | 55        | 60       | 65         | 67      | 70        | 85 | 105 | 110 |     |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18  | 19  | 20  |
| Last 10 Blow |                     | 2.6 cm    | S =      | 0.26       | cm/blow |           |    |     |     |     |
| Pile No.     | 100                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>63</b> |    |     |     |     |
| Location     | C5                  | P.Top     | 0.60 m   | W. of Pile | 27.35 t |           |    |     |     |     |
| Date         | 10/1/2555           | P.Tip     | -40.40 m |            |         |           |    |     |     |     |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |     |     |     |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8   | 9   | 10  |
|              | 50                  | 57        | 57       | 60         | 65      | 67        | 68 | 72  | 78  | 79  |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18  | 19  | 20  |
|              | 90                  | 110       |          |            |         |           |    |     |     |     |
| Last 10 Blow |                     | 2.6 cm    | S =      | 0.26       | cm/blow |           |    |     |     |     |

ตารางที่ 4.29 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 64-66

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |     |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|-----|
| Pile No.     | 105                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>64</b> |    |    |    |     |
| Location     | C5                  | P.Top     | 0.00 m   | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |     |
| Date         | 10/1/2555           | P.Tip     | -41.00 m |            |         |           |    |    |    |     |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |     |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10  |
|              | 50                  | 54        | 54       | 62         | 67      | 70        | 85 | 90 | 98 | 145 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20  |
| Last 10 Blow |                     | 2 cm      | S =      | 0.20       | cm/blow |           |    |    |    |     |
| Pile No.     | 136                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>65</b> |    |    |    |     |
| Location     | C2                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |     |
| Date         | 10/1/2555           | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |     |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |     |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10  |
|              | 40                  | 41        | 41       | 43         | 46      | 46        | 48 | 51 | 54 | 55  |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20  |
|              | 60                  | 60        | 77       | 86         | 115     |           |    |    |    |     |
| Last 10 Blow |                     | cm        | S =      | 0.00       | cm/blow |           |    |    |    |     |
| Pile No.     | 96                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>66</b> |    |    |    |     |
| Location     | A6                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |     |
| Date         | 5/1/2555            | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |     |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |     |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10  |
|              | 40                  | 40        | 45       | 54         | 65      | 70        | 70 | 68 | 70 | 73  |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20  |
|              | 75                  | 80        | 91       | 96         | 120     |           |    |    |    |     |
| Last 10 Blow |                     | 2.4 cm    | S =      | 0.24       | cm/blow |           |    |    |    |     |

ตารางที่ 4.30 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 67-69

|              |                     |           |          |            |         |           |     |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|-----|----|----|----|
| Pile No.     | 97                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>67</b> |     |    |    |    |
| Location     | A4                  | P.Top     | 0.60 m   | W. of Pile | 27.35 t |           |     |    |    |    |
| Date         | 5/1/2555            | P.Tip     | -40.40 m |            |         |           |     |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |     |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7   | 8  | 9  | 10 |
|              | 45                  | 50        | 50       | 51         | 57      | 60        | 74  | 75 | 80 | 80 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17  | 18 | 19 | 20 |
|              | 82                  | 130       |          |            |         |           |     |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.3 cm    |          | S = 0.23   |         | cm/blow   |     |    |    |    |
| Pile No.     | 92                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>68</b> |     |    |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | -2.10 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |     |    |    |    |
| Date         | 29/12/2554          | P.Tip     | -43.10 m |            |         |           |     |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |     |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7   | 8  | 9  | 10 |
|              | 28                  | 31        | 34       | 35         | 32      | 31        | 35  | 36 | 39 | 10 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17  | 18 | 19 | 20 |
|              | 22                  | 30        | 34       | 58         | 65      | 85        | 109 |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 3.3 cm    |          | S = 0.33   |         | cm/blow   |     |    |    |    |
| Pile No.     | 94                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>69</b> |     |    |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | -1.80 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |     |    |    |    |
| Date         | 29/12/2554          | P.Tip     | -41.80 m |            |         |           |     |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |     |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7   | 8  | 9  | 10 |
|              | 24                  | 32        | 35       | 36         | 33      | 30        | 33  | 39 | 47 | 56 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17  | 18 | 19 | 20 |
|              | 88                  | 130       |          |            |         |           |     |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.6 cm    |          | S = 0.26   |         | cm/blow   |     |    |    |    |

ตารางที่ 4.31 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 70-72

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 88                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>70</b> |    |    |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | -1.80 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 28/12/2554          | P.Tip     | -42.80 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 24                  | 33        | 34       | 40         | 40      | 40        | 38 | 39 | 41 | 40 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 42                  | 44        | 58       | 64         | 79      | 117       |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.75 cm   |          | S = 0.28   |         | cm/blow   |    |    |    |    |
| Pile No.     | 90                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>71</b> |    |    |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | -1.80 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 28/12/2554          | P.Tip     | -42.80 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 30                  | 34        | 44       | 46         | 44      | 40        | 48 | 38 | 40 | 42 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 48                  | 49        | 56       | 70         | 84      | 130       |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.3 cm    |          | S = 0.23   |         | cm/blow   |    |    |    |    |
| Pile No.     | 89                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>72</b> |    |    |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | -3.00 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 28/12/2554          | P.Tip     | -44.00 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 20                  | 23        | 22       | 21         | 29      | 23        | 25 | 28 | 28 | 31 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 32                  | 33        | 35       | 38         | 42      | 44        | 48 | 52 | 60 | 75 |
| Last 10 Blow |                     | 4.3 cm    |          | S = 0.43   |         | cm/blow   |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.32 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 73-75

|              |                     |           |          |            |         |           |    |     |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|-----|----|----|
| Pile No.     | 91                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>73</b> |    |     |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | -1.80 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |     |    |    |
| Date         | 28/12/2554          | P.Tip     | -42.80 m |            |         |           |    |     |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |     |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8   | 9  | 10 |
|              | 28                  | 31        | 35       | 36         | 34      | 30        | 30 | 34  | 39 | 42 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18  | 19 | 20 |
|              | 44                  | 48        | 52       | 67         | 82      | 125       |    |     |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.35 cm   |          | S =        | 0.24    | cm/blow   |    |     |    |    |
| Pile No.     | 33                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>74</b> |    |     |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |     |    |    |
| Date         | 27/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |     |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |     |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8   | 9  | 10 |
|              | 34                  | 39        | 45       | 45         | 41      | 40        | 37 | 35  | 20 | 18 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18  | 19 | 20 |
|              | 25                  | 30        | 35       | 38         | 44      | 50        | 53 | 69  | 66 | 80 |
| Last 10 Blow |                     | 3.7 cm    |          | S =        | 0.37    | cm/blow   |    |     |    |    |
| Pile No.     | 34                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>75</b> |    |     |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | -0.90 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |     |    |    |
| Date         | 27/12/2554          | P.Tip     | -41.90 m |            |         |           |    |     |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |     |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8   | 9  | 10 |
|              | 32                  | 36        | 40       | 48         | 43      | 41        | 45 | 43  | 46 | 48 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18  | 19 | 20 |
|              | 45                  | 50        | 41       | 41         | 60      | 68        | 80 | 104 |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.8 cm    |          | S =        | 0.28    | cm/blow   |    |     |    |    |

ตารางที่ 4.33 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 76-78

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |     |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|-----|----|
| Pile No.     | 35                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>76</b> |    |    |     |    |
| Location     |                     | P.Top     | -0.30 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |     |    |
| Date         | 27/12/2554          | P.Tip     | -41.30 m |            |         |           |    |    |     |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |     |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9   | 10 |
|              | 32                  | 36        | 39       | 41         | 38      | 43        | 45 | 49 | 49  | 50 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19  | 20 |
|              | 51                  | 58        | 55       | 62         | 79      | 115       |    |    |     |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.45 cm   |          | S =        | 0.25    | cm/blow   |    |    |     |    |
| Pile No.     | 114                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>77</b> |    |    |     |    |
| Location     | C4                  | P.Top     | -2.70 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |     |    |
| Date         | 17/12/2554          | P.Tip     | -43.70 m |            |         |           |    |    |     |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |     |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9   | 10 |
|              | 30                  | 30        | 31       | 32         | 36      | 35        | 35 | 38 | 39  | 40 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19  | 20 |
|              | 40                  | 41        | 45       | 48         | 51      | 60        | 86 | 85 | 105 |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.7 cm    |          | S =        | 0.27    | cm/blow   |    |    |     |    |
| Pile No.     | 113                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>78</b> |    |    |     |    |
| Location     | C3                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |     |    |
| Date         | 17/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |     |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |     |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9   | 10 |
|              | 28                  | 29        | 30       | 30         | 30      | 35        | 35 | 36 | 38  | 38 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19  | 20 |
|              | 40                  | 41        | 90       | 75         | 110     |           |    |    |     |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.9 cm    |          | S =        | 0.29    | cm/blow   |    |    |     |    |

ตารางที่ 4.34 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 79-81

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 104                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>79</b> |    |    |    |    |
| Location     | C3                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 17/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 30                  | 35        | 35       | 36         | 35      | 38        | 38 | 40 | 40 | 41 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 45                  | 59        | 78       | 88         | 105     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.5 cm    | S =      | 0.25       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 112                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>80</b> |    |    |    |    |
| Location     | C5                  | P.Top     | -3.00 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 16/12/2554          | P.Tip     | -44.00 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 40                  | 42        | 50       | 45         | 40      | 35        | 35 | 37 | 35 | 35 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 36                  | 40        | 40       | 45         | 45      | 46        | 48 | 50 | 65 | 70 |
| Last 10 Blow |                     | 2.9 cm    | S =      | 0.29       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 149                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>81</b> |    |    |    |    |
| Location     | C6                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 15/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 35                  | 40        | 45       | 45         | 40      | 40        | 43 | 45 | 45 | 46 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 46                  | 48        | 50       | 65         | 120     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.1 cm    | S =      | 0.21       | cm/blow |           |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.35 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 82-84

|              |                     |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|----|----|----|
| Pile No.     | 143                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>82</b> |    |    |    |    |
| Location     | C6                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 15/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 30                  | 40        | 40       | 50         | 55      | 50        | 51 | 52 | 56 | 60 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 62                  | 65        | 70       | 72         | 140     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 1.9 cm    | S =      | 0.19       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 148                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>83</b> |    |    |    |    |
| Location     | C5                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 15/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 45                  | 50        | 50       | 50         | 53      | 50        | 50 | 53 | 62 | 60 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 65                  | 65        | 75       | 86         | 150     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 1.4 cm    | S =      | 0.14       | cm/blow |           |    |    |    |    |
| Pile No.     | 157                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>84</b> |    |    |    |    |
| Location     | C7                  | P.Top     | 0.00 m   | W. of Pile | 27.35 t |           |    |    |    |    |
| Date         | 14/12/2554          | P.Tip     | -41.00 m |            |         |           |    |    |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |    |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8  | 9  | 10 |
|              | 25                  | 26        | 26       | 30         | 35      | 50        | 50 | 51 | 51 | 53 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18 | 19 | 20 |
|              | 56                  | 56        | 58       | 76         | 150     |           |    |    |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.4 cm    | S =      | 0.24       | cm/blow |           |    |    |    |    |

ตารางที่ 4.36 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 85-87

|              |                     |           |          |            |         |           |    |         |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|---------|----|----|
| Pile No.     | 151                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>85</b> |    |         |    |    |
| Location     | C7                  | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |         |    |    |
| Date         | 14/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |         |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |         |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8       | 9  | 10 |
|              | 30                  | 35        | 45       | 50         | 49      | 46        | 41 | 40      | 38 | 35 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18      | 19 | 20 |
|              | 30                  | 31        | 30       | 32         | 35      | 35        | 36 | 37      | 43 | 59 |
| Last 10 Blow |                     | 4.7 cm    |          | S =        |         | 0.47      |    | cm/blow |    |    |
| Pile No.     | 150                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>86</b> |    |         |    |    |
| Location     | C6                  | P.Top     | 0.00 m   | W. of Pile | 27.35 t |           |    |         |    |    |
| Date         | 14/12/2554          | P.Tip     | -41.00 m |            |         |           |    |         |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |         |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8       | 9  | 10 |
|              | 35                  | 40        | 40       | 39         | 60      | 55        | 53 | 56      | 60 | 62 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18      | 19 | 20 |
|              | 67                  | 70        | 70       | 75         | 145     |           |    |         |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.5 cm    |          | S =        |         | 0.25      |    | cm/blow |    |    |
| Pile No.     | 153                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>87</b> |    |         |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |         |    |    |
| Date         | 13/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |         |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |         |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8       | 9  | 10 |
|              | 28                  | 28        | 30       | 30         | 30      | 31        | 34 | 35      | 35 | 35 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18      | 19 | 20 |
|              | 35                  | 36        | 35       | 35         | 36      | 40        | 45 | 45      | 45 | 53 |
| Last 10 Blow |                     | 3.7 cm    |          | S =        |         | 0.37      |    | cm/blow |    |    |

ตารางที่ 4.37 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 88-90

|              |                     |           |          |            |         |           |    |         |    |    |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|-----------|----|---------|----|----|
| Pile No.     | 164                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>88</b> |    |         |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |           |    |         |    |    |
| Date         | 13/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |           |    |         |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |         |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8       | 9  | 10 |
|              | 25                  | 25        | 26       | 30         | 30      | 30        | 35 | 35      | 36 | 35 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18      | 19 | 20 |
|              | 34                  | 35        | 36       | 36         | 37      | 38        | 38 | 40      | 43 | 45 |
| Last 10 Blow |                     | 6.9 cm    |          | S =        |         | 0.69      |    | cm/blow |    |    |
| Pile No.     | 158                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>89</b> |    |         |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | 0.90 m   | W. of Pile | 27.35 t |           |    |         |    |    |
| Date         | 13/12/2554          | P.Tip     | -40.90 m |            |         |           |    |         |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |         |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8       | 9  | 10 |
|              | 25                  | 26        | 25       | 28         | 30      | 30        | 31 | 35      | 35 | 36 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18      | 19 | 20 |
|              | 36                  | 50        | 58       | 60         | 170     |           |    |         |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.8 cm    |          | S =        |         | 0.28      |    | cm/blow |    |    |
| Pile No.     | 152                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m | <b>90</b> |    |         |    |    |
| Location     |                     | P.Top     | 0.00 m   | W. of Pile | 27.35 t |           |    |         |    |    |
| Date         | 13/12/2554          | P.Tip     | -41.00 m |            |         |           |    |         |    |    |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |           |    |         |    |    |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6         | 7  | 8       | 9  | 10 |
|              | 35                  | 36        | 36       | 31         | 33      | 35        | 36 | 39      | 39 | 40 |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16        | 17 | 18      | 19 | 20 |
|              | 46                  | 46        | 52       | 65         | 140     |           |    |         |    |    |
| Last 10 Blow |                     | 2.3 cm    |          | S =        |         | 0.23      |    | cm/blow |    |    |

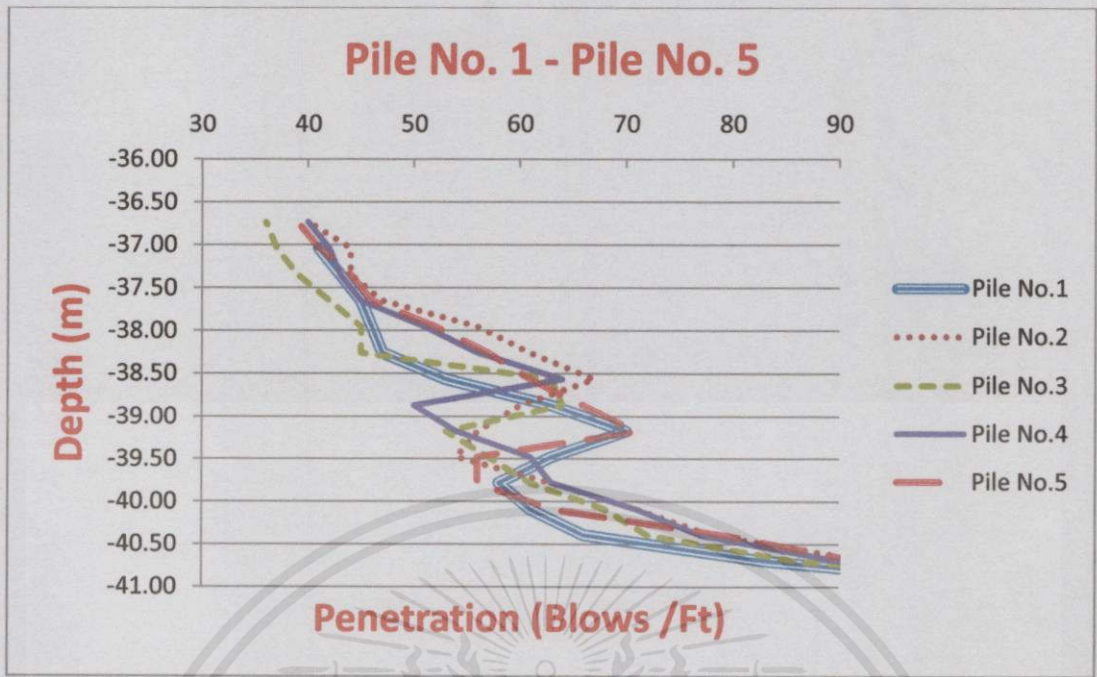
#### ตารางที่ 4.38 ข้อมูลการตอกของเสาเข็มเลขที่ 91-93

|              |                     |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|--------------|---------------------|-----------|----------|------------|---------|------|----|---------|----|----|-----------|
| Pile No.     | 165                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m |      |    |         |    |    | <b>91</b> |
| Location     |                     | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |      |    |         |    |    |           |
| Date         | 12/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |      |    |         |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6    | 7  | 8       | 9  | 10 |           |
|              | 27                  | 28        | 30       | 31         | 35      | 35   | 35 | 35      | 36 | 36 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16   | 17 | 18      | 19 | 20 |           |
|              | 35                  | 35        | 35       | 31         | 34      | 35   | 38 | 43      | 50 | 60 |           |
| Last 10 Blow |                     | 4.3 cm    |          | S =        |         | 0.43 |    | cm/blow |    |    |           |
| Pile No.     | 159                 | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m |      |    |         |    |    | <b>92</b> |
| Location     |                     | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |      |    |         |    |    |           |
| Date         | 12/12/2554          | P.Tip     | -42.50 m |            |         |      |    |         |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6    | 7  | 8       | 9  | 10 |           |
|              | 30                  | 30        | 30       | 31         | 35      | 37   | 38 | 37      | 35 | 34 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16   | 17 | 18      | 19 | 20 |           |
|              | 35                  | 35        | 35       | 35         | 38      | 39   | 40 | 46      | 46 | 59 |           |
| Last 10 Blow |                     | 3.6 cm    |          | S =        |         | 0.36 |    | cm/blow |    |    |           |
| Pile No.     | 95                  | Ground Lv | -1.50 m  | Length (L) | 41.00 m |      |    |         |    |    | <b>93</b> |
| Location     |                     | P.Top     | -1.50 m  | W. of Pile | 27.35 t |      |    |         |    |    |           |
| Date         | 7/12/554            | P.Tip     | -42.50 m |            |         |      |    |         |    |    |           |
| Blow count   | No. of Blows per Ft |           |          |            |         |      |    |         |    |    |           |
|              | 1                   | 2         | 3        | 4          | 5       | 6    | 7  | 8       | 9  | 10 |           |
|              | 45                  | 50        | 51       | 53         | 58      | 57   | 60 | 68      | 67 | 70 |           |
|              | 11                  | 12        | 13       | 14         | 15      | 16   | 17 | 18      | 19 | 20 |           |
|              | 74                  | 80        | 84       | 90         | 130     |      |    |         |    |    |           |
| Last 10 Blow |                     | 1.4 cm    |          | S =        |         | 0.14 |    | cm/blow |    |    |           |

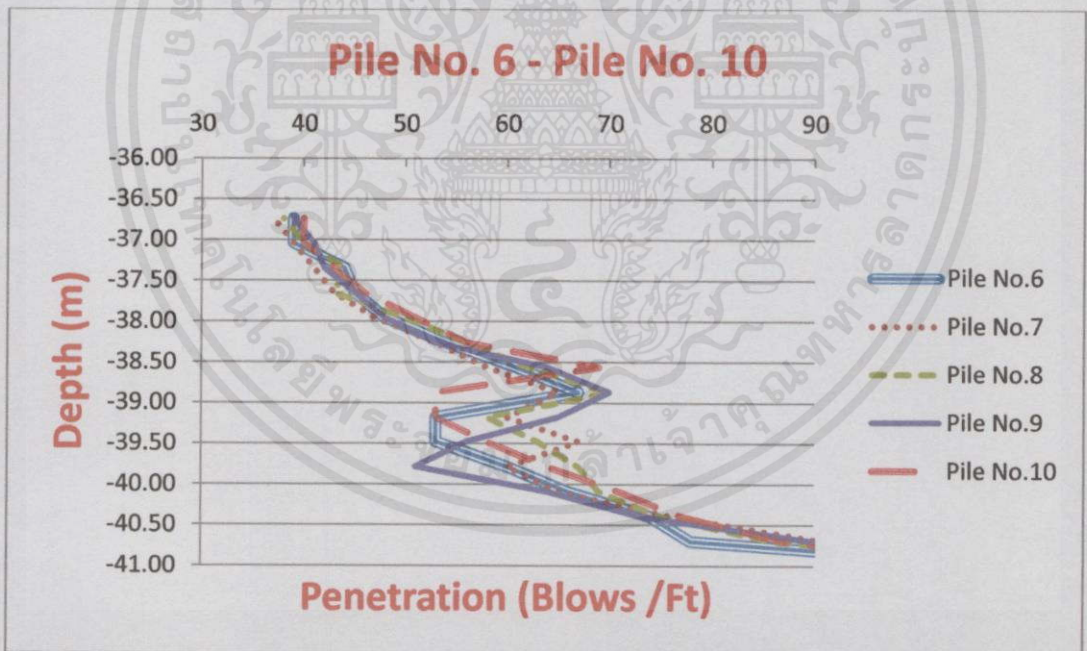
#### 4.3.2 ส่วนของการวิเคราะห์ข้อมูลเสาจากผลจากการตอกเสาเข็ม

ในส่วนนี้เป็นการหาความสัมพันธ์ของเสาเข็ม โดยดูจากแนวโน้มของกราฟระหว่างความลึก และจำนวนครั้งของการตอกต่อการยุบตัวของเสาเข็ม 1 ฟุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

