สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

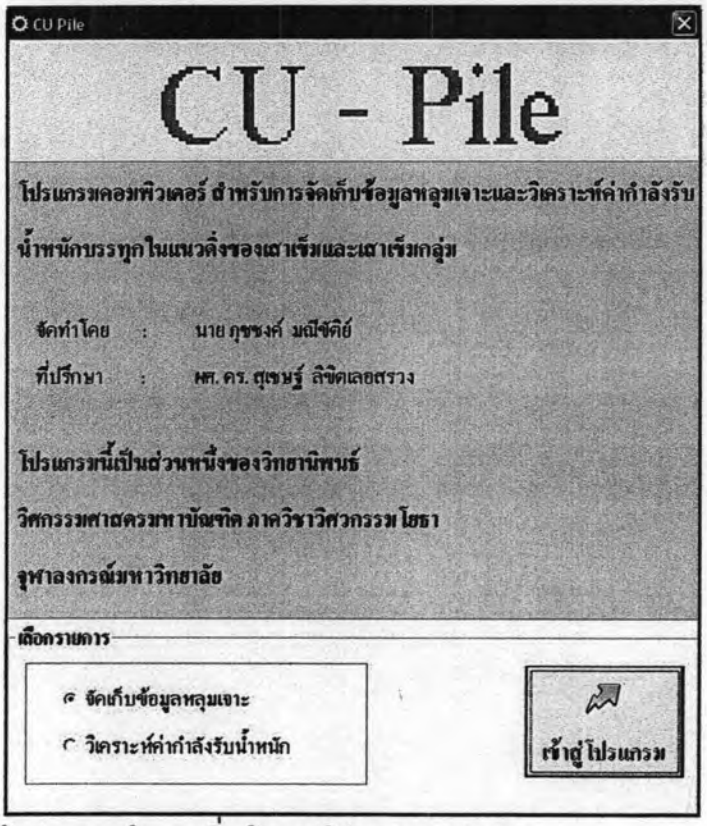
บทที่ 4

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมและตัวอย่าง

4.1 การใช้โปรแกรม

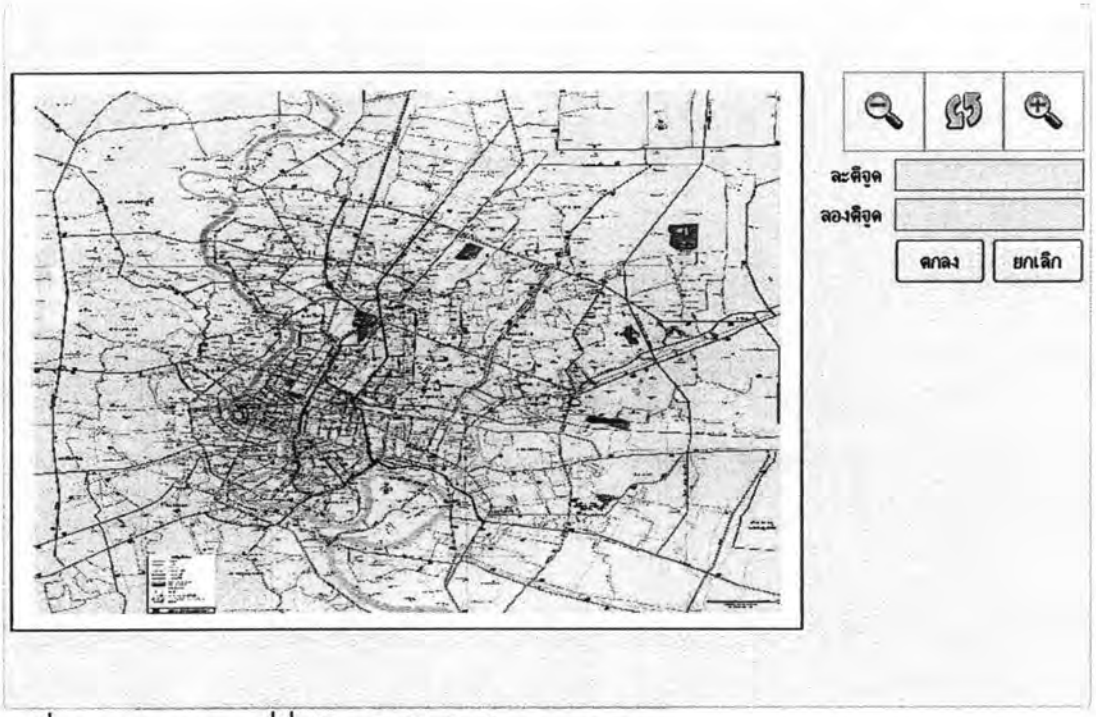
4.1.1ภาพรวมของโปรแกรม

โปรแกรมCU-Pileได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบเสาเข็มสำหรับชั้นดินบริเวณกรุงเทพฯ และเพื่อจัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะ โดยโปรแกรมจะมีขั้นตอนการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การจัดเก็บข้อมูล และการวิเคราะห์ค่ากำลังรับน้ำหนัก ดังแสดงในรูปที่ 4.1



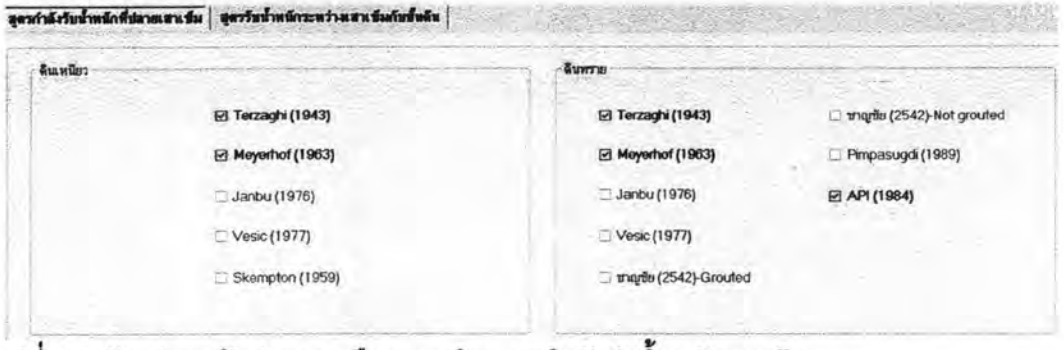
รูปที่ 4.1 แบบหน้าต่างการทำงานเริ่มต้นของโปรแกรม CU-Pile

ในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลชั้นดิน โปรแกรมได้ออกแบบการจัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะในรูปแบบของพิกัดละติจูดและลองติจูดดังรูปที่ 4.2 เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ในการออกแบบและใช้เป็นฐานข้อมูลหลุมเจาะในอนาคต ทั้งนี้การจัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะจะถูกเก็บและแสดงในรูปแบบของแผนที่บนหน้าจอการใช้งาน และเมื่อทำการใส่ข้อมูลหลุมเจาะเรียบร้อยแล้วทางโปรแกรมจะมีทางเลือกในการบันทึกข้อมูลทั้งหมด 2 รูปแบบคือ บันทึกในรูปแบบของไฟล์CU-Pile (*.cup) และฐานข้อมูล (database)

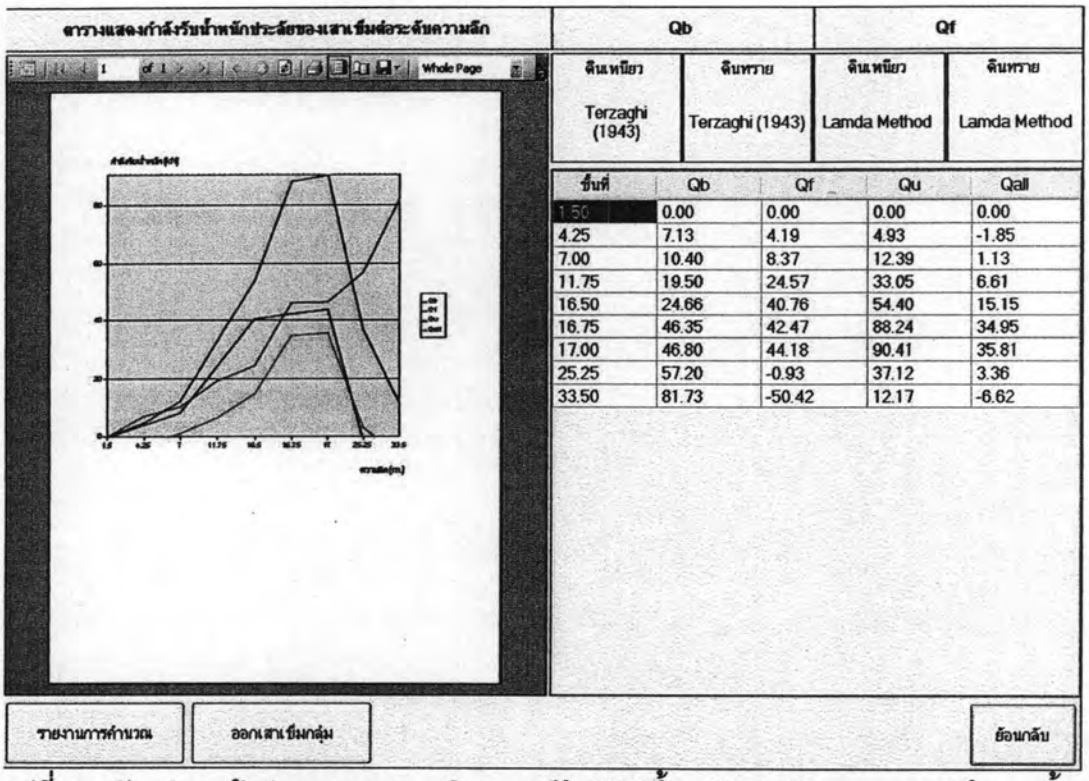


รูปที่ 4.2 แสดงรูปแผนที่ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะ

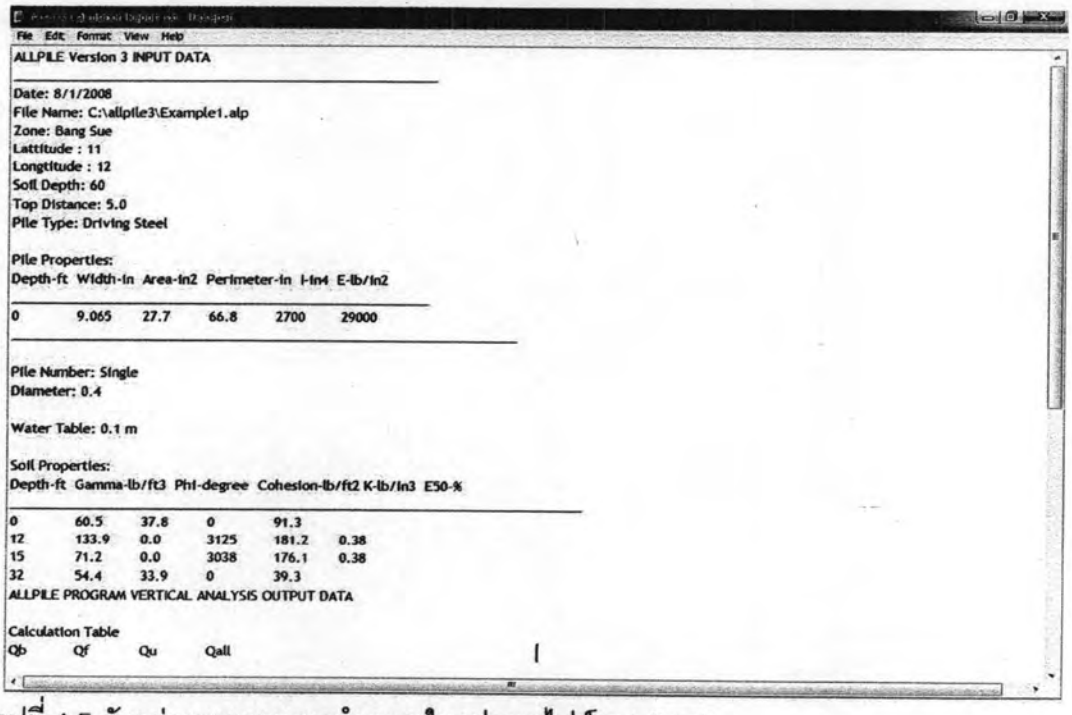
ในส่วนการวิเคราะห์ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุก โปรแกรมสามารถออกแบบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มได้ทั้งเสาเข็มเดี่ยวและเสาเข็มกลุ่ม ทางโปรแกรมได้ออกแบบทางเลือกในการเรียกข้อมูลออกมาใช้ในการวิเคราะห์ 3 รูปแบบ คือ 1. เรียกจากไฟล์ CU-Pile (*.cup) 2. เรียกจากฐานข้อมูลและ 3. เรียกจากแผนที่ ในส่วนนี้โปรแกรมจะนำข้อมูลที่บันทึกลงในฐานข้อมูลมาแสดงในรูปแบบของแผนที่ เพื่อความสะดวกในการเลือกใช้ เมื่อทำการเลือกข้อมูลหลุมเจาะและเลือกใส่ข้อมูลเสาเข็มเรียบร้อยแล้วจากนั้นเข้าสู่หน้าต่างการเลือกสูตรในการคำนวณซึ่งมีสูตรให้เลือกในการออกแบบทั้งหมด 21 สูตรดังแสดงตัวอย่างการเลือกสูตรการคำนวณกำลังรับน้ำหนักบรรทุกในรูปที่ 4.3 โดยเราสามารถเลือกที่จะออกแบบเสาเข็มได้ 2 วิธีคือ การออกแบบเสาเข็มตลอดความลึกของชั้นดินดังตัวอย่างรูปที่ 4.4 และในส่วนการเขียนรายงานการคำนวณทางโปรแกรมได้ออกแบบไว้ 2 รูปแบบคือ เป็นไฟล์Text(*.txt) ดังรูปที่ 4.5 และ ไฟล์Excel (*.xls) และรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างหน้าต่างการเลือกสูตรคำนวณกำลังรับน้ำหนักเสาเข็ม



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างหน้าต่างแสดงผลการวิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักเสาเข็มตลอดความลึกของชั้นดิน



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างรายงานการคำนวณในรูปแบบไฟล์text (*.txt)

Microsoft Excel

ResultXls

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		CU-Pile						
2								
3		วัน/เดือน/ปี :	1/8/2008		ละดิจุด :	8		
4		เขต :	บางพลี		ลองดิจุด :	99		
5		ชื่อหลุมเจาะ :		คำอธิบายอื่นๆ :	xxxx			
6		ชื่อโครงการ :						
7		หน่วย :	Metric (T, m)					
8								
9		ชนิดเสาเข็ม :	Single		จำนวนเสาเข็ม :		ต้น	
10		ชนิดเสาเข็ม :	Bore Pile					
11		ชนิดของวัสดุ :	Concrete					
12		เส้นรอบรูปเสาเข็ม :	0.72	เมตร	(รูปเสาเข็ม)			
13		พื้นที่หน้าตัด :	0.0324	ตารางเมตร				
14		กว้าง :	78	ต้นต่อเมตร				
15		น้ำหนัก:						
16								
17		ความลึกหลุมเจาะ :		เมตร				
18		ชั้นดินถม :	1.5	เมตร				
19				คุณสมบัติของชั้นดิน				
20				ระดับน้ำใต้ดิน :		เมตร		
21								

