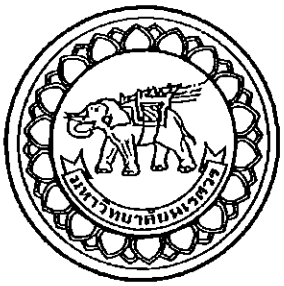


ระยะกำหนดของเสาเข็มตอกฐานรากและความสัมพันธ์ของระยะยกตุ้มตอกกับน้ำหนักตุ้มตอก อาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และอาคารจอดรถ ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

นายธงชัย	พุทธกาล	รหัส 50382182
นายรณชัย	ดอกสัก	รหัส 50382700
นายราเมศ	ไชยชนะ	รหัส 50382755

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2553

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 19 ก.ค. 2554
เลขทะเบียน 15657094
เลขเรียกหนังสือ ป/ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ธ1178

2553

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน ระยะกำหนดของเสาเข็มตอกฐานรากและความสัมพันธ์ของระยะยกตุ้มตอกกับน้ำหนักตุ้มตอก อาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และอาคารจอดรถ ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

ผู้ดำเนินโครงงาน

นายธงชัย	พุทธกาล	รหัส 50382182
นายรณชัย	ดอกสัก	รหัส 50382700
นายราเมศ	ไชยชนะ	รหัส 50382755

ที่ปรึกษาโครงงาน ผศ.ดร.อุดมฤกษ์ ปานพลอย

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ปีการศึกษา 2553

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผศ.ดร.อุดมฤกษ์ ปานพลอย)

.....กรรมการ
(ผศ.ดร.สสิกรณ์ เหลืองวิชชเจริญ)

.....กรรมการ
(อ.ภัคพงศ์ หอมเนียม)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	ระยะกำหนดของเสาเข็มตอกฐานรากและความสัมพันธ์ของระยะยกตุ้มตอกกับน้ำหนักตุ้มตอก อาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และอาคารจอดรถ ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายธงชัย	พุทธกาล	รหัส 50382182
	นายรณชัย	ดอกสัก	รหัส 50382700
	นายราเมศ	ไชยชนะ	รหัส 50382755
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.อุดมฤกษ์	ปานพลอย	
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา		
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
ปีการศึกษา	2553		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้รวบรวมชนิดเสาเข็มตอก ระบบการตอกเสาเข็มและสูตรเสาเข็มตอก ในการศึกษานี้ได้รวบรวมข้อมูลเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 3 อาคาร ในโครงการก่อสร้างอาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารที่จอดรถ และลานจอดรถ จำนวน 646 ต้น และข้อมูลการตอกเสาเข็มในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และจังหวัดใกล้เคียง จำนวน 30 ต้น และข้อมูลเสาเข็มตอกในมหาวิทยาลัยนเรศวร (อุดมฤกษ์ 2547) จำนวน537 ต้น ซึ่งได้ศึกษาหาความสัมพันธ์ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย สูตรที่ใช้ในการคำนวณแบบ พลศาสตร์ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ. 2524 แนะนำให้ใช้ 4 สูตร คือ Hiley's Formula, Janbu's Formula, Engneering News Fornula, และ Load Bearing Capacity และศึกษาความสัมพันธ์ของระยะยกตุ้มตอก กับน้ำหนักตุ้มตอก เพื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับทฤษฎีของ Milligan (ว.ส.ท. 2521) และ Humes (ว.ส.ท. 2521) และได้จัดทำตารางการคำนวณของสูตรเสาเข็มตอกทั้ง 4 สูตร โดยโปรแกรม Microsoft Excel

จากการตอกเสาเข็มทั้ง 646 ต้น แสดงให้เห็นว่า สูตรของ Hiley's จะเหมาะสมมากที่สุด เพราะให้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัยน้อยที่สุด ส่วนสูตรของ Load Bearing Capacity (Danish's Formula) จะให้กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยสูงสุด ตุ้มตอกควรเลือกน้ำหนักขนาด 1-2 เท่าของน้ำหนักตัวของเสาเข็มซึ่งสัมพันธ์กับระยะยกที่ 45-75 ซม.

Project title	Blowcount , Drop Height and Hammer Weight of Driven Small Piles from Conventional Dynamic Formulae in Naresuan University Area.
Name	Mr. Thongchai Puttakan ID. 50382182
	Mr. Ronachai Doksak ID. 50382700
	Mr. Rames Chaichana ID. 50382755
Project advisor	Asst.Prof.Dr. Udomrerk Parnploy
Major	Civil Engineering
Department	Civil Engineering
Academic year	2010

Abstract

This project has analyzed two types of small driven piles , i.e. sq. 0.30x0.30x14 m. and sq. 0.45x0.45x14-16 m. and their driving systems. The study scope focus on the piling records of 646 small pre-stress concrete piles on 3 buildings, the building of medical laboratories, building of parking and parking lots in Naresuan university, Phitsanulok. In addition to over 30 foundation piling records in Bangkok and neighboring provinces, and 537 piles of sq 0.40x0.40x20 m. within Naresuan area are included as well. The research shows the correlation of allowable load bearing capacity on conventional dynamic formulae as suggested by the Engineering Institute of Thailand in 1980, i.e. Hiley, Janbu, Engineering News, and Load Bearing Capacity(Danish). The relationship of the weight of ram and the height of stroke is studied as well comparing to the theory of Milligan (EIT 1977) and Humes (EIT 1977). All calculation are done by using the Microsoft excel spreadsheets in-house program.

Hiley's formula, of appropriate potential for small concrete piles in this area, provides the minimum allowable load bearing capacity, but Load Bearing Capacity (Danish's Formula) the maximum allowable load bearing capacity and associated hammer weight should be 1 to 2 times pile weight with drop height of 45-75 cm.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี คณะผู้ดำเนินการโครงงานวิศวกรรม ต้องขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.อุดมฤกษ์ ปานพลอย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่กรุณาชี้แนะการดำเนินการโครงงาน ตลอดจนการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงงาน จนกระทั่งโครงงานนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บริษัท อีเอ็มซี จำกัด (มหาชน) ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับเสาเข็มตอก และให้คำปรึกษาต่างๆ ทำให้โครงงานนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คณะท่านอาจารย์มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ แก่คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม

ขอขอบพระคุณ เพื่อนนิสิต บุคลากร เจ้าหน้าที่ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ

สุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่น้อง และบุคคลที่ใกล้ชิด ที่ได้ให้การอุปการคุณทางด้านการเงิน และทางด้านจิตใจ จนกระทั่งทำให้โครงงานนี้เสร็จสมบูรณ์

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นายธงชัย พุทธกาล
นายรณชัย ดอกสัก
นายราเมศ ไชยชนะ
พฤษภาคม 2554

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ค
กิตติกรรมประกาศ.....ง
สารบัญ.....จ
สารบัญตาราง.....ช
สารบัญรูป.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....1
1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน.....2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงาน.....2
1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน.....3

บทที่ 2 สภาพชั้นดินและระบบฐานรากอาคารมหาวิทยาลัยนเรศวร.....4
2.1 สภาพชั้นดินในมหาวิทยาลัยนเรศวร.....4
2.2 ลักษณะอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร.....7
2.3 ระบบเสาเข็มฐานรากในมหาวิทยาลัยนเรศวร.....9
2.4 ข้อกำหนดการตอกเสาเข็ม.....9

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน.....11
3.1 รูปแบบโครงงาน.....11
3.2 กลุ่มอาคารที่ได้ทำการศึกษา.....11
3.3 วิธีการเก็บข้อมูลเสาเข็ม.....14
3.4 การเตรียมความพร้อมในการเก็บรวบรวมข้อมูล.....15
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การประมาณการรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็ม และระยะกำหนดเสาเข็มตอก....16

4.1 บทนำ....16

4.2 ทฤษฎีการประยุกต์ใช้....16

4.3 ขอบเขตการศึกษา....19

4.4 กำลังรับน้ำหนักบรรทุกจากสูตรเสาเข็มตอก โดยProgram Microsoft Excel....19

4.5 ความสัมพันธ์ค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยกับค่าระยะการจม 10 ครั้งสุดท้าย....22

4.6 การเปรียบเทียบสูตรเสาเข็มตอก สำหรับเสาเข็มขนาดเล็ก....26

4.7 วิเคราะห์และสรุปผล....29

บทที่ 5 ความสัมพันธ์ของน้ำหนักตุ้มตอกกับระยะยก....31

5.1 บทนำ....31

5.2 ทบทวนวรรณกรรม....31

5.3 ขอบเขตการศึกษา....33

5.4 การศึกษาข้อมูลโครงการการก่อสร้างอาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์....33

5.5 ศึกษาข้อมูลเสาเข็มตอกภายในพื้นที่กรุงเทพมหานคร บริเวณพื้นที่ใกล้เคียง และภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร....38

5.6 ศึกษาข้อมูลเสาเข็มตอกบริเวณใกล้เคียงในมหาวิทยาลัยนเรศวร(ดร.อุดมฤกษ์2547) 47

5.7 วิเคราะห์และสรุปผล....49

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ....50

6.1 ความสำคัญและชนิดของเสาเข็มตอก....50

6.2 การประมาณการรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็ม และระยะกำหนดเสาเข็มตอก....50

6.3 ความสัมพันธ์ของน้ำหนักตุ้มตอกกับระยะยก....50

บรรณานุกรม....51

ภาคผนวก....52

ภาคผนวก ก. แผนที่ตั้งมหาวิทยาลัยนเรศวร....53

ภาคผนวก ข. รายงานการเจาะสำรวจดิน....55

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก ค. บันทึกรายงานการตอกเสาเข็มจำนวน 646 ต้น (รวม 3 อาคาร)..... 65
ภาคผนวก ง. วิธีใช้ Program Excel ในการคำนวณสูตรเสาเข็มตอก.....92
ภาคผนวก จ. ข้อมูลค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย – ระยะการจมในการตอก 10 ครั้ง สุดท้ายจำนวน 646 ต้น (รวม 3 อาคาร)..... 102
ภาคผนวก ฉ. รายการคำนวณสูตรที่ใช้ในการควบคุมการตอกเสาเข็มของกลุ่มอาคารเรียน ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถ (สูตร Danish และสูตร Dynamic allowable bearing force)..... 113
ภาคผนวก ช. รายการคำนวณออกแบบเสาเข็มสี่เหลี่ยมคอนกรีตเสริมเหล็กอันแรงหล่อสำเร็จ มอก. 396-2549.....118
ภาคผนวก ฌ. การทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม โดยวิธี DYNAMIC LOAD TEST.....126

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน.....135

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงาน....2

4.1 ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (s) เสาเข็มขนาด 0.30×0.30×14 เมตร)....19

4.2 ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (s) เสาเข็มขนาด 0.45×0.45×14 เมตร....20

4.3 ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (s) เสาเข็มขนาด 0.45×0.45×16 เมตร....21

5.1 แสดงข้อมูลเสาเข็มตอกทั้งหมด 35 รายการ....38

ข. 1 การประมาณกำลังรับน้ำหนักแบกทานปลอดภัยของเสาเข็มเจาะ....60

ค. 1 บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)....66

ค. 2 บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 3)....80

ค. 3 บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 4)....89

จ. 1 ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (อาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์)....103

จ. 2 ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (อาคารที่จอดรถ)....108

จ. 3 ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (ลานจอดรถ)....112

ฉ. 1 ข้อกำหนดของจำนวนครั้งการตอกต่อฟุตของเสาเข็มตอก ขนาด 30 cm. (อาคาร 2, 3)....114

ฉ. 2 ข้อกำหนดของจำนวนครั้งการตอกต่อฟุตของเสาเข็มตอก ขนาด 45 cm. (อาคาร 2, 3)....115

ฉ. 3 ข้อกำหนดของจำนวนครั้งการตอกต่อฟุตของเสาเข็มตอก ขนาด 45 cm. (อาคาร 4)....117

ฌ. 1 ตารางสรุปผลของ CAPWAP....127

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 สภาพชั้นดินและค่า SPT ตามความลึกหลุมเจาะ BH - 3, BH – 4 บริเวณสถานที่ก่อสร้าง.....6

2.2 แผนที่มหาวิทยาลัยนเรศวร.....7

2.3 ภาพแบบจำลองกลุ่มอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ..... 8

3.1 ภาพแบบจำลองกลุ่มอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ..... 11

3.2 ภาพแบบจำลองอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ (อาคาร 2).....12

3.3 ภาพแบบจำลองอาคารที่จอดรถ (อาคาร 3)..... 13

3.4 ภาพลานจอดรถ (อาคาร 4)..... 14

4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Qd กับระยะจมของเสาเข็มจากการตอก.....17

4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างระยะจมตัว 10 ครั้งสุดท้ายกับกำลังการรับน้ำหนักของ เสาเข็ม อาคาร 2,3 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.30 x 0.30 x 14m..... 23

4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมตัว 10 ครั้งสุดท้ายกับกำลังการรับน้ำหนักของ เสาเข็มอาคาร 2,3 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 x 0.45 x 14 m..... 24

4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมตัว 10 ครั้งสุดท้ายกับกำลังการรับน้ำหนักของ เสาเข็มอาคาร 2,3 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 x 0.45 x 16 m.....25

4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็ม และระยะจมของเสาเข็มตอก 10 ครั้งสุดท้าย.....26

4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มและระยะจมของ เสาเข็มตอก 10 ครั้งสุดท้าย เสาเข็มขนาด 0.45 x 0.45 x14 m.....27

4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มและระยะจมของ เสาเข็มตอก 10 ครั้งสุดท้าย เสาเข็มขนาด0.45 x 0.45 x16 m.....28

5.1 กราฟแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับ ระยะการตอก 15 ฟุตสุดท้าย.....33

5.2 กราฟแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับ พลังงานที่เกิด จากการตกกระทบ (WH).....34

5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) กับรากที่สองของ ค่าพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ ($\sqrt{WH}$).....35

5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง WHn/10 กับ น้ำหนักตุ้มตอก (W)..... 35

5.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง WHn/10 กับ พลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ(WH).....36

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างWHn/10 กับ รากที่สองของค่าพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (√WH)....36
5.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) กับน้ำหนักตุ้มตอก (W)....37
5.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) กับระยะยกตุ้มตอก (H)....37
5.9 กราฟแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH)....39
5.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกตุ้มตอก (H) กับน้ำหนักเสาเข็ม (P)....39
5.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตุ้มตอก (W) กับระยะยกตุ้มตอก (H)....40
5.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกตุ้มตอก (H) กับพื้นที่หน้าตัด (A)....40
5.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเสาเข็ม (L) กับระยะยกตุ้มตอก (H)....41
5.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเสาเข็ม(P) กับ ความยาวเสาเข็ม(L)....42
5.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเสาเข็ม (L) และน้ำหนักตุ้มตอก(W)....42
5.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกตุ้มตอก (H) กับ พลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH)....43
5.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์น้ำหนักตุ้มตอก (W) กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ(WH)....44
5.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความกว้างหน้าตัด (B) กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH) ตามสมการ Milligan (ว.ส.ท. 2521)....44
5.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความกว้างหน้าตัด (B) กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ(WH). 45
5.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์น้ำหนักตุ้มตอกต่อน้ำหนักของเสาเข็ม (W/P) กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH)....45
5.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์น้ำหนักเสาเข็ม (P) กับ พลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH)....46
5.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตุ้มตอกต่อน้ำหนักของเสาเข็ม (W/P) กับความยาวเสาเข็ม (L)....46
5.23 กราฟแสดงความความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต ข้อมูลอาคารห้องประชุม A....47
5.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตุ้มตอกต่อน้ำหนักของเสาเข็ม (W/P) กับระยะยก (H)....48
5.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกตุ้มตอก (H) กับน้ำหนักตุ้มตอก (W)....48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ก. 1 แผนที่ตั้งโครงการมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก 54
ข. 1 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินหลุมเจาะสำรวจ หลุมที่ 1 56
ข. 2 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินหลุมเจาะสำรวจ หลุมที่ 2 57
ข. 3 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินหลุมเจาะสำรวจ หลุมที่ 3 58
ข. 4 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดินหลุมเจาะสำรวจ หลุมที่ 4 59
ข. 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Skin friction เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-1 61
ข. 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง End Bearing เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-1 61
ข. 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Skin friction เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-2 62
ข. 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง End Bearing เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-2 62
ข. 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Skin friction เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-3 63
ข. 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง End Bearing เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-3 63
ข. 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Skin friction เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-4 64
ข. 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง End Bearing เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-4 64
ง. 1 การคำนวณหาค่าระยะกำหนดจากสูตร Hiley's Formula 93
ง. 2 คำนวณหาค่า QU จากสูตร Hiley's Formula 94
ง. 3 คำอธิบายการกรอกค่า Z สูตร Hiley's Formula 94
ง. 4 การคำนวณหาค่าระยะกำหนดจากสูตร Danish's Formula 95
ง. 5 คำนวณหาค่า QU จากสูตร Danish's Formula 96
ง. 6 คำอธิบายการกรอกค่า e สูตรDanish's Formula 96
ง. 7 การคำนวณหาค่าระยะกำหนดจากสูตร Janbu's Formula 97
ง. 8 คำนวณหาค่า QU จากสูตร Janbu's Formula 98
ง. 9 การคำนวณหาค่าระยะกำหนดจากสูตร Load Bearing Capacity 98
ง. 10 คำนวณหาค่า QU จากสูตร Load Bearing Capacity 99
ง. 11 คำอธิบายการกรอกค่า e สูตร Load Bearing Capacity 99
ง. 12 การคำนวณหาค่าระยะกำหนดจากสูตร Engineering New Formula 100
ง. 13 คำนวณหาค่า QU จากสูตร Engineering New Formula 100
ง. 14 คำอธิบายการกรอกค่า C สูตร Engineering New Formula 101
ช. 1 รายการคำนวณออกแบบส่วนผสมคอนกรีตขนาด 119
ช. 2 รายการคำนวณออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ขนาด 0.30x0.30 120

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ช. 3 รายการออกแบบเหล็กเสริมเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ขนาด 0.30x0.30.....121
ช. 4 รายการคำนวณออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ขนาด 0.45x0.45.....123
ช. 5 รายการออกแบบเหล็กเสริมเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ขนาด 0.45x0.45.....124

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน

ฐานรากจะแบ่งการถ่ายน้ำหนักลงสู่ระดับชั้นดิน การก่อสร้างอาคารจำนวนมากใช้เสาเข็มตอกรับน้ำหนักในการก่อสร้างฐานรากเพื่อให้โครงสร้างเหล่านั้นมีความมั่นคงปลอดภัยในการใช้งาน เสาเข็มจะรับน้ำหนักจากฐานราก ซึ่งถ่ายน้ำหนักให้เสาเข็ม เสาเข็มจะถ่ายน้ำหนักสู่ชั้นดินแข็งหรือชั้นทราย

เสาเข็มจึงถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างที่สำคัญมาก ดังนั้นสูตรที่นำมาคำนวณหาการรับน้ำหนักของเสาเข็มจึงมีความสำคัญการเลือกใช้สูตรเสาเข็มตอกมีความสำคัญ เพราะมีผลต่อกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็ม ค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็ม สามารถหาได้จากการนับจำนวนครั้งในการตอกต่อฟุต (Blowcount) และระยะจมของเสาเข็มในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last 10 blow)

เมื่อจำนวนครั้งในการตอกได้ตามค่าระยะกำหนดของเสาเข็มตอก (Pile set) จากการคำนวณจากสูตรการตอกเสาเข็มต่างๆ ที่เลือกใช้ แสดงว่าเสาเข็มนั้นสามารถใช้งานได้ แต่ถ้าไม่ได้ตามระยะกำหนดจากการคำนวณ ต้องมีการแก้ไขต่อไป ดังนั้นเสาเข็มจึงมีความสำคัญอย่างมากในงานโครงสร้างที่ดินไม่สามารถ รับน้ำหนักของโครงสร้างได้และการตรวจสอบความถูกต้องของเสาเข็มจึงต้องมีความแม่นยำอย่างมากในงานเสาเข็มตอก เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดขึ้นมา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาความสำคัญและชนิดของเสาเข็มตอก

1.2.2 เพื่อศึกษาสูตรการตอกเสาเข็มที่ใช้ในการคำนวณหาจำนวนครั้งที่ใช้ตอกเสาเข็มต่อฟุต (Blowcount) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last 10 Blow) โดยจัดทำการคำนวณสูตรเสาเข็มตอกโดย Program Microsoft Excel

1.2.3 เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักของตุ้มตอก ,ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม และระยะกำหนดในการตอกเสาเข็มที่ได้มาจากหน้างานจริง

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ทำให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสำคัญและชนิดของเสาเข็มตอก

1.3.2 ทำให้เข้าใจสูตรในการหาจำนวนครั้งในการตอกเสาเข็มต่อฟุต (Blowcount) และระยะการจมในการตอกเสาเข็ม 10 ครั้งสุดท้าย (Last 10 Blow)

1.3.3 ทำให้เข้าใจความสัมพันธ์ของน้ำหนักตุ้มตอก,ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม และระยะกำหนดในการตอกเสาเข็ม

1.4 ขอบเขตการทำโครงงาน

ในการทำโครงงานนี้จะศึกษาสูตรเสาเข็มตอก เพื่อคำนวณหาค่าระยะการจมตัวของเสาเข็มในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last 10 Blow) และ จำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (Blowcount) นำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบในแต่ละสูตร ทำการคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย (Q_a) แล้วสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับน้ำหนักปลอดภัย (Q_a) กับระยะจมของเสาเข็มในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last 10 Blow) ทำการวิเคราะห์การให้กำลังรับน้ำหนักของแต่ละสูตร จากข้อมูลเสาเข็มจำนวน 646 ต้น ของโครงการการก่อสร้างอาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถ ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก และได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของน้ำหนักตุ้มตอก (W) ระยะยกตุ้มตอก (H) และระยะกำหนดของการตอกเสาเข็ม (pile set) จากข้อมูลการตอกเสาเข็มในพื้นที่กรุงเทพมหานคร และบริเวณจังหวัดใกล้เคียง ทั้งหมด 30 รายการ วิเคราะห์รวมกับข้อมูลการตอกที่ได้ศึกษา ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรอีก 5 รายการ รวมทั้งหมด 35 รายการ รวมทั้งข้อมูลเสาเข็มตอกที่ทำการตอกเสาเข็ม ของโครงสร้างอาคารที่ทำการก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัยโดยข้อมูลประกอบด้วย เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ขนาด 0.40x0.40x20.00 เมตร จำนวน 537 ต้น

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานและแผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน																			
	ธันวาคม		มกราคม					กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				
1.ทำหนังสือค้นคว้าขอข้อมูล																				
2.ค้นคว้าและรวบรวมข้อมูล																				
3.เรียบเรียงข้อมูล																				
4.จัดทำเนื้อหาโครงงาน																				
5.รวบรวมและแก้ไข																				
6.ตรวจสอบโครงงาน																				
7.จัดพิมพ์และทำรูปเล่ม																				

1.6 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงงาน

1.6.1 ค่าวัสดุสำนักงาน	400	บาท
1.6.2 ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์	500	บาท
1.6.3 ค่าจ้างถ่ายเอกสารและเข้าเล่ม	1500	บาท
1.6.4 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	600	บาท
รวมเป็นเงิน	**3000**	**บาท (สามพันบาทถ้วน)**

<u>หมายเหตุ</u> ถั่วเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2

สภาพชั้นดินและระบบฐานรากอาคารมหาวิทยาลัยนเรศวร

2.1 สภาพชั้นดินในมหาวิทยาลัยนเรศวร

คุณสมบัติดินส่วนบน (top soil) ระดับความลึก 1.00 - 4.00 ม. พบว่าเป็นประเภทดินเหนียว Ka-Kaolinites มีลักษณะทรายแป้งผสมอินทรีย์สาร มีดัชนีคุณสมบัติดินดังนี้ เป็นดินประเภท ML - OL ค่าเปอร์เซ็นต์ ดินเหนียวสูง 89.18 % แต่มีค่าปฏิกิริยา แร่ดินเหนียวต่ำ 0.083 และโดยมีค่าเฉลี่ยความถ่วงจำเพาะ,หน่วยน้ำหนักมวลดิน และกำลังแรงเฉือนของดิน เท่ากับ 2.028, 2.07 t/m^3 และ 1.68 t/m^2 ตามลำดับคุณสมบัติด้านขีดจำกัดสภาวะความข้นเหลว โดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง LL=36.7 % ,PL=23.7 % และPI≅13 % มีค่าความไวระหว่าง 1.45 ถึง 2.3 คุณสมบัติของดินเหนียวแข็ง (CL) แบ่งเป็นสองชั้น ในช่วง 4.00 - 9.00 ม. และ 9.00 - 14.30 ม. เป็นประเภทดินเหนียวแข็ง (very stiff clay) ชั้นดินเหนียวในช่วงบนเป็นดินเหนียวสีเหลืองอ่อนปนน้ำตาล มีดัชนีความข้นเหลว (L.I.) ใกล้เคียง 0.796 ถึง 1.004 และหน่วยน้ำหนักมวลดิน กับกำลังต้านทานแรงเฉือนของดินแบบไม่ระบายน้ำ (Su) อยู่ในช่วง 1.9-2.0 t/m^3 กับ 10-20 t/m^2 ตามลำดับ ค่าความไวเฉลี่ย 1.875 ชั้นดินเหนียวในช่วงล่างเป็นชั้นดินเหนียวแข็งถึงแข็งมาก สีเทาดำ มีค่า LL=39.41 % และ PL=23.86 % โดยประมาณมีค่า L.I. โดยเฉลี่ยเป็น 0.971 และค่าหน่วยน้ำหนักมวลดิน 1.82-1.87 t/m^3 กับ Su≅10.5-15.4 t/m^2 โดยมีค่าความไวใกล้เคียงกับ 2 ถัดจากชั้นดินเหนียวแข็ง อาจพบดินแข็งสีเทาปนเหลือง ประเภท ML-OL ที่ระดับประมาณ 14.30 -16.50 ม. เป็นประเภทดินเม็ดละเอียดมีค่า PI ต่ำ ประมาณ 11.7 % และ L.I.≅0.579 และค่า SPT เปลี่ยนแปลงระหว่าง 5 ถึง 22 และต่อมาเป็น ชั้นดินทรายปนกรวดและดินเหนียว มีความหนาในช่วง 16.5 -21.5 ม. เปลี่ยนแปลง อาจพบชั้นดินเหนียวแข็งบางประมาณ หนึ่งเมตร แทรกอยู่ที่ระดับ 18.0 ม. ทรายชั้นนี้มีค่า SPT อยู่ในช่วง 11-28 เหมาะสำหรับวางปลายเสาเข็มตอกถัดจากชั้นดินทรายปนกรวดและดินเหนียว จะเป็นชั้น ดินทรายละเอียด (silty sand) หนามากค่า SPT โดยทั่วไปสูงกว่า 25 blows/ft. เป็นทรายแน่นถึงแน่นมาก ลักษณะสภาพชั้นดินในบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งได้จากการรวบรวมข้อมูล หลุมเจาะ BH-A และ BH-B พบว่า ลักษณะคุณสมบัติดินโดยทั่วไปมีสภาพคล้ายกัน คือ ดินชั้นบน (top soil) เกิดจากการถม ถัดมาเป็นชั้นดินเหนียวแข็ง (CL) หนาประมาณ 10-12 ม. แบ่งได้เป็นสองช่วงช่วงบน สันนิษฐานว่าเป็นผลจากขบวนการกัดกร่อนจากธรรมชาติ (weathering process) เกิดก่อนการถมดิน

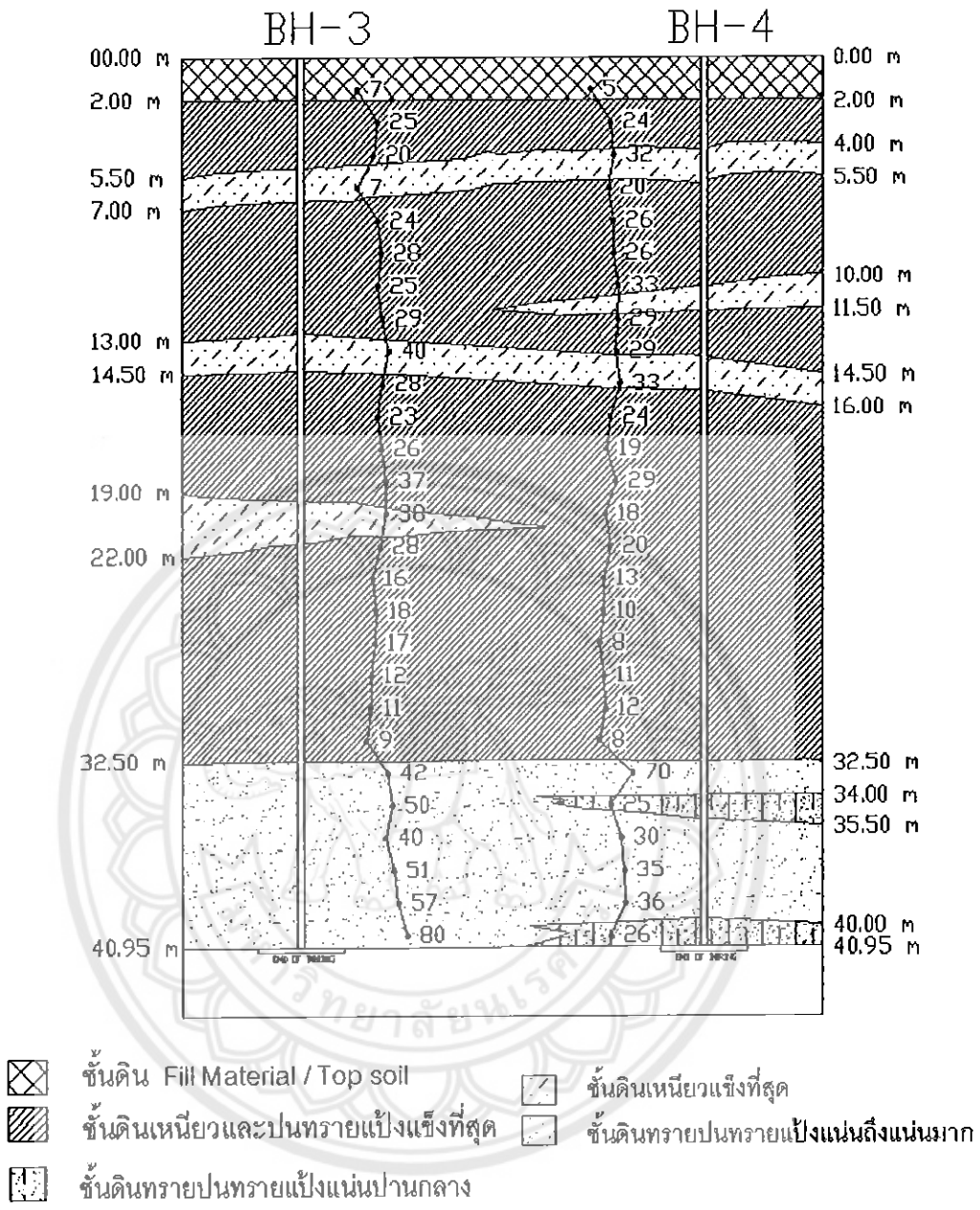
ใต้ลงมาเป็นชั้นดินทรายปนกรวดและดินเหนียว และดินทรายละเอียด (silty sand) หนามาก ระดับน้ำใต้ดินในบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร วัดได้ระหว่าง -1.80 ถึง -2.30 ม. บางครั้งอาจเป็น -10.30 ม. ซึ่งทั้งนี้น่าจะมาจากผลของฤดูกาล (seasoning effect) (อ้างอิง ดร. อุดมฤกษ์ 2545)

2.1.1 ลักษณะชั้นดินภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร บริเวณคณะวิศวกรรมศาสตร์

โดยสรุปแล้วที่ระยะ 0 - 40 ม. จากผิวดินก็จะเป็นลักษณะของชั้นดินเหนียวสลับกับชั้นทรายโดยมีชั้นของดินเหนียวปนทราย (sandy clay) แทรกอยู่อย่างบางๆโดยในชั้นผิวดินหรือหน้าดินระดับ 0 - 3 เมตร จากผิวดินจะเป็นชั้นของทราย โดยจากสภาพข้อมูลชั้นดิน 4 หลุมเจาะพบมี 3 หลุมเจาะมีชั้นดินทรายแน่นที่ระดับ 19.5-21.5 ม. หนามาก มีหลุมเจาะพบที่ระดับ 26.5 ม. หนามาก (บัณฑิตและคณะ 2541)

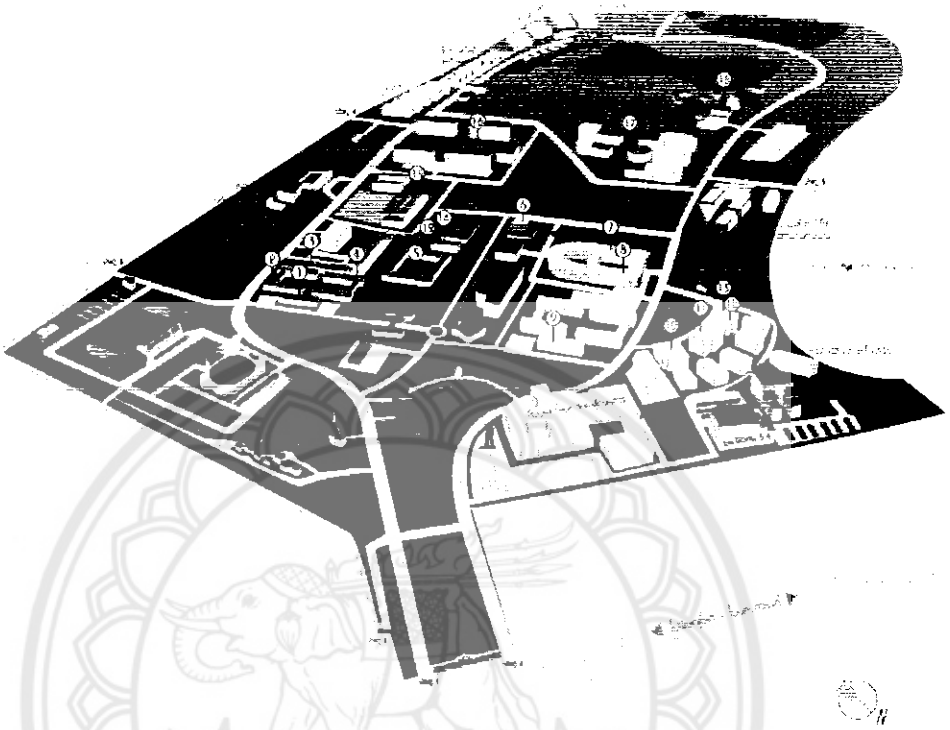
2.1.2 ลักษณะชั้นดินภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรบริเวณโครงการการก่อสร้างอาคาร ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์อาคารจอดรถ

พื้นที่ก่อสร้างวางตัวอยู่บนชั้นดินเหนียวแข็ง (CL) แบ่งเป็น 2 ชั้น ในช่วง 4.0-9.0 เมตร และ 9.0-14.5 เมตร ค่า Standard Penetration Test (SPT) เฉลี่ย 26 และ 33-40 ครั้งต่อฟุต ตามลำดับ ถัดจากชั้นดินเหนียวแข็งเป็นสีเทาปนน้ำตาล ที่ระดับ 14.5-32.5 เมตร มีค่า SPT เปลี่ยนแปลงระหว่าง 9-33 อาจจะพบชั้นดินเหนียวแข็งมากที่สุด หนาประมาณ 1.0-2.0 เมตร แทรกอยู่ที่ระดับ 14.5-16.0 เมตร มีค่า SPT ประมาณ 33-40 ครั้งต่อฟุต ดังรูปที่ 2.1 และถูกกำหนดเป็นตำแหน่งวางปลายเสาเข็มตอก ชั้นดินสุดท้ายทรายละเอียดแน่นถึงแน่นมาก (silty sand) ที่ระดับ 32.5 เมตร ดังภาคผนวก ข ค่า SPT โดยทั่วไปสูงมาก สอดคล้องกับรายงานของ ดร. อุดมฤกษ์ (2545)



รูปที่ 2.1 สภาพชั้นดินและค่า SPT ตามความลึกหลุมเจาะ BH - 3, BH – 4 บริเวณสถานที่ก่อสร้าง

2.2 ลักษณะอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร



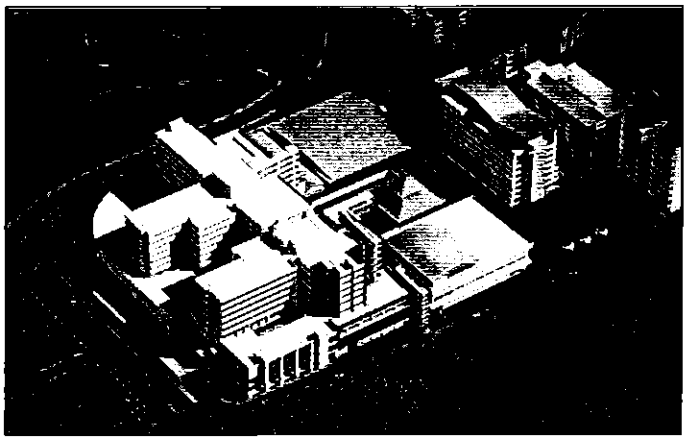
รูปที่ 2.2 แผนที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

ที่ตั้งมหาวิทยาลัยนเรศวร (ภาคผนวก ก) และ ลักษณะอาคารภายในมหาวิทยาลัยนเรศวรส่วนใหญ่เป็นอาคารสูงตั้งแต่ 3 ชั้น ถึง 9 ชั้น เป็นอาคาร คอนกรีตเสริมเหล็กทั้งหมด โดยมีทั้งหมด 19 คณะ(รูปที่ 2.2) ดังนี้

1. คณะมนุษยศาสตร์
2. คณะวิทยาการและสารสนเทศศาสตร์
3. คณะนิติศาสตร์
4. คณะสังคมศาสตร์
5. คณะศึกษาศาสตร์
6. วิทยาลัยนานาชาติ
7. คณะแพทย์ศาสตร์
8. คณะวิทยาศาสตร์การแพทย์

9. คณะเภสัชศาสตร์
10. คณะทันตแพทย์ศาสตร์
11. คณะสหเวชศาสตร์
12. คณะสาธารณสุขศาสตร์
13. คณะพยาบาลศาสตร์
14. คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
15. คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
16. คณะวิศวกรรมศาสตร์
17. คณะวิทยาศาสตร์
18. วิทยาลัยพลังงานทดแทน
19. บัณฑิตวิทยาลัย

ซึ่งพื้นที่โครงการที่ทำการศึกษาอยู่ในกลุ่มของคณะแพทย์ศาสตร์ในมหาวิทยาลัยนเรศวร มีลักษณะเป็นโครงการการก่อสร้างอาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถ ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก (รูปที่ 2.3) เป็นอาคาร คอนกรีตเสริมเหล็ก มีทั้งหมด 4 อาคาร คือ อาคาร 1 (อาคารบริการประชาชนด้านการแพทย์) สูง 9 ชั้น วางบนฐานรากเสาเข็มเจาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.80 เมตร ยาว 19 เมตร อาคาร 2 (อาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์) สูง 8 ชั้น ใช้เสาเข็มตอก 2 ขนาด ยาว 14 เมตร จำนวน 333 ต้น อาคาร 3 (อาคารจอดรถ) สูง 7 ชั้น ใช้เสาเข็ม 2 ขนาด ยาว 14 เมตร จำนวน 246 ต้น อาคาร 4 (ลานจอดรถ) ใช้เสาเข็มตอก ยาว 16 เมตร จำนวน 66 ต้น



รูปที่ 2.3 ภาพแบบจำลองกลุ่มอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ

2.3 ระบบเสาเข็มฐานรากในมหาวิทยาลัยนเรศวร

สำหรับฐานรากตื้น ระดับ - 1.00 ถึง - 4.00 ม. จะวางอยู่ในชั้นดินถม (fob soil) ซึ่งมีคุณสมบัติหลากหลาย ทางวิศวกรรม มีค่า SPT ต่ำ, N<6 จึงควรใช้ untrained shear strength ที่ได้มาจากค่าทดสอบ unconfined compression test ซึ่งมีค่าปลอดภัยเฉลี่ย เท่ากับ 1.68 t/m^2 ในงานฐานรากตื้น (shallow foundation) และงานดินถม (embankment) ในงานดินขุด (excavation) ค่ากำลังแรงเฉือนของดิน จะแปรเปลี่ยนและขึ้นกับอิทธิพล จากวิธีการทำงานและขั้นตอนการขุดดินอย่างมาก ลักษณะการเปิดหน้าดิน ซึ่งมีผลในการลดน้ำหนักมวลดินกระทำ (overburden pressure relief) ทำให้ค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนแบบไม่ระบายน้ำ(Su) ลดลงในระยะยาว (time-dependent effect) ในทางปฏิบัติ ค่ากำลังต้านทานแรงเฉือนของดินที่ได้จาก การทดสอบ unconfined compression test กับตัวอย่างดิน แบบไม่รบกวน (undisturbed sample) ยังนำมาใช้คำนวณงานดินขุด โดยใช้ค่าความปลอดภัยที่เพียงพอ ซึ่งไม่ควรน้อยกว่าค่าความไว (sensitivity) ของดินเหนียว

สำหรับงานฐานรากลึก ของบ้านพักอาศัยสี่ชั้น อาคารโรงเรียน ควรใช้เสาเข็มเพื่อถ่ายน้ำหนักอาคารส่วนบนลงสู่ชั้นดินทรายแน่นนอกจากจะได้ค่าความปลอดภัยที่สูง ยังแก้ปัญหาเรื่องการทรุดตัวของเสาเข็มฐานรากในระยะยาวได้ด้วยปลายเสาเข็มควรหยั่งที่ระดับชั้นดินทรายปนกรวดและดินเหนียว (SP-SC) -16.50 ถึง -21.50 ม. ซึ่งมีค่า SPT โดยเฉลี่ย 25 blows/ft. สำหรับอาคารโรงแรมและอาคารสูงเกิน 10 ชั้น ควรวางเสาเข็มฐานรากที่ระดับชั้นทรายแน่นเม็ดละเอียด (SM) เพื่อเสถียรภาพของอาคาร จากข้อมูล BH - A2, BH - A3 และ BH - A4 (มหาวิทยาลัยนเรศวร) ดินทรายแน่น (dentse to very dense) เป็นดินเม็ดละเอียดมีค่า SPT โดยทั่วไปไม่ต่ำกว่า 20-25 blows/ft. และเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นตามความลึก ที่ระดับ 30-40 ม. อาจมีค่าถึง 75 blows/ft. เมื่อเทียบกับตารางของ Peck Hensen & Thornburn (1974) ค่า $\emptyset'$ จะอยู่ระหว่าง 30°-40°.

2.4 ข้อกำหนดการตอกเสาเข็ม

โครงการ การก่อสร้าง 4 อาคาร มีอาคาร 1 ใช้เสาเข็มเจาะในการรับน้ำหนักของอาคาร เนื่องจากการตอกเสาเข็ม อาจส่งผลกระทบต่ออาคารที่ใกล้เคียง ส่วนอาคาร 2 และอาคาร 3 อยู่ในบริเวณหลุมเจาะ BH 3 และ BH 4 ดัง รูปที่ 2.1 การก่อสร้างเป็นระบบฐานรากเสาเข็มตอก โดยมีการเจาะนำ (Pre - boring) ลึก 10 m แล้วทำการตอกเสาเข็มต่อไป เพื่อลดการแทนที่มวลดินและความเสียหายต่ออาคารข้างเคียงระหว่างการตอกเสาเข็มขนาด 0.30×0.30×14.00 m. กำหนดใช้ตุ้ม

ตอก 7 ตัน ระยะยก 80 เซนติเมตรให้ระยะกำหนด 13 ครั้ง/ฟุต (ระยะจม 2.48 เซนติเมตร/ครั้ง) และเสาเข็มขนาด 0.45×0.45×14.00 m. ใช้ตุ้มตอก 7 ตัน ระยะยก 128 เซนติเมตรให้ระยะกำหนด 20 ครั้ง/ฟุต (ระยะจม 15.8 เซนติเมตร/ครั้ง) โดยการตอกแบบ Hydraulic hammer จาก สูตร Dynamic Allowable Bearing Force ในการออกแบบระยะกำหนดในการตอกเสาเข็มการใช้ตุ้มตอกขนาดเล็กลงมา อาจทำให้ค่าระยะยกสูงกว่า 130 ครั้ง/ฟุต และ มีปัญหาในการทำงานในสนามดังนั้นวิศวกรจึงใช้สูตรที่ด้อยกว่าเช่น สูตร Danish's สำหรับ เสาเข็มขนาด 0.45×0.45×16.00 m. ใช้ตุ้มตอก 6.2 ตัน ระยะยก 70 เซนติเมตร จำนวนครั้งการตอก 31 ครั้ง/ฟุต โดยใช้ Drop hammer

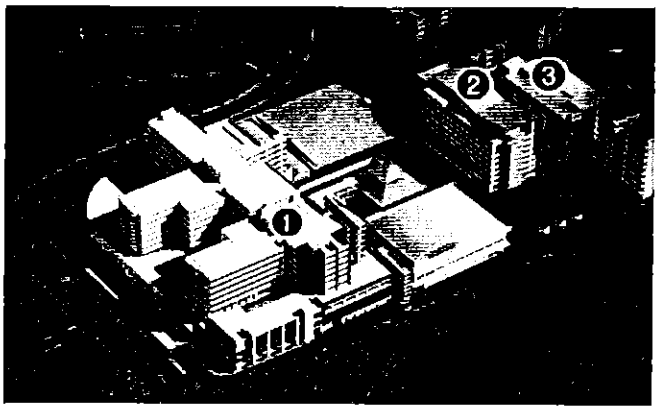
บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงงาน

3.1 รูปแบบโครงงาน

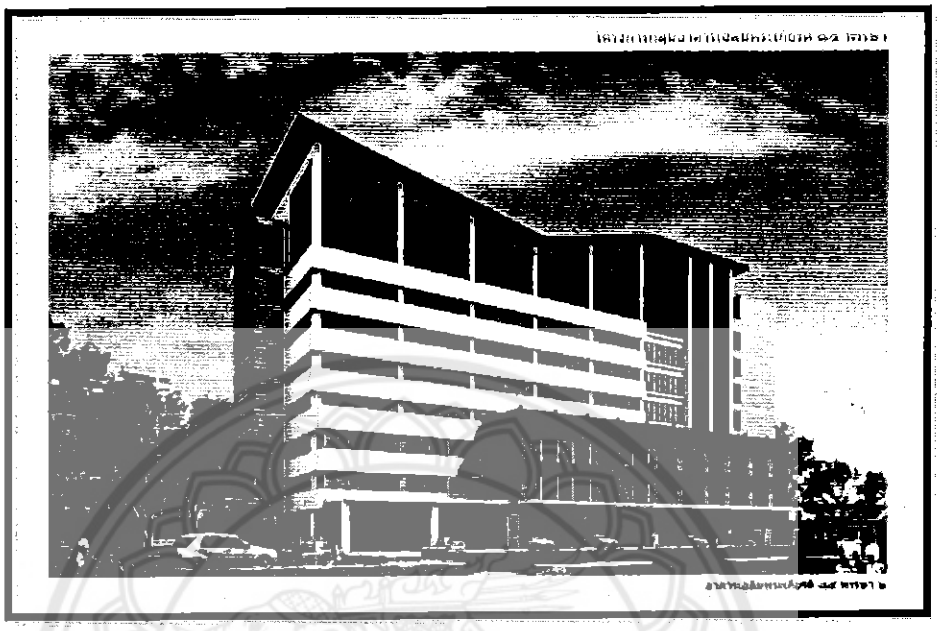
โครงงานนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับ ข้อมูลเสาเข็มตอก โดยการนำข้อมูลเสาเข็มตอกจากหน้างานจริง นำข้อมูลที่ได้ มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง ระยะการจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last 10 blow) กับกำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม (Q_a) จัดทำการคำนวณสูตรเสาเข็มตอกโดย Program Microsoft Excel เพื่อคำนวณหาจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (Blowcount) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last 10 blow) ของเสาเข็มตอก โดยจะศึกษาเฉพาะเสาเข็มตอกภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 3 อาคาร ในโครงการกลุ่มอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถ การทำโครงงานในครั้งนี้ก็เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง น้ำหนักลูกตุ้มเสาเข็ม กับระยะยกลูกตุ้มตอกเสาเข็ม ในด้านต่างๆ โดยอ้างอิงจากสูตร Milligan และ Humes (ว.ส.ท. 2521) จากข้อมูลการตอกเสาเข็มพื้นที่ในกรุงเทพมหานครและบริเวณใกล้เคียงนำมาวิเคราะห์รวมกับกลุ่มอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถ รวมทั้งข้อมูลเสาเข็มตอกที่ทำการตอกเสาเข็ม ของโครงสร้างอาคารที่ทำการก่อสร้างภายในมหาวิทยาลัยโดยข้อมูลประกอบด้วย เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงขนาด 0.40x0.40x20.00 เมตร อีกจำนวน 537 ต้น ด้วย

3.2 กลุ่มอาคารที่ได้ทำการศึกษา



รูปที่ 3.1 ภาพแบบจำลองกลุ่มอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ

3.2.1 อาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ (อาคาร2)

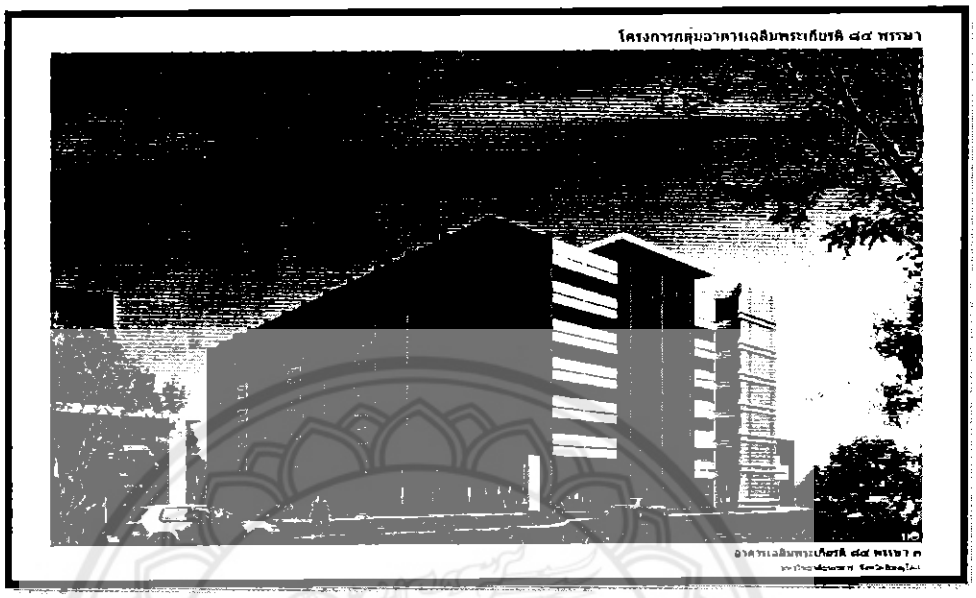


รูปที่ 3.2 ภาพแบบจำลองอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ (อาคาร 2)

อาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ (อาคาร2) เป็นอาคารสำนักงานแพทย์ศาสตร์ศึกษา ห้องเรียนปฏิบัติการทางการแพทย์ ส่วนสนับสนุนด้านการบริหารและการเรียนอาคารมีความสูง 8 ชั้น และมีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 16,468 ตารางเมตร พื้นที่การใช้สอยของอาคารจะประกอบด้วยร้านค้าพร้อมโรงอาหาร ที่จอดรถ ทางเชื่อมอาคาร ห้องน้ำ บันได บันไดหนีไฟ ลิฟต์บริการ ห้องสมุด ห้องทำงานของพนักงาน ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ห้องบรรยาย ห้องตรวจ ห้องควบคุม ห้องเรียน เป็นต้น ซึ่งอาคารนี้มีโครงสร้างฐานรากเป็นเสาเข็มตอกประกอบด้วยเสาเข็มดังนี้

เสาเข็มสี่เหลี่ยมขนาด 0.30×0.30×14 เมตร	จำนวน 15 ต้น
เสาเข็มสี่เหลี่ยมขนาด 0.45×0.45×14 เมตร	จำนวน 318 ต้น
	รวมเสาเข็มทั้งหมด 333 ต้น

3.2.2 อาคารที่จอดรถ (อาคาร3)



รูปที่ 3.3 ภาพแบบจำลองอาคารที่จอดรถ (อาคาร 3)

อาคารที่จอดรถ (อาคาร 3) เป็นอาคารสำหรับเป็นที่จอดรถยนต์ จำนวน 354 คัน มีความสูง7ชั้น พื้นที่ใช้สอยรวมทั้งหมดประมาณ 13,172 ตารางเมตรพื้นที่การใช้สอยหลักของอาคาร ก็คือเป็นที่จอดรถ และมีลิฟต์โดยสาร 2 ชุด ห้องน้ำ ห้องน้ำคนพิการ มีทางเดินเชื่อมกับอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ (อาคาร 2) ซึ่งอาคารนี้มีโครงสร้างฐานรากเสาเข็มเป็นเสาเข็มตอก ประกอบด้วยเสาเข็มดังนี้

เสาเข็มสี่เหลี่ยมขนาด 0.30×0.30×14 เมตร	จำนวน 31 ต้น
เสาเข็มสี่เหลี่ยมขนาด 0.45×0.45×14 เมตร	จำนวน 215 ต้น
	รวมเสาเข็มทั้งหมด 246 ต้น

3.2.3 ลานจอดรถ (อาคาร4)

รูปที่ 3.4 ภาพลานจอดรถ (อาคาร 4)

ลานจอดรถ (อาคาร 4) เป็นส่วนปลูกสร้างอยู่เหนือสระน้ำทางด้านหน้าของมหาวิทยาลัยนเรศวร มีพื้นที่ใช้สอยรวมประมาณ 6,800ตารางเมตร (รวมทางเดิน) ใช้สำหรับจอดรถของคณะแพทย์ศาสตร์ ซึ่งอาคารนี้มีโครงสร้างฐานรากเสาเข็มเป็นเสาเข็มตอก

โดยใช้เสาเข็มสี่เหลี่ยมขนาด 0.45×0.45×16 เมตร จำนวน 66 ต้น

3.3 วิธีการเก็บข้อมูลเสาเข็ม

3.3.1 สำรวจบริเวณภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก สำรวจอาคารที่กำลังทำการก่อสร้าง และมีโครงสร้างฐานรากเสาเข็มเป็นเสาเข็มตอก โดยสำรวจพื้นที่การก่อสร้างโครงการกลุ่มอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถ พบว่ามีการใช้เสาเข็มตอกอยู่ 3 อาคาร จาก 4 อาคารที่มีการก่อสร้างอยู่

3.3.2 ติดต่อกองอาคารสถานที่ของมหาวิทยาลัยนเรศวร ทำหนังสือขอข้อมูล เพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลที่ต้องการศึกษา คือข้อมูลเสาเข็มรายงานการตอกเสาเข็ม ค่าระยะกำหนดของการตอกเสาเข็ม แปลนเสาเข็ม โดยที่กองอาคารสถานที่ จะติดต่อประสานงานกับบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้าง เพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลดังกล่าว

3.3.3 หลังจากบริษัทผู้รับเหมาตอบรับและอนุมัติ สามารถให้ข้อมูลดังกล่าวได้ ผู้ศึกษาก็จะนำข้อมูลที่ได้มา มาเรียบเรียงให้เป็นระเบียบเพื่อที่จะได้รู้ว่าข้อมูลที่ได้รับมา ครบถ้วนตามที่ขอหรือยัง และนำข้อมูลดังกล่าวทำการวิเคราะห์ต่อไป

3.4 การเตรียมความพร้อมในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ก่อนทำการรวบรวมข้อมูลเสาเข็มตอก ผู้ศึกษาได้ค้นคว้าหาความรู้เกี่ยวกับเสาเข็มตอก เพื่อได้เห็นภาพว่า เสาเข็มตอกคืออะไร มีการตอกอย่างไรกันบ้าง และปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน เพื่อที่จะได้ทำเรื่องขอข้อมูลที่ต้องการดังกล่าว

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 นำข้อมูลระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last 10 blow) หาค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม (Q_a)โดยใช้สูตรการคำนวณดังนี้ Engineering News Formula, Janbu's Formula, Hiley's Formula, Load Bearing Capacity (Danish Formula) มาทำการวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบสูตรต่างๆ ว่าสูตรไหน ให้กำลังรับน้ำหนักมากที่สุด แตกต่างกันมากเท่าไร กับสูตรที่หน้างานคำนวณเอาไว้ (โดยพิจารณาวิเคราะห์แยกแต่ละอาคาร)

3.5.2 นำค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัย (Q_a) จากหน้างานจริงมาหาค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (Blowcount) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last 10 blow)โดยจัดทำการคำนวณสูตรเสาเข็มตอกโดย Program Microsoft Excel มาทำการวิเคราะห์ เพื่อเปรียบเทียบ หาค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (Blowcount) และระยะการจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last 10 blow) ในแต่ละสูตรดังนี้ Engineering News Formula, Janbu's Formula, Hiley's Formula, Load Bearing Capacity (Danish Formula)

3.5.3 นำค่าน้ำหนักตุ้มตอกเสาเข็ม (W) กับระยะยกตุ้มตอกเสาเข็ม (H) จากหน้างานจริง นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ต่างๆ และพิจารณาตามข้อกำหนดต่างๆ ของเสาเข็มตอก

บทที่ 4

การประมาณการรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็ม และระยะกำหนดเสาเข็มตอก

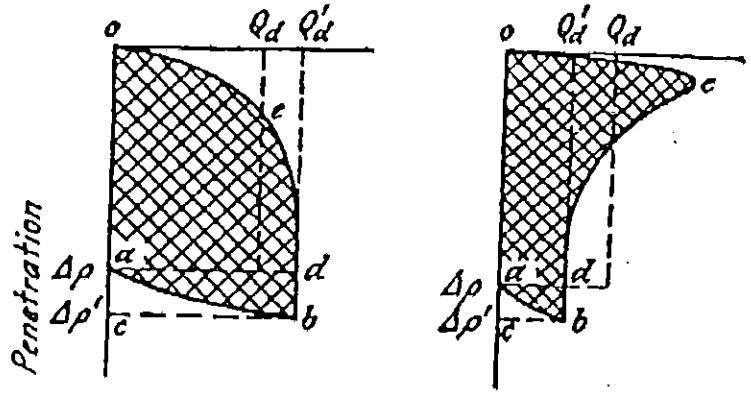
4.1 บทนำ

ในบทนี้ได้ทำการหากำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็ม (Q_a) จากระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last 10 blow) และจัดทำการคำนวณสูตรเสาเข็มตอกโดย Program Microsoft Excel ในการหาค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) กับ ระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (s) จากค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย (Q_a) จากหน้างานจริง และวิเคราะห์เปรียบเทียบ เพื่อสามารถเลือกใช้สูตรเสาเข็มตอกได้อย่างถูกต้อง โดยข้อมูลทั้งหมดได้จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเสาเข็มคอนกรีตอัดแรงที่ทำการตอกบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร ข้อมูลการตอกเสาเข็ม จำนวน 646 ต้น โดยสูตรเสาเข็มตอกที่นำมาคำนวณเป็นสูตรที่ทางวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ว.ส.ท.) แนะนำให้ใช้งาน

4.2 ทฤษฎีการประยุกต์ใช้

4.2.1 ที่มาของสูตรเสาเข็มตอก

สูตรเสาเข็มตอก (dynamic driving formula) เป็นวิธีการที่วิศวกรนำมาใช้ในการควบคุมการตอกเสาเข็มในสนาม ที่ซึ่งสภาพดินมีลักษณะชั้นดินแน่นอน สม่ำเสมอ ดังเช่น สภาพชั้นดินในมหาวิทยาลัยนเรศวร เหมาะสำหรับงานสนามที่ต้องการความมั่นใจต่อเสาเข็มที่ตอกจนได้ความต้านทานดิน และระยะฝังเสาเข็มเท่ากันสม่ำเสมอและสอดคล้องกัน ผลการนับการจมตัวของเสาเข็ม 10 ครั้งสุดท้าย คือการยืนยันข้อมูลดังกล่าว



(ก) ในชั้นดินทราย (ข) ในชั้นดินเหนียว

รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง Q_d กับระยะจมของเสาเข็มจากการตอก

สมการเสาเข็มตอกเดิมที่จำกัดการใช้กับงานเสาเข็มเสียดทานกับชั้นดินทราย ได้มาจาก

$$WH = \frac{R_u}{S} \qquad (4.1)$$

หรือ

$$S = \frac{WH}{R_u} \qquad (4.2)$$

โดย W = น้ำหนักตุ้มตอก

H = ระยะยกตุ้มตอก

R_u = ค่าแรงต้านทานการจมพลศาสตร์

S = ระยะจมตัวของเสาเข็มลงดิน (Pile set)

สมการข้างต้นเป็นสมการพื้นฐานต่อการประยุกต์ รวมผลการสูญเสียพลังงานจากตัวเสาเข็มครอบหัวเสาเข็มและมวลดิน จากรูปที่ 4.1 สูตรการตอกเสาเข็มที่นิยมในภูมิภาคนี้ ได้แก่ สมการ Hiley (1925), สมการ Engineering News (1965), และการวิเคราะห์โดยสมการคลื่น (Wave Equation Analysis) (ดร. อุดมฤกษ์ 2547)

ยังพบอยู่เสมอว่าสูตรเสาเข็มตอก แม้พยายามคำนึงถึงปัจจัยทุกด้านของพลังงาน ให้ความคลาดเคลื่อนในการทำนายกำลังของเสาเข็มในสนาม และพื้นฐานจากสมมุติฐานของสูตรเสาเข็มตอกไม่เข้มข้นพอ เมื่อตรวจสอบด้วยทฤษฎี วิศวกรยังใช้สูตรเสาเข็มตอก 1 หรือ 2 สูตร ในการควบคุมการทำงานในสนาม ทั้งนี้น่าจะเป็นผลมาจากความง่ายในการใช้ ภายใต้สภาพเงื่อนไข

หน้างานต่างๆ นอกจากรวมทั้งความประหยัดและรวดเร็ว การยอมรับการคำนวณสูตรเสาเข็มตอกทำได้โดยการเปรียบเทียบค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่ได้จากผลการทดสอบการรับน้ำหนักเสาเข็มสถิตในสนาม

4.2.2 การเปรียบเทียบในอดีต

4.2.2.1 การประมาณการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มจากสูตรเสาเข็มตอกในชั้นดินอ่อน

ก. เสาเข็ม 93.33 % เลือกใช้ตุ้มตอกได้ต่ำกว่าน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม

ข. เสาเข็ม 10 % ตอกได้ตามระยะกำหนด เป็นการตอกแบบ Hard Driving และ Easy Driving 66.67 % และ 23.33 % ตามลำดับ

ค. กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มจากสูตรของ Hiley Formula ให้ค่าต่ำกว่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่ยอมรับได้ของเสาเข็มประมาณ 86 % โดยเฉลี่ย

4.2.2.2 กรณีศึกษาโครงการก่อสร้างอาคารเอนกประสงค์และหอประชุมมหาวิทยาลัยนเรศวร

ก. ระดับความลึกที่เหมาะสมในการตอกเสาเข็มประมาณ 25-32 เมตร

ข. กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มที่คำนวณโดยวิธีของ Hiley และ Gate Formula ให้ค่ากำลังรับน้ำหนักต่ำกว่าผลการทดสอบในสนาม (Dynamic Load Test) 61.86% และ 44% โดยเฉลี่ยตามลำดับ ซึ่งถ้าใช้สูตรนี้ควบคุมการตอกเสาเข็มจะปลอดภัย

ค. กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มที่คำนวณโดยวิธีของ Janbu และ Danish Formula ให้ค่าสูงกว่าผลการทดสอบเสาเข็มในสนาม (Dynamic Load Test) ซึ่งถ้าใช้สูตรนี้ในการควบคุมการตอกเสาเข็มจะให้ค่าความปลอดภัย (F.S.) สูงเกินจริง

4.2.3 สูตรจาก ว.ส.ท. (2524)

4.2.3.1 Engineering New Formula

4.2.3.2 Hiley's Formula

4.2.3.3 Janbu's Formula

4.2.3.4 Load Bearing Capacity (Danish Formula)

4.3 ขอบเขตการศึกษา

ทำการศึกษาเฉพาะเสาเข็มสี่เหลี่ยมคอนกรีตอัดแรง ที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถภายในบริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ซึ่งมีการตอกโดยใช้ระบบ Drop hammer จำนวน 66 ต้น และการตอก hydraulic hammer จำนวน 580 ต้น ดังภาคผนวก ค โดยผู้รับเหมาเสนอสูตร Dynamic allowable bearing force ในการควบคุมงาน

4.4 กำลังรับน้ำหนักบรรทุกจากสูตรเสาเข็มตอก โดย Program Microsoft Excel

4.4.1 เสาเข็มรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.30×0.30×14 เมตร

วิเคราะห์ข้อมูลเสาเข็มอาคาร 2, 3 เสาเข็มขนาด 0.30×0.30×14.00 เมตร โดยคำนวณในทุกสูตรโดยกำหนดค่าคงที่ ดังนี้ ถ้ากำลังรับน้ำหนักประลัย (Qa) = 50 ตัน ใช้ Program Microsoft Excel เพื่อเปรียบเทียบ ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (s) จะได้ค่า s และ n ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (s) เสาเข็มขนาด 0.30×0.30×14 เมตร

สูตร	W= 7 ตัน , H= 80 เซนติเมตร		W= 7.5 ตัน , H=60 เซนติเมตร	
	S เซนติเมตรต่อครั้ง	n ครั้งต่อฟุต	S เซนติเมตรต่อครั้ง	n ครั้งต่อฟุต
Hiley's	1.76	17	1.27	24
Engineering New	2.19	14	1.31	23
Dynamic allowable bearing force	2.48	13	1.60	19
Janbu's	2.70	12	2.17	14
Load Bearing Capacity (Danish)	3.40	9	2.67	12

4.4.2 เสาเข็มรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45×0.45×14 เมตร

วิเคราะห์ข้อมูลเสาเข็มอาคาร 2, 3 เสาเข็มขนาด 0.45×0.45×14.00 เมตร โดยคำนวณในทุกสูตรโดยกำหนดค่าคงที่ ดังนี้ ถ้ากำลังรับน้ำหนักประลัย (Qa) = 100 ตัน ใช้ Program Microsoft Excel เพื่อเปรียบเทียบ ค่าจำนวนนครั้งการตอกต่อฟุต (n) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (s) จะได้ค่า s และ n ดังนี้

ตารางที่ 4.2 ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (s) เสาเข็ม ขนาด 0.45×0.45×14 เมตร

สูตร	W= 7 ตัน , H=128 เซนติเมตร		W= 7 ตัน , H=100 เซนติเมตร	
	S เซนติเมตรต่อครั้ง	n ครั้งต่อฟุต	S เซนติเมตรต่อครั้ง	n ครั้งต่อฟุต
Hiley's	0.78	39	0.43	71
Engineering New	1.30	24	0.51	59
Dynamic allowable bearing force	1.58	20	0.80	38
Janbu's	1.90	16	1.52	20
Load Bearing Capacity (Danish)	2.68	12	2.06	15

4.4.3 เสาเข็มรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45×0.45×16 เมตร

วิเคราะห์ข้อมูลเสาเข็มอาคาร 4 เสาเข็มขนาด 0.45×0.45 ×16.00 เมตร โดยคำนวณในทุกสูตรโดยกำหนดค่าคงที่ ดังนี้ ถ้ากำลังรับน้ำหนักประลัย (Qa) = 80 ตัน ใช้ Program Microsoft Excel เพื่อเปรียบเทียบ ค่าจำนวนนครั้งการตอกต่อฟุต (n) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (s) จะได้ค่า s และ n ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) และระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (s) เสาเข็มขนาด 0.45×0.45×16 เมตร

สูตร	W= 6.2 ตัน , H=70 เซนติเมตร		W= 5.6 ตัน , H=80 เซนติเมตร	
	S เซนติเมตรต่อครั้ง	n ครั้งต่อฟุต	S เซนติเมตรต่อครั้ง	n ครั้งต่อฟุต
Hiley's	0.023	1303	0.009	3396
Engineering New	-0.116	-259	-0.046	-652
Dynamic allowable bearing force	0.17	177	0.24	125
Janbu's	0.88	35	0.89	34
Load Bearing Capacity (Danish)	0.95	32	0.997	31

สูตร	W= 7 ตัน , H=70 เซนติเมตร		W= 7 ตัน , H=100 เซนติเมตร	
	S เซนติเมตรต่อครั้ง	n ครั้งต่อฟุต	S เซนติเมตรต่อครั้ง	n ครั้งต่อฟุต
Hiley's	0.17	172	0.57	53
Engineering New	0.16	183	1.21	25
Dynamic allowable bearing force	0.45	67	1.5	20
Janbu's	1.06	29	1.63	19
Load Bearing Capacity (Danish)	1.12	27	1.77	17

สูตรของ Engineering New Formula ของเสาเข็มรูปสี่เหลี่ยมขนาด 0.45×0.45×16 เมตรมีค่าติดลบ และสูตรของ Hiley's ให้ค่าระยะจมต่อการตอก 10 ครั้งสุดท้ายและจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต เกินความเป็นจริงและในการตอกเสาเข็มในสนาม ถ้าใช้ตุ้มตอกขนาดเล็กลงมา อาจทำให้ค่าระยะยกสูงกว่า 130 ครั้ง/ฟุต และมีปัญหาในการทำงาน ดังนั้นวิศวกรจึงใช้สูตรที่ด้อยกว่าเช่น สูตร Danish's สำหรับ เสาเข็มขนาด 0.45×0.45×16.00 เมตร ใช้ตุ้มตอก 6.2 ตัน ระยะยก 70 เซนติเมตร จำนวนครั้งการตอก 31 ครั้ง/ฟุต โดยใช้ Drop hammer แสดงวิธีใช้ Program Microsoft Excel ในการคำนวณสูตรเสาเข็มตอก ดัง ภาคผนวก ง

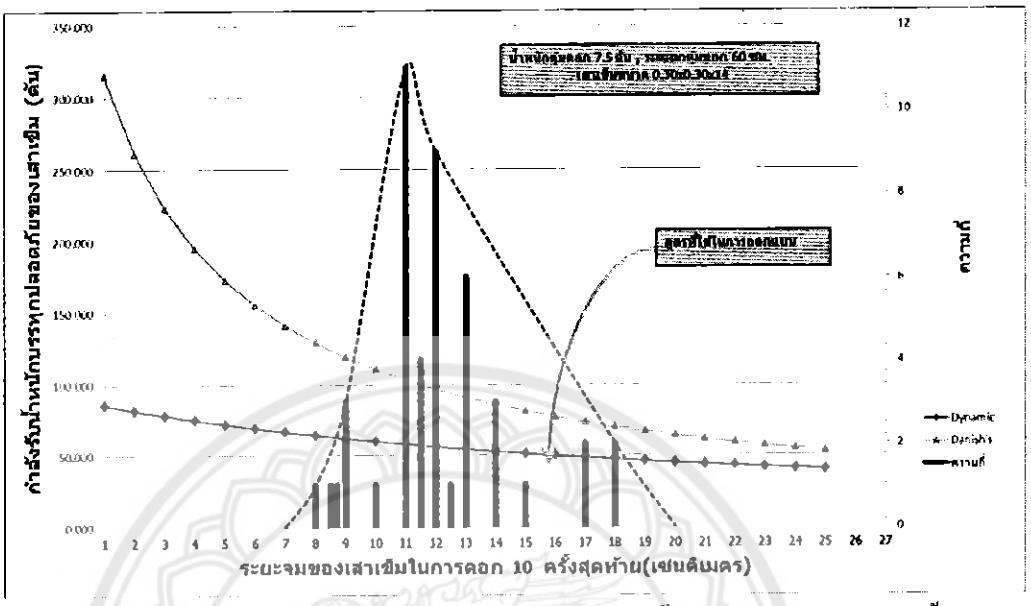
ถ้าเพิ่มน้ำหนักตุ้มตอกให้มีขนาดเพิ่มมากขึ้น สูตรของ Engineering New จะให้ค่า ระยะจมต่อการตอก 10 ครั้งสุดท้าย และจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต มีค่าเป็นบวก และต้องใช้ระยะยกที่เพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งจะให้ค่าระยะจมต่อการตอก 10 ครั้งสุดท้ายและจำนวนครั้งการตอกต่อฟุตที่เหมาะสม ที่ใช้ระยะยก 100 เซนติเมตร ตุ้มขนาด 7 ตัน (ดังตารางที่ 4.3) และสูตรของ Hiley's ให้ค่าระยะจมต่อการตอก 10 ครั้งสุดท้ายและจำนวนครั้งการตอกต่อฟุตที่เหมาะสมที่ระยะยก 100 เซนติเมตร และใช้ตุ้มขนาด 7 ตัน (ดังตารางที่ 4.3)

จากเสาเข็มทั้ง 3 ขนาด จะพบว่า สูตรของ Hiley's Formula จะให้ค่าการทรุดตัวน้อยที่สุด และ สูตรของ Load Bearing Capacity (Danish's Formula) ให้ค่าการทรุดตัวมากที่สุด

4.5 ความสัมพันธ์ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย กับค่าระยะการจม 10 ครั้งสุดท้าย

การตอกเสาเข็มใช้ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต เป็นหลักในการประมาณการรับน้ำหนักของเสาเข็ม แต่การทดสอบสุดท้าย ในการตอกเสาเข็ม จากระยะจม 10 ครั้งสุดท้าย ในการควบคุมการตอกเสาเข็มในสนาม คณะผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย กับ ค่าระยะการจม 10 ครั้งสุดท้าย เป็นการคำนวณย้อนกลับในแต่ละสูตร ซึ่งนำค่าค่าระยะการจม 10 ครั้งสุดท้าย (s) มาคำนวณหาค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของเสาเข็มในแต่ละต้น โดยศึกษาจากข้อมูลเสาเข็มทั้งหมด 646 ต้น ในการก่อสร้างกลุ่มอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถ และทำการวิเคราะห์เปรียบเทียบ การให้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัยของแต่ละสูตรว่ามีแนวโน้มเป็นอย่างไร รวมทั้งการเปรียบเทียบจากข้อมูลที่นำมาศึกษานั้น ทางบริษัทผู้รับเหมาเลือกใช้สูตรไหน ทำการเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้โดยมีข้อมูลค่ากำลังรับน้ำหนักประลัยในแต่ละอาคารดังต่อไปนี้

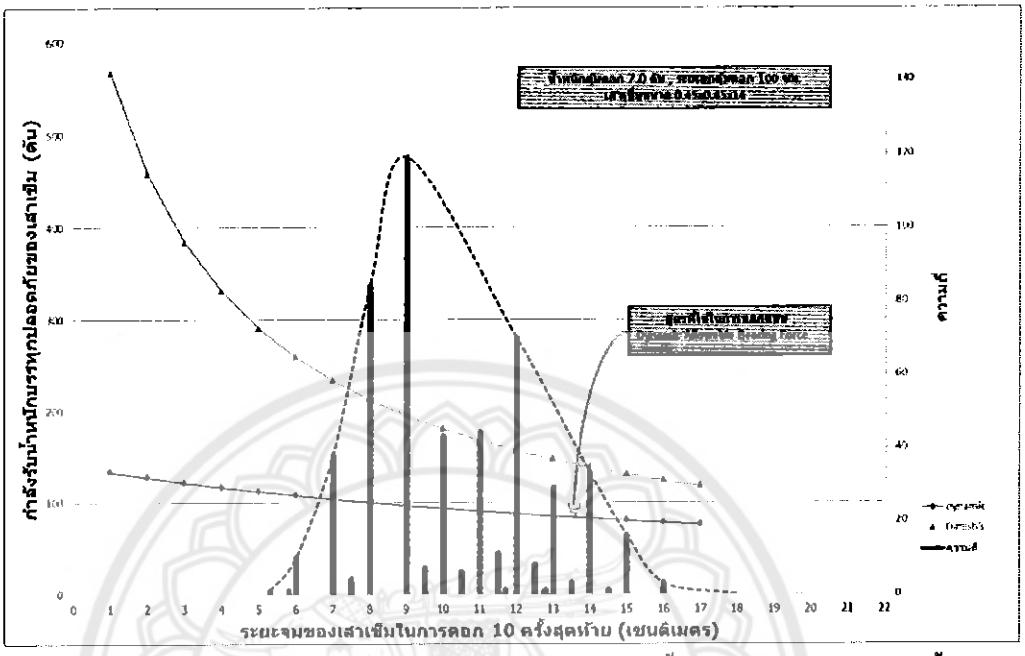
4.5.1 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.30 x 0.30 x14 เมตร



รูปที่ 4.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมตัว 10 ครั้งสุดท้ายกับกำลังการรับน้ำหนักเสาเข็มอาคาร 2, 3 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.30 x 0.30 x 14 เมตร

ผลการตอกเสาเข็มขนาด 0.30 x 0.30 x 14 เมตร อาคาร 2 และ 3 ทั้ง 46 ต้น ค่าระยะจม 10 ครั้งสุดท้าย ใช้ควบคุมการตอกเสาเข็มให้มีความปลอดภัยและให้ได้น้ำหนักใช้งานที่ต้องการ ดังแสดงใน รูปที่ 4.2 ค่าความปลอดภัยของเสาเข็ม (Factor of Safety) ของกลุ่มเสาเข็มขนาด 0.30x0.30x14 เมตร ของอาคาร 2, 3 คำนวณจากค่าระยะการจมเฉลี่ยทั้งหมด เท่ากับ 12.127 เซนติเมตร และสูตร Hiley's ได้ F.S. = 2.55 เมื่อเทียบกับค่ากำลังวัสดุปลอดภัยของเสาเข็ม หากพิจารณาที่ค่าระยะจมสูงสุด เท่ากับ 18 เซนติเมตร และอัตราส่วนกำลังรับน้ำหนักประลัยต่ำสุดหารด้วยกำลังปลอดภัยของเสาเข็ม เท่ากับ 106.6/97.73 =1.09 และมีค่ากำลังปลอดภัยของวัสดุ 2.60 ดังภาคผนวก ช ดังนั้นเสาเข็มจึงสามารถรับน้ำหนักใช้งานได้อย่างปลอดภัย

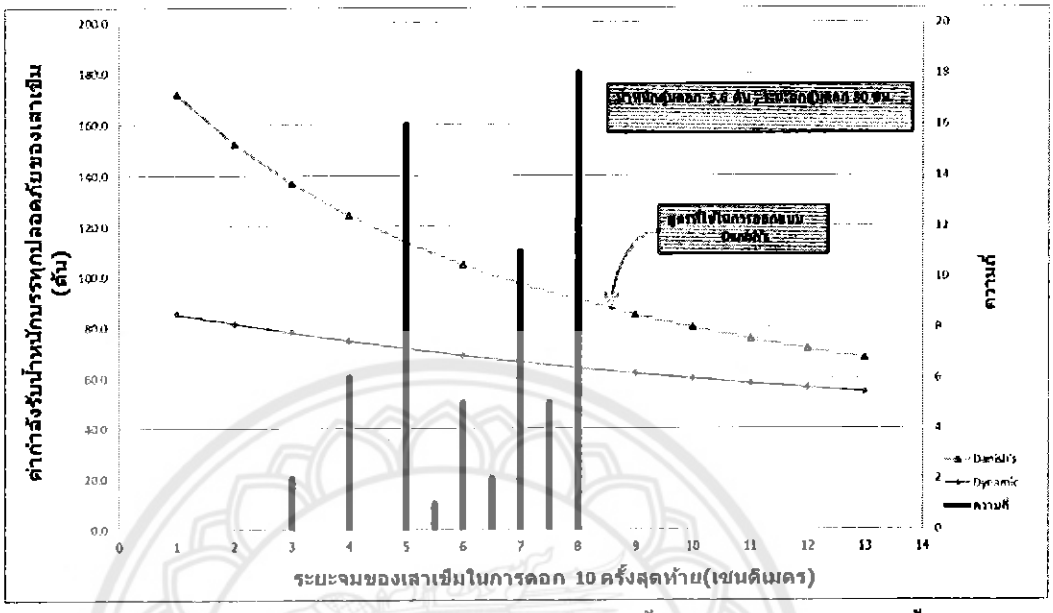
4.5.2 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 x 0.45 x14 เมตร



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมตัว 10 ครั้งสุดท้ายกับกำลังการรับน้ำหนักเสาเข็มอาคาร 2, 3 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 x 0.45 x 14 เมตร

ผลการตอกเสาเข็มขนาด 0.45 x 0.45 x 14 เมตร อาคาร 2 และ 3 ทั้ง 534 ต้น ค่าระยะจม 10 ครั้งสุดท้าย กระจายตัวอยู่ระหว่างข้อกำหนดระยะจมที่คำนวณจากสูตรสมการ Hiley's และ Danish's ที่ระยะจมของเสาเข็ม 4.3 เซนติเมตร/ฟุต และ 20.5 เซนติเมตร/ฟุต ตามลำดับ ซึ่งใช้ควบคุมการตอกเสาเข็มให้มีความปลอดภัยและให้ได้น้ำหนักใช้งานที่ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 4.3 ค่าความปลอดภัยของเสาเข็ม (Factor of Safety) ของกลุ่มเสาเข็มขนาด 0.45x0.45x14 เมตร ของอาคาร 2 ,3 คำนวณจากค่าระยะการจมเฉลี่ยทั้งหมด เท่ากับ 10.167 เซนติเมตร และสูตร Hiley's ได้ F.S. = 1.91 มีค่าค่อนข้างน้อยมาก เมื่อเทียบกับค่ากำลังรับน้ำหนักออกแบบของเสาเข็ม แต่หากพิจารณาที่ค่าระยะจมสูงสุด เท่ากับ 16 เซนติเมตร เทียบกับผลการทดสอบทางพลศาสตร์ทั้งหมด 6 ต้น ค่า F.S. อยู่ระหว่าง 2.02 – 2.18 (ดังภาคผนวก ฌ) และ อัตราส่วนกำลังรับน้ำหนักประลัยต่ำสุดหารด้วยกำลังปลอดภัยของเสาเข็มเท่ากับ 151.2/224.55= 0.67 และมีค่ากำลังปลอดภัยของวัสดุ 2.59 ดังภาคผนวก ช ดังนั้นเสาเข็มจึงสามารถรับน้ำหนักใช้งานได้อย่างปลอดภัย

4.5.3 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 x 0.45 x16 เมตร



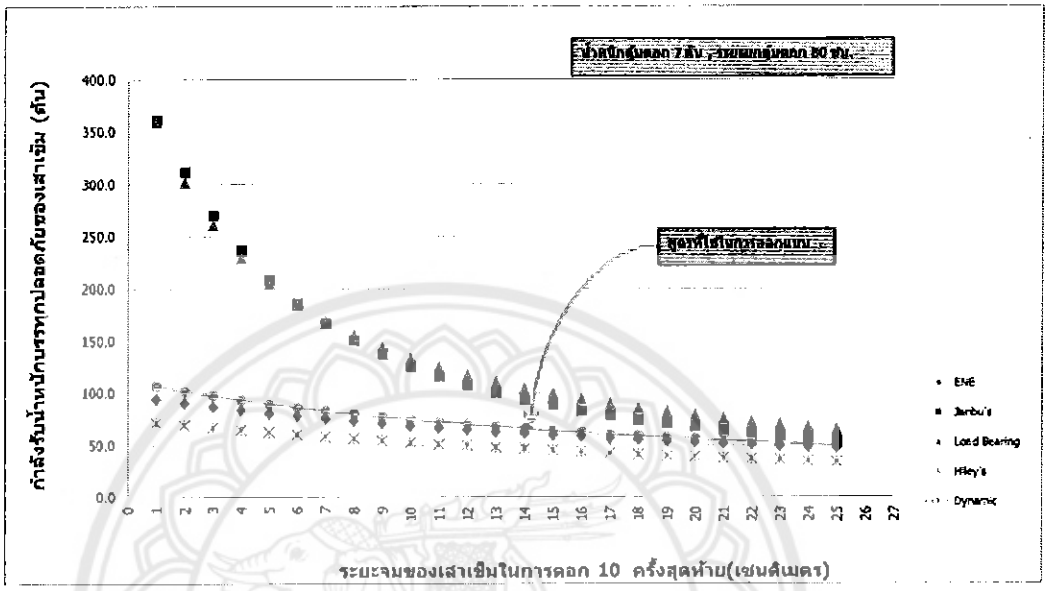
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะจมตัว 10 ครั้งสุดท้ายกับกำลังการรับน้ำหนักของเสาเข็มอาคาร 2, 3 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 x 0.45 x 16 เมตร

ผลการตอกเสาเข็มขนาด 0.45 x 0.45 x 16 เมตร อาคาร 4 ทั้งหมด 66 ต้น ค่าระยะจม 10 ครั้งสุดท้าย ใช้ควบคุมการตอกเสาเข็มให้มีความปลอดภัยและให้ได้น้ำหนักใช้งานที่ต้องการ ดังแสดงใน รูปที่ 4.4 ค่าความปลอดภัยของเสาเข็ม (Factor of Safety) ของกลุ่มเสาเข็มขนาด 0.45x0.45x16 เมตร ของอาคาร 4 คำนวณจากค่าระยะการจมเฉลี่ยทั้งหมด เท่ากับ 6.32 เซนติเมตร และสูตร Hiley's ได้ F.S. = 1.76 มีค่าค่อนข้างน้อยมาก เมื่อเทียบกับค่ากำลังรับน้ำหนักออกแบบของเสาเข็ม แต่หากพิจารณาที่ค่าระยะจมสูงสุด เท่ากับ 8 เซนติเมตรเทียบกับผลการทดสอบทางพลศาสตร์ทั้งหมด 2 ต้น ค่า F.S. อยู่ระหว่าง 2.59 – 2.67 (ดังภาคผนวก ฌ) และ อัตราส่วนกำลังรับน้ำหนักประลัยต่ำสุดหารด้วยกำลังปลอดภัยของเสาเข็มเท่ากับ 121.4/224.55 = 0.65 และมีค่ากำลังปลอดภัยของวัสดุ 2.59 ดังภาคผนวก ช ดังนั้นเสาเข็มจึงสามารถรับน้ำหนักใช้งานได้อย่างปลอดภัย

1555094
มร.
ว1175
2553

4.6 การเปรียบเทียบสูตรเสาเข็มตอก สำหรับเสาเข็มขนาดเล็ก

4.6.1 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.30 x 0.30 x14 เมตร



รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มและระยะจมของเสาเข็มตอก 10 ครั้งสุดท้าย เสาเข็มขนาด 0.30 x 0.30 x14 เมตร

เมื่อพิจารณาจากค่าระยะการจมตัวต่อการตอก 10 ครั้งสุดท้าย จากค่าที่ได้จากสูตร Dynamic allowable bearing force ดัง รูปที่ 4.5 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 24.8 เซนติเมตร (ประมาณ 25 เซนติเมตร) เพื่อหาค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย (Q_a) โดยที่ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย (Q_a) เท่ากับ 50 ตัน และมีค่ากำลังวัสดุสูงสุด เท่ากับ 253.92 ตัน. (ดังภาคผนวก ช) โดยเปรียบเทียบกับสูตรต่างๆ และทุกสูตรใช้ค่าความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 ดังนี้

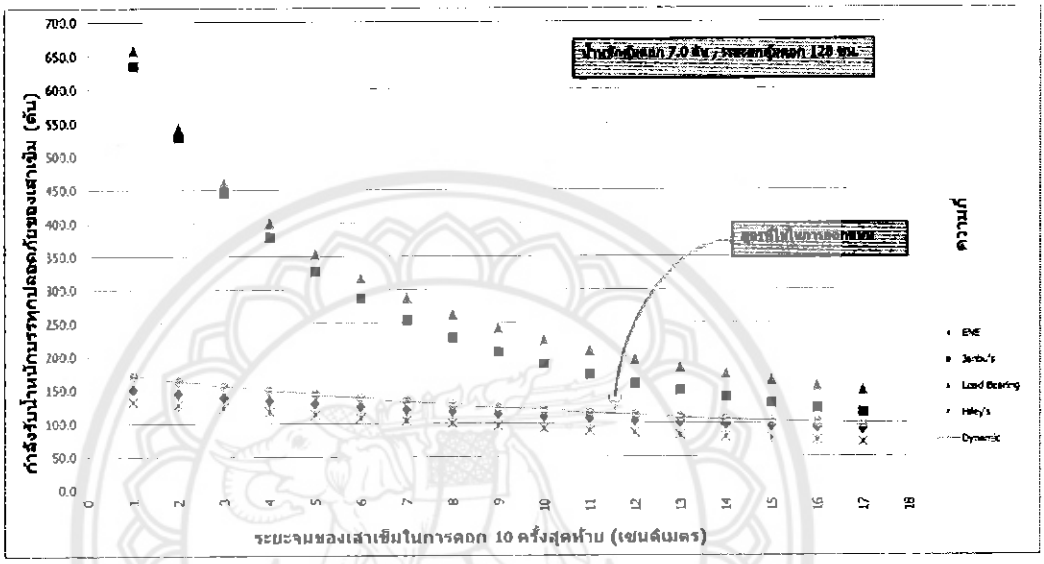
4.6.1.1 สูตร Janbu's Formula ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 54.44 ตัน มากกว่าสูตร Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 8.88 %

4.6.1.2 สูตร Load Bearing Capacity (Danish's) ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 64.98 ตัน มากกว่า Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 29.96 %

4.6.1.3 สูตร Hiley's Formulaได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 33.54 ตัน น้อยกว่าสูตร Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 32.92 %

4.6.1.4 สูตร Engineering New Formula ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 46.8 ตัน น้อยกว่าสูตร Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 6.4 %

4.6.2 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 x 0.45 x14 เมตร



รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มและระยะจมของเสาเข็มตอก 10 ครั้งสุดท้าย เสาเข็มขนาด 0.45 x 0.45 x14 เมตร

เมื่อพิจารณาจากค่าระยะการจมตัวต่อการตอก 10 ครั้งสุดท้าย จากค่าที่ได้จากสูตร Dynamic allowable bearing force ดังรูปที่4.6 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15.8 เซนติเมตร (ประมาณ 16 เซนติเมตร) เพื่อหาค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย (Q_a) โดยที่ ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย (Q_a) เท่ากับ 100 ตัน และมีค่ากำลังวัสดุสูงสุด เท่ากับ 581.69 ตัน (ดังภาคผนวก ช) โดยเปรียบเทียบกับสูตร และทุกสูตรใช้ค่าความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 ดังนี้

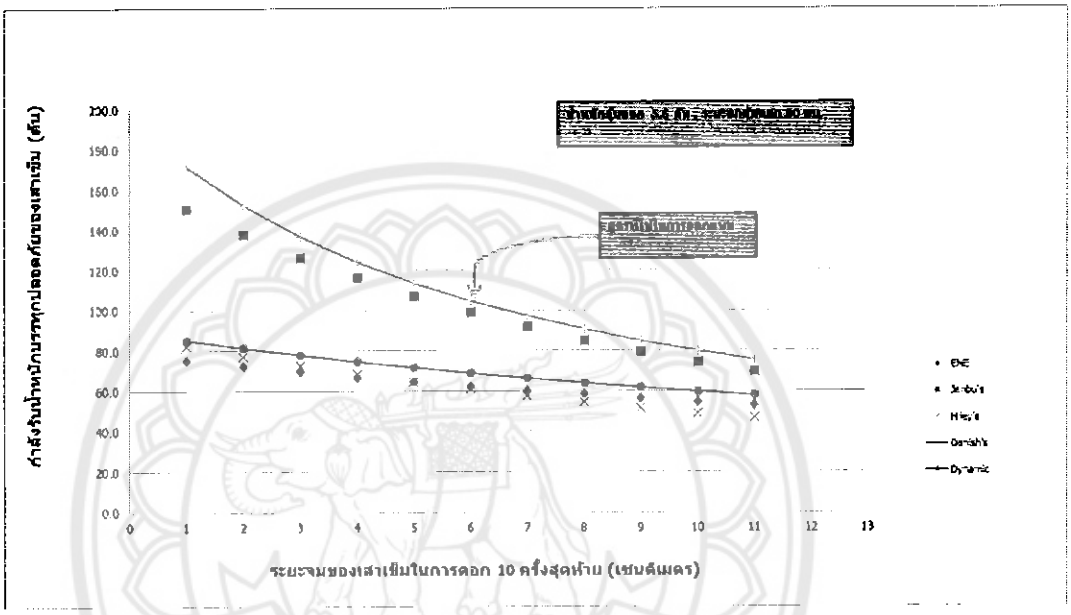
4.6.2.1 สูตร Janbu's Formula ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 121.90 ตัน มากกว่าสูตร Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 21.9 %

4.6.2.2 สูตร Load Bearing Capacity (Danish's) ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 155.21 ตัน มากกว่าสูตร Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 55.21 %

4.6.2.3 สูตร Hiley's Formula ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 73.52 ตัน น้อยกว่าสูตร Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 26.48 %

4.6.2.4 สูตร Engineering New Formula ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 92.23 ตัน น้อยกว่าสูตร Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 7.77 %

4.6.3 เสาเข็มหน้าตัดรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 x 0.45 x16 เมตร



รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกำลังรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มและระยะจมของเสาเข็มตอก 10 ครั้งสุดท้าย เสาเข็มขนาด 0.45 x 0.45 x16 เมตร

เมื่อพิจารณาจากค่าระยะการจมตัวต่อการตอก 10 ครั้งสุดท้าย จากค่าที่ได้จากสูตร Dynamic allowable bearing force ดัง รูปที่ 4.7 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 2.4 เซนติเมตร เพื่อหาค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย (Q_a) โดยที่ ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย (Q_a) เท่ากับ 80 ตัน และมีค่ากำลังวัสดุสูงสุด เท่ากับ 581.69 ตัน (ดังภาคผนวก ช) โดยเปรียบเทียบกับสูตรและทุกสูตรใช้ค่าความปลอดภัย (F.S.) เท่ากับ 2.5 ดังนี้

4.6.3.1 สูตร Janbu's Formula ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 133.56 ตัน มากกว่าสูตร Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 66.95 %

4.6.3.2 สูตร Load Bearing Capacity (Danish's) ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 145.61 ตัน มากกว่าสูตร Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 82.01 %

4.6.3.3 สูตร Hiley's Formula ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 75.16 ตัน น้อยกว่าสูตร Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 6.05 %

4.6.3.4 สูตร Engineering New Formula ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัย 70.42 ตัน น้อยกว่าสูตร Dynamic allowable bearing force เท่ากับ 11.97 %

4.7 วิเคราะห์และสรุปผล

4.7.1 ในการคำนวณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกจากสูตรเสาเข็มตอก โดย Program Microsoft Excel จากเสาเข็มทั้ง 3 ขนาด จะพบว่า สูตรของ Hiley's Formula จะให้ค่าการทรุดตัวน้อยที่สุด และ สูตรของ Load Bearing Capacity (Danish's Formula) จะให้ค่าการทรุดตัวสูงสุด

4.7.2 ค่าความปลอดภัย (Factor of Safety) จากสูตรของ Dynamic allowable bearing force จากค่าระยะจมเฉลี่ย ได้ค่ากำลังรับน้ำหนักดังนี้

เสาเข็มขนาด 0.30 x 0.30 x 14 เมตร มีค่าความปลอดภัย (Factor of Safety) เท่ากับ 1.76

เสาเข็มขนาด 0.45 x 0.45 x 14 เมตร ค่าความปลอดภัย (Factor of Safety) เท่ากับ 1.91

เสาเข็มขนาด 0.45 x 0.45 x 16 เมตรค่าความปลอดภัย (Factor of Safety) เท่ากับ 1.34

ซึ่งค่าความปลอดภัยของเสาเข็มทั้ง 3 ขนาด มีค่าความปลอดภัยที่ต่ำมาก

4.7.3 ค่าความปลอดภัย (Factor of Safety) เมื่อเทียบผลการทดสอบทางพลศาสตร์และค่ากำลังปลอดภัยของวัสดุแล้ว

เสาเข็มขนาด 0.30 x 0.30 x 14 เมตร ไม่มีผลการทดสอบทางพลศาสตร์ และอัตราส่วนความปลอดภัยของวัสดุ เท่ากับ 2.60

เสาเข็มขนาด 0.45 x 0.45 x 14 เมตร ผลการทดสอบทางพลศาสตร์ จำนวน 6 ต้น ให้ค่าความปลอดภัย (Factor of Safety) เท่ากับ 2.02 - 2.18 และอัตราส่วนความปลอดภัยของวัสดุ เท่ากับ 2.59

เสาเข็มขนาด 0.45 x 0.45 x 16 เมตร ผลการทดสอบทางพลศาสตร์ จำนวน 2 ต้น ให้ค่าความปลอดภัย (Factor of Safety) เท่ากับ 2.07 - 2.13 และอัตราส่วนความปลอดภัยของวัสดุ เท่ากับ 2.59

ดังนั้นเสาเข็มจึงสามารถรับน้ำหนัก ใช้งานได้อย่างปลอดภัย

4.7.4 จากผลการตอกเสาเข็มทั้ง 646 ต้น แสดงให้เห็นว่า สูตรของ Hiley's จะเหมาะสมมากที่สุด เพราะให้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัยน้อยที่สุด ส่วนสูตรของ Load Bearing Capacity (Danish's Formula) จะให้กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยสูงสุด และต่างจากค่าที่ออกแบบไว้มาก สูตรเสาเข็มตอก Hiley's, Engineering New Formula และสูตร Dynamic Allowable Bearing Force ให้ค่าระยะจมใกล้เคียงกัน เหมาะกับงานเสาเข็มคอนกรีตขนาดเล็กในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 5
ความสัมพันธ์ของน้ำหนักตุ้มตอกกับระยะยก

5.1 บทนำ

จากสมการตอกเสาเข็มและข้อมูลต่างๆของดร.อุดมฤกษ์ (2547) แสดงให้เห็นว่าน้ำหนักของลูกตุ้มที่จะนำมาใช้งาน และระยะตกกระทบสัมพันธ์กัน ถ้าใช้ลูกตุ้มที่มีน้ำหนักมาก ระยะตกกระทบต่ำจะควบคุมความเร็วการตกกระทบไม่ให้หัวเสาเข็มเสียหายได้ ถ้าใช้ลูกตุ้มที่มีน้ำหนักน้อยควรใช้ระยะตกกระทบสูง เพื่อรักษาระดับพลังงานที่ใช้ส่งผ่านการตอกเสาเข็มไว้ อย่างไรก็ตามความสามารถในการส่งผ่านพลังงานการตอกเสาเข็มถูกกำหนดด้วยคุณสมบัติค่าอิมพิเด้น (Impedance) ดังนั้นจึงแนะนำให้ใช้ลูกตุ้มที่มีน้ำหนักมากและระยะตกกระทบต่ำเป็นเกณฑ์ เพื่อการส่งผ่านพลังงานให้มากที่สุด

ในการทำงานจริง ผู้รับเหมาได้ปรับเปลี่ยนระยะยกของตุ้มตอกลง เพื่อให้ง่ายต่อการทำงาน และ บางครั้งใช้ตุ้มตอกขนาด 5.6 ตัน ระยะยก 80 เซนติเมตร แทนผลการเปรียบเทียบสมการตามวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ปี พ.ศ.2521 พบว่า จากข้อมูลตุ้มตอกกับระยะยก ประกอบกับข้อมูลจาก อุดมฤกษ์ 2547 ในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร พบว่ามีการเรียงตัวเป็น 2 กลุ่ม ดังรูปที่ 5.23 ในบทวิเคราะห์และสรุปผล กลุ่มล่างที่ใช้ตุ้มน้ำหนักมาก มีระยะยกในช่วง 45-75 เซนติเมตร อยู่ในช่วงเสาเข็มขนาดเล็กและปานกลาง และกลุ่มบนเป็นการใช้ตุ้มตอกขนาดเล็ก 4.5 ตัน และระยะยก 175-210 เซนติเมตร เรียงตัวอยู่ในขีดจำกัดบนของสมการ ว. ส. ท. 2521 ดังนั้นการส่งผ่านพลังงานที่ดี สำหรับเสาเข็มขนาดเล็ก ควรกำหนดระยะยกไว้ที่ 45-80 เซนติเมตร

5.2 ทบทวนวรรณกรรม

การศึกษาความสัมพันธ์ของระยะยกตุ้มตอกเสาเข็ม น้ำหนักตุ้มตอก และระยะกำหนดของเสาเข็มตอก เป็นการศึกษาดูว่า การเลือกขนาดของน้ำหนักลูกตุ้มตอกเสาเข็ม จากหน้างานจริงนั้นเลือกได้ถูกต้องหรือไม่ โดยจะดูจากขนาดน้ำหนักของลูกตุ้มตอกต่ำสุด ตามข้อกำหนดของ Humes ที่แนะนำไว้ และขนาดน้ำหนักของลูกตุ้มตอกเสาเข็มสูงสุด ตามข้อกำหนดของ Milligan ดังนั้น ในการศึกษาความสัมพันธ์จากข้อกำหนดทั้งสอง จึงต้องอาศัยข้อมูลต่างๆ คือ ความยาวของเสาเข็ม

น้ำหนักของเสาเข็ม พื้นที่หน้าตัดของเสาเข็ม ความกว้างของหน้าตัดเสาเข็ม และระยะยกตุ้มตอก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

Milligam (ว.ส.ท.2521) ได้กำหนดน้ำหนักสูงสุดของลูกตุ้มที่จะนำมาใช้งาน

$$W_{max} = \frac{0.0764A\sqrt{B}}{H} \qquad (5.1)$$

โดยที่ W_{max} เป็นน้ำหนักสูงสุดของลูกตุ้ม (ตัน)