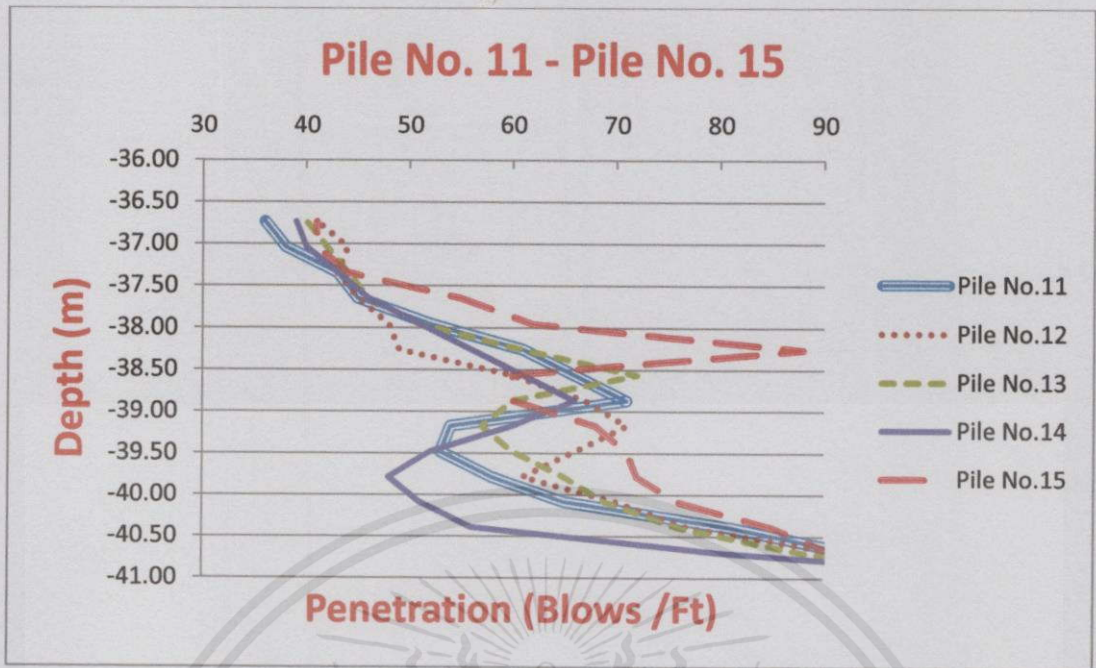


รูปที่ 4.1 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 1-5

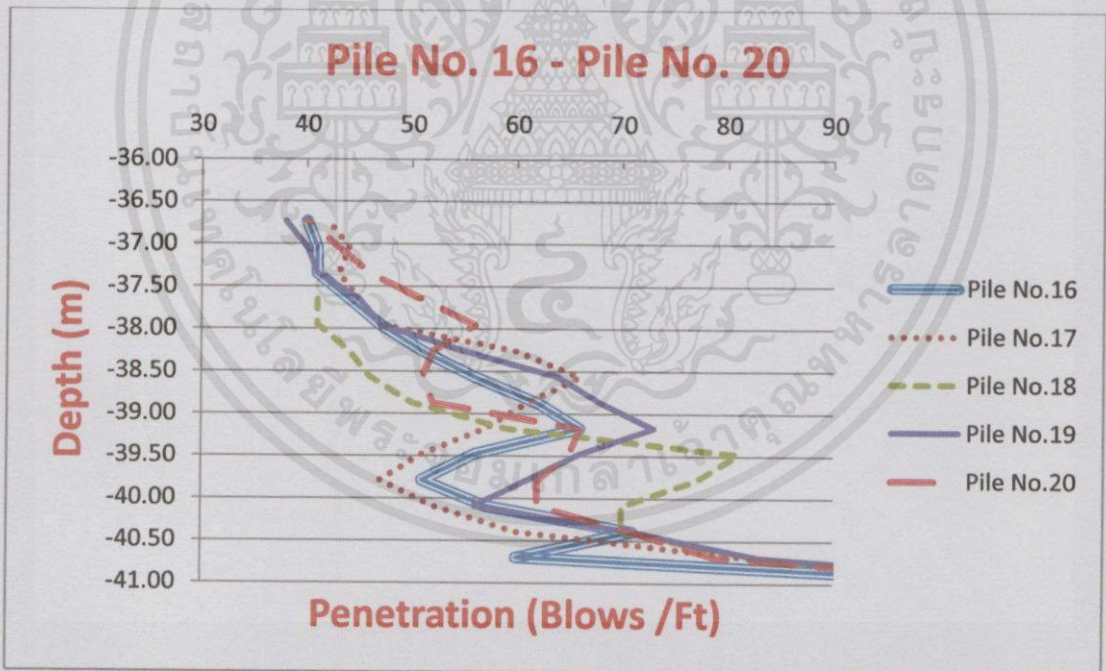


รูปที่ 4.2 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 6-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

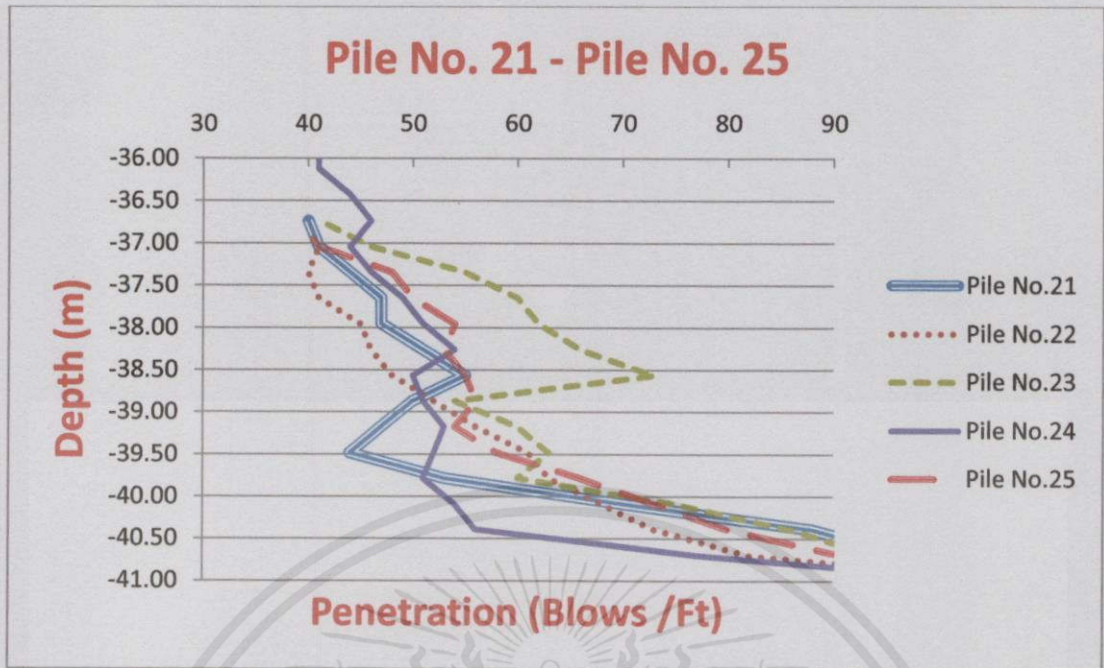


รูปที่ 4.3 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 11-15

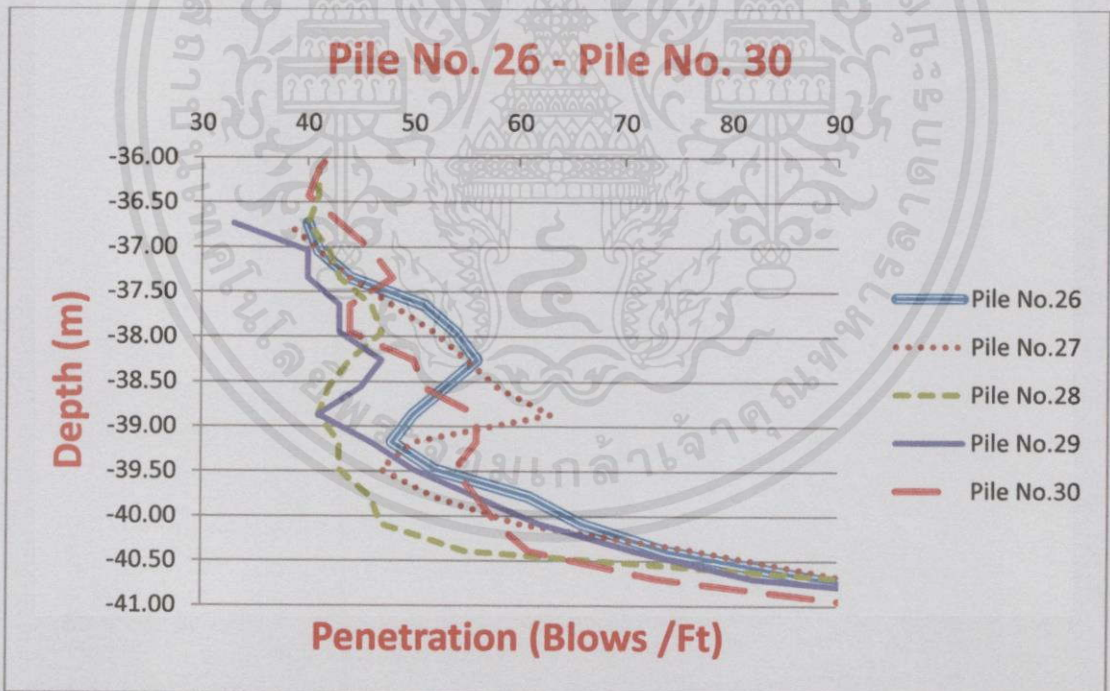


รูปที่ 4.4 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 16-20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

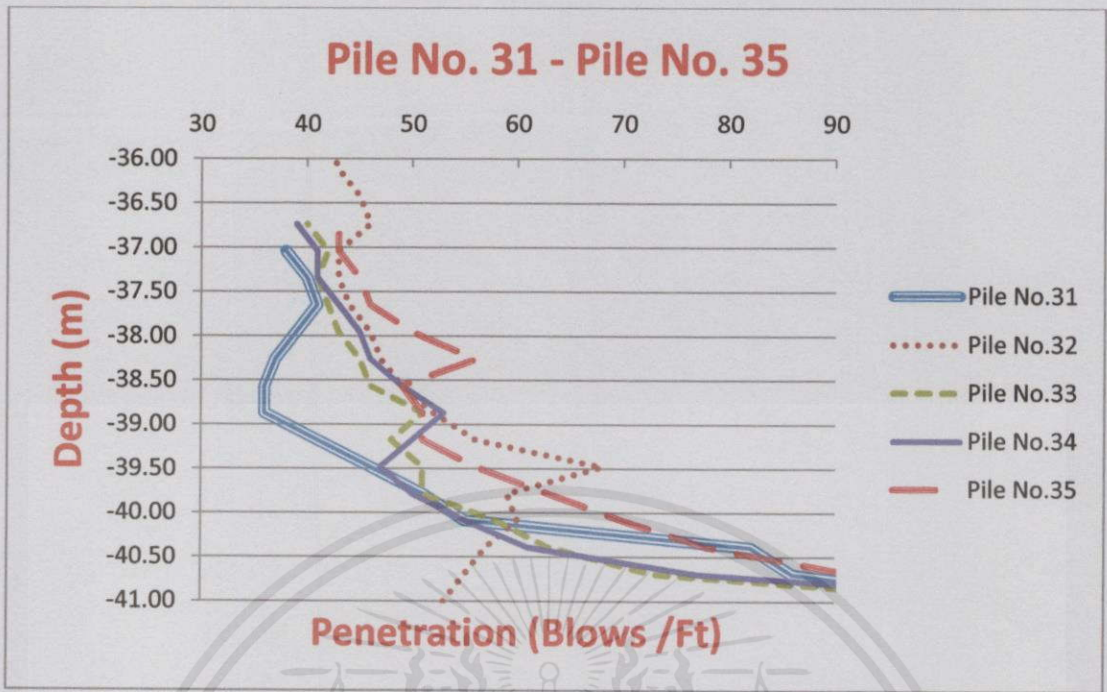


รูปที่ 4.5 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 21-25

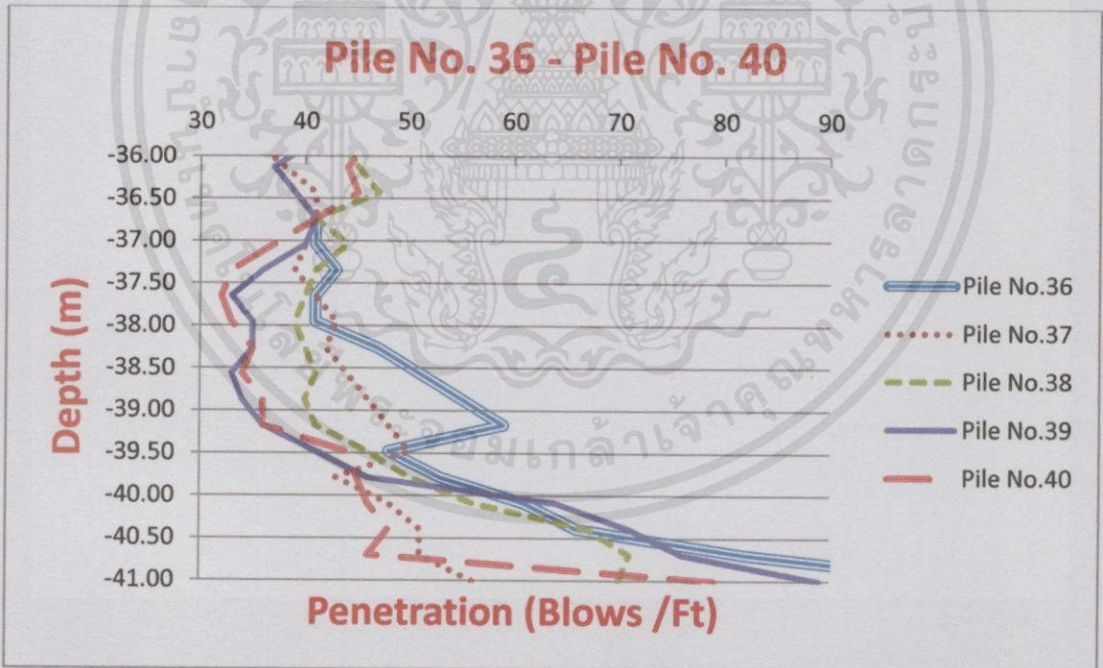


รูปที่ 4.6 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 26-30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

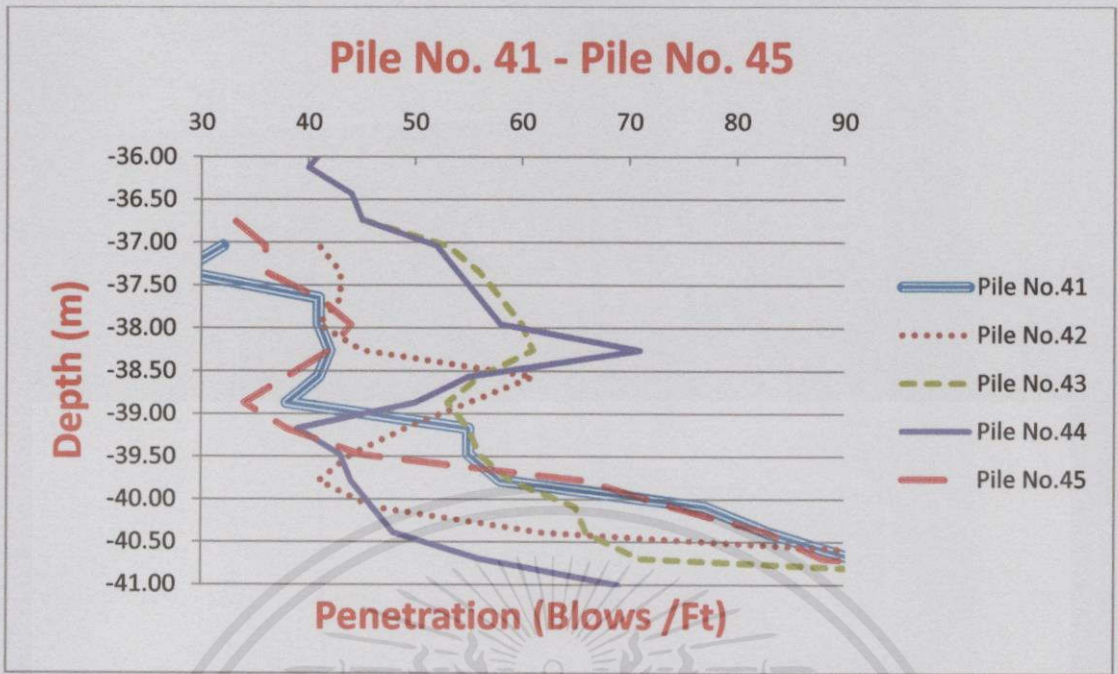


รูปที่ 4.7 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 31-35

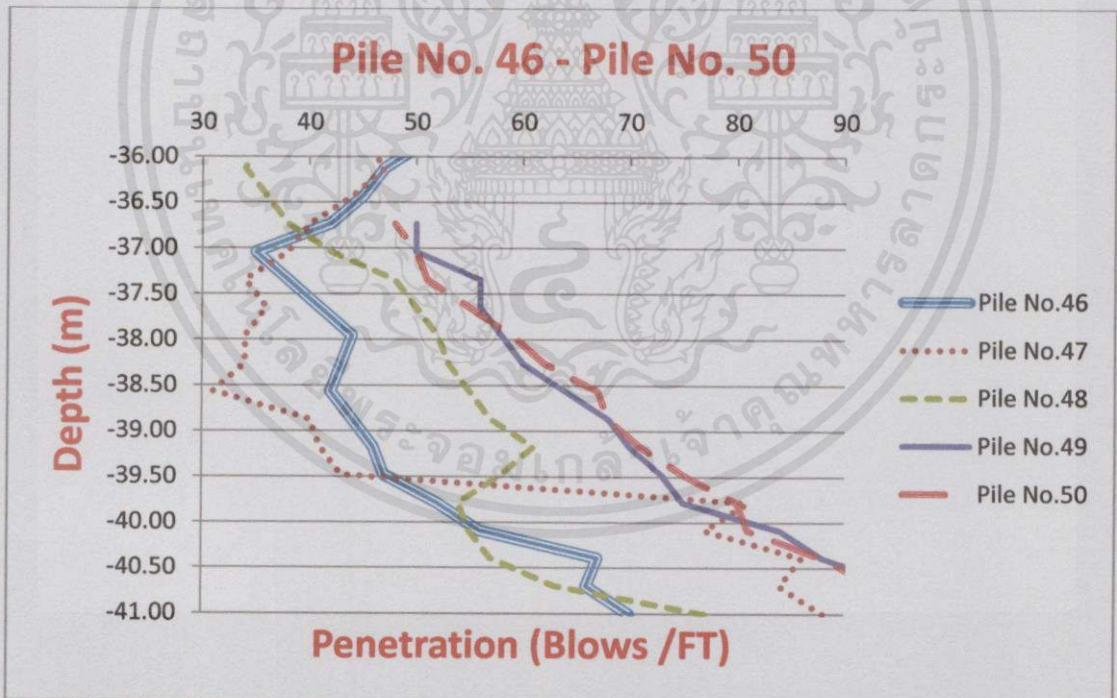


รูปที่ 4.8 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 36-40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

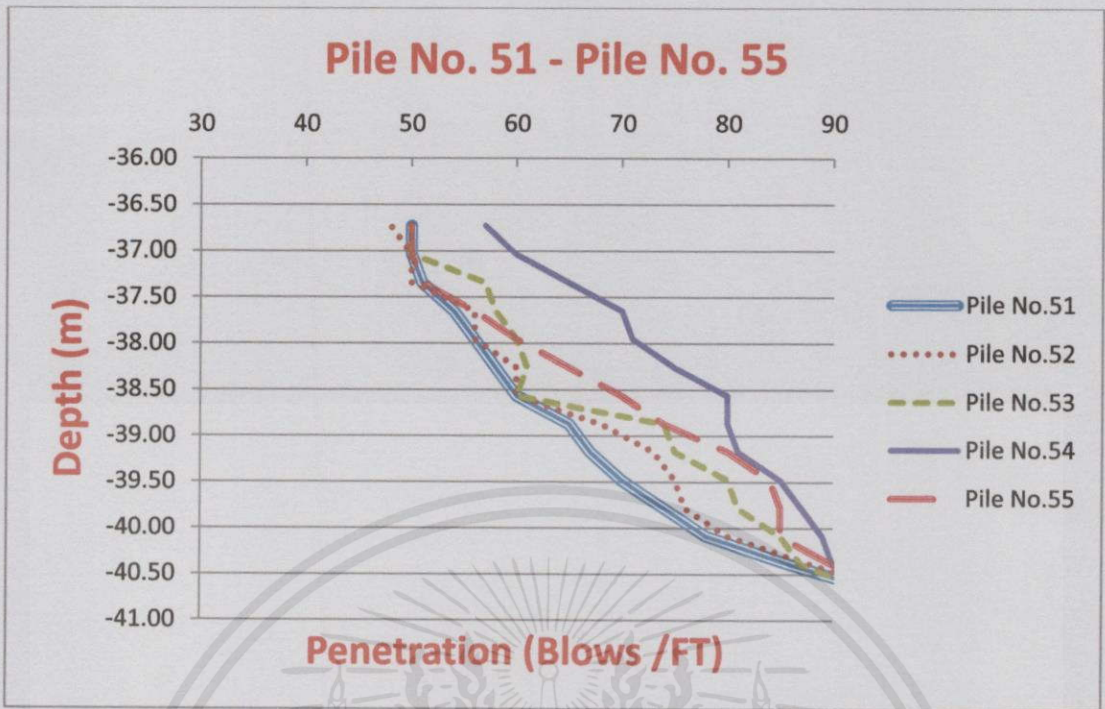


รูปที่ 4.9 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 41-45

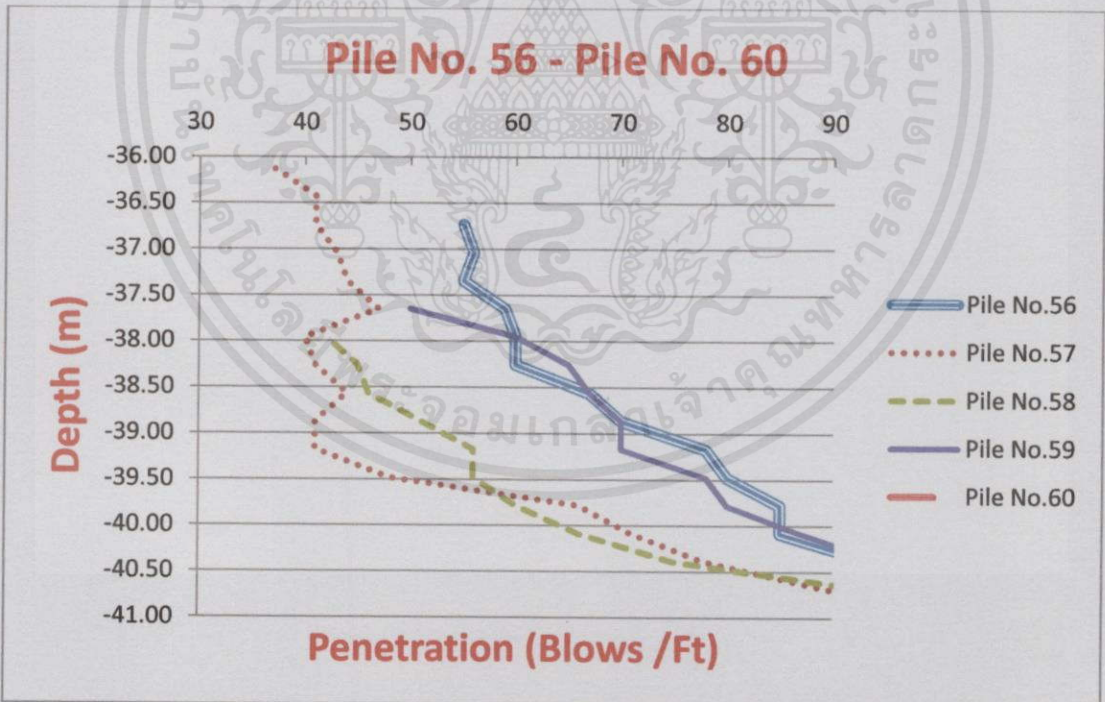


รูปที่ 4.10 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 46-50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

