# บทที่ 3
# วิธีการดำเนินงาน

**กระบวนการดำเนินงานโครงงาน มีขั้นตอนดังต่อไปนี้**

3.1 **ศึกษาข้อมูลที่ต้องการก่อนการดำเนินโครงงานโดยการค้นคว้าจากแหล่งต่าง ๆ**

3.1.1 ทำการศึกษาพื้นที่ในการดำเนินงานจากแผนที่ของพื้นที่ จ.พิษณุโลก และ จ.พิจิตร เพื่อให้ครอบคลุมถึงพื้นที่ๆได้กำหนดไว้ในการทำโครงงาน

3.1.2 ทำการสำรวจเบื้องต้น เกี่ยวกับหน่วยงานที่รับผิดชอบในพื้นที่ของโครงงาน

3.2 **ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเกี่ยวกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องว่ามีหน่วยงานใดบ้าง**

3.3 **จัดทำหนังสือถึงหน่วยงานต่าง ๆที่เกี่ยวเพื่อขอความอนุเคราะห์ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินงาน อธิบายเกี่ยวกับรายละเอียดของโครงงาน**

3.4 **ส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูล ถึงหน่วยงานที่รับผิดชอบในการเก็บข้อมูล และทำการเก็บข้อมูล**

โดย หน่วยงานที่รับผิดชอบในพื้นที่ทำโครงงานมีดังนี้

1. กรมทางหลวง
2. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
3. สำนักงานโครงการนิคมอุตสาหกรรมภาคเหนือตอนล่าง อ.สามง่าม จ.พิจิตร
4. กองแผนงาน มหาวิทยาลัยนเรศวร
5. สำนักงานอุตสาหกรรม จ.พิษณุโลก
6. กรมชลประทาน สำนักงาน ชลประทานที่ 3 จ.พิษณุโลก
7. สำนักงานเทศบาลเมืองพิษณุโลก

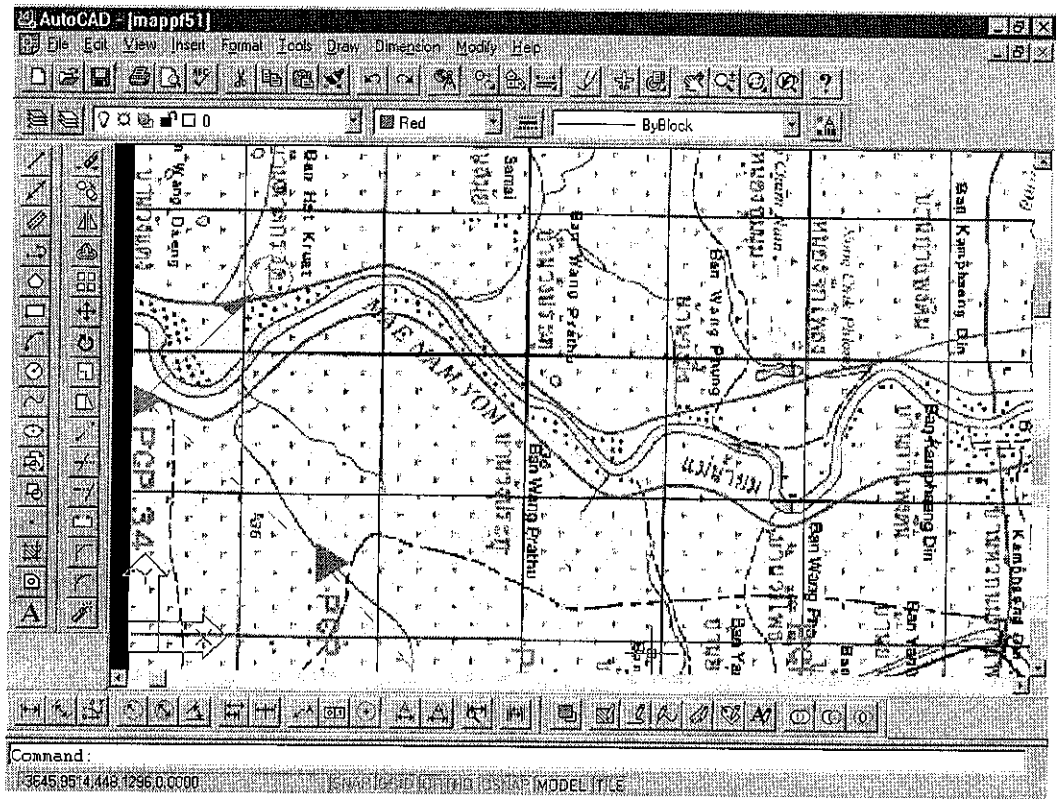
3.5 <u>รวบรวมข้อมูล ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาเกี่ยวกับข้อมูลที่ได้</u>