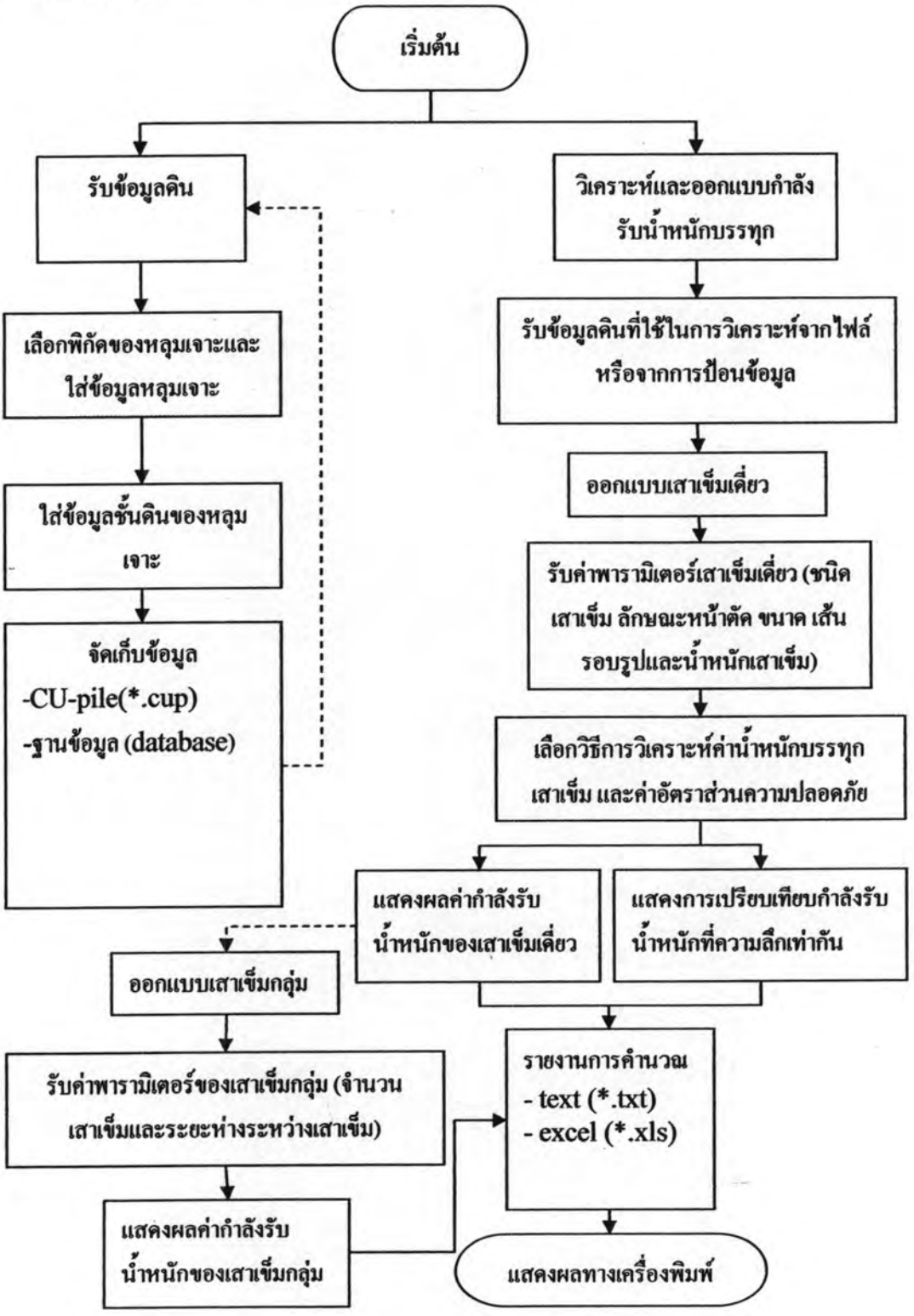
	ความลึก	ชนิดของดิน	หน่วยน้ำหนัก	มุมของแรงเสียดทานภายใน	ความเชื่อมแน่น	จำนวนครั้งการตอก SPT	โมดูลัสความยืดหยุ่นของดิน	อัตราส่วนปัวซ็องของดิน	ความ
22									
23									
24	1.5	Top Soil							
25	14.5	Medium Clay	1.576	27	2.541	9	508		
26	5.5	Stiff Clay	1.975	31	27.62	41	6905		
27	9.5	Dense Sand	2	40.7	10.82	61	98000		
28									
29				สูตรการคำนวณ					
30		กำลังรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม			กำลังรับน้ำหนักระหว่างเสาเข็มกับชั้นดิน				
31		ดินเหนียว	ดินทราย		ดินเหนียว	ดินทราย			
32		Terzaghi(1943)	Terzaghi(1943)		Alpha	Meyerhof(1956)			

พร้อม

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างรายงานการคำนวณในรูปแบบไฟล์Excel(*.xls)

4.1.2 ขั้นตอนการใช้งาน

ขั้นตอนการทำงานของโปแกรม CU-Pile ทั้งหมดสามารถสรุปโดยใช้ flow chart ที่ 4.7 ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 ขั้นตอนการทำงานบนโปรแกรม CU-Pile

จากรูปที่ 4.7 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม CU-Pile แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ จัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะ และ วิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักบรรทุก ในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะ มีการทำงานอยู่ 3 ขั้นตอน คือ

1. เลือกพิกัดหลุมเจาะและกรองข้อมูลหลุมเจาะ ขั้นตอนนี้จะมีแผนที่ประกอบช่วยในการหาพิกัดของหลุมเจาะ

2. กรอกข้อมูลชั้นดินของหลุมเจาะ

3. จัดเก็บข้อมูล โดยสามารถจัดเก็บได้ 2 รูปแบบ คือ ไฟล์ CU-Pile (*.cup) และฐานข้อมูล (database)

เมื่อทำเสร็จทั้ง 3 ขั้นตอนแล้วสามารถจัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะใหม่โดยวนกลับไปทำในขั้นที่ 1 หรือกลับไปที่เมนู เพื่อไปทำในส่วนการวิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักของเสาเข็ม

โดยในส่วนนี้มีขั้นตอนการทำงานทั้งหมด 6ขั้นตอน ดังนี้

1. รับข้อมูลดินที่ใช้ในการวิเคราะห์จากไฟล์ โดยเรียกจากฐานข้อมูลและไฟล์CU-Pile(*.cup)

2. ออกแบบเสาเข็มเดี่ยว

3. รับค่าพารามิเตอร์ของเสาเข็ม ได้แก่ ชนิดของเสาเข็ม ชนิดของวัสดุรูปเสาเข็มและขนาดของเสาเข็ม ต่อไปขั้นตอนที่

4. เลือกวิธีการวิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็มและค่าอัตราส่วนปลอดภัย โดยขั้นตอนนี้จะมีสูตรเพื่อให้ผู้งานเลือกวิธีในการวิเคราะห์

5. การแสดงผล โดยโปรแกรมสามารถแสดงผลได้ 2 รูปแบบ คือ ค่ากำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มเดี่ยวและกราฟแท่งแสดงการเปรียบเทียบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกที่ความลึกเท่ากัน

6. แสดงรายการคำนวณ แบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ ไฟล์notepad และ excelโดยในส่วนการแสดงผลค่ากำลังรับน้ำหนักเสาเข็มเดี่ยวสามารถออกแบบเสาเข็มกลุ่มต่อไปได้ มีขั้นตอนการออกแบบอีก 2 ขั้นตอน คือ 1. รับค่าพารามิเตอร์ของเสาเข็มกลุ่ม คือ จำนวนเสาเข็มตามแนวแกน x และแกน y ค่าและอัตราส่วนความปลอดภัย 2. แสดงผลค่ากำลังรับน้ำหนักเสาเข็มกลุ่ม

4.1.3 ขีดจำกัดของโปแกรม

โปรแกรมนี้มีข้อกำจัดอยู่หลายข้อด้วยกันโดยสรุปได้ดังนี้

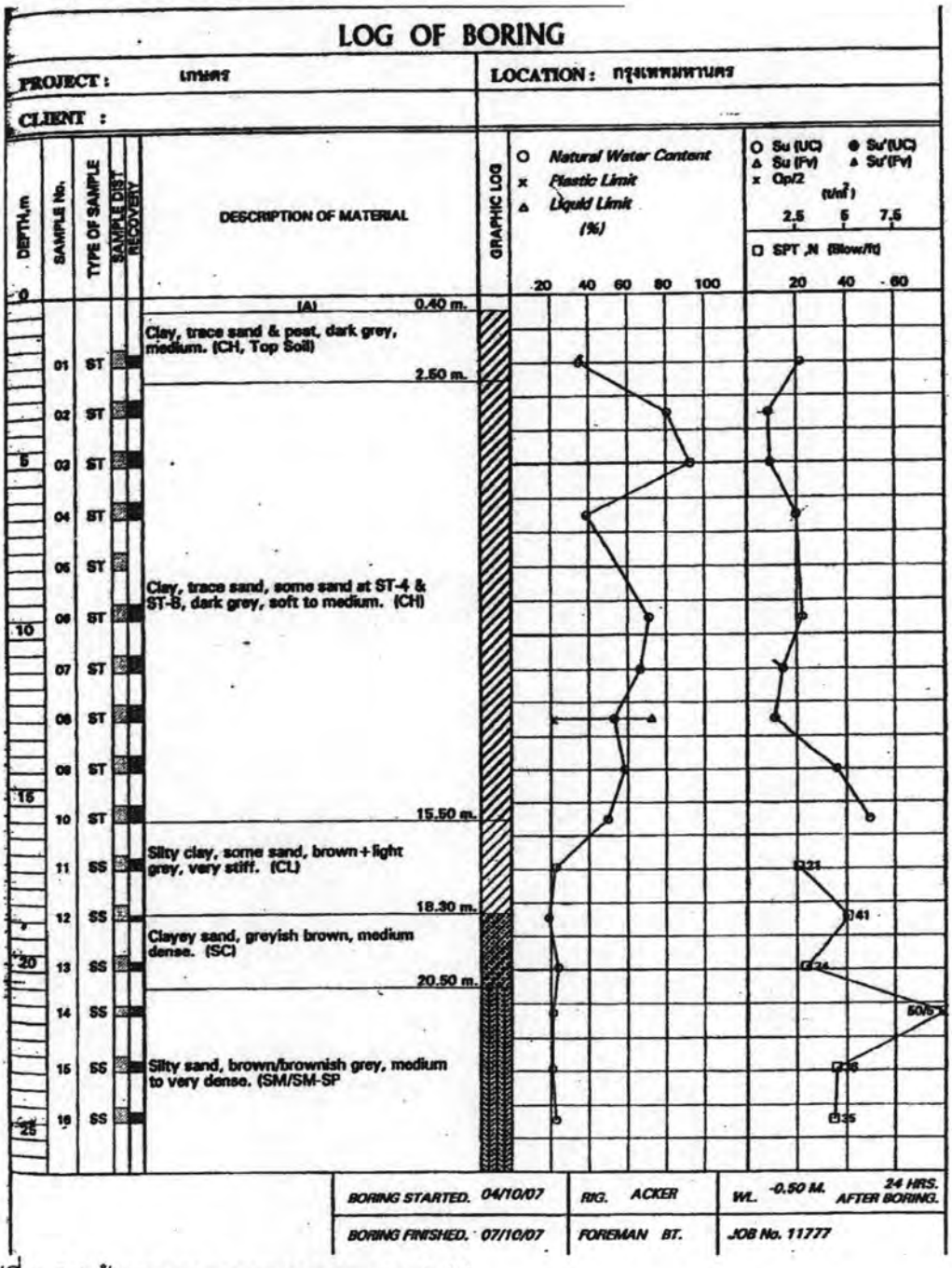
1. สามารถจัดเก็บข้อมูลได้เฉพาะเขตกรุงเทพมหานคร เพราะโปรแกรมมีแผนที่ใช้งานเฉพาะแผนที่กรุงเทพฯเท่านั้นซึ่งอาจพัฒนาได้ในอนาคต
2. หน่วยที่ใช่ในการคำนวณคือเมตริก(t,m) กับ SI (kN,m)

3. ชั้นดินสูงสุดสามารถวิเคราะห์ได้ไม่เกิน 10 ชั้นดิน
4. โปรแกรมสามารถวิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักตลอดความความลึกทีละครึ่งชั้นดิน
5. สามารถวิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักเสาเข็มในแนวดิ่งเท่านั้น

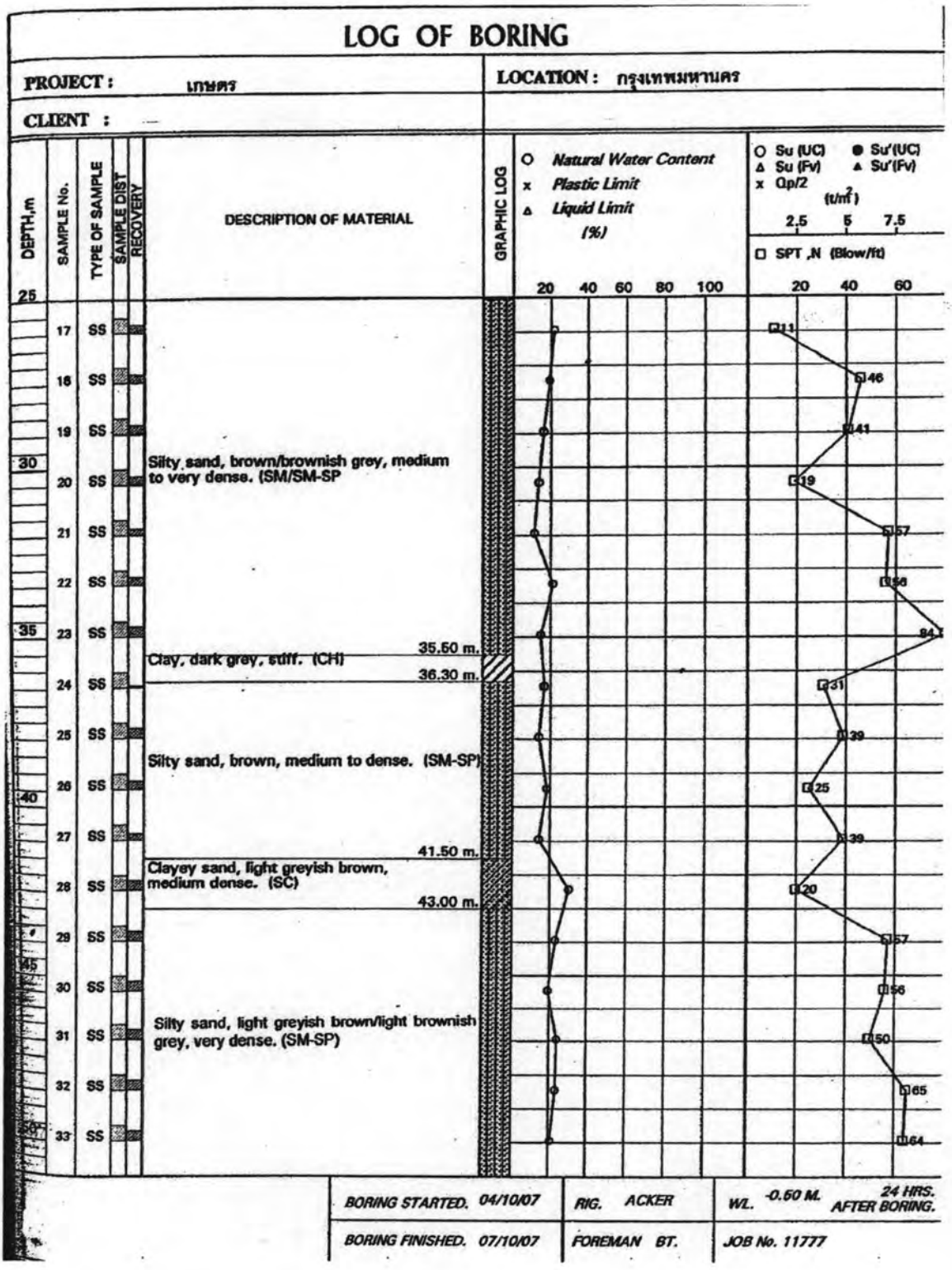
4.2 ตัวอย่างการใช้งาน

4.2.1 ตัวอย่างที่ 1 เปรียบเทียบกำลังรับน้ำหนักเสาเข็มโดยโปรแกรม CU-Pile เปรียบเทียบกับผลการทดสอบ Static Pile Load Test