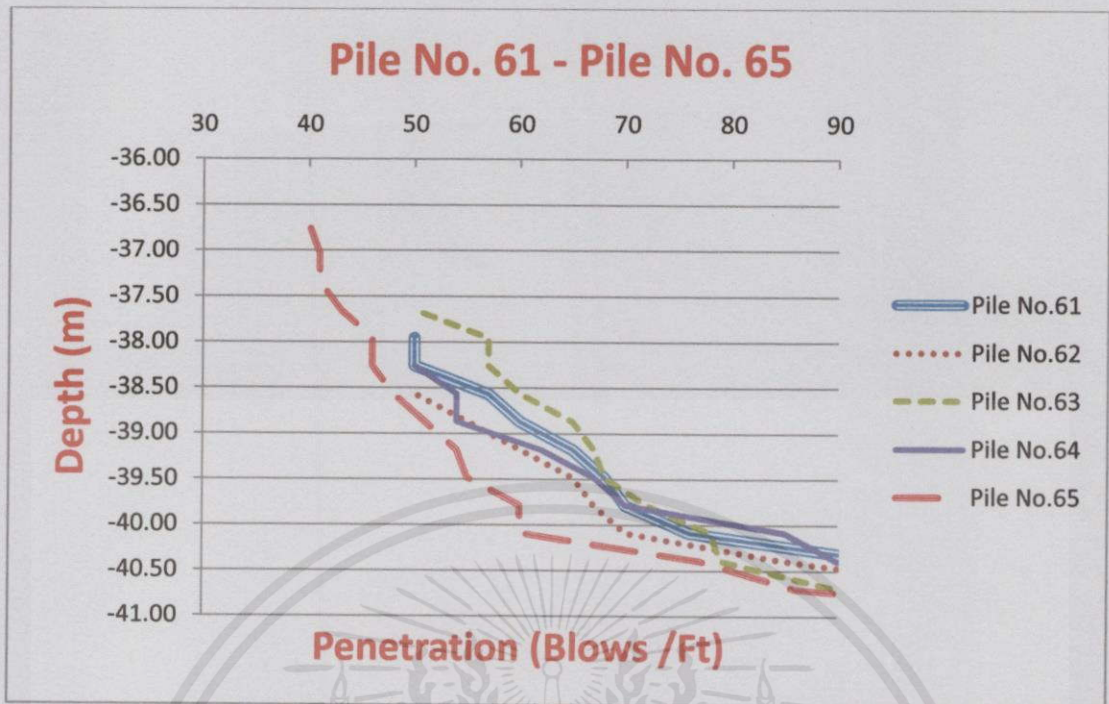


รูปที่ 4.11 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 51-55

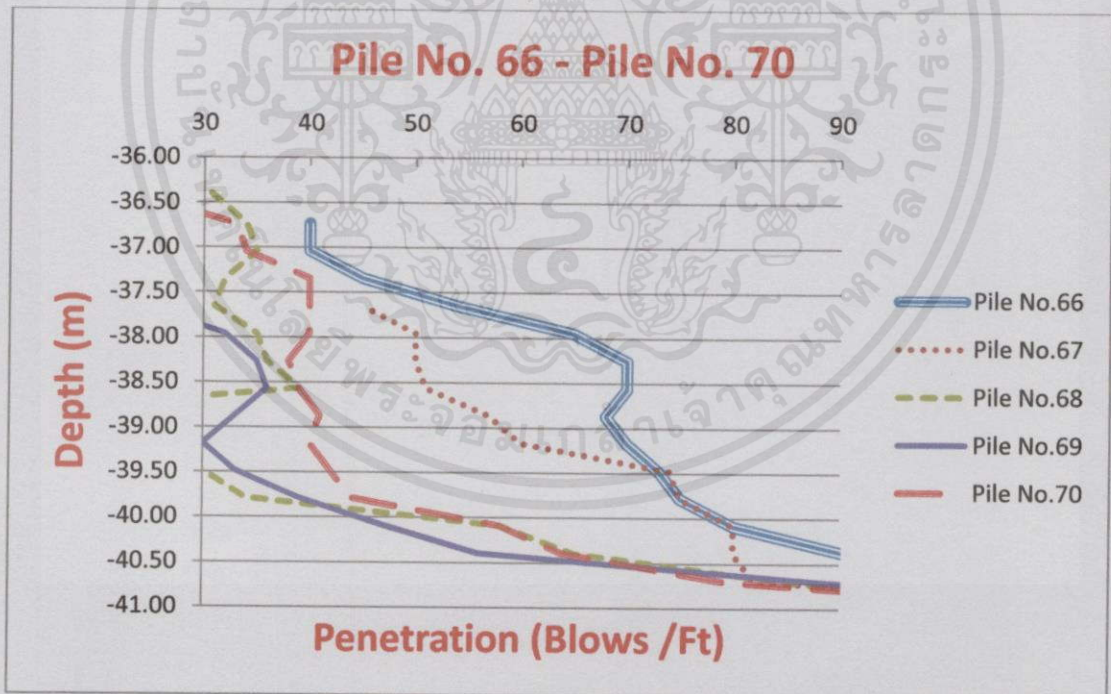


รูปที่ 4.12 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 56-60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

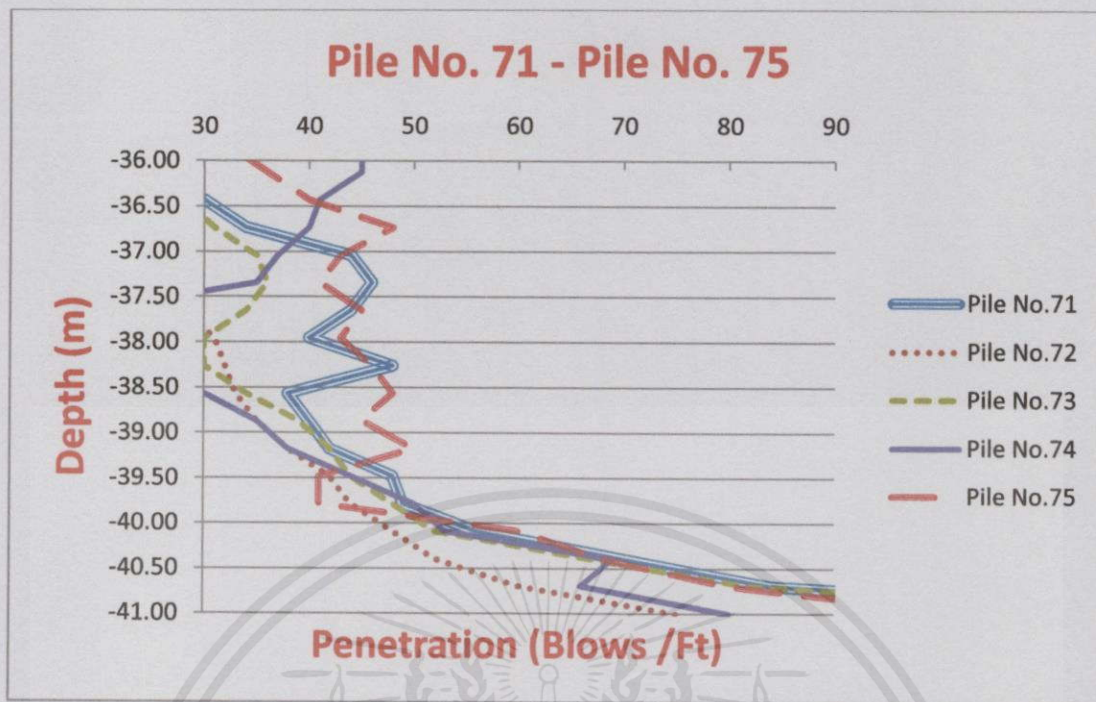


รูปที่ 4.13 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 61-65

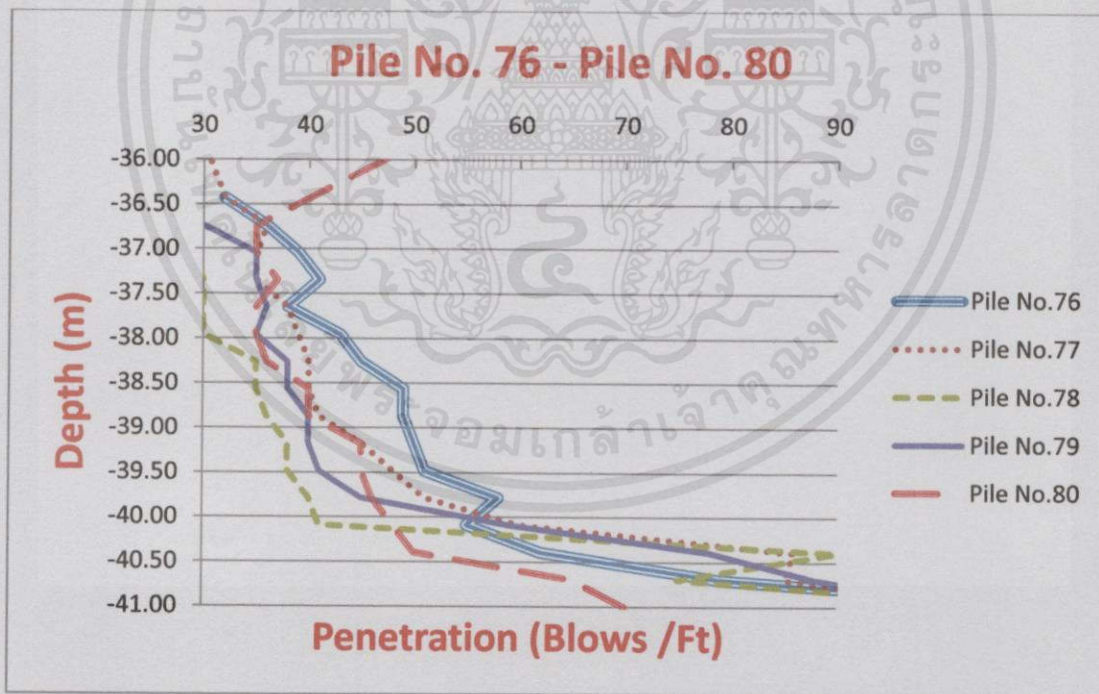


รูปที่ 4.14 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 66-70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

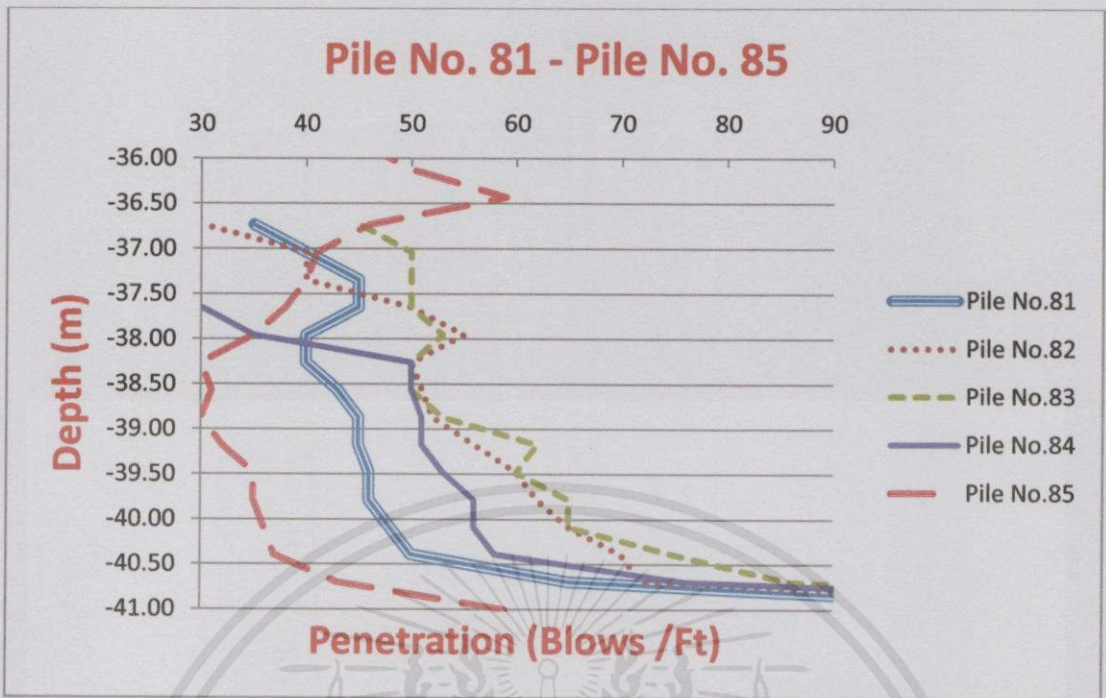


รูปที่ 4.15 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 71-75

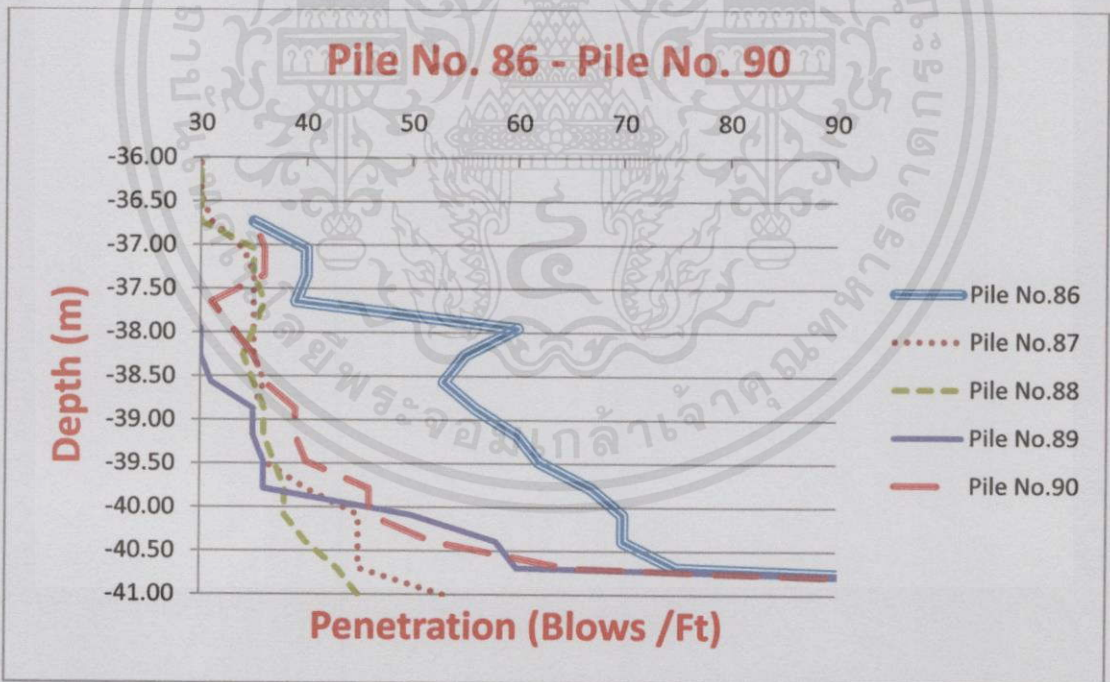


รูปที่ 4.16 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 76-80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

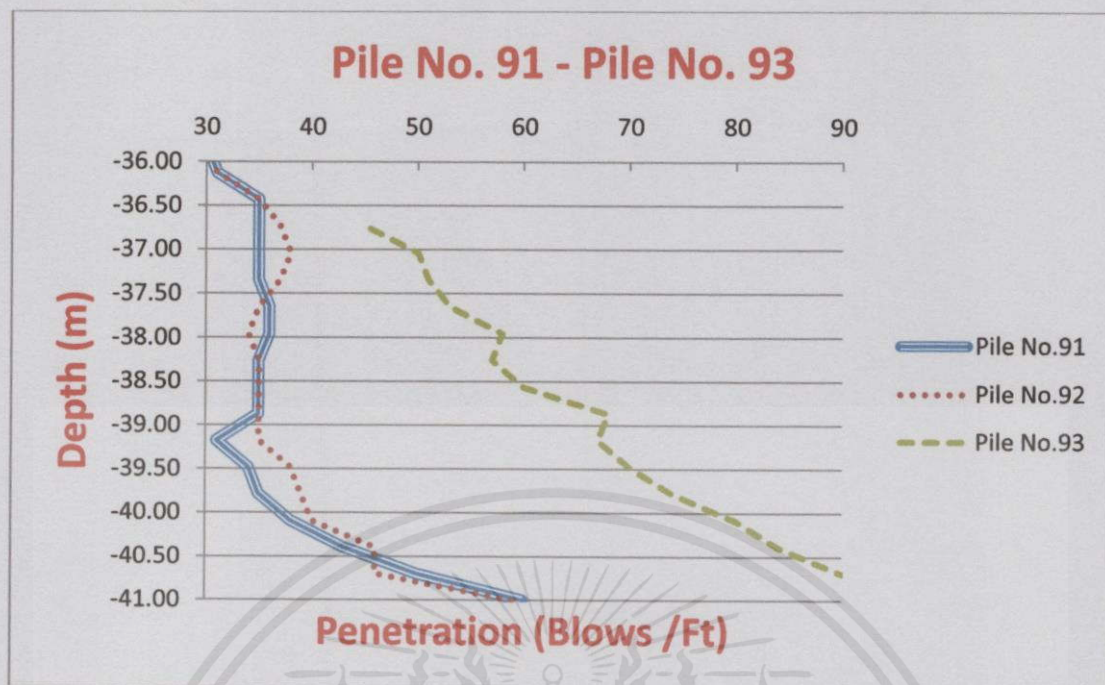


รูปที่ 4.17 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 81-85



รูปที่ 4.18 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 86-90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 แสดงจำนวนครั้งของการตอกของเสาเข็มเลขที่ 91-93

เมื่อนำข้อมูลการตอกเสาเข็มมาสร้างกราฟระหว่างความลึก และจำนวนครั้งของการตอกต่อการยุบตัวของเสาเข็ม 1 ฟุต จะสามารถพิจารณาความสมบูรณ์ของเสาเข็มได้ ตามทฤษฎี เมื่อตอกเสาเข็มลงไป在地ดิน จำนวนครั้งในการตอกที่ทำให้เสาเข็มยุบลงไป在地ดินจะเพิ่มขึ้น เนื่องจากยิ่งความลึกมากดินยังมีความแข็งมากขึ้น ดังนั้น หากค่าการตอกมีจำนวนครั้งลดลงอย่างมาก อาจจะเป็นไปได้ว่า เสาเข็มอาจมีการชำรุดเสียหาย หรือหักได้ การจะทราบหาเหตุจริงๆ ต้องทำการทดสอบอย่างอื่น เช่น การตรวจสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม (Seismic Test) เพื่อทดสอบหาความสมบูรณ์ของเสาเข็ม เป็นต้น

จากผลข้อมูลการพลอตกราฟ (Plot graph) ระหว่างความลึก และจำนวนครั้งของการตอกต่อการยุบตัวของเสาเข็ม 1 ฟุต พบเสาเข็มที่มีแนวโน้มผิดปกติ ดังนี้ Pile No.15 , Pile No.18 , Pile No.23 , Pile No.32 , Pile No.42 , Pile No.44 , Pile No.68 , Pile No.74 และ Pile No.85 ทั้งนี้ ต้องตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อยืนยันความสมบูรณ์ของเสาเข็มต่อไป ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้จะไม่กล่าวถึง เนื่องจากมีข้อมูลไม่เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.4 ส่วนของการใช้สมการทางพลศาสตร์ (Dynamic Formula)

ในส่วนนี้จะแสดงผลข้อมูลของค่า Ultimate Pile Capacity ที่ได้จากสูตรคำนวณของ Dynamic Formula วิธีต่างๆ รวมทั้งสิ้น 7 วิธี

ตารางที่ 4.39 ข้อมูลค่าต่างๆที่ใช้ในการคำนวณ

| Project          | อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก |                   |
|------------------|------------------------|-------------------|
| Hammer (Wr)      | 12                     | t                 |
| Drop (H)         | 80                     | cm                |
| Diameter         | 800                    | mm                |
| Area of Pile (A) | 5026.55                | cm <sup>2</sup>   |
| Unit W.Pile      | 667                    | kg/m              |
| fc'              | 500                    | ksc               |
| Elastic (Ec)     | 337.40                 | t/cm <sup>2</sup> |