3.6 <u>จัดทำตัวอย่างชั้นดินเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น</u>

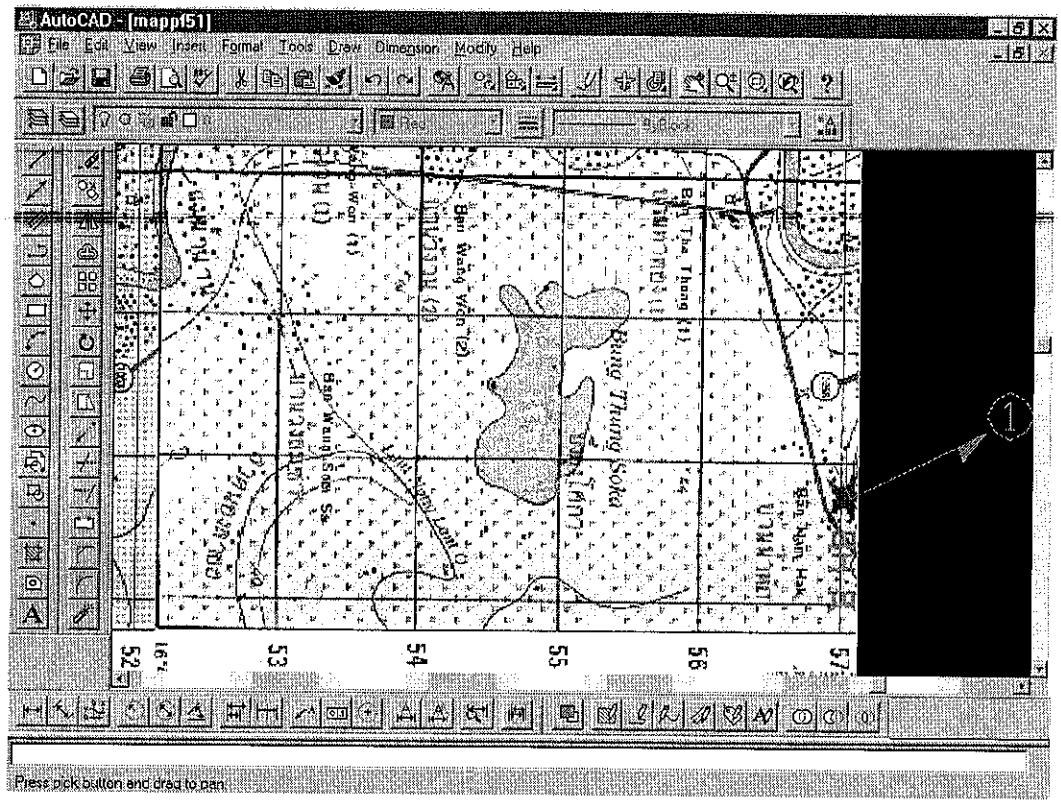
มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.6.1 แนวตัด โดยทำการกำหนดแนวตัดไว้ 2 แนวตัด ดังนี้

3.6.1.1 เริ่มตั้งแต่ หลุมเจาะที่ PCP 34 (หลุมเจาะของสำนักงานชลประทานที่ 3 ) ถึง BH-8 (หลุมเจาะของสำนักงานเทศบาลเมืองพิษณุโลก) โดยทำการตัดมาตามแนวดังรูป