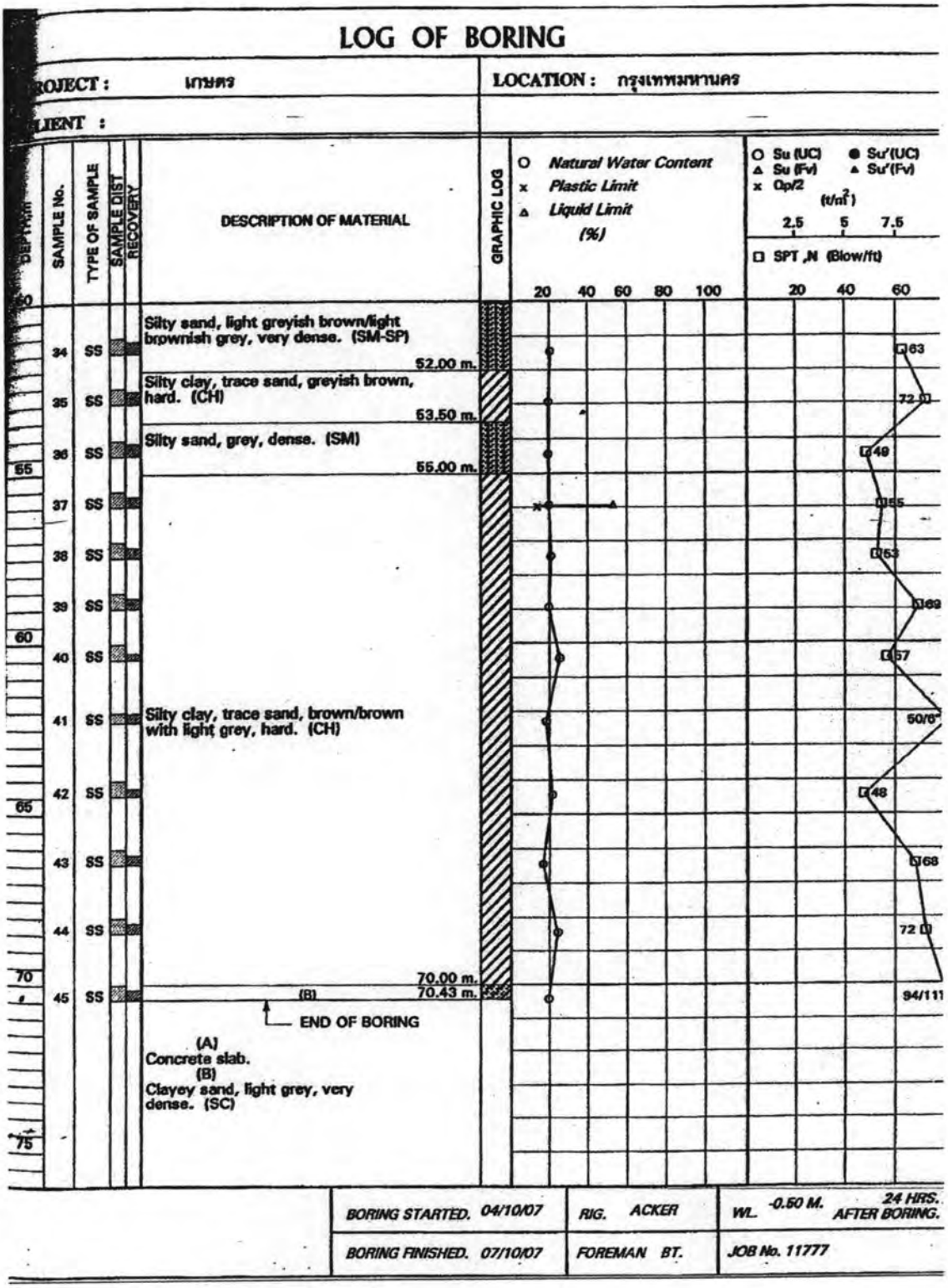
ข้อมูลหลุมเจาะ A ในเขตบางเขน



รูปที่ 4.8.1 ข้อมูลหลุมเจาะของหลุมเจาะ A (1)



รูปที่ 4.8.2 ข้อมูลหลุมเจาะของหลุมเจาะ A (2)



รูปที่ 4.8.3 ข้อมูลหลุมเจาะของหลุมเจาะ A (3)

ตารางที่ 4.1 ข้อมูล Static Pile Load Test จากหลุมเจาะ A ในเขตบางเขน

Project	Test Method	Pile Length (m.)	Diameter (m.)	F.S	Design Load (Ton)
Kasert	Static	52.5	0.8	2.5	420

สมมุติฐาน

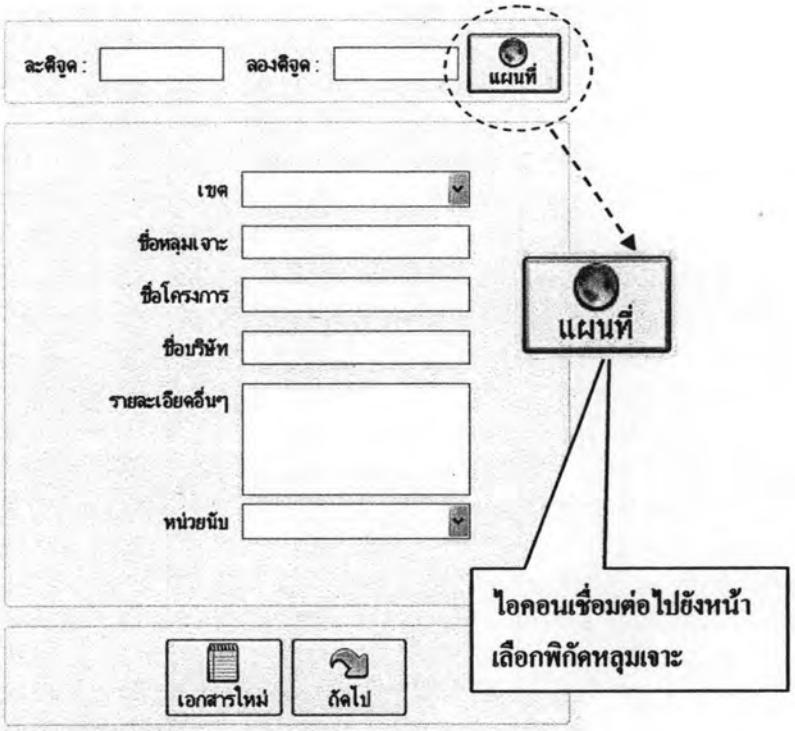
1. ข้อมูลหลุมเจาะจากเขตบางเขนแห่งหนึ่งจำนวน 1 หลุม
2. เลือกเสาเข็มเจาะคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงโดยใช้แรงเหวี่ยงขนาด 0.8 เมตร
3. สูตรที่เลือกใช้มี
    3.1 สำหรับคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกที่ปลายเสาเข็ม
        - Meyerhof (1963) กับ Terzaghi (1943) ในชั้นดินเหนียว
        - Meyerhof (1963) กับ Terzaghi (1943) ในชั้นดินทราย
    3.2 สำหรับคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกจากแรงเสียดทานระหว่างเสาเข็มกับชั้นดิน
        - Alpha ในชั้นดินเหนียว
        - ธยานันท์-โพลิเมอร์ ธยานันท์-เบนโทไนส์ และ Beta method ในชั้นดินทราย
4. ค่าอัตราส่วนปลอดภัย เท่ากับ 2.5

วิธีทำ

ขั้นตอนแรกให้เลือก "จัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะ" แล้วเลือก "เข้าสู่โปรแกรม" เพื่อเริ่มการทำงาน ดังรูปที่ 4.9

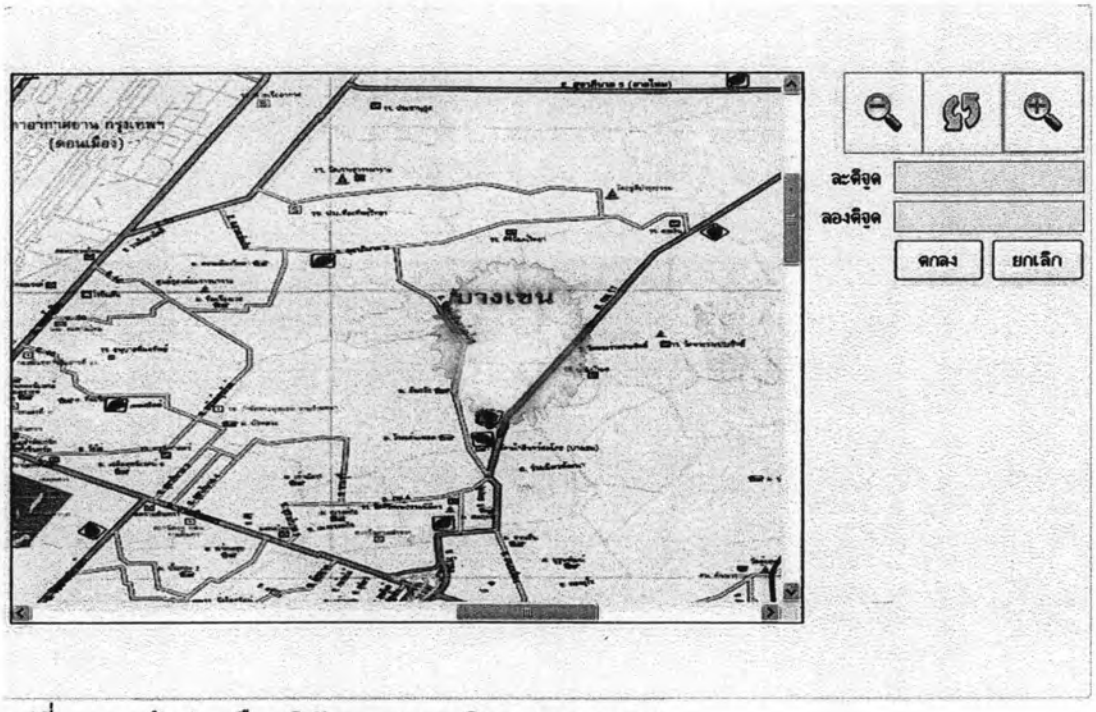
รูปที่ 4.9 ขั้นตอนการเข้าสู่หน้าต่างการเลือกข้อมูลหลุมเจาะ

หน้าต่างถัดไปเป็นหน้าต่างใส่ข้อมูลหลุมเจาะ ดังรูปที่ 4.10 โดยหน้าต่างนี้สามารถเชื่อมต่อไปยังหน้าต่างเลือกพิกัดหลุมเจาะเพื่อกำหนดหลุมเจาะจากแผนที่ ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.10 หน้าต่างกรอกข้อมูลหลุมเจาะ

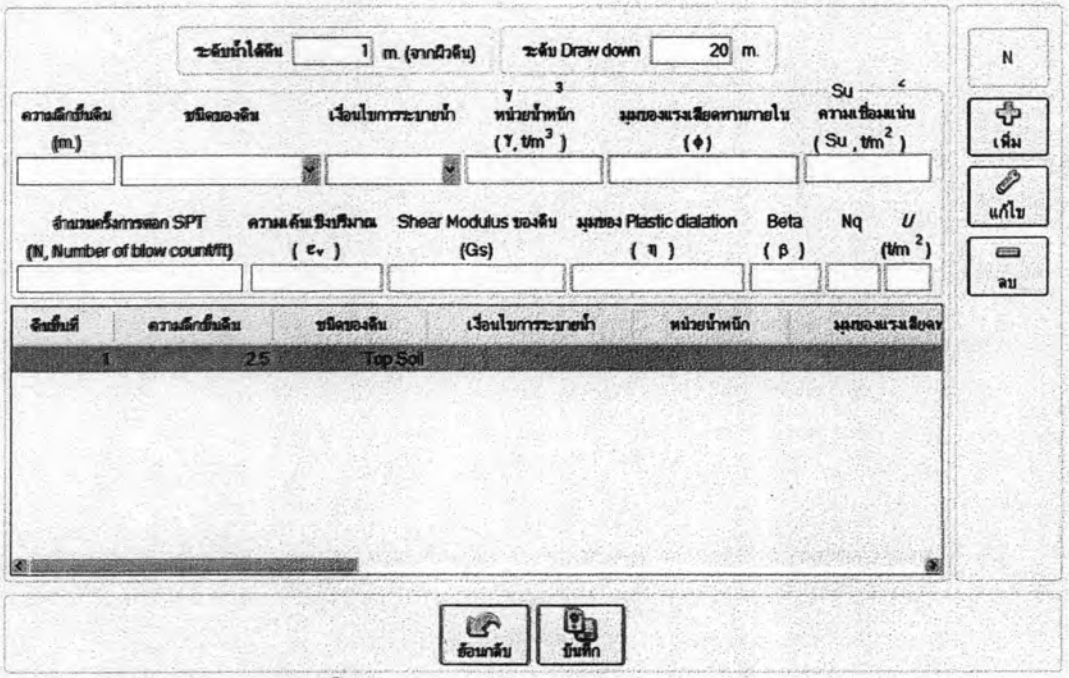
จากรูปที่ 4.10 ข้อมูลที่จำเป็นต้องใส่ คือ ค่าละติจูด, ลองติจูด,เขต และหน่วย หากข้อมูลไม่ครบทุกช่อง โปรแกรมจะรันไม่ผ่านหน้าต่างนี้



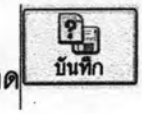
รูปที่ 4.11 หน้าต่างเลือกพิกัดหลุมเจาะบริเวณเขตบางเขน

เมื่อกด

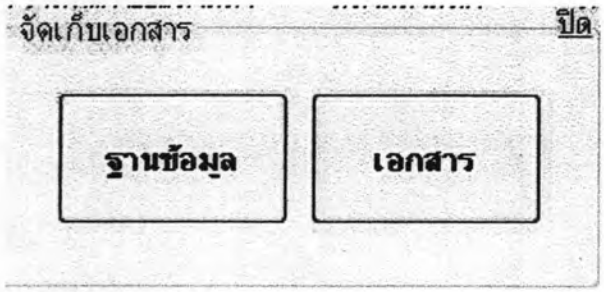
โปรแกรมจะเข้าไปสู่หน้าต่างใส่ข้อมูลชั้นดินของหลุมเจาะ ใส่ค่าข้อมูลชั้นดิน ที่ต้องการโดยต้องกรอกทีละชั้นดินจากชั้นบนดินถมลงมาพร้อมกับค่าระดับน้ำใต้ดิน ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการกรอกชั้นดินของหลุมเจาะ

จากรูปที่ 4.12 ข้อมูลหลักที่ต้องกรอกคือค่า ความลึกของชั้นดิน, ชนิดของดิน, เงื่อนไขการระบายน้ำ ส่วนค่าอื่นๆที่เหลือต้องกรอกด้วยทั้งนี้เนื่องจากความต้องการค่าต่างๆของสูตรไม่เป็นกัน ถ้าต้องไม่ครบตามความต้องการของสูตร สูตรนั้นจะไม่ปรากฏออกมาให้เลือกใช้ แล้วกด 

โปรแกรมจะโชว์หน้าต่างการบันทึกข้อมูลหลุมเจาะ ดังรูปที่ 4.13

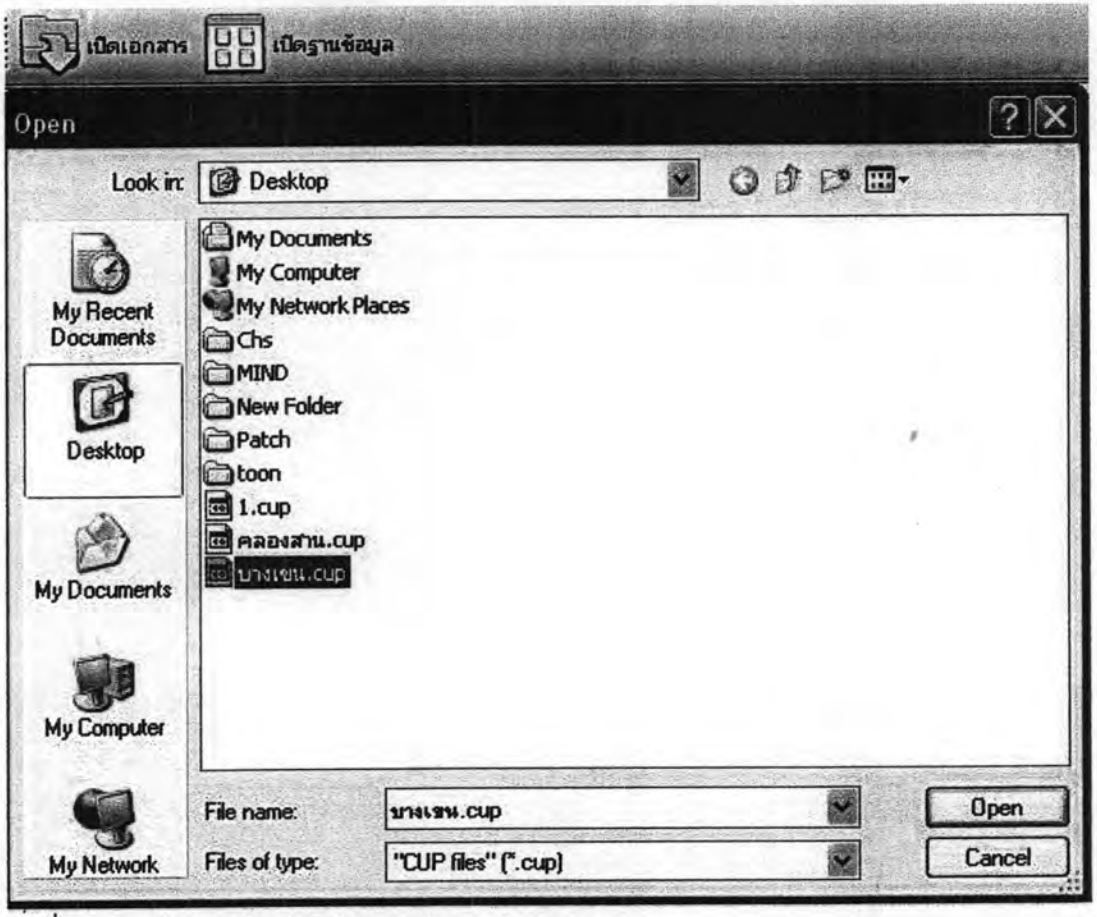


รูปที่ 4.13 หน้าต่างจัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะ

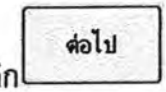
โดยเลือกบันทึกเป็นเอกสาร CU-Pile (*.cup) ชื่อ "บางเขน 1" เสร็จแล้วจึงเข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม โดยกลับไปหน้าเมนูหลักเลือก "วิเคราะห์กำลังรับน้ำหนัก" แล้วเลือก "เข้าสู่โปรแกรม" เพื่อเริ่มการทำงาน ดังรูปที่ 4.14