ตารางที่ 4.40 ค่าเฉลี่ย Ultimate Pile Capacity ของ Static Formula

| Qu Static Formula |          |
|-------------------|----------|
| BH1               | 754.72 t |
| BH2               | 773.00 t |
| BH3               | 721.31 t |
| Avg Qu            | 749.68 t |

ตารางที่ 4.41 ข้อมูลค่าต่างๆที่ใช้ในการคำนวณของเสาเข็มแต่ละต้น

| Pile No. | S<br>(cm) | L<br>(m) | Wp<br>(tons) | $\lambda$ | Cd   | Ku   | A.Hiley<br>(tons) | A.PCUBC<br>(tons) | A.Canadian<br>(tons) |
|----------|-----------|----------|--------------|-----------|------|------|-------------------|-------------------|----------------------|
| 1        | 0.29      | 41.00    | 27.35        | 20.70     | 1.09 | 5.97 | 349               | 279               | 241                  |
| 2        | 0.21      | 41.00    | 27.35        | 39.47     | 1.09 | 7.75 | 369               | 293               | 251                  |
| 3        | 0.22      | 41.00    | 27.35        | 35.96     | 1.09 | 7.45 | 367               | 291               | 250                  |
| 4        | 0.25      | 41.00    | 27.35        | 27.85     | 1.09 | 6.71 | 359               | 286               | 246                  |
| 5        | 0.24      | 41.00    | 27.35        | 30.22     | 1.09 | 6.94 | 361               | 288               | 247                  |
| 6        | 0.26      | 41.00    | 27.35        | 25.75     | 1.09 | 6.51 | 356               | 284               | 245                  |
| 7        | 0.25      | 41.00    | 27.35        | 27.85     | 1.09 | 6.71 | 359               | 286               | 246                  |
| 8        | 0.26      | 41.00    | 27.35        | 25.75     | 1.09 | 6.51 | 356               | 284               | 245                  |
| 9        | 0.18      | 41.00    | 27.35        | 53.72     | 1.09 | 8.83 | 378               | 298               | 255                  |

| Pile No. | S<br>(cm) | L<br>(m) | Wp<br>(tons) | $\lambda$<br>[ $\square$ ] | Cd   | Ku    | A.Hiley<br>(tons) | A.PCUBC<br>(tons) | A.Canadian<br>(tons) |
|----------|-----------|----------|--------------|----------------------------|------|-------|-------------------|-------------------|----------------------|
| 10       | 0.25      | 41.00    | 27.35        | 27.85                      | 1.09 | 6.71  | 359               | 286               | 246                  |
| 11       | 0.26      | 41.00    | 27.35        | 25.75                      | 1.09 | 6.51  | 356               | 284               | 245                  |
| 12       | 0.18      | 41.00    | 27.35        | 53.72                      | 1.09 | 8.83  | 378               | 298               | 255                  |
| 13       | 0.25      | 41.00    | 27.35        | 27.85                      | 1.09 | 6.71  | 359               | 286               | 246                  |
| 14       | 0.23      | 41.00    | 27.35        | 32.90                      | 1.09 | 7.18  | 364               | 289               | 249                  |
| 15       | 0.20      | 41.00    | 27.35        | 43.52                      | 1.09 | 8.07  | 372               | 295               | 252                  |
| 16       | 0.25      | 41.00    | 27.35        | 27.85                      | 1.09 | 6.71  | 359               | 286               | 246                  |
| 17       | 0.23      | 41.00    | 27.35        | 32.90                      | 1.09 | 7.18  | 364               | 289               | 249                  |
| 18       | 0.20      | 41.00    | 27.35        | 43.52                      | 1.09 | 8.07  | 372               | 295               | 252                  |
| 19       | 0.24      | 41.00    | 27.35        | 30.22                      | 1.09 | 6.94  | 361               | 288               | 247                  |
| 20       | 0.26      | 41.00    | 27.35        | 25.75                      | 1.09 | 6.51  | 356               | 284               | 245                  |
| 21       | 0.17      | 41.00    | 27.35        | 60.23                      | 1.09 | 9.27  | 380               | 300               | 256                  |
| 22       | 0.19      | 41.00    | 27.35        | 48.22                      | 1.09 | 8.43  | 375               | 297               | 253                  |
| 23       | 0.18      | 41.00    | 27.35        | 53.72                      | 1.09 | 8.83  | 378               | 298               | 255                  |
| 24       | 0.16      | 41.00    | 27.35        | 67.99                      | 1.09 | 9.78  | 383               | 302               | 257                  |
| 25       | 0.12      | 41.00    | 27.35        | 120.88                     | 1.09 | 12.63 | 395               | 310               | 262                  |
| 26       | 0.20      | 41.00    | 27.35        | 43.52                      | 1.09 | 8.07  | 372               | 295               | 252                  |
| 27       | 0.19      | 41.00    | 27.35        | 48.22                      | 1.09 | 8.43  | 375               | 297               | 253                  |
| 28       | 0.20      | 41.00    | 27.35        | 43.52                      | 1.09 | 8.07  | 372               | 295               | 252                  |
| 29       | 0.20      | 41.00    | 27.35        | 43.52                      | 1.09 | 8.07  | 372               | 295               | 252                  |
| 30       | 0.24      | 41.00    | 27.35        | 30.22                      | 1.09 | 6.94  | 361               | 288               | 247                  |
| 31       | 0.13      | 41.00    | 27.35        | 102.99                     | 1.09 | 11.75 | 392               | 308               | 261                  |
| 32       | 0.26      | 41.00    | 27.35        | 25.75                      | 1.09 | 6.51  | 356               | 284               | 245                  |
| 33       | 0.25      | 41.00    | 27.35        | 27.85                      | 1.09 | 6.71  | 359               | 286               | 246                  |
| 34       | 0.23      | 41.00    | 27.35        | 32.90                      | 1.09 | 7.18  | 364               | 289               | 249                  |
| 35       | 0.24      | 41.00    | 27.35        | 30.22                      | 1.09 | 6.94  | 361               | 288               | 247                  |
| 36       | 0.29      | 41.00    | 27.35        | 20.70                      | 1.09 | 5.97  | 349               | 279               | 241                  |
| 37       | 0.24      | 41.00    | 27.35        | 30.22                      | 1.09 | 6.94  | 361               | 288               | 247                  |
| 38       | 0.25      | 41.00    | 27.35        | 27.85                      | 1.09 | 6.71  | 359               | 286               | 246                  |
| 39       | 0.24      | 41.00    | 27.35        | 30.22                      | 1.09 | 6.94  | 361               | 288               | 247                  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อการวิจัยในท้องถิ่นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีที่มีการขออนุญาตและต้องขออนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีคนนำไปใช้

| Pile No. | S<br>(cm) | L<br>(m) | Wp<br>(tons) | $\lambda$<br>[?] | Cd   | Ku    | A.Hiley<br>(tons) | A.PCUBC<br>(tons) | A.Canadian<br>(tons) |
|----------|-----------|----------|--------------|------------------|------|-------|-------------------|-------------------|----------------------|
| 40       | 0.23      | 41.00    | 27.35        | 32.90            | 1.09 | 7.18  | 364               | 289               | 249                  |
| 41       | 0.12      | 41.00    | 27.35        | 120.88           | 1.09 | 12.63 | 395               | 310               | 262                  |
| 42       | 0.09      | 41.00    | 27.35        | 214.89           | 1.09 | 16.45 | 404               | 315               | 266                  |
| 43       | 0.19      | 41.00    | 27.35        | 48.22            | 1.09 | 8.43  | 375               | 297               | 253                  |
| 44       | 0.22      | 41.00    | 27.35        | 35.96            | 1.09 | 7.45  | 367               | 291               | 250                  |
| 45       | 0.17      | 41.00    | 27.35        | 60.23            | 1.09 | 9.27  | 380               | 300               | 256                  |
| 46       | 0.23      | 41.00    | 27.35        | 32.90            | 1.09 | 7.18  | 364               | 289               | 249                  |
| 47       | 0.20      | 41.00    | 27.35        | 43.52            | 1.09 | 8.07  | 372               | 295               | 252                  |
| 48       | 0.28      | 41.00    | 27.35        | 22.20            | 1.09 | 6.13  | 351               | 281               | 243                  |
| 49       | 0.24      | 41.00    | 27.35        | 30.22            | 1.09 | 6.94  | 361               | 288               | 247                  |
| 50       | 0.26      | 41.00    | 27.35        | 25.75            | 1.09 | 6.51  | 356               | 284               | 245                  |
| 51       | 0.28      | 41.00    | 27.35        | 22.20            | 1.09 | 6.13  | 351               | 281               | 243                  |
| 52       | 0.28      | 41.00    | 27.35        | 22.20            | 1.09 | 6.13  | 351               | 281               | 243                  |
| 53       | 0.27      | 41.00    | 27.35        | 23.88            | 1.09 | 6.31  | 354               | 282               | 244                  |
| 54       | 0.25      | 41.00    | 27.35        | 27.85            | 1.09 | 6.71  | 359               | 286               | 246                  |
| 55       | 0.25      | 41.00    | 27.35        | 27.85            | 1.09 | 6.71  | 359               | 286               | 246                  |
| 56       | 0.26      | 41.00    | 27.35        | 25.75            | 1.09 | 6.51  | 356               | 284               | 245                  |
| 57       | 0.14      | 41.00    | 27.35        | 88.81            | 1.09 | 11.00 | 389               | 306               | 260                  |
| 58       | 0.14      | 41.00    | 27.35        | 88.81            | 1.09 | 11.00 | 389               | 306               | 260                  |
| 59       | 0.21      | 41.00    | 27.35        | 39.47            | 1.09 | 7.75  | 369               | 293               | 251                  |
| 60       | 0.15      | 41.00    | 27.35        | 77.36            | 1.09 | 10.35 | 386               | 304               | 259                  |
| 61       | 0.27      | 41.00    | 27.35        | 23.88            | 1.09 | 6.31  | 354               | 282               | 244                  |
| 62       | 0.26      | 41.00    | 27.35        | 25.75            | 1.09 | 6.51  | 356               | 284               | 245                  |
| 63       | 0.26      | 41.00    | 27.35        | 25.75            | 1.09 | 6.51  | 356               | 284               | 245                  |
| 64       | 0.20      | 41.00    | 27.35        | 43.52            | 1.09 | 8.07  | 372               | 295               | 252                  |
| 65       | 0.20      | 41.00    | 27.35        | 43.52            | 1.09 | 8.07  | 372               | 295               | 252                  |
| 66       | 0.24      | 41.00    | 27.35        | 30.22            | 1.09 | 6.94  | 361               | 288               | 247                  |
| 67       | 0.23      | 41.00    | 27.35        | 32.90            | 1.09 | 7.18  | 364               | 289               | 249                  |
| 68       | 0.33      | 41.00    | 27.35        | 15.98            | 1.09 | 5.41  | 339               | 272               | 237                  |
| 69       | 0.26      | 41.00    | 27.35        | 25.75            | 1.09 | 6.51  | 356               | 284               | 245                  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การพิมพ์และเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่าการพิมพ์ซ้ำหรือการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมายและต้องรับผิดชอบต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง

| Pile No. | S<br>(cm) | L<br>(m) | Wp<br>(tons) | $\lambda$<br>[?] | Cd   | Ku    | A.Hiley<br>(tons) | A.PCUBC<br>(tons) | A.Canadian<br>(tons) |
|----------|-----------|----------|--------------|------------------|------|-------|-------------------|-------------------|----------------------|
| 70       | 0.28      | 41.00    | 27.35        | 22.20            | 1.09 | 6.13  | 351               | 281               | 243                  |
| 71       | 0.23      | 41.00    | 27.35        | 32.90            | 1.09 | 7.18  | 364               | 289               | 249                  |
| 72       | 0.43      | 41.00    | 27.35        | 9.41             | 1.09 | 4.48  | 316               | 256               | 225                  |
| 73       | 0.24      | 41.00    | 27.35        | 30.22            | 1.09 | 6.94  | 361               | 288               | 247                  |
| 74       | 0.37      | 41.00    | 27.35        | 12.71            | 1.09 | 4.97  | 330               | 266               | 232                  |
| 75       | 0.28      | 41.00    | 27.35        | 22.20            | 1.09 | 6.13  | 351               | 281               | 243                  |
| 76       | 0.25      | 41.00    | 27.35        | 27.85            | 1.09 | 6.71  | 359               | 286               | 246                  |
| 77       | 0.27      | 41.00    | 27.35        | 23.88            | 1.09 | 6.31  | 354               | 282               | 244                  |
| 78       | 0.29      | 41.00    | 27.35        | 20.70            | 1.09 | 5.97  | 349               | 279               | 241                  |
| 79       | 0.29      | 41.00    | 27.35        | 20.70            | 1.09 | 5.97  | 349               | 279               | 241                  |
| 80       | 0.29      | 41.00    | 27.35        | 20.70            | 1.09 | 5.97  | 349               | 279               | 241                  |
| 81       | 0.21      | 41.00    | 27.35        | 39.47            | 1.09 | 7.75  | 369               | 293               | 251                  |
| 82       | 0.19      | 41.00    | 27.35        | 48.22            | 1.09 | 8.43  | 375               | 297               | 253                  |
| 83       | 0.14      | 41.00    | 27.35        | 88.81            | 1.09 | 11.00 | 389               | 306               | 260                  |
| 84       | 0.24      | 41.00    | 27.35        | 30.22            | 1.09 | 6.94  | 361               | 288               | 247                  |
| 85       | 0.47      | 41.00    | 27.35        | 7.88             | 1.09 | 4.22  | 308               | 250               | 221                  |
| 86       | 0.25      | 41.00    | 27.35        | 27.85            | 1.09 | 6.71  | 359               | 286               | 246                  |
| 87       | 0.37      | 41.00    | 27.35        | 12.71            | 1.09 | 4.97  | 330               | 266               | 232                  |
| 88       | 0.69      | 41.00    | 27.35        | 3.66             | 1.09 | 3.37  | 267               | 220               | 199                  |
| 89       | 0.28      | 41.00    | 27.35        | 22.20            | 1.09 | 6.13  | 351               | 281               | 243                  |
| 90       | 0.23      | 41.00    | 27.35        | 32.90            | 1.09 | 7.18  | 364               | 289               | 249                  |
| 91       | 0.43      | 41.00    | 27.35        | 9.41             | 1.09 | 4.48  | 316               | 256               | 225                  |
| 92       | 0.36      | 41.00    | 27.35        | 13.43            | 1.09 | 5.07  | 332               | 267               | 233                  |
| 93       | 0.14      | 41.00    | 27.35        | 88.81            | 1.09 | 11.00 | 389               | 306               | 260                  |

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของกรมการโยธาธิการและผังเมือง การเปรียบเทียบการวิเคราะห์ด้วยสมการทางพลศาสตร์ 7 วิธี

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม 4.4.1.1 การวิเคราะห์ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของข้อมูล

ภายในเสาเข็มต้นเดียวกัน

- 1) Engineering News Formula
- 2) Hiley Formula
- 3) Janbu Formula
- 4) Danish Formula
- 5) Gate Formula
- 6) Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC)
- 7) Canadian National Building Code
- 8) Static Formula

ตารางที่ 4.42 แสดงค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม จาก Static Formula และ Dynamic Formula พร้อมทั้งแสดงค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ภายในเสาเข็ม ต้นเดียวกัน

| Pile No. | EN (tons) | Hiley (tons) | Janbu (tons) | Danish (tons) | Gate (tons) | PCUBC (tons) | Canadian (tons) | Qu Avg BH (tons) | Max DF (tons) | Min DF (tons) | Avg of DF (tons) | S.D. of DF |
|----------|-----------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|------------------|------------|
| 1        | 254       | 349          | 555          | 589           | 554         | 279          | 242             | 755              | 773           | 721           | 750              | 1          |
| 2        | 262       | 370          | 590          | 630           | 594         | 293          | 251             | 755              | 773           | 721           | 750              | 2          |
| 3        | 261       | 367          | 586          | 625           | 588         | 292          | 250             | 755              | 773           | 721           | 750              | 3          |
| 4        | 258       | 359          | 572          | 609           | 572         | 286          | 247             | 755              | 773           | 721           | 750              | 4          |
| 5        | 259       | 362          | 576          | 614           | 577         | 288          | 248             | 755              | 773           | 721           | 750              | 5          |
| 6        | 257       | 357          | 568          | 604           | 567         | 284          | 245             | 755              | 773           | 721           | 750              | 6          |
| 7        | 258       | 359          | 572          | 609           | 572         | 286          | 247             | 755              | 773           | 721           | 750              | 7          |
| 8        | 257       | 357          | 568          | 604           | 567         | 284          | 245             | 755              | 773           | 721           | 750              | 8          |
| 9        | 265       | 378          | 604          | 647           | 613         | 299          | 255             | 755              | 773           | 721           | 750              | 9          |
| 10       | 258       | 359          | 572          | 609           | 572         | 286          | 247             | 755              | 773           | 721           | 750              | 10         |
| 11       | 257       | 357          | 568          | 604           | 567         | 284          | 245             | 755              | 773           | 721           | 750              | 11         |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่าจะในรูปแบบใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Pile No. | EN (tons) | Hiley (tons) | Janbu (tons) | Danish (tons) | Gate (tons) | PCUB C (tons) | Canadian (tons) | Qu Avg BH (tons) | Max DF (tons) | Min DF (tons) | Avg of DF (tons) | S.D. of DF |
|----------|-----------|--------------|--------------|---------------|-------------|---------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|------------------|------------|
| 12       | 265       | 378          | 604          | 647           | 613         | 299           | 255             | 755              | 773           | 721           | 750              | 12         |
| 13       | 258       | 359          | 572          | 609           | 572         | 286           | 247             | 755              | 773           | 721           | 750              | 13         |
| 14       | 260       | 365          | 581          | 619           | 583         | 290           | 249             | 755              | 773           | 721           | 750              | 14         |
| 15       | 263       | 373          | 595          | 636           | 600         | 295           | 253             | 755              | 773           | 721           | 750              | 15         |
| 16       | 258       | 359          | 572          | 609           | 572         | 286           | 247             | 755              | 773           | 721           | 750              | 16         |
| 17       | 260       | 365          | 581          | 619           | 583         | 290           | 249             | 755              | 773           | 721           | 750              | 17         |
| 18       | 263       | 373          | 595          | 636           | 600         | 295           | 253             | 755              | 773           | 721           | 750              | 18         |
| 19       | 259       | 362          | 576          | 614           | 577         | 288           | 248             | 755              | 773           | 721           | 750              | 19         |
| 20       | 257       | 357          | 568          | 604           | 567         | 284           | 245             | 755              | 773           | 721           | 750              | 20         |
| 21       | 266       | 381          | 609          | 653           | 620         | 301           | 256             | 755              | 773           | 721           | 750              | 21         |
| 22       | 264       | 375          | 599          | 641           | 606         | 297           | 254             | 755              | 773           | 721           | 750              | 22         |
| 23       | 265       | 378          | 604          | 647           | 613         | 299           | 255             | 755              | 773           | 721           | 750              | 23         |
| 24       | 267       | 384          | 614          | 659           | 628         | 303           | 258             | 755              | 773           | 721           | 750              | 24         |
| 25       | 271       | 395          | 633          | 684           | 663         | 310           | 263             | 755              | 773           | 721           | 750              | 25         |
| 26       | 263       | 373          | 595          | 636           | 600         | 295           | 253             | 755              | 773           | 721           | 750              | 26         |
| 27       | 264       | 375          | 599          | 641           | 606         | 297           | 254             | 755              | 773           | 721           | 750              | 27         |
| 28       | 263       | 373          | 595          | 636           | 600         | 295           | 253             | 755              | 773           | 721           | 750              | 28         |
| 29       | 263       | 373          | 595          | 636           | 600         | 295           | 253             | 755              | 773           | 721           | 750              | 29         |
| 30       | 259       | 362          | 576          | 614           | 577         | 288           | 248             | 755              | 773           | 721           | 750              | 30         |
| 31       | 270       | 392          | 628          | 677           | 653         | 308           | 262             | 755              | 773           | 721           | 750              | 31         |
| 32       | 257       | 357          | 568          | 604           | 567         | 284           | 245             | 755              | 773           | 721           | 750              | 32         |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกและต้องอ้างอิงถึงชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Pile No. | EN<br>(tons) | Hiley<br>(tons) | Janbu<br>(tons) | Danish<br>(tons) | Gate<br>(tons) | PCUB<br>C<br>(tons) | Canadi<br>an<br>(tons) | Qu Avg<br>BH<br>(tons) | Max<br>DF<br>(tons) | Min DF<br>(tons) | Avg of<br>DF<br>(tons) | S.D.<br>of DF |
|----------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|---------------------|------------------------|------------------------|---------------------|------------------|------------------------|---------------|
| 33       | 258          | 359             | 572             | 609              | 572            | 286                 | 247                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 33            |
| 34       | 260          | 365             | 581             | 619              | 583            | 290                 | 249                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 34            |
| 35       | 259          | 362             | 576             | 614              | 577            | 288                 | 248                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 35            |
| 36       | 254          | 349             | 555             | 589              | 554            | 279                 | 242                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 36            |
| 37       | 259          | 362             | 576             | 614              | 577            | 288                 | 248                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 37            |
| 38       | 258          | 359             | 572             | 609              | 572            | 286                 | 247                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 38            |
| 39       | 259          | 362             | 576             | 614              | 577            | 288                 | 248                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 39            |
| 40       | 260          | 365             | 581             | 619              | 583            | 290                 | 249                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 40            |
| 41       | 271          | 395             | 633             | 684              | 663            | 310                 | 263                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 41            |
| 42       | 274          | 404             | 649             | 704              | 699            | 316                 | 267                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 42            |
| 43       | 264          | 375             | 599             | 641              | 606            | 297                 | 254                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 43            |
| 44       | 261          | 367             | 586             | 625              | 588            | 292                 | 250                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 44            |
| 45       | 266          | 381             | 609             | 653              | 620            | 301                 | 256                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 45            |
| 46       | 260          | 365             | 581             | 619              | 583            | 290                 | 249                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 46            |
| 47       | 263          | 373             | 595             | 636              | 600            | 295                 | 253                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 47            |
| 48       | 255          | 352             | 559             | 594              | 558            | 281                 | 243                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 48            |
| 49       | 259          | 362             | 576             | 614              | 577            | 288                 | 248                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 49            |
| 50       | 257          | 357             | 568             | 604              | 567            | 284                 | 245                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 50            |
| 51       | 255          | 352             | 559             | 594              | 558            | 281                 | 243                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 51            |
| 52       | 255          | 352             | 559             | 594              | 558            | 281                 | 243                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 52            |
| 53       | 256          | 354             | 563             | 599              | 563            | 283                 | 244                    | 755                    | 773                 | 721              | 750                    | 53            |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Pile No. | EN (tons) | Hiley (tons) | Janbu (tons) | Danish (tons) | Gate (tons) | PCUB C (tons) | Canadian (tons) | Qu Avg BH (tons) | Max DF (tons) | Min DF (tons) | Avg of DF (tons) | S.D. of DF |
|----------|-----------|--------------|--------------|---------------|-------------|---------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|------------------|------------|
| 54       | 258       | 359          | 572          | 609           | 572         | 286           | 247             | 755              | 773           | 721           | 750              | 54         |
| 55       | 258       | 359          | 572          | 609           | 572         | 286           | 247             | 755              | 773           | 721           | 750              | 55         |
| 56       | 257       | 357          | 568          | 604           | 567         | 284           | 245             | 755              | 773           | 721           | 750              | 56         |
| 57       | 269       | 389          | 623          | 671           | 644         | 306           | 260             | 755              | 773           | 721           | 750              | 57         |
| 58       | 269       | 389          | 623          | 671           | 644         | 306           | 260             | 755              | 773           | 721           | 750              | 58         |
| 59       | 262       | 370          | 590          | 630           | 594         | 293           | 251             | 755              | 773           | 721           | 750              | 59         |
| 60       | 268       | 386          | 619          | 665           | 636         | 304           | 259             | 755              | 773           | 721           | 750              | 60         |
| 61       | 256       | 354          | 563          | 599           | 563         | 283           | 244             | 755              | 773           | 721           | 750              | 61         |
| 62       | 257       | 357          | 568          | 604           | 567         | 284           | 245             | 755              | 773           | 721           | 750              | 62         |
| 63       | 257       | 357          | 568          | 604           | 567         | 284           | 245             | 755              | 773           | 721           | 750              | 63         |
| 64       | 263       | 373          | 595          | 636           | 600         | 295           | 253             | 755              | 773           | 721           | 750              | 64         |
| 65       | 263       | 373          | 595          | 636           | 600         | 295           | 253             | 755              | 773           | 721           | 750              | 65         |
| 66       | 259       | 362          | 576          | 614           | 577         | 288           | 248             | 755              | 773           | 721           | 750              | 66         |
| 67       | 260       | 365          | 581          | 619           | 583         | 290           | 249             | 755              | 773           | 721           | 750              | 67         |
| 68       | 251       | 339          | 538          | 570           | 538         | 273           | 237             | 755              | 773           | 721           | 750              | 68         |
| 69       | 257       | 357          | 568          | 604           | 567         | 284           | 245             | 755              | 773           | 721           | 750              | 69         |
| 70       | 255       | 352          | 559          | 594           | 558         | 281           | 243             | 755              | 773           | 721           | 750              | 70         |
| 71       | 260       | 365          | 581          | 619           | 583         | 290           | 249             | 755              | 773           | 721           | 750              | 71         |
| 72       | 242       | 317          | 498          | 528           | 505         | 257           | 226             | 755              | 773           | 721           | 750              | 72         |
| 73       | 259       | 362          | 576          | 614           | 577         | 288           | 248             | 755              | 773           | 721           | 750              | 73         |
| 74       | 247       | 330          | 522          | 553           | 524         | 266           | 233             | 755              | 773           | 721           | 750              | 74         |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Pile No. | EN (tons) | Hiley (tons) | Janbu (tons) | Danish (tons) | Gate (tons) | PCUB C (tons) | Canadian (tons) | Qu Avg BH (tons) | Max DF (tons) | Min DF (tons) | Avg of DF (tons) | S.D. of DF |
|----------|-----------|--------------|--------------|---------------|-------------|---------------|-----------------|------------------|---------------|---------------|------------------|------------|
| 75       | 255       | 352          | 559          | 594           | 558         | 281           | 243             | 755              | 773           | 721           | 750              | 75         |
| 76       | 258       | 359          | 572          | 609           | 572         | 286           | 247             | 755              | 773           | 721           | 750              | 76         |
| 77       | 256       | 354          | 563          | 599           | 563         | 283           | 244             | 755              | 773           | 721           | 750              | 77         |
| 78       | 254       | 349          | 555          | 589           | 554         | 279           | 242             | 755              | 773           | 721           | 750              | 78         |
| 79       | 254       | 349          | 555          | 589           | 554         | 279           | 242             | 755              | 773           | 721           | 750              | 79         |
| 80       | 254       | 349          | 555          | 589           | 554         | 279           | 242             | 755              | 773           | 721           | 750              | 80         |
| 81       | 262       | 370          | 590          | 630           | 594         | 293           | 251             | 755              | 773           | 721           | 750              | 81         |
| 82       | 264       | 375          | 599          | 641           | 606         | 297           | 254             | 755              | 773           | 721           | 750              | 82         |
| 83       | 269       | 389          | 623          | 671           | 644         | 306           | 260             | 755              | 773           | 721           | 750              | 83         |
| 84       | 259       | 362          | 576          | 614           | 577         | 288           | 248             | 755              | 773           | 721           | 750              | 84         |
| 85       | 239       | 308          | 484          | 513           | 494         | 251           | 222             | 755              | 773           | 721           | 750              | 85         |
| 86       | 258       | 359          | 572          | 609           | 572         | 286           | 247             | 755              | 773           | 721           | 750              | 86         |
| 87       | 247       | 330          | 522          | 553           | 524         | 266           | 233             | 755              | 773           | 721           | 750              | 87         |
| 88       | 223       | 268          | 413          | 444           | 446         | 220           | 200             | 755              | 773           | 721           | 750              | 88         |
| 89       | 255       | 352          | 559          | 594           | 558         | 281           | 243             | 755              | 773           | 721           | 750              | 89         |
| 90       | 260       | 365          | 581          | 619           | 583         | 290           | 249             | 755              | 773           | 721           | 750              | 90         |
| 91       | 242       | 317          | 498          | 528           | 505         | 257           | 226             | 755              | 773           | 721           | 750              | 91         |
| 92       | 248       | 332          | 526          | 557           | 527         | 268           | 234             | 755              | 773           | 721           | 750              | 92         |
| 93       | 269       | 389          | 623          | 671           | 644         | 306           | 260             | 755              | 773           | 721           | 750              | 93         |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.43 ข้อมูล ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด, ค่าเฉลี่ย และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูลภายใน Dynamic Formula เดียวกัน