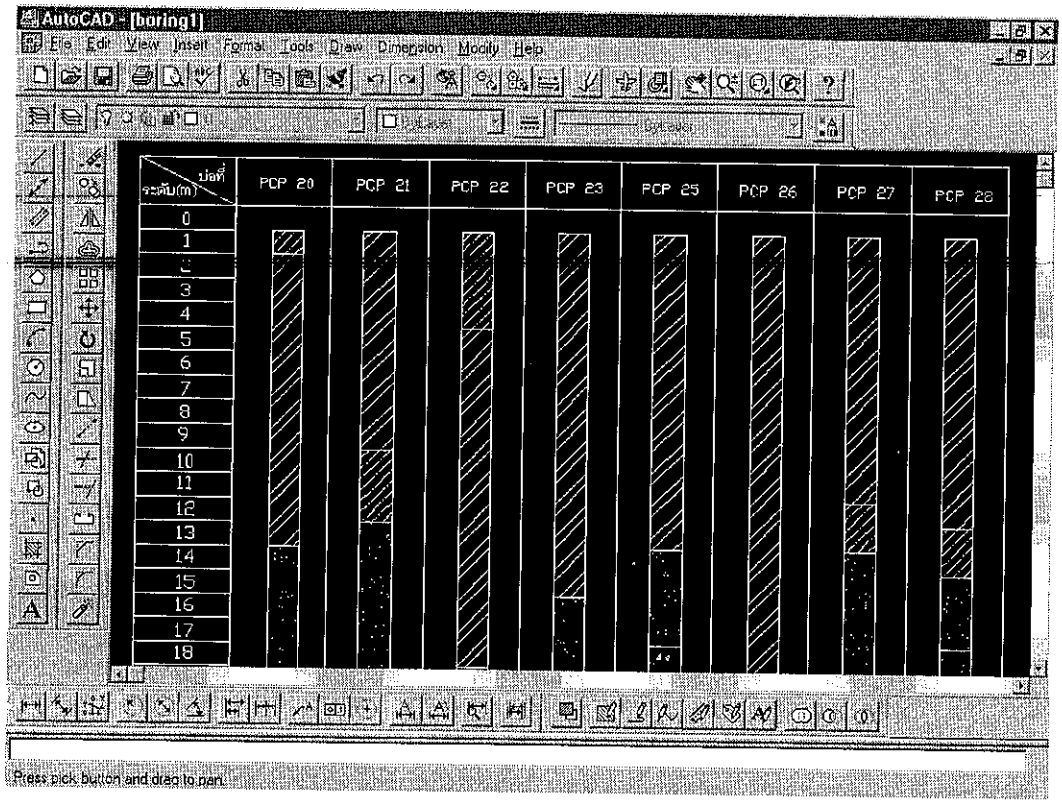



รูปที่ 3.1 แสดงการตัด Profile เริ่มต้นจาก หลุมเจาะที่ PCP 34



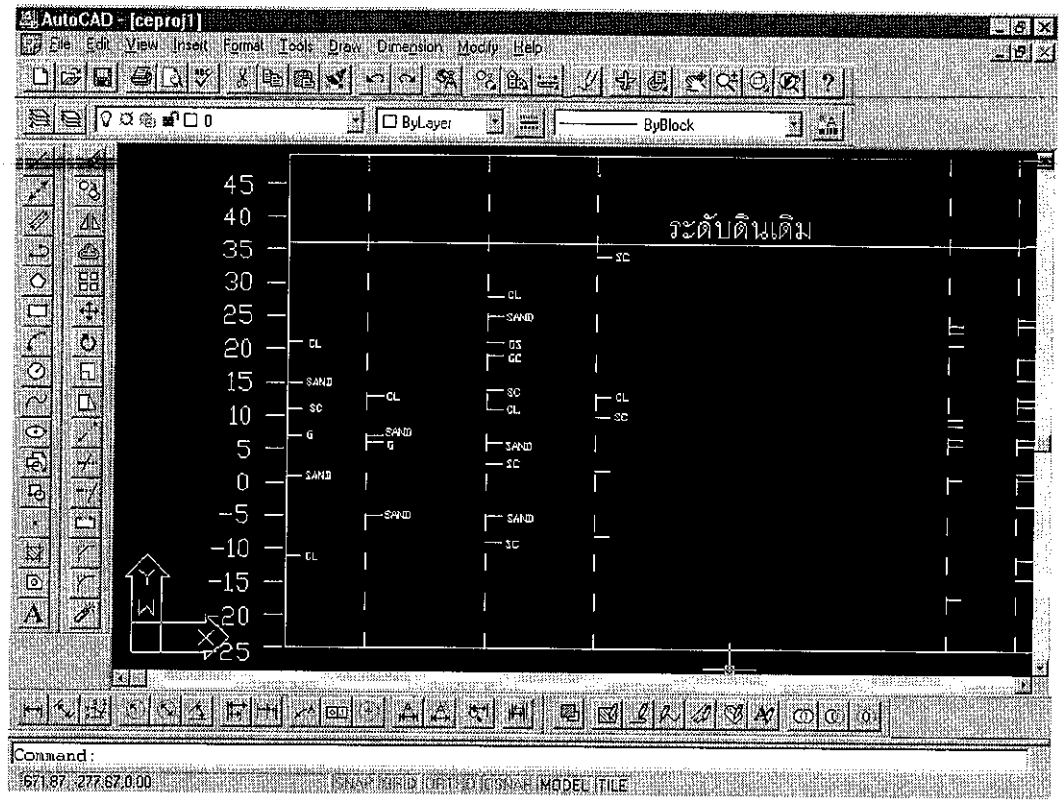

รูปที่ 3.2 แสดงการตัด Profile ที่จุดสิ้นสุดของแนวตัดที่ หลุมเจาะ BH-8

3.6.1.2 รวบรวมข้อมูล boring log ของแต่ละหน่วยงานเพื่อนำมาจัดทำชั้นดินในแนวตัดที่ได้กำหนดไว้