A เป็นพื้นที่หน้าตัดของเสาเข็ม (เซนติเมตร)

B เป็นความกว้างของหน้าตัดเสาเข็ม (เซนติเมตร)

H เป็นระยะยกของลูกตุ้มสูงจากหัวเข็ม (เซนติเมตร)

ชมรมวิศวกรรมโยธา (2524) ตีพิมพ์ข้อกำหนดน้ำหนักต่ำสุดของลูกตุ้มที่จะนำมาใช้งาน กล่าวคือเสาเข็มยาวไม่เกิน 15 เมตรใช้ลูกตุ้มที่มีน้ำหนักเท่ากับเสาเข็ม เสาเข็มยาวตั้งแต่ 15 เมตร ถึง 18 เมตร ใช้ลูกตุ้มที่มีน้ำหนัก 0.75 เท่าของน้ำหนักเสาเข็ม และเสาเข็มยาวมากกว่า 18 เมตร ใช้ลูกตุ้มที่มีน้ำหนัก 0.67 เท่าของน้ำหนักเสาเข็ม

สำหรับระยะตกกระทบของตุ้มน้ำหนักที่ใช้กันทั่วไป สำหรับเสาเข็มขนาดเล็กจะใช้ระยะตกกระทบ 30 - 50 เซนติเมตร เสาเข็มขนาดกลางระยะตกกระทบ 50 - 80 เซนติเมตร สำหรับเสาเข็มขนาดใหญ่ระยะตกกระทบ 80 - 120 เซนติเมตร ระยะยกสูงสุดอาจไปทำให้หัวเสาเข็มเสียหาย จากค่าความเค้นสูงสุดตามแนวแกนของเสาเข็มระหว่างการตอก เกิดขึ้นที่ส่วนหัวและส่วนปลายของเสาเข็ม ซึ่งจะเกิดขึ้นในระหว่างการตอกเสาเข็มเพราะการตอกกระทบไม่ตรงตามแนวแกน ค่าความเค้นมากสุดตามแนวแกนอาจมีค่าเป็นสองเท่าสำหรับเสาเข็มขนาด 30×30 เซนติเมตร เมื่อการตอกกระทบเยื้องศูนย์ 5 เซนติเมตร ค่าความเค้นสูงสุดที่หัวเสาเข็มคำนวณได้จาก

$\sigma_h = 3\sqrt{h_e}$ Mpa. สำหรับเสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ

$\sigma_h = 12\sqrt{h_e}$ Mpa. สำหรับเสาเข็มเหล็ก (กรณีมีไม้เป็นส่วนประกอบ)

$\sigma_h = 18\sqrt{h_e}$ Mpa. สำหรับเสาเข็มเหล็ก (กรณีไม่มีไม้เป็นส่วนประกอบ)

$\sigma_h = 1.2\sqrt{h_e}$ Mpa. สำหรับเสาเข็มไม้

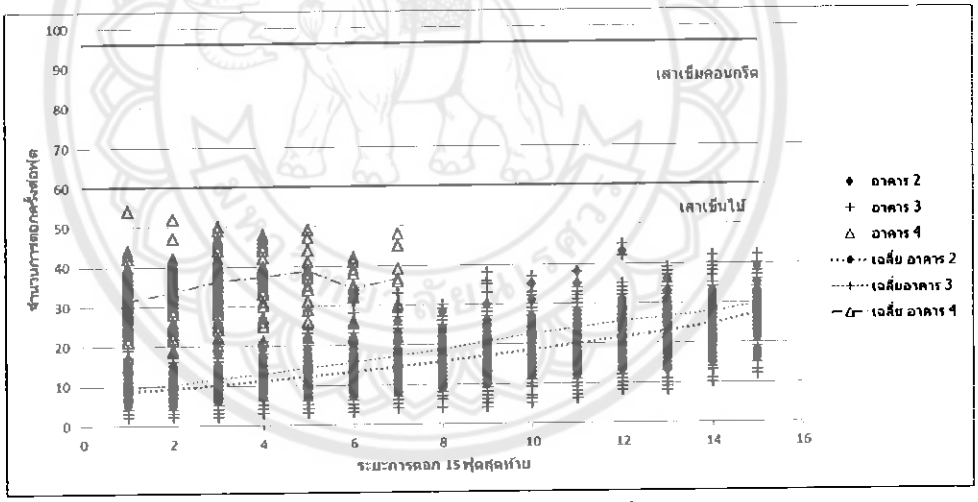
โดยที่ σ_h คือค่าความเค้นสูงสุด และ h_e มีหน่วยเป็นเซนติเมตร (อุดมฤกษ์ 2542)

5.3 ขอบเขตการศึกษา

ศึกษาเฉพาะเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ซึ่งตอกภายในพื้นที่กรุงเทพมหานครและบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง รวมถึงโครงการการก่อสร้างอาคารเรียนห้องปฏิบัติ การทางการแพทย์อาคารจอดรถ และลานจอดรถ บริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร รวมทั้งหมด 35 รายการ จาก (กิตติศักดิ์และคณะ) (2546) และเสาเข็มตอกในโครงการการก่อสร้างอาคารห้องห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถ บริเวณมหาวิทยาลัยนเรศวร ทั้ง 3 อาคาร ทั้งหมดจำนวน 646 ต้น อีกทั้งศึกษาข้อมูลจากการรวบรวมข้อมูลเสาเข็มตอกของโครงการก่อสร้างอาคารต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร ทั้งหมด 537 ต้น เป็นเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง หน้าตัดรูปสี่เหลี่ยมทั้งหมด

5.4 การศึกษาข้อมูลโครงการการก่อสร้างอาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

5.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับ ระยะการตอก 15 ฟุตสุดท้าย



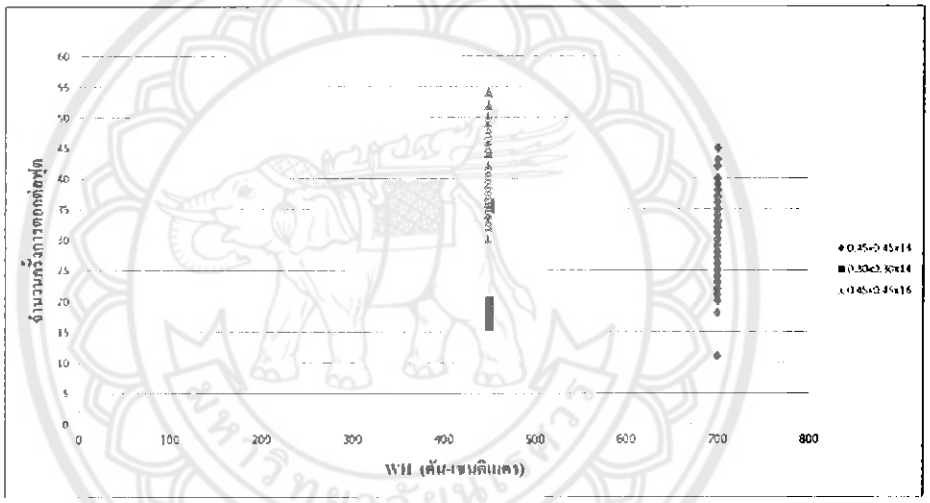
รูปที่ 5.1 กราฟแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับระยะการตอก 15 ฟุตสุดท้าย

จากกราฟแสดงการพัฒนาการของจำนวนครั้งในการตอกต่อฟุต แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ว่าจำนวนครั้งในการตอกครั้งต่อฟุตที่ระยะการจม 15 ฟุต ของอาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ (อาคาร 2) อาคารที่จอดรถ (อาคาร 3) ลานจอดรถ (อาคาร 4) จากรูปที่ 5.1 พบว่าระยะกำหนดจำนวนครั้งการตอก จากข้อมูลการหยุดตอกเสาเข็มในสนาม อาคาร 2 และ 3 มีค่าต่ำ

กว่า 45 ครั้งต่อฟุต และอาคาร 4 มีค่ามากกว่า 19 ครั้งต่อฟุต คำนวณจากสมการ Danish's อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ เปรียบเทียบกับระยะหยุดตอกขอบบนเสาเข็มไม้ โดยทั่วไปข้อกำหนดของเสาเข็มตอกที่ควรจะหยุดตอกทันที เมื่อผลการตอกเสาเข็มมีเกินช่วงจำกัดดังนี้

เสาเข็มไม้	48 – 60	ครั้งต่อฟุต
เสาเข็มคอนกรีต	72 – 96	ครั้งต่อฟุต
เสาเข็มเหล็ก	144 – 180	ครั้งต่อฟุต

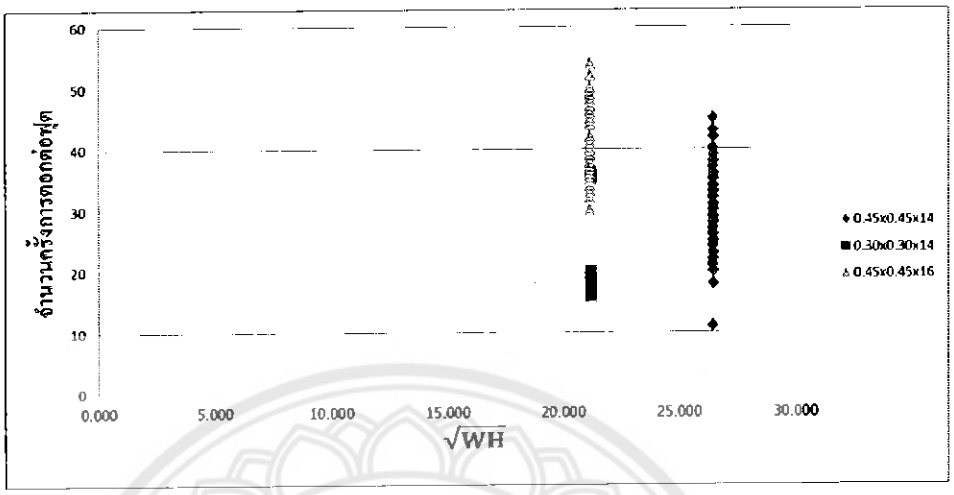
5.4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ



รูปที่ 5.2 กราฟแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH)

ค่าพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ เป็นค่าผลคูณของน้ำหนักตุ้มตอกกับระยะยกตุ้มตอก ค่าจำนวนครั้งการตอก ถ้าพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH) มีค่าน้อยก็จะทำให้ จำนวนครั้งการตอกมีค่ามาก แต่ถ้าพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH) มีค่ามาก ก็จะทำให้จำนวนครั้งการตอกต่อฟุตก็จะน้อยลง ตามลำดับ

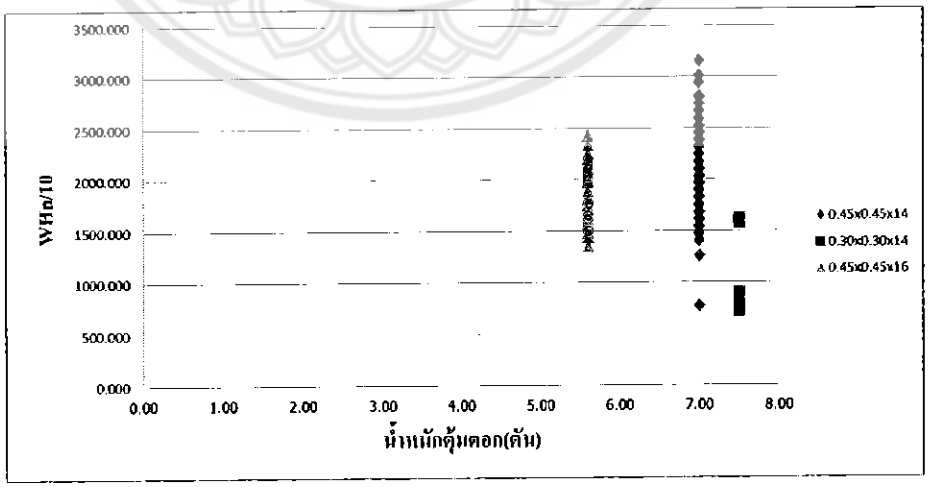
5.4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับรากที่สองของWH



รูปที่ 5.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) กับ รากที่สองของค่าพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ ($\sqrt{WH}$)

ค่า$\sqrt{WH}$ มีค่าเพิ่มขึ้น อาจส่งผลให้ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต มีค่าลดลงตามลำดับ ทำนองเดียวกันกับความสัมพันธ์ รูปที่ 5.3 ค่าจำนวนครั้งการตอกกับ WH

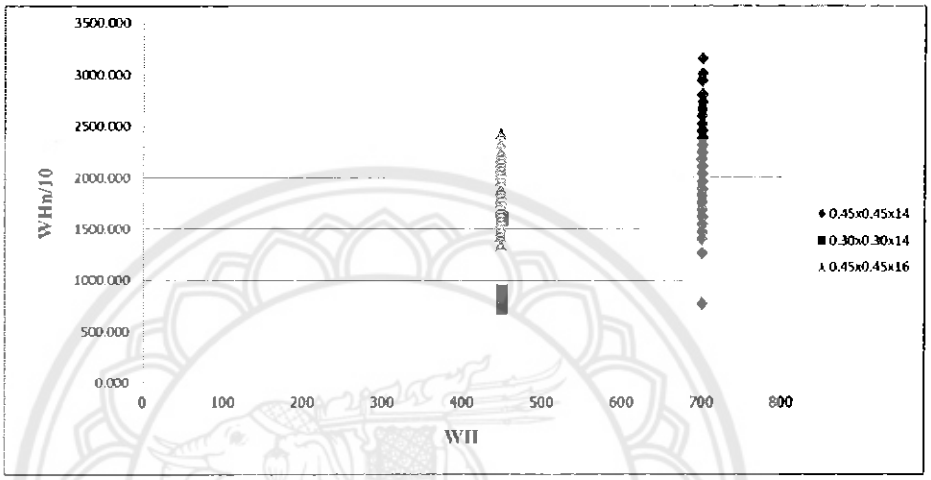
5.4.4 ความสัมพันธ์ระหว่าง WHn/10 กับน้ำหนักตุ้มตอก



รูปที่ 5.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง WHn/10 กับ น้ำหนักตุ้มตอก (W)

จากกราฟความสัมพันธ์ เมื่อพิจารณากราฟจะเห็น ค่า WHn/10 จะลดลงเมื่อน้ำหนักตุ้มตอกมีค่าเพิ่มขึ้น เพราะว่า เมื่อเราใช้น้ำหนักตุ้มตอกมากระยะยกก็จะต่ำลง

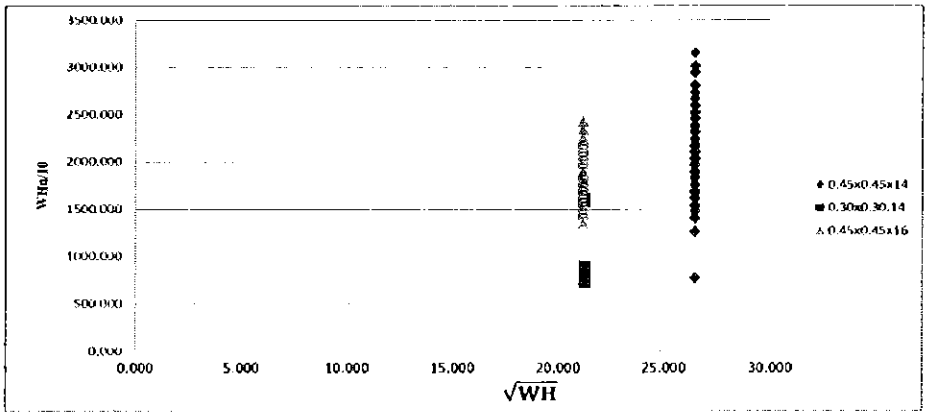
5.4.5 ความสัมพันธ์ระหว่าง WHn/10 กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ



รูปที่ 5.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง WHn/10 กับ พลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH)

จากกราฟสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ว่า ถ้าพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH) และ WHn/10 แปรผันตรงซึ่งกันและกัน โดยถ้าค่าพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบมาก ค่า WHn/10 ก็จะมากขึ้นด้วย จากจำนวนครั้งการตอกที่เพิ่มขึ้น

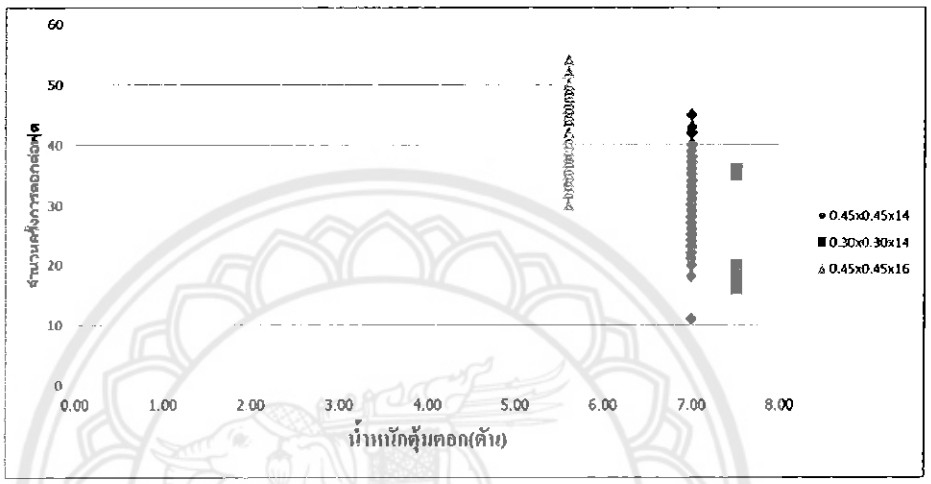
5.4.6 ความสัมพันธ์ระหว่าง WHn/10 กับ รากที่สองของค่าพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ



รูปที่5.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างWHn/10 กับ รากที่สองของค่าพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ ($\sqrt{WH}$)

จากกราฟความสัมพันธ์ จะเห็นว่ากราฟมีลักษณะแนวโน้มเพิ่มขึ้น ซึ่งค่า $\sqrt{WH}$ เพิ่มขึ้น ค่า WHn/10 ก็จะมากขึ้นตาม

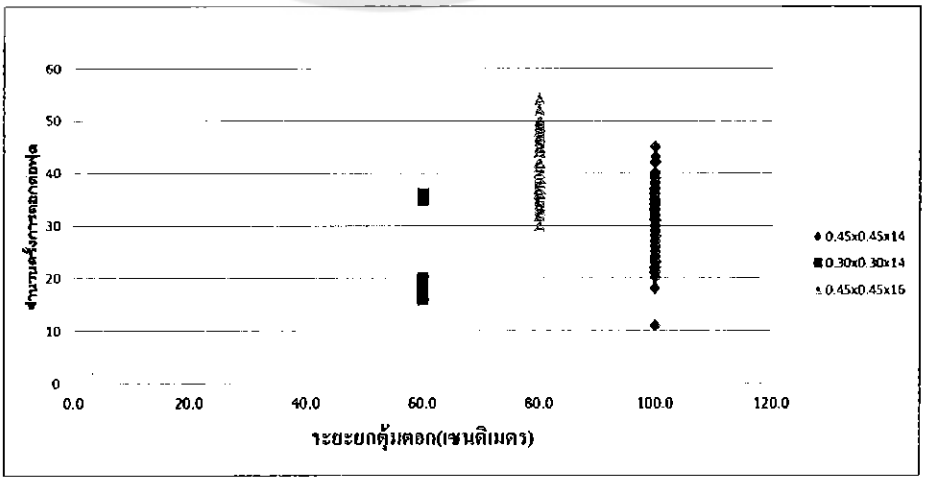
5.4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับน้ำหนักตุ้มตอก



รูปที่ 5.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) กับน้ำหนักตุ้มตอก (W)

จากกราฟสามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ว่า ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต ที่ใช้ควบคุมในสนามค่าจำนวนครั้งการตอกลดลงเมื่อใช้น้ำหนักตุ้มตอกเพิ่มขึ้น

5.4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับระยะยกตุ้มตอก



รูปที่ 5.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต (n) กับระยะยกตุ้มตอก (H)

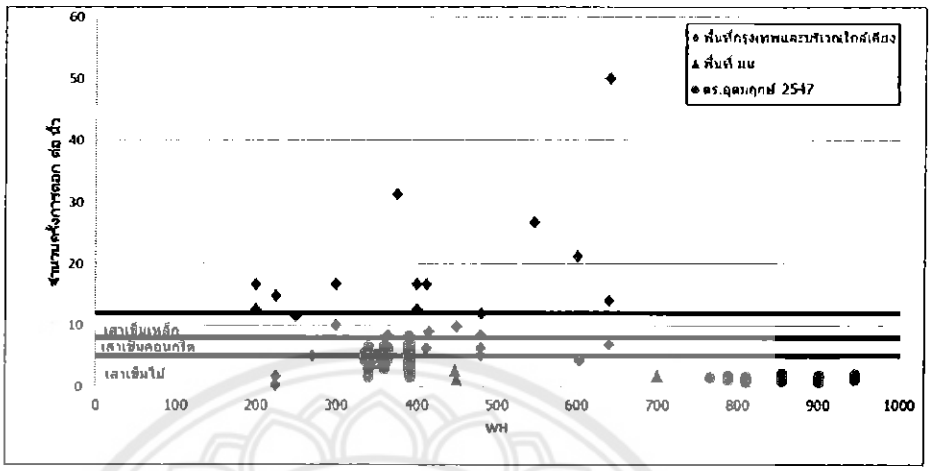
จำนวนครั้งต่อฟุตไม่ขึ้นกับน้ำหนักตุ้มมีค่าอยู่ในช่วง 14-43 ครั้งต่อฟุต ในอาคาร 2 และอาคาร 3 และอาคาร 4 ขึ้นไปถึง 55 ครั้งต่อฟุต

5.5 ศึกษาข้อมูลเสาเข็มตอกภายในพื้นที่กรุงเทพมหานคร บริเวณพื้นที่ใกล้เคียง และภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร

ตารางที่ 5.1 แสดงข้อมูลเสาเข็มตอกทั้งหมด 35 รายการ

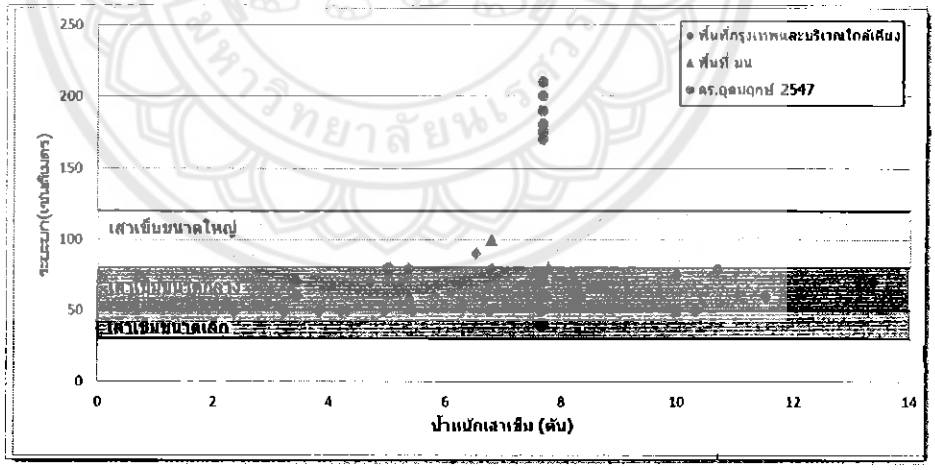
เสาเข็มตอก	ขนาดเสาเข็ม เมตร x เมตร x เมตร	ชื่อโครงการ	น้ำหนักตุ้มตอก (W)	ระยะยกตุ้มตอก (H)	n (ครั้ง/ฟุต)
P1	SQ 0.45x0.45x22	โครงการอาคารเรียนรวม	7.5	0.8	254
P2	SQ 0.35x0.35x11	สำนักงานโทรศัพท์ จ.เพชรบูรณ์	4	0.5	167
P3	I 0.26x0.26x34	นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง จ.กรุงเทพฯ	5.4	0.5	321
P4A	SQ 0.40x0.40x10	หัวหินแกรนด์โมเดิร์นคอนโด จ.ประจวบคีรีขันธ์	8.24	0.5	375
P4B	SQ 0.40x0.40x10	หัวหินแกรนด์โมเดิร์นคอนโด จ.ประจวบคีรีขันธ์	8.24	0.5	200
P5	I 0.40x0.40x26	โรงงานแปรรูปอาหารทะเล จ.สมุทรปราการ	5	0.6	75
P6	SQ 0.35x0.35x16	อาคารคลังสินค้าและที่พักอาศัย จ.เชียงใหม่	5.2	0.7	50
P7	SQ 0.30x0.30x16	อาคารคลังสินค้าและที่พักอาศัย จ.เชียงใหม่	4.9	0.7	60
P8	SQ 0.525x0.525x23.5	ทางต่างระดับรัชดาภิเษก-รังสิต จ.กรุงเทพ	8	0.8	100
P9	SQ 0.35x0.35x23	โรงแรมภูเก็ตอาเคเดีย จ.ภูเก็ต	8	0.5	600
P10A	SQ 0.30x0.30x20	ราชพฤกษ์ คอมเพลกซ์ จ.นครศรีธรรมราช	4.5	0.5	43
P10B	SQ 0.30x0.30x11	ราชพฤกษ์ คอมเพลกซ์ จ.นครศรีธรรมราช	4.5	0.5	143
P11	SQ 0.40x0.40x26	โครงการมาเมชอง บางกะปิ จ.กรุงเทพฯ	5	0.75	116
P12	I 0.35x0.35x24	นิคมอุตสาหกรรมลาดกระบัง จ.กรุงเทพฯ	5.2	0.8	75
P13	SQ 0.40x0.40x17	โรงแรมเซอาร์คัน ห้วยแก้ว จ.เชียงใหม่	6.7	0.9	100
P14A	SQ 0.40x0.40x30	โครงการบางนา คอมเพลกซ์ จ.กรุงเทพฯ	8	0.6	200
P14B	SQ 0.40x0.40x30	โครงการบางนา คอมเพลกซ์ จ.กรุงเทพฯ	8	0.6	150
P15	I 0.40x0.40x28	โครงการสายลมคอนโดเทล 2 จ.สมุทรสาคร	5	0.6	177
P16	SQ 0.35x0.35x18.5	คอนโดมิเนียมวังเกต พัทยา จ.ชลบุรี	8	0.5	200
P17	SQ 0.35x0.35x8	โครงการปลาทอง สแปนิชเพลส์ จ.ชลบุรี	4.5	0.5	150
P18	I 0.35x0.35x23.5	โครงการเดาปูนแมนชั่น บางซื่อ จ.กรุงเทพฯ	5	0.5	58
P19	SQ 0.45x0.45x14	ปอวินนิคมอุตสาหกรรม จ.ชลบุรี	8	0.8	20
P20	SQ 0.40x0.40x13	ปอวินนิคมอุตสาหกรรม จ.ชลบุรี	8	0.8	3
P21	SQ 0.45x0.45x27.5	โรงพยาบาลพระราม 9 จ.กรุงเทพฯ	7.8	0.7	81
P22	SQ 0.40x0.40x14	โครงการมิลฟอร์ดพาราไดซ์ จ.ประจวบคีรีขันธ์	4.5	0.8	60
P23	SQ 0.40x0.40x9	โครงการอ่างทองทาวเวอร์ จ.ชลบุรี	8	0.6	200
P24	SQ 0.40x0.40x26	โครงการเดอะวิลเลจ บางนา-ตราด จ.กรุงเทพฯ	9	0.5	120
P25	DH 0.525x0.525x21	โครงการอุตสาหกรรมท่าอากาศยาน จ.นนทบุรี	8	0.5	107
P26	SQ 0.40x0.40x30	โครงการก่อสร้างอาคารโตโยต้า จ.กรุงเทพฯ	8	0.6	137
P27	SQ 0.35x0.35x13	โครงการพรพิงค์ พาวิเลียน จ.เชียงใหม่	4	0.5	200
P28A	SQ 0.45x0.45x14	อาคารศูนย์ความเป็นเลิศ ม.นเรศวร จ.พิษณุโลก	7	1	20
P28B	SQ 0.30x0.30x14	อาคารศูนย์ความเป็นเลิศ ม.นเรศวร จ.พิษณุโลก	7.5	0.6	20
P29A	SQ 0.45x0.45x14	อาคารลาดจอด ม.นเรศวร จ.พิษณุโลก	7	1	31
P29B	SQ 0.30x0.30x14	อาคารลาดจอด ม.นเรศวร จ.พิษณุโลก	7.5	0.6	13
P30	SQ 0.45x0.45x16	ลานจอดรถ ม.นเรศวร จ.พิษณุโลก	5.6	0.8	13

5.5.1. ความสัมพันธ์ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับ พลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ



รูปที่ 5.9 กราฟแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต กับ**พลังงานที่เกิดจาก**การตกกระทบ (WH)

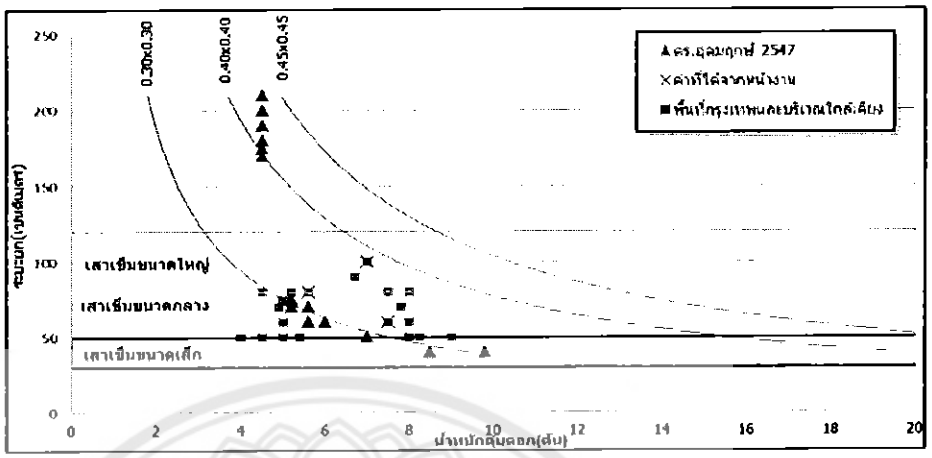
5.5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกตุ้มตอก กับ น้ำหนักเสาเข็ม



รูปที่ 5.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกตุ้มตอก (H) กับน้ำหนักเสาเข็ม (P)

ระยะยกมีค่าอยู่ในช่วง 50-75 เซนติเมตรซึ่งเป็นช่วงระยะยกเสาเข็มขนาดกลางไม่ขึ้นกับน้ำหนักเสาเข็ม และมีกลุ่มบน 6 ข้อมูลที่ใช้ระยะยกเกินขนาด

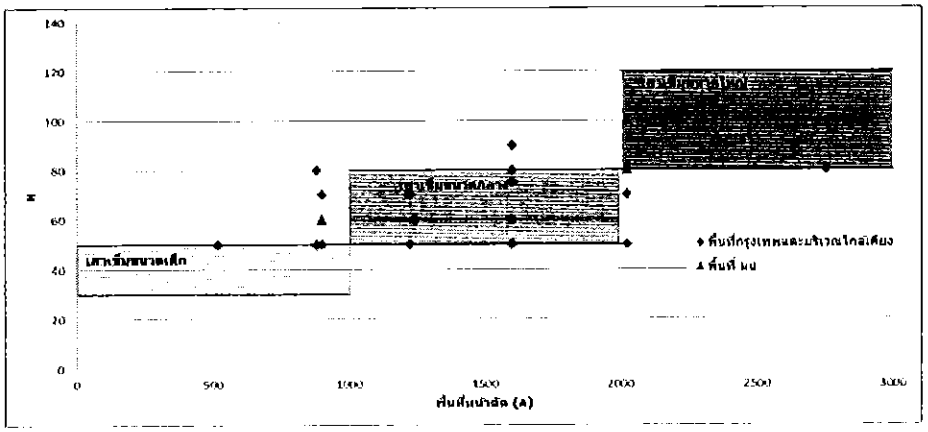
5.5.3 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตุ้มตอก กับระยะยกตุ้มตอก



รูปที่ 5.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตุ้มตอก (W) กับระยะยกตุ้มตอก (H)

จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกตุ้มตอกกับน้ำหนักตุ้มตอก จะเห็นว่ากราฟดังกล่าวมีลักษณะลดลงตามน้ำหนักตุ้มตอกที่เพิ่มขึ้น กล่าวคือ เมื่อระยะยกลดลงน้ำหนักตุ้มตอกก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งกราฟดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าระยะยกตุ้มตอกกับน้ำหนักตุ้มตอก มีความสัมพันธ์กัน และสอดคล้อง Milligan (ว. ส. ท.2521) ที่กล่าวว่า ระยะยกตุ้มตอกน้อย น้ำหนักตุ้มตอกจะมาก ระยะยกตุ้มตอกมาก น้ำหนักตุ้มตอกจะน้อย ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้สามารถพิสูจน์ทฤษฎี ดังที่กล่าวมาเป็นจริงดังที่ได้กล่าวข้อกำหนดไว้ เมื่อใช้เสาเข็มที่มีพื้นที่หน้าตัดขนาดเดียวกัน แต่ใช้ระยะยกตุ้มตอกและน้ำหนักตุ้มตอกที่ไม่เท่ากัน

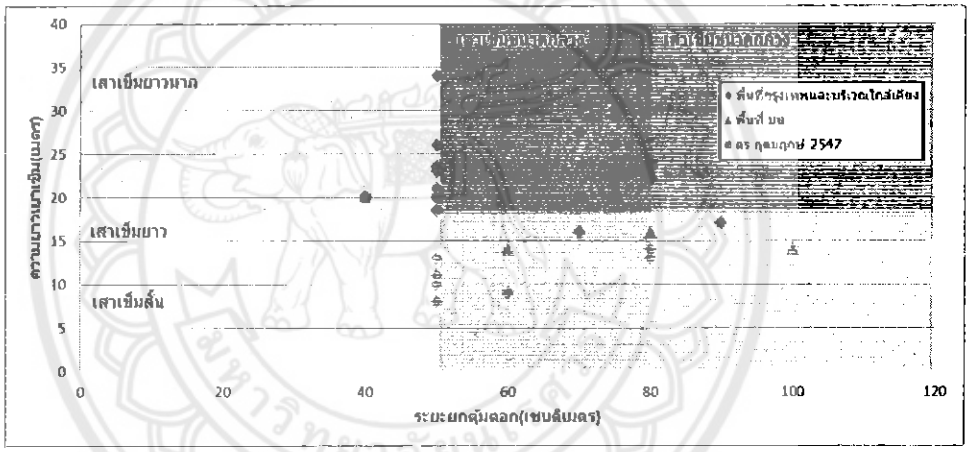
5.5.4 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกตุ้มตอก กับพื้นที่หน้าตัด



รูปที่ 5.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกตุ้มตอก (H) กับพื้นที่หน้าตัด (A)

จากกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกกับพื้นที่หน้าตัด จะอธิบายถึงพื้นที่หน้าตัดกับระยะยก ที่แบ่งขนาดของเสาเข็มเป็นขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ ซึ่งตามข้อกำหนดของ Humes (ว.ส.ท.2521) ได้แบ่งขนาดของเสาเข็มตามระยะยก เมื่อพิจารณาพื้นที่หน้าตัดของเสาเข็มสามารถ แบ่งขนาดเสาเข็มตามพื้นที่หน้าตัดที่สัมพันธ์กับระยะยกได้ดังนี้ พื้นที่หน้าตัดขนาดที่น้อยกว่า 1,000ตารางเซนติเมตร เป็นเสาเข็มขนาดเล็ก พื้นที่หน้าตัดระหว่าง 1,000 – 2,000 ตารางเซนติเมตร เป็นเสาเข็มขนาดกลาง พื้นที่หน้าตัดที่มากกว่า 2,000ตารางเซนติเมตรเป็นเสาเข็มขนาดใหญ่

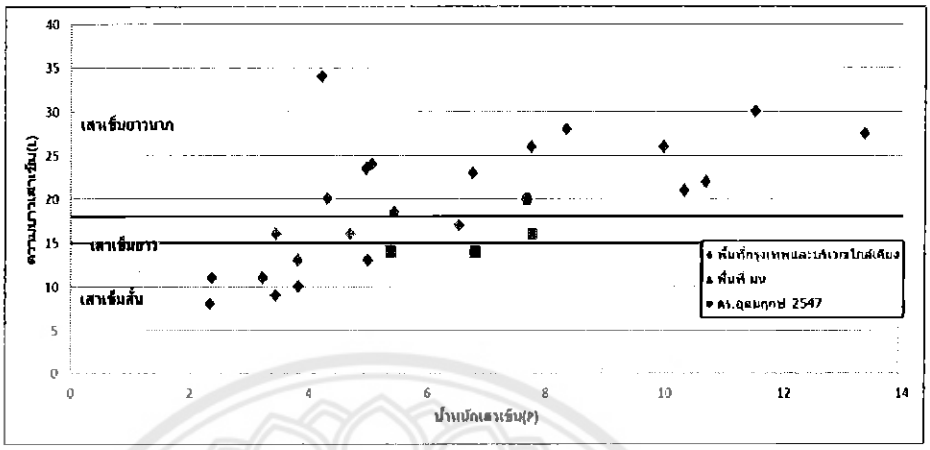
5.5.5 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเสาเข็ม กับระยะยกตุ้มตอก



รูปที่ 5.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเสาเข็ม (L) กับระยะยกตุ้มตอก (H)

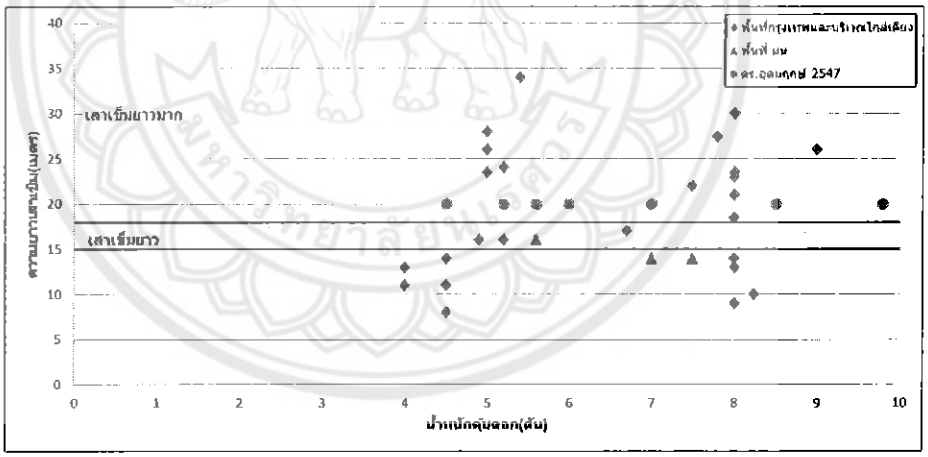
ความยาวเสาเข็มไม่ได้เป็นตัวกำหนดระยะยก แต่ความยาวของเสาเข็มสัมพันธ์กับน้ำหนักของเสาเข็ม ซึ่งจากกราฟแบ่งช่วงขนาดเสาเข็มได้ 2 ขนาด คือ เสาเข็มขนาดใหญ่และเสาเข็มขนาดกลาง ซึ่งมีค่าระยะยกในช่วง 80-120 เซนติเมตร และ 50-80 เซนติเมตรตามลำดับ

5.5.6 ความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเสาเข็ม กับ ความยาวเสาเข็ม



รูปที่ 5.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักเสาเข็ม (P) กับ ความยาวเสาเข็ม (L)

5.5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเสาเข็ม กับน้ำหนักตุ้มตอก



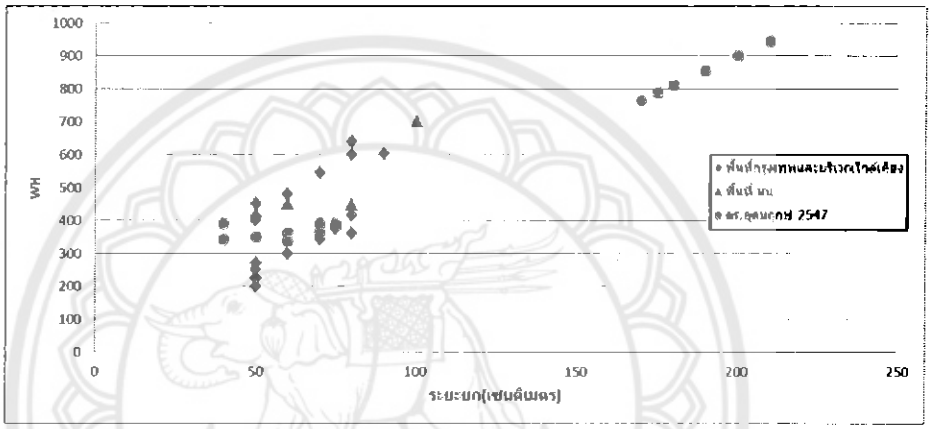
รูปที่ 5.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความยาวเสาเข็ม (L) และน้ำหนักตุ้มตอก (W)

จากกราฟเมื่อพิจารณาแล้วจะทราบความสัมพันธ์ของความยาวและน้ำหนักตุ้ม ซึ่งความยาวของเสาเข็มจะมี 3 ขนาด คือ

เสาเข็มสั้น คือเสาเข็มที่มีความยาว น้อยกว่า 15 เมตร	เท่ากับ 2.15 %
เสาเข็มยาว คือเสาเข็มที่มีความยาว ระหว่าง 15- 18 เมตร	เท่ากับ 11.43 %
เสาเข็มยาวมาก คือเสาเข็มที่มีความยาว ตั้งแต่ 18 เมตร ขึ้นไป	เท่ากับ 63.42 %

ซึ่งแสดงว่าเสาเข็มกลุ่มที่ทดสอบ เป็นเสาเข็มขนาดที่มีความยาวมาก แต่ในกรณีที่ศึกษาเสาเข็มอาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารที่จอดรถ และลาดจอดรถ จัดว่าเป็นกลุ่มเสาเข็มขนาดกลางและขนาดใหญ่ โดยแนวโน้มของกราฟจะเห็นว่า น้ำหนักตุ้มตอกที่ใช้จะใช้ค่าน้อยลงที่ความยาวเสาเข็มเพิ่มขึ้น อาจกล่าวได้ว่า ความยาวเสาเข็มเป็นตัวกำหนดน้ำหนักตุ้มตอก

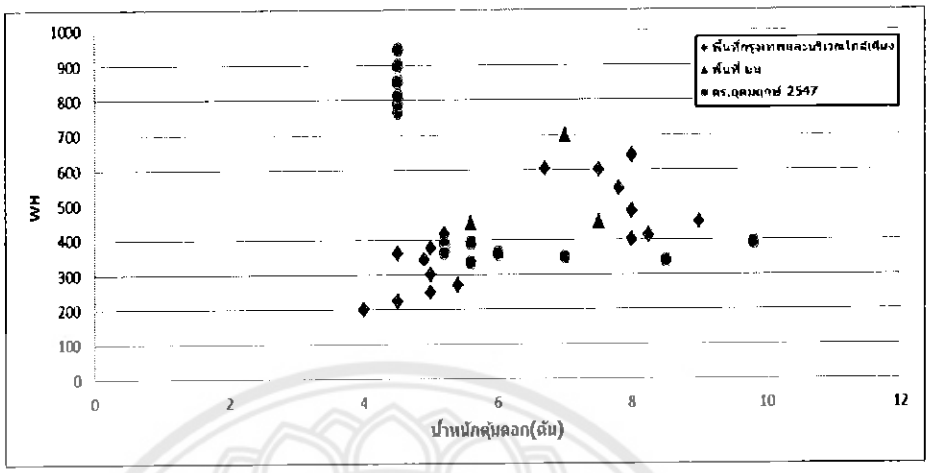
5.5.8 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกตุ้มตอก กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ



รูปที่ 5.16 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกตุ้มตอกกับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ

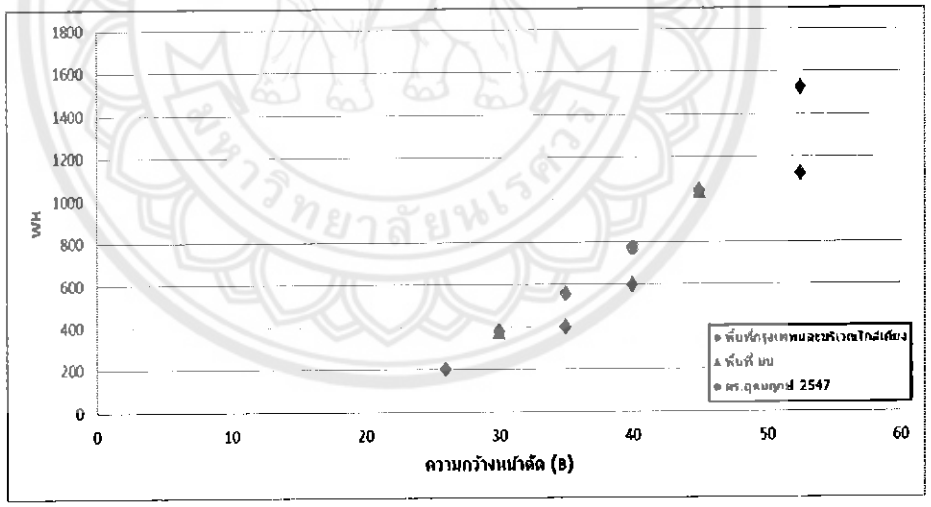
จากกราฟจะเห็นได้ว่ากราฟเป็นลักษณะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เมื่อ WH และ ระยะยกเพิ่มขึ้น แสดงว่า WH กับระยะยกแปรผันตรงต่อกัน โดยที่ถ้าระยะยกมาก พลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH) ก็จะเพิ่มขึ้น อาจกล่าวได้ว่าเมื่อระยะยกเพิ่มขึ้นมากเพียงใดก็จะทำให้เกิดพลังงานที่กระทำต่อหัวเสาเข็มเพิ่มขึ้นมากเท่านั้น

5.5.9 ความสัมพันธ์น้ำหนักตุ้มตอก กับ พลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ



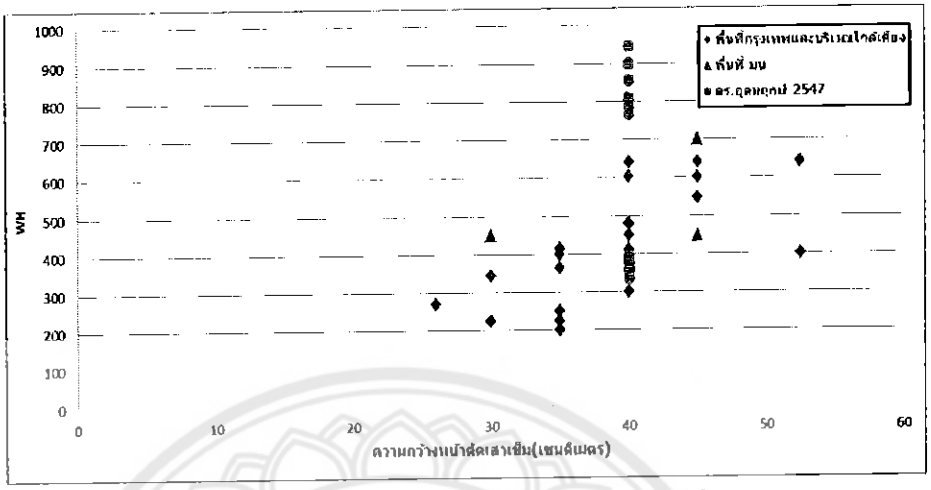
รูปที่ 5.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์น้ำหนักตุ้มตอก (W) กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH)

5.5.10 ความสัมพันธ์ความกว้างหน้าตัด กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ



รูปที่ 5.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความกว้างหน้าตัด (B) กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH) ตามสมการ Milligan (ว.ส.ท. 2521)

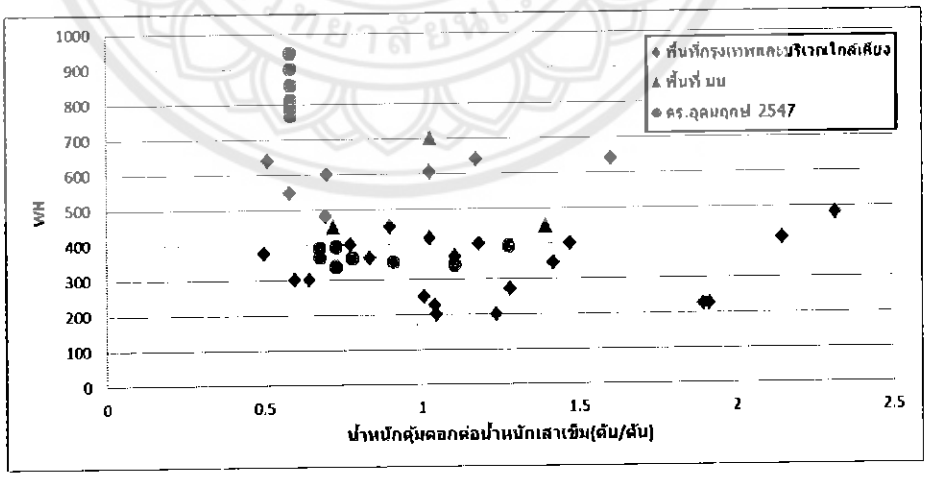
5.5.11 ความสัมพันธ์ความกว้างหน้าตัดเสาเข็มกับ พลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH)



รูปที่ 5.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ความกว้างหน้าตัด (B) กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH)

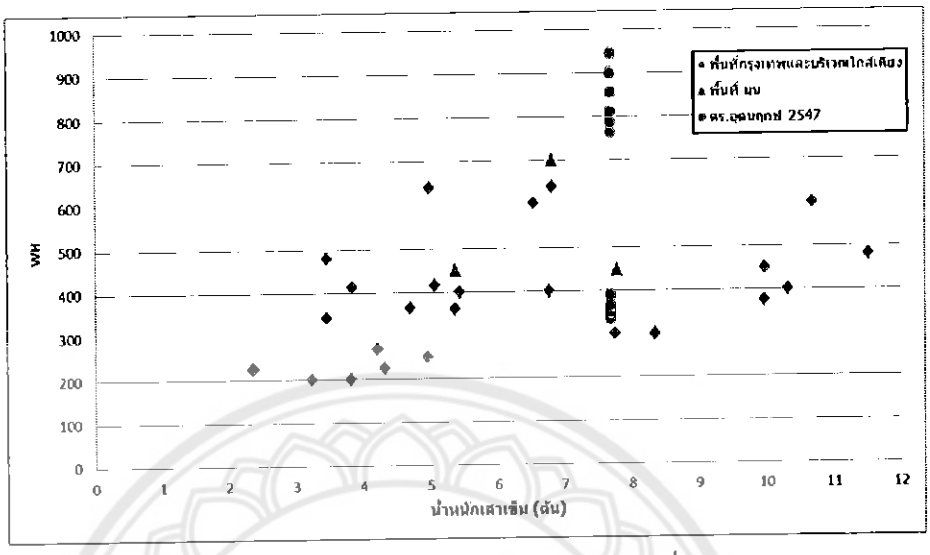
จากความสัมพันธ์ดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ค่าพลังงานจากการตกกระทบ (WH) จากหน้างานจริงมีความสัมพันธ์กับความกว้างของเสาเข็ม