|         | EN<br>(tons) | Hiley<br>(tons) | Janbu<br>(tons) | Danish<br>(tons) | Gate<br>(tons) | PCUBC<br>(tons) | Canadian<br>(tons) |
|---------|--------------|-----------------|-----------------|------------------|----------------|-----------------|--------------------|
| Max     | 274          | 404             | 649             | 704              | 699            | 316             | 267                |
| Min     | 223          | 268             | 413             | 444              | 446            | 220             | 200                |
| Average | 259          | 362             | 576             | 615              | 581            | 288             | 248                |
| S.D.    | 7            | 19              | 33              | 37               | 37             | 13              | 9                  |

ตารางที่ 4.44 ข้อมูลเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate pile capacity จาก Dynamic Formula ทั้ง 7 วิธีและค่าเฉลี่ยของ Static Formula

| Pile No. | EN<br>(%) | Hiley<br>(%) | Janbu<br>(%) | Danish<br>(%) | Gate<br>(%) | PCUBC<br>(%) | Canadian<br>(%) |
|----------|-----------|--------------|--------------|---------------|-------------|--------------|-----------------|
| 1        | 66.06     | 53.42        | 26.03        | 21.46         | 76.86       | 62.74        | 67.75           |
| 2        | 65.08     | 50.67        | 21.28        | 15.97         | 75.19       | 60.87        | 66.46           |
| 3        | 65.20     | 51.02        | 21.90        | 16.70         | 75.43       | 61.11        | 66.62           |
| 4        | 65.58     | 52.07        | 23.70        | 18.81         | 76.09       | 61.82        | 67.11           |
| 5        | 65.45     | 51.73        | 23.10        | 18.12         | 75.88       | 61.59        | 66.94           |
| 6        | 65.70     | 52.41        | 24.29        | 19.49         | 76.29       | 62.05        | 67.27           |
| 7        | 65.58     | 52.07        | 23.70        | 18.81         | 76.09       | 61.82        | 67.11           |
| 8        | 65.70     | 52.41        | 24.29        | 19.49         | 76.29       | 62.05        | 67.27           |
| 9        | 64.69     | 49.58        | 19.41        | 13.70         | 74.39       | 60.14        | 65.96           |
| 10       | 65.58     | 52.07        | 23.70        | 18.81         | 76.09       | 61.82        | 67.11           |
| 11       | 65.70     | 52.41        | 24.29        | 19.49         | 76.29       | 62.05        | 67.27           |
| 12       | 64.69     | 49.58        | 19.41        | 13.70         | 74.39       | 60.14        | 65.96           |
| 13       | 65.58     | 52.07        | 23.70        | 18.81         | 76.09       | 61.82        | 67.11           |
| 14       | 65.33     | 51.38        | 22.50        | 17.41         | 75.66       | 61.35        | 66.79           |
| 15       | 64.95     | 50.31        | 20.67        | 15.23         | 74.93       | 60.62        | 66.30           |
| 16       | 65.58     | 52.07        | 23.70        | 18.81         | 76.09       | 61.82        | 67.11           |
| 17       | 65.33     | 51.38        | 22.50        | 17.41         | 75.66       | 61.35        | 66.79           |
| 18       | 64.95     | 50.31        | 20.67        | 15.23         | 74.93       | 60.62        | 66.30           |
| 19       | 65.45     | 51.73        | 23.10        | 18.12         | 75.88       | 61.59        | 66.94           |
| 20       | 65.70     | 52.41        | 24.29        | 19.49         | 76.29       | 62.05        | 67.27           |
| 21       | 64.56     | 49.21        | 18.78        | 12.92         | 74.09       | 59.89        | 65.79           |
| 22       | 64.82     | 49.94        | 20.04        | 14.47         | 74.67       | 60.39        | 66.13           |
| 23       | 64.69     | 49.58        | 19.41        | 13.70         | 74.39       | 60.14        | 65.96           |
| 24       | 64.43     | 48.84        | 18.14        | 12.12         | 73.78       | 59.65        | 65.62           |
| 25       | 63.89     | 47.30        | 15.52        | 8.78          | 72.28       | 58.64        | 64.93           |
| 26       | 64.95     | 50.31        | 20.67        | 15.23         | 74.93       | 60.62        | 66.30           |
| 27       | 64.82     | 49.94        | 20.04        | 14.47         | 74.67       | 60.39        | 66.13           |
| 28       | 64.95     | 50.31        | 20.67        | 15.23         | 74.93       | 60.62        | 66.30           |
| 29       | 64.95     | 50.31        | 20.67        | 15.23         | 74.93       | 60.62        | 66.30           |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่... ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ... รั้งที่มีการนำไปใช้

| Pile No. | EN (%) | Hiley (%) | Janbu (%) | Danish (%) | Gate (%) | PCUBC (%) | Canadian (%) |
|----------|--------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|--------------|
| 30       | 65.45  | 51.73     | 23.10     | 18.12      | 75.88    | 61.59     | 66.94        |
| 31       | 64.03  | 47.69     | 16.18     | 9.64       | 72.70    | 58.90     | 65.11        |
| 32       | 65.70  | 52.41     | 24.29     | 19.49      | 76.29    | 62.05     | 67.27        |
| 33       | 65.58  | 52.07     | 23.70     | 18.81      | 76.09    | 61.82     | 67.11        |
| 34       | 65.33  | 51.38     | 22.50     | 17.41      | 75.66    | 61.35     | 66.79        |
| 35       | 65.45  | 51.73     | 23.10     | 18.12      | 75.88    | 61.59     | 66.94        |
| 36       | 66.06  | 53.42     | 26.03     | 21.46      | 76.86    | 62.74     | 67.75        |
| 37       | 65.45  | 51.73     | 23.10     | 18.12      | 75.88    | 61.59     | 66.94        |
| 38       | 65.58  | 52.07     | 23.70     | 18.81      | 76.09    | 61.82     | 67.11        |
| 39       | 65.45  | 51.73     | 23.10     | 18.12      | 75.88    | 61.59     | 66.94        |
| 40       | 65.33  | 51.38     | 22.50     | 17.41      | 75.66    | 61.35     | 66.79        |
| 41       | 63.89  | 47.30     | 15.52     | 8.78       | 72.28    | 58.64     | 64.93        |
| 42       | 63.48  | 46.12     | 13.50     | 6.11       | 70.79    | 57.87     | 64.42        |
| 43       | 64.82  | 49.94     | 20.04     | 14.47      | 74.67    | 60.39     | 66.13        |
| 44       | 65.20  | 51.02     | 21.90     | 16.70      | 75.43    | 61.11     | 66.62        |
| 45       | 64.56  | 49.21     | 18.78     | 12.92      | 74.09    | 59.89     | 65.79        |
| 46       | 65.33  | 51.38     | 22.50     | 17.41      | 75.66    | 61.35     | 66.79        |
| 47       | 64.95  | 50.31     | 20.67     | 15.23      | 74.93    | 60.62     | 66.30        |
| 48       | 65.94  | 53.09     | 25.45     | 20.82      | 76.68    | 62.51     | 67.60        |
| 49       | 65.45  | 51.73     | 23.10     | 18.12      | 75.88    | 61.59     | 66.94        |
| 50       | 65.70  | 52.41     | 24.29     | 19.49      | 76.29    | 62.05     | 67.27        |
| 51       | 65.94  | 53.09     | 25.45     | 20.82      | 76.68    | 62.51     | 67.60        |
| 52       | 65.94  | 53.09     | 25.45     | 20.82      | 76.68    | 62.51     | 67.60        |
| 53       | 65.82  | 52.75     | 24.87     | 20.16      | 76.49    | 62.29     | 67.43        |
| 54       | 65.58  | 52.07     | 23.70     | 18.81      | 76.09    | 61.82     | 67.11        |
| 55       | 65.58  | 52.07     | 23.70     | 18.81      | 76.09    | 61.82     | 67.11        |
| 56       | 65.70  | 52.41     | 24.29     | 19.49      | 76.29    | 62.05     | 67.27        |
| 57       | 64.16  | 48.07     | 16.84     | 10.48      | 73.08    | 59.15     | 65.29        |
| 58       | 64.16  | 48.07     | 16.84     | 10.48      | 73.08    | 59.15     | 65.29        |
| 59       | 65.08  | 50.67     | 21.28     | 15.97      | 75.19    | 60.87     | 66.46        |
| 60       | 64.30  | 48.46     | 17.49     | 11.31      | 73.44    | 59.40     | 65.46        |
| 61       | 65.82  | 52.75     | 24.87     | 20.16      | 76.49    | 62.29     | 67.43        |
| 62       | 65.70  | 52.41     | 24.29     | 19.49      | 76.29    | 62.05     | 67.27        |
| 63       | 65.70  | 52.41     | 24.29     | 19.49      | 76.29    | 62.05     | 67.27        |
| 64       | 64.95  | 50.31     | 20.67     | 15.23      | 74.93    | 60.62     | 66.30        |
| 65       | 64.95  | 50.31     | 20.67     | 15.23      | 74.93    | 60.62     | 66.30        |
| 66       | 65.45  | 51.73     | 23.10     | 18.12      | 75.88    | 61.59     | 66.94        |
| 67       | 65.33  | 51.38     | 22.50     | 17.41      | 75.66    | 61.35     | 66.79        |
| 68       | 66.54  | 54.72     | 28.27     | 23.95      | 77.53    | 63.63     | 68.38        |
| 69       | 65.70  | 52.41     | 24.29     | 19.49      | 76.29    | 62.05     | 67.27        |
| 70       | 65.94  | 53.09     | 25.45     | 20.82      | 76.68    | 62.51     | 67.60        |
| 71       | 65.33  | 51.38     | 22.50     | 17.41      | 75.66    | 61.35     | 66.79        |
| 72       | 67.66  | 57.74     | 33.51     | 29.53      | 78.90    | 65.77     | 69.87        |
| 73       | 65.45  | 51.73     | 23.10     | 18.12      | 75.88    | 61.59     | 66.94        |
| 74       | 67.00  | 55.96     | 30.42     | 26.29      | 78.12    | 64.51     | 68.98        |
| 75       | 65.94  | 53.09     | 25.45     | 20.82      | 76.68    | 62.51     | 67.60        |

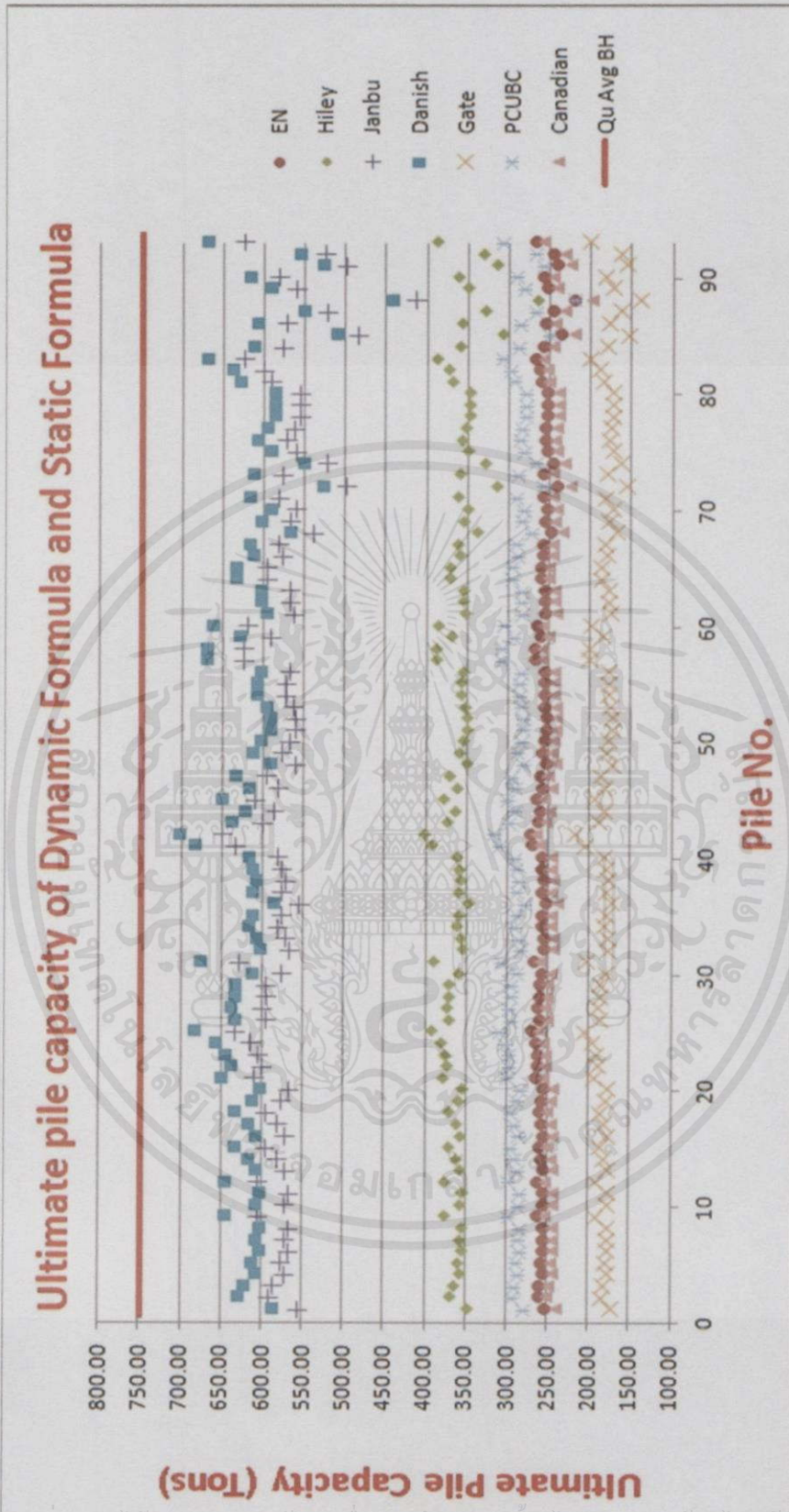
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ในการอื่นใดได้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของข้อมูล

| Pile No. | EN (%) | Hiley (%) | Janbu (%) | Danish (%) | Gate (%) | PCUBC (%) | Canadian (%) |
|----------|--------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|--------------|
| 76       | 65.58  | 52.07     | 23.70     | 18.81      | 76.09    | 61.82     | 67.11        |
| 77       | 65.82  | 52.75     | 24.87     | 20.16      | 76.49    | 62.29     | 67.43        |
| 78       | 66.06  | 53.42     | 26.03     | 21.46      | 76.86    | 62.74     | 67.75        |
| 79       | 66.06  | 53.42     | 26.03     | 21.46      | 76.86    | 62.74     | 67.75        |
| 80       | 66.06  | 53.42     | 26.03     | 21.46      | 76.86    | 62.74     | 67.75        |
| 81       | 65.08  | 50.67     | 21.28     | 15.97      | 75.19    | 60.87     | 66.46        |
| 82       | 64.82  | 49.94     | 20.04     | 14.47      | 74.67    | 60.39     | 66.13        |
| 83       | 64.16  | 48.07     | 16.84     | 10.48      | 73.08    | 59.15     | 65.29        |
| 84       | 65.45  | 51.73     | 23.10     | 18.12      | 75.88    | 61.59     | 66.94        |
| 85       | 68.09  | 58.87     | 35.46     | 31.54      | 79.37    | 66.57     | 70.45        |
| 86       | 65.58  | 52.07     | 23.70     | 18.81      | 76.09    | 61.82     | 67.11        |
| 87       | 67.00  | 55.96     | 30.42     | 26.29      | 78.12    | 64.51     | 68.98        |
| 88       | 70.27  | 64.31     | 44.91     | 40.82      | 81.36    | 70.59     | 73.38        |
| 89       | 65.94  | 53.09     | 25.45     | 20.82      | 76.68    | 62.51     | 67.60        |
| 90       | 65.33  | 51.38     | 22.50     | 17.41      | 75.66    | 61.35     | 66.79        |
| 91       | 67.66  | 57.74     | 33.51     | 29.53      | 78.90    | 65.77     | 69.87        |
| 92       | 66.88  | 55.65     | 29.89     | 25.72      | 77.98    | 64.29     | 68.83        |
| 93       | 64.16  | 48.07     | 16.84     | 10.48      | 73.08    | 59.15     | 65.29        |