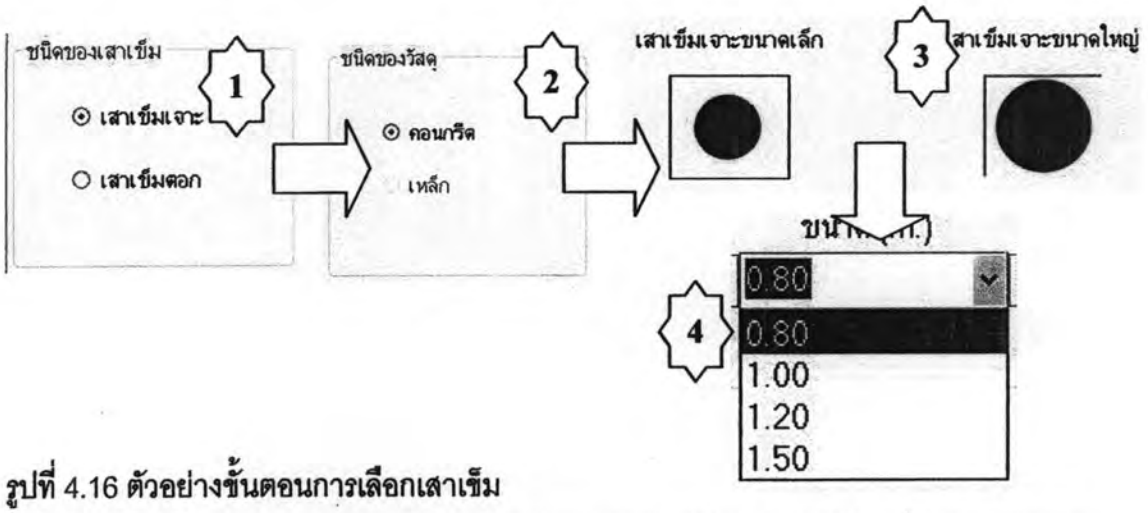
รูปที่ 4.14 ขั้นตอนการเข้าสู่หน้าต่างการเลือกข้อมูลหลุมเจาะ

ต่อไปให้เลือกคลิกที่ไอคอน แล้วทำการเลือกไฟล์ "บางเขน 1" ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 หน้าต่างเลือกไฟล์เซฟมาทำการคำนวณ

คลิก  เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการเลือกชนิดของเสาเข็มเป็นเสาเข็มเจาะต่อไปเลือกชนิดของวัสดุเป็นคอนกรีตอันดับต่อไปคลิกที่รูปเสาเหลี่ยมเจาะคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงโดยใช้แรงเหวี่ยง แล้วจึงเลือกขนาดเสาเข็มเป็นขนาด 0.8 เมตร ดังรูปที่ 4.16 โปรแกรมจะทำการคำนวณเส้นรอบรูปเสาเข็ม, หน้าตัดเสาเข็มและน้ำหนักเสาเข็มให้ดังรูป4.17

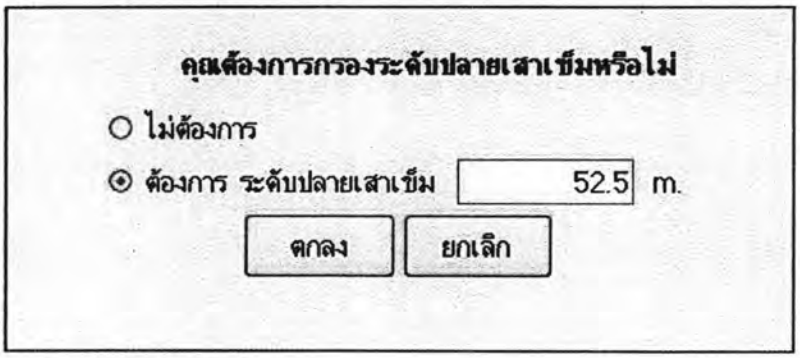


รูปที่ 4.16 ตัวอย่างขั้นตอนการเลือกเสาเข็ม

ชนิดของเสาเข็ม	ขนาด (m.)	เส้นรอบรูป (m.)	พื้นที่หน้าตัด ($m.^2$)	น้ำหนัก (t/m)
Bore Pile	0.80	2.512	0.502	1.206

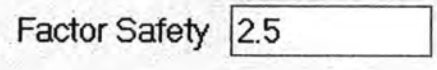
รูปที่ 4.17 ผลจากการเลือกเสาเข็ม

เมื่อคลิก [ตกลง] แล้วจะปรากฏหน้าต่างกรอกปลายเสาเข็ม ให้กรอกที่ระดับ 52.5 เมตร



รูปที่ 4.18 กรอกระดับปลายเสาเข็ม

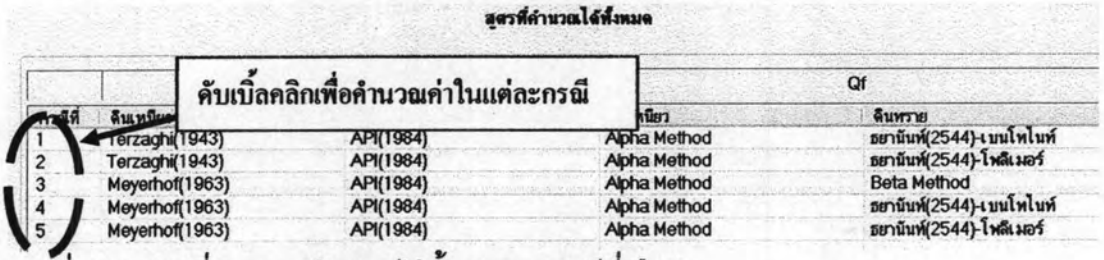
คลิก [ตกลง] เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการเลือกสูตรต่อไปโดยสูตรสำหรับการออกแบบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกที่ปลายเสาเข็มให้คลิกเลือกที่หน้าสูตรที่ชื่อ Terzaghi(1943) กับ Meyerhof (1963) ในตารางชั้นดินเหนียวสำหรับตารางชั้นดินทรายให้คลิกเลือกที่สูตร Meyerhof (1963) กับ Terzaghi(1943) ส่วนสูตรที่ใช้ออกแบบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกจากแรงเสียดทานระหว่างเสาเข็มกับชั้นดินให้เลือก Alpha ตารางชั้นดินเหนียวและ ธยานันท์-โพลิเมอร์ ธยานันท์-เบนโทไนส์ และ Beta method ในตารางชั้นดินทราย แล้วจึงกรองค่าอัตราส่วนความปลอดภัยดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 การกรองค่าอัตราส่วนปลอดภัย

เมื่อเลือกและกรอกค่าทั้งหมดแล้วก็คลิก [ตกลง] เพื่อดำเนินการทำงานต่อไปหน้าต่างการทำงานถัดไปคือ หน้าต่าง "สูตรที่สามารถคำนวณได้ทั้งหมด" ซึ่งเป็นหน้าต่างทางเลือกสูตรทั้งหมดในการคำนวณของโปรแกรม ผู้ใช้งานสามารถดับเบิ้ลคลิกในแต่ละสูตรในตารางเพื่อทำการคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มตลอดความลึกของชั้นดิน ดังรูปที่ 4.20

แล้วจึงใส่ค่าความลึกที่ต้องการ แล้วคลิกที่ปุ่ม "คำนวณ" เพื่อคำนวณกราฟ



รูปที่ 4.20 สูตรที่สามารถคำนวณได้ทั้งหมดจากกรณีที่เลือก

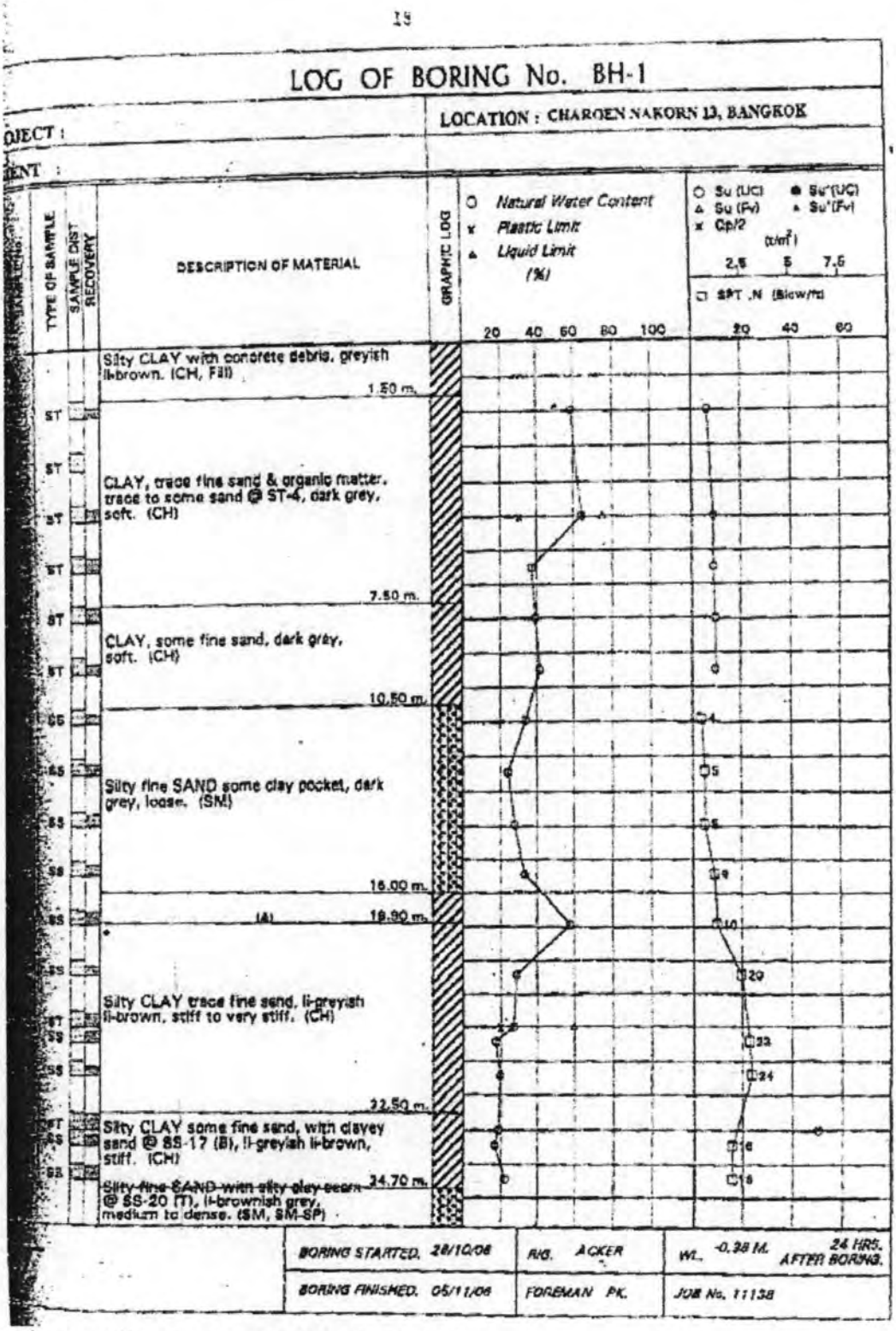
ตารางที่ 4.2 ผล CU-Pile กรณีที่ 1

Project	Test Method	Pile Length (m.)	Diameter (m.)	F.S	Design Load (Ton)
EX 1	CU-Pile(Case 1)	52.5	0.8	2.5	449.14

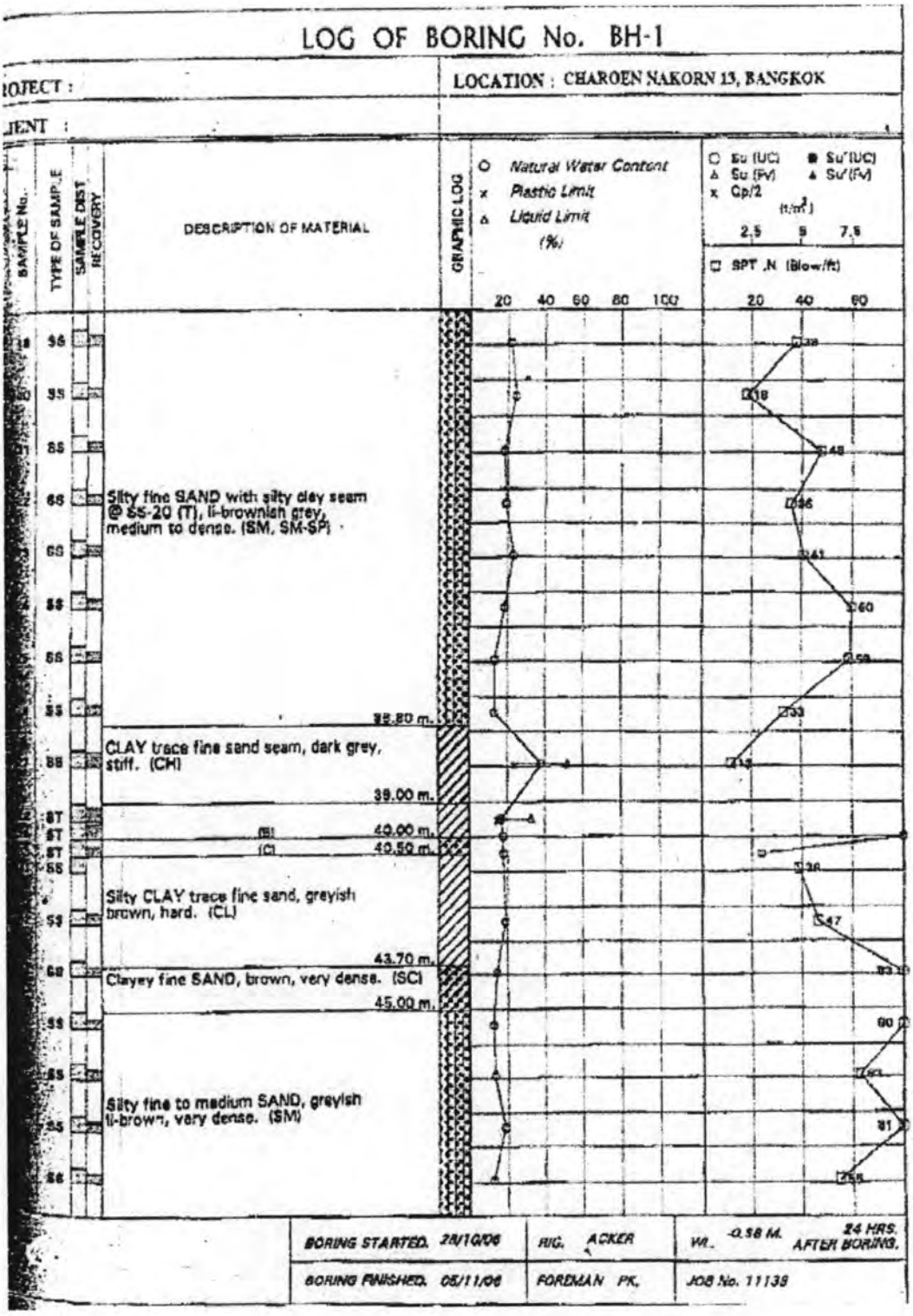
และทำการคลิ๊กเลือกกรณีต่อไปเพื่อหาค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกสุทธิของเสาเข็มเพื่อทำมาเปรียบเทียบต่อไป

4.2.2 **ตัวอย่างที่** 2 เปรียบเทียบกำลังรับน้ำหนักเสาเข็มโดยโปรแกรม CU-Pile เปรียบเทียบกับผลการทดสอบ Static Pile Load Test