5.5.12 อัตราส่วนน้ำหนักตุ้มต่อน้ำหนักของเสาเข็มกับ พลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ



รูปที่ 5.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์น้ำหนักตุ้มตอกต่อน้ำหนักของเสาเข็ม (W/P) กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH)

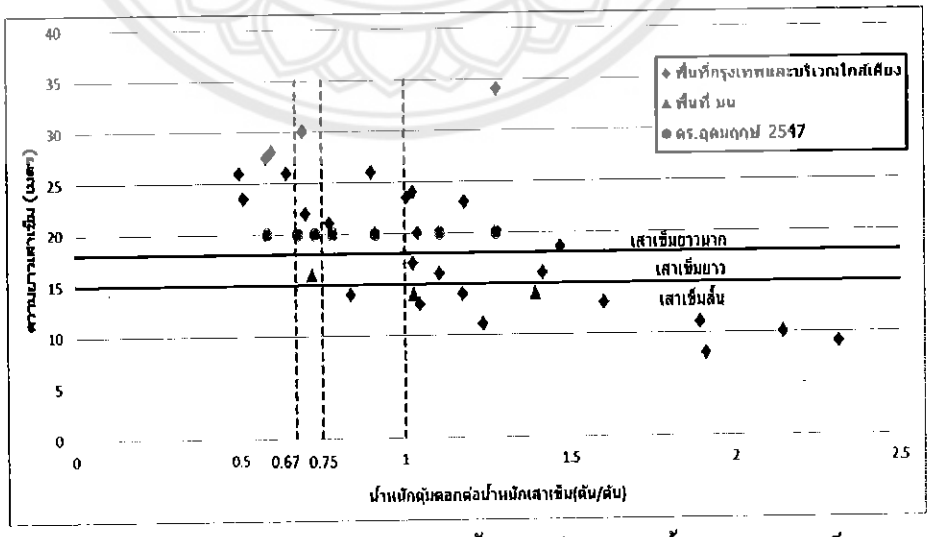
5.5.13 ความสัมพันธ์น้ำหนักเสาเข็ม กับพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ



รูปที่ 5.21 กราฟแสดงความสัมพันธ์น้ำหนักเสาเข็ม (P) กับ พลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH)

ได้เส้นแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นตามน้ำหนักของเสาเข็ม ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานที่เกิดจากการตกกระทบ (WH) จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามน้ำหนักของเสาเข็มที่เพิ่มขึ้น

5.5.14 อัตราส่วนน้ำหนักตุ้มต่อน้ำหนักของเสาเข็ม (W/P) กับความยาวเสาเข็ม (L)

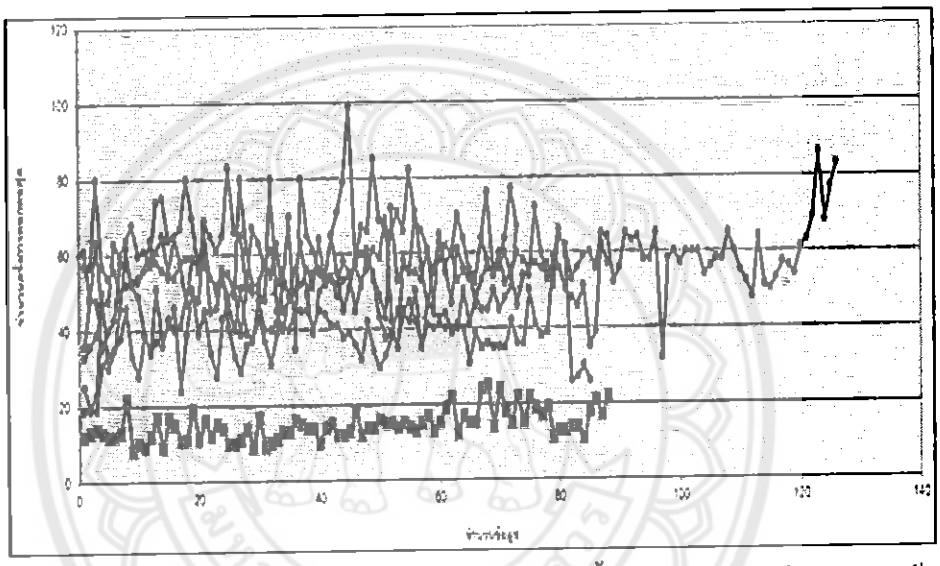


รูปที่ 5.22 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตุ้มตอกต่อน้ำหนักของเสาเข็ม (W/P) กับความยาวเสาเข็ม (L)

จากความสัมพันธ์นี้จะเห็นว่ากราฟที่ได้ ไม่ได้เป็นไปตามทฤษฎีที่กล่าวไว้เนื่องจากการเลือกใช้ขนาดเสาเข็มและตุ้มตอกที่ไม่สัมพันธ์กัน และน้ำหนักตุ้มตอกที่ใช้ในหน้างานจริงไม่ได้ นำข้อกำหนดนี้มาพิจารณาประกอบกับการเลือกใช้น้ำหนักตุ้มตอกด้วย

5.6 ศึกษาข้อมูลเสาเข็มตอกบริเวณในมหาวิทยาลัยนเรศวร (ดร.อุดมฤกษ์ 2547)

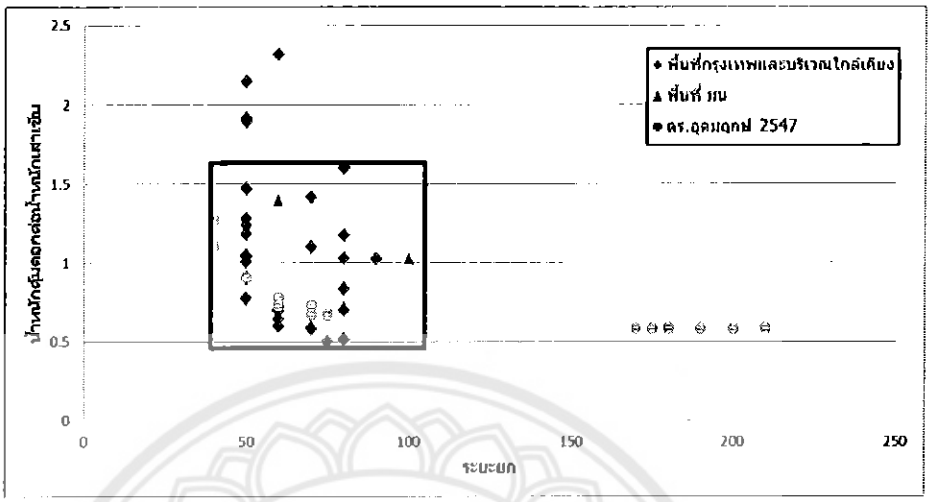
5.6.1. ค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุต ข้อมูลเสาเข็มตอกบริเวณในมหาวิทยาลัยนเรศวร



รูปที่ 5.23 กราฟแสดงความความสัมพันธ์ระหว่างค่าจำนวนครั้งการตอกต่อฟุตข้อมูลอาการห้องประชุม A

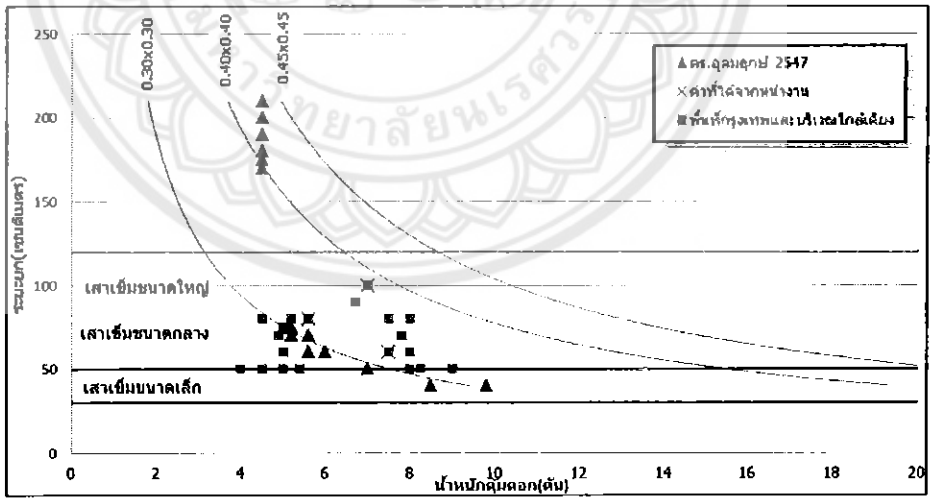
จากการเก็บข้อมูล ดร.อุดมฤกษ์ 2547 สำหรับเสาเข็มคอนกรีตขนาดเล็ก 0.40×0.40×20.00 เมตร การใช้ตุ้มตอกน้ำหนักหนักมากให้ค่าจำนวนครั้งการตอก ในช่วง 30-50 ครั้ง/ฟุต การกระจาย ± 10. และตุ้มตอกน้ำหนักปานกลาง มีจำนวนครั้งการตอกในช่วง 50-60 ครั้ง/ฟุต การกระจาย ± 10.ขณะที่ตุ้มตอกขนาดเล็ก 4.5 ตัน กลับให้ค่าจำนวนครั้งการตอก 8-22 ครั้ง/ฟุต ดังแสดงใน รูปที่ 5.23

5.6.2 ความสัมพันธ์น้ำหนักดุ้มตอกต่อน้ำหนักของเสาเข็ม (W/P) กับความระยะยก (H)



รูปที่ 5.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักดุ้มตอกต่อน้ำหนักของเสาเข็ม (W/P) กับระยะยก (H)

5.6.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกดุ้มตอก (H) กับน้ำหนักดุ้มตอก (W)



รูปที่ 5.25 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกดุ้มตอก (H) กับน้ำหนักดุ้มตอก (W)

จากรูปที่5.24 แสดงกรอบการเลือกอัตราส่วนดุ้มตอกต่อเสาเข็มอยู่ที่ 0.5 - 1.5 และมีระยะยกในช่วง 45 - 100 เซนติเมตร ข้อมูลดุ้มตอกกับระยะยกของกลุ่มอาคารA (ดร.อุดมฤกษ์2547)

จำนวน 12 ข้อมูล และพื้นที่กรุงเทพและบริเวณใกล้เคียงรวมถึงอาคารเรียนปฏิบัติการทางการแพทย์ พบว่ามีการเรียงตัวเป็น 2กลุ่ม ดังรูปที่ 5.23 กลุ่มล่างที่ใช้ตุ้มน้ำหนักมาก มีระยะยกในช่วง 45-75 เซนติเมตร เหมาะกับเสาเข็มขนาดเล็กและปานกลาง และกลุ่มบนเป็นการใช้ตุ้มตอกขนาดเล็ก 4.5 ตัน และระยะยก 175 - 210 เซนติเมตร ยังอยู่ในขีดจำกัดบนของสูตร ว. ส. ท. 2521 ดังนั้นการส่งผ่านพลังงานที่ดีควรกำหนดระยะยกไว้ที่ 45 - 80 เซนติเมตร จาก รูปที่ 5.23

5.7 วิเคราะห์และสรุปผล

ความเชื่อที่ว่าความต้านทานการตอกเสาเข็มลงดินยิ่งมากสะท้อนความสามารถในการรับน้ำหนักใช้งานของเสาเข็ม บนความพิศวงและปริศนาหน้างานอันเกิดจากข้อจำกัดทางทฤษฎีและความไม่แน่นอนในสนาม วิศวกรจ่ายค่าความเสี่ยงจากกลสมบัติสมมุติดังกล่าวด้วยค่าความปลอดภัย (F.S.) ที่สูงยิ่ง จากข้อมูลการตอกเสาเข็มในโครงการก่อสร้างอาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ 646 ต้น และ ข้อมูลการตอกเสาเข็มข้างเคียง อีก 462 ต้น ซึ่งเป็นเสาเข็มขนาดเล็กและปานกลางในบริเวณพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร สรุปได้ว่า

5.7.1 ตุ้มตอกควรเลือกน้ำหนักขนาด 1 - 2 เท่าของน้ำหนักตัวของเสาเข็มสัมพันธ์ กับระยะยกที่ 45 - 75 ซม.

5.7.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกกับตุ้มตอก แสดงว่า กรณีตุ้มตอกขนาดเดียวกับเสาเข็มหลายขนาด วิศวกรสามารถเพิ่มระยะยกขึ้นตามขนาดเสาเข็มที่ใหญ่ขึ้นได้

5.7.3 สูตรเสาเข็มตอก Hiley's, Engineering New Formulaและสูตร Dynamic Allowable Bearing Force ให้ค่าระยะจมใกล้เคียงกัน เหมาะกับงานเสาเข็มคอนกรีตขนาดเล็กในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 6

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 ความสำคัญและชนิดของเสาเข็มตอก

6.1.1 เสาเข็มตอกเป็นเสาเข็มที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักบรรทุก จากโครงสร้าง อาคาร ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มตอก มีลักษณะการถ่ายเทน้ำหนักบรรทุก 2 ลักษณะ คือ เสาเข็มรับแรงเสียดทาน และเสาเข็มรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม

6.1.2 เสาเข็มตอกสามารถจำแนกตามวัสดุที่ใช้ทำ และการใช้งานที่สำคัญสามารถแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ เสาเข็มไม้ เสาเข็มคอนกรีต และเสาเข็มเหล็ก แต่ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน คือ เสาเข็มคอนกรีตโดยเฉพาะเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง

6.2 การประมาณการรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็ม และระยะกำหนดเสาเข็มตอก

6.2.1 ในการคำนวณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกจากสูตรเสาเข็มตอกโดย Program MicrosoftExcel จากเสาเข็มทั้ง 3 ขนาด จะพบว่า สูตรของ Hiley's Formula จะให้ค่าการทรุดตัวน้อยที่สุด และ สูตรของ Load Bearing Capacity (Danish's Formula) จะให้ค่าการทรุดตัวสูงสุด

6.2.2 จากข้อมูลการตอก เสาเข็มทั้ง 646 ต้น แสดงให้เห็นว่า สูตรของ Hiley's จะเหมาะสมมากที่สุด เพราะให้ค่ากำลังรับน้ำหนักปลอดภัยน้อยที่สุด ส่วนสูตรของ Load Bearing Capacity (Danish's Formula) จะให้กำลังรับน้ำหนักปลอดภัยสูงสุด และต่างจากค่าที่ออกแบบไว้มาก สูตรเสาเข็มตอก Hiley's, Engineering New Formula และสูตร Dynamic Allowable Bearing Force ให้ค่าระยะจมใกล้เคียงกัน เหมาะกับงานเสาเข็มคอนกรีตขนาดเล็กในพื้นที่มหาวิทยาลัยนเรศวร

6.3 ความสัมพันธ์ของน้ำหนักตุ้มตอกกับระยะยก

6.3.1 ตุ้มตอกควรเลือกน้ำหนักขนาด 1-2 เท่าของน้ำหนักตัวของเสาเข็มสัมพันธ์ กับระยะยกที่ 45-75 ซม.

6.3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะยกกับตุ้มตอก แสดงว่า กรณีตุ้มตอกขนาดเดียวกับเสาเข็มหลายขนาด วิศวกรสามารถเพิ่มระยะยกขึ้นตามขนาดเสาเข็มที่ใหญ่ขึ้นได้

บรรณานุกรม

ดร. อุดมฤกษ์ ปานพลอย. (2542). เกร็ดความรู้วิศวกรรมฐานราก. (พิมพ์ครั้งที่ 1).

ชมรมวิศวกรรมโยธา (2524). เสาเข็ม . กรุงเทพ ฯ : คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

กิตติศักดิ์ การุญ, ชนินทร์ สายเปีย, พนม พิมพา และปณิธาน บุญธัญกรณ์. (2546). สูตรเสาเข็มตอก วศ.บ. , มหาวิทยาลัยนเรศวร,พิษณุโลก

ดร.อุดมฤกษ์ ปานพลอย. (2545). สภาพชั้นดินในบริเวณเมืองพิษณุโลก (GTE 069) การประชุมวิชาการวิศวกรรมโยธาแห่งชาติครั้งที่ 8 โรงแรมโซฟิเทล ราชา, ขอนแก่น 23-25 ตุลาคม 2546

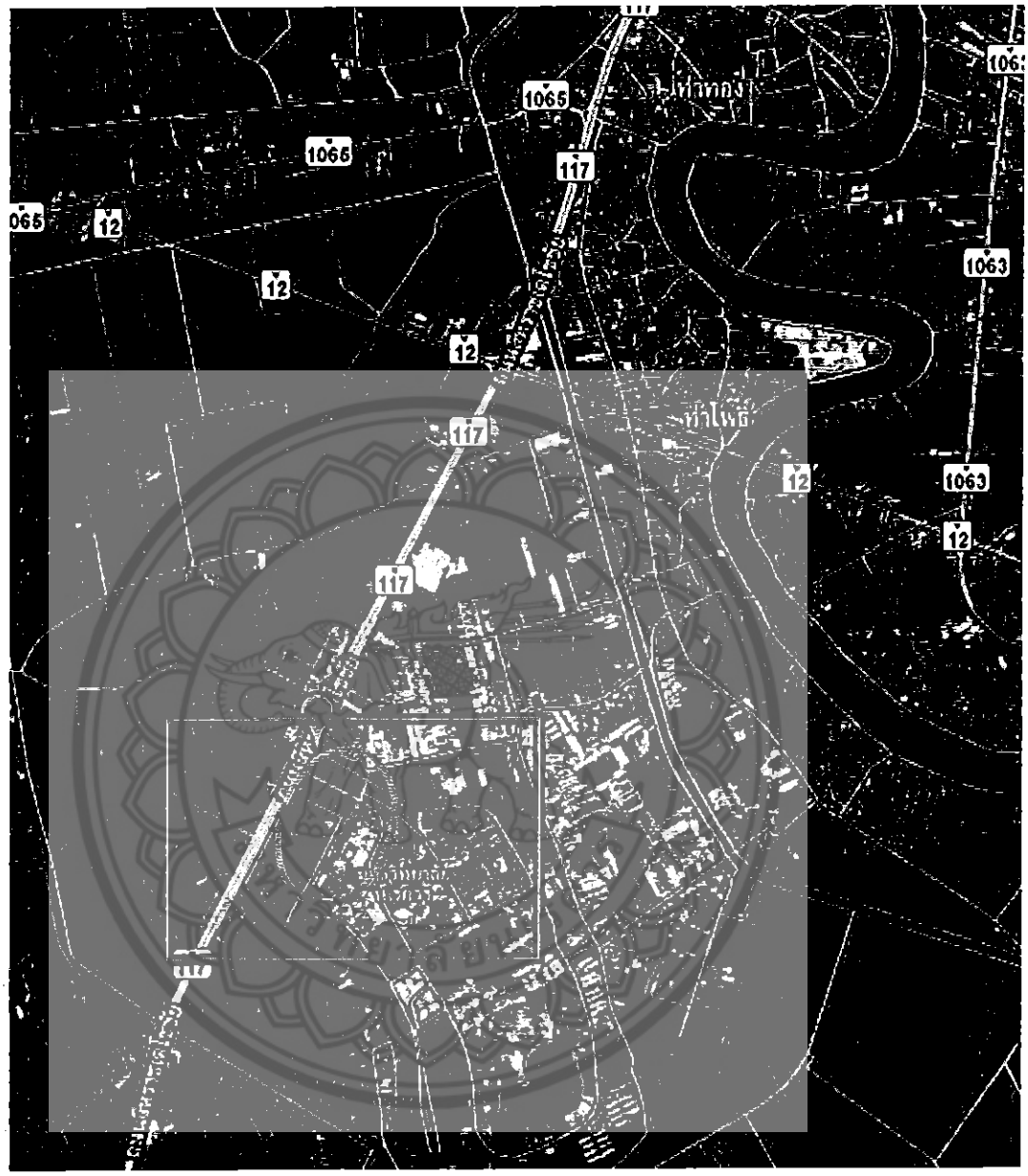
R. B.Peck, W.E. Hanson and T.H. Thornburn (1974). Foundation Engineering. Wiley International Edition, John Wiley & sons 514 pp.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

แผนที่ตั้งมหาวิทยาลัยนเรศวร

รูปที่ ก.1 แผนที่ตั้งโครงการมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก



ที่มา : แผนที่ประเทศไทย Google ; http://maps.google.co.th

ภาคผนวก ข.

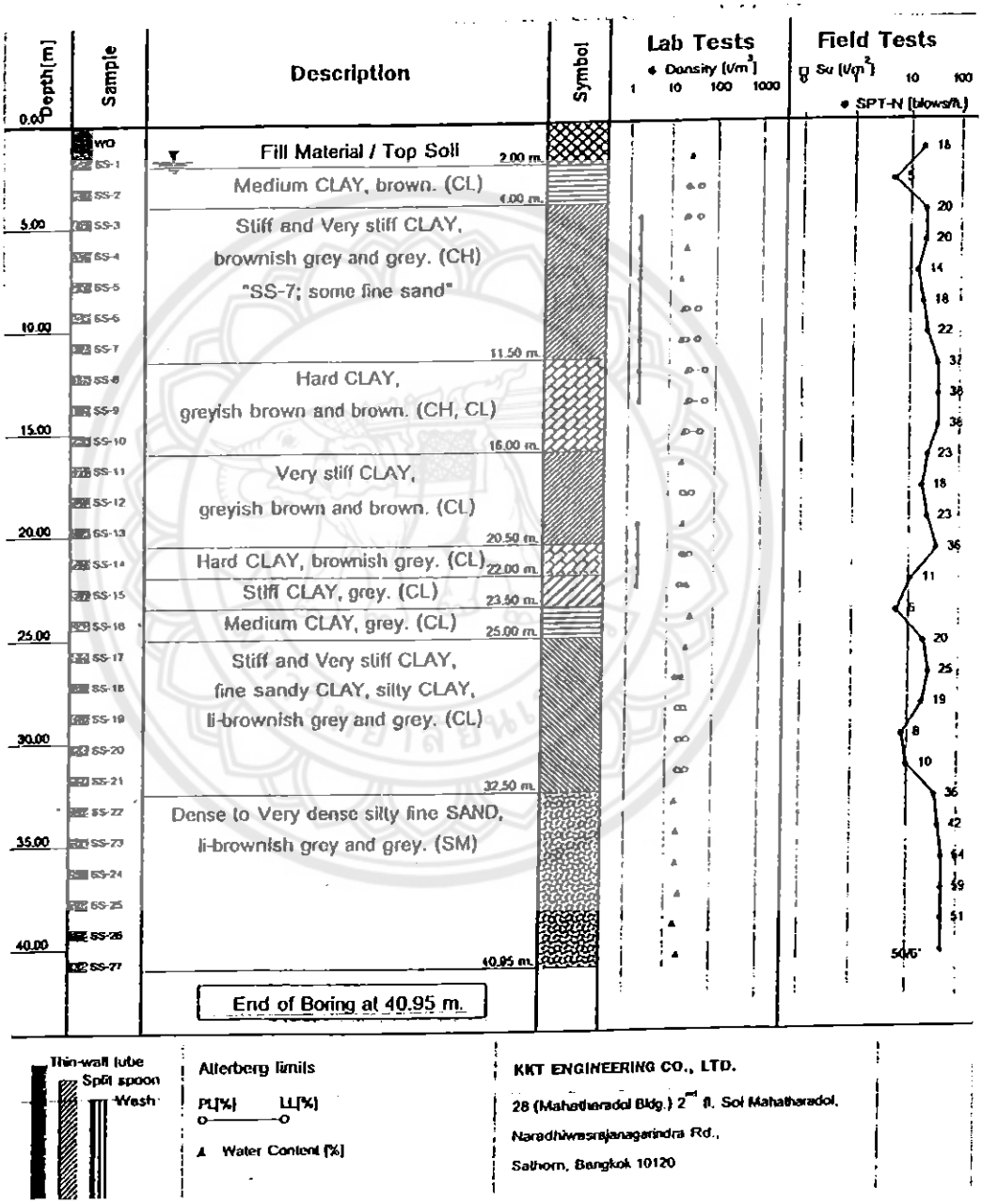
รายงานการเจาะสำรวจดิน

1. BOREHOLE LOG

1.1 BOREHOLE LOG BH-1

PROJECT NAME ; ก่อสร้างกลุ่มอาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และอาคารลานจอดรถ

Date ; 27-28 / 11 /2552 **Total Depth (m) =** 40.95 **Ground Water Level (m) ;** -1.70

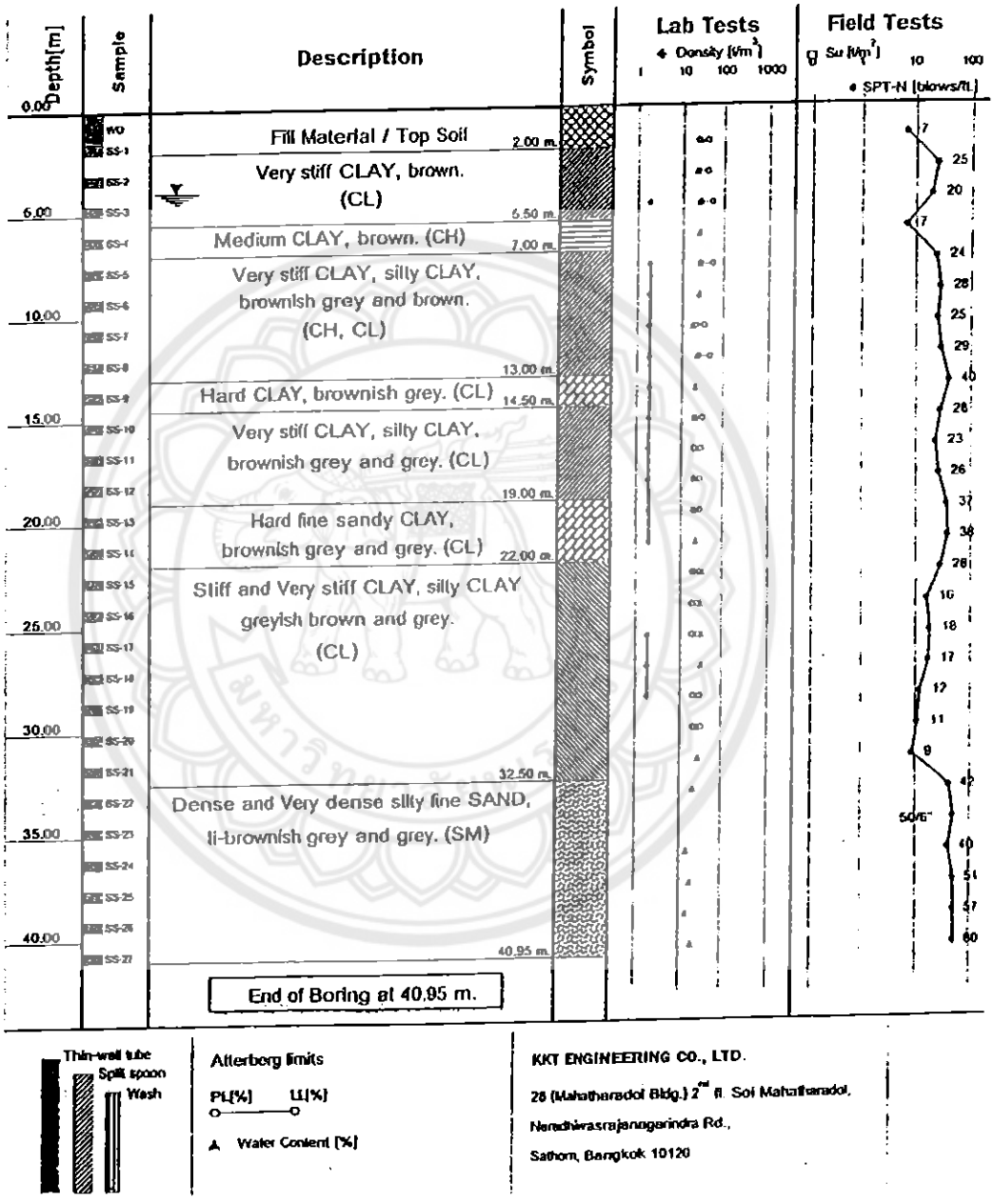


รูปที่ ข. 1 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน หลุมเจาะสำรวจ หลุมที่ 1

1.2 BOREHOLE LOG BH-2

PROJECT NAME ; ก่อสร้างกลุ่มอาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และอาคารลานจอดรถ

Date ; 29-30 / 11 /2552 Total Depth (m) = 40.95 Ground Water Level (m) ; -2.00

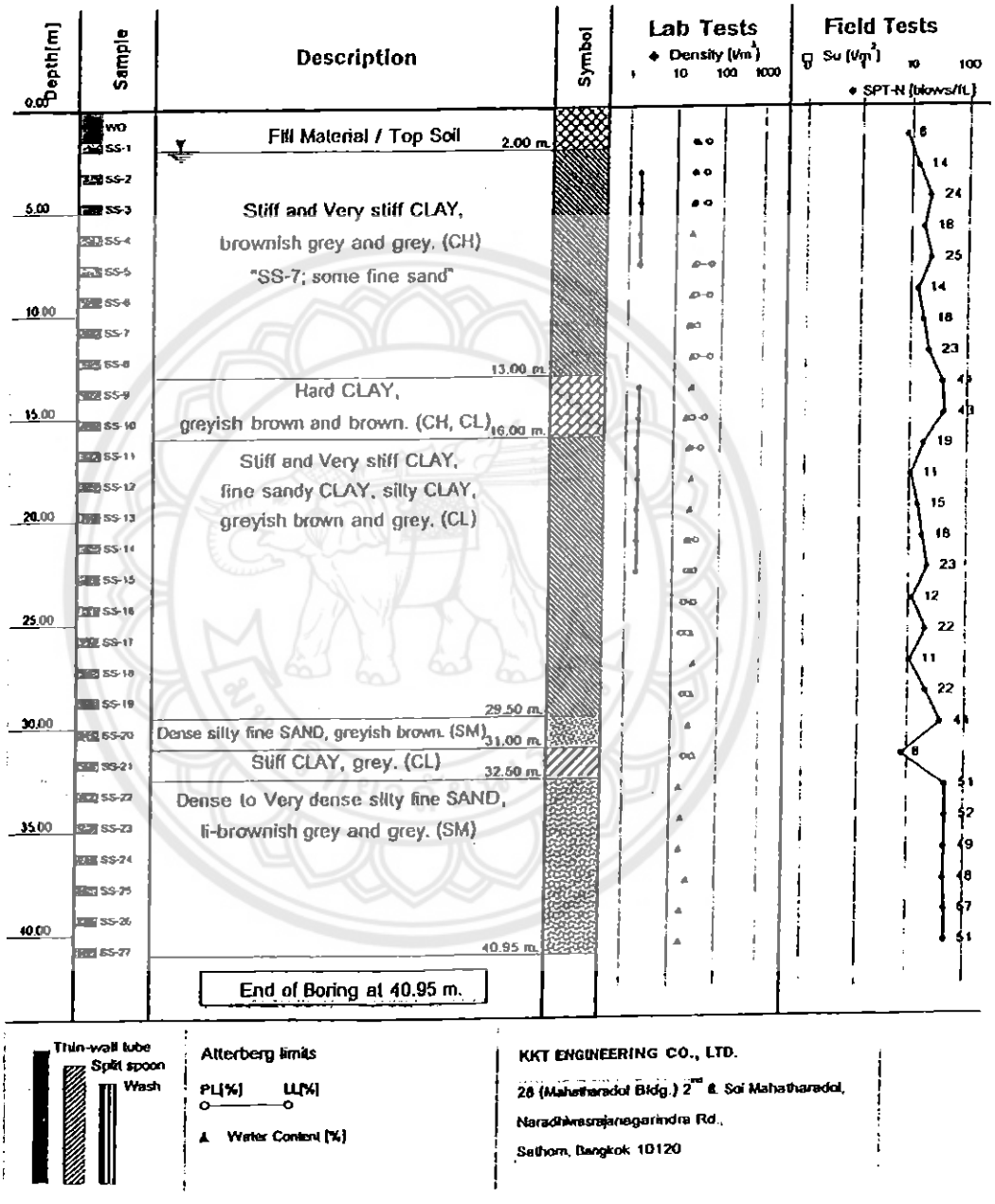


รูปที่ ข. 2 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน หลุมเจาะสำรวจ หลุมที่ 2

1.3 BOREHOLE LOG BH-3

PROJECT NAME ; ก่อสร้างกลุ่มอาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ และอาคารลานจอดรถ

Date ; 1-2 / 12 /2552 **Total Depth (m)** = 40.95 **Ground Water Level (m)** ; -4.00

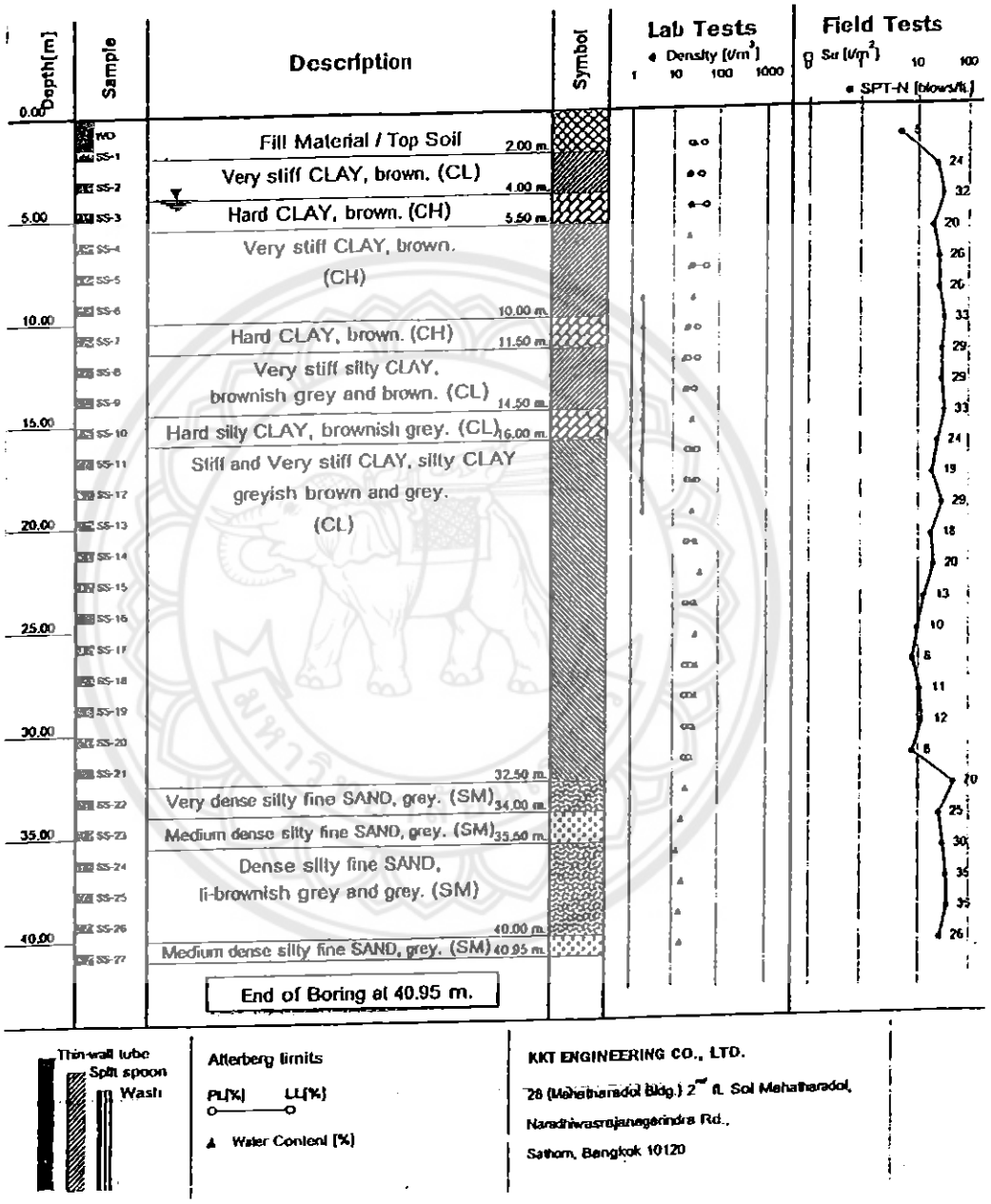


รูปที่ ข. 3 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน หลุมเจาะสำรวจ หลุมที่ 3

1.4 BOREHOLE LOGBH-4

PROJECT NAME ; ก่อสร้างกลุ่มอาคารเฉลิมพระเกียรติ84 พรรษา

Date ; 30 / 11 /2552 - 1 / 12 /2552 **Total Depth (m) =** 40.95 **Ground Water Level (m) ;** -4.00



รูปที่ ข. 4 แสดงผลการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน หลุมเจาะสำรวจ หลุมที่ 4

ตารางที่ ข. 1 การประมาณกำลังรับน้ำหนักแบกทานปลอดภัยของเสาเข็มเจาะ

หลุมเจาะที่	ชนิดของเสาเข็ม	ระดับความลึกของปลายเสาเข็ม (เมตร)	กำลังการรับน้ำหนักแบกทานปลอดภัย (ตัน)		
			ขนาด (ม.) Ø 0.60	Ø 0.80	Ø 1.00
BH-1	เข็มเจาะ	-22.00	158.00	213.00	269.00
		-23.00	158.00	213.00	269.00
		-24.00	158.00	213.00	269.00
		-25.00	166.00	225.00	280.00
BH-2	เข็มเจาะ	-22.00	147.00	204.00	263.00
		-23.00	153.00	211.00	266.00
		-24.00	153.00	211.00	266.00
		-25.00	168.00	215.00	274.00
BH-3	เข็มเจาะ	-22.00	274.00	255.00	326.00
		-23.00	274.00	255.00	326.00
		-24.00	274.00	255.00	326.00
		-25.00	284.00	258.00	329.00
BH-4	เข็มเจาะ	-22.00	176.00	243.00	310.00
		-23.00	183.00	253.00	318.00
		-24.00	183.00	253.00	318.00
		-25.00	184.00	254.00	318.00

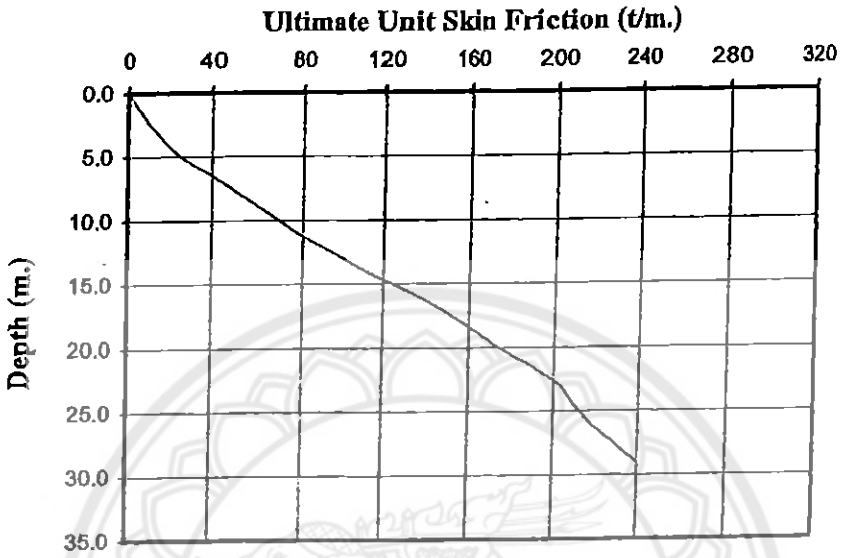
ข้อสังเขป

1. ค่าที่แสดงในตารางมีอัตราส่วนปลอดภัย เท่ากับ 2.50

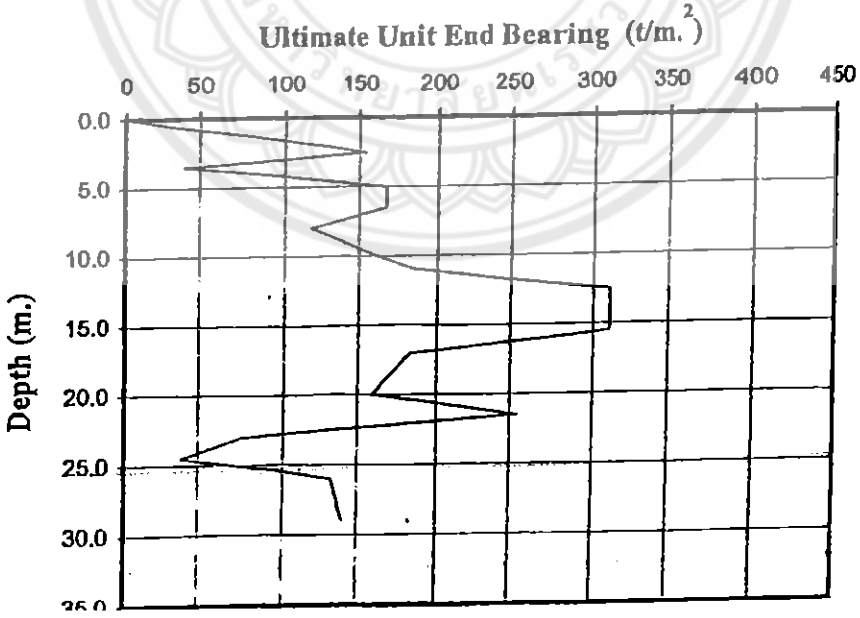
2. ค่าที่แสดงในตารางนี้เป็นการประมาณกำลังรับน้ำหนักแบกทานปลอดภัย ของดินที่สามารถรับได้ซึ่งอาจมากกว่ากำลังรับน้ำหนักแบกทานของเสาเข็ม ดังนั้น วิศวกรผู้ออกแบบควรคำนึงถึงกำลังของเสาเข็มด้วย

3. ค่าที่แสดงในตารางนี้เป็นกำลังการประมาณกำลังน้ำหนักแบกทานปลอดภัยของดินที่คิดเทียบกับระดับดินเดิม ในระหว่างการเจาะสำรวจโดยให้ระดับของหัวเสาเข็ม อยู่ต่ำกว่าระดับดินเดิม – 1.0 เมตร

หลุมเจาะที่ BH-1 ชนิดของเสาเข็ม : เสาเข็มเจาะ (Borcd pile)

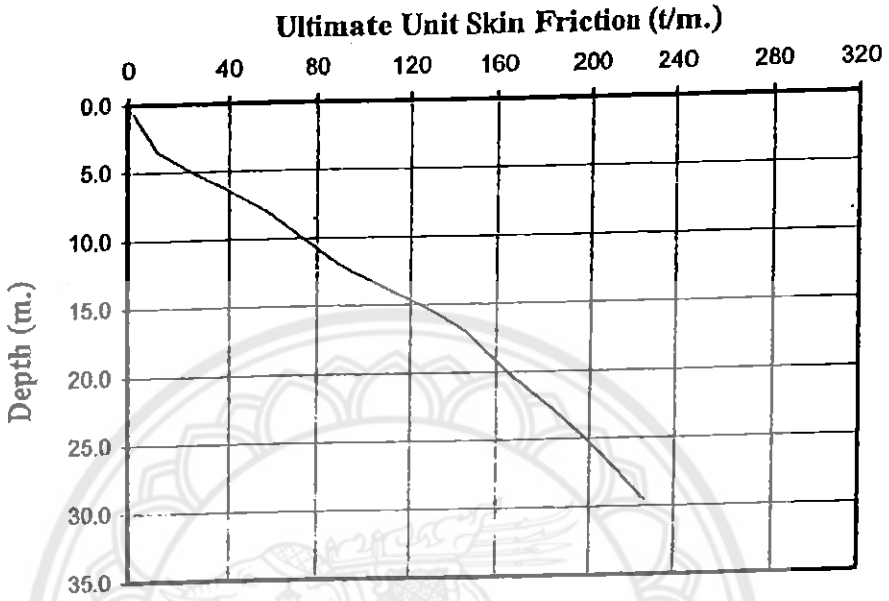


รูปที่ ข. 5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Skin friction เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-1

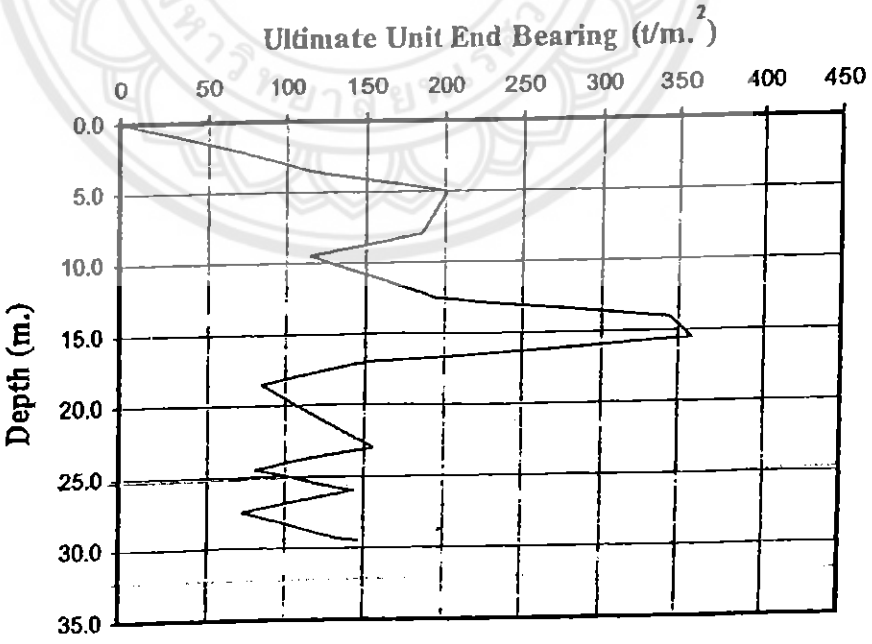


รูปที่ ข. 6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง End Bearing เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-1

หลุมเจาะที่ **BH-2** ชนิดของเสาเข็ม : เสาเข็มเจาะ (Bored pile)

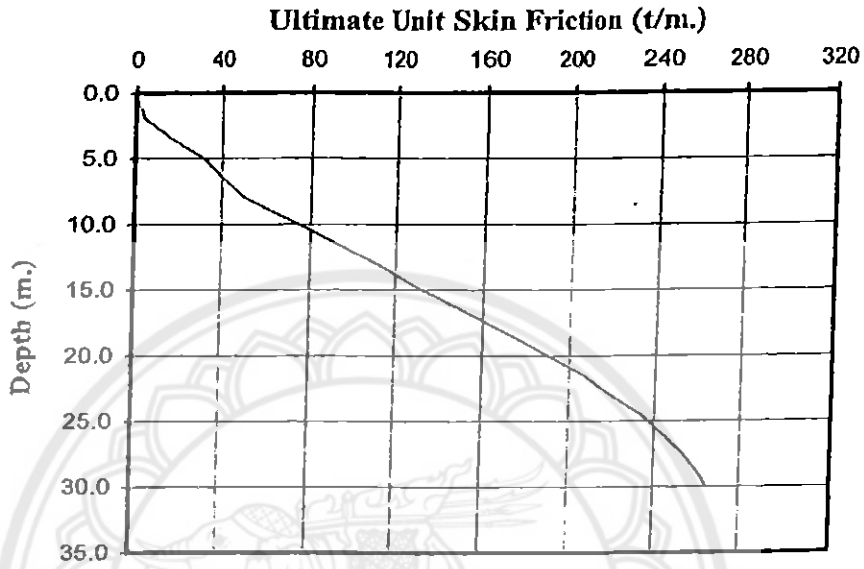


รูปที่ ข. 7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Skin friction เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-2

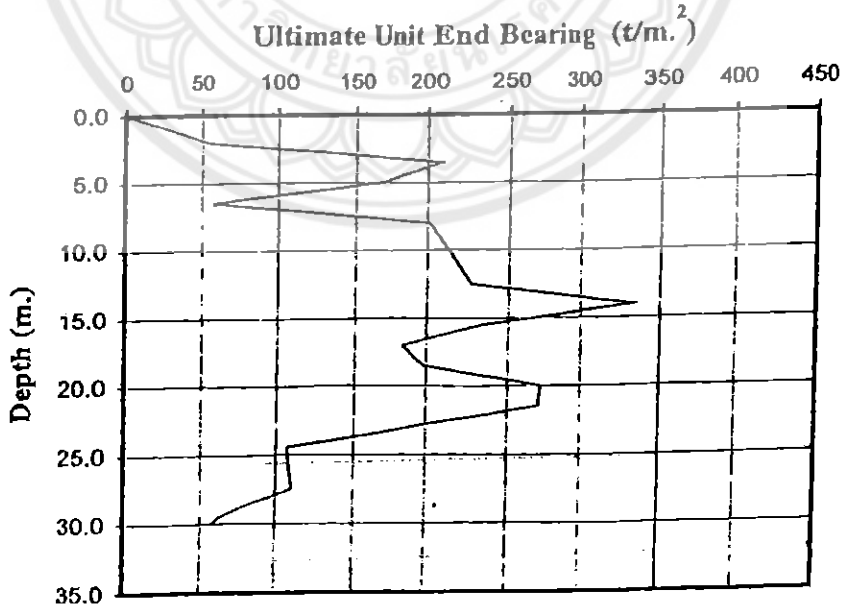


รูปที่ ข. 8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง End Bearing เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-2

หลุมเจาะที่ BH-3 ชนิดของเสาเข็ม : เสาเข็มเจาะ (Bored pile)

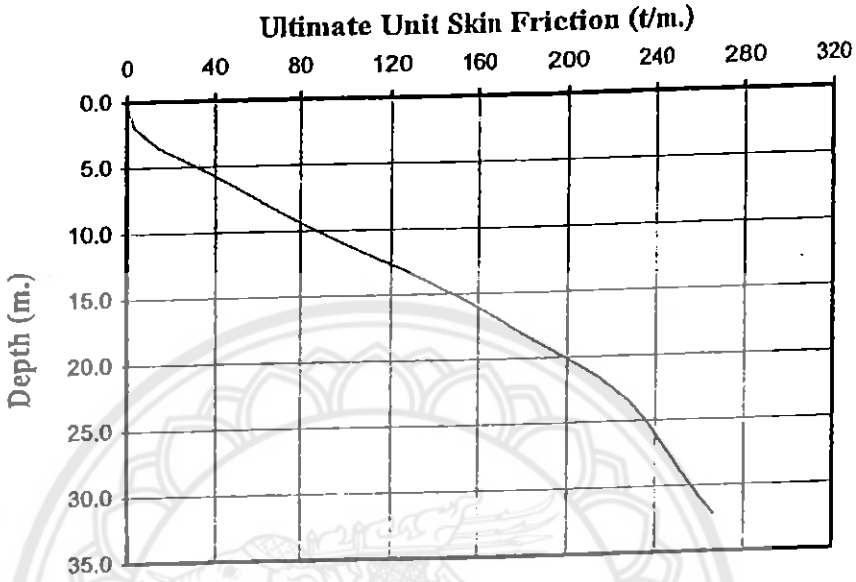


รูปที่ ข. 9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Skin friction เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-3

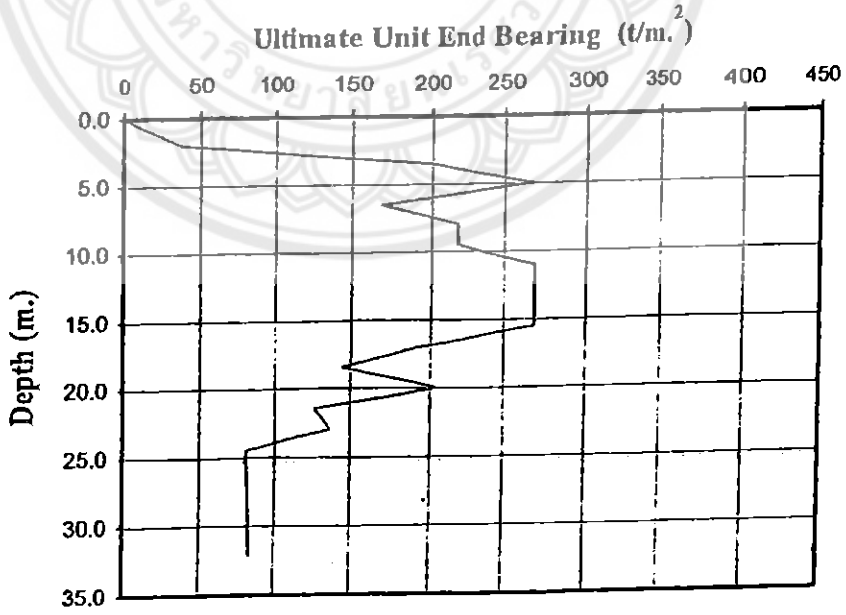


รูปที่ ข. 10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง End Bearing เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-3

หลุมเจาะที่ BH-4 ชนิดของเสาเข็ม : เสาเข็มเจาะ (Bored pile)



รูปที่ ข. 11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Skin friction เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-4



รูปที่ ข. 12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง End Bearing เทียบกับระดับความลึก หลุมเจาะ BH-4

ภาคผนวก ค.

บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม

จำนวน 646 ต้น (รวม 3 อาคาร)

ตาราง ค. 1 บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร														เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร								
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน														เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน								
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
1	2-01	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21	24	25	26	29	10	9	-	0.3	-	3	-	1
2	2-02	0.45×0.45×14.00 m	11	13	14	16	18	20	22	24	26	27	28	29	29	30	31	8	7	-	0.3	-	-	1	-
3	2-03	0.45×0.45×14.00 m	6	7	8	10	10	12	12	13	14	15	16	18	18	21	25	14	14	-	0.3	1	-	5	-
4	2-04	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	16	17	19	20	22	24	26	28	-	-	9	8	-	0.3	-	-	1	-
5	2-05	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	15	17	18	19	21	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	-	-	2	-
6	2-06	0.45×0.45×14.00 m	11	10	13	14	16	17	19	21	22	23	25	26	28	30	33	8	7	-	0.3	3	-	-	2
7	2-07	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	15	16	17	18	20	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	1	-	2	-
8	2-08	0.45×0.45×14.00 m	9	11	12	13	14	15	17	18	19	21	23	25	27	29	30	9	8	-	0.3	-	-	3	-
9	2-09	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	9	8	-	0.3	-	4	-	1
10	2-10	0.45×0.45×14.00 m	10	10	12	13	14	15	16	17	18	20	21	24	26	27	30	9	8	-	0.3	5	-	-	2
11	2-11	0.45×0.45×14.00 m	10	12	13	14	15	17	18	20	21	22	23	25	26	28	30	10	9	-	0.3	-	2	3	-
12	2-12	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	15	17	19	21	23	24	26	27	29	30	10	9	-	0.3	-	1	3	-
13	2-13	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	17	19	20	21	23	24	25	27	29	30	10	9	-	0.3	-	2	3	-
14	2-14	0.45×0.45×14.00 m	10	10	12	13	14	16	17	18	20	22	24	26	28	29	30	10	9	-	0.3	2	-	3	-
15	2-15	0.45×0.45×14.00 m	11	12	14	15	16	17	18	19	21	24	26	28	29	31	33	8	7	-	0.3	3	-	1	-
16	2-16	0.45×0.45×14.00 m	9	11	11	12	14	16	18	20	22	23	25	26	27	29	30	10	9	-	0.3	-	-	3	-
17	2-17	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	15	17	19	21	23	25	27	29	30	32	8	7	-	0.3	-	3	3	-
18	2-18	0.45×0.45×14.00 m	10	11	13	14	16	18	19	20	22	24	26	28	30	32	35	8	7	-	0.3	-	-	4	-
19	2-19	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	22	24	26	28	30	9	8	-	0.3	-	-	2	-
20	2-20	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	14	15	17	18	20	22	24	26	28	29	30	33	8	7	-	0.3	-	3	2	-
21	2-21	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	14	16	18	19	21	22	24	26	28	29	31	10	9	-	0.3	-	3	2	-
22	2-22	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	13	14	15	17	19	22	25	27	28	29	30	33	8	7	-	0.3	2	-	-	3
23	2-23	0.45×0.45×14.00 m	10	12	13	14	15	16	17	19	21	22	23	24	26	28	30	10	9	-	0.3	2	-	-	1
24	2-24	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	15	16	17	18	20	21	23	25	26	27	29	30	10	9	-	0.3	-	-	-	-
25	2-25	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	15	14	18	19	20	21	23	24	26	28	30	10	9	-	0.3	-	-	-	-

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร								
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน								
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
26	2-26	0.45×0.45×14.00 m	10	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	2	-	3	-
27	2-27	0.45×0.45×14.00 m	11	13	14	15	16	17	18	19	20	22	23	24	26	28	30	10	8	-	0.3	1	-	-	1
28	2-28	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	17	18	19	21	23	25	27	28	29	30	9	8	-	0.3	2	-	-	1
29	2-29	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	14	15	17	19	21	22	25	27	29	31	33	35	8	7	-	0.3	-	4	3	-
30	2-30	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	16	18	20	21	23	25	26	27	29	30	9	8	-	0.3	-	-	2	-
31	2-31	0.45×0.45×14.00 m	10	12	14	15	16	17	18	20	21	23	25	27	28	29	30	10	9	-	0.3	2	-	-	1
32	2-32	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	15	17	19	21	23	24	25	26	27	29	30	9	8	-	0.3	2	-	1	-
33	2-33	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	14	15	16	17	18	20	21	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	-	3	1	-
34	2-34	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	15	17	19	21	22	24	25	26	28	30	32	9	8	-	0.3	3	-	-	-
35	2-35	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	9	11	11	13	14	15	17	17	19	19	21	25	10	9	-	0.3	-	1	2	-
36	2-36	0.45×0.45×14.00 m	6	8	8	10	11	13	14	14	15	15	17	17	19	22	26	11	10	-	0.3	-	5	-	5
37	2-37	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	10	11	12	13	14	16	18	19	20	23	24	15	15	-	0.3	-	1	-	5
38	2-38	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	12	12	13	13	14	16	16	17	17	20	23	14	13	-	0.3	-	5	-	5
39	2-39	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	10	10	12	12	14	16	18	19	21	21	22	26	13	12	-	0.3	1	-	-	6
40	2-40	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	9	11	12	12	13	15	16	17	18	19	19	24	12	12	-	0.3	-	8	7	-
41	2-41	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	10	10	11	13	15	16	17	17	18	19	23	11	10	-	0.3	-	6	2	-
42	2-42	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	10	12	12	13	15	18	22	26	31	33	-	-	11	9	-	0.3	-	3	6	-
43	2-43	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	11	11	12	12	14	16	19	19	20	22	23	25	15	14	-	0.3	-	1	5	-
44	2-44	0.45×0.45×14.00 m	7	7	7	8	9	9	10	12	13	14	15	17	18	23	25	11	10	-	0.3	2	-	2	-
45	2-45	0.30×0.30×14.00 m	6	7	7	8	9	9	10	10	10	12	12	14	14	16	17	18	17	-	0.3	-	2	1	-
46	2-46	0.30×0.30×14.00 m	8	9	11	13	13	15	15	18	25	31	35	-	-	-	-	15	12	-	0.3	2	-	2	-
47	2-47	0.30×0.30×14.00 m	9	10	13	13	14	16	17	19	21	23	25	30	36	-	-	10	9	-	0.3	-	-	-	-
48	2-48	0.30×0.30×14.00 m	9	8	8	9	10	10	12	13	13	13	13	14	14	16	18	14	11.5	-	0.3	2	-	3	-
49	2-49	0.30×0.30×14.00 m	6	8	8	10	12	12	13	13	13	13	14	14	15	15	16	19	18	-	0.3	-	4	2	-
50	2-50	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	10	10	12	12	13	14	15	18	21	24	15	14	-	0.3	1	-	2	-

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร														เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร								
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน														เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน								
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต														10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
51	2-51	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	8	9	10	11	12	12	12	14	15	17	20	25	14	13.5	-	0.3	-	3	-	2
52	2-52	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	10	10	12	12	13	13	15	17	19	23	27	12	11	-	0.3	-	2	2	-
53	2-53	0.45×0.45×14.00 m	8	9	9	10	11	11	12	12	14	15	17	19	20	23	25	13	9.5	-	+/- 0.00	-	3	2	-
54	2-54	0.45×0.45×14.00 m	6	7	8	8	9	9	9	10	10	12	14	16	18	21	25	14.5	13.5	-	0.3	2	-	3	-
55	2-55	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	7	9	9	11	11	11	12	13	15	17	19	24	14	12	-	0.3	-	3	-	1
56	2-56	0.45×0.45×14.00 m	8	8	8	9	10	10	11	12	13	15	17	19	21	24	26	14	8	-	+/- 0.00	-	2	2	-
57	2-57	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	10	11	12	14	14	14	15	17	17	19	22	25	13	12	-	0.3	8	-	-	9
58	2-58	0.45×0.45×14.00 m	8	8	8	8	9	9	12	12	12	13	15	16	18	20	24	14	12	-	0.3	8	-	-	8
59	2-59	0.45×0.45×14.00 m	8	8	8	9	10	10	12	13	13	14	16	17	19	21	25	14	13	-	0.3	-	2	-	7
60	2-60	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	9	11	11	12	12	14	15	17	19	21	24	27	12	11	-	+/- 0.00	-	-	-	2
61	2-61	0.45×0.45×14.00 m	8	9	11	11	12	12	13	14	15	16	18	20	23	25	28	9	8	-	0.3	6	-	4	-
62	2-62	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	13	13	14	15	15	17	18	19	20	22	23	25	12	10	-	0.3	5	-	2	-
63	2-63	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	9	11	12	12	12	14	15	17	20	25	14	13	-	0.3	7	-	-	7
64	2-64	0.45×0.45×14.00 m	7	7	7	8	9	9	10	10	10	13	15	16	18	21	24	14	14	-	0.3	5	-	-	6
65	2-65	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	9	9	10	12	13	15	17	19	21	22	24	27	13	12	-	+/- 0.00	1	-	5	-
66	2-66	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	9	10	10	11	12	13	16	17	18	20	23	26	13	12	-	+/- 0.00	-	1	2	-
67	2-67	0.45×0.45×14.00 m	7	7	7	7	8	9	11	11	13	13	15	17	18	21	24	16	15	-	0.3	2	-	-	-
68	2-68	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	9	10	10	12	12	14	16	17	20	25	15	13	-	0.3	5	-	-	7
69	2-69	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	7	7	8	10	10	12	12	14	15	17	19	24	15	14	-	0.3	3	-	3	-
70	2-70	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	7	8	8	9	10	10	12	14	16	18	20	24	15.5	15	-	0.3	3	-	-	6
71	2-71	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	9	10	12	13	13	16	18	20	22	23	25	28	14	13	-	+/- 0.00	-	-	-	-
72	2-72	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	10	11	12	13	15	17	18	20	23	25	14	12	-	+/- 0.00	2	-	3	-
73	2-73	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	9	9	11	12	12	13	15	15	18	18	21	25	13.5	13	-	0.3	6	-	-	2
74	2-74	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	9	9	11	12	12	13	15	15	18	18	21	25	15	13	-	0.3	-	1	-	6
75	2-75	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	10	10	12	13	15	18	19	21	24	26	15	14	-	+/- 0.00	5	-	5	-

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร								
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน								
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
76	2-76	0.45×0.45×14.00 m	5	6	6	7	7	8	9	10	10	12	14	16	19	23	26	12	11	-	0.3	-	5	-	5
77	2-77	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	8	8	9	11	12	12	14	15	17	18	21	25	15	12	-	0.3	-	5	-	5
78	2-78	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	7	7	8	10	13	13	14	15	18	20	24	27	12	11	-	0.3	-	2	-	6
79	2-79	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	9	11	12	14	15	17	17	19	21	23	25	15	14	-	0.3	-	4	-	1
80	2-80	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	10	11	13	14	16	19	21	23	24	27	28	12	11	-	+/- 0.00	2	-	2	-
81	2-81	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	10	11	12	13	13	15	17	20	23	25	27	16	11	-	+/- 0.00	-	2	-	-
82	2-82	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	9	11	12	14	15	17	17	19	21	23	25	17	15	-	0.3	5	-	6	-
83	2-83	0.45×0.45×14.00 m	7	7	9	9	11	11	13	13	14	15	17	17	18	22	24	17	16	-	0.3	5	-	-	5
84	2-84	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	9	10	12	13	14	17	19	21	22	25	12	11	-	+/- 0.00	-	4	4	-
85	2-85	0.45×0.45×14.00 m	6	6	6	7	7	7	8	9	11	13	14	15	16	18	24	16	15	-	0.3	-	4	-	4
86	2-86	0.45×0.45×14.00 m	5	6	6	7	7	8	8	9	11	13	15	17	19	23	27	15	15	-	0.3	-	6	-	6
87	2-87	0.45×0.45×14.00 m	6	6	6	7	8	9	10	12	14	15	16	18	20	21	24	12	11	-	0.3	-	3	-	1
88	2-88	0.45×0.45×14.00 m	5	5	6	7	7	8	10	12	13	14	15	17	19	23	26	15	14.5	-	0.3	-	5	-	5
89	2-89	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	8	9	10	10	12	13	15	17	19	20	22	25	15.5	14	-	+/- 0.00	5	-	-	5
90	2-90	0.45×0.45×14.00 m	7	8	9	9	10	10	12	12	13	17	18	20	22	24	26	15	13	-	+/- 0.00	2	-	-	2
91	2-91	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	7	7	8	8	10	11	12	14	15	18	21	25	15	14	-	0.3	-	6	-	6
92	2-92	0.45×0.45×14.00 m	7	7	7	8	8	9	9	11	12	13	14	16	19	22	25	14	13	-	0.3	-	1	4	-
93	2-93	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	7	7	8	8	9	10	12	13	15	18	20	25	15	14	-	0.3	-	6	1	-
94	2-94	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	7	7	8	9	9	11	13	14	16	18	22	26	13	12	-	0.3	-	7	5	-
95	2-95	0.45×0.45×14.00 m	8	8	8	9	9	10	11	12	14	15	17	19	21	23	25	14.5	14	-	+/- 0.00	1	-	1	-
96	2-96	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	9	10	10	12	12	16	17	20	21	25	27	13	12	-	+/- 0.00	-	3	-	-
97	2-97	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	9	11	11	13	14	16	16	18	18	19	21	25	11.5	11	-	0.3	-	4	6	-
98	2-98	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	8	8	10	12	13	13	15	16	18	19	22	24	10	10	-	0.3	-	5	-	6
99	2-99	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	11	13	13	15	15	17	17	18	19	20	21	25	13	13	-	0.3	-	6	-	4
100	2-100	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	10	11	12	13	14	15	17	18	18	22	26	12	11	-	0.3	-	6	5	-

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร							
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน							
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
101	2-101	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	8	9	9	10	12	12	13	15	16	18	20	23	12	11	-	0.3	-	5	-	5
102	2-102	0.45×0.45×14.00 m	7	8	10	10	12	14	14	14	15	16	17	18	18	19	24	14	13	-	0.3	5	-	2	-
103	2-103	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	9	11	12	13	14	14	16	16	17	19	20	23	14	14	-	0.3	4	-	5	-
104	2-104	0.45×0.45×14.00 m	7	8	9	11	11	12	14	15	17	18	18	20	20	22	26	10	10	-	0.3	2	-	-	4
105	2-105	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	9	11	12	13	14	14	15	18	18	20	23	26	12	12	-	0.3	2	-	5	-
106	2-106	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	9	10	12	12	13	14	15	16	18	19	25	28	14	12	-	0.3	4	-	-	2
107	2-107	0.45×0.45×14.00 m	6	7	9	9	9	11	13	13	16	17	17	19	21	23	27	9	9	-	0.3	4	-	4	-
108	2-108	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	9	11	12	13	14	14	15	18	18	20	23	26	13	12	-	0.3	2	-	4	-
109	2-109	0.45×0.45×14.00 m	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	20	25	12	11	-	0.3	3	-	-	5
110	2-110	0.45×0.45×14.00 m	7	7	7	8	10	10	12	13	15	16	18	19	20	22	25	15	14	-	0.3	-	1	-	6
111	2-111	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	10	10	11	12	12	14	16	17	18	19	21	25	12	11	-	0.3	-	6	-	6
112	2-112	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	10	12	13	14	16	17	18	21	22	22	24	28	9	8	-	0.3	-	2	-	2
113	2-113	0.45×0.45×14.00 m	11	12	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	26	28	30	10	9	-	0.3	3	-	3	-
114	2-114	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	15	16	17	18	19	21	22	23	24	26	28	30	10	8	-	0.3	-	2	4	-
115	2-115	0.45×0.45×14.00 m	11	13	14	15	16	17	18	20	21	23	24	25	26	28	30	10	9	-	0.3	-	1	-	2
116	2-116	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	15	16	17	19	21	23	25	26	28	30	10	9	-	0.3	2	-	3	-
117	2-117	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	19	21	23	25	27	29	30	10	8	-	0.3	-	-	3	-
118	2-118	0.45×0.45×14.00 m	10	11	13	15	16	17	18	20	21	22	23	24	26	28	30	10	9	-	0.3	3	-	-	4
119	2-119	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	15	16	17	19	20	21	23	25	27	30	10	9	-	0.3	3	-	-	-
120	2-120	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	25	26	28	30	10	9	-	0.3	1	-	-	-
121	2-121	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	16	17	19	20	22	23	25	27	29	30	10	9	-	0.3	1	-	-	3
122	2-122	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	14	15	17	18	19	21	22	23	24	27	28	31	11	9	-	0.3	2	-	1	-
123	2-123	0.45×0.45×14.00 m	9	11	12	14	15	16	17	18	20	21	22	23	26	27	30	11	8	-	0.3	1	-	-	5
124	2-124	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	18	19	20	21	23	25	27	31	10	8	-	0.3	3	-	-	2
125	2-125	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	14	15	17	19	22	24	26	27	29	30	10	9	-	0.3	5	-	-	2

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร								
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน								
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
126	2-126	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	16	18	20	22	23	23	25	28	30	31	10	8	-	0.3	2	-	-	5
127	2-127	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	15	17	18	21	22	24	25	26	27	29	30	10	8	-	0.3	3	-	2	-
128	2-128	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	16	17	19	23	24	26	27	28	30	33	10	9	-	0.3	3	-	4	-
129	2-129	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	16	17	19	20	22	24	25	27	29	32	10	9	-	0.3	-	2	-	3
130	2-130	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	17	19	20	22	23	24	25	28	30	31	11	8	-	0.3	1	-	-	4
131	2-131	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	17	18	20	22	23	25	27	28	29	10	8	-	0.3	-	-	-	-
132	2-132	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	11	13	15	16	17	19	21	24	25	26	29	30	10	9	-	0.3	5	-	3	-
133	2-133	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	13	14	15	16	16	18	20	21	22	24	25	28	11	10	-	0.3	1	-	3	-
134	2-134	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	10	12	13	13	14	15	15	17	18	19	20	24	12	11	-	0.3	2	-	4	-
135	2-135	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	15	14	18	19	20	21	23	24	26	28	30	10	9	-	0.3	-	-	-	-
136	2-136	0.45×0.45×14.00 m	10	11	13	15	16	17	18	20	21	22	23	24	26	28	30	10	9	-	0.3	3	-	-	4
137	2-137	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	15	16	18	20	22	23	24	25	27	28	10	9	-	0.3	-	-	-	3
138	2-138	0.45×0.45×14.00 m	11	12	14	15	16	17	18	19	21	22	23	24	26	28	30	10	9	-	0.3	3	-	3	-
139	2-139	0.45×0.45×14.00 m	9	11	12	14	15	16	17	18	20	21	22	23	26	27	30	11	8	-	0.3	1	-	-	5
140	2-140	0.45×0.45×14.00 m	10	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	26	28	11	10	-	0.3	1	-	1	-
141	2-141	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	14	15	17	18	20	21	23	25	28	29	31	9	8	-	0.3	-	1	-	3
142	2-142	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	1	-	-	-
143	2-143	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	15	16	17	19	21	23	25	26	28	30	10	9	-	0.3	2	-	3	-
144	2-144	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	15	15	16	17	18	20	21	23	24	26	27	13	10	-	0.3	2	-	4	-
145	2-145	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	13	14	15	16	16	18	20	21	22	24	25	28	11	10	-	0.3	1	-	3	-
146	2-146	0.45×0.45×14.00 m	10	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	26	28	11	10	-	0.3	1	-	1	-
147	2-147	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	14	15	16	17	18	20	21	22	23	25	27	29	11	10	-	0.3	3	-	-	1
148	2-148	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	13	14	15	16	16	18	20	21	22	24	25	28	11	10	-	0.3	1	-	3	-
149	2-149	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	14	16	17	18	20	22	24	25	27	29	30	9	8	-	0.3	3	-	3	-
150	2-150	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	17	19	21	22	24	26	27	29	30	9	8	-	0.3	3	-	2	-

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร								
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน								
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
151	2-151	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	14	15	17	18	20	21	23	25	28	29	31	9	8	-	0.3	-	1	-	3
152	2-152	0.45×0.45×14.00 m	10	11	13	14	15	16	17	18	20	22	24	26	28	30	31	8	7	-	0.3	1	-	2	-
153	2-153	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	14	15	17	19	21	23	24	26	27	30	10	9	-	0.3	2	-	1	-
154	2-154	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	15	15	16	17	18	20	21	23	24	26	27	13	10	-	0.3	2	-	4	-
155	2-155	0.45×0.45×14.00 m	8	8	8	10	11	12	13	13	14	15	17	17	20	23	25	15	13	-	0.3	1	-	-	5
156	2-156	0.45×0.45×14.00 m	8	9	10	10	11	12	12	12	13	13	15	16	17	19	24	13	12	-	0.3	2	-	4	-
157	2-157	0.45×0.45×14.00 m	7	7	7	8	8	9	9	12	14	15	17	18	20	22	24	14	12	-	0.3	6	-	5	-
158	2-158	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	9	11	11	13	13	14	16	19	21	23	16	15	-	0.3	5	-	-	4
159	2-159	0.45×0.45×14.00 m	8	9	9	11	12	12	12	14	14	14	16	18	18	20	24	14	13.5	-	0.3	3	-	-	5
160	2-160	0.45×0.45×14.00 m	6	7	8	8	8	8	9	11	11	13	13	15	17	19	24	11	10	-	0.3	-	5	5	-
161	2-161	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	10	10	10	12	13	14	16	16	17	19	21	25	13.7	12	-	0.3	6	-	-	5
162	2-162	0.45×0.45×14.00 m	6	8	9	10	12	12	12	14	15	15	17	17	19	22	26	10	9	-	0.3	-	1	5	-
163	2-163	0.45×0.45×14.00 m	9	9	9	10	10	12	12	14	15	16	16	19	21	24	27	14	13	-	0.3	-	2	5	-
164	2-164	0.45×0.45×14.00 m	8	9	9	11	11	11	13	13	14	14	15	16	18	23	25	15	14	-	0.3	5	-	5	-
165	2-165	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	10	11	11	11	13	13	13	15	17	19	21	23	14	14	-	0.3	1	-	2	-
166	2-166	0.45×0.45×14.00 m	7	8	9	9	10	10	12	12	12	14	16	18	19	20	24	14	12.5	-	0.3	-	6	-	6
167	2-167	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	9	10	11	12	12	13	14	15	17	19	23	10.5	10	-	0.3	-	1	3	-
168	2-168	0.45×0.45×14.00 m	8	9	9	10	11	13	13	14	15	15	17	18	17	19	22	11	10	-	0.3	-	1	3	-
169	2-169	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	11	11	11	12	14	14	15	16	16	17	23	13	11	-	0.3	-	2	5	-
170	2-170	0.45×0.45×14.00 m	7	7	7	8	8	9	9	11	11	12	12	14	15	17	24	15	14	-	0.3	6	-	2	-
171	2-171	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	8	10	10	10	12	13	13	15	15	17	18	21	15	12	-	0.3	1	-	4	-
172	2-172	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	9	10	11	12	12	13	14	14	16	18	18	21	15	12	-	0.3	-	5	5	-
173	2-173	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	10	12	13	13	14	15	15	17	18	19	20	24	12	11	-	0.3	2	-	4	-
174	2-174	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21	24	25	26	29	10	9	-	0.3	-	3	-	1
175	2-175	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	9	8	-	0.3	-	4	-	1

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร							
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน							
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
176	2-176	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	15	17	19	21	23	24	25	26	27	29	30	9	8	-	0.3	2	-	1	-
177	2-177	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	21	23	25	27	29	10	9	-	0.3	-	1	3	-
178	2-178	0.45×0.45×14.00 m	11	10	13	14	16	17	19	21	22	23	25	26	28	30	33	8	7	-	0.3	3	-	-	2
179	2-179	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	17	19	20	21	23	24	25	27	29	30	10	9	-	0.3	-	2	3	-
180	2-180	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	14	15	17	18	20	21	23	25	28	29	31	9	8	-	0.3	-	1	-	3
181	2-181	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	14	16	17	18	20	22	24	25	27	29	30	9	8	-	0.3	3	-	3	-
182	2-182	0.45×0.45×14.00 m	10	11	13	15	16	17	18	20	21	22	23	24	26	28	30	10	9	-	0.3	3	-	-	4
183	2-183	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	25	26	28	30	10	9	-	0.3	1	-	-	-
184	2-184	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	13	14	15	16	16	18	20	21	22	24	25	28	11	10	-	0.3	1	-	3	-
185	2-185	0.45×0.45×14.00 m	10	12	13	14	15	16	17	19	20	21	22	23	24	26	28	11	10	-	0.3	1	-	1	-
186	2-186	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	13	14	16	17	21	24	26	27	29	30	31	32	10	9	-	0.3	-	-	-	2
187	2-187	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	14	15	17	19	21	23	24	26	27	30	10	9	-	0.3	2	-	1	-
188	2-188	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	16	18	20	22	23	23	25	28	30	31	10	8	-	0.3	2	-	-	5
189	2-189	0.45×0.45×14.00 m	12	13	13	14	15	17	19	20	21	22	25	26	27	29	30	8	7.5	-	+/- 0.00	-	5	-	4
190	2-190	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	12	13	14	15	16	17	19	21	24	25	26	29	10	9	-	0.3	-	3	-	1
191	2-191	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	14	16	17	18	19	20	22	25	27	28	30	10	9	-	0.3	2	-	3	-
192	2-192	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	16	18	20	22	23	24	26	28	30	33	9	8	-	0.3	1	-	-	2
193	2-193	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	23	25	27	30	10	9	-	0.3	2	-	-	3
194	2-194	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	15	16	18	20	22	23	24	25	27	28	10	9	-	0.3	-	-	-	3
195	2-195	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	23	25	27	30	10	9	-	0.3	2	-	-	3
196	2-196	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	17	19	21	22	24	26	28	30	33	9	8	-	0.3	3	-	-	1
197	2-197	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	-	-	-	-
198	2-198	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	17	18	20	23	25	27	29	30	33	9	8	-	0.3	3	-	-	-
199	2-199	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	15	16	19	21	23	24	25	27	29	30	10	9	-	0.3	-	-	-	3
200	2-200	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	15	16	18	20	22	24	25	26	28	30	10	9	-	0.3	3	-	-	-

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร								
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน								
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
201	2-201	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	14	16	17	18	19	20	22	25	27	28	30	10	9	-	0.3	2	-	3	-
202	2-202	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	15	16	18	21	23	25	27	28	30	35	9	8	-	0.3	3	-	-	3
203	2-203	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	15	16	18	20	22	23	24	25	27	28	10	9	-	0.3	-	-	-	3
204	2-204	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23	25	27	30	10	9	-	0.3	-	-	-	2
205	2-205	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	24	26	29	31	10	9	-	0.3	-	-	-	3
206	2-206	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	16	18	20	22	23	24	26	28	30	33	9	8	-	0.3	1	-	-	2
207	2-207	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	15	15	17	18	20	21	22	24	27	29	30	10	9	-	0.3	3	-	-	2
208	2-208	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	17	19	21	22	24	26	28	30	33	9	8	-	0.3	3	-	-	1
209	2-209	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	14	18	19	20	21	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	3	-	-	-
210	2-210	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	23	25	27	30	10	9	-	0.3	2	-	-	3
211	2-211	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	23	24	27	29	30	10	9	-	0.3	-	1	-	3
212	2-212	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	1	-	-	-
213	2-213	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	-	-	-	-
214	2-214	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	9	10	11	12	12	14	16	17	18	20	22	25	11	10	-	0.3	-	1	2	-
215	2-215	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	8	9	11	13	13	15	17	18	19	21	23	26	10	9	-	0.3	2	-	-	4
216	2-216	0.45×0.45×14.00 m	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	19	20	21	23	25	12	10	-	+/- 0.00	-	2	-	5
217	2-217	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	10	11	12	13	15	17	19	20	22	24	11	9	-	+/- 0.00	5	-	-	1
218	2-218	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21	25	13	11	-	0.3	1	2	-	-
219	2-219	0.45×0.45×14.00 m	6	7	8	8	9	10	12	13	14	17	18	19	20	23	25	10	9	-	0.3	2	-	-	4
220	2-220	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	20	22	24	12	10	-	0.3	-	1	3	-
221	2-221	0.45×0.45×14.00 m	6	7	8	8	9	11	13	13	15	17	18	19	21	23	25	10	8	-	0.3	3	-	-	5
222	2-222	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	9	10	10	12	12	13	14	14	16	18	22	24	14	12	-	0.3	-	-	5	-
223	2-223	0.45×0.45×14.00 m	6	8	9	9	10	11	12	12	13	13	15	17	19	21	24	15	13	-	0.3	-	5	-	5
224	2-224	0.45×0.45×14.00 m	7	7	9	9	11	11	13	13	14	15	17	17	18	22	24	15	14	-	0.3	-	6	-	1
225	2-225	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	9	10	12	12	13	14	15	17	20	24	13.8	12	-	0.3	-	4	-	1

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร								
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน								
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
226	2-226	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	8	9	9	10	11	11	12	14	15	16	20	23	13	11	-	0.3	-	6	-	2
227	2-227	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	8	9	10	10	12	12	14	16	17	17	19	23	15	14	-	0.3	-	6	-	2
228	2-228	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	9	9	10	11	11	13	13	15	16	18	21	25	12	11	-	0.3	-	4	2	-
229	2-229	0.45×0.45×14.00 m	7	8	9	9	10	12	12	12	13	15	17	20	22	22	25	11.5	9.5	-	+/- 0.00	-	2	-	1
230	2-230	0.45×0.45×14.00 m	8	9	11	11	12	13	13	14	18	18	21	-	-	-	-	14	11	-	1.2	-	4	3	-
231	2-231	0.45×0.45×14.00 m	9	9	9	9	10	11	11	12	16	16	18	22	-	-	-	11.8	11.5	-	0.9	-	2	-	-
232	2-232	0.45×0.45×14.00 m	7	7	9	9	9	10	12	12	13	15	17	20	22	22	25	11.5	9.5	-	+/- 0.00	-	1	-	-
233	2-233	0.45×0.45×14.00 m	9	11	12	12	13	13	14	15	18	20	-	-	-	-	-	14	11	-	1.5	-	4	4	-
234	2-234	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	7	8	9	9	11	13	15	16	18	19	22	24	13	12	-	0.35	3	-	-	6
235	2-235	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	7	8	8	9	10	12	14	16	17	19	21	25	14	13	-	0.35	2	-	-	7
236	2-236	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	9	9	10	12	12	14	16	17	18	20	22	26	12	11	-	0.35	-	2	2	-
237	2-237	0.45×0.45×14.00 m	5	6	6	7	7	8	9	11	12	14	15	16	18	20	25	14.5	14	-	0.35	4	-	3	-
238	2-238	0.45×0.45×14.00 m	5	6	7	7	7	8	9	10	12	13	15	17	19	21	26	15	14	-	0.35	-	2	2	-
239	2-239	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	10	11	12	12	14	15	16	16	17	18	19	22	13	12	-	0.35	-	4	-	5
240	2-240	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	11	12	13	14	15	15	16	17	18	19	21	24	14	13	-	0.35	-	-	-	2
241	2-241	0.45×0.45×14.00 m	7	8	9	9	10	11	12	12	14	15	18	20	22	23	25	10	9	-	+/- 0.00	-	1	-	-
242	2-242	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	9	10	11	12	13	15	17	18	20	23	26	13	12	-	+/- 0.00	-	1	-	2
243	2-243	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	8	8	10	10	11	12	13	14	16	18	22	25	14	13	-	+/- 0.00	-	5	2	-
244	2-244	0.45×0.45×14.00 m	6	7	8	9	9	11	11	12	14	16	17	18	20	23	27	14	13	-	+/- 0.00	-	1	1	-
245	2-245	0.45×0.45×14.00 m	6	6	8	8	9	10	12	13	14	16	17	18	20	23	27	14	12	-	+/- 0.00	-	2	-	2
246	2-246	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	11	13	14	15	17	18	19	21	23	26	12	10	-	+/- 0.00	-	4	-	4
247	2-247	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	8	9	10	11	12	15	17	17	18	20	22	25	13	11	-	+/- 0.00	-	5	-	4
248	2-248	0.45×0.45×14.00 m	6	7	8	9	9	10	12	14	16	18	18	20	22	24	27	13	10.5	-	+/- 0.00	4	-	1	-
249	2-249	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	11	12	12	13	15	17	19	19	21	23	25	12	11	-	+/- 0.00	-	4	4	-
250	2-250	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	11	12	14	16	17	18	20	21	23	25	14	13	-	+/- 0.00	5	-	-	4

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม		เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร														เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร								
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก		เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน														เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน								
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
251	2-251	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	9	10	11	13	14	15	17	17	18	20	22	25	15	14	-	+/- 0.00	6	-	2	-
252	2-252	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	9	9	10	12	14	15	17	19	20	22	24	27	14	12	-	+/- 0.00	1	-	-	5
253	2-253	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	10	11	12	13	15	17	18	21	23	25	15	14	-	+/- 0.00	5	-	-	5
254	2-254	0.45×0.45×14.00 m	7	7	7	8	9	11	11	12	14	15	17	19	21	22	24	16	15	14	+/- 0.00	6	-	-	1
255	2-255	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	9	10	11	13	14	15	16	18	20	22	25	14	13	-	+/- 0.00	-	1	1	-
256	2-256	0.45×0.45×14.00 m	8	9	9	10	12	13	14	16	17	17	18	19	21	23	26	13	12	-	+/- 0.00	3	-	-	6
257	2-257	0.45×0.45×14.00 m	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	20	23	25	13	12	-	+/- 0.00	6	-	-	6
258	2-258	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	7	8	9	10	12	13	14	15	16	18	20	24	15	14	-	+/- 0.00	1	-	-	6
259	2-259	0.45×0.45×14.00 m	6	7	8	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	20	23	13	12	-	+/- 0.00	-	4	-	2
260	2-260	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	8	9	10	12	13	13	14	15	16	18	21	24	12	11	-	+/- 0.00	6	-	5	-
261	2-261	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	9	10	12	12	14	16	17	18	19	20	25	13	12	-	+/- 0.00	5	-	-	3
262	2-262	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	7	8	9	10	11	13	15	16	17	19	21	25	14	13	-	+/- 0.00	6	-	2	-
263	2-263	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	9	9	10	12	13	14	15	16	17	18	21	25	13	12	-	+/- 0.00	5	-	2	
264	2-264	0.45×0.45×14.00 m	6	6	7	8	9	10	10	12	13	14	16	16	18	21	26	12	11	-	+/- 0.00	-	2	-	1
265	2-265	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	8	8	9	11	12	13	14	15	16	18	20	25	15	14	-	+/- 0.00	-	3	-	5
266	2-266	0.45×0.45×14.00 m	5	6	6	7	8	9	10	12	13	14	14	16	17	20	25	13	12	-	+/- 0.00	-	5	-	3
267	2-267	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	15	17	19	21	23	25	27	29	30	32	8	7	-	0.3	-	3	3	-
268	2-268	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	22	24	26	28	30	9	8	-	0.3	-	-	2	-
269	2-269	0.45×0.45×14.00 m	14	15	15	17	19	21	23	24	25	26	27	28	30	31	32	9	8	-	0.3	-	-	-	3
270	2-270	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	23	24	27	29	30	10	9	-	0.3	-	1	-	3
271	2-271	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	17	19	21	22	24	26	28	30	33	9	8	-	0.3	3	-	-	1
272	2-272	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	23	25	27	30	10	9	-	0.3	2	-	-	3
273	2-273	0.45×0.45×14.00 m	14	15	15	17	19	21	23	24	25	26	27	28	30	31	32	9	8	-	0.3	-	-	-	3
274	2-274	0.45×0.45×14.00 m	14	15	15	17	19	21	23	24	25	26	27	28	30	31	32	9	8	-	0.3	-	-	-	3
275	2-275	0.45×0.45×14.00 m	13	13	14	15	17	19	21	22	23	24	25	27	28	30	32	10	9	-	0.3	1	-	-	-

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร							
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 7.00 ตัน															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน							
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
276	2-276	0.45×0.45×14.00 m	13	13	14	15	17	19	21	22	23	24	25	27	28	30	32	10	9	-	0.3	1	-	-	-
277	2-277	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	22	24	26	28	30	9	8	-	0.3	-	-	2	-
278	2-278	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	23	24	27	29	30	10	9	-	0.3	-	1	-	3
279	2-279	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	9	8	-	0.3	3	-	-	4
280	2-280	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	22	24	26	28	30	9	8	-	0.3	-	-	2	-
281	2-281	0.45×0.45×14.00 m	12	13	13	14	15	17	19	20	21	22	25	26	27	29	30	8	7.5	-	+/- 0.00	-	5	-	4
282	2-282	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	15	16	17	18	19	21	23	24	26	28	30	10	9	-	0.3	-	1	-	3
283	2-283	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	-	-	-	-
284	2-284	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	23	25	27	30	10	9	-	0.3	2	-	-	3
285	2-285	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	24	26	29	31	10	9	-	0.3	-	-	-	3
286	2-286	0.45×0.45×14.00 m	10	12	13	14	15	16	17	19	21	22	23	24	26	28	30	10	9	-	0.3	2	-	-	1
287	2-287	0.45×0.45×14.00 m	14	15	15	17	19	21	23	24	25	26	27	28	30	31	32	9	8	-	0.3	-	-	-	3
288	2-288	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	15	17	19	21	23	25	27	29	30	32	8	7	-	0.3	-	3	3	-
289	2-289	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	1	-	-	-
290	2-290	0.45×0.45×14.00 m	13	13	14	15	17	19	21	22	23	24	25	27	28	30	32	10	9	-	0.3	1	-	-	-
291	2-291	0.45×0.45×14.00 m	13	14	15	16	17	19	21	23	25	26	28	29	31	32	33	9	8	-	0.3	-	1	3	-
292	2-292	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	13	14	16	17	21	24	26	27	29	30	31	32	10	9	-	0.3	-	-	-	2
293	2-293	0.45×0.45×14.00 m	14	15	15	17	19	21	23	24	25	26	27	28	30	31	32	9	8	-	0.3	-	-	-	3
294	2-294	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	10	12	13	14	15	17	17	18	20	20	22	24	13	11.7	-	0.3	-	2	3	-
295	2-295	0.45×0.45×14.00 m	7	7	8	8	10	12	12	13	15	16	16	16	18	21	24	11	10	-	0.3	2	-	3	-
296	2-296	0.45×0.45×14.00 m	9	9	9	10	12	12	13	14	15	15	17	19	20	23	26	11.5	11	-	0.3	-	1	2	-
297	2-297	0.45×0.45×14.00 m	8	8	8	9	11	12	12	12	13	15	17	18	19	22	24	13	12	-	0.3	-	2	-	3
298	2-298	0.45×0.45×14.00 m	8	9	9	10	11	11	13	14	14	16	17	17	17	18	21	10.8	10	-	0.3	1	-	2	-
299	2-299	0.45×0.45×14.00 m	10	10	11	11	12	14	14	14	15	18	20	21	20	21	23	13.5	13	-	0.3	3	-	-	2
300	2-300	0.45×0.45×14.00 m	7	8	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	20	21	25	12	10	-	0.3	1	-	4	-

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร							
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน							
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
301	2-301	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	15	17	19	21	23	25	27	29	30	32	8	7	-	0.3	-	3	3	-
302	2-302	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	14	15	16	18	21	23	24	26	28	31	10	9	-	0.3	-	3	1	-
303	2-303	0.45×0.45×14.00 m	14	15	15	17	19	21	23	24	25	26	27	28	30	31	32	9	8	-	0.3	-	-	-	3
304	2-304	0.45×0.45×14.00 m	10	12	13	14	15	16	17	21	22	24	25	26	27	29	31	10	8	-	0.3	3	-	-	4
305	2-305	0.45×0.45×14.00 m	13	13	14	15	17	19	21	22	23	24	25	27	28	30	32	10	9	-	0.3	1	-	-	-
306	2-306	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	16	17	18	19	20	22	24	26	28	30	10	9	-	0.3	-	-	-	-
307	2-307	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	23	24	27	29	30	10	9	-	0.3	-	1	-	3
308	2-308	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	24	26	29	31	10	9	-	0.3	-	-	-	3
309	2-309	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	23	25	27	30	10	9	-	0.3	2	-	-	3
310	2-310	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	9	8	-	0.3	3	-	-	4
311	2-311	0.45×0.45×14.00 m	14	15	15	17	19	21	23	24	25	26	27	28	30	31	32	9	8	-	0.3	-	-	-	3
312	2-312	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	15	17	19	21	23	25	27	29	30	32	8	7	-	0.3	-	3	3	-
313	2-313	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	17	19	21	22	24	26	28	30	33	9	8	-	0.3	3	-	-	1
314	2-314	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	15	16	17	18	19	21	23	24	26	28	30	10	9	-	0.3	-	1	-	3
315	2-315	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	15	16	17	19	20	22	25	27	29	31	11	8	-	0.3	1	-	3	-
316	2-316	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	15	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	9	8	-	0.3	3	-	-	4
317	2-317	0.45×0.45×14.00 m	10	12	13	14	15	16	17	21	22	24	25	26	27	29	31	10	8	-	0.3	3	-	-	4
318	2-318	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	16	17	19	20	21	23	25	27	39	10	9	-	0.3	-	3	3	-
319	2-319	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	14	15	16	18	21	23	24	26	28	31	10	9	-	0.3	-	3	1	-
320	2-320	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	21	23	25	27	29	10	9	-	0.3	-	1	3	-
321	2-321	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	21	23	25	27	30	10	9	-	0.3	-	1	2	-
322	2-322	0.45×0.45×14.00 m	12	13	13	14	15	17	19	20	21	22	25	26	27	29	30	8	7.5	-	+/- 0.00	-	5	-	4
323	2-323	0.45×0.45×14.00 m	15	18	18	19	22	25	26	28	30	35	38	43	-	-	-	9.5	8	-	1.2	1	-	5	-
324	2-324	0.30×0.30×14.00 m	9	10	13	13	14	16	17	19	21	23	25	30	36	-	-	10	9	-	0.3	-	-	-	-
325	2-325	0.30×0.30×14.00 m	9	8	8	9	10	10	12	13	13	13	13	14	14	16	18	14	11.5	-	0.3	2	-	3	-

ตาราง ค. 1 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 2)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 100 เซนติเมตร															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร							
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45ใช้ 7.00 ตัน															เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน							
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
326	2-326	0.30×0.30×14.00 m	6	8	8	10	12	12	13	13	13	13	14	14	15	15	16	19	18	-	0.3	-	4	2	-
327	2-327	0.30×0.30×14.00 m	6	7	7	8	9	9	10	10	10	12	12	14	14	16	17	18	17	-	0.3	-	2	1	-
328	2-328	0.30×0.30×14.00 m	9	10	13	13	14	16	17	19	21	23	25	30	36	-	-	10	9	-	0.3	-	-	-	-
329	2-329	0.30×0.30×14.00 m	5	5	6	7	7	8	9	9	11	12	13	15	17	18	18	14	12	-	+/- 0.00	4	-	3	-
330	2-330	0.30×0.30×14.00 m	7	8	9	10	10	11	12	13	13	13	13	13	13	15	17	16	15	-	+/- 0.00	3	-	2	-
331	2-331	0.30×0.30×14.00 m	6	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	16	17	12	11	-	+/- 0.00	4	-	-	4
332	2-332	0.30×0.30×14.00 m	6	6	7	7	8	8	9	10	11	13	15	17	17	18	18	14	13	-	+/- 0.00	4	-	2	-
333	2-333	0.30×0.30×14.00 m	7	7	8	10	10	11	11	13	14	14	14	15	15	16	17	12	11	-	+/- 0.00	2	-	1	-

ตาราง ค. 2 บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 3)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม		เสาเข็มขนาด 0.45x0.45							ใช้ 100 เซนติเมตร เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร																
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก		เสาเข็มขนาด 0.45x0.45							ใช้ 7.00 ตัน เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน															
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
1	3-001	0.45×0.45×14.00 m	13	14	15	16	18	21	24	26	27	28	29	31	33	37	40	7	6	-	0.3	-	-	1	-
2	3-002	0.45×0.45×14.00 m	15	17	18	19	20	21	23	24	25	27	29	31	33	35	37	8	7	-	0.3	-	-	1	-
3	3-003	0.45×0.45×14.00 m	8	9	10	12	19	16	19	23	24	25	26	27	28	32	31	10	9	-	0.3	1	-	-	2
4	3-004	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	12	19	16	19	23	24	25	26	27	28	32	31	10	9	-	0.3	-	2	-	-
5	3-005	0.45×0.45×14.00 m	11	13	14	15	17	19	21	23	25	26	27	27	28	30	32	10	9	-	0.3	-	3	-	-
6	3-006	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	15	17	19	21	23	25	28	30	32	-	10	9	-	0.39	2	-	2	-
7	3-007	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	14	15	17	19	22	25	27	29	31	32	33	10	9	-	0.3	-	1	-	1
8	3-008	0.45×0.45×14.00 m	13	14	14	15	16	17	19	20	23	25	26	27	28	30	32	10	9	-	0.3	2	-	-	-
9	3-009	0.45×0.45×14.00 m	13	13	14	15	17	19	21	23	25	27	28	29	30	32	33	9	8	-	0.3	-	2	-	-
10	3-010	0.45×0.45×14.00 m	11	13	15	17	17	19	21	24	28	28	29	32	32	32	34	11.5	10.5	-	0.3	-	2	-	1
11	3-011	0.45×0.45×14.00 m	12	14	16	16	19	19	21	24	25	29	29	30	31	32	33	12.5	10.5	-	0.3	2	-	2	-
12	3-012	0.45×0.45×14.00 m	12	12	14	16	17	17	29	29	30	30	30	31	31	32	36	10	9.5	-	0.3	5	-	3	-
13	3-013	0.45×0.45×14.00 m	11	13	13	15	16	18	19	24	26	29	29	31	31	32	35	12.5	12	-	0.3	-	3	-	5
14	3-014	0.45×0.45×14.00 m	13	13	15	15	18	19	20	23	26	29	29	30	31	32	34	12.5	11	-	0.3	-	2	-	3
15	3-015	0.45×0.45×14.00 m	12	14	16	18	20	24	26	28	30	30	30	32	32	35	-	9	8	-	+/-0.40	-	2	-	3
16	3-016	0.45×0.45×14.00 m	13	13	15	17	19	22	27	27	30	30	31	34	-	-	-	10	9.5	-	+/-1.20	1	-1	1	-
17	3-017	0.45×0.45×14.00 m	10	11	11	14	15	18	18	20	20	22	25	28	28	30	32	11	10	-	+/-0.30	1	-	1	-
18	3-018	0.45×0.45×14.00 m	12	13	15	17	18	20	20	22	22	24	25	29	31	31	33	10	10	-	+/-0.30	2	-	3	-
19	3-019	0.45×0.45×14.00 m	13	14	15	17	17	19	20	25	25	25	25	29	30	30	35	10.5	10	-	0.3	-	-	-	2
20	3-020	0.45×0.45×14.00 m	13	13	14	16	16	19	22	26	28	28	30	30	30	34	-	10.5	9.5	-	0.6	2	-	1	-
21	3-021	0.45×0.45×14.00 m	12	12	15	15	19	20	23	25	28	28	28	28	32	34	-	10	9	-	0.4	-	2	-	1
22	3-022	0.45×0.45×14.00 m	13	13	14	16	16	17	19	21	24	28	30	31	35	-	-	12	10.5	-	0.9	1	-	2	-
23	3-023	0.45×0.45×14.00 m	12	14	14	16	18	19	22	23	24	24	26	29	30	31	33	10.5	10	-	0.3	1	-	2	-
24	3-024	0.45×0.45×14.00 m	14	14	15	15	17	19	24	28	38	31	31	31	31	32	34	11	10.5	-	+/-0.03	-	2	-	1
25	3-025	0.45×0.45×14.00 m	11	14	14	16	19	20	22	22	25	28	28	28	30	30	30	6	5.8		0.3	3	-	1	-
26	3-026	0.45×0.45×14.00 m	14	15	16	16	17	18	20	22	23	24	25	27	30	33	35	10	9	-	0.3	-	-	-	-