ตารางที่ 4.45 ข้อมูล ค่าสูงสุด, ค่าต่ำสุด และ ค่าเฉลี่ย ของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่า Ultimate pile capacity จาก Dynamic Formula ทั้ง 7 วิธี และ ค่าเฉลี่ยของ Static Formula

|          | EN (%) | Hiley (%) | Janbu (%) | Danish (%) | Gate (%) | PCUBC (%) | Canadian (%) |
|----------|--------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|--------------|
| Diff Max | 70.27  | 64.31     | 44.91     | 40.82      | 81.36    | 70.59     | 73.38        |
| Diff Min | 63.48  | 46.12     | 13.50     | 6.11       | 70.79    | 57.87     | 64.42        |
| Average  | 65.47  | 51.74     | 23.13     | 18.01      | 75.72    | 61.61     | 66.97        |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 รูปที่ 4.20 กราฟแสดงผลของค่า Ultimate pile capacity ด้วย Dynamic Formula ทั้ง 7 วิธี กับ

ค่าเฉลี่ยของ Static Formula

#### 4.5 สรุปผลการวิเคราะห์ค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยของเสาเข็ม (Ultimate Pile Capacity) ด้วยวิธีสมการสถิตศาสตร์ (Static Formula) และวิธีสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula)

4.5.1 เปรียบเทียบค่า Ultimate Pile Capacity ระหว่างวิธี Dynamic Formula กับวิธี Static Formula จากผลลัพธ์สามารถแบ่งได้ 2 กลุ่มคือ

##### 4.5.1.1 กลุ่มที่มีค่าแตกต่างจาก Static Formula น้อย กว่า 25%

- 1) Danish Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 18.01 %
- 2) Janbu Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 23.13 %

##### 4.5.1.2 กลุ่มที่มีค่าแตกต่างจาก Static Formula มากกว่า 50%

- 1) Hiley Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 51.74 %
- 2) Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 61.61%
- 3) Engineering News Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 65.47 %
- 4) Canadian National Building Code มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 66.97 %
- 5) Gate Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 75.72 %

ตาราง 4.46 สรุปสูตรคำนวณ

|                          |   |
|--------------------------|---|
| Engineering News Formula | $P_u = \frac{e_h W_r H}{S + 2.54}$  |
| Hiley's Formula          | $P_u = \left[ \frac{e_h W_r H}{S + \frac{1}{2} \left( 0.3 + \frac{P_u L}{AE} + 0.25 \right)} \right] \left[ \frac{W_r + 0.25 W_p}{W_r + W_p} \right]$ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|   |  |
|---|--|
| Janbu's Formula                                   | $P_u = \frac{e_h W_r H}{0.75 + 0.15 \frac{W_p}{W_r} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{e_h W_r H L}{A E S^2}} \right) S}$  |
| Danish Formula                                    | $P_u = \frac{e_h W_r H}{S + \sqrt{\frac{e_h W_r H L}{2 A E}}}$   |
| Gate Formula                                      | $P_u = 104.5 \sqrt{e_h W_r H} (2.4 - \log S)$  |
| Pacific Coast<br>Uniform Building<br>Code (PCUBC) | $P_u = \frac{e_h W_r H \left( \frac{W_r + 0.1 W_p}{W_r + W_p} \right)}{S + \frac{P_u L}{A E}}$   |
| Canadian National<br>Building Code                | $P_u = \frac{e_h W_r H \left( \frac{W_r + (0.125 W_p)}{W_r + W_p} \right)}{S + \left( \frac{3 P_u}{2 A} \right) \left( \frac{L}{E} + 3.7 \times 10^{-10} \right)}$ |

นั่นคือ Danish Formula และ Janbu Formula มีการหาค่าพลังงานที่สูญเสียจากการยืดหดตัวของเสาเข็มเนื่องจากแรงกระทำด้วยดุ้นน้ำหนัก คือจะมีพจน์ของค่าความเครียด (Strain) ซึ่งมีน้ำหนัก  $W_r$  กระทำกับตัวเสาเข็มมีโมดูลัสความยืดหยุ่น  $E$  บนพื้นที่หน้าตัดของเสาเข็ม  $A$  ในแนวนานกับความยาวเสาเข็ม  $L$  นั่นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอก และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\epsilon = \frac{W_r L}{A E} \quad (4.1)$$

เมื่อพิจารณา  $W_r$  กับค่า  $E$  แล้ว จะเห็นว่า  $W_r$  มีค่าน้อยกว่า  $E$  หลายเท่าตัวเนื่องจากเสาเข็มเป็นเสาเข็ม Spun Pile มีวิธีการผลิตที่ทำให้ความหนาแน่นของคอนกรีตสูง ทำให้ค่าพลังงานที่สูญเสียของเสาเข็มระหว่างการตอกมีค่าน้อย ส่งผลให้ค่า Ultimate Pile Capacity มีค่าสูง

ส่วนในกลุ่มที่ห่างจากค่าเฉลี่ยของวิธี Static Formula คือวิธีของ Hiley Formula , Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) , Engineering News Formula , Canadian National Building Code และ Gate Formula มีการหาค่าพลังงานที่สูญเสียจากการยึดหดตัวของเสาเข็มแตกต่างกันอยู่ 2 แบบคือ ใช้น้ำหนักที่เสาเข็มรับได้คือค่า  $P_u$  และอีกแบบจะเป็นการใช้ค่าพลังงานที่สูญเสียเป็นค่าคงที่

แบบแรกมีค่าพลังงานการสูญเสียจากการยึดหดตัวของเสาเข็มที่กระทำโดยค่า  $P_u$  คือวิธีของ Hiley Formula , Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) และ Canadian National Building Code คือจะมีพจน์ของค่า Strain ในสูตร

$$\varepsilon = \frac{P_u L}{AE}$$

เมื่อพิจารณาแล้ว ค่า  $P_u$  นั้นมีค่ามากทำให้ค่าพลังงานที่สูญเสียจากการยึดหดตัวของเสาเข็มนั้นมากตามไปด้วย แตกต่างกับกลุ่มวิธีที่ใกล้เคียง คือมีค่าพลังงานที่สูญเสียจากการยึดหดตัวของเสาเข็มน้อย เพราะใช้ค่า  $W_r$  ในการหาค่าการยึดหดตัวของเสาเข็ม

แบบที่สองมีค่าพลังงานการสูญเสียจากค่าคงที่ ที่ได้จากการทดลอง หรือได้จากการเก็บข้อมูลทางสถิติมาแล้ว คือวิธีของ Engineering News Formula และ Gate Formula โดยในสูตรของ Engineering News Formula มีค่า พลังงานที่สูญเสียเท่ากับ 2.54 เซนติเมตร และในสูตรของ Gate Formula มีค่าพลังงานที่สูญเสียเป็น 2.4 นั่นเอง ทำให้ค่า Ultimate Pile Capacity ที่ได้จะเปลี่ยนแปลงไปตามค่าระยะการยุบตัวของเสาเข็ม  $S$  นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5.2 สรุปผลการเปรียบเทียบค่า Ultimate Pile Capacity ภายในเสาเข็มต้นเดียวกัน

สามารถเรียงลำดับค่า Ultimate Pile Capacity จากสูงที่สุดไปหาค่าต่ำที่สุดได้ดังนี้

Average Static Formula → Danish Formula → Janbu Formula → Hiley Formula → Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) → Engineering News Formula → Canadian National Building Code → Gate Formula

สาเหตุที่วิธี Danish Formula มีค่าสูงที่สุดเนื่องจาก

$$P_u = \frac{e_h W_r H}{S + C_1} = \frac{e_h W_r H}{S + \sqrt{\frac{e_h W_r H L}{2AE}}} \quad (4.3)$$

โดยที่  $C_1$  คือ ค่าพลังงานที่สูญเสียระหว่างการตอกเสาเข็มในสูตรของ เดนนิช (Danish Formula) เนื่องจากเสาเข็มที่ใช้เป็นเสาเข็มสปัน (Spun Pile) ซึ่งมีค่าโมดูลัสความยืดหยุ่น (E) สูงถึง 337.4 ตันต่อตารางเซนติเมตร ซึ่งเมื่อเทียบกับน้ำหนักของค้ำน้ำหนักรวม  $W_r$  ซึ่งมีน้ำหนักเพียง 12 ตัน แล้ว มีค่ามากกว่าหลายเท่าตัว ทำให้  $C_1$  ซึ่งเป็นค่าพลังงานที่สูญเสียในระหว่างการตอกเสาเข็มนั้นมีค่าน้อย ส่งผลให้ค่า Ultimate Pile Capacity มีค่าสูงมากนั่นเอง

สาเหตุที่วิธี Gate Formula มีค่าน้อยที่สุดเนื่องจาก

$$P_u = a\sqrt{e_h W_r H}(b - \log S) = 104.5\sqrt{e_h W_r H}(2.4 - \log S) \quad (4.4)$$

ค่าพลังงานที่สูญเสียระหว่างการตอกเสาเข็มในสูตรนี้ เป็นค่าคงที่ไม่ขึ้นกับตัวแปรใด ไม่มีการเพิ่มขึ้นหรือลดลง ส่วนค่า  $W_r$  กับ  $H$  ก็เป็นค่าคงที่เช่นเดียวกันค่า Ultimate Pile Capacity ที่ได้จากสูตรนี้จึงเป็นค่าคงที่ แต่สามารถมีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้เนื่องจากค่า  $S$  ยังมีค่ามาก ค่า  $P_u$  ยิ่งน้อยลง ในสูตรคำนวณนี้ค่า  $W_r$  กับ  $H$  จะเป็นค่าหลักที่ทำให้เกิดค่า  $P_u$  ค่าหนึ่ง ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้ ค่า  $P_u$  ที่ได้มีค่าน้อยอยู่แล้วนั่นเอง ตามสูตรด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะมิใช่ค่าทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P_u = 878.25(2.4 - \log S) \quad (4.5)$$

เมื่อ  $P_u$  คือ กำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม (กิโลนิวตัน)

$S$  คือ ระยะยุบตัวของเสาเข็ม (มิลลิเมตร)

#### 4.5.3 สรุปผลการเปรียบเทียบค่า Ultimate Pile Capacity ภายใน Dynamic Formula เดียวกัน

ค่า Ultimate Pile Capacity จะมากที่สุดในการพิจารณาใช้สูตรคำนวณของ Dynamic Formula ทั้ง 7 วิธีพบว่าเสาเข็ม Pile No.42 จะได้ค่าสูงสุดที่ ได้  $P_u = 273.76$  ตัน ซึ่งมีค่า  $S = 0.09$  เซนติเมตร

ค่า Ultimate Pile Capacity จะน้อยที่สุดในการพิจารณาใช้สูตรคำนวณของ Dynamic Formula ทั้ง 7 วิธีพบว่าเสาเข็ม Pile No.88 จะได้ค่าต่ำสุด  $P_u = 222.91$  ตัน ซึ่งมีค่า  $S = 0.69$  เซนติเมตร

จะเห็นได้ว่ายิ่งค่าระยะยุบตัวของเสาเข็ม  $S$  มาก ค่ากำลังรับน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม  $P_u$  ยิ่งลดลง เนื่องจาก  $P_u$  แปรผกผันกับ  $S$  ตามสมการพลังงานพื้นฐานนั่นเอง

$$WH = R_u S + L \quad (4.6)$$

$$R_u = \frac{WH - L}{S} \quad (4.7)$$

ในปริญญานิพนธ์นี้ใช้ข้อมูลเสาเข็มทั้งหมด 93 ต้น ซึ่งในแต่ละต้นมีตำแหน่งในโครงการก่อสร้างอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ กัน ทำให้มีความแตกต่างกันทางด้านของข้อมูลชั้นดิน และการตอกเสาเข็ม ในแต่ละต้นก็ยังมี ความแตกต่างกันอยู่ จึงทำให้ผลลัพธ์ที่คำนวณออกมาได้ มีความแตกต่างกัน เราสามารถเรียงลำดับค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า Ultimate Pile Capacity ด้วย Dynamic Formula ทั้ง 7 วิธี จากค่าเบี่ยงเบนสูงที่สุดไปหาค่าเบี่ยงเบนต่ำที่สุดได้ ดังนี้

Danish Formula → Janbu Formula → Hiley Formula → Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) → Gate Formula → Canadian National Building Code → Engineering News Formula

วิธีที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมากที่สุดคือ Danish Formula มีค่าเท่ากับ 37.29 และวิธีที่มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานน้อยที่สุดคือ Engineering News Formula มีค่าเท่ากับ 6.98

เอกสารนี้เป็นเพียงเอกสารตัวอย่าง ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.5.4 วิธี Dynamic Formula ที่เหมาะสมในการหาค่า Ultimate Pile Capacity ในสถานที่ก่อสร้างพื้นที่เขตคูสิต

ในปริญญานิพนธ์นี้ใช้ข้อมูลชั้นดินใน โครงการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ก่อสร้างในเขตคูสิตเป็นข้อมูลศึกษา จึงได้สรุปวิธีคำนวณค่า Ultimate Pile Capacity ของ Dynamic Formula ที่น่าจะนำไปใช้ ในพื้นที่ที่ใกล้เคียงกับ โครงการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก ที่ก่อสร้างในเขตคูสิตได้ดังต่อไปนี้

ค่า Ultimate Pile Capacity ที่นำมาเป็นวิธีหลัก คือ Static Formula ซึ่งให้ค่าที่สูง เนื่องจากเสาเข็มมีความยาวมาก ดังนั้น Dynamic Formula ที่เหมาะสมจึงต้องเป็นวิธีที่ได้ค่าใกล้เคียงกับ Static Formula มากที่สุด นั่นคือ Danish Formula แม้จะให้ค่าได้ไม่สูงเท่า Static Formula แต่ก็มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ยน้อยที่สุดใน 7 วิธีที่ได้ทำการคำนวณในปริญญานิพนธ์นี้ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ยเท่ากับ 18.01 % หรืออาจจะใช้ Janbu Formula ก็ได้ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 23.13 % ซึ่งจะได้ค่าที่น้อยกว่า Danish Formula เล็กน้อย

สาเหตุที่ Static Formula ให้ค่า Ultimate Pile Capacity ที่สูงเป็นอาจเป็นเพราะเสาเข็มมีความยาวมาก ทำให้ค่าหน่วยแรงดันที่ผิวของเสาเข็มมีค่าเพิ่มขึ้นตามสมการ

$$Q_{ult} = Q_s + Q_b \quad (4.8)$$

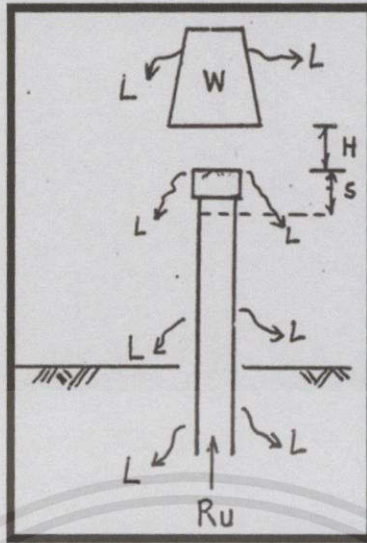
เมื่อ  $Q_{ult}$  คือ กำลังรับสูงสุดของเสาเข็ม

$Q_s$  คือ แรงเสียดทานบริเวณรอบของเสาเข็ม

$Q_b$  คือ แรงดันที่ปลายเสาเข็ม

ในขณะที่ Dynamic Formula คำนวณหาค่า Ultimate Pile Capacity นั้นจะมีค่าลดลงน้อยกว่าค่าที่เป็นจริง เนื่องจากเสาเข็มยังมีความยาวมาก ค่าพลังงานที่สูญเสียไปยังมีค่าเพิ่มมากขึ้น ตามสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แสดงรายละเอียดส่วนประกอบของสมการทางพลศาสตร์

$$WH = R_u S + L$$

$$R_u = \frac{WH - L}{S}$$

เมื่อ  $W$  คือ น้ำหนักค้ำ

$H$  คือ ระยะยกของค้ำน้ำหนัก

$R_u$  คือ แรงต้านสูงสุดของเสาเข็ม

$S$  คือ ระยะขุดของเสาเข็ม

$L$  คือ ค่าพลังงานที่สูญเสียไป

ซึ่งในปฏิญานิพนธ์นี้ เสาเข็มมีความยาวมากถึง 41.00 เมตร ทำให้ค่า Ultimate Pile Capacity ของ Static Formula ซึ่งผ่านชั้นทรายถึง 3 ชั้นตามข้อมูลหลุมเจาะสำรวจ 3 หลุม จะให้ค่าที่สูงกว่า Dynamic Formula ซึ่งมีค่าพลังงานสูญเสียไปตามความยาวของเสาเข็มนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการศึกษา

### 5.1 กล่าวนำ

ผลการศึกษาและวิเคราะห์การหาค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม เจริญเปรียบเทียบโดยการ ใช้สมการ Static Formula และ Dynamic Formula โดยข้อมูลที่ทำการศึกษานั้นเป็นข้อมูลชั้นดิน บริเวณพื้นที่เขต คูสิต ซึ่งเป็นดินกรุงเทพฯ เข็มที่ใช้ในการตอกคือ เสาเข็ม Spun Pile มีเส้นผ่าน ศูนย์กลาง เท่ากับ 80 เซนติเมตร จำนวน 93 ต้น โดยไม่ระบุที่แน่ชัดของตำแหน่งหลุมเจาะและ ตำแหน่งเสาเข็มที่ทำการตอกเสาเข็มในเขตก่อสร้าง

จากการใช้ข้อมูลหลุมเจาะจำนวน 3 หลุม นั้น แล้วนำมาวิเคราะห์พบว่าอาจเป็นไปได้ที่ วิธี Static Formula เหมาะกับการคำนวณ ในระดับที่เสาเข็ม ไม่ลึกมากเกินไปกว่าระดับ 18 เมตร เนื่องจากชั้น ดินที่ลึกต่ำกว่าระดับ 18 เมตรมีคุณสมบัติของดินที่ดีแล้วทำให้ค่าที่คำนวณออกมาได้จาก Static Formula นั้นมีค่าสูงมาก ส่วนของวิธี Dynamic Formula นั้นค่าที่คำนวณออกมาได้มีค่าต่ำกว่า วิธี Static Formula ทั้งนี้ จึงสรุปได้ดังต่อไปนี้

### 5.2 เสาเข็มที่มีแนวโน้มว่าจะชำรุดเสียหาย

เสาเข็มที่มีแนวโน้มว่าจะชำรุดเสียหาย หรือไม่สมบูรณ์ได้แก่ Pile No.15, Pile No.18, Pile No.23, Pile No.32, Pile No.42, Pile No.44, Pile No.68, Pile No.74 และ Pile No.85 ทั้งนี้ต้อง ตรวจสอบเพิ่มเติมเพื่อยืนยันความสมบูรณ์ของเสาเข็มต่อไป ซึ่งในปฏิญานิพนธ์นี้จะไม่กล่าวถึง เนื่องจากมีข้อมูลไม่เพียงพอ

### 5.3 การแบ่งกลุ่มวิธีสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) ที่ให้ค่าใกล้เคียงกับค่าเฉลี่ย

ของค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยสูงสุด (Ultimate Pile Capacity) จากวิธีสมการสถิต เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ศาสตร์ (Static Formula)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.3.1 กลุ่มที่มีค่าแตกต่างจาก Static Formula น้อย กว่า 25%

1) Danish Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 18.01 %

2) Janbu Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 23.13 %

### 5.3.2 กลุ่มที่มีค่าแตกต่างจาก Static Formula มากกว่า 50%

1) Hiley Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 51.74 %

2) Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 61.61%

3) Engineering News Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 65.47 %

4) Canadian National Building Code มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 66.97 %

5) Gate Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ย 75.72 %

### 5.4 กลุ่มวิธีสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) ที่มีค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยสูงสุด (Ultimate Pile Capacity) มากที่สุดและน้อยที่สุด

Dynamic Formula ที่ให้ค่าเฉลี่ยของ Ultimate pile capacity มากที่สุด Danish Formula ให้ค่าเฉลี่ยมากที่สุด  $P_u = 614.64$  ตัน ใน Pile No.42

Dynamic Formula ที่ให้ค่าเฉลี่ยของ Ultimate pile capacity น้อยที่สุด Gate Formula ให้ค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด  $P_u = 182.04$  ตัน ใน Pile No.88

สามารถเรียงลำดับค่า Ultimate pile capacity จากสูงที่สุดไปหาค่าต่ำที่สุดได้ดังนี้

Average Static Formula → Danish Formula → Janbu Formula → Hiley Formula → Pacific Coast Uniform Building Code (PCUBC) → Engineering News Formula → Canadian National Building Code → Gate Formula

### 5.5 วิธีคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยสูงสุด (Ultimate Pile Capacity) โดยวิธีสมการพลศาสตร์ (Dynamic Formula) ที่เหมาะที่จะนำมาใช้ในพื้นที่เขตคูสิต เมื่อเทียบกับ

#### วิธีการคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยสูงสุด (Ultimate Pile Capacity) โดยวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

#### สมการสถิตศาสตร์ (Static Formula)

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Danish Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ยเท่ากับ 18.01 %

2) Janbu Formula มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างเฉลี่ยเท่ากับ 23.13 %

## 5.6 ข้อเสนอแนะ

จากความคิดของผู้วิจัยทั้งสองมีข้อเสนอแนะว่า หากต้องการประมาณค่า Ultimate Pile Capacity ที่แม่นยำกว่านี้ควรมีตำแหน่งข้อมูลของหลุมเจาะที่แน่ชัด และตำแหน่งของเสาเข็มตอกที่แน่นอนเพื่อให้งานวิจัยนี้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นและง่ายต่อการพิจารณา และที่สำคัญไปกว่านั้นควรมีค่าการทดสอบทางวิธีสถิตศาสตร์ คือวิธี Static Pile Load Test ซึ่งเป็นค่าที่มีความน่าเชื่อถือสูงและสามารถนำมาเปรียบเทียบกับวิธีที่ได้เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ หากเป็นไปได้ควรมีข้อมูลที่ใช้ในการหาค่ารับน้ำหนักประลัยของเสาเข็มให้ครบ 4 วิธี คือ

- 1) Static Pile Load Test
- 2) Dynamic Pile Load Test
- 3) Static Formula
- 4) Dynamic Formula

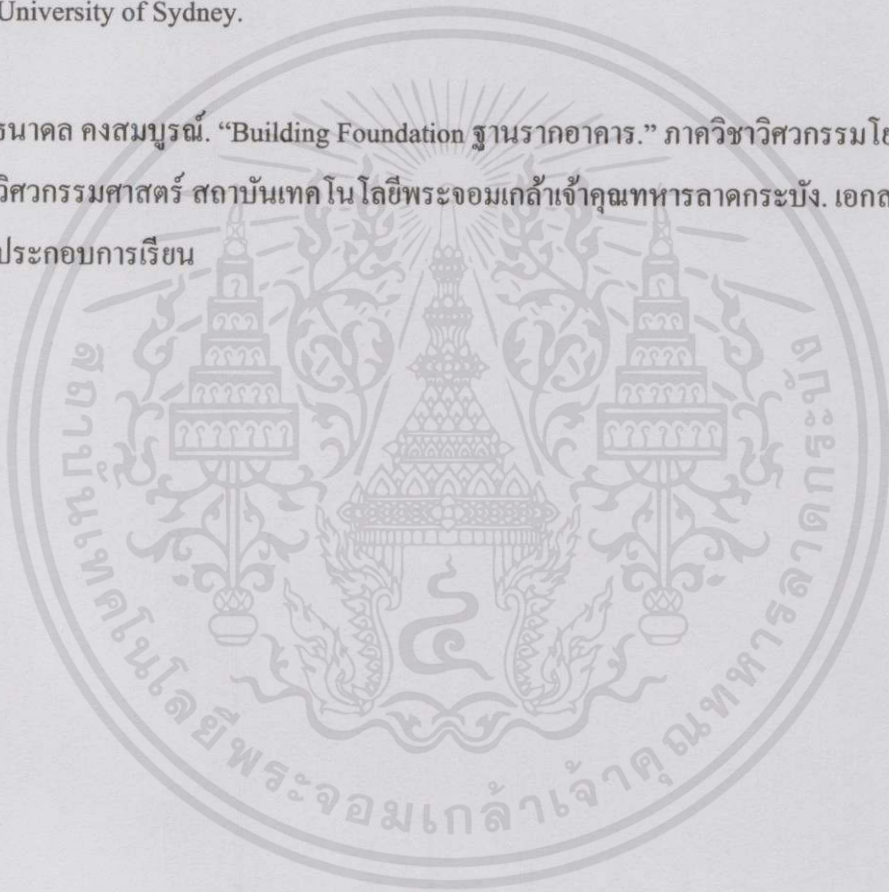
การตรวจสอบหาความสมบูรณ์ของเสาเข็มสามารถตรวจสอบด้วยวิธี Seismic Test ควบคู่ไปกับวิธีการในปริภูมิพนธ์นี้ด้วย เนื่องจากบางกรณีอาจเกิดความเสียหายต่อเสาเข็มที่ทำการตอกไปแล้ว เมื่อดูจากข้อมูลการตอกเสาเข็ม ซึ่งทำให้ยากต่อการคาดเดาค่าที่คำนวณออกมาได้นั้นมีความถูกต้องแท้จริงหรือไม่

## บรรณานุกรม

JOSEPH, M.1997. FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN : McGRAW-HILL

POULOS, H.G. and DAVIS, E.H. 1940. PILE FOUNDATION ANALYSIS AND DESIGN : The University of Sydney.