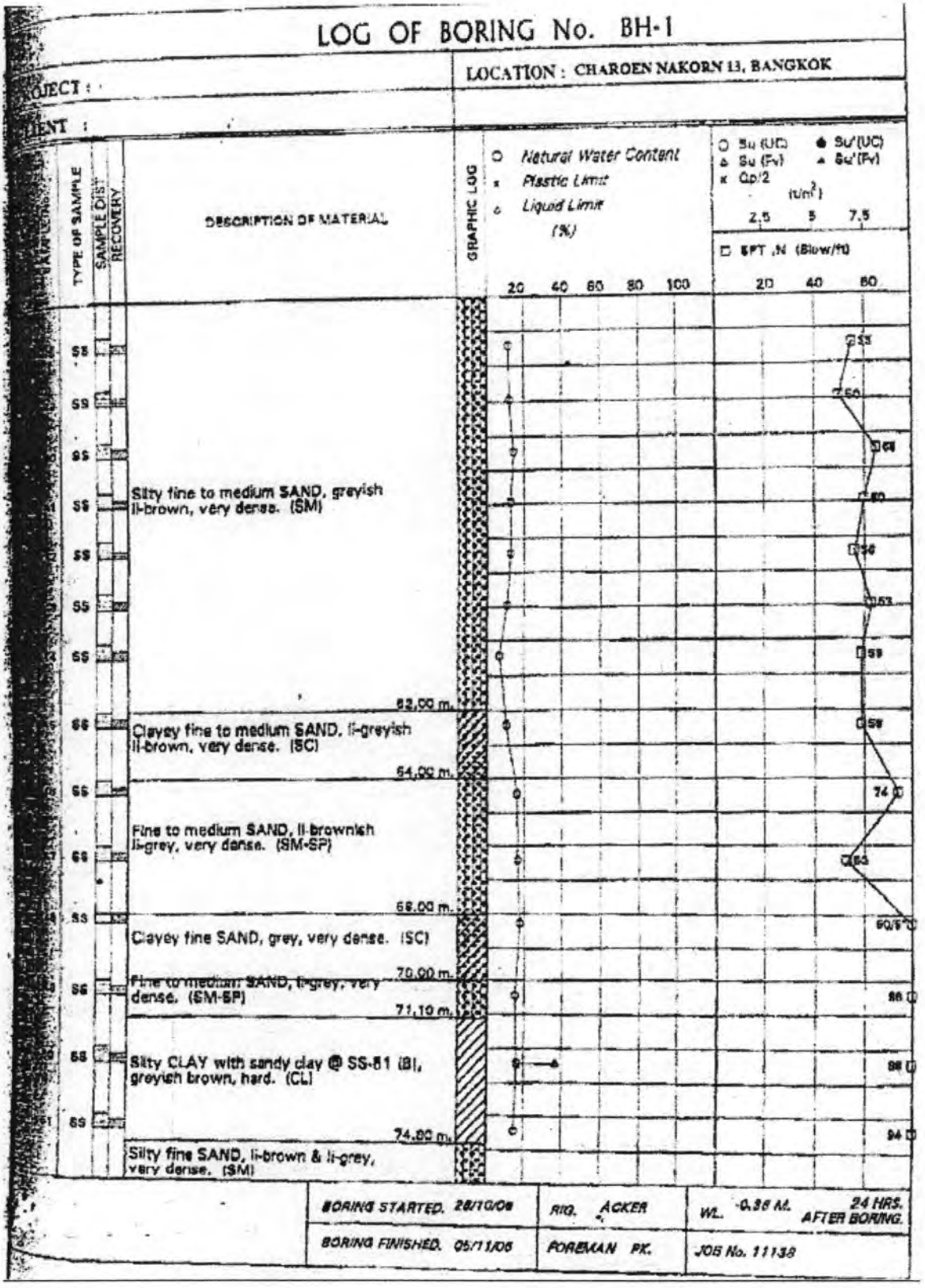
<u>ข้อมูลหลุมเจาะ B</u> ในเขตคลองสาน



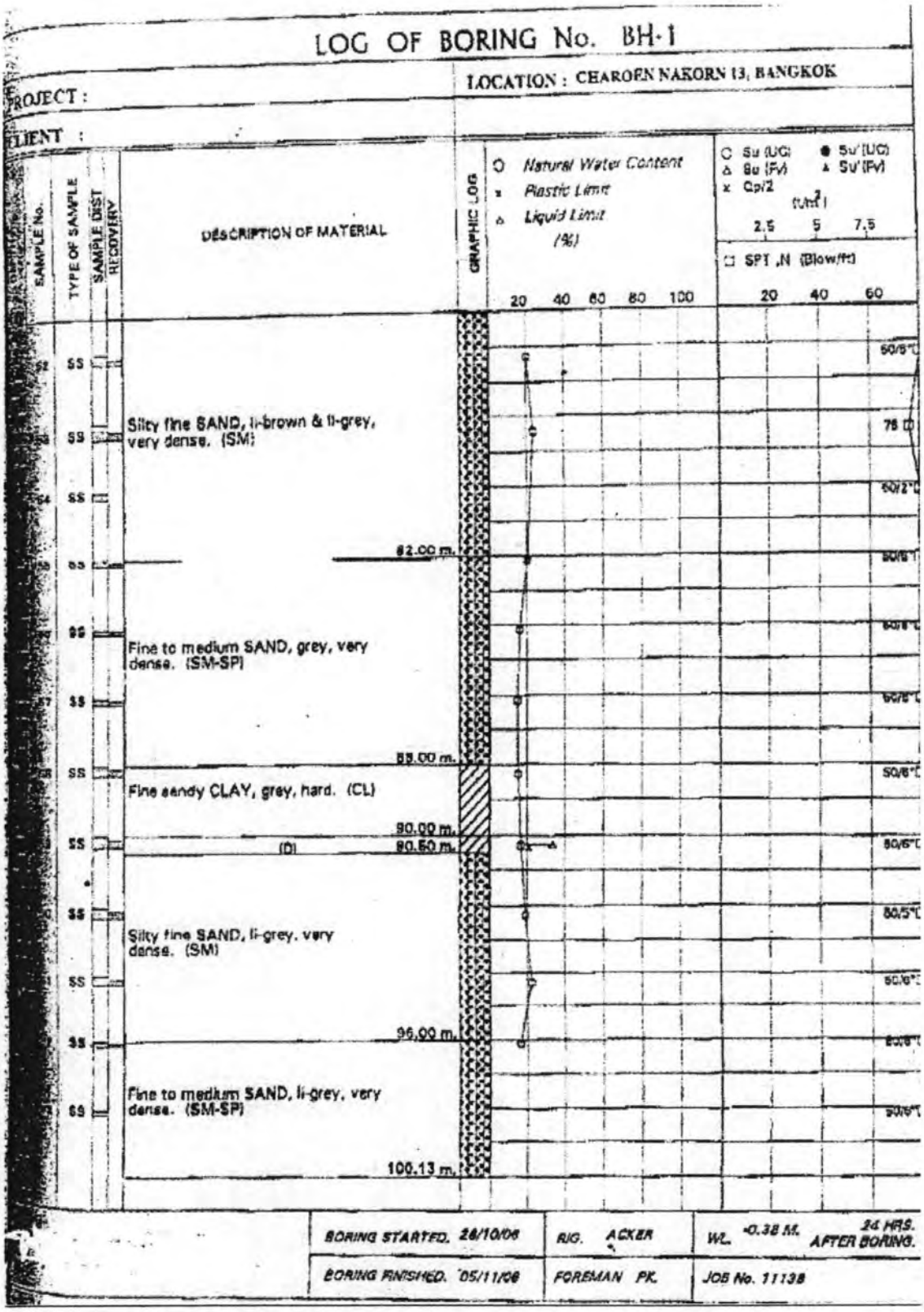
รูปที่ 4.21.1 ข้อมูลหลุมเจาะของหลุมเจาะ B (1)



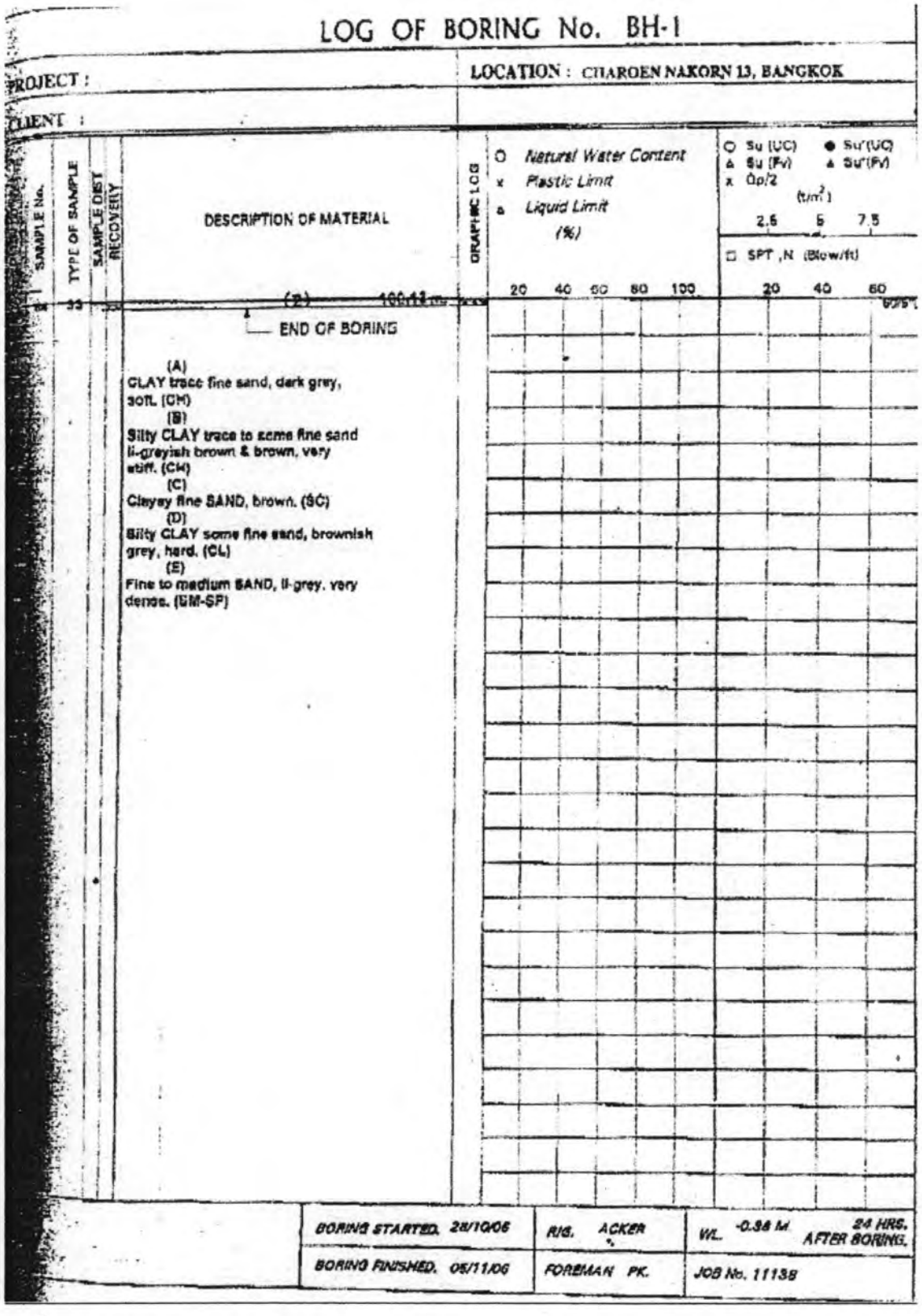
รูปที่ 4.21.2 ข้อมูลหลุมเจาะของหลุมเจาะ B (2)



รูปที่ 4.21.3 ข้อมูลหลุมเจาะของหลุมเจาะ B (3)



รูปที่ 4.21.3 ข้อมูลหลุมเจาะของหลุมเจาะ B (4)



LOG OF BORING No. BH-1

PROJECT :

LOCATION : CHAROEN NAKORN 13, BANGKOK

CLIENT :

SAMPLE No.	TYPE OF SAMPLE	SAMPLE DIST RECOVERY	DESCRIPTION OF MATERIAL	GRAPHIC LOG
			END OF BORING	
			(A) CLAY trace fine sand, dark grey, soft. (CH)	
			(B) Silty CLAY trace to some fine sand li-greyish brown & brown, very stiff. (CH)	
			(C) Clayey fine SAND, brown. (SC)	
			(D) Silty CLAY some fine sand, brownish grey, hard. (CL)	
			(E) Fine to medium SAND, li-grey, very dense. (SM-SP)	

O Natural Water Content
x Plastic Limit
Δ Liquid Limit
(%)
20 40 60 80 100

O Su (UC) ● Su'(UC)
Δ Su (FV) ▲ Su'(FV)
x Qp/2 (t/m²)
2.5 5 7.5

□ SPT ,N (Blow/ft)
20 40 60

BORING STARTED 28/10/06 | RIG ACKER | WL -0.36 M 24 HRS. AFTER BORING.
BORING FINISHED 05/11/06 | FOREMAN PK. | JOB No. 11138

รูปที่ 4.21.3 ข้อมูลหลุมเจาะของหลุมเจาะ B (5)

ตารางที่ 4.3 ข้อมูล Static Pile Load Test จากหลุมเจาะ B ในเขตคลองสาน

Project	Test Method	Pile Length (m.)	Diameter (m.)	F.S	Design Load (Ton)
Kasert	Static	54.35	0.8	2.0	490

<u>สมมุติฐาน</u>

1. ข้อมูลหลุมเจาะจากเขตคลองสานแห่งหนึ่งจำนวน 1 หลุม
2. เลือกเสาเข็มเจาะคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงโดยใช้แรงเหวี่ยงขนาด 0.8 เมตร
3. สูตรที่เลือกใช้มี

3.1 สำหรับคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกที่ปลายเสาเข็ม

- Meyerhof (1963) กับ Terzaghi (1943) ในชั้นดินเหนียว
- Meyerhof (1963) Terzaghi (1943) ชาญชัย-Grouted และชาญชัย-Not Grouted ในชั้นดินทราย

3.2 สำหรับคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกจากแรงเสียดทานระหว่างเสาเข็มกับชั้นดิน

- Alpha ในชั้นดินเหนียว
- ธยานันท์-โพลิเมอร์ ธยานันท์-เบนโทไนส์ และ Beta method ในชั้นดินทราย

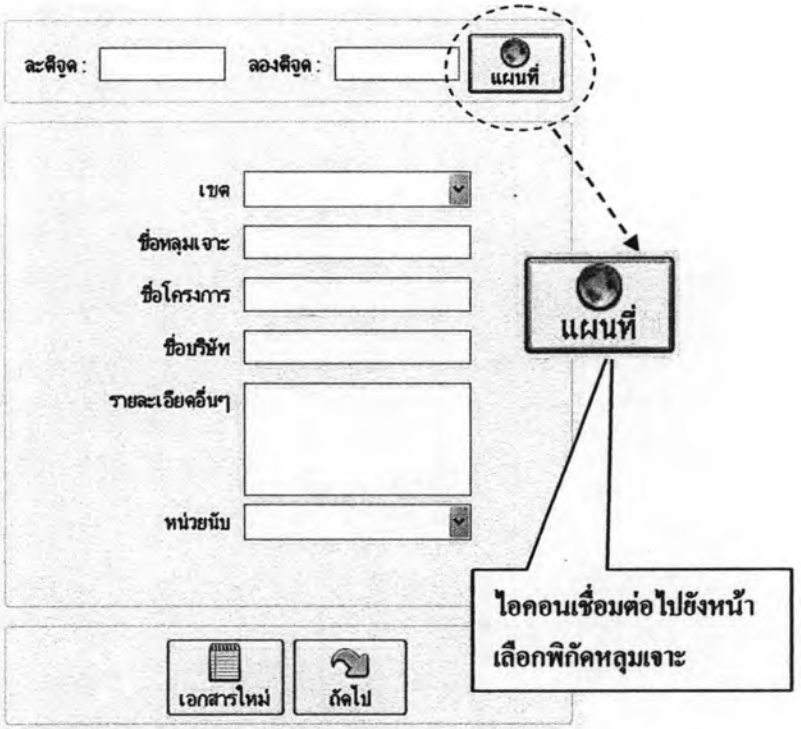
4. ค่าอัตราส่วนปลอดภัย เท่ากับ 2.0

<u>วิธีทำ</u>

ขั้นตอนแรกให้เลือก "จัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะ" แล้วเลือก "เข้าสู่โปรแกรม" เพื่อเริ่มการทำงาน ดังรูปที่ 4.22

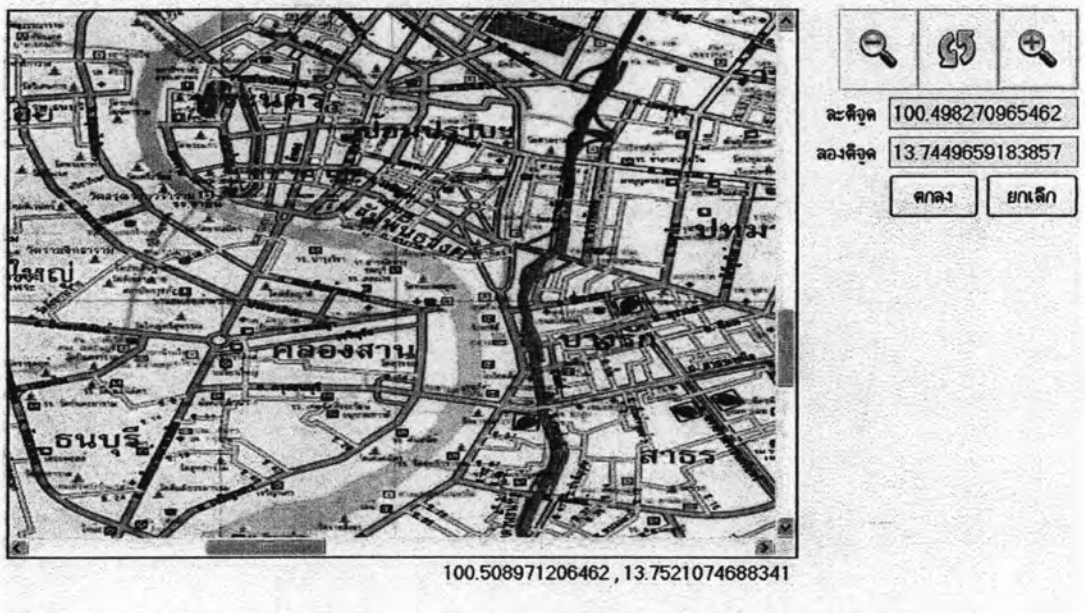
รูปที่ 4.22 ขั้นตอนการเข้าสู่หน้าต่างการเลือกข้อมูลหลุมเจาะ