ตาราง ค. 2 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 3)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 100 เซนติเมตร เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร																					
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน																					
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
27	3-027	0.45×0.45×14.00 m	13	14	16	18	20	23	25	28	29	31	32	34	35	37	40	9	8	-	0.3	3	-	-	1
28	3-028	0.45×0.45×14.00 m	13	15	16	18	19	20	25	25	28	29	30	31	32	35	37	9	8	-	0.3	-	1	-	-
29	3-029	0.45×0.45×14.00 m	14	15	16	18	20	23	25	27	27	28	28	29	30	32	35	9	9	-	0.3	-	-	2	-
30	3-030	0.45×0.45×14.00 m	14	14	15	16	18	19	22	24	25	26	28	34	37	40	-	8	7	-	0.6	-	1	-	2
31	3-031	0.45×0.45×14.00 m	15	16	17	19	21	23	24	26	27	29	32	35	37	40	-	8	7	-	0.6	4	-	-	1
32	3-032	0.45×0.45×14.00 m	14	14	15	17	19	20	22	25	27	29	30	33	34	37	40	9	8	-	0.3	2	-	2	-
33	3-033	0.45×0.45×14.00 m	13	14	16	19	22	25	28	30	35	37	38	42	-	-	-	7	6	-	1.2	-	2	-	3
34	3-034	0.45×0.45×14.00 m	14	14	15	16	17	19	22	25	28	31	33	35	-	-	-	7	6	-	1.2	-	-	-	1
35	3-035	0.45×0.45×14.00 m	11	12	12	13	14	15	17	18	19	21	23	25	28	30	32	10	9	-	0.3	4	-	-	-
36	3-036	0.45×0.45×14.00 m	14	15	16	19	19	20	23	26	30	32	38	45	-	-	-	7	5.3	-	1.2	-	4	6	-
37	3-037	0.45×0.45×14.00 m	19	20	21	21	22	24	26	28	30	33	34	35	-	-	-	8	7	-	0.9	2	-	-	-
38	3-038	0.45×0.45×14.00 m	15	17	19	20	20	24	24	26	26	30	35	42	-	-	-	7	7	-	0.9	-	-	2	-
39	3-039	0.45×0.45×14.00 m	13	14	14	15	16	17	17	19	22	24	24	27	29	30	32	9	9	-	1.2	-	-	3	-
40	3-040	0.45×0.45×14.00 m	13	14	15	15	16	19	21	25	28	31	32	35	-	-	-	7	7	-	1.2	1	-	-	1
41	3-041	0.45×0.45×14.00 m	9	12	14	15	17	18	20	21	24	27	29	29	31	32	33	13	11	-	+/-0.30	-	1	7	-
42	3-042	0.45×0.45×14.00 m	8	8	12	16	17	18	20	21	24	27	29	29	30	31	32	14	12	-	+/-0.30	-	7	-	1
43	3-043	0.45×0.45×14.00 m	8	9	11	13	16	18	19	22	25	25	27	29	30	31	32	13.5	12.7	-	+/-0.30	-	3	-	2
44	3-044	0.45×0.45×14.00 m	10	10	13	13	17	17	21	23	26	29	29	30	30	32	35	12.5	10	-	+/-0.30	-	2	-	3
45	3-045	0.45×0.45×14.00 m	8	8	10	11	12	13	16	18	19	20	24	29	30	31	35	12	10	-	+/-0.30	1	-	1	-
46	3-046	0.45×0.45×14.00 m	9	11	12	14	16	16	19	19	20	26	28	29	29	30	34	12	11	-	+/-0.30	-	1	1	-
47	3-047	0.45×0.45×14.00 m	8	8	12	14	17	20	22	24	26	26	26	28	32	32	34	11.8	11.5	-	+/-0.30	-	2	-	3
48	3-048	0.45×0.45×14.00 m	8	8	11	15	16	17	19	24	28	28	28	29	30	32	34	12	10	-	+/-0.30	-	6	1	-
49	3-049	0.45×0.45×14.00 m	13	13	16	18	18	20	24	27	29	30	32	32	35	-	-	11	10	-	0.9	-	1	-	2
50	3-050	0.45×0.45×14.00 m	12	12	15	15	17	18	21	21	24	27	30	33	34	-	-	11	10	-	0.9	3	-	2	-
51	3-051	0.45×0.45×14.00 m	5	6	7	8	8	9	10	10	12	13	15	17	18	23	25	12	11	-	+/-0.00	-	0.02	-	0.03
52	3-052	0.45×0.45×14.00 m	12	14	15	18	18	18	22	26	29	31	31	31	33	-	-	12	10.5	-	0.9	1	-	1	-

ตาราง ค. 2 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 3)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45													ใช้ 100 เซนติเมตร เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร											
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45													ใช้ 7.00 ตัน เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน											
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
53	3-053	0.45×0.45×14.00 m	12	14	16	17	17	19	22	24	27	29	31	32	33	-	-	12	11.5	-	0.9	2	-	1	-
54	3-054	0.45×0.45×14.00 m	11	12	14	17	17	20	23	23	25	31	32	32	35	-	-	10.5	10	-	0.9	5	-	2	-
55	3-055	0.45×0.45×14.00 m	12	12	14	16	18	20	22	25	25	28	30	30	32	32	34	11	10	-	0.3	-	-	-	-
56	3-056	0.45×0.45×14.00 m	10	10	10	11	11	13	14	15	15	16	19	20	20	25	30	11	10	-	0.3	7	-	1	-
57	3-057	0.45×0.45×14.00 m	8	8	8	9	10	11	13	13	14	16	16	17	19	22	24	18	12	-	0.3	-	7	-	3
58	3-058	0.45×0.45×14.00 m	13	13	15	15	15	15	16	17	18	18	18	18	20	24	28	10	10	-	0.3	-	14	3	-
59	3-059	0.45×0.45×14.00 m	10	11	13	13	14	15	17	19	21	23	24	25	28	30	33	10	9	-	0.3	-	2	3	-
60	3-060	0.45×0.45×14.00 m	14	15	16	17	18	20	21	25	27	30	31	33	35	37	40	8	7	-	0.3	2	-	-	1
61	3-061	0.45×0.45×14.00 m	12	13	14	15	17	18	19	21	23	25	27	30	31	32	35	9	8	-	0.3	-	-	1	-
62	3-062	0.45×0.45×14.00 m	13	13	14	15	17	18	19	23	25	27	29	32	35	37	40	8	7	-	0.3	-	-	-	1
63	3-063	0.45×0.45×14.00 m	12	13	15	17	20	24	25	27	29	31	33	35	37	38	40	8	7	-	0.3	3	-	-	1
64	3-064	0.45×0.45×14.00 m	13	13	15	17	20	22	23	24	26	27	29	30	33	35	37	8	7	-	0.3	1	-	-	-
65	3-065	0.45×0.45×14.00 m	13	14	15	15	17	18	19	21	22	22	23	25	28	31	35	10	9	-	0.3	3	-	-	-
66	3-066	0.45×0.45×14.00 m	13	13	14	15	16	17	17	19	20	21	24	25	27	30	33	10	9	-	0.3	-	1	2	-
67	3-067	0.45×0.45×14.00 m	13	14	15	15	16	16	17	18	19	21	22	25	28	31	33	10	9	-	0.3	-	-	3	-
68	3-068	0.45×0.45×14.00 m	13	15	16	17	18	19	21	22	24	25	27	29	31	35	-	9	8	-	0.3	-	-	4	-
68'	3-068'	0.45×0.45×14.00 m	15	16	17	18	19	21	24	26	28	30	33	35	39	40	42	7	6	-	0.3	-	1	2	-
69	3-069	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	11	12	14	16	17	18	19	20	22	24	27	32	10	9	-	0.6	2	-	-	-
70	3-070	0.45×0.45×14.00 m	10	10	11	13	14	16	17	18	19	20	22	24	26	29	31	11	10	-	0.3	3	-	2	-
71	3-071	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	11	เสาเข็มหัก													-	0.3	-	4	-	-
71'	3-071`	0.45×0.45×14.00 m	15	16	18	20	24	25	26	28	29	31	34	35	38	42	-	8	7	-	0.3	-	1	-	-
72	3-072	0.45×0.45×14.00 m	8	9	9	11	12	12	13	14	15	21	23	25	27	29	31	12.5	11.5	-	0.3	-	-	1	-
73	3-073	0.45×0.45×14.00 m	8	8	10	11	11	13	14	14	14	16	16	19	23	25	30	13	12	-	0.3	1	-	1	-
74	3-074	0.45×0.45×14.00 m	8	8	10	10	13	16	17	19	19	22	25	28	29	30	32	12.5	11	-	0.3	-	2	-	2
75	3-075	0.45×0.45×14.00 m	9	11	11	11	14	17	17	19	19	24	26	29	30	34	-	12	11	-	0.3	-	2	-	2
76	3-076	0.45×0.45×14.00 m	11	11	13	13	16	18	18	21	23	25	28	29	30	30	34	12	11.5	-	0.3	-	1	-	1

ตาราง ค. 2 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 3)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45													ใช้ 100 เซนติเมตร เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร											
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45													ใช้ 7.00 ตัน เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน											
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
77	3-077	0.45×0.45×14.00 m	10	10	12	12	14	16	18	20	22	25	29	30	31	31	32	13	12.5	-	0.3	1	-	1	-
78	3-078	0.45×0.45×14.00 m	7	9	10	12	12	14	14	16	16	17	24	26	29	30	31	13	11.5	-	0.3	1	-	2	-
99	3-099	0.45×0.45×14.00 m	8	9	10	10	11	12	13	15	16	16	18	21	24	26	28	11	8	-	+/-0.00	1	-	-	1
100	3-100	0.45×0.45×14.00 m	15	15	17	18	19	22	23	25	26	27	29	32	34	37	40	9	8	-	0.3	-	5	-	5
101	3-101	0.45×0.45×14.00 m	8	9	10	10	11	12	13	15	16	16	18	21	24	26	28	10	9	7	+/-0.00	2	-	-	1
102	3-102	0.45×0.45×14.00 m	11	11	12	13	14	14	18	20	22	25	28	28	31	32	33	13	11.5	-	0.3	-	2	-	3
103	3-103	0.45×0.45×14.00 m	10	10	13	14	14	16	17	19	21	22	27	29	30	31	33	13	12	-	0.3	2	-	2	-
104	3-104	0.45×0.45×14.00 m	8	8	11	11	14	14	16	17	19	22	25	28	29	31	33	13	12.5	-	0.3	3	-	3	-
105	3-105	0.45×0.45×14.00 m	8	8	10	11	15	15	17	17	20	23	28	29	29	31	32	13	12	-	0.3	-	3	-	2
106	3-106	0.45×0.45×14.00 m	8	8	10	12	13	17	19	19	22	25	28	29	31	31	32	13	12	-	0.3	1	-	2	-
107	3-107	0.45×0.45×14.00 m	7	7	9	11	14	16	16	19	21	25	27	28	30	30	31	13	12.5	-	0.3	2	-	1	-
108	3-108	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	10	12	13	16	17	20	24	26	29	30	30	32	13	12	-	0.3	-	4	-	3
109	3-109	0.45×0.45×14.00 m	16	18	20	20	22	23	25	27	28	30	35	-	-	-	-	8	7	-	1.5	-	-	-	1
110	3-110	0.45×0.45×14.00 m	16	18	18	20	21	22	24	26	26	28	30	31	33	-	-	9	8	-	0.9	-	-	-	-
111	3-111	0.45×0.45×14.00 m	15	18	18	20	22	22	25	28	28	29	31	33	-	-	-	10	9	-	1.2	-	2	-	2
112	3-112	0.45×0.45×14.00 m	11	14	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	0.3	2	-	2	-
113	3-113	0.45×0.45×14.00 m	12	14	26	27	29	31	33	-	-	-	-	-	-	-	-	8	7.5	-	0.3	-	-	1	-
114	3-114	0.45×0.45×14.00 m	17	18	20	20	22	22	24	26	30	30	30	33	-	-	-	8	7	-	1.2	1	-	2	-
115	3-115	0.45×0.45×14.00 m	5	5	8	8	11	11	11	13	13	13	14	15	18	20	24	16	14	-	0.3	-	-	-	-
116	3-116	0.45×0.45×14.00 m	5	8	8	9	10	10	10	12	12	13	14	15	19	21	24	16	14	-	0.3	-	2	-	1
117	3-117	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	10	11	10	10	12	12	15	15	19	19	20	24	15	15	-	0.3	-	-	-	-
118	3-118	0.45×0.45×14.00 m	5	7	7	9	10	10	11	11	11	13	13	18	19	21	23	18	16	-	0.3	1	-	1	-
119	3-119	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	14	15	17	19	20	22	23	25	27	29	32	35	8	7	-	0.3	1	-	-	6
120	3-120	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	15	16	17	18	20	23	26	28	30	32	9	8	-	0.3	-	13	-	6
121	3-121	0.45×0.45×14.00 m	9	10	10	12	14	15	16	17	18	20	23	25	27	30	33	9	8	-	0.3	1	-	10	-
122	3-122	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	16	17	19	21	23	25	27	29	30	33	8	7	-	0.3	3	-	1	-

ตาราง ค. 2 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 3)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45												ใช้ 100 เซนติเมตร เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร											
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45												ใช้ 7.00 ตัน เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน											
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต																10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
123	3-123	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	16	18	19	20	22	23	25	28	30	32	8	7	-	0.3	-	-	2	-
124	3-124	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	13	15	17	18	20	21	23	25	28	30	35	9	8	-	0.3	-	12	-	9
125	3-125	0.45×0.45×14.00 m	10	11	13	14	15	17	19	20	22	23	25	27	29	32	34	8	7	-	0.3	-	2	-	6
126	3-126	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	12	14	15	16	17	18	20	23	25	28	30	33	9	8	-	0.3	1	-	5	-
127	3-127	0.45×0.45×14.00 m	10	10	12	12	15	15	18	19	25	24	25	26	26	29	-	10	9	-	0.3	-	2	1	-
128	3-128	0.45×0.45×14.00 m	8	8	10	10	12	12	15	19	20	24	27	29	30	30	32	13.5	12	-	0.3	1	-	3	-
129	3-129	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	16	17	19	20	21	22	24	25	29	33	9	8	-	0.3	2	-	5	-
130	3-130	0.45×0.45×14.00 m	11	13	16	19	20	20	22	22	26	28	29	32	-	-	-	10	9	-	0.3	-	3	-	2
131	3-131	0.45×0.45×14.00 m	10	10	12	12	15	15	18	19	25	24	25	26	26	29	-	10	9	-	0.3	-	-	-	-
132	3-132	0.45×0.45×14.00 m	7	9	11	11	13	15	18	18	19	25	28	30	31	32	33	12.5	11.5	-	0.3	-	1	-	1
133	3-133	0.45×0.45×14.00 m	8	8	10	10	12	12	15	19	20	24	27	29	30	30	32	13.5	12	-	0.3	3	-	3	-
134	3-134	0.45×0.45×14.00 m	10	10	13	15	15	17	19	21	23	25	29	29	29	31	31	13	12	-	0.3	-	1	-	2
135	3-135	0.45×0.45×14.00 m	10	12	12	14	16	19	19	20	24	27	27	29	30	30	32	12.8	11.5	-	0.3	1	-	3	-
136	3-136	0.45×0.45×14.00 m	9	11	14	16	17	19	22	26	29	29	30	30	31	32	35	12	11	-	0.3	1	-	2	-
137	3-137	0.45×0.45×14.00 m	9	9	12	12	15	18	18	22	25	28	29	30	30	32	32	13.5	11.5	-	0.3	-	2	-	2
138	3-138	0.45×0.45×14.00 m	7	8	10	11	11	14	17	17	20	24	28	29	29	30	31	13.5	12.5	-	0.3	4	-	8	-
139	3-139	0.45×0.45×14.00 m	11	10	13	13	15	15	15	18	18	25	26	26	28	30	-	9	8	-	0.3	1	-	1	-
140	3-140	0.45×0.45×14.00 m	10	12	12	14	14	14	14	16	19	24	29	32	35	-	-	8	7	-	0.3	2	-	1	-
141	3-141	0.45×0.45×14.00 m	11	13	16	19	20	20	22	22	26	28	29	32	-	-	-	10	9	-	0.3	-	3	-	2
142	3-142	0.45×0.45×14.00 m	7	7	9	10	12	16	17	17	18	18	20	20	24	24	26	12	11	-	0.3	2	-	2	-
143	3-143	0.45×0.45×14.00 m	11	14	14	14	16	16	16	19	19	22	22	24	24	26	29	11	10	-	0.3	-	1	-	1.5
144	3-144	0.45×0.45×14.00 m	10	10	12	12	15	15	18	19	25	24	25	26	26	29	-	10	9	-	0.3	-	-	-	-
145	3-145	0.45×0.45×14.00 m	5	6	6	8	11	10	13	13	15	15	15	18	19	21	24	16	15	-	0.3	-	2	-	3
146	3-146	0.45×0.45×14.00 m	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14	16	19	20	20	24	16	15	-	0.3	-	1	-	2
147	3-147	0.45×0.45×14.00 m	6	6	8	10	10	10	12	12	14	14	16	19	20	20	25	16	15	-	0.3	1	-	2	-
148	3-148	0.45×0.45×14.00 m	6	6	8	10	11	12	12	12	12	12	14	16	20	20	23	18	16	-	0.3	1	-	2	-

ตาราง ค. 2 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 3)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45										ใช้ 100 เซนติเมตร เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร														
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45										ใช้ 7.00 ตัน เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน														
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
149	3-149	0.45×0.45×14.00 m	11	12	13	14	16	17	18	20	22	23	23	25	28	30	33	9	8	-	0.3	-	3	3	-
150	3-150	0.45×0.45×14.00 m	10	11	12	13	14	16	17	19	21	22	23	25	27	30	34	8	7	-	0.3	1	-	-	3
151	3-151	0.45×0.45×14.00 m	11	12	14	15	16	17	19	21	23	24	25	26	28	31	34	7	6	-	0.3	-	1	-	5
152	3-152	0.45×0.45×14.00 m	10	12	14	15	16	19	20	22	24	26	28	30	33	34	35	8	7	-	0.3	3	-	7	-
153	3-153	0.45×0.45×14.00 m	11	13	15	16	17	18	20	22	24	26	28	30	33	35	-	8	7	-	0.6	7	-	8	-
154	3-154	0.45×0.45×14.00 m	11	13	15	16	18	19	20	22	25	27	28	31	33	34	35	8	7	-	0.3	-	-	7	-
155	3-155	0.45×0.45×14.00 m	11	12	14	15	16	17	18	20	21	23	25	27	29	32	35	7	6	-	0.3	2	-	3	-
156	3-156	0.45×0.45×14.00 m	10	11	13	16	18	18	19	20	22	26	27	29	29	30	34	14	12	-	0.3	1	-	2	-
157	3-157	0.45×0.45×14.00 m	10	13	13	15	17	19	19	22	26	27	28	28	30	32	35	11.5	10	-	0.3	-	2	-	1
158	3-158	0.45×0.45×14.00 m	11	13	15	15	17	19	20	24	28	28	29	29	30	31	32	14.5	12.5	-	0.3	-	1	-	5
159	3-159	0.45×0.45×14.00 m	11	14	14	14	16	18	19	23	27	28	28	29	30	31	34	14.5	12	-	0.3	2	-	5	-
160	3-160	0.45×0.45×14.00 m	10	10	12	14	16	17	19	19	19	20	24	27	27	31	34	13	11	-	0.3	1	-	2	-
161	3-161	0.45×0.45×14.00 m	11	13	13	15	17	18	20	22	25	27	27	29	30	30	32	14.5	12	-	0.3	-	1	-	2
162	3-162	0.45×0.45×14.00 m	10	10	14	15	16	19	22	25	27	28	29	30	31	31	34	13.5	12.8	-	0.3	1	-	3	-
163	3-163	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	12	14	17	17	19	20	22	27	29	29	30	32	13.5	12	-	+/-0.30	-	4	-	2
164	3-164	0.45×0.45×14.00 m	9	9	12	14	16	18	19	20	24	24	28	29	29	31	34	13	12	-	+/-0.30	3	-	2	-
165	3-165	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	11	14	15	17	19	19	24	26	29	30	31	34	13.5	13	-	+/-0.30	-	4	-	1
166	3-166	0.45×0.45×14.00 m	8	8	10	11	14	15	17	19	19	24	26	29	30	31	34	12.5	12	-	+/-0.30	-	3	-	2
167	3-167	0.45×0.45×14.00 m	8	8	11	12	14	16	17	18	21	26	27	29	29	29	31	14	12	-	0.3	-	2	-	1
168	3-168	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	12	12	17	19	19	20	24	26	28	28	31	32	13.5	12	-	0.3	2	-	2	-
169	3-169	0.45×0.45×14.00 m	9	9	10	11	14	16	19	19	19	23	28	29	29	30	33	13	11	-	0.3	-	3	-	1
170	3-170	0.45×0.45×14.00 m	9	9	12	14	16	17	19	19	20	25	28	29	29	30	31	13	12	-	0.3	2	-	3	-
171	3-171	0.45×0.45×14.00 m	5	7	8	10	12	14	14	16	16	18	18	20	20	25	-	14	13	-	0.3	-	-	-	2
172	3-172	0.45×0.45×14.00 m	8	8	13	13	13	14	15	16	16	18	18	22	29	-	-	10	9	-	0.3	-	1	-	1
173	3-173	0.45×0.45×14.00 m	8	8	8	10	12	13	13	16	16	16	18	19	21	21	24	15	14	-	0.3	1	-	1	-
174	3-174	0.45×0.45×14.00 m	7	8	10	10	10	12	13	13	15	15	18	20	21	21	26	14	13	-	0.3	-	-	-	-

ตาราง ค. 2 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 3)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 100 เซนติเมตร													เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร									
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน													เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน									
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
175	3-175	0.45×0.45×14.00 m	6	6	9	10	10	12	14	14	16	18	18	20	22	22	26	14	13	-	0.3	1	-	1	-
176	3-176	0.45×0.45×14.00 m	6	8	8	10	10	13	13	13	15	17	17	19	20	22	25	15	14	-	0.3	-	2	-	1
177	3-177	0.45×0.45×14.00 m	6	7	7	8	10	12	13	15	15	17	17	19	20	21	23	14	14	-	0.3	-	4	-	1.5
178	3-178	0.45×0.45×14.00 m	5	5	7	7	9	11	13	13	15	17	18	20	20	20	18	15	15	-	0.3	22	-	2	-
179	3-179	0.45×0.45×14.00 m	5	5	5	8	10	10	10	12	14	16	16	19	20	21	26	15	14	-	0.3	-	2	-	3
180	3-180	0.45×0.45×14.00 m	10	11	13	15	16	18	20	22	24	25	26	28	30	31	34	12	11	-	0.3	5	2	10	-
181	3-181	0.45×0.45×14.00 m	8	10	11	13	15	16	18	20	22	23	26	28	30	31	33	10	9	-	0.3	-	8	8	-
182	3-182	0.45×0.45×14.00 m	11	12	14	15	17	19	21	22	24	26	28	30	31	33	35	10	8	-	0.3	-	8	10	-
183	3-183	0.45×0.45×14.00 m	9	11	13	14	16	18	19	20	23	23	24	25	27	30	34	9	8	-	0.3	8	-	7	-
184	3-184	0.45×0.45×14.00 m	8	9	11	13	13	15	16	20	22	24	27	31	33	34	34	8	10	-	0.3	2	-	10	-
185	3-185	0.45×0.45×14.00 m	10	10	13	16	18	19	19	19	22	24	27	27	29	30	34	13.5	11.5		0.3	2	-	2	-
186	3-186	0.45×0.45×14.00 m	11	12	14	16	17	17	18	19	20	25	28	28	29	30	33	14	12	-	0.3	1	-	2	-
187	3-187	0.45×0.45×14.00 m	10	12	13	15	17	19	19	22	24	27	27	27	29	31	35	12.5	12	-	0.3	-	2	-	2
188	3-188	0.45×0.45×14.00 m	10	10	14	16	17	18	19	21	23	26	29	30	30	31	34	13	11	-	0.3	3	-	1	-
189	3-189	0.45×0.45×14.00 m	11	11	13	15	17	17	19	22	24	25	27	29	29	30	32	14.5	12.5	-	0.3	5	-	1	-
190	3-190	0.45×0.45×14.00 m	9	10	11	13	13	17	19	19	23	24	27	29	30	31	33	13	11	-	0.3	3	-	4	-
191	3-191	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	11	13	14	18	18	18	21	25	28	30	30	32	13.5	12	-	0.3	-	1	-	3
192	3-192	0.45×0.45×14.00 m	5	5	4	7	7	7	8	9	10	11	13	14	18	19	24	12.5	11	-	+/-0.00	-	0.02	-	0.03
193	3-193	0.45×0.45×14.00 m	10	10	12	12	16	18	18	18	26	29	29	29	30	31	33	13.5	12	-	0.3	2	-	3	-
194	3-194	0.45×0.45×14.00 m	8	8	9	12	14	16	17	19	25	28	28	29	31	32	34	12	11	-	0.3	-	2	-	5
195	3-195	0.45×0.45×14.00 m	6	6	8	8	11	12	14	14	16	19	19	19	20	21	25	15	13	-	0.3	-	2.5	-	2
196	3-196	0.45×0.45×14.00 m	5	7	8	10	11	13	15	14	14	15	18	18	19	22	24	16	15	-	0.3	-	-	1	-
197	3-197	0.45×0.45×14.00 m	5	5	7	10	11	11	13	16	18	18	19	20	20	21	28	13	12	-	0.3	1.5	-	2	-
198	3-198	0.45×0.45×14.00 m	6	6	8	10	10	10	12	14	16	16	18	19	20	21	25	16	14	-	0.3	2	-	2	-
199	3-199	0.45×0.45×14.00 m	5	7	8	10	10	12	12	14	16	19	19	20	21	21	26	15	14	-	0.3	1	-	1	-
200	3-200	0.45×0.45×14.00 m	11	11	13	15	17	18	18	22	25	27	27	28	30	31	35	13	12	-	0.3	-	1	-	2

ตาราง ค. 2 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 3)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 100 เซนติเมตร เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร																						
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 7.00 ตัน เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน																						
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต																10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
201	3-201	0.45×0.45×14.00 m	12	12	14	14	17	17	19	21	24	27	28	29	31	32	34	13.7	12	-	0.3	1	-	5	-
202	3-202	0.45×0.45×14.00 m	10	10	13	15	16	17	17	19	20	26	27	28	29	31	35	12.8	11	-	0.3	-	2	-	3
203	3-203	0.45×0.45×14.00 m	10	10	14	15	17	17	19	22	25	27	29	29	30	32	32	14.5	12	-	0.3	2	-	1	-
204	3-204	0.45×0.45×14.00 m	11	13	13	16	16	17	20	24	24	27	28	29	30	30	34	13.5	12	-	0.3	4	-	5	-
205	3-205	0.45×0.45×14.00 m	11	12	14	14	17	19	20	22	25	27	27	28	28	30	32	14.5	12	-	0.3	3	-	5	-
206	3-206	0.45×0.45×14.00 m	10	10	14	16	18	18	18	20	22	26	28	28	29	32	34	14.5	13		0.3	-	2	-	2
207	3-207	0.45×0.45×14.00 m	10	10	12	14	18	19	19	20	22	25	27	27	29	30	34	13.5	12	-	0.3	1	-	1	-
208	3-208	0.45×0.45×14.00 m	9	9	12	14	18	18	18	21	22	28	29	29	30	31	33	14	13	-	0.3	-	-	2	-
209	3-209	0.45×0.45×14.00 m	11	11	13	15	15	17	18	19	20	25	28	29	30	31	34	14	12	-	0.3	2	-	1	-
210	3-210	0.45×0.45×14.00 m	9	9	12	13	17	19	20	22	25	27	27	29	30	31	32	14	12	-	0.3	-	1	-	1
211	3-211	0.45×0.45×14.00 m	10	10	11	14	17	17	19	20	23	26	28	28	29	32	35	13	12	-	0.3	2	-	3	-
212	3-212	0.45×0.45×14.00 m	11	12	15	15	15	16	18	18	22	25	27	29	29	30	33	14	12	-	0.3	2	-	4	-
213	3-213	0.45×0.45×14.00 m	9	11	11	13	15	15	18	19	20	24	26	28	31	31	34	14	12	-	0.3	-	-	1	-
214	3-214	0.45×0.45×14.00 m	9	10	12	12	16	18	19	23	25	28	28	29	31	31	32	13.5	12.5	-	0.3	1	-	1	-
215	3-215	0.45×0.45×14.00 m	8	8	10	11	11	16	15	17	19	22	24	29	30	31	34	13.5	11	-	0.3	-	3	-	2
216	3-216	0.30×0.30×14.00 m	4	4	4	6	6	6	7	8	9	9	9	10	10	13	18	9	8	-	-0.3	-	2	-	1
217	3-217	0.30×0.30×14.00 m	3	3	5	6	6	8	8	8	9	9	12	14	15	18	20	9	8.7	-	-0.3	2	-	-	-
218	3-218	0.30×0.30×14.00 m	5	6	7	8	8	9	9	9	10	11	12	13	15	15	16	10.8	10	-	+/-0.00	3	-	3	-
219	3-219	0.30×0.30×14.00 m	2	2	3	4	4	4	4	4	5	6	7	9	10	11	15	14	12	-	-0.3	2	-	2	-
220	3-220	0.30×0.30×14.00 m	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	6	8	9	10	12	17	13	12	-0.3	-	2	-	2
221	3-221	0.30×0.30×14.00 m	4	4	5	5	5	5	7	7	9	11	12	14	15	16	17	12.5	11	-	+/-0.00	-	-	2	-
222	3-222	0.30×0.30×14.00 m	2	2	2	3	4	4	4	4	4	5	6	8	8	10	13	13	11	-	-0.3	2	-	-	-
223	3-223	0.30×0.30×14.00 m	2	3	3	4	4	4	4	6	8	10	11	12	14	16	18	12.5	12	11	+/-0.00	2	-	-	2
224	3-224	0.30×0.30×14.00 m	4	4	4	5	5	5	6	7	7	10	10	13	14	15	17	13	11	-	+/-0.00	-	-	4	-
225	3-225	0.30×0.30×14.00 m	4	4	4	4	4	5	5	6	6	7	8	10	11	14	16	13	11	-	+/-0.00	-	2	-	3
226	3-226	0.30×0.30×14.00 m	4	4	4	4	5	6	7	8	9	10	10	12	13	14	16	12	11.5	-	+/-0.00	-	7.8	-	23.8

ตาราง ค. 2 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 3)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45										ใช้ 100 เซนติเมตร เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 60 เซนติเมตร												
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก			เสาเข็มขนาด 0.45x0.45										ใช้ 7.00 ตัน เสาเข็มขนาด 0.30x0.30 ใช้ 7.50 ตัน												
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
227	3-227	0.30×0.30×14.00 m	3	4	4	4	5	5	6	8	9	11	12	13	14	17	18	13	11	-	+/-0.00	2.2	-	4.5	-
228	3-228	0.30×0.30×14.00 m	6	7	7	7	7	8	11	13	13	13	13	13	14	15	16	14	12	-	+/-0.00	-	4	26	-
229	3-229	0.30×0.30×14.00 m	5	8	9	10	10	11	11	11	12	13	14	14	15	16	17	14	13	-	+/-0.00	5	-	-	8
230	3-230	0.30×0.30×14.00 m	4	4	5	5	5	6	6	8	8	10	11	13	15	17	18	13	12	-	+/-0.00	-	3	3	-
231	3-231	0.30×0.30×14.00 m	5	5	6	6	7	7	8	9	9	10	11	12	15	16	17	14	12	-	+/-0.00	-	6	6	-
232	3-232	0.30×0.30×14.00 m	4	4	5	6	6	7	7	8	9	10	11	13	15	15	17	14	12	-	+/-0.00	-	1.4	-	4.7
233	3-233	0.30×0.30×14.00 m	4	4	5	6	6	7	8	8	9	10	11	14	14	15	17	16	13	-	+/-0.00	3	-	-	3
234	3-234	0.30×0.30×14.00 m	4	4	5	4	5	5	7	7	9	10	10	11	13	14	16	13.5	11	-	+/-0.00	-	3	-	4
235	3-235	0.30×0.30×14.00 m	5	5	5	6	6	6	7	8	9	10	10	12	14	15	16	16	14	-	+/-0.00	3	-	3	-
236	3-236	0.30×0.30×14.00 m	4	4	4	4	5	5	6	7	8	9	9	11	13	15	16	14	12	-	+/-0.00	1	-	3.5	-
237	3-237	0.30×0.30×14.00 m	5	5	6	7	7	8	8	9	9	10	12	14	14	15	16	15	14	-	+/-0.00	3	-	-	3
238	3-238	0.30×0.30×14.00 m	4	4	4	4	5	6	7	7	8	10	11	12	13	14	17	15	13	-	+/-0.00	-	2.7	-	4.9
239	3-239	0.30×0.30×14.00 m	4	4	4	5	6	7	7	8	9	10	11	12	14	16	18	13	11.5	-	+/-0.00	-	2	-	7
240	3-240	0.30×0.30×14.00 m	4	5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	19	16	14	-	+/-0.00	1	-	-	1
241	3-241	0.30×0.30×14.00 m	4	4	4	4	5	6	7	8	9	9	11	14	14	15	17	14	12.5	-	+/-0.00	-	3	-	3
242	3-242	0.30×0.30×14.00 m	5	5	6	7	8	8	9	10	10	12	13	14	15	16	18	15	13	-	+/-0.00	4	-	3	-
243	3-243	0.30×0.30×14.00 m	4	4	4	5	5	6	7	7	8	9	10	12	13	15	18	14	8.5	-	+/-0.00	5	-	-	2
244	3-244	0.30×0.30×14.00 m	5	5	5	6	7	7	7	7	9	9	10	12	14	15	16	13	11	-	+/-0.00	-	1	1	-
245	3-245	0.30×0.30×14.00 m	4	5	6	6	7	7	8	9	10	12	13	14	15	15	17	13.5	11	-	+/-0.00	-	3.6	6.9	-
246	3-246	0.30×0.30×14.00 m	5	5	6	7	8	8	9	9	10	12	12	13	14	16	17	15	13	-	+/-0.00	3	-	1	-

ตาราง ค. 3 บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 4)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 80 เซนติเมตร																										
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 5.6 ตัน																										
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
1	A/1	0.45×0.45×16.00 m	30	30	35	35	35	35	39	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-13.15	-	-	-	0.02
2	B/1	0.45×0.45×16.00 m	30	30	39	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-13.4	0.07	-	-	0.04
3	A/2	0.45×0.45×16.00 m	25	25	26	33	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-13.94	-	0.02	0.02	-
4	B/2	0.45×0.45×16.00 m	25	25	29	31	34	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-14.1	-	0.01	0.05	-
5	A/33	0.45×0.45×16.00 m	39	39	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-14.74	-	0.04	-	0.01
6	B/3	0.45×0.45×16.00 m	23	25	28	30	34	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-14.7	0.01	-	0.05	-
7	A/4	0.45×0.45×16.00 m	39	40	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-14.15	0.03	-	-	0.03
8	B/4	0.45×0.45×16.00 m	30	31	35	40	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-15.85	0.01	-	-	-
9	A/5	0.45×0.45×16.00 m	29	30	36	38	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-15.45	0.04	-	-	-
10	B/5	0.45×0.45×16.00 m	30	31	35	40	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-15.75		0.04	-	0.05
11	A/6	0.45×0.45×16.00 m	32	33	33	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-15.3	0.03	-	-	0.03
12	B/6	0.45×0.45×16.00 m	29	33	33	35	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-15.5	0.01	-	-	0.02
13	A/7	0.45×0.45×16.00 m	36	37	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-14.5	0.02	-	-	0.03
14	B/7	0.45×0.45×16.00 m	24	24	28	30	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-15.65		0.03	-	0.02
15	A/8	0.45×0.45×16.00 m	39	39	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.5	-	-	-14.73	0.02	-	-	0.03
16	B/8	0.45×0.45×16.00 m	25	35	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-15.7	0.05	-	-	0.03
17	A/9	0.45×0.45×16.00 m	36	36	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-14.95	0.03	-	-	0.03
18	B/9	0.45×0.45×16.00 m	29	38	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-15.4	0.01	-	0.05	-
19	A/10	0.45×0.45×16.00 m	33	38	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-15.3	0.04	-	-	-
20	B/10	0.45×0.45×16.00 m	27	30	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-14.45	0.03	-	-	-
21	A/11	0.45×0.45×16.00 m	33	33	33	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-15.14	0.02	-	-	-
22	B/11	0.45×0.45×16.00 m	29	31	36	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-15.24	0.03	-	-	-
23	A/12	0.45×0.45×16.00 m	37	41	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-14.91	0.04	-	-	0.01
24	B/12	0.45×0.45×16.00 m	38	39	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-14.45	-	-	0.05	-
25	A/13	0.45×0.45×16.00 m	37	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-14.7	-	-	0.02	-

ตาราง ค. 3 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 4)

ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 80 เซนติเมตร																												
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 5.6 ตัน																												
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต																	10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
26	B/13	0.45×0.45×16.00 m	31	34	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5	-	-	-14.45	0.01	-	0.01	-
27	A/14	0.45×0.45×16.00 m	54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-13.45	-	0.04	0.02	-
28	B/14	0.45×0.45×16.00 m	33	36	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-15.24	0.01	-	0.01	-
29	A/15	0.45×0.45×16.00 m	32	39	46	48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-15.943	0.04	-	-	0.03
30	B/15	0.45×0.45×16.00 m	43	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-14.83	0.09	-	0.02	-
31	A/16	0.45×0.45×16.00 m	36	37	44	45	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-15.73	0.05	-	0.01	-
32	B/16	0.45×0.45×16.00 m	40	42	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-14.87	-	0.02	0.01	-
33	A/17	0.45×0.45×16.00 m	25	36	40	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-15.33	-	0.01	-	0.03
34	B/17	0.45×0.45×16.00 m	17	19	22	25	26	26	30	30	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-16.8	0.05	-	-	0.02
35	A/18	0.45×0.45×16.00 m	22	29	29	40	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-15.42	0.04	-	-	0.05
36	B/18	0.45×0.45×16.00 m	15	19	20	30	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-15.98	-	0.01	0.05	-
37	A/19	0.45×0.45×16.00 m	44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-14.31	0.03	-	0.02	-
38	B/19	0.45×0.45×16.00 m	42	42	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-14.98	-	-	0.05	-
39	A/20	0.45×0.45×16.00 m	44	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-14.99	0.05	-	0.03	-
40	B/20	0.45×0.45×16.00 m	35	40	45	21	22	22	22	25	26	37	8	-	-	-	-	8	-	-	-18.36	0.01	-	-	0.04
41	A/21	0.45×0.45×16.00 m	33	34	37	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-15.465	0.03	-	0.02	-
42	B/21	0.45×0.45×16.00 m	21	23	25	26	29	32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-14.2	-	0.02	0.01	-
43	A/22	0.45×0.45×16.00 m	32	35	37	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-15.265	-	0.03	0.01	-
44	B/22	0.45×0.45×16.00 m	29	29	30	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-15.21	-	0.01	0.03	-
45	A/23	0.45×0.45×16.00 m	37	40	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-14.985	-	0.02	0.01	-
46	B/23	0.45×0.45×16.00 m	29	30	30	34	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.5	-	-	-15.62	0.08	-	0.07	-
47	A/24	0.45×0.45×16.00 m	38	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-14.73	-	0.03	-	0.02
48	B/24	0.45×0.45×16.00 m	23	22	24	27	31	33	36	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-16.42	0.04	-	0.05	-
49	A/25	0.45×0.45×16.00 m	34	32	32	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-15.43	-	-	-	0.03
50	B/25	0.45×0.45×16.00 m	25	25	29	34	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-15.46	0.05	-	0.05	-

ตาราง ค.3 (ต่อ) บันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม (อาคาร 4)

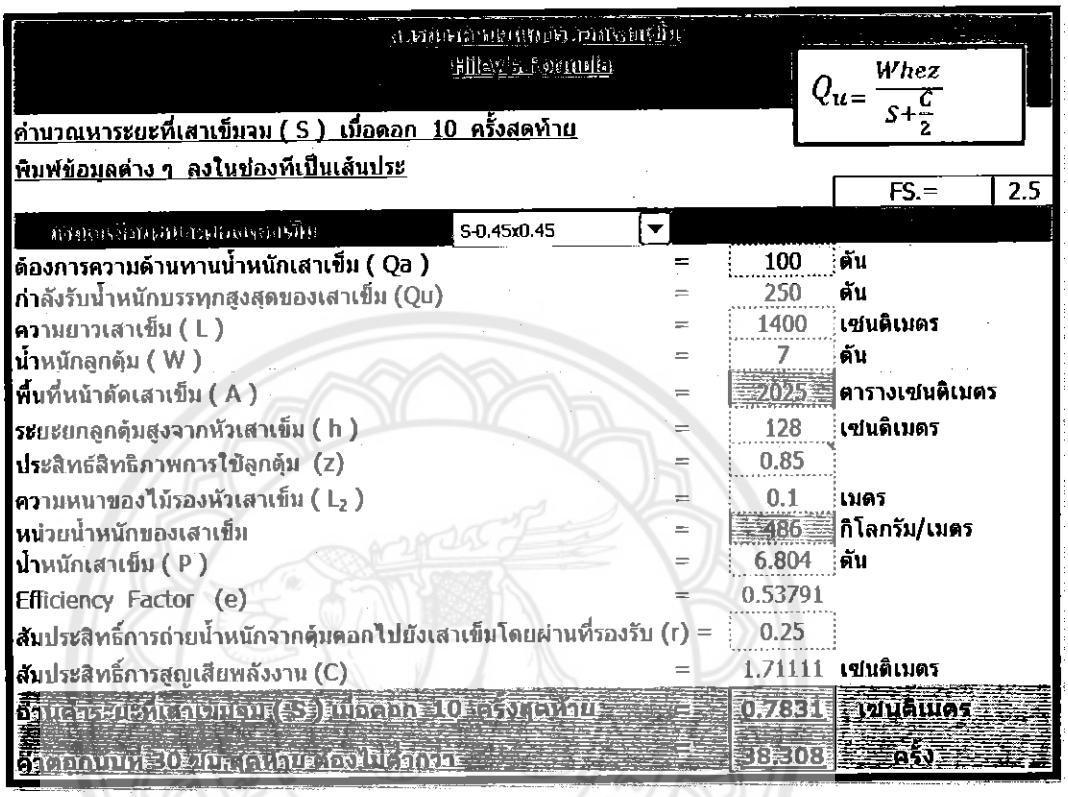
ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 80 เซนติเมตร																										
น้ำหนักของลูกตุ้มตอก เสาเข็มขนาด 0.45x0.45 ใช้ 5.6 ตัน																										
ตำแหน่ง		ประเภทเสาเข็ม	จำนวนครั้งที่ตอกต่อฟุต															10 ครั้งสุดท้าย(cm)			ระดับหัวเสาเข็ม	ระยะเยื้องศูนย์ (ซม.)			
ลำดับ	จุดตอก	ขนาด ความยาว	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	1	2	3	หลังตอก(+/-ม.)	N	S	E	W
51	A/26	0.45×0.45×16.00 m	37	37	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-	-	-15.13	0.04	-	0.02	-
52	B/26	0.45×0.45×16.00 m	31	35	34	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-15.37	0.03	-	0.04	-
53	A/27	0.45×0.45×16.00 m	34	37	40	47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-	-	-15.66	-	0.06	-	0.13
54	B/27	0.45×0.45×16.00 m	32	33	38	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-15.25	0.04	-	-	0.02
55	A/28	0.45×0.45×16.00 m	25	32	34	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-15.33	-	0.04	-	0.19
56	B/28	0.45×0.45×16.00 m	24	28	32	33	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-	-	-15.42	-	-	-	0.05
57	A/29	0.45×0.45×16.00 m	24	30	36	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-	-	-15.43	-	0.03	-	0.11
58	B/29	0.45×0.45×16.00 m	32	36	34	39	41	41	45	50	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-16.45	0.02	-	0.04	-
59	A/30	0.45×0.45×16.00 m	28	32	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-14.92	0.02	-	-	0.14
60	B/30	0.45×0.45×16.00 m	33	38	33	35	35	42	48	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-16.35	-	0.04	0.05	-
61	A/31	0.45×0.45×16.00 m	26	33	31	35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-15.3	-	0.14	-	0.1
62	B/31	0.45×0.45×16.00 m	34	37	40	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-15.42	0.02	-	0.01	-
63	A/32	0.45×0.45×16.00 m	24	26	35	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-15.43	0.02	-	-	0.21
64	B/32	0.45×0.45×16.00 m	31	36	39	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-14.9	0.01	-	0.05	
65	A/33	0.45×0.45×16.00 m	35	39	40	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-15.21	0.02	-	-	0.01
66	B/33	0.45×0.45×16.00 m	24	28	32	33	37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.5	-	-	-14.53	0.04	-	-	0.02

ภาคผนวก ง.