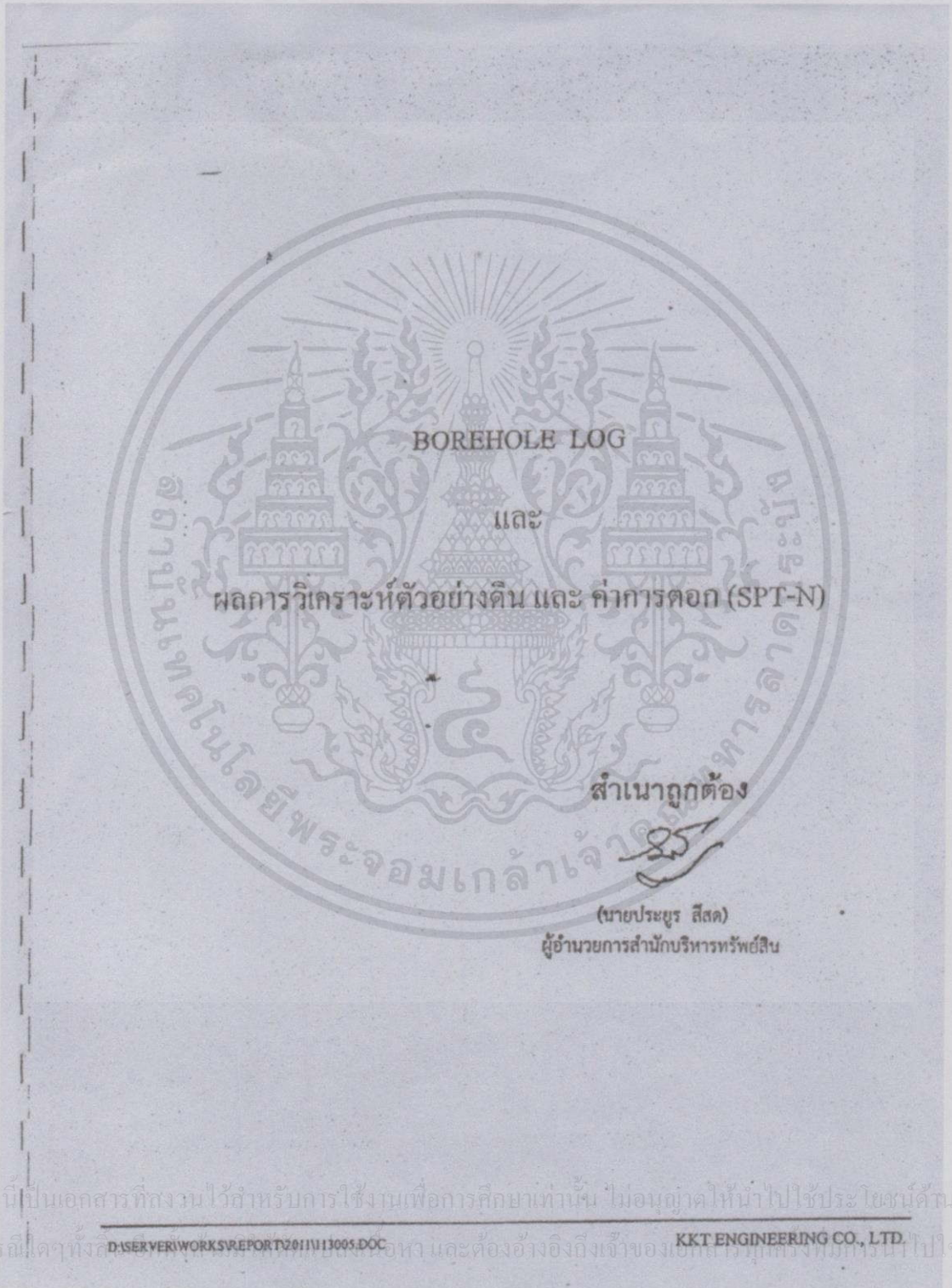
ผศ. ดร. ธนาถ คงสมบูรณ์. "Building Foundation ฐานรากอาคาร." ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. เอกสารประกอบการเรียน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

# ข้อมูลหลุมเจาะ (Borehole log) ของพื้นที่ศึกษา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

D:\SERVER\WORKS\REPORT\2011\113005.DOC

KKT ENGINEERING CO., LTD.

รูปที่ ก1. ข้อมูลหลุมเจาะ

KKT ENGINEERING CO., LTD.

### BOREHOLE LOG

Borehole: **BH-1**

Project name: ก่อสร้างอาคาร [redacted] คูสิต

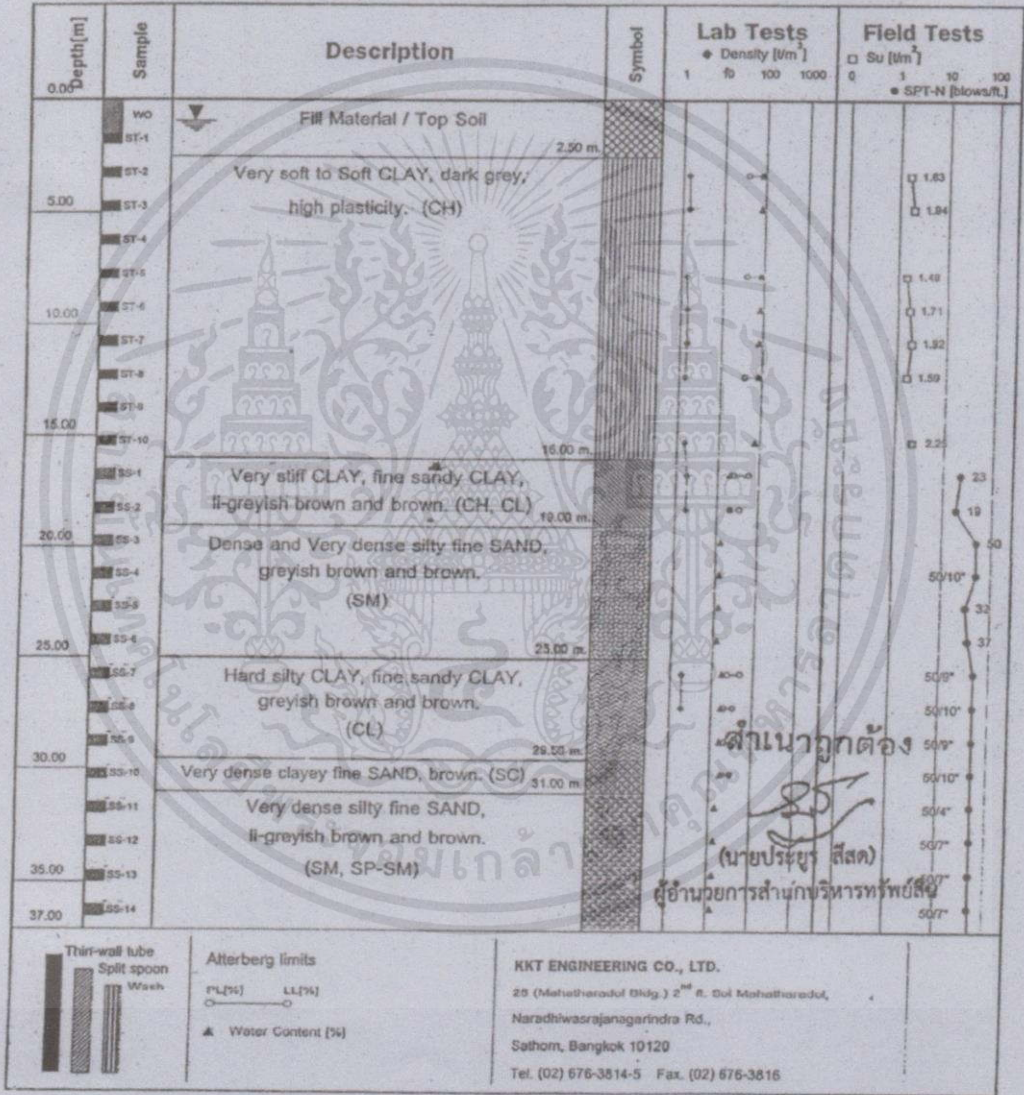
Project No.: 113005

Site Location: ถนนสามเสน เขตคูสิต กรุงเทพมหานคร

Date: 11-13/01/54

Total Depth[m]: 45.45

Ground Water Level [m]: -1.00



รูปที่ ก2. ข้อมูลหลุมเจาะ BH-1 แผ่นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KKT ENGINEERING CO., LTD.

### BOREHOLE LOG

Borehole: **BH-1**

Project name: ก่อสร้างอาคาร [redacted] คูสิต

(Cont'd)

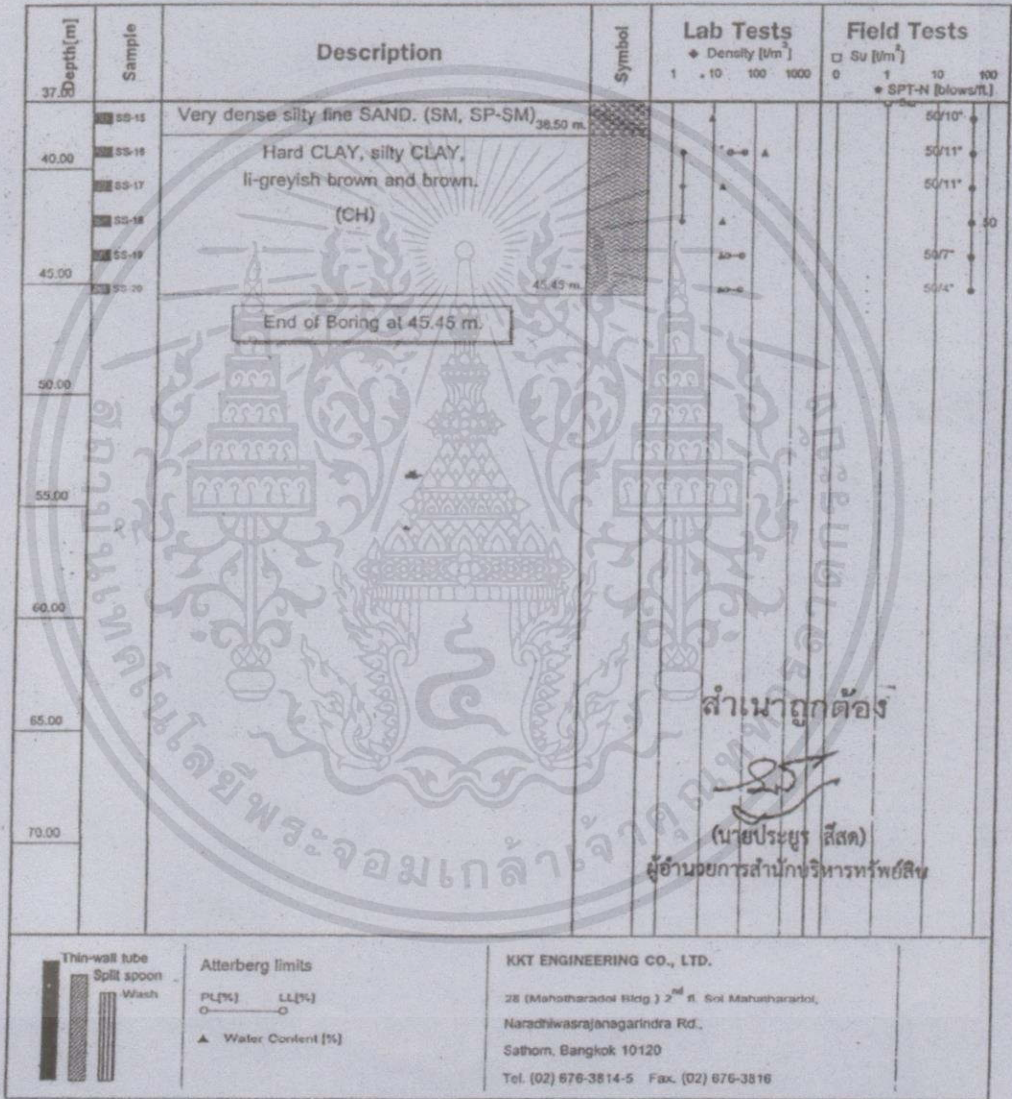
Site Location: ถนนสามเสน เขตคูสิต กรุงเทพมหานคร

Project No.: 113005

Total Depth(m): 45.45

Ground Water Level (m): -1.00

Date: 11-13/01/54



รูปที่ ก3. ข้อมูลหลุมเจาะ BH-1 แผ่นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



| PROJECT LOCATION               |  | FIELD WORKS            |  | MADE BY         |  | CHECKED BY             |  | SOIL CLASS                       |  | Sieve Analysis (%)                        |  | ATTERBERG LIMITS                                   |  | NAT. MC %   |  | DEPTH (m)   |  | SAMPLE NO.  |  | HOLE NO.               |  |                                  |  |
|--------------------------------|--|------------------------|--|-----------------|--|------------------------|--|----------------------------------|--|---|--|--|--|---|--|---|--|---|--|------------------------|--|----------------------------------|--|
| KKT ENGINEERING CO., LTD.      |  | 11-1301154             |  | VISUT K.        |  | VISUT K.               |  | CLASS                            |  | #40 #100 #200                             |  | LL PL PI   |  | MC % Wn   |  | FROM TO   |  | SS-11 SS-12 SS-13 SS-14 SS-15 SS-16 SS-17 SS-18 SS-19 SS-20 |  | BH-1 (ตอมือ่ง)         |  |                                  |  |
| KKT ENGINEERING CO., LTD.      |  | 11-1301154             |  | VISUT K.        |  | VISUT K.               |  | SM SM SM SM SP-SM CH CH CH CL    |  | 79 57 30 82 545 33 16 70 39 19 8 96 96 95 |  | NP NP NP NP NP 26.20 57.11 24.20 30.00 24.10 28.50 |  | 14.10 13.60 13.20 12.80 9.20 176.10 17.40 17.80 17.30 16.80 |  | 31.35 33.45 34.95 38.45 37.35 38.45 40.55 42.45 43.95 46.00 |  | SS-11 SS-12 SS-13 SS-14 SS-15 SS-16 SS-17 SS-18 SS-19 SS-20 |  | BH-1 (ตอมือ่ง)         |  |                                  |  |
| Ground Water Level (m) : -1.00 |  | Boring Team : Panyphot |  | SPT-N (blow/ft) |  | Su (t/m <sup>2</sup> ) |  | Y <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> ) |  | PP UP                                     |  | SPT-N (blow/ft)                                    |  | Su (t/m <sup>2</sup> )                                      |  | Y <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> )                            |  | SPT-N (blow/ft)   |  | Su (t/m <sup>2</sup> ) |  | Y <sub>i</sub> (m <sup>3</sup> ) |  |
| 504*                           |  | 507*                   |  | 507*            |  | 507*                   |  | 5010*                            |  | 5011*                                     |  | 5011*  |  | 50  |  | 507*  |  | 504*  |  | 507*                   |  | 504*                             |  |
| 1.91                           |  | 1.92                   |  | 1.93            |  |                        |  |                                  |  |   |  |  |  |   |  |   |  |   |  |                        |  |                                  |  |

สำเนาถูกต้อง

*(Signature)*

(นายประยูร ศิสด)

ผู้อำนวยการสำนักบริหารทรัพย์สิน

รูปที่ ๓๕. ข้อมูลหลุมเจาะ BH-1 แผ่นที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KKT ENGINEERING CO., LTD.

# BOREHOLE LOG

Borehole: **BH-2**

Project name: ก่อสร้างอาคาร [redacted] คู่มือ

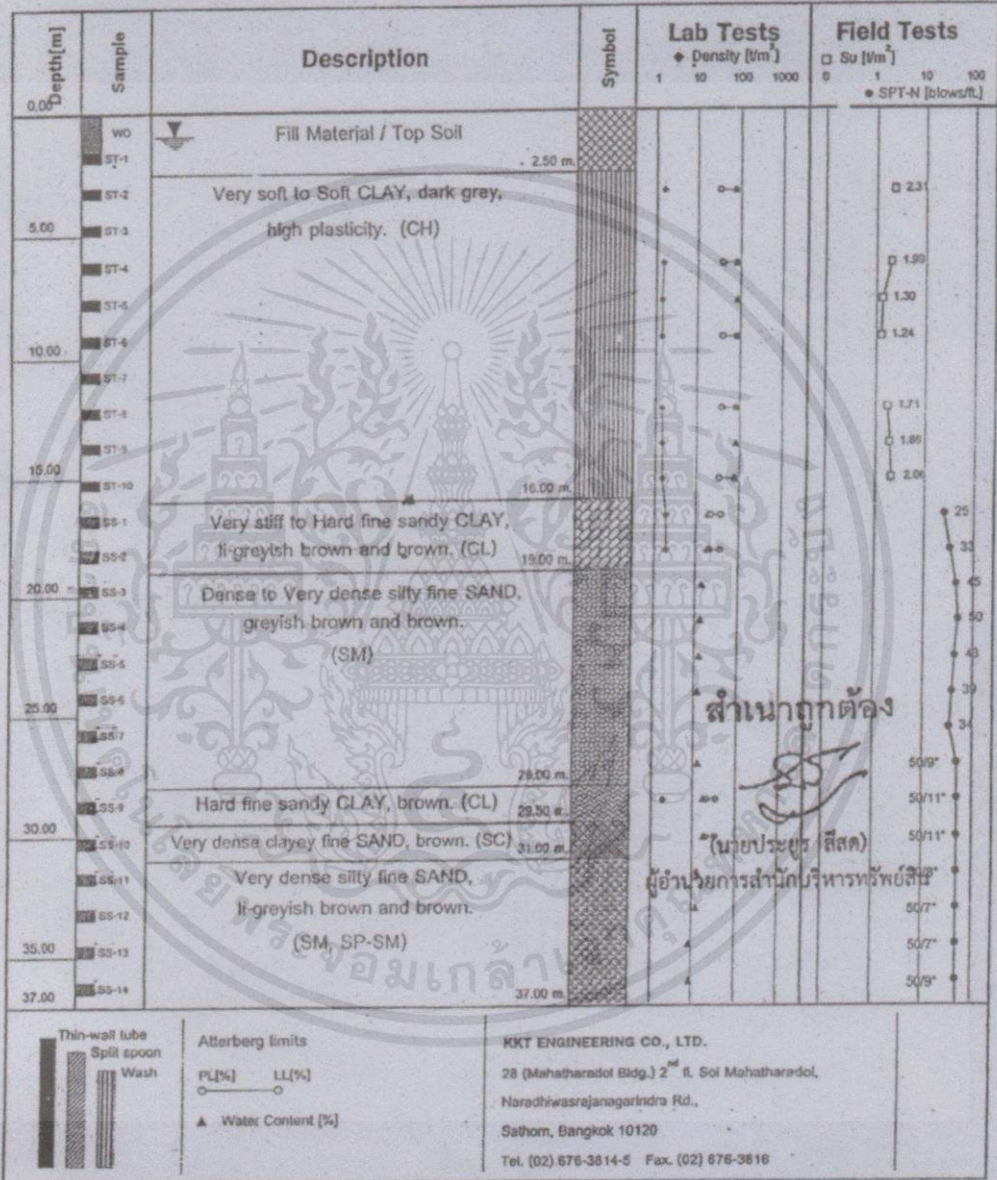
Site Location: ถนนสามเสน เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

Project No.: 113005

Date: 13-14/01/54

Total Depth[m]: 45.45

Ground Water Level [m]: -1.00



รูปที่ ก6. ข้อมูลหลุมเจาะ BH-2 แผ่นที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# BOREHOLE LOG

Borehole: **BH-2**  
(Cont'd)

Project name: ก่อสร้างอาคาร [redacted] คูสิต

Site Location: ถนนสามเสน เขตคูสิต กรุงเทพมหานคร

Project No.: 113005

Date: 13-14/01/54

Total Depth[m]: 45.45

Ground Water Level [m]: -1.00

| Depth [m] | Sample | Description  | Symbol | Lab Tests                   |    |     |      | Field Tests            |   |    |     |                  |        |        |
|-----------|--------|--|--------|-----------------------------|----|-----|------|------------------------|---|----|-----|------------------|--------|--------|
|           |        |  |        | Density [t/m <sup>3</sup> ] |    |     |      | Su [t/m <sup>2</sup> ] |   |    |     |                  |        |        |
|           |        |  |        | 1                           | 10 | 100 | 1000 | 0                      | 1 | 10 | 100 | SPT-N [blows/ft] |        |        |
| 37.50     |        | Hard CLAY,<br>li-greyish brown and brown.<br>(CH)                                |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  | 50/10' |        |
| 40.00     | SS-15  |  |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  |        | 50/10' |
|           | SS-16  |  |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  |        |        |
|           | SS-17  |  |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  |        |        |
|           | SS-18  |  |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  |        |        |
| 45.00     | SS-19  |  |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  |        |        |
|           | SS-20  |  |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  | 50/7'  |        |
| 45.45     |        | End of Boring at 45.45 m.  |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  | 50/7'  |        |
| 50.00     |        | <p>สำนักถูกต้อง<br/>(นายประจักษ์ สีเส็ด)<br/>ผู้อำนวยการสำนักบริหารทรัพย์สิน</p> |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  |        |        |
| 55.00     |        |  |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  |        |        |
| 60.00     |        |  |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  |        |        |
| 65.00     |        |  |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  |        |        |
| 70.00     |        |  |        |                             |    |     |      |                        |   |    |     |                  |        |        |

รูปที่ ก7. ข้อมูลหลุมเจาะ BH-2 แผ่นที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**KKT ENGINEERING CO., LTD.**  
KKT ENGINEERING CO., LTD.