หน้าต่างถัดไปเป็นหน้าต่างใส่ข้อมูลหลุมเจาะ ดังรูปที่ 4.23 โดยหน้าต่างนี้สามารถเชื่อมต่อไปยังหน้าต่างเลือกพิกัดหลุมเจาะเพื่อกำหนดหลุมเจาะจากแผนที่ ดังรูปที่ 4.24



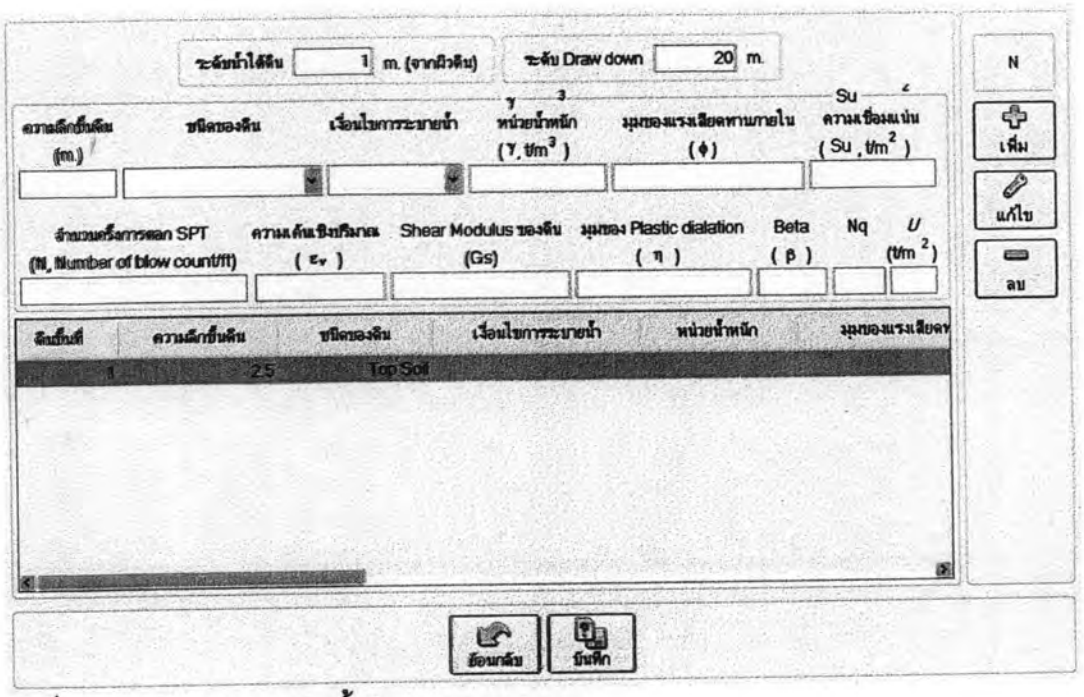
รูปที่ 4.23 หน้าต่างกรอกข้อมูลหลุมเจาะ

จากรูปที่ 4.23 ข้อมูลที่จำเป็นต้องใส่ คือ ค่าละติจูด, ลองติจูด,เขต และหน่วย หากข้อมูลไม่ครบทุกช่อง โปรแกรมจะรันไม่ผ่านหน้าต่างนี้



รูปที่ 4.24 หน้าต่างเลือกพิกัดหลุมเจาะบริเวณเขตคลองสาน

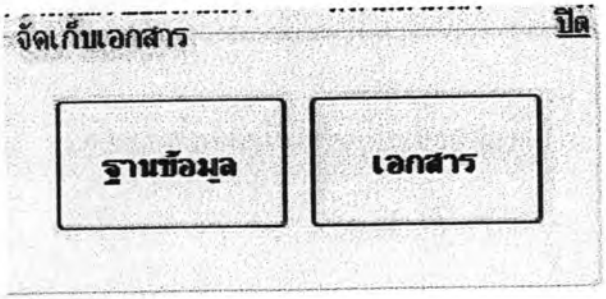
เมื่อกด **โปรแกรมจะเข้าไปสู่หน้าต่างใส่ข้อมูลชั้นดินของหลุมเจาะ ใส่ค่าข้อมูลชั้นดิน** ที่ต้องการโดยต้องกรอกทีละชั้นดินจากชั้นบนดินถมลงมาพร้อมกับค่าระดับน้ำใต้ดิน ดังรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 ตัวอย่างการกรอกชั้นดินของหลุมเจาะ

จากรูปที่ 4.13 **ข้อมูลหลักที่ต้องกรอกคือค่า ความลึกของชั้นดิน, ชนิดของดิน, เงื่อนไขการ** ระบายน้ำ ส่วนค่าอื่นๆที่เหลือต้องกรอกด้วยทั้งนี้เนื่องจากความต้องการค่าต่างๆของสูตรไม่เป็นกัน ถ้าต้องไม่ครบตามความต้องการของสูตร สูตรนั้นจะไม่ปรากฏออกมาให้เลือกใช้

แล้วกด **โปรแกรมจะโชว์หน้าต่างการบันทึกข้อมูลหลุมเจาะ ดังรูปที่** 4.26

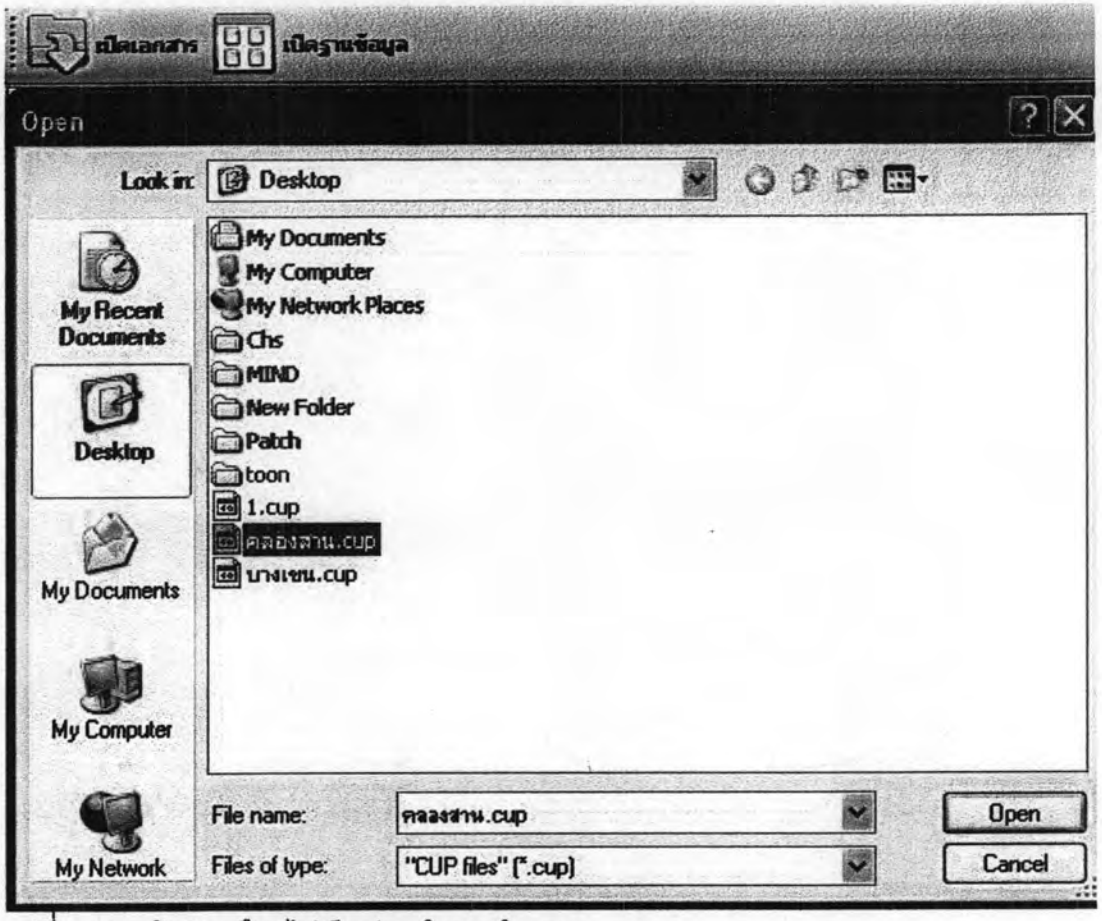


รูปที่ 4.26 **หน้าต่างจัดเก็บข้อมูลหลุมเจาะ**

โดยเลือกบันทึกเป็นเอกสาร CU-Pile (*.cup) ชื่อ "คลองสาน 1" เสร็จแล้วจึงเข้าสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม โดยกลับไปหน้าเมนูหลักเลือก "วิเคราะห์กำลังรับน้ำหนัก" แล้วเลือก "เข้าสู่โปรแกรม" เพื่อเริ่มการทำงาน ดังรูปที่ 4.27

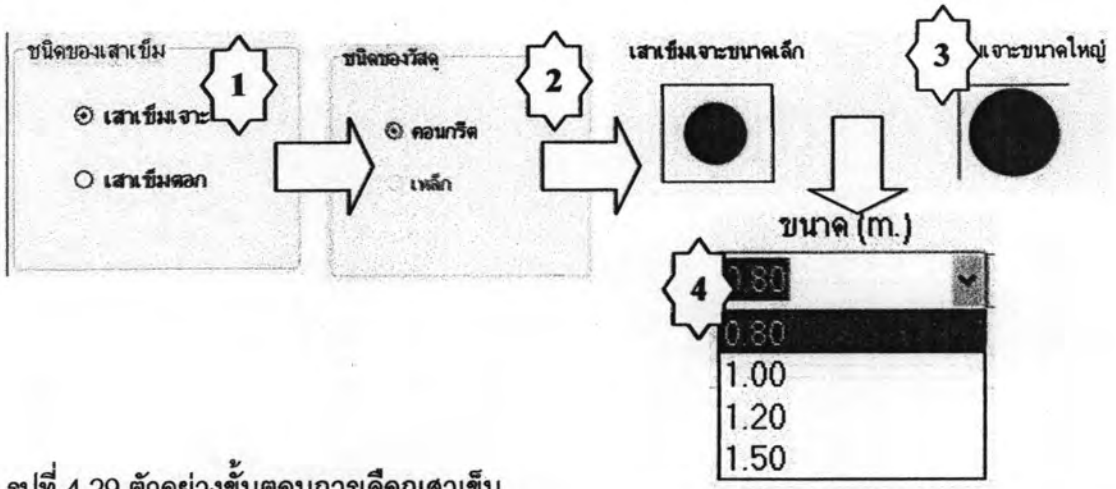
รูปที่ 4.27 ขั้นตอนการเข้าสู่หน้าต่างการเลือกข้อมูลหลุมเจาะ

ต่อไปให้เลือกคลิกที่ไอคอน **แล้วทำการเลือกไฟล์ "คลองสาน" ดังรูปที่** 4.16



รูปที่ 4.28 **หน้าต่างเลือกไฟล์เซฟมาทำการคำนวณ**

คลิก **เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการเลือกชนิดของเสาเข็มเป็นเสาเข็มเจาะต่อไปเลือกชนิดของวัสดุเป็นคอนกรีตอันดับต่อไปคลิกที่รูปเสาเหลี่ยมเจาะคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงโดยใช้แรงเหวี่ยง แล้วจึงเลือกขนาดเสาเข็มเป็นขนาด** 0.8 เมตร ดังรูปที่ 4.29 โปรแกรมจะทำการคำนวณเส้นรอบรูปเสาเข็ม, หน้าตัดเสาเข็มและน้ำหนักเสาเข็มให้ดังรูป4.30

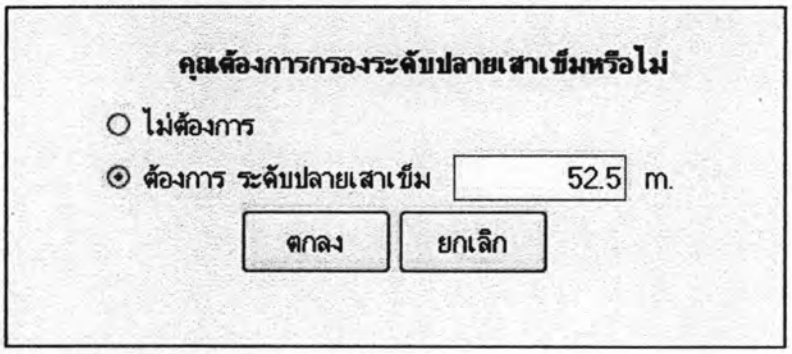


รูปที่ 4.29 ตัวอย่างขั้นตอนการเลือกเสาเข็ม

ชนิดของเสาเข็ม	ขนาด (m.)	เส้นรอบรูป (m.)	พื้นที่หน้าตัด ($m.^2$)	น้ำหนัก (t/m)
Bore Pile	0.80	2.512	0.502	1.206

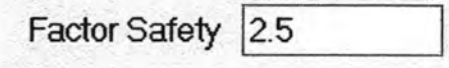
รูปที่ 4.30 ผลจากการเลือกเสาเข็ม

เมื่อคลิก [ตกลง] แล้วจะปรากฏหน้าต่างกรอกปลายเสาเข็ม ให้กรอกที่ระดับ 54.35 เมตร



รูปที่ 4.31 กรอกระดับปลายเสาเข็ม

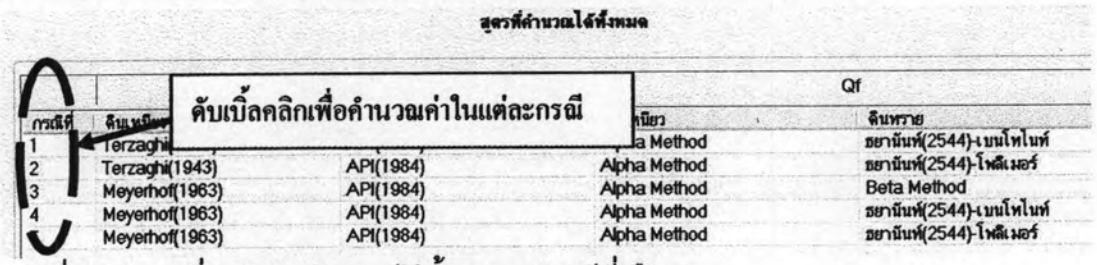
คลิก [ตกลง] เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการเลือกสูตรต่อไปโดยสูตรสำหรับการออกแบบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกที่ปลายเสาเข็มให้คลิกเลือกที่หน้าสูตรที่ชื่อ Terzaghi(1943) กับ Meyerhof (1963) ในตารางชั้นดินเหนียวสำหรับตารางชั้นดินทรายให้คลิกเลือกที่สูตร Meyerhof (1963) กับ Terzaghi(1943) ส่วนสูตรที่ใช้ออกแบบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกจากแรงเสียดทานระหว่างเสาเข็มกับชั้นดินให้เลือก Alpha ตารางชั้นดินเหนียวและ ธยานันท์-โพลิเมอร์ ธยานันท์-เบนโทไนส์ และ Beta method ในตารางชั้นดินทราย แล้วจึงกรองค่าอัตราส่วนความปลอดภัยดังรูปที่ 4.32



รูปที่ 4.32 การกรองค่าอัตราส่วนปลอดภัย

เมื่อเลือกและกรอกค่าทั้งหมดแล้วก็คลิก [ตกลง] เพื่อดำเนินการทำงานต่อไปหน้าต่างการทำงานถัดไปคือ หน้าต่าง "สูตรที่สามารถคำนวณได้ทั้งหมด" ซึ่งเป็นหน้าต่างทางเลือกสูตรทั้งหมดในการคำนวณของโปรแกรม ผู้ใช้งานสามารถดับเบิ้ลคลิกในแต่ละสูตรในตารางเพื่อทำการคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มตลอดความลึกของชั้นดิน ดังรูปที่ 4.33

แล้วจึงใส่ค่าความลึกที่ต้องการ แล้วคลิกที่ปุ่ม "คำนวณ" เพื่อคำนวณกราฟ



รูปที่ 4.33 สูตรที่สามารถคำนวณได้ทั้งหมดจากกรณีที่เลือก

ตารางที่ 4.4 ผล CU-Pile กรณีที่ 1

Project	Test Method	Pile Length (m.)	Diameter (m.)	F.S	Design Load (Ton)
EX 1	CU-Pile(Case 1)	54.35	0.8	2.0	492