วิธีใช้ Program Excel ในการคำนวณสูตรเสาเข็มตอก

ตัวอย่างการคำนวณโดย Excel

1. **Hiley's Formula**



Hiley's Formula

$$Q_u = \frac{Whez}{S+\frac{C}{2}}$$

ค่าบวณหาระยะที่เสาเข็มจม (S) เมื่อตอก 10 ครั้งสุดท้าย

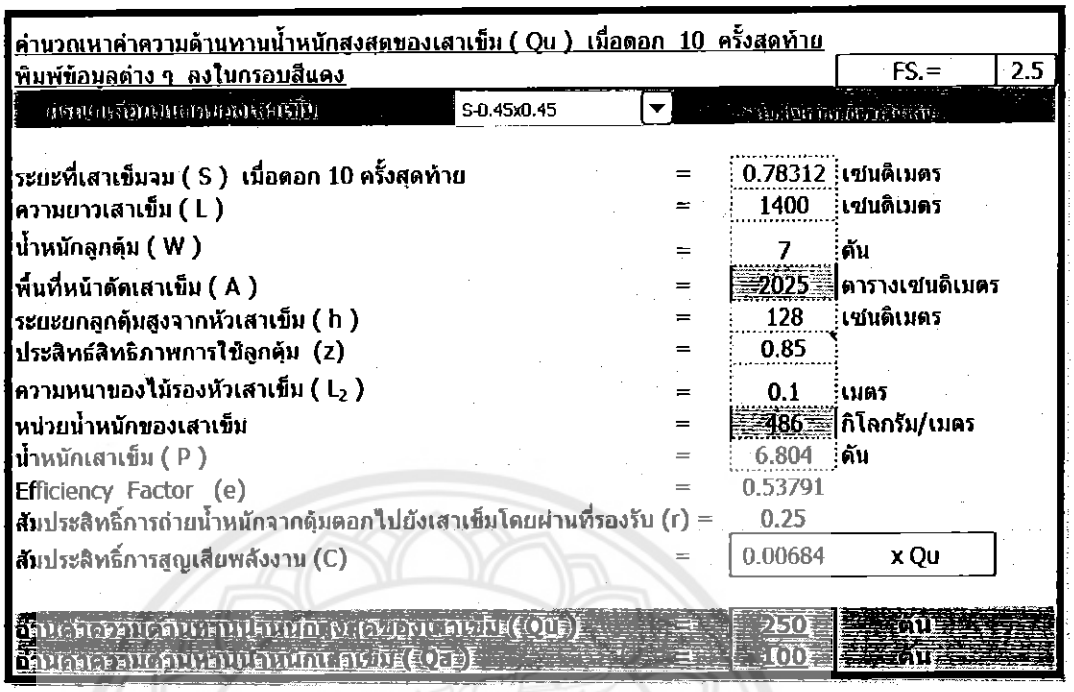
พิมพ์ข้อมูลต่าง ๆ ลงในช่องที่เป็นเส้นประ

FS.= 2.5

S-0.45x0.45

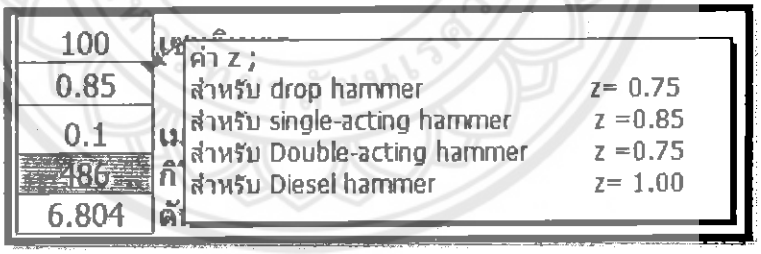
ต้องการความต้านทานน้ำหนักเสาเข็ม (Qa)	=	100	ตัน
กำลังรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็ม (Qu)	=	250	ตัน
ความยาวเสาเข็ม (L)	=	1400	เซนติเมตร
น้ำหนักลูกตุ้ม (W)	=	7	ตัน
พื้นที่หน้าตัดเสาเข็ม (A)	=	2025	ตารางเซนติเมตร
ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม (h)	=	128	เซนติเมตร
ประสิทธิ์สิทธิภาพการใช้ลูกตุ้ม (z)	=	0.85	
ความหนาของไม้รองหัวเสาเข็ม (L_2)	=	0.1	เมตร
หน่วยน้ำหนักของเสาเข็ม	=	486	กิโลกรัม/เมตร
น้ำหนักเสาเข็ม (P)	=	6.804	ตัน
Efficiency Factor (e)	=	0.53791	
สัมประสิทธิ์การถ่ายน้ำหนักจากตุ้มตอกไปยังเสาเข็มโดยผ่านที่รองรับ (r)	=	0.25	
สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงาน (C)	=	1.71111	เซนติเมตร
ค่าระยะที่เสาเข็มจม (S) เมื่อตอก 10 ครั้งสุดท้าย	=	0.7831	เซนติเมตร
ค่าตอกบนที่ 30 ขณะสุดท้ายต้องไม่ต่ำกว่า	=	38.308	ครั้ง

รูปที่ ง. 1 การคำนวณหาค่าระยะกำหนดจากสูตร Hiley's Formula



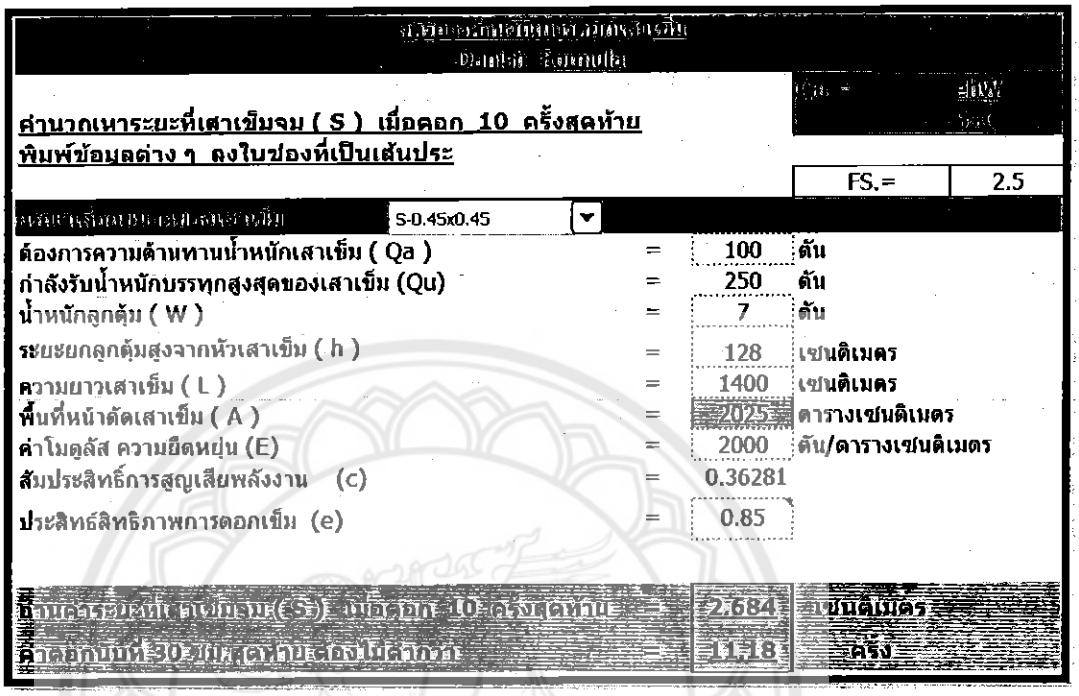
รูปที่ ง. 2 คำนวณหาค่า Q_U จากสูตร Hiley's Formula

ตัวอย่างการกรอกค่า Z (Equiment Loss Factor)

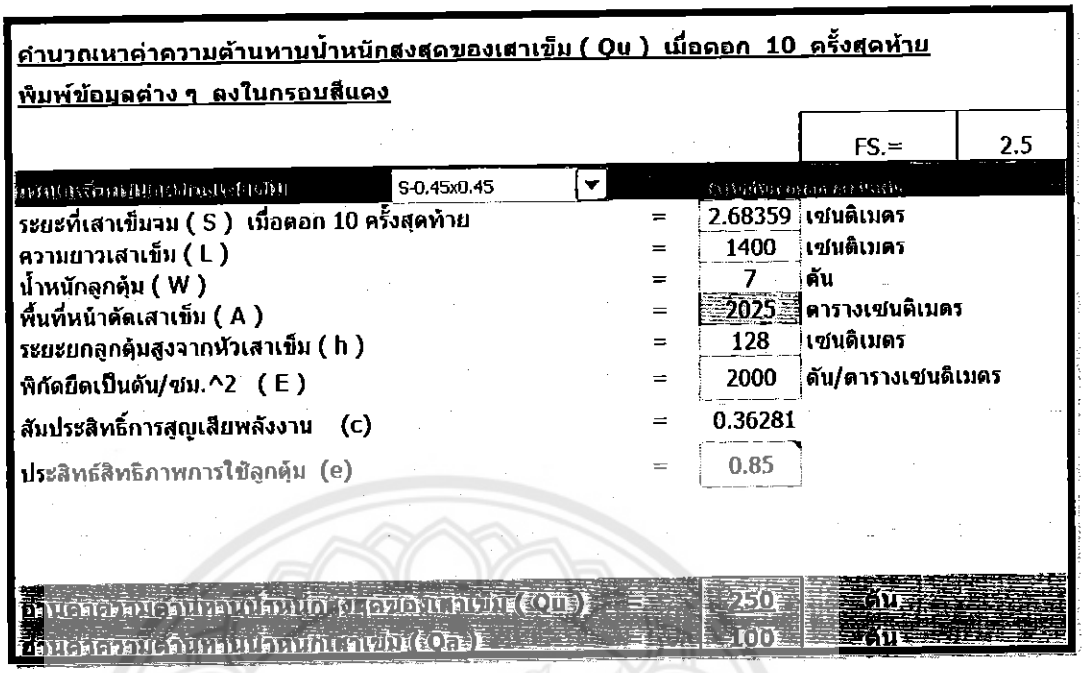


รูปที่ ง. 3 คำอธิบายการกรอกค่า Z สูตร Hiley's Formula

2. Danish's Formula

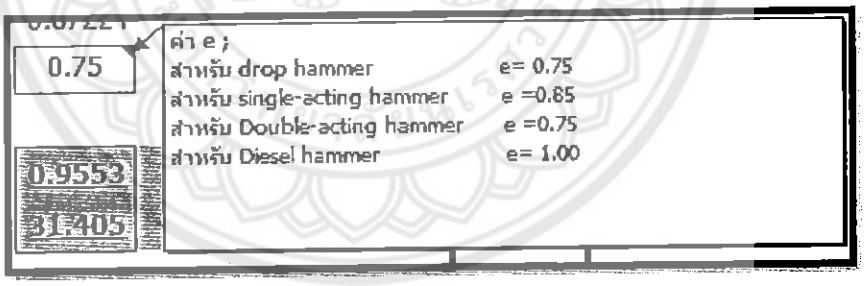


รูปที่ ง. 4 การคำนวณหาค่าระยะกำหนดจากสูตร Danish's Formula



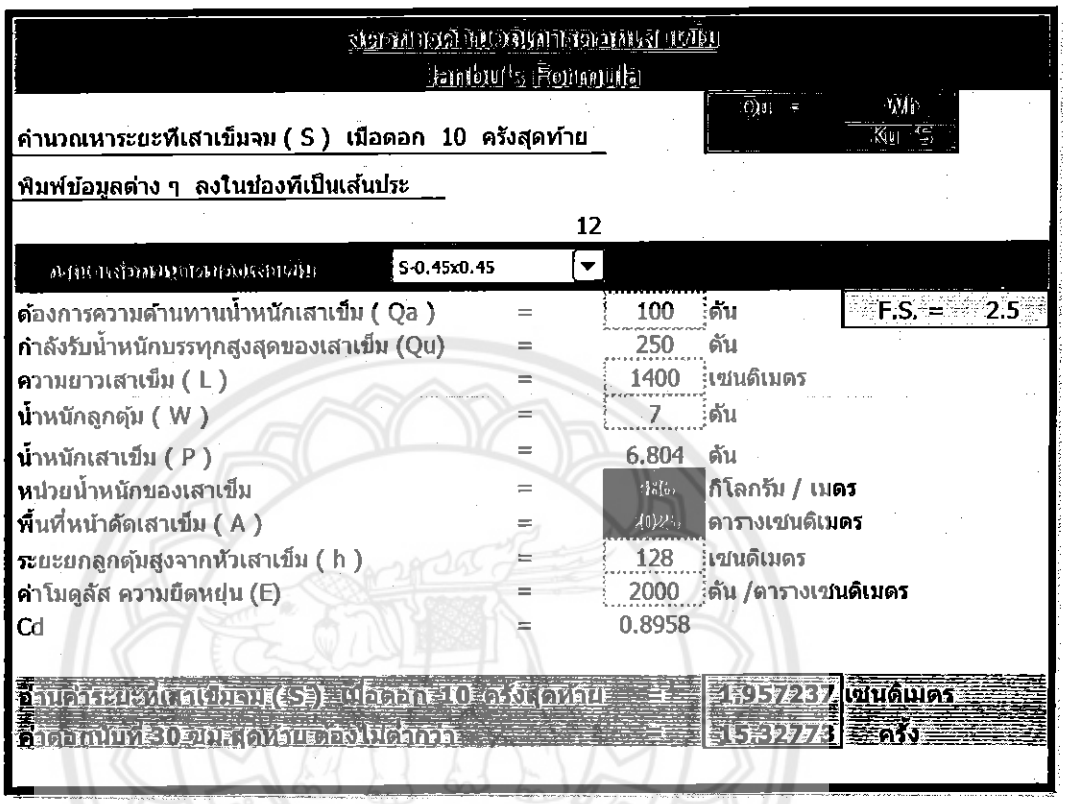
รูปที่ ง. 5 คำนวณหาค่า Q_u จากสูตร Danish's Formula

ตัวอย่างการกรอกค่า e (Efficiency factor)

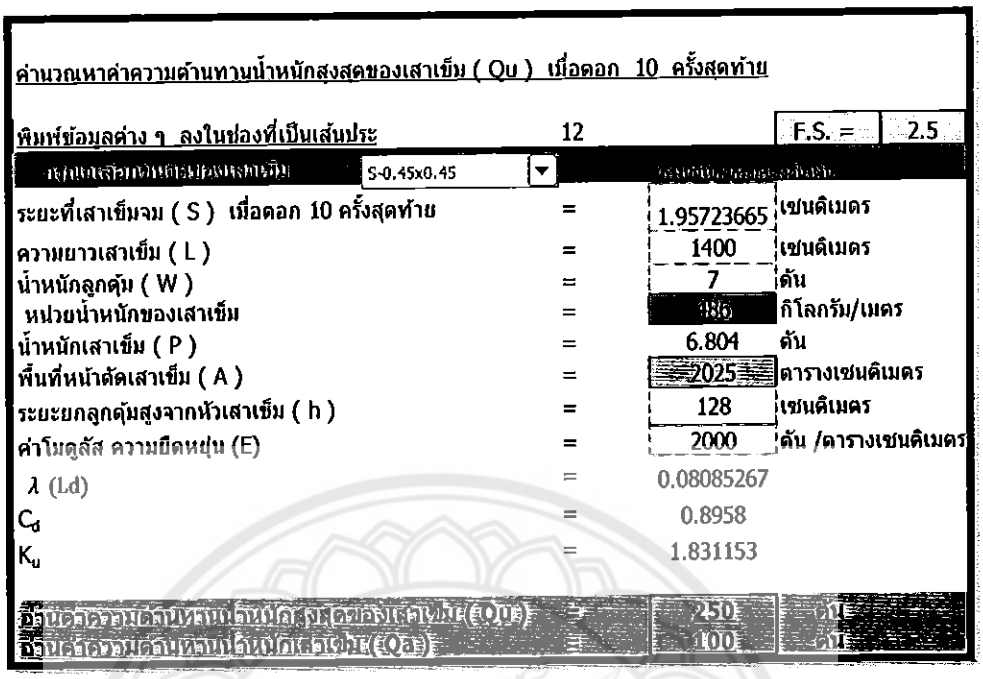


รูปที่ ง. 6 คำอธิบายการกรอกค่า e สูตรDanish's Formula

3. Janbu's Formula



รูปที่ ง. 7 การคำนวณหาค่าระยะกำหนดจากสูตร Janbu's Formula

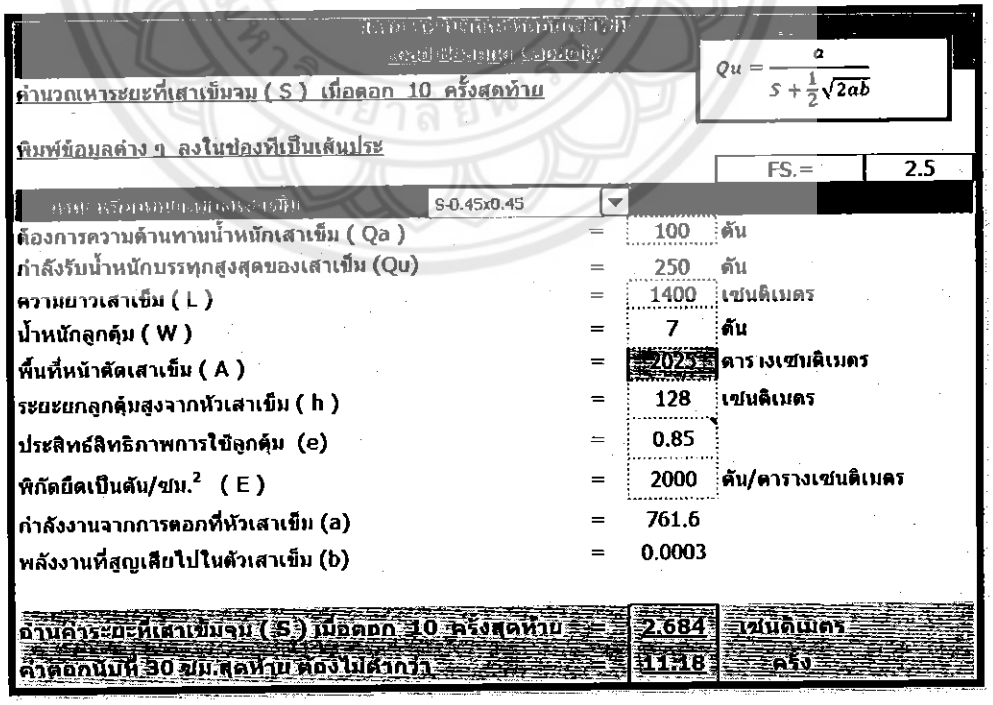


ค่านวณหาค่าความต้านทานน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม (Qu) เมื่อตอก 10 ครั้งสุดท้าย

พิมพ์ข้อมูลต่าง ๆ ลงในช่องที่เป็นเส้นประ	12	F.S. =	2.5
S-0.45x0.45			
ระยะที่เสาเข็มจม (S) เมื่อตอก 10 ครั้งสุดท้าย	=	1.95723665	เซนติเมตร
ความยาวเสาเข็ม (L)	=	1400	เซนติเมตร
น้ำหนักลูกตุ้ม (W)	=	7	ตัน
หน่วยน้ำหนักของเสาเข็ม	=	1.85	กิโลกรัม/เมตร
น้ำหนักเสาเข็ม (P)	=	6.804	ตัน
พื้นที่หน้าตัดเสาเข็ม (A)	=	2025	ตารางเซนติเมตร
ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม (h)	=	128	เซนติเมตร
ค่าโมดูลัส ความยืดหยุ่น (E)	=	2000	ตัน /ตารางเซนติเมตร
λ (Ld)	=	0.08085267	
C_d	=	0.8958	
K_u	=	1.831153	
ถ้านค่าความต้านทานน้ำหนักสูงสุดของเสาเข็ม (Qu)	=	250	ตัน
ถ้านค่าความต้านทานน้ำหนักเสาเข็ม (Qa)	=	100	ตัน

รูปที่ ง. 8 คำนวณหาค่า Q_U จากสูตร Janbu's Formula

3. Load Bearing Capacity



$$Qu = \frac{a}{S + \frac{1}{2}\sqrt{2ab}}$$

ค่านวณหาระยะที่เสาเข็มจม (S) เมื่อตอก 10 ครั้งสุดท้าย

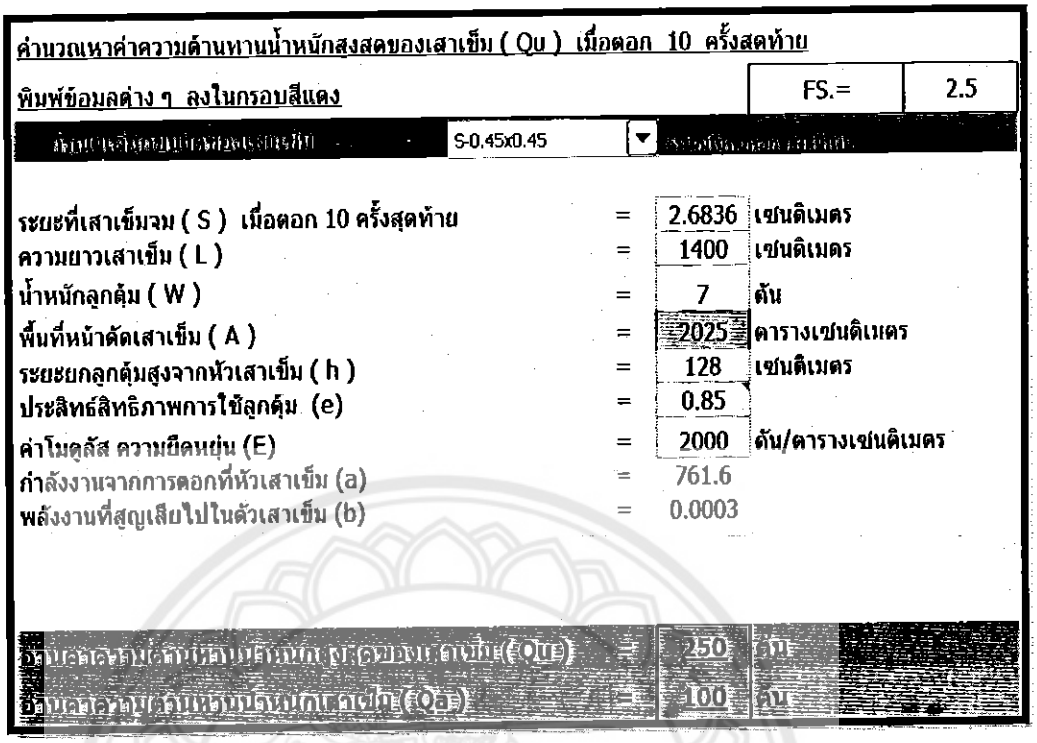
พิมพ์ข้อมูลต่าง ๆ ลงในช่องที่เป็นเส้นประ

FS.= 2.5

S-0.45x0.45

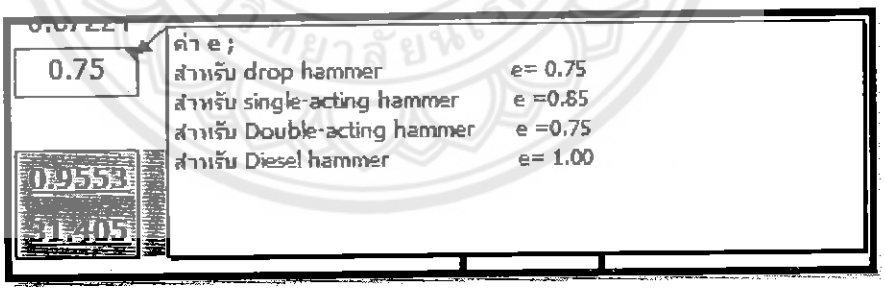
ต้องการความต้านทานน้ำหนักเสาเข็ม (Qa)	=	100	ตัน
กำลังรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดของเสาเข็ม (Qu)	=	250	ตัน
ความยาวเสาเข็ม (L)	=	1400	เซนติเมตร
น้ำหนักลูกตุ้ม (W)	=	7	ตัน
พื้นที่หน้าตัดเสาเข็ม (A)	=	2025	ตารางเซนติเมตร
ระยะยกลูกตุ้มสูงจากหัวเสาเข็ม (h)	=	128	เซนติเมตร
ประสิทธิ์สิทธิภาพการใช้ลูกตุ้ม (e)	=	0.85	
พิกัดยืดเป็นตัน/ซม.^{2} (E)	=	2000	ตัน/ตารางเซนติเมตร
กำลังงานจากการตอกที่หัวเสาเข็ม (a)	=	761.6	
พลังงานที่สูญเสียไปในตัวเสาเข็ม (b)	=	0.0003	
ค่านค่าระยะที่เสาเข็มจม (S) เมื่อตอก 10 ครั้งสุดท้าย	=	2.684	เซนติเมตร
ค่าตอกนับที่ 30 ซม.สุดท้าย ต้องไม่ต่ำกว่า	=	11.18	ครั้ง

รูปที่ ง. 9 การคำนวณหาค่าระยะกำหนดจากสูตร Load Bearing Capacity



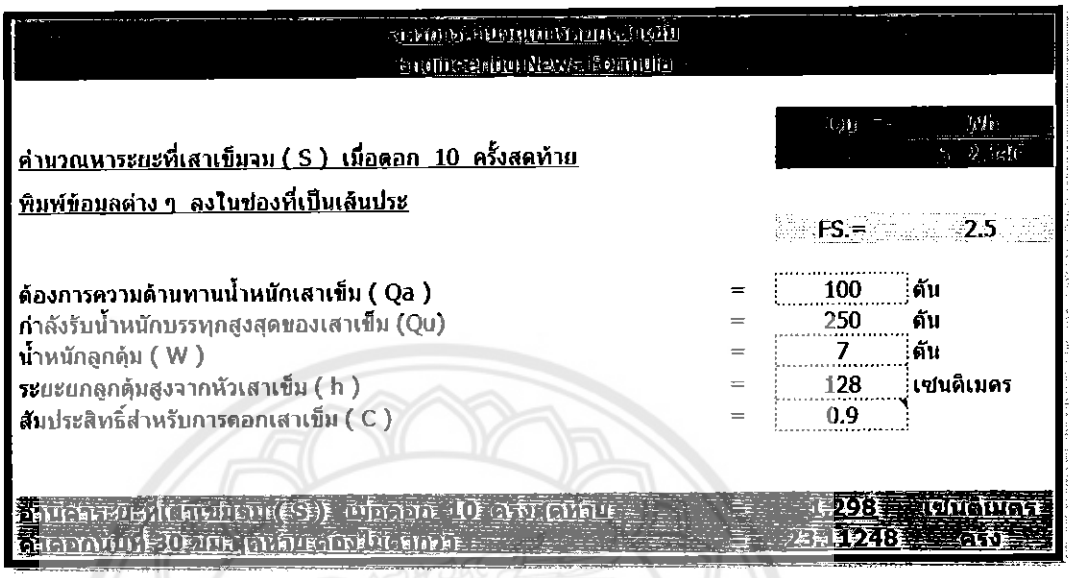
รูปที่ ง. 10 คำนวณหาค่า Q_U จากสูตร Load Bearing Capacity

ตัวอย่างการกรอกค่า e (Efficiency factor)

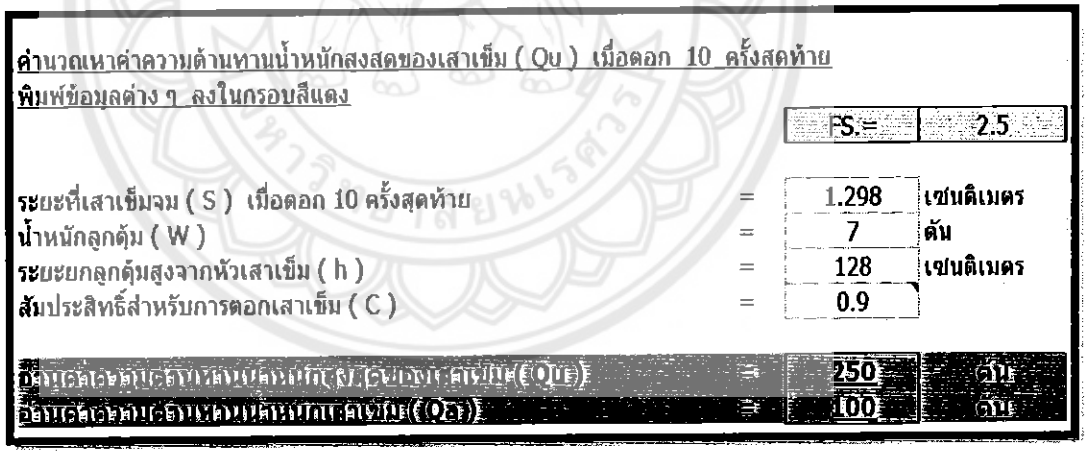


รูปที่ ง. 11 คำอธิบายการกรอกค่า e สูตร Load Bearing Capacity

4. **Engineering New Formula**

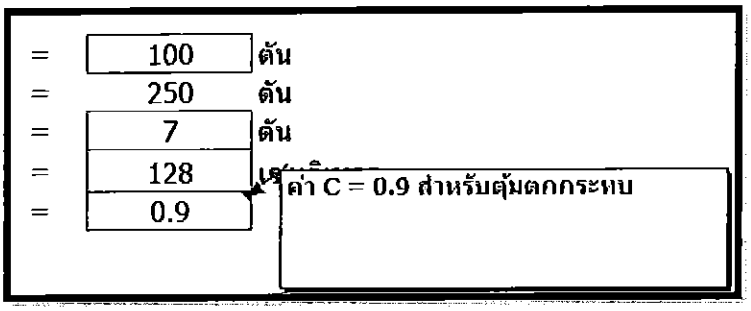


รูปที่ ง. 12 การคำนวณหาค่าระยะกำหนดจากสูตร Engineering New Formula



รูปที่ ง. 13 คำนวณหาค่า Q_u จากสูตร Engineering New Formula

ตัวอย่างการกรอกค่า C



รูปที่ ง. 14 คำอธิบายการกรอกค่า C สูตร Engineering New Formula

5. การเปรียบเทียบสูตรเสาเข็มตอก

จากสูตรการคำนวณเสาเข็มตอก ทั้ง 4 วิธี ให้ค่า F.S เท่ากับ 2.5 และ Q_u เท่ากับ 100 ตัน ค่าระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (S) ที่ได้จากการคำนวณทั้ง 4 วิธี มีค่าดังนี้

สมการ Hiley's	S = 0.783	เซนติเมตร
สมการ Janbu's	S = 1.957	เซนติเมตร
สมการ Load Bearing Capacity	S = 2.684	เซนติเมตร
สมการ Engineering New Formula	S = 1.298	เซนติเมตร

จะพบว่าจากสูตรของ Hiley's จะให้ค่าการทรุดตัวน้อยที่สุด และจากสูตรของ สมการ Load Bearing Capacityจะให้ค่าการทรุดตัวมากที่สุด

ภาคผนวก จ.

ข้อมูลค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย – ระยะการจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย

จำนวน 646 ต้น (รวม 3 อาคาร)

ตารางที่ จ. 1 ค่าคำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (อาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์)

No.	Size (m)	Weight (ton)	High (m)	n	s				
1	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	9	402.944	219.711	487.431	201.392
2	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	7	497.137	234.427	582.941	220.190
3	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
4	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	8	445.509	226.831	530.925	210.506
5	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
6	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	7	497.137	234.427	582.941	220.190
7	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
8	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
9	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
10	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
11	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
12	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
13	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
14	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
15	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	7	497.137	234.427	582.941	220.190
16	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
17	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	7	497.137	234.427	582.941	220.190
18	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	7	497.137	234.427	582.941	220.190
19	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
20	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	7	497.137	234.427	582.941	220.190
21	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	9	402.944	219.711	487.431	201.392
22	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	7	497.137	234.427	582.941	220.190
23	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
24	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
25	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
26	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
27	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
28	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
29	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	7	497.137	234.427	582.941	220.190
30	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
31	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
32	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
33	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
34	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
35	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	9	402.944	219.711	487.431	201.392
36	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	10	367.384	213.025	450.523	192.819
37	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	15	253.094	184.892	326.800	157.077
38	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	13	289.412	195.204	367.128	170.062
39	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	12	311.608	200.803	391.271	177.182
40	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	12	311.608	200.803	391.271	177.182
41	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	10	367.384	213.025	450.523	192.819
42	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	9	402.944	219.711	487.431	201.392
43	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
44	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	10	367.384	213.025	450.523	192.819
50	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	14	270.075	189.908	345.792	163.369
51	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	13.5	279.420	192.519	356.141	166.664
52	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	27	11	337.315	206.734	418.812	184.758
53	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	9.5	384.393	216.316	468.251	197.040
54	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	13.5	279.420	192.519	356.141	166.664
55	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	12	311.608	200.803	391.271	177.182
56	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	8	445.509	226.831	530.925	210.506
57	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	12	311.608	200.803	391.271	177.182
58	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	12	311.608	200.803	391.271	177.182
59	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
60	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	27	11	337.315	206.734	418.812	184.758
61	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	8	445.509	226.831	530.925	210.506
62	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	10	367.384	213.025	450.523	192.819
63	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
64	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	14	270.075	189.908	345.792	163.369
65	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	27	12	311.608	200.803	391.271	177.182
66	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	12	311.608	200.803	391.271	177.182
67	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	15	253.094	184.892	326.800	157.077
68	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
69	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	14	270.075	189.908	345.792	163.369
70	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	15	253.094	184.892	326.800	157.077
71	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	13	289.412	195.204	367.128	170.062
72	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	12	311.608	200.803	391.271	177.182
73	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
74	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
75	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	14	270.075	189.908	345.792	163.369

ตารางที่ จ. 1 (ต่อ) ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (อาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์)

No.	Size (m)	Weight (ton)	Higth (m)	n	s	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
76	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	11	337.315	206.734	418.812	184.758
77	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	12	311.608	200.803	391.271	177.182
78	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	27	11	337.315	206.734	418.812	184.758
79	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
80	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	11	337.315	206.734	418.812	184.758
81	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	27	11	337.315	206.734	418.812	184.758
82	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	15	253.094	184.892	326.800	157.077
83	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	16	238.072	180.134	309.785	151.161
84	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	11	337.315	206.734	418.812	184.758
85	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	15	253.094	184.892	326.800	157.077
86	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	27	15	253.094	184.892	326.800	157.077
87	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	11	337.315	206.734	418.812	184.758
88	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	14.5	261.317	187.366	336.028	160.175
89	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
90	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	13	289.412	195.204	367.128	170.062
91	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
92	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
93	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
94	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	12	311.608	200.803	391.271	177.182
95	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
96	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	27	12	311.608	200.803	391.271	177.182
97	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	11	337.315	206.734	418.812	184.758
98	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	10	367.384	213.025	450.523	192.819
99	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
100	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	11	337.315	206.734	418.812	184.758
101	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	11	337.315	206.734	418.812	184.758
102	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	13	289.412	195.204	367.128	170.062
103	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	14	270.075	189.908	345.792	163.369
104	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	10	367.384	213.025	450.523	192.819
105	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	12	311.608	200.803	391.271	177.182
106	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	12	311.608	200.803	391.271	177.182
107	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	27	9	402.944	219.711	487.431	201.392
108	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	12	311.608	200.803	391.271	177.182
109	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	11	337.315	206.734	418.812	184.758
110	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
111	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	11	337.315	206.734	418.812	184.758
112	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	8	445.509	226.831	530.925	210.506
113	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
114	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
115	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
116	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
117	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
118	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
119	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
120	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
121	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
122	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	9	402.944	219.711	487.431	201.392
123	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
124	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	8	445.509	226.831	530.925	210.506
125	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
126	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	8	445.509	226.831	530.925	210.506
127	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
128	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	9	402.944	219.711	487.431	201.392
129	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
130	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	8	445.509	226.831	530.925	210.506
131	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	8	445.509	226.831	530.925	210.506
132	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
133	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	10	367.384	213.025	450.523	192.819
134	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	11	337.315	206.734	418.812	184.758
135	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
136	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
137	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	9	402.944	219.711	487.431	201.392
138	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
139	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
140	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	10	367.384	213.025	450.523	192.819
141	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	8	445.509	226.831	530.925	210.506
142	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
143	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
144	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	27	10	367.384	213.025	450.523	192.819
145	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	10	367.384	213.025	450.523	192.819

ตารางที่ จ. 1 (ต่อ) ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (อาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์)

No.	Size (m)	Weight (ton)	Hgth (m)	n	s				
146	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	10	367.384	213.025	450.523	192.819
147	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	10	367.384	213.025	450.523	192.819
148	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	10	367.384	213.025	450.523	192.819
149	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
150	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
151	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	8	445.509	226.831	530.925	210.506
152	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	7	497.137	234.427	582.941	220.190
153	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
154	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	27	10	367.384	213.025	450.523	192.819
155	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
156	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	12	311.608	200.803	391.271	177.182
157	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	12	311.608	200.803	391.271	177.182
158	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	15	253.094	184.892	326.800	157.077
159	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	13.5	279.420	192.519	356.141	166.664
160	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	10	367.384	213.025	450.523	192.819
161	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	12	311.608	200.803	391.271	177.182
162	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	9	402.944	219.711	487.431	201.392
163	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	27	13	289.412	195.204	367.128	170.062
164	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
165	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	14	270.075	189.908	345.792	163.369
166	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	12.5	300.116	197.964	378.815	173.567
167	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	10	367.384	213.025	450.523	192.819
168	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	22	10	367.384	213.025	450.523	192.819
169	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	11	337.315	206.734	418.812	184.758
170	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	14	270.075	189.908	345.792	163.369
171	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	21	12	311.608	200.803	391.271	177.182
172	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	21	12	311.608	200.803	391.271	177.182
173	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	11	337.315	206.734	418.812	184.758
174	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	9	402.944	219.711	487.431	201.392
175	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
176	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
177	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	9	402.944	219.711	487.431	201.392
178	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	7	497.137	234.427	582.941	220.190
179	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
180	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	8	445.509	226.831	530.925	210.506
181	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
182	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
183	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
184	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	10	367.384	213.025	450.523	192.819
185	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	10	367.384	213.025	450.523	192.819
186	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
187	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
188	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	8	445.509	226.831	530.925	210.506
189	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	7.5	470.035	230.567	555.718	215.275
190	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	9	402.944	219.711	487.431	201.392
191	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
192	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
193	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
194	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	9	402.944	219.711	487.431	201.392
195	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
196	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
197	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
198	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
199	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
200	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
201	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
202	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	8	445.509	226.831	530.925	210.506
203	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	9	402.944	219.711	487.431	201.392
204	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
205	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	9	402.944	219.711	487.431	201.392
206	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
207	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
208	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
209	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
210	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
211	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
212	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
213	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
214	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	10	367.384	213.025	450.523	192.819
215	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	9	402.944	219.711	487.431	201.392

ตารางที่ จ. 1 (ต่อ) ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (อาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์)

No.	Size (m)	Weight (ton)	Higth (m)	n	s	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
216	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	10	367.384	213.025	450.523	192.819
217	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	24	9	402.944	219.711	487.431	201.392
218	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	11	337.315	206.734	418.812	184.758
219	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	9	402.944	219.711	487.431	201.392
220	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	24	10	367.384	213.025	450.523	192.819
221	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	8	445.509	226.831	530.925	210.506
222	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	24	12	311.608	200.803	391.271	177.182
223	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	24	13	289.412	195.204	367.128	170.062
224	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	24	14	270.075	189.908	345.792	163.369
225	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	24	12	311.608	200.803	391.271	177.182
226	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	23	11	337.315	206.734	418.812	184.758
227	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	23	14	270.075	189.908	345.792	163.369
228	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	11	337.315	206.734	418.812	184.758
229	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	9.5	384.393	216.316	468.251	197.040
230	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	21	11	337.315	206.734	418.812	184.758
231	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	22	11.5	323.975	203.725	404.573	180.911
232	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	9.5	384.393	216.316	468.251	197.040
233	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	20	11	337.315	206.734	418.812	184.758
234	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	24	12	311.608	200.803	391.271	177.182
235	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
236	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	26	11	337.315	206.734	418.812	184.758
237	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
238	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	26	14	270.075	189.908	345.792	163.369
239	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	22	12	311.608	200.803	391.271	177.182
240	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	24	13	289.412	195.204	367.128	170.062
241	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	9	402.944	219.711	487.431	201.392
242	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	26	12	311.608	200.803	391.271	177.182
243	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
244	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	27	13	289.412	195.204	367.128	170.062
245	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	27	12	311.608	200.803	391.271	177.182
246	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	26	10	367.384	213.025	450.523	192.819
247	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	11	337.315	206.734	418.812	184.758
248	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	27	10.5	351.741	209.832	434.089	188.726
249	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	11	337.315	206.734	418.812	184.758
250	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
251	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
252	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	27	12	311.608	200.803	391.271	177.182
253	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
254	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	24	15	253.094	184.892	326.800	157.077
255	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
256	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	26	12	311.608	200.803	391.271	177.182
257	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	12	311.608	200.803	391.271	177.182
258	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	24	14	270.075	189.908	345.792	163.369
259	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	23	12	311.608	200.803	391.271	177.182
260	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	24	11	337.315	206.734	418.812	184.758
261	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	12	311.608	200.803	391.271	177.182
262	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
263	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	12	311.608	200.803	391.271	177.182
264	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	26	11	337.315	206.734	418.812	184.758
265	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
266	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	25	12	311.608	200.803	391.271	177.182
267	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	32	7	497.137	234.427	582.941	220.190
268	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
269	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
270	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
271	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
272	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
273	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
274	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
275	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
276	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
277	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
278	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
279	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
280	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
281	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	30	7.5	470.035	230.567	555.718	215.275
282	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
283	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
284	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
285	0.45 x 0.45 x14	7.00	1.00	31	9	402.944	219.711	487.431	201.392

ตารางที่ จ. 1 (ต่อ) ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (อาคารห้องปฏิบัติการทางการแพทย์)

No.	Size (m)	Weight (ton)	Higth (m)	n	s	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
286	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
287	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
288	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	7	497.137	234.427	582.941	220.190
289	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
290	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
291	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
292	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
293	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
294	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	11.7	318.917	202.546	399.145	179.406
295	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	10	367.384	213.025	450.523	192.819
296	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	11	337.315	206.734	418.812	184.758
297	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	12	311.608	200.803	391.271	177.182
298	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	21	10	367.384	213.025	450.523	192.819
299	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	13	289.412	195.204	367.128	170.062
300	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	10	367.384	213.025	450.523	192.819
301	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	7	497.137	234.427	582.941	220.190
302	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	9	402.944	219.711	487.431	201.392
303	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
304	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	8	445.509	226.831	530.925	210.506
305	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
306	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
307	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
308	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	9	402.944	219.711	487.431	201.392
309	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
310	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
311	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
312	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	7	497.137	234.427	582.941	220.190
313	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
314	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
315	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	8	445.509	226.831	530.925	210.506
316	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
317	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	8	445.509	226.831	530.925	210.506
318	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	39	9	402.944	219.711	487.431	201.392
319	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	9	402.944	219.711	487.431	201.392
320	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	9	402.944	219.711	487.431	201.392
321	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	9	402.944	219.711	487.431	201.392
322	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	7.5	470.035	230.567	555.718	215.275
323	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	43	8	445.509	226.831	530.925	210.506
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

ตารางที่ จ. 2 ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (อาคารที่จอดรถ)

No.	Size (m)	Weight (ton)	High (m)	n	s	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	6	560.642	242.550	646.257	230.468
2	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	37	7	497.137	234.427	582.941	220.190
3	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	9	402.944	219.711	487.431	201.392
4	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	9	402.944	219.711	487.431	201.392
5	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
6	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
7	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	9	402.944	219.711	487.431	201.392
8	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
9	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
10	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	10.5	351.741	209.832	434.089	188.726
11	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	10.5	351.741	209.832	434.089	188.726
12	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	36	9.5	384.393	216.316	468.251	197.040
13	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	12	311.608	200.803	391.271	177.182
14	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	11	337.315	206.734	418.812	184.758
15	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	8	445.509	226.831	530.925	210.506
16	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	9.5	384.393	216.316	468.251	197.040
17	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	10	367.384	213.025	450.523	192.819
18	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	10	367.384	213.025	450.523	192.819
19	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	10	367.384	213.025	450.523	192.819
20	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	9.5	384.393	216.316	468.251	197.040
21	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	9	402.944	219.711	487.431	201.392
22	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	10.5	351.741	209.832	434.089	188.726
23	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	10	367.384	213.025	450.523	192.819
24	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	10.5	351.741	209.832	434.089	188.726
25	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	5.8	575.086	244.243	660.608	232.597
26	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	9	402.944	219.711	487.431	201.392
27	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	8	445.509	226.831	530.925	210.506
28	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	37	8	445.509	226.831	530.925	210.506
29	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	9	402.944	219.711	487.431	201.392
30	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	7	497.137	234.427	582.941	220.190
31	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	7	497.137	234.427	582.941	220.190
32	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	8	445.509	226.831	530.925	210.506
33	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	42	6	560.642	242.550	646.257	230.468
34	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	6	560.642	242.550	646.257	230.468
35	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
36	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	45	5.3	614.178	248.580	699.436	238.030
37	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	7	497.137	234.427	582.941	220.190
38	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	42	7	497.137	234.427	582.941	220.190
39	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
40	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	7	497.137	234.427	582.941	220.190
41	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	11	337.315	206.734	418.812	184.758
42	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
43	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12.7	295.744	196.850	374.052	172.152
44	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	10	367.384	213.025	450.523	192.819
45	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	10	367.384	213.025	450.523	192.819
46	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	11	337.315	206.734	418.812	184.758
47	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	11.5	323.975	203.725	404.573	180.911
48	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	10	367.384	213.025	450.523	192.819
49	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	10	367.384	213.025	450.523	192.819
50	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	10	367.384	213.025	450.523	192.819
51	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	11	337.315	206.734	418.812	184.758
52	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	10.5	351.741	209.832	434.089	188.726
53	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	11.5	323.975	203.725	404.573	180.911
54	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	10	367.384	213.025	450.523	192.819
55	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	10	367.384	213.025	450.523	192.819
56	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	10	367.384	213.025	450.523	192.819
57	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	12	311.608	200.803	391.271	177.182
58	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	10	367.384	213.025	450.523	192.819
59	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	9	402.944	219.711	487.431	201.392
60	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	7	497.137	234.427	582.941	220.190
61	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	8	445.509	226.831	530.925	210.506
62	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	7	497.137	234.427	582.941	220.190
63	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	7	497.137	234.427	582.941	220.190
64	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	37	7	497.137	234.427	582.941	220.190
65	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	9	402.944	219.711	487.431	201.392
66	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	9	402.944	219.711	487.431	201.392
67	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	9	402.944	219.711	487.431	201.392
68	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	8	445.509	226.831	530.925	210.506

ตารางที่ จ. 2 (ต่อ) ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (อาคารที่จอดรถ)

No.	Size (m)	Weight (ton)	Higth (m)	n	s	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
68'	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	42	6	560.642	242.550	646.257	230.468
69	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
70	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	10	367.384	213.025	450.523	192.819
71	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	41	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
71'	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	42	7	497.137	234.427	582.941	220.190
72	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	11.5	323.975	203.725	404.573	180.911
73	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	12	311.608	200.803	391.271	177.182
74	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	11	337.315	206.734	418.812	184.758
75	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	11	337.315	206.734	418.812	184.758
76	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	11.5	323.975	203.725	404.573	180.911
77	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12.5	300.116	197.964	378.815	173.567
78	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	11.5	323.975	203.725	404.573	180.911
79	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	8	445.509	226.831	530.925	210.506
80	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	8	445.509	226.831	530.925	210.506
81	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	8	445.509	226.831	530.925	210.506
82	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	9	402.944	219.711	487.431	201.392
83	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	36	7	497.137	234.427	582.941	220.190
84	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	38	7	497.137	234.427	582.941	220.190
85	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	15	253.094	184.892	326.800	157.077
86	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	15	253.094	184.892	326.800	157.077
87	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	12	311.608	200.803	391.271	177.182
88	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	14	270.075	189.908	345.792	163.369
89	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	6	560.642	242.550	646.257	230.468
90	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	6	560.642	242.550	646.257	230.468
91	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	9.5	384.393	216.316	468.251	197.040
92	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	8	445.509	226.831	530.925	210.506
93	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	9	402.944	219.711	487.431	201.392
94	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	38	9	402.944	219.711	487.431	201.392
95	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
96	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	8	445.509	226.831	530.925	210.506
97	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	6	560.642	242.550	646.257	230.468
98	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	6	560.642	242.550	646.257	230.468
99	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	8	445.509	226.831	530.925	210.506
100	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	40	8	445.509	226.831	530.925	210.506
101	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	9	402.944	219.711	487.431	201.392
102	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	11.5	323.975	203.725	404.573	180.911
103	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	12	311.608	200.803	391.271	177.182
104	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	12.5	300.116	197.964	378.815	173.567
105	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
106	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
107	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	12.5	300.116	197.964	378.815	173.567
108	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
109	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	7	497.137	234.427	582.941	220.190
110	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
111	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	9	402.944	219.711	487.431	201.392
112	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	8	445.509	226.831	530.925	210.506
113	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	7.5	470.035	230.567	555.718	215.275
114	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	7	497.137	234.427	582.941	220.190
115	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	14	270.075	189.908	345.792	163.369
116	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	14	270.075	189.908	345.792	163.369
117	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	15	253.094	184.892	326.800	157.077
118	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	16	238.072	180.134	309.785	151.161
119	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	7	497.137	234.427	582.941	220.190
120	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	8	445.509	226.831	530.925	210.506
121	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
122	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	7	497.137	234.427	582.941	220.190
123	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	7	497.137	234.427	582.941	220.190
124	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	8	445.509	226.831	530.925	210.506
125	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	7	497.137	234.427	582.941	220.190
126	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
127	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	9	402.944	219.711	487.431	201.392
128	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
129	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
130	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
131	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	9	402.944	219.711	487.431	201.392
132	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	11.5	323.975	203.725	404.573	180.911
133	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
134	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	12	311.608	200.803	391.271	177.182

ตารางที่ จ. 2 (ต่อ) ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (อาคารที่จอดรถ)

No.	Size (m)	Weight (ton)	Hlgth (m)	n	s				
135	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	11.5	323.975	203.725	404.573	180.911
136	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	11	337.315	206.734	418.812	184.758
137	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	11.5	323.975	203.725	404.573	180.911
138	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	12.5	300.116	197.964	378.815	173.567
139	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	30	8	445.509	226.831	530.925	210.506
140	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	7	497.137	234.427	582.941	220.190
141	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	9	402.944	219.711	487.431	201.392
142	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	11	337.315	206.734	418.812	184.758
143	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	10	367.384	213.025	450.523	192.819
144	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	9	402.944	219.711	487.431	201.392
145	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	15	253.094	184.892	326.800	157.077
146	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	15	253.094	184.892	326.800	157.077
147	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	15	253.094	184.892	326.800	157.077
148	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	16	238.072	180.134	309.785	151.161
149	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	8	445.509	226.831	530.925	210.506
150	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	7	497.137	234.427	582.941	220.190
151	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	6	560.642	242.550	646.257	230.468
152	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	7	497.137	234.427	582.941	220.190
153	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	7	497.137	234.427	582.941	220.190
154	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	7	497.137	234.427	582.941	220.190
155	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	6	560.642	242.550	646.257	230.468
156	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	12	311.608	200.803	391.271	177.182
157	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	10	367.384	213.025	450.523	192.819
158	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12.5	300.116	197.964	378.815	173.567
159	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	12	311.608	200.803	391.271	177.182
160	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	11	337.315	206.734	418.812	184.758
161	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
162	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	12.8	293.604	196.298	371.716	171.451
163	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
164	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	12	311.608	200.803	391.271	177.182
165	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	13	289.412	195.204	367.128	170.062
166	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	12	311.608	200.803	391.271	177.182
167	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	12	311.608	200.803	391.271	177.182
168	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
169	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	11	337.315	206.734	418.812	184.758
170	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	31	12	311.608	200.803	391.271	177.182
171	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	13	289.412	195.204	367.128	170.062
172	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	29	9	402.944	219.711	487.431	201.392
173	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	14	270.075	189.908	345.792	163.369
174	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	13	289.412	195.204	367.128	170.062
175	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	13	289.412	195.204	367.128	170.062
176	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	14	270.075	189.908	345.792	163.369
177	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	23	14	270.075	189.908	345.792	163.369
178	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	18	15	253.094	184.892	326.800	157.077
179	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	14	270.075	189.908	345.792	163.369
180	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	11	337.315	206.734	418.812	184.758
181	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	9	402.944	219.711	487.431	201.392
182	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	8	445.509	226.831	530.925	210.506
183	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	8	445.509	226.831	530.925	210.506
184	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	10	367.384	213.025	450.523	192.819
185	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	11.5	323.975	203.725	404.573	180.911
186	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	12	311.608	200.803	391.271	177.182
187	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	12	311.608	200.803	391.271	177.182
188	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	11	337.315	206.734	418.812	184.758
189	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12.5	300.116	197.964	378.815	173.567
190	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	11	337.315	206.734	418.812	184.758
191	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	12	311.608	200.803	391.271	177.182
192	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	11	337.315	206.734	418.812	184.758
193	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
194	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	11	337.315	206.734	418.812	184.758
195	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	13	289.412	195.204	367.128	170.062
196	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	15	253.094	184.892	326.800	157.077
197	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	12	311.608	200.803	391.271	177.182
198	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	24	14	270.075	189.908	345.792	163.369
199	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	28	14	270.075	189.908	345.792	163.369
200	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	25	12	311.608	200.803	391.271	177.182
201	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	26	12	311.608	200.803	391.271	177.182
202	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	11	337.315	206.734	418.812	184.758

ตารางที่ จ. 2 (ต่อ) ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (อาคารที่จอดรถ)

No.	Size (m)	Weight (ton)	Hlgth (m)	n	s				
203	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	12	311.608	200.803	391.271	177.182
204	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	35	12	311.608	200.803	391.271	177.182
205	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
206	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	13	289.412	195.204	367.128	170.062
207	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
208	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	13	289.412	195.204	367.128	170.062
209	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	12	311.608	200.803	391.271	177.182
210	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	33	12	311.608	200.803	391.271	177.182
211	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	12	311.608	200.803	391.271	177.182
212	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12	311.608	200.803	391.271	177.182
213	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	12	311.608	200.803	391.271	177.182
214	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	32	12.5	300.116	197.964	378.815	173.567
215	0.45 x 0.45 x 14	7.00	1.00	34	11	337.315	206.734	418.812	184.758
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	11	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	11	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	11.5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	11	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	13	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	13	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	11	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	11	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	13	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	11	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	8.7	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	10	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	14	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	12	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	14	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	13	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	11.5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	14	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	12.5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	13	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	8.5	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	11	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	13	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	7.50	[illegible]	[illegible]	13	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

ตารางที่ จ. 3 ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัย (ลานจอดรถ)

No.	Size (m)	Weight (ton)	Higth (m)	n	s	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	39	7	307.284	150.033	350.868	143.644
2	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	39	7	307.284	150.033	350.868	143.644
3	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	37	7	307.284	150.033	350.868	143.644
4	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	39	8	273.693	145.172	317.693	135.905
5	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	42	5	403.258	160.804	443.491	161.044
6	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	38	8	273.693	145.172	317.693	135.905
7	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	50	5	403.258	160.804	443.491	161.044
8	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	49	4	473.609	166.791	510.930	170.784
9	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	44	8	273.693	145.172	317.693	135.905
10	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	49	4	473.609	166.791	510.930	170.784
11	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	41	5	403.258	160.804	443.491	161.044
12	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	44	5	403.258	160.804	443.491	161.044
13	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	41	6	349.395	155.232	391.780	152.010
14	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	49	7	307.284	150.033	350.868	143.644
15	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	42	5.5	374.603	157.969	416.035	156.442
16	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	49	5	403.258	160.804	443.491	161.044
17	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	40	8	273.693	145.172	317.693	135.905
18	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	44	5	403.258	160.804	443.491	161.044
19	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	40	4	473.609	166.791	510.930	170.784
20	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	33	6	349.395	155.232	391.780	152.010
21	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	48	5	403.258	160.804	443.491	161.044
22	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	42	8	273.693	145.172	317.693	135.905
23	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	46	5	403.258	160.804	443.491	161.044
24	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	42	6	349.395	155.232	391.780	152.010
25	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	38	5	403.258	160.804	443.491	161.044
26	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	42	6.5	327.101	152.589	370.197	147.746
27	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	54	4	473.609	166.791	510.930	170.784
28	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	40	8	273.693	145.172	317.693	135.905
29	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	48	5	403.258	160.804	443.491	161.044
30	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	52	7	307.284	150.033	350.868	143.644
31	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	49	8	273.693	145.172	317.693	135.905
32	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	47	6	349.395	155.232	391.780	152.010
33	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	30	8	273.693	145.172	317.693	135.905
34	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	47	8	273.693	145.172	317.693	135.905
35	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	47	5	403.258	160.804	443.491	161.044
36	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	41	5	403.258	160.804	443.491	161.044
37	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	42	4	473.609	166.791	510.930	170.784
38	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	47	3	567.280	173.241	602.556	181.261
39	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	37	5	403.258	160.804	443.491	161.044
40	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	45	8	273.693	145.172	317.693	135.905
41	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	32	5	403.258	160.804	443.491	161.044
42	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	46	8	273.693	145.172	317.693	135.905
43	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	35	4	473.609	166.791	510.930	170.784
44	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	46	8	273.693	145.172	317.693	135.905
45	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	39	8	273.693	145.172	317.693	135.905
46	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	42	6.5	327.101	152.589	370.197	147.746
47	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	36	8	273.693	145.172	317.693	135.905
48	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	36	7	307.284	150.033	350.868	143.644
49	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	38	7	307.284	150.033	350.868	143.644
50	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	41	7	307.284	150.033	350.868	143.644
51	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	40	7.5	289.582	147.563	333.458	139.699
52	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	40	8	273.693	145.172	317.693	135.905
53	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	47	7.5	289.582	147.563	333.458	139.699
54	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	39	7	307.284	150.033	350.868	143.644
55	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	37	7	307.284	150.033	350.868	143.644
56	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	37	7.5	289.582	147.563	333.458	139.699
57	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	34	7.5	289.582	147.563	333.458	139.699
58	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	50	6	349.395	155.232	391.780	152.010
59	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	36	8	273.693	145.172	317.693	135.905
60	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	48	5	403.258	160.804	443.491	161.044
61	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	35	8	273.693	145.172	317.693	135.905
62	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	46	5	403.258	160.804	443.491	161.044
63	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	40	8	273.693	145.172	317.693	135.905
64	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	42	7	307.284	150.033	350.868	143.644
65	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	45	3	567.280	173.241	602.556	181.261
66	0.45 x 0.45 x 16	5.60	0.80	37	7.5	289.582	147.563	333.458	139.699

ภาคผนวก ฉ.