Ground Water Level (m) : -1.00  
Boring Team : Pangphat

**SUMMARY OF TEST RESULTS**

PROJECT: ก่อสร้างอาคาร **ชุดที่ ๓**  
LOCATION: ถนนเกษม (เขตคูคต) กรุงเทพมหานคร

FIELD WORKS: 13-14C/164  
MADE BY: VISUT K.  
CHECKED BY: VISUT K.

| HOLE NO. | SAMPLE NO. | DEPTH (m.) |       | NAT. MC %<br>W <sub>n</sub> | ATTERBERG LIMITS |       |     |     | SIEVE ANALYSIS (% PASSING) |     |      |      | SOIL CLASS | Su (t/m <sup>2</sup> ) |      | SPT-N (blows/ft) | γ <sub>t</sub> (t/m <sup>3</sup> ) |
|----------|------------|------------|-------|-----------------------------|------------------|-------|-----|-----|----------------------------|-----|------|------|------------|------------------------|------|------------------|------------------------------------|
|          |            | FROM       | TO    |                             | LL               | FL    | PI  | #4  | #10                        | #40 | #100 | #200 |            | PP                     | UP   |                  |                                    |
| BH-2     | WD         | 0.00       | 1.50  | -                           | -                | -     | -   | -   | -                          | -   | -    | -    | -          | -                      | -    | -                | -                                  |
|          | ST-1       | 1.50       | 2.00  | -                           | -                | -     | -   | -   | -                          | -   | -    | -    | -          | -                      | -    | -                | -                                  |
|          | ST-2       | 3.00       | 3.50  | 75.00                       | 33.50            | 42.50 | 100 | 100 | 100                        | 100 | 99   | -    | 2.31       | -                      | 1.66 | -                | 1.66                               |
|          | ST-3       | 4.50       | 5.00  | -                           | -                | -     | -   | -   | -                          | -   | -    | -    | -          | -                      | -    | -                | -                                  |
|          | ST-4       | 6.00       | 6.50  | 81.10                       | 36.70            | 43.30 | 100 | 100 | 100                        | 100 | 99   | -    | 1.99       | -                      | 1.50 | -                | 1.50                               |
|          | ST-5       | 7.50       | 8.00  | 85.20                       | -                | -     | -   | -   | -                          | -   | -    | -    | -          | -                      | -    | -                | -                                  |
|          | ST-5       | 9.00       | 9.50  | 80.80                       | 35.20            | 45.70 | 100 | 100 | 100                        | 100 | 99   | -    | 1.24       | -                      | 1.40 | -                | 1.40                               |
|          | ST-5       | 9.50       | 10.00 | -                           | -                | -     | -   | -   | -                          | -   | -    | -    | -          | -                      | -    | -                | -                                  |
|          | ST-7       | 10.50      | 11.00 | -                           | -                | -     | -   | -   | -                          | -   | -    | -    | -          | -                      | -    | -                | -                                  |
|          | ST-8       | 12.00      | 12.50 | 83.30                       | 33.80            | 44.00 | 100 | 100 | 100                        | 100 | 99   | -    | 1.71       | -                      | 1.44 | -                | 1.44                               |
| ST-9     | 13.50      | 14.00      | 82.20 | -                           | -                | -     | -   | -   | -                          | -   | -    | -    | -          | -                      | -    | -                |                                    |
| ST-10    | 15.00      | 15.50      | 78.90 | 34.40                       | 43.80            | 100   | 100 | 100 | 100                        | 98  | -    | 1.68 | -          | 1.47                   | -    | 1.47             |                                    |
| SS-1     | 16.95      | 16.95      | 19.90 | 22.20                       | 16.30            | 99    | 50  | 70  | 66                         | 63  | -    | 2.06 | -          | 1.87                   | -    | 1.87             |                                    |
| SS-2     | 18.20      | 18.45      | 16.50 | 21.60                       | 14.80            | 98    | 25  | 57  | 62                         | 58  | -    | -    | -          | 25                     | -    | 25               |                                    |
| SS-3     | 18.50      | 18.95      | 14.50 | NP                          | -                | 95    | 83  | 56  | 34                         | 17  | -    | -    | -          | 33                     | -    | 33               |                                    |
| SS-4     | 21.00      | 21.45      | 13.80 | NP                          | -                | -     | -   | -   | -                          | -   | -    | -    | -          | 45                     | -    | 45               |                                    |
| SS-5     | 22.50      | 22.95      | 13.20 | NP                          | -                | 95    | 81  | 54  | 32                         | 15  | -    | -    | -          | 50                     | -    | 50               |                                    |
| SS-6     | 24.00      | 24.45      | 12.86 | NP                          | -                | -     | -   | -   | -                          | -   | -    | -    | -          | 43                     | -    | 43               |                                    |
| SS-7     | 25.50      | 25.95      | -     | NP                          | -                | -     | -   | -   | -                          | -   | -    | -    | -          | 39                     | -    | 39               |                                    |
| SS-8     | 27.00      | 27.45      | 13.10 | NP                          | -                | -     | -   | -   | -                          | -   | -    | -    | -          | 34                     | -    | 34               |                                    |
| SS-9     | 28.50      | 28.95      | 17.80 | 34.80                       | 21.40            | 94    | 82  | 55  | 33                         | 15  | -    | -    | -          | 50/9*                  | -    | 50/9*            |                                    |
| SS-10    | 30.00      | 30.45      | 18.30 | 34.30                       | 21.10            | 95    | 83  | 60  | 53                         | 49  | -    | -    | -          | 50/11*                 | -    | 50/11*           |                                    |

สำเนาถูกต้อง  
*(Signature)*  
(นายประยูร สีสด)  
ผู้อำนวยการสำนักบริหารทรัพย์สิน

รูปที่ ก8. ข้อมูลหลุมเจาะ BH-2 แผ่นที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| PROJECT LOCATION          |            | SUMMARY OF TEST RESULTS   |       |                           |    |                           |                  |                           |    |                            |     | FIELD WORKS               |      | Ground Water Level (m) : -1.00 |             |                           |                  |                       |
|---------------------------|------------|---------------------------|-------|---------------------------|----|---------------------------|------------------|---------------------------|----|----------------------------|-----|---------------------------|------|--------------------------------|-------------|---------------------------|------------------|-----------------------|
| KKT ENGINEERING CO., LTD. |            | KKT ENGINEERING CO., LTD. |       | KKT ENGINEERING CO., LTD. |    | KKT ENGINEERING CO., LTD. |                  | KKT ENGINEERING CO., LTD. |    | KKT ENGINEERING CO., LTD.  |     | KKT ENGINEERING CO., LTD. |      | KKT ENGINEERING CO., LTD.      |             | KKT ENGINEERING CO., LTD. |                  |                       |
| HOLE NO.                  | SAMPLE NO. | DEPTH (m)                 |       | NAT. MC %                 |    |                           | ATTERBERG LIMITS |                           |    | SIEVE ANALYSIS (% PASSING) |     |                           |      |                                | SOIL CLASS. | Sv (m)                    | SPT-N (blows/ft) | γ (t/m <sup>3</sup> ) |
|                           |            | FROM                      | TO    | MC %                      | Wh | LL                        | PL               | PI                        | #4 | #10                        | #40 | #100                      | #200 |                                |             |                           |                  |                       |
| BH-2<br>(ต่อเนื่อง)       | SS-11      | 31.50                     | 31.35 | 13.30                     |    | NP                        |                  | 94                        | 81 | 55                         | 32  | 15                        |      | SM                             |             | 50/8"                     |                  |                       |
|                           | SS-12      | 33.00                     | 33.45 | 12.60                     |    | NP                        |                  |                           |    |                            |     |                           |      | SM                             |             | 50/7"                     |                  |                       |
|                           | SS-13      | 34.50                     | 34.95 | 8.80                      |    | NP                        |                  |                           |    |                            |     |                           |      | SP-SM                          |             | 50/7"                     |                  |                       |
|                           | SS-14      | 36.00                     | 36.45 | 9.20                      |    | NP                        |                  |                           |    |                            |     |                           |      | SP-SM                          |             | 50/8"                     |                  |                       |
|                           | SS-15      | 37.50                     | 37.95 | 18.10                     |    | 24.30                     | 25.90            | 100                       | 99 | 93                         | 20  | 8                         |      | CH                             |             | 50/10"                    | 1.92             |                       |
|                           | SS-16      | 39.00                     | 39.45 | 16.35                     |    | 24.00                     | 26.30            | 100                       | 96 | 84                         | 30  | 66                        |      | CH                             |             | 50/10"                    | 1.93             |                       |
|                           | SS-17      | 40.50                     | 40.95 | 17.05                     |    | 25.80                     | 30.90            | 100                       | 66 | 97                         | 96  | 55                        |      | CH                             |             | 50/7"                     | 1.94             |                       |
|                           | SS-18      | 42.00                     | 42.45 | 17.10                     |    |                           |                  |                           |    |                            |     |                           |      | CH                             |             | 50/7"                     |                  |                       |
|                           | SS-19      | 43.50                     | 43.95 | 16.90                     |    |                           |                  |                           |    |                            |     |                           |      | CH                             |             | 50/7"                     |                  |                       |
|                           | SS-20      | 46.00                     | 45.45 | 16.40                     |    | 24.80                     | 25.90            | 100                       | 90 | 96                         | 94  | 93                        |      | CH                             |             | 50/7"                     |                  |                       |

สำเนาถูกต้อง

(นายประยูร สีเสด)  
ผู้อำนวยการสำนักบริหารทรัพย์สิน

รูปที่ ก9. ข้อมูลหลุมเจาะ BH-2 แผ่นที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# BOREHOLE LOG

Borehole: **BH-3**

Project name: ก่อสร้างอาคาร [redacted] กุสิต

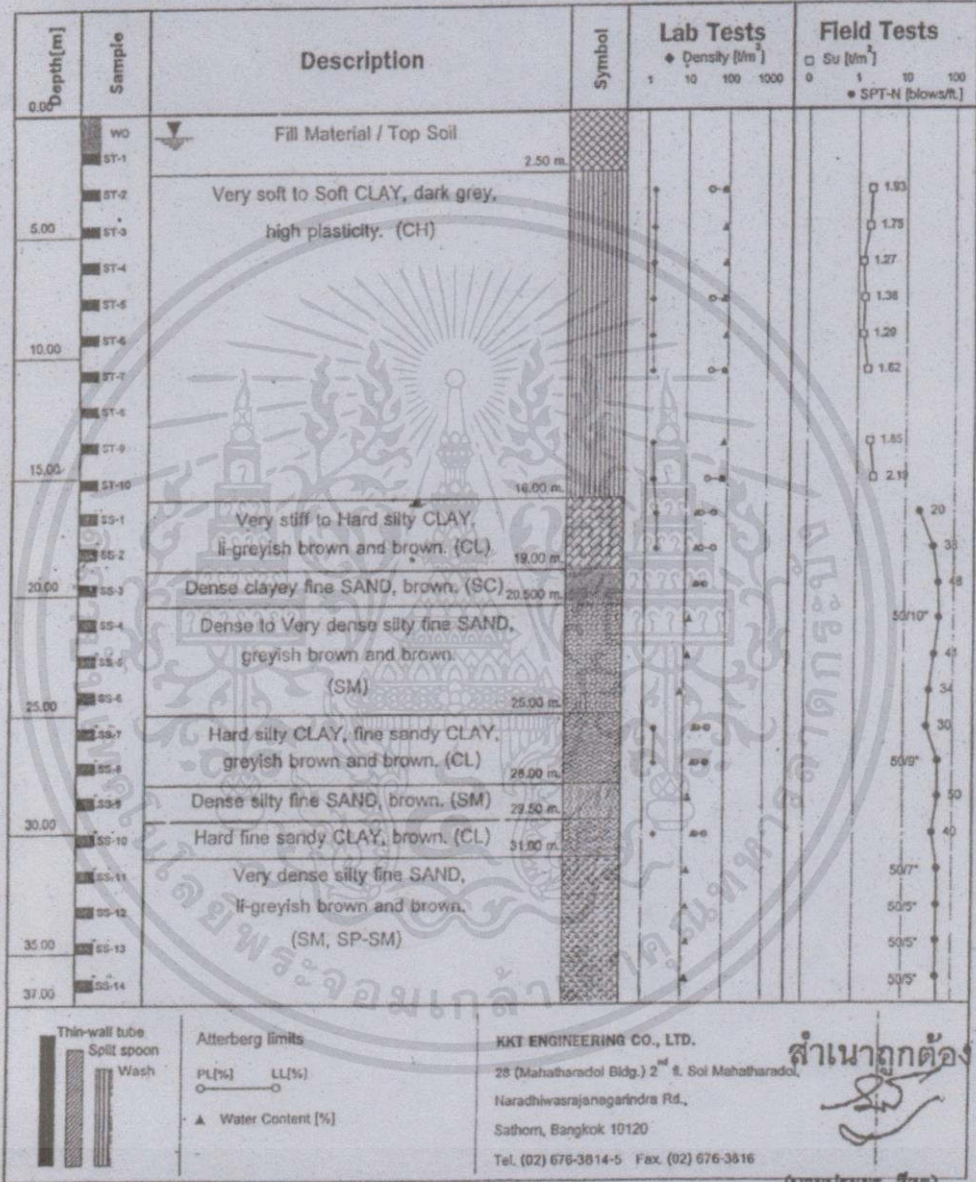
Site Location: ถนนสามเสน เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

Project No.: 113005

Date: 14-15/01/54

Total Depth(m): 45.45

Ground Water Level [m]: -1.00



**รูปที่ 10. ข้อมูลหลุมเจาะ BH-3 แผ่นที่ 1**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# BOREHOLE LOG

Borehole: **BH-3**

Project name: ก่อสร้างอาคาร [redacted] ภูเก็ต

(Cont'd)

Site Location: ถนนสามเสน เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร

Project No.: 113005

Total Depth[m]: 45.45

Ground Water Level [m]: -1.00

Date: 14-15/01/54

| Depth [m] | Sample | Description  | Symbol | Lab Tests                     |    |     |      | Field Tests              |   |    |     |  |
|-----------|--------|--|--------|-------------------------------|----|-----|------|--------------------------|---|----|-----|--|
|           |        |  |        | ◆ Density [t/m <sup>3</sup> ] |    |     |      | □ Su [t/m <sup>2</sup> ] |   |    |     |  |
|           |        |  |        | 1                             | 10 | 100 | 1000 | 0                        | 1 | 10 | 100 |  |
| 37.00     | SS-15  | Very dense silty fine SAND. (SM, SP-SM)<br><br>Hard CLAY,<br>li-greyish brown and brown.<br>(CH) |        |                               |    |     |      |                          |   |    |     |  |
|           | SS-16  |  |        |                               |    |     |      |                          |   |    |     |  |
| 40.00     | SS-17  |  |        |                               |    |     |      |                          |   |    |     |  |
|           | SS-18  |  |        |                               |    |     |      |                          |   |    |     |  |
|           | SS-19  |  |        |                               |    |     |      |                          |   |    |     |  |
| 45.00     | SS-20  | End of Boring at 45.45 m.  |        |                               |    |     |      |                          |   |    |     |  |
| 50.00     |        |  |        |                               |    |     |      |                          |   |    |     |  |
| 55.00     |        |  |        |                               |    |     |      |                          |   |    |     |  |
| 60.00     |        |  |        |                               |    |     |      |                          |   |    |     |  |
| 65.00     |        |  |        |                               |    |     |      |                          |   |    |     |  |
| 70.00     |        |  |        |                               |    |     |      |                          |   |    |     |  |

สำเนาถูกต้อง

(นายประยูร สีสุด)

ผู้อำนวยการสำนักบริหารทรัพย์สิน

**Thin-wall tube**  
**Spill spoon**  
**Wash**

**Atterberg limits**

PL[%]    LL[%]

○ — ○

▲ Water Content [%]

**KKT ENGINEERING CO., LTD.**

28 (Mahatharadol Bldg.) 2<sup>nd</sup> Fl. Soi Mahatharadol,  
Naradhiwasrajanagerindra Rd.,  
Sathorn, Bangkok 10120

Tel (02) 676-3814-5 Fax. (02) 676-3816

**รูปที่ ก11. ข้อมูลหลุมเจาะ BH-3 แผ่นที่ 2**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**KKT ENGINEERING CO., LTD.**

**KKT ENGINEERING CO., LTD.**

**SUMMARY OF TEST RESULTS**

PROJECT : ก่อสร้างเขื่อนน้ำโจน  
 LOCATION : เขื่อนกั้นเขตลุ่มน้ำโจน  
 FIELD WORKS : 14-15/0154  
 MADE BY : VISUT K.  
 CHECKED BY : VISUT K.  
 Ground Water Level [m] : -1.00  
 Boring Team : Pimphot

| HOLE NO.         | SAMPLE NO. | DEPTH (m) |       | NAT. MC % | W <sub>n</sub> | ATTERBERG LIMITS |       |       | SIEVE ANALYSIS (%) PASSING |     |     |      |      | SOIL CLASS | Su (t/m <sup>2</sup> ) |    | SPT-N (blows/ft) | γ <sub>i</sub> (t/m <sup>3</sup> ) |  |
|------------------|------------|-----------|-------|-----------|----------------|------------------|-------|-------|----------------------------|-----|-----|------|------|------------|------------------------|----|------------------|------------------------------------|--|
|                  |            | FROM      | TO    |           |                | LL               | PL    | FI    | #4                         | #10 | #40 | #100 | #200 |            | PP                     | UP |                  |                                    |  |
| BH-3<br>(ต.จ.เจ) | SS-11      | 31.50     | 31.95 | 12.80     | NP             | NP               | NP    | NP    | 95                         | 81  | 55  | 32   | 15   | SM         |                        |    | 507*             |                                    |  |
|                  | SS-12      | 33.00     | 33.45 | 12.50     | NP             | NP               | NP    | NP    | 94                         | 73  | 53  | 31   | 14   | SM         |                        |    | 505*             |                                    |  |
|                  | SS-13      | 34.50     | 34.95 | 13.20     | NP             | NP               | NP    | NP    | 94                         | 73  | 53  | 31   | 14   | SM         |                        |    | 505*             |                                    |  |
|                  | SS-14      | 36.00     | 36.45 | 12.80     | NP             | NP               | NP    | NP    | 94                         | 73  | 53  | 31   | 14   | SM         |                        |    | 505*             |                                    |  |
|                  | SS-15      | 37.50     | 37.95 | 9.20      | NP             | NP               | NP    | NP    | 94                         | 73  | 53  | 31   | 14   | SM         |                        |    | 505*             |                                    |  |
|                  | SS-16      | 39.00     | 39.45 | 18.10     | NP             | NP               | NP    | NP    | 94                         | 73  | 53  | 31   | 14   | SM         |                        |    | 505*             |                                    |  |
|                  | SS-17      | 40.50     | 40.95 | 16.90     | 24.40          | 24.40            | 20.30 | 20.30 | 100                        | 94  | 81  | 81   | 89   | CH         |                        |    | 5011*            | 1.92                               |  |
|                  | SS-18      | 42.00     | 42.45 | 17.80     | 25.00          | 25.00            | 30.50 | 30.50 | 100                        | 97  | 86  | 86   | 95   | CH         |                        |    | 506*             | 1.94                               |  |
|                  | SS-19      | 43.50     | 43.95 | 17.40     | 24.70          | 24.70            | 30.00 | 30.00 | 100                        | 99  | 93  | 96   | 94   | CH         |                        |    | 507*             | 1.84                               |  |
|                  | SS-20      | 45.00     | 45.45 | 16.90     | 24.70          | 24.70            | 30.00 | 30.00 | 100                        | 99  | 93  | 96   | 94   | CH         |                        |    | 508*             |                                    |  |
|                  |            |           |       |           |                |                  |       |       |                            |     |     |      |      |            |                        |    |                  | 507*                               |  |

(นายประยูร สีสต)

ผู้อำนวยการสำนักบริหารทรัพย์สิน

สำเนาถูกต้อง

ENG-G.D.ENG\WRSOLLS\SUMMARY201130mm\m113005.xls

รูปที่ ก13. ข้อมูลหลุมเจาะ BH-3 แผ่นที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะมิใช่ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้