และทำการคลิ๊กเลือกกรณีต่อไปเพื่อหาค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกสุทธิของเสาเข็มเพื่อทำมาเปรียบเทียบต่อไป

4.2.3 **ตัวอย่างที่** 3 วิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักเสาเข็มโดยโปรแกรม CU-Pile โดยอาศัยฐานข้อมูลหลุมเจาะ (ปราศจากผลการทดสอบดิน)

<u>สมมุติฐาน</u>

1. ข้อมูลหลุมเจาะจากเขตบางเขน
2. เลือกเสาเข็มตอกคอนกรีตรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสตันขนาด 0.20 เมตร

3 สูตรที่เลือกใช้มี

3.1 สำหรับคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกที่ปลายเสาเข็ม

- Meyerhof (1963) กับ Terzaghi (1943) ในชั้นดินเหนียว
- Meyerhof (1963) กับ Terzaghi (1943) ในชั้นดินทราย

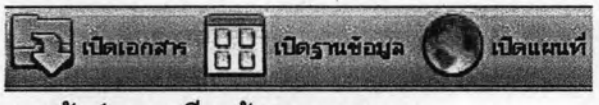
3.2 สำหรับคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกจากแรงเสียดทานระหว่างเสาเข็มกับชั้นดิน

- Alpha method ในชั้นดินเหนียว
- Beta method ในชั้นดินทราย

4.ค่าอัตราส่วนปลอดภัย เท่ากับ 3

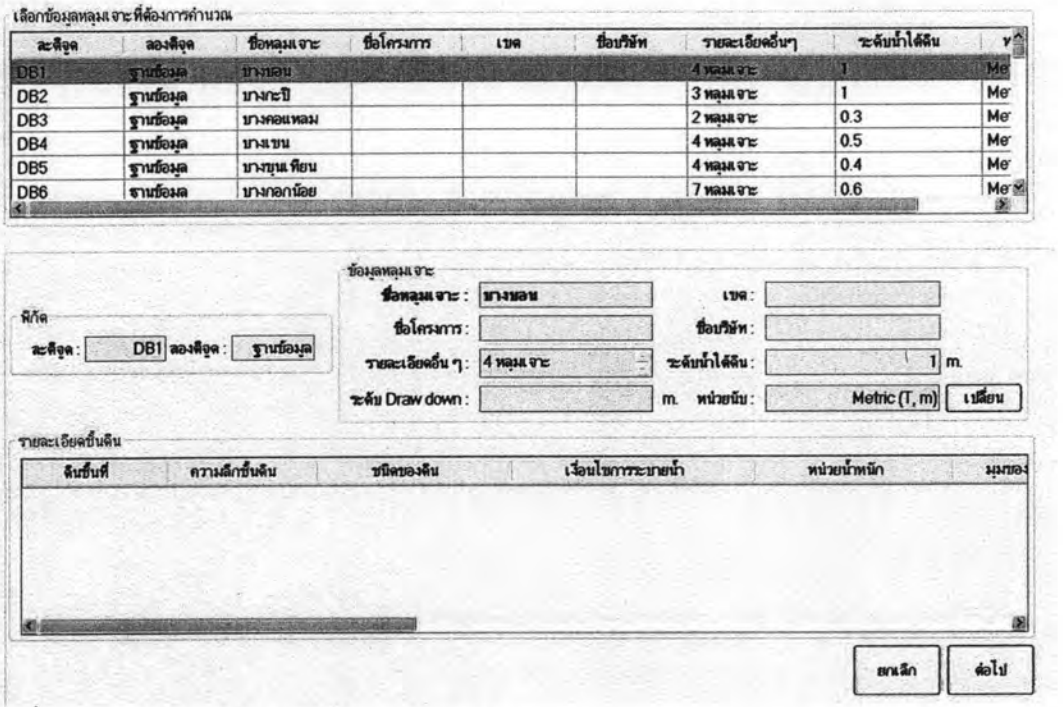
<u>ข้อแนะนำในการออกแบบ</u>

เมื่อผู้ใช้โปรแกรมไม่มีข้อมูลหลุมเจาะนั้นทางโปรแกรมได้เก็บรวบรวมข้อมูลหลุมเจาะของชั้นดินกรุงเทพมหานครกว่า 300 หลุมไว้ในฐานข้อมูล เพื่อให้ผู้ใช้งานได้เลือกใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มในพื้นที่ที่ต้องการ โดยการเลือกใช้ฐานข้อมูลสามารถเลือกใช้โดยคลิกที่ไอคอน ที่แถบเมนูบนหน้าต่างการเรียกข้อมูลหลุมเจาะดังรูปที่ 4.34



รูปที่ 4.34 แถบเมนูบนหน้าต่างการเรียกข้อมูลหลุมเจาะ

เมื่อเลือกเข้าไปแล้วจะปรากฏหน้าต่างฐานข้อมูลให้เลือกใช้โดยฐานข้อมูลจะแบ่งตามเขตดังรูปที่ 4.35

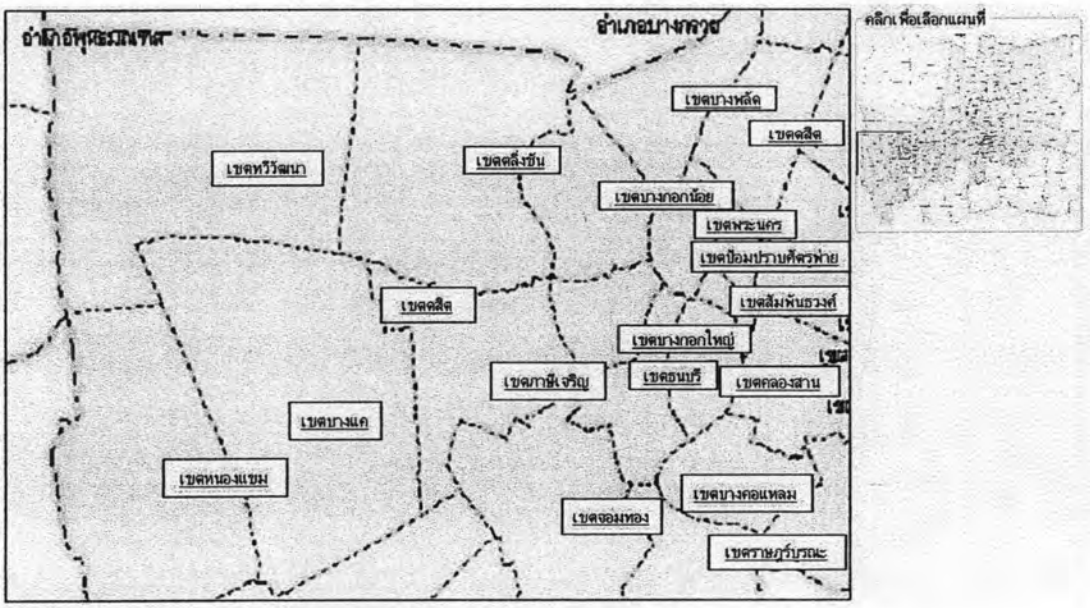


รูปที่ 4.35 หน้าต่างแสดงฐานข้อมูลหลุมเจาะ

เมื่อเลือกข้อมูลที่ต้องการได้แล้วก็คลิกไอคอน

เพื่อดำเนินการต่อไป หรืออีกวิธีหนึ่งให้คลิกที่ไอคอน

เพื่อเข้าสู่หน้าฐานข้อมูลที่แสดงในรูปแบบแผนที่ดังรูปที่ 4.36



รูปที่ 4.36 หน้าต่างแสดงฐานข้อมูลในรูปแบบของแผนที่

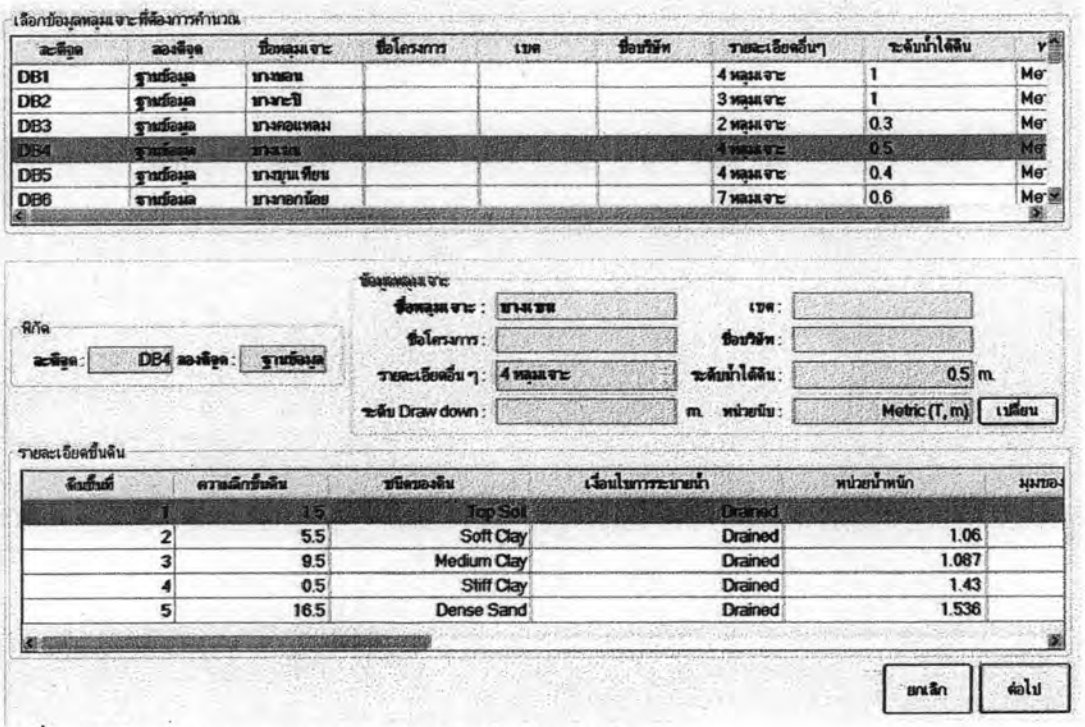
เมื่อทำการเลือกข้อมูลหลุมเจาะเรียบร้อยแล้วจึงเลือกข้อมูลเสาเข็ม และสูตรที่ใช้ในการวิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักบรรทุกเสาเข็ม เพื่อแสดงผลการคำนวณต่อไป

<u>วิธีทำ</u>

ขั้นตอนแรกให้เลือก "วิเคราะห์กำลังรับน้ำหนัก" แล้วเลือก "เข้าสู่โปรแกรม" เพื่อเริ่มการทำงาน ดังรูปที่ 4.37

รูปที่ 4.37 ขั้นตอนการเข้าสู่หน้าต่างการเลือกข้อมูลหลุมเจาะ

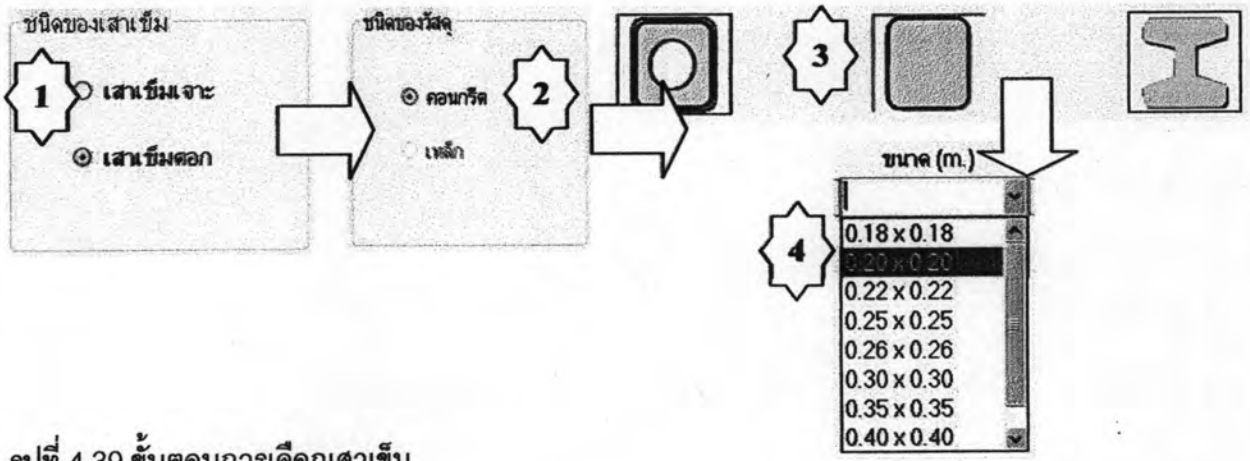
ต่อไปให้เลือกคลิกที่ไอคอน **แล้วทำการเลือกรายการฐานข้อมูลเขตบางเขนโดยดับเบิ้ลคลิกที่ชื่อฐานข้อมูลเขตบางเขนก็จะปรากฏข้อมูลของเขตบางเขนดังรูปที่ 4.30**



รูปที่ 4.38 ข้อมูลหลุมเจาะเขตบางเขนในหน้าต่างฐานข้อมูล

จากรูปที่ 4.38 ฐานข้อมูลหลุมเจาะเขตบางเขนจะจัดเก็บข้อมูลความลึกแบ่งเป็นทั้งหมด 5 ชั้น , ค่าความลึกของแต่ละชั้นและชนิดของดินเป็นหลัก และยังมีค่าพารามิเตอร์ที่โปรแกรมนำไปใช้ในการออกแบบได้แก่ คือ หน่วยน้ำหนัก, มุมของแรงเสียดทานภายใน, ความเชื่อมแน่น, ค่า

SPT โมดูลัสความยืดหยุ่นของดินและค่าอัตรส่วนป้วซังของดิน โดยหน่วยที่เลือกใช้จะเป็นหน่วย **"เมตริก"** คลิก [ต่อไป] **เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการเลือกชนิดของเสาเข็มเป็นเสาเข็มตอกต่อไปเลือกชนิดของวัสดุเป็นคอนกรีตอันดับต่อไปคลิกที่รูปเสาเหลี่ยมตอกรูปสี่เหลี่ยมตัน** แล้วจึงเลือกขนาดเสาเข็มเป็นขนาด 0.20 X 0.20 เมตร ดังรูปที่ 4.39โปรแกรมจะทำการคำนวณเส้นรอบรูปเสาเข็ม, หน้าตัดเสาเข็มและน้ำหนักเสาเข็มให้ ดังรูปที่ 4.40

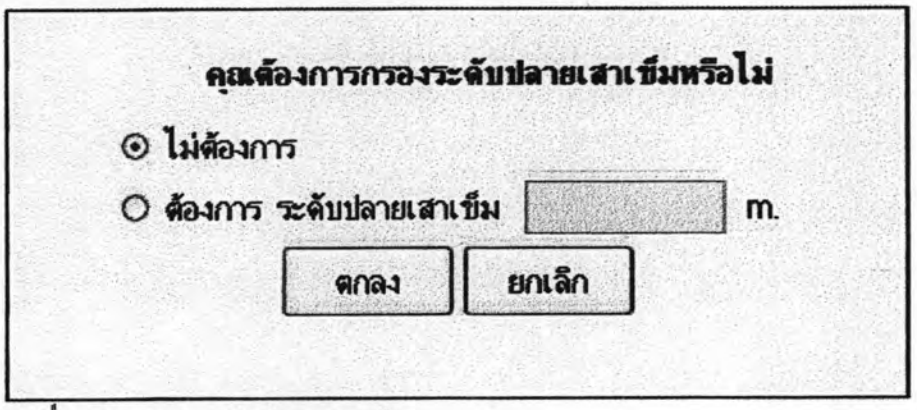


รูปที่ 4.39 ขั้นตอนการเลือกเสาเข็ม

ชนิดของเสาเข็ม	ขนาด (m.)	เส้นรอบรูป (m.)	พื้นที่หน้าตัด (m.)	น้ำหนัก (t/m)
Driven Pile	0.20 x 0.20	0.8	0.04	9.6

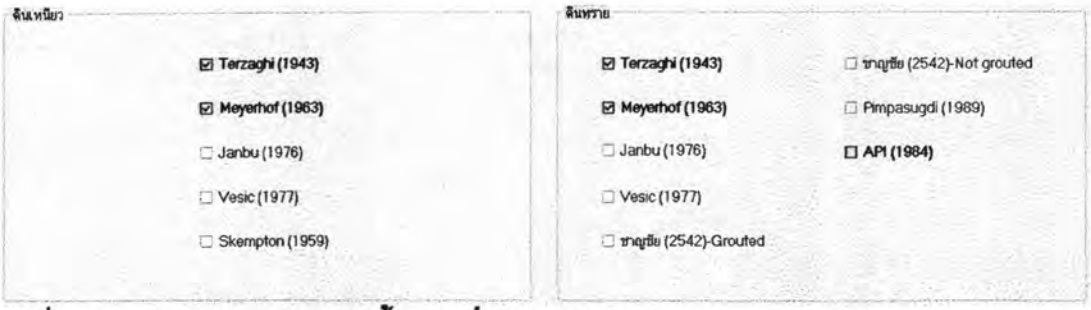
รูปที่ 4.40 ผลจากการเลือกเสาเข็ม

เมื่อคลิก [ตกลง] **จะปรากฏหน้าต่างกรอกระดับปลายเสาเข็ม ให้เลือกไม่ต้องการ เพื่อคำนวณตลอดทุกชั้นความลึก**



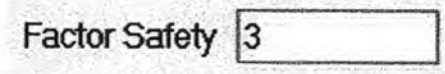
รูปที่ 4.41 กรอกระดับปลายเสาเข็ม

คลิก [ตกลง] เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการเลือกสูตรต่อไป โดยสูตรสำหรับการออกแบบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกที่ปลายเสาเข็มให้คลิกเลือกที่หน้าสูตรที่ชื่อ Meyerhof (1963) กับ Terzaghi (1943) ในตารางชั้นดินเหนียวสำหรับตารางชั้นดินทรายให้คลิกเลือกที่สูตร Meyerhof (1963) กับ Terzaghi (1943) ส่วนสูตรที่ใช้ออกแบบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกจากแรงเสียดทานระหว่างเสาเข็มกับชั้นดินให้เลือก Alpha method ในตารางชั้นดินเหนียวและ Beta method ในตารางชั้นดินทราย ดังรูปที่ 4.42 และ 4.43 ตามลำดับแล้วจึงกรองค่าอัตราส่วนปลอดภัย (Factor Safety) ดังรูปที่ 4.44



รูปที่ 4.42 การเลือกสูตรกำลังรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม

รูปที่ 4.43 การเลือกกำลังรับน้ำหนักระหว่างเสาเข็มกับชั้นดิน

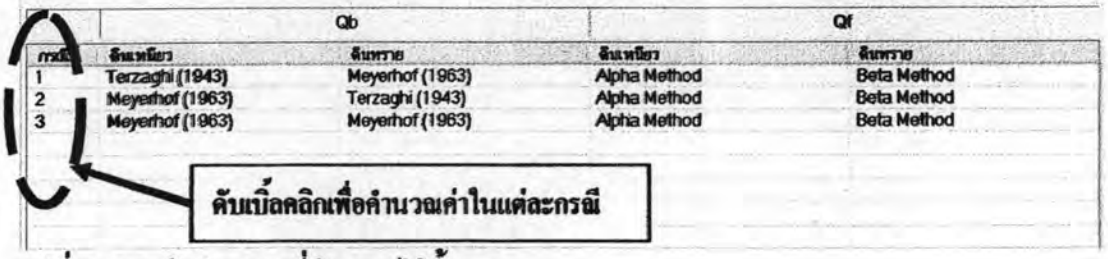


รูปที่ 4.44 การกรองค่าอัตราส่วนปลอดภัย

เมื่อเลือกและกรอกค่าทั้งหมดแล้วก็คลิก [ตกลง] เพื่อดำเนินการทำงานต่อไป หน้าต่างการทำงานถัดไปคือหน้าต่าง "สูตรที่สามารถคำนวณได้ทั้งหมด" ซึ่งเป็นหน้าต่างทางเลือกสูตรทั้งหมดในการคำนวณของโปรแกรม ผู้ใช้งานสามารถดับเบิ้ลคลิกในแต่ละสูตรในตารางเพื่อทำการคำนวณค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มตลอดความลึกของชั้นดิน

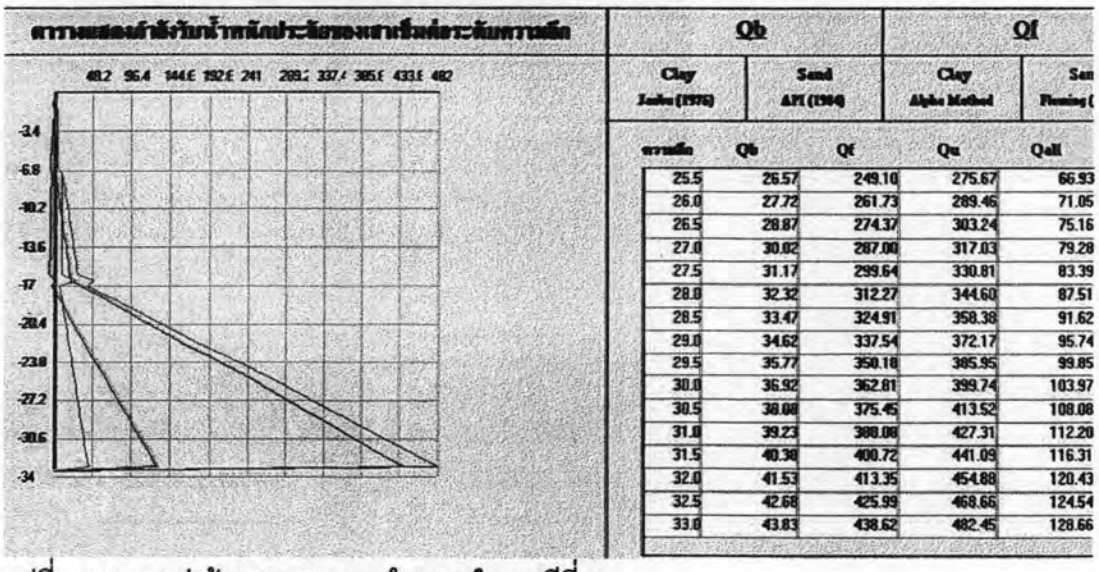
ดังรูปที่ 4.44 หรือผู้ใช้งานสามารถเลือกทำเครื่องหมายถูกที่ช่องสี่เหลี่ยมข้างหน้า "คำนวณกราฟแท่งค่า Q_{all}" แล้วจึงเลือกสูตรในแต่ละกรณีมากรอกในช่องข้างล่างโดยโปรแกรมจะสามารถคำนวณไม่เกิน 5 กรณี

แล้วจึงใส่ค่าความลึกที่ต้องการ แล้วคลิกที่ปุ่ม "คำนวณ" เพื่อคำนวณกราฟ ดังรูปที่ 4.37



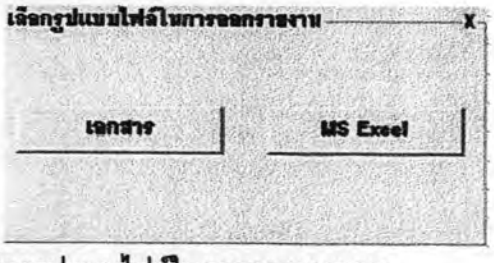
รูปที่ 4.45 หน้าต่างสูตรที่คำนวณได้ทั้งหมด

จากรูปที่ 4.45 ถ้าเราเลือกดับเบิ้ลคลิกที่กรณีที่ 1 คือออกแบบเสากำลังรับน้ำบรรทุกที่ปลายเสาเข็มในชั้นดินเหนียวและดินทรายโดยสูตรของ Meyerhof (1963) และออกแบบกำลังรับน้ำหนักเสียดทานระหว่างเสาเข็มกับชั้นดินในชั้นดินเหนียวโดยสูตรของ Alpha และในชั้นดิน**ทรายโดยสูตรของ** Meyerhof (1956) **เราจะได้กราฟเส้นดังรูปที่** 4.45



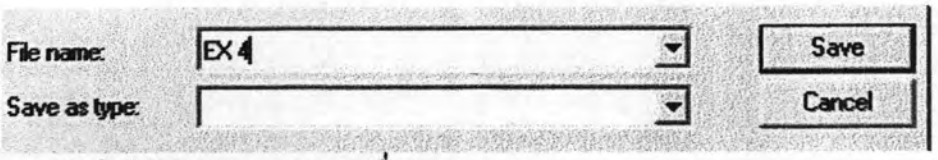
รูปที่ 4.46 กราฟเส้นแสดงผลการคำนวณในกรณีที่ 1

และเมื่อเราเลือก "รายการการคำนวณ" โปรแกรมจะแสดงหน้าต่างให้เลือกการแสดงผลรายงานการคำนวณ ดังรูปที่ 4.47

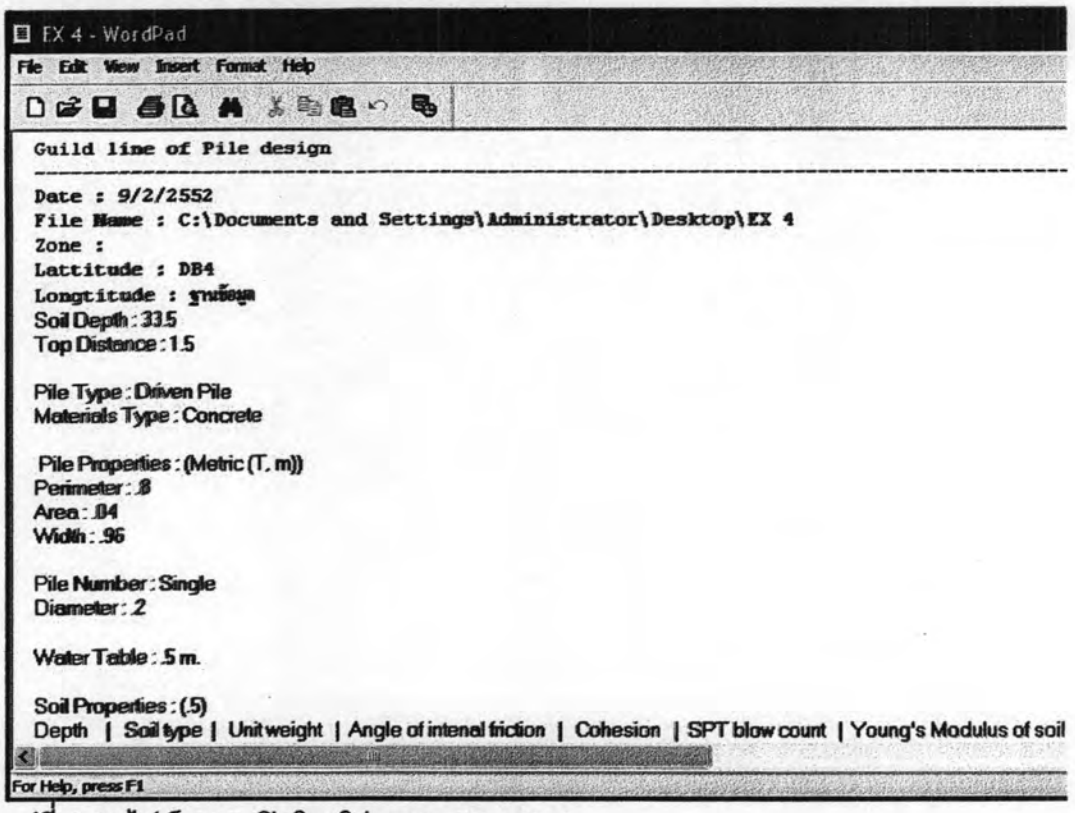


รูปที่ 4.47 หน้าต่างการเลือกรูปแบบไฟล์ในการออกรายงาน

เมื่อคลิกเลือกที่ "เอกสาร" โปรแกรมจะทำการรายงานผลการวิเคราะห์กำลังรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มในรูปแบบของText (*.txt) โดยผู้ใช้งานจะต้องบันทึกไฟล์ไว้ก่อนดังรูปที่ 4.47 แล้วจึงไปเปิดในโปรแกรม เช่น WordPad เพื่อดูรายงานการแสดงผล ดังรูป 4.48

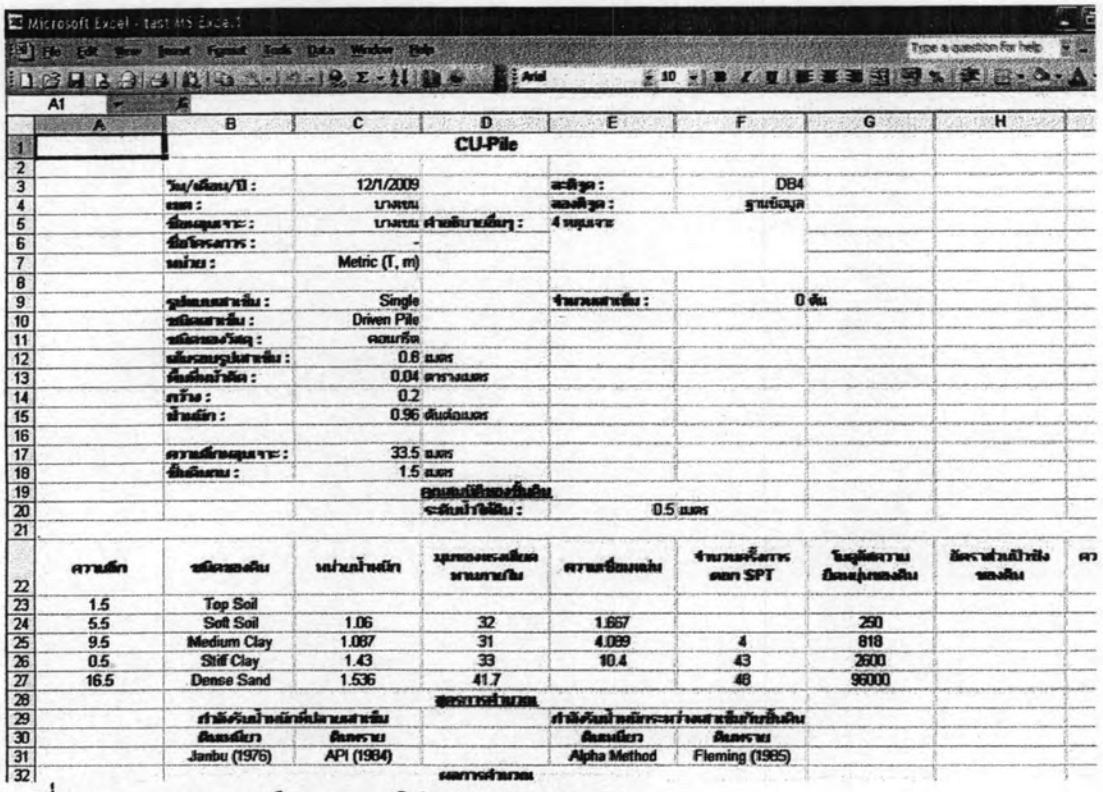


รูปที่ 4.48 บันทึกไฟล์Text Document ชื่อ EX4



รูปที่ 4.49 ไฟล์ EX 4 เปิดโดยโปรแกรม WordPad

แต่เมื่อผู้ใช้งานเลือกรายงานการคำนวณแบบ MS Excel นั้นโปรแกรมจะทำการรายงานผลผ่านการรันบนโปรแกรม MS Excel ดังรูปที่ 4.49



	A	B	C	D	E	F	G	H
1				CU-Pile				
2								
3		วัน/เดือน/ปี :	12/1/2009		ระดับรู :	DB4		
4		แบบ :	บางขม		ผลดีรู :	ฐานข้อมูล		
5		ชื่อหลุมเจาะ :	บางขม	สำหรับรายงานอื่นๆ :	4 หลุมเจาะ			
6		ชื่อโครงการ :	-					
7		หน่วย :	Metric (T, m)					
8								
9		รูปแบบเสาเข็ม :	Single		จำนวนเสาเข็ม :	0 ต้น		
10		ชนิดเสาเข็ม :	Driven Pile					
11		ชนิดของวัสดุ :	คอนกรีต					
12		เส้นรอบรูปเสาเข็ม :	0.8 เมตร					
13		พื้นที่หน้าตัด :	0.04 ตารางเมตร					
14		กว้าง :	0.2					
15		น้ำหนัก :	0.96 ตันต่อเมตร					
16								
17		ความลึกหลุมเจาะ :	33.5 เมตร					
18		ชั้นดินลาย :	1.5 เมตร					
19				ความสัมพันธ์ของชั้นดิน				
20				ระดับน้ำใต้ดิน :	0.5 เมตร			
21								
22	ความลึก	ชนิดของดิน	หน่วยน้ำหนัก	มุมของความเสียดทานภายใน	ความชื้นของดิน	จำนวนครั้งการตอก SPT	โมดูลัสความยืดหยุ่นของดิน	อัตราส่วนปัวซ่องของดิน
23	1.5	Top Soil						
24	5.5	Soft Soil	1.06	32	1.667		250	
25	9.5	Medium Clay	1.087	31	4.089	4	818	
26	0.5	Stiff Clay	1.43	33	10.4	43	2600	
27	16.5	Dense Sand	1.536	41.7		48	96000	
28				ผลการคำนวณ				
29		สำหรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็ม			สำหรับน้ำหนักระหว่างเสาเข็มกับชั้นดิน			
30		ดินเหนียว	ดินทราย		ดินเหนียว	ดินทราย		
31		Janbu (1976)	API (1984)		Alpha Method	Fleming (1985)		
32				ผลการคำนวณ				

รูปที่ 4.50 รายงานการคำนวณบนโปรแกรม MS Excel