รายการคำนวณสูตรที่ใช้ในการควบคุมการตอกเสาเข็มของกลุ่มอาคารเรียน

ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถ

(สูตร Danish และ สูตร Dynamic allowable bearing force)

รายการคำนวณดังต่อไปนี้

- เลือกเสาเข็มขนาด 0.30 × 0.30 × 14.00 m.

CALCULATION OF DYNAMIC ALLOWABLE BEARING FORCE FOR NH-70-2

HYDRAULIC PILE HAMMER

$$Qa = (2WH)/(5S + 0.10)$$

$$S = (((2WH)/Ra) - 0.10)/5 \qquad (ฉ.1)$$

Qa : Dynamic allowable bearing force = 50.00 Ton

W : Ram weight = 7.00 Ton

ตารางที่ ฉ. 1 ข้อกำหนดของจำนวนครั้งการตอกต่อฟุตของเสาเข็มตอก ขนาด 30 cm. (อาคาร 2, 3)

H : Equivalent free fall height (m)	S : Penetration depth/Blow		Penetration depth Per Last 10 blows (mm)	No. of Blows/Ft. (Blows)
	m	mm		
0.48	0.00688	6.88	69	45
0.64	0.01584	15.84	158	20
0.80	0.02480	24.80	248	13*
0.96	0.03376	33.76	338	10

สรุป

เสาเข็มขนาด 0.30 × 0.30 × 14.00 m. ใช้น้ำหนักตุ้มตอก 7 ตัน ระยะยกตุ้มตอก 80 เซนติเมตร ให้ระยะกำหนด จำนวนครั้งการตอกต่อฟุต 13 ครั้ง/ฟุต (ระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย 24.8 เซนติเมตร)

- **เลือกเสาเข็มขนาด 0.45× 0.45 × 14.00 m.**

CALCULATION OF DYNAMIC ALLOWABLE BEARING FORCE FOR NH-70-2

HYDRAULIC PILE HAMMER

$$Qa = (2WH)/(5S + 0.10)$$

$$S = (((2WH)/Qa) - 0.10)/5 \qquad (ฉ.2)$$

Qa : Dynamic allowable bearing force = 100.00 Ton

W : Ram weight = 7.00 Ton

ตารางที่ ฉ. 2 ข้อกำหนดของจำนวนครั้งการตอกต่อฟุตของเสาเข็มตอก ขนาด 45 cm. (อาคาร 2, 3)

H : Equivalent free fall height (m)	**S : Penetration depth/Blow**		**Penetration depth Per Las 10 blows (mm)**	**No. of Blows/Ft. (Blows)**
	m	**mm**		
0.80	0.00240	2.40	24	126
0.96	0.00688	6.88	69	45
1.12	0.01136	11.36	114	27
1.28	0.01584	15.84	158	**20***

สรุป

เสาเข็มขนาด 0.45 × 0.45 × 14.00 m. ใช้น้ำหนักตุ้มตอก 7 ตัน ระยะยกตุ้มตอก 128 เซนติเมตร ให้ระยะกำหนด จำนวนครั้งการตอก ต่อฟุต 20 ครั้ง/ฟุต (ระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย 15.8 เซนติเมตร)

- **เลือกเสาเข็มขนาด 0.45× 0.45 × 16.00 m.**

$$Qu = \frac{ef \times WH}{S + \sqrt{\frac{ef \times WHL}{2AE}}} \qquad \text{(ฉ.3)}$$

Pile Size	=	45	cm
Cross Section Area (A)	=	2025	cm^2
Pile Length (L)	=	16.00	m.
Weight of Pile	=	7.78	tons
Strength of Concrete (fc)	=	350	ksc.
Elastic Modulus of Pile (E)	=	284553	ksc
Designing Pile Load (Q_a)	=	80.0	tons
Safety Factor (S.F)	=	2.5	
Pile Capacity (Q_U)	=	200.0	tons
Weight of RAM (W)	=	6.2	tons
Dropped Distance of RAM (H)	=	70	cm.
Hammer Efficiency (ef)	=	0.75	
Settlement per blow (S)	=	0.955	cm.
Blow count	=	31	blows/foot

ตารางที่ ฉ. 3 ข้อกำหนดของจำนวนครั้งการตอกต่อฟุตของเสาเข็มตอก ขนาด 45 cm. (อาคาร 4)

S.F.	Q_u (tons)	Last 10 Blows (cm.)	Blows/foot
1.00	80	34.0	9
1.25	100	25.8	12
1.50	120	20.4	15
1.75	140	16.5	18
2.00	160	13.6	22
2.25	180	11.4	26
2.50	200	9.6	31
2.75	220	8.1	37
3.00	240	6.8	44
3.25	260	5.8	52
3.50	280	4.9	61

สรุป

เสาเข็มขนาด 0.45 × 0.45 × 16.00 m. ใช้น้ำหนักตุ้มตอก 6.2 ตัน ระยะยกตุ้มตอก 70 เซนติเมตร ให้ระยะกำหนด จำนวนครั้งการตอก ต่อฟุต 31 ครั้ง/ฟุต (ระยะจมในการตอก 10 ครั้งสุดท้าย 9.6 เซนติเมตร)

ภาคผนวก ช.

รายการคำนวณออกแบบเสาเข็มสี่เหลี่ยมคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

มอก. 396-2549

PRODUCT :	PRESTRESSED CONCRETE SOLID SQUARED PILE			Date : 19/05/2010
PROJECT :	โครงการก่อสร้างกลุ่มอาคารเฉลิมพระเกียรติ 84 พรรษา มหาวิทยาลัยนเรศวร			
LOCATION :	อ.เมือง จ.พิษณุโลก		ผู้รับจ้าง	บริษัท อี เอ็ม ซี จำกัด (มหาชน)

CONCRETE MIXED DESIGN

1	Slump		=	5.00 cm.
2	Maximum Size of Coarse aggregate		=	20.00 mm.
3	Compressive Strength of Concrete (Cylinder at 28 days)		=	350.00 ksc.
4	Water Cement ratio		=	0.375
5	Wt. of Cement (Type I) TIS 15-2540		=	400.00 kg./cu.m.
6	Wt. of Water		=	150.00 kg./cu.m.
7	Fineness Modulus of Fine aggregate		=	2.27 ทรายแม่น้ำแก่งหลวง ต.นครนายก
8	Fineness Modulus of Coarse aggregate		=	7.84 หิน 3/4" สระบุรี
9	Specific Gravity of Fine aggregate		=	2.68
10	Specific Gravity of Coarse aggregate		=	3.02
11	Unit Weight of Fine aggregate		=	1,637.63 kg./cu.m.
12	Unit Weight of Coarse aggregate		=	1,536.40 kg./cu.m.
13	Volumn of Coarse aggregate		=	0.750 cu.m./cum.cu.m.
14	Wt. of Coarseaggregate		=	1,152.30 kg./cu.m.
15	Volumn Ratio of mixed concrete			
	Water		=	0.150 cu.m.
	Cement		=	0.127 cu.m.
	Air void		=	0.015 cu.m.
	Coarse aggregate		=	0.382 cu.m.
	Fine aggregate		=	0.326 cu.m.
	TOTAL		=	1.000 cu.m.
16	Wt. Ratio of mixed concrete		=	
	Cement		=	400.00 kg.
	Coarse aggregate (Rock)		=	1,152.30 kg.
	Fine aggregate (Sand)		=	873.83 kg.
	Water		=	150.00 kg.
	Admixture	4,000 CC	=	4.64 kg.
	TOTAL		=	2,580.77 kg.
16	Mixed Design			
	Cement		=	400.00 kg.
	Coarse aggregate (Rock)		=	1,150.00 kg.
	Fine aggregate (Sand)		=	800.00 kg.
	Water		=	150.00 kg.
	Admixture	4,000 CC	=	4.64 kg.
	TOTAL		=	2,504.64 kg.

รูปที่ ช. 1 รายการคำนวณออกแบบส่วนผสมคอนกรีต

PRODUCT :	0.30 x 0.30 x 14.00 m. SOLID SQUARED PC.PILE						DATE	19/05/2010
PROJECT :	โครงการก่อสร้างกลุ่มอาคารเฉลิมพระเกียรติ 84 พรรษา มหาวิทยาลัยนเรศวร							
LOCATION :	อ.เมือง จ.พิษณุโลก				ผู้รับจ้าง		บริษัท อี เอ็ม ซี จำกัด (มหาชน)	

DESIGN OF PRESTRESSED CONCRETE PILE

0.30 x 0.30 x 14.00 m. SOLID SQUARED PC.PILE

FINAL STAGE					INITIAL STAGE			
At 28Days (Cylinder)	fc'	=	350.00 ksc.		At 1 Day	fac	=	250.00 ksc.
Allowable	fac = 0.45fc'	=	157.50 ksc.		Allowable	fac	=	112.50 ksc.
Allowable	fat = -1.59Sqrt(fc')	=	-29.75 ksc.			fat	=	-12.57 ksc.
PC.wire 4 mm or 5mm	fy	=	17,500.00 ksc.		Section Area, A		=	900.00 cm^2
Loss of Prestress		=	20.00 %		Pile Length, L		=	14.00 m.
Perimeter of pile cm.	P =	=	120.00 cm.			Ixx	=	67,500.00 cm^4
						S	=	4,500.00 cm3
						W	=	216.00 kg/m.

##LIFTING POINT##							
	L'	=	0.207xL		=	2.90 m.	
	Mdl	=	1/2xWx(L')^2		=	907.03 kg.-m.	
	Mdl + 30%Impact	=	1.3xMdl		=	1,179.14 kg.-m.	
##No.of PC.WIRES##							
USE #PC.wires	0.00 Dia-4mm.	+	12.00 Dia-5mm.PC wire	Aps.	=	2.352 cm^2	
Pretressing stress	fpi	=	(0.70 x Aps x fy)/A		=	32.01 ksc.	
Prestress after losses	fpe	=	0.80xfpi		=	25.61 ksc.	
##INITIAL STAGE##							
Compressive stress	faci	=	fpi+(1.3xMdlx100)/S		=	58.22 <	112.50 ksc.
Tensile stress	fati	=	fpi-(1.3xMdlx100)/S		=	5.81 >	-12.57 ksc.
##FINAL STAGE##							**O.K**
Compressive stress		=	fpe+(1.3xMdlx100)/S		=	51.81 <	157.50 ksc.
Tensile stress		=	fpe-(1.3xMdlx100)/S		=	-0.59 >	-29.75 ksc.
##STRENGTH DESIGN##							**O.K**
Allowable Direct Load	N	=	(0.33fc'-0.27fpe)xA/1000		=	97.73 ton	
Nominal Strength	Pn	=	(0.85fc'-0.60fpe)xA/1000		=	253.92 ton	
Safety Factor		=	Pn/N		=	2.60	

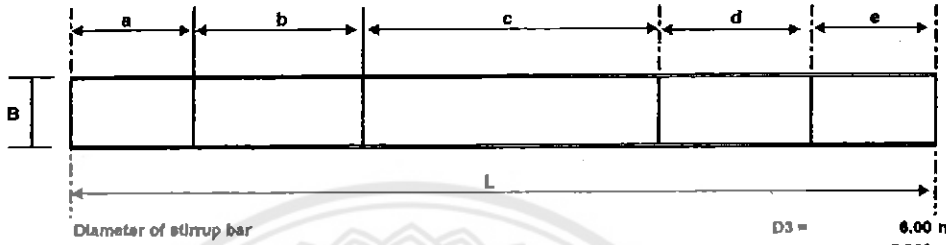
รูปที่ ช. 2 รายการคำนวณออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ขนาด 0.30x0.30

DESIGN FOR STIRRUP BAR

TIS 396-2549 Item 5.2.3.2 and 5.2.3.3 (Table 2)

For 0.30 0.30 14.00 m Solid squared PC.pile

Width of pile	B =	30.00	cm
Length of pile	L =	14.00	m
Concrete covering	S =	2.500	cm
Length of stirrup bar/piece (not included terminated hooks)	=	100.000	cm
Maximum size of aggregate = 3/4"	=	19.050	mm



Diameter of stirrup bar	D3 =	6.00	mm
Cross section area of stirrup bar	=	0.283	cm^2
Volume of stirrup bar/piece	=	28.286	cm^3

Specified length of span cm	Length of span cm	Volume of concrete cm^3	Required Volume of stirrup bar %	Required Volume of stirrup bar cm^3	Used Quantities of stirrup bar pcs	Actual Volume of stirrup bar cm^3	Used Spacing of stirrup bar cm	Remark
a = 1.5 B	45.00	40,500.00	0.50	202.50	8	226.29	6.07	OK
b = 3.0 B	90.00	81,000.00	0.20	162.00	6	169.71	15.00	OK
c	1,130.00	1,017,000.00	0.08	813.60	29	820.29	37.67	NOT OK
d = 3.0 B	90.00	81,000.00	0.20	162.00	6	169.71	15.00	OK
e = 1.5 B	45.00	40,500.00	0.50	202.50	8	226.29	6.07	OK
Total		1,260,000.00		1,542.60	57	1,612.29		OK

For spiral stirrup bar	Length/piece	1.00 m	Total Weight	12.86	kg
For Single stirrup bar	Length/piece	1.10 m	Total Weight	13.92	kg

Diameter of stirrup bar	D3 =	4.00	mm
Cross section area of stirrup bar	=	0.126	cm^2
Volume of stirrup bar/piece	=	12.571	cm^3

Specified length of span cm	Length of span cm	Volume of concrete cm^3	Required Volume of stirrup bar %	Required Volume of stirrup bar cm^3	Used Quantities of stirrup bar pcs	Actual Volume of stirrup bar cm^3	Used Spacing of stirrup bar cm	Remark
a = 1.5 B	45.00	40,500.00	0.50	202.50	2-8	226.29	5.31	OK
b = 3.0 B	90.00	81,000.00	0.20	162.00	13	163.43	6.92	OK
c	1,130.00	1,017,000.00	0.08	813.60	65	817.14	17.12	OK
d = 3.0 B	90.00	81,000.00	0.20	162.00	13	163.43	6.92	OK
e = 1.5 B	45.00	40,500.00	0.50	202.50	2-8	226.29	5.31	OK
Total		1,260,000.00		1,542.60	127	1,596.57		OK

For spiral stirrup bar	Length/piece	1.00 m	Total Weight	13.97	kg
For Single stirrup bar	Length/piece	1.10 m	Total Weight	15.37	kg

Note Specification for stirrup bar

TIS 396-2549 Item 5.2.3.3 (1)- Minimum spacing for span a,b,d and e shall be not less than 1 1/3 times of - maximum size of aggregate

Spacing a,b,d,e > or = 2.54 cm OK

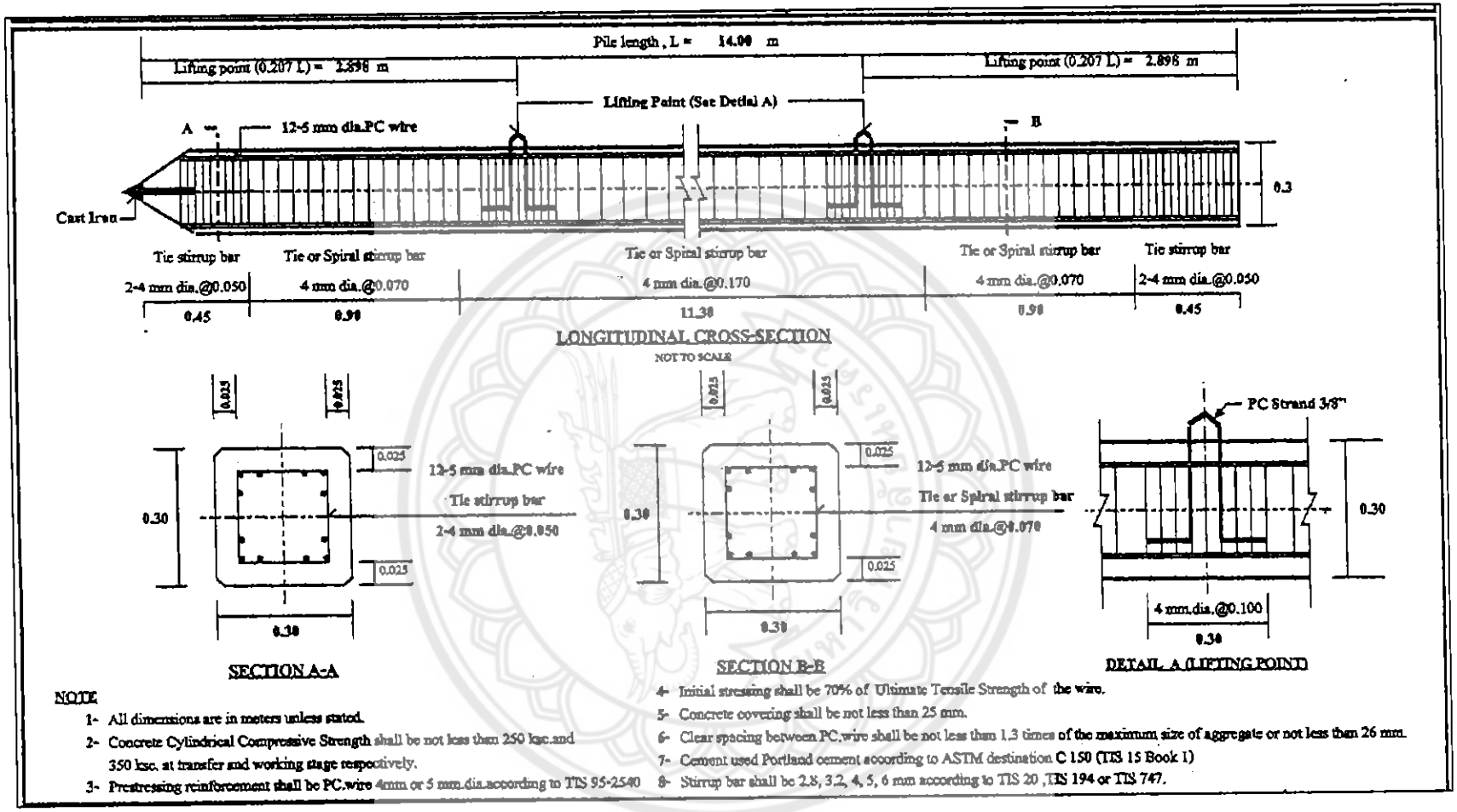
TIS 396-2549 Item 5.2.3.3 (2)- Maximum spacing for span c shall be not more than B-50 mm. and not more than

300 mm. Spacing c < or = 25.00 cm OK

Or Spacing c < or = 30.00 cm OK

TIS 396-2549 Item 5.1.4-For stirrup bar shall be according to TIS 20,TIS 194 or TIS 747

รูปที่ ช. 3 รายการออกแบบเหล็กเสริมเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ขนาด 0.30x0.30



รูปที่ ช. 3 (ต่อ) รายการออกแบบเหล็กเสริมเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ขนาด 0.30x0.30

PRODUCT :	0.45 x 0.45 x 13.00 m. SOLID SQUARED PC.PILE	DATE	19/05/2010
PROJECT :	โครงการก่อสร้างกลุ่มอาคารเฉลิมพระเกียรติ 84 พรรษา มหาวิทยาลัยนเรศวร		
LOCATION :	อ.เมือง จ.พิษณุโลก	ผู้รับจ้าง	บริษัท อี เอ็ม ซี จำกัด (มหาชน)

DESIGN OF PRESTRESSED CONCRETE PILE

0.45 x 0.45 x 13.00 m. SOLID SQUARED PC.PILE

FINAL STAGE					INITIAL STAGE			
At 28Days (Cylinder)	fc'	=	350.00 ksc.		At 1 Day	fac	=	250.00 ksc.
Allowable	fac = 0.45fc'	=	157.50 ksc.		Allowable	fac	=	112.50 ksc.
Allowable	fat = -1.59Sqrt(fc')	=	-29.75 ksc.			fat	=	-12.57 ksc.
PC.wire 4 mm or 5mm	fy	=	17,500.00 ksc.		Section Area, A		=	2,025.00 cm^2
Loss of Prestress		=	20.00 %		Pile Length, L		=	13.00 m.
Perimeter of pile cm.	P =	=	180.00 cm.			Ixx	=	341,718.75 cm^4
						S	=	15,187.50 cm3
						W	=	486.00 kg/m.

##LIFTING POINT##							
	L'	=	0.207xL			=	2.69 m.
	Mdl	=	1/2xWx(L')^2			=	1,759.68 kg.-m.
	Mdl + 30%impact	=	1.3xMdl			=	2,287.58 kg.-m.
##No.of PC.WIRES##							
USE #PC.wires	0.00 Dia-4mm.	+	18.00	Dia-5mm.PC wire	Aps.	=	3.528 cm^2
Prestressing stress	fpi	=	(0.70 x Aps x fy)/A			=	21.34 ksc.
Prestress after losses	fpe	=	0.80xfpi			=	17.07 ksc.
##INITIAL STAGE##							
Compressive stress	fci	=	fpi+(1.3xMdlx100)/S			=	36.40 < 112.50 ksc.
Tensile stress	fti	=	fpi-(1.3xMdlx100)/S			=	6.28 > -12.57 ksc.
##FINAL STAGE##							O.K
Compressive stress		=	fpe+(1.3xMdlx100)/S			=	32.14 < 157.50 ksc.
Tensile stress		=	fpe-(1.3xMdlx100)/S			=	2.01 > -29.75 ksc.
##STRENGTH DESIGN##							O.K
Allowable Direct Load	N	=	(0.33fc'-0.27fpe)xA/1000			=	224.55 ton
Nominal Strength	Pn	=	(0.85fc'-0.60fpe)xA/1000			=	581.69 ton
Safety Factor		=	Pn/N			=	2.59

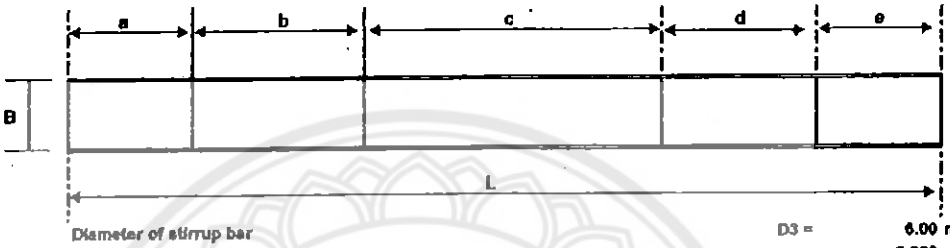
รูปที่ ช. 4 รายการคำนวณออกแบบเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ขนาด 0.45x0.45

DESIGN FOR STIRRUP BAR

TIS 396-2549 Item 5.2.3.2 and 5.2.3.3 (Table 2)

For 0.45 0.45 13.00 m Solid squared PC.pile

Width of pile		B =	45.00 cm
Length of pile		L =	13.00 m
Concrete covering		S =	5.000 cm
Length of stirrup bar/piece (not included terminated hooks)		=	140.000 cm
Maximum size of aggregate	= 3/4"	=	19.050 mm



Diameter of stirrup bar		D3 =	6.00 mm
Cross section area of stirrup bar		=	0.283 cm^2
Volume of stirrup bar/piece		=	39.600 cm^3

Specified length of span cm	Length of span cm	Volume of concrete cm^3	Required Volume of stirrup bar %	Required Volume of stirrup bar cm^3	Used Quantities of stirrup bar pcs	Actual Volume of stirrup bar cm^3	Used Spacing of stirrup bar cm	Remark
a = 1.5 B	67.50	136,687.50	0.50	683.44	18	712.80	3.82	OK
b = 3.0 B	135.00	273,375.00	0.20	546.75	14	554.40	9.64	OK
c	695.00	1,812,375.00	0.08	1,449.90	37	1,465.20	23.55	OK
d = 3.0 B	135.00	273,375.00	0.20	546.75	14	554.40	9.64	OK
e = 1.5 B	67.50	136,687.50	0.50	683.44	18	712.80	3.82	OK
Total		2,632,500.00		3,910.28	101	3,999.60		OK

For spiral stirrup bar	Length/piece	1.40 m	Total Weight	31.39	kg
For Single stirrup bar	Length/piece	1.80 m	Total Weight	13.61	kg

Diameter of stirrup bar		D3 =	4.00 mm
Cross section area of stirrup bar		=	0.126 cm^2
Volume of stirrup bar/piece		=	17.600 cm^3

Specified length of span cm	Length of span cm	Volume of concrete cm^3	Required Volume of stirrup bar %	Required Volume of stirrup bar cm^3	Used Quantities of stirrup bar pcs	Actual Volume of stirrup bar cm^3	Used Spacing of stirrup bar cm	Remark
a = 1.5 B	67.50	136,687.50	0.50	683.44	2-20	704.00	3.42	OK
b = 3.0 B	135.00	273,375.00	0.20	546.75	32	563.20	4.22	OK
c	695.00	1,812,375.00	0.08	1,449.90	83	1,460.80	10.65	OK
d = 3.0 B	135.00	273,375.00	0.20	546.75	32	563.20	4.22	OK
e = 1.5 B	67.50	136,687.50	0.50	683.44	2-20	704.00	3.42	OK
Total		2,632,500.00		3,910.28	217	3,995.20		OK

For spiral stirrup bar	Length/piece	1.40 m	Total Weight	34.99	kg
For Single stirrup bar	Length/piece	1.80 m	Total Weight	37.46	kg

Note Specification for stirrup bar

TIS 396-2549 Item 5.2.3.3 (1)- Minimum spacing for span a,b,d and e shall be not less than 1 1/3 times of - maximum size of aggregate

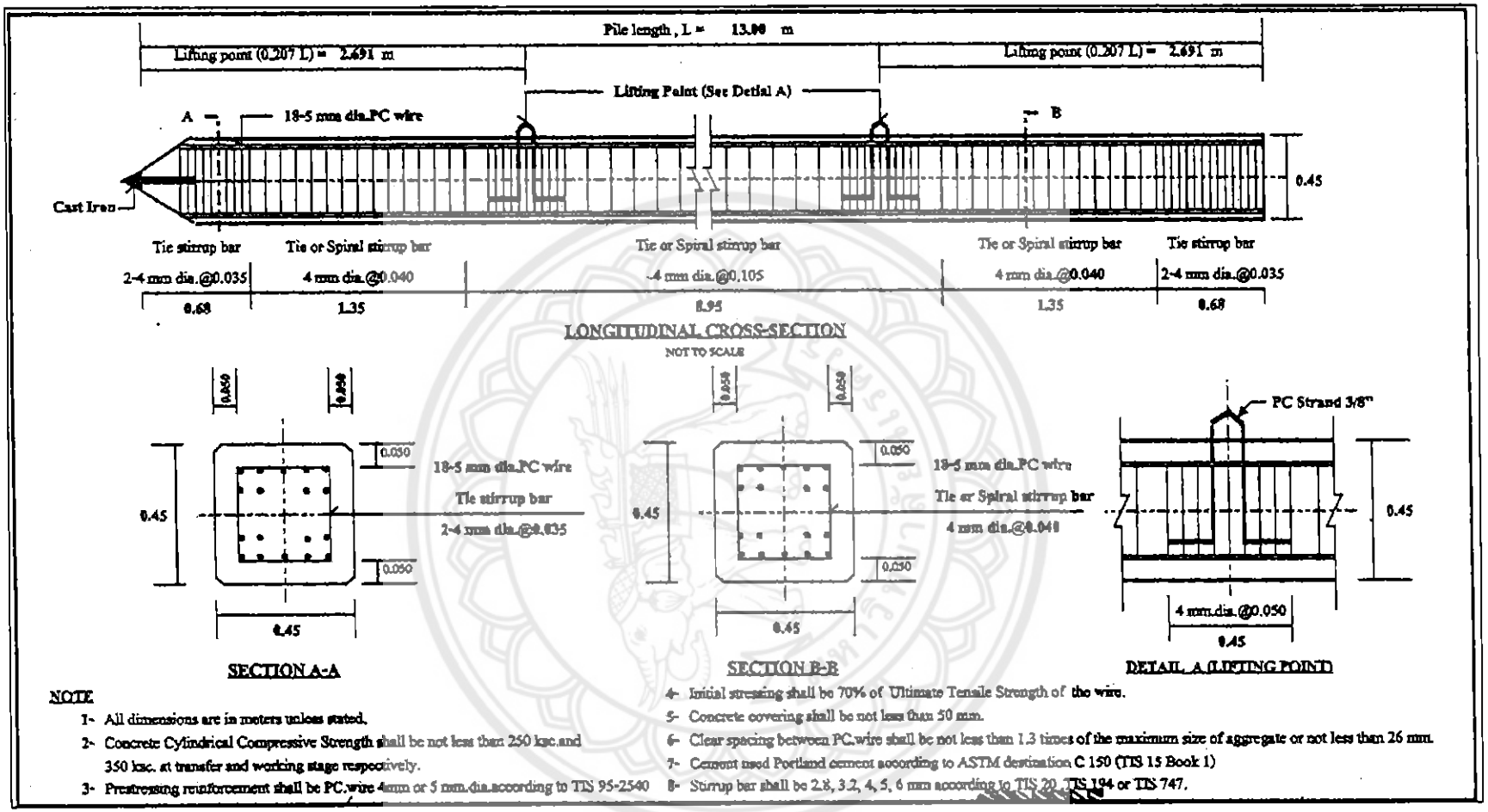
Spacing a,b,d,e > or = 2.54 cm OK

TIS 396-2549 Item 5.2.3.3 (2)- Maximum spacing for span c shall be not more than B-50 mm. and not more than 300 mm. Spacing c < or = 40.00 cm OK

Or Spacing c < or = 30.00 cm OK

TIS 396-2549 Item 5.1.4-For stirrup bar shall be according to TIS 20,TIS 194 or TIS 747

รูปที่ ช. 5 รายการออกแบบเหล็กเสริมเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ขนาด 0.45x0.45



NOTE

1- All dimensions are in meters unless stated.
2- Concrete Cylindrical Compressive Strength shall be not less than 250 ksc.and 350 ksc. at transfer and working stage respectively.
3- Prestressing reinforcement shall be PC.wire 4mm or 5 mm.dia.according to TIS 95-2540
4- Initial stressing shall be 70% of Ultimate Tensile Strength of the wire.
5- Concrete covering shall be not less than 50 mm.
6- Clear spacing between PC.wire shall be not less than 1.3 times of the maximum size of aggregate or not less than 26 mm.
7- Cement used Portland cement according to ASTM destination C 150 (TIS 15 Book 1)
8- Stirrup bar shall be 2.8, 3.2, 4, 5, 6 mm according to TIS 20 ,TIS 194 or TIS 747.

รูปที่ ช. 5 (ต่อ) รายการออกแบบเหล็กเสริมเสาเข็มคอนกรีตอัดแรง ขนาด 0.45x0.45

ภาคผนวก ฌ.

การทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม

โดยวิธี DYNAMIC LOAD TEST

โครงการ : ก่อสร้างโครงการกลุ่มอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถมหาวิทยาลัยนเรศวร

สถานที่ : อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

ตารางที่ ฌ. 1 ตารางสรุปผล ของ CAPWAP

วันที่ทดสอบ	เสาเข็มทดสอบหมายเลข	ชนิดของเสาเข็ม	ความยาวของเสาเข็ม เมตร	ระยะจมของเสาเข็ม[2] (เมตร)	แรงต้านทานที่ผิวเสาเข็ม[1] (ตัน)	แรงต้านทานที่ปลายเสาเข็ม[1] (ตัน)	กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม[1] (ตัน)	หมายเหตุ
10/08/53	1-018 (อาคาร 1)	เสาเข็มเจาะกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 เมตร	19.00	17.80	294.50	97.90	**392.40**	EORD[3]
09/08/53	1-126 (อาคาร 1)	เสาเข็มเจาะกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 เมตร	19.00	17.50	294.50	105.60	**388.10**	EORD[3]
09/08/53	1-289 (อาคาร 1)	เสาเข็มเจาะกลม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.80 เมตร	19.00	17.80	294.50	110.60	**394.50**	EORD[3]
10/08/53	2-124 (อาคาร 2)	เสาเข็มตอกรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 เมตร	14.00	13.00	294.50	85.70	**206.20**	EORD[3]

โครงการ : ก่อสร้างโครงการกลุ่มอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถมหาวิทยาลัยนเรศวร

สถานที่ : อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

ตารางที่ ฌ. 1 (ต่อ) ตารางสรุปผล ของ CAPWAP

วันที่ทดสอบ	เสาเข็มทดสอบหมายเลข	ชนิดของเสาเข็ม	ความยาวของเสาเข็ม เมตร	ระยะจมของเสาเข็ม[2] (เมตร)	แรงต้านทานที่ผิวเสาเข็ม[1] (ตัน)	แรงต้านทานที่ปลายเสาเข็ม[1] (ตัน)	กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม[1] (ตัน)	หมายเหตุ
10/08/53	2-241 (อาคาร 2)	เสาเข็มตอกรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 เมตร	14.00	13.00	126.30	92.50	**218.80**	EORD[3]
10/08/53	2-289 (อาคาร 2)	เสาเข็มตอกรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 เมตร	14.00	12.80	123.60	80.20	**203.80**	EORD[3]
10/08/53	3-051 (อาคาร 3)	เสาเข็มตอกรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 เมตร	14.00	13.00	125.40	85.60	**211.00**	EORD[3]
10/08/53	3-091 (อาคาร 3)	เสาเข็มตอกรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 เมตร	14.00	12.70	121.10	88.40	**209.50**	EORD[3]

โครงการ : ก่อสร้างโครงการกลุ่มอาคารเรียนห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ อาคารจอดรถ และลานจอดรถมหาวิทยาลัยนเรศวร

สถานที่ : อำเภอเมืองพิษณุโลก จังหวัดพิษณุโลก

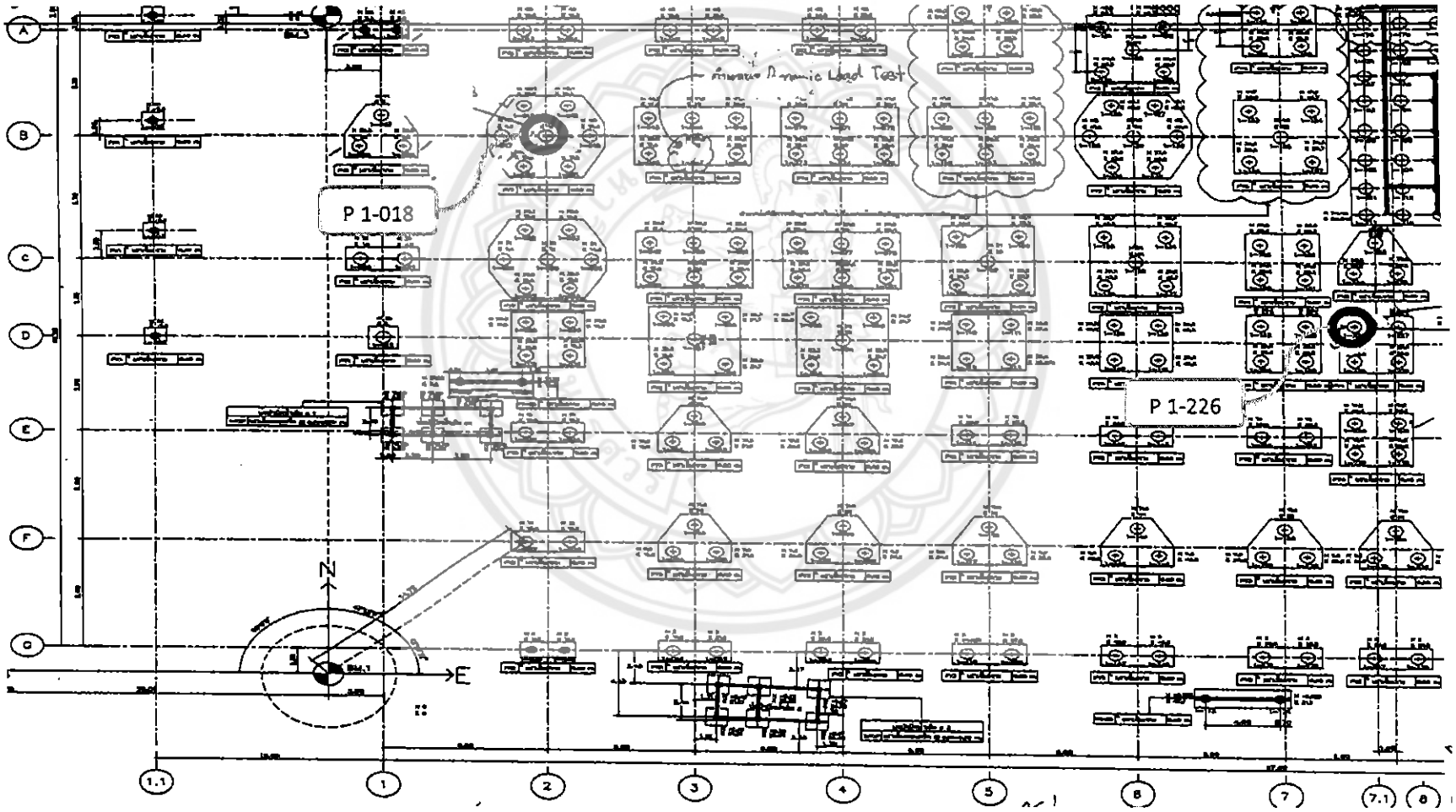
ตารางที่ ฌ. 1 (ต่อ) ตารางสรุปผล ของ CAPWAP

วันที่ทดสอบ	เสาเข็มทดสอบหมายเลข	ชนิดของเสาเข็ม	ความยาวของเสาเข็ม เมตร	ระยะจมของเสาเข็ม[2] (เมตร)	แรงต้านทานที่ผิวเสาเข็ม[1] (ตัน)	แรงต้านทานที่ปลายเสาเข็ม[1] (ตัน)	กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม[1] (ตัน)	หมายเหตุ
10/08/53	3-192 (อาคาร 3)	เสาเข็มตอกรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 เมตร	14.00	12.60	121.30	80.20	**201.50**	EORD[3]
09/08/53	4-20 (อาคาร 4)	เสาเข็มตอกรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 เมตร	16.00	12.70	128.80	84.40	**213.20**	EORD[3]
10/08/53	4-44 (อาคาร 4)	เสาเข็มตอกรูปสี่เหลี่ยม ขนาด 0.45 เมตร	16.00	12.60	132.20	74.80	**207.00**	EORD[3]

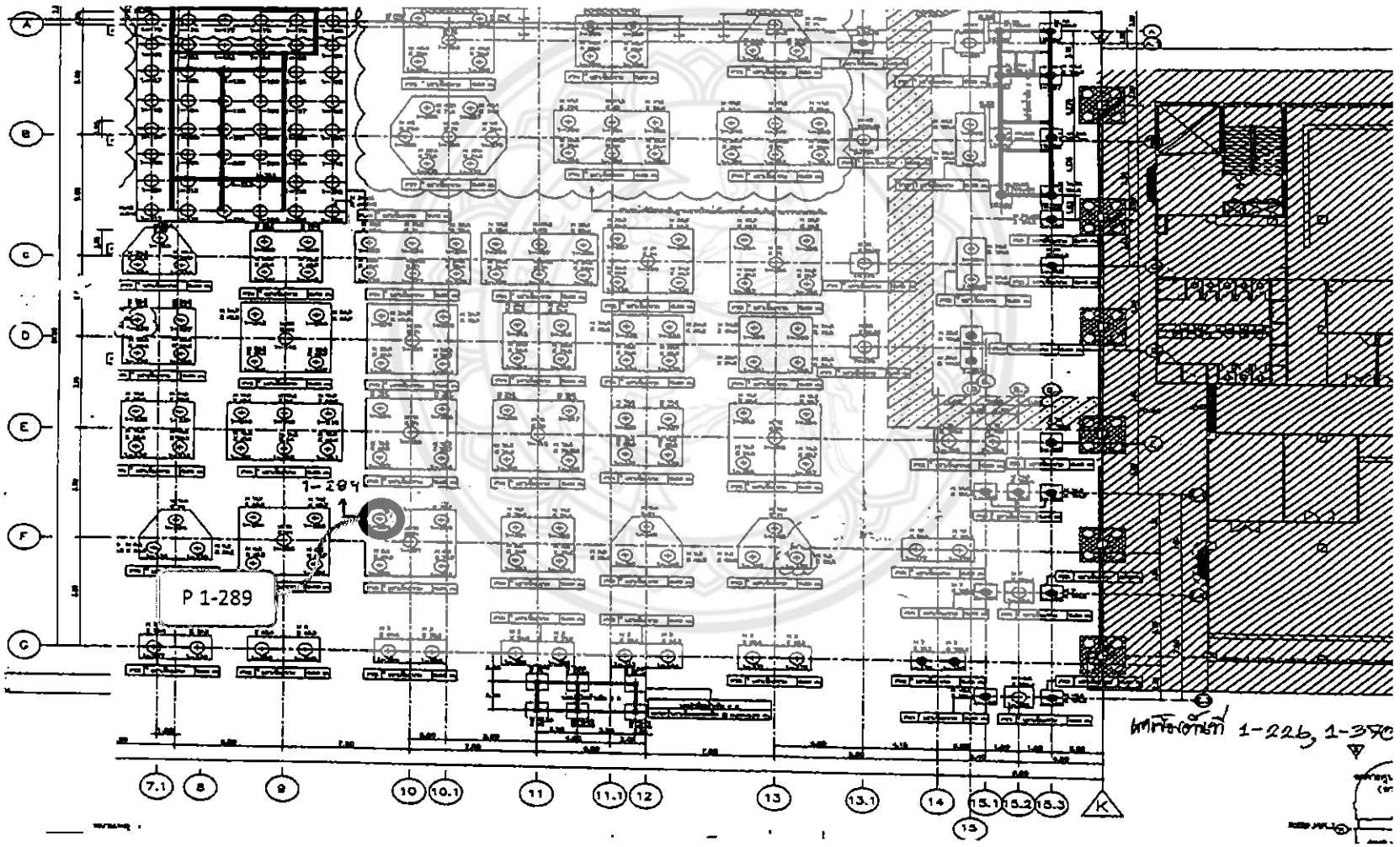
หมายเหตุ : [1] ค่าที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม CAPWAP [2] ระยะจมของเสาเข็มเทียบระดับดินเดิมขณะทดสอบ

[3] การทดสอบแบบภายหลังการเจาะและภายหลังการตอดเสาเข็ม (End Of Restrike Drive)

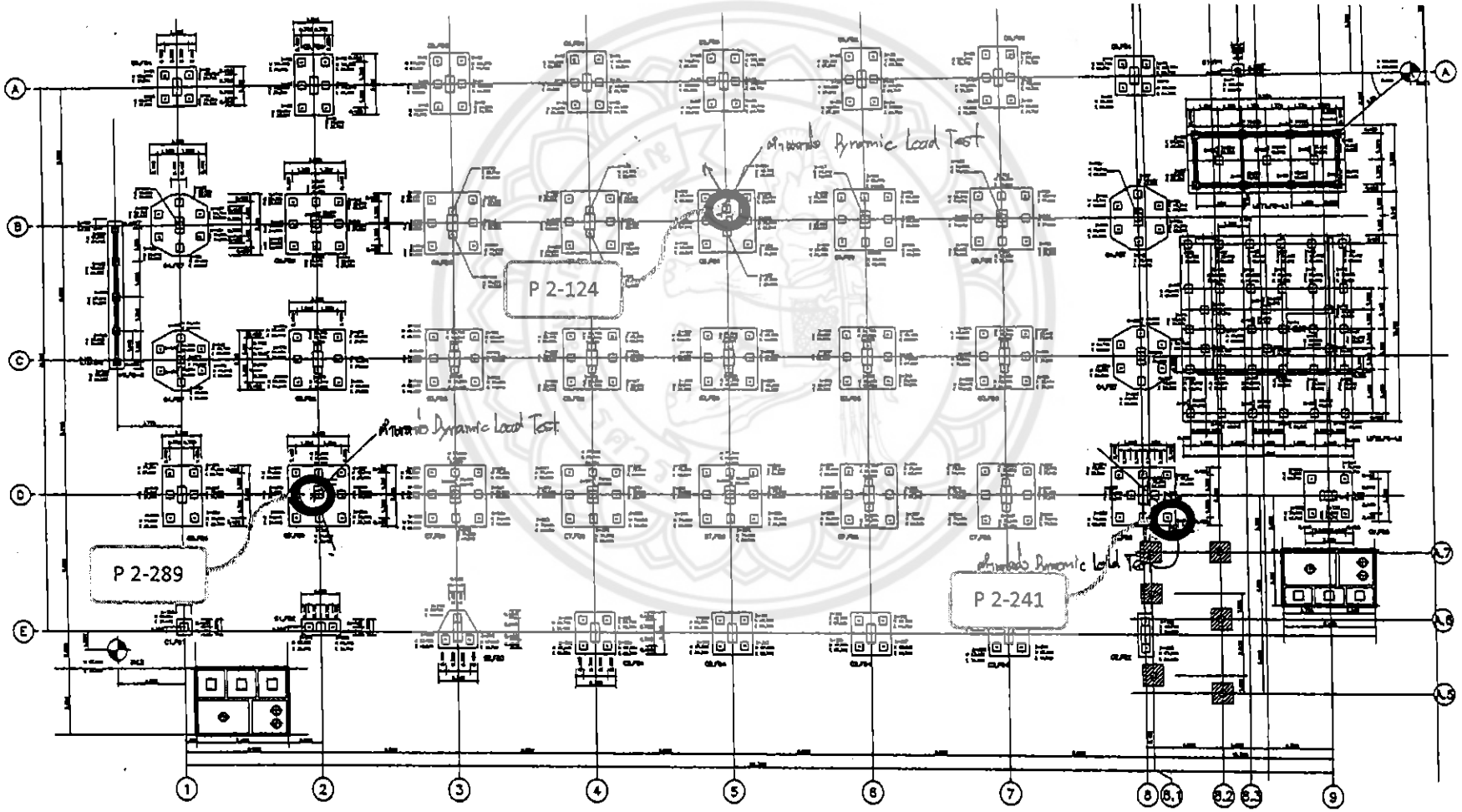
แปลนตำแหน่งเสาเข็มที่ทดสอบ อาคาร 1 (ส่วนที่ 1)

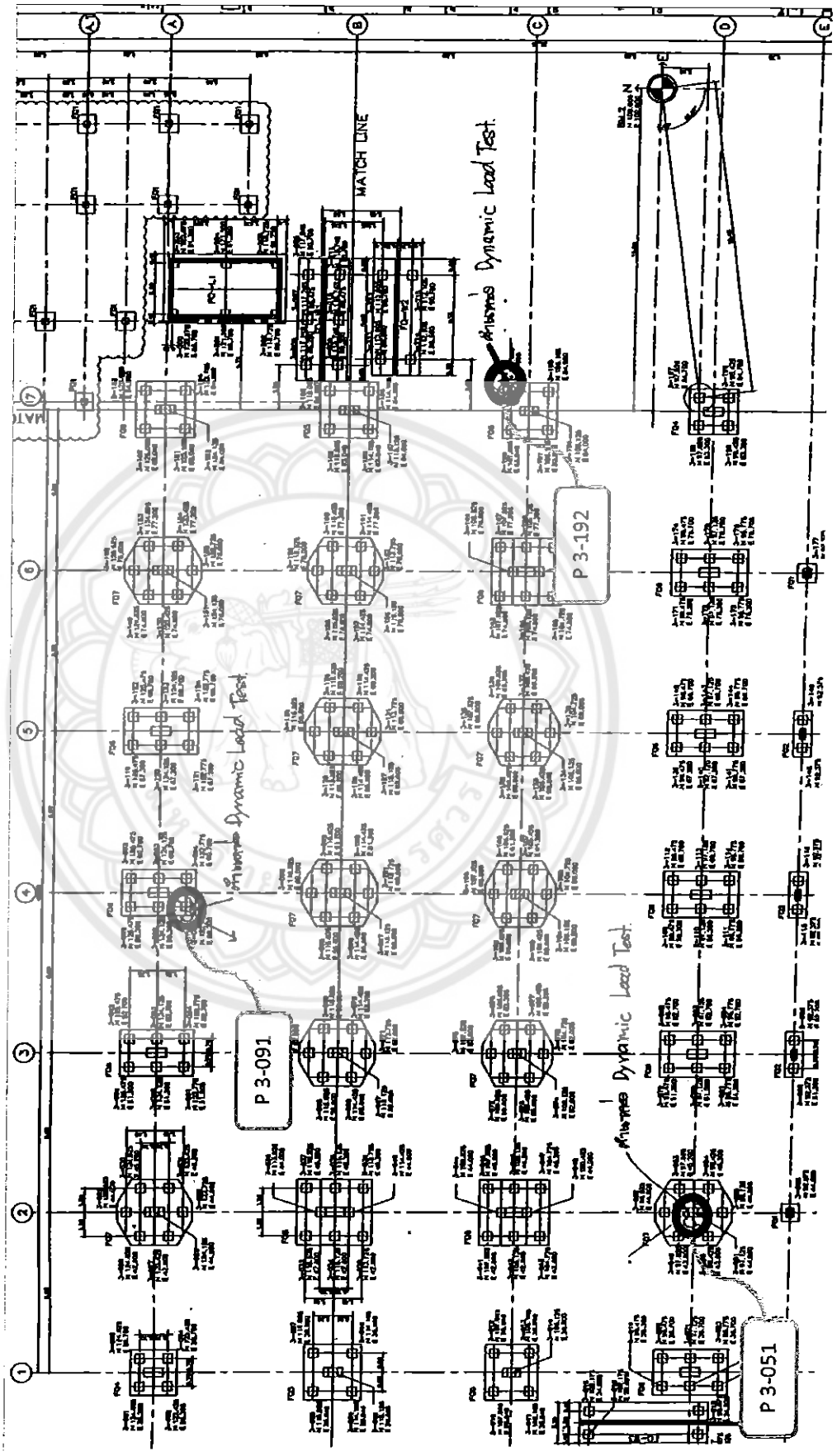


แปลนตำแหน่งเสาเข็มที่ทดสอบ อาคาร 1 (ส่วนที่ 2)



แปลนตำแหน่งเสาเข็มที่ทดสอบ อาคาร 2





แปลนตำแหน่งเสาเข็มทดสอบ อาคาร 3

แปลนตำแหน่งเสาเข็มที่ทดสอบ อาคาร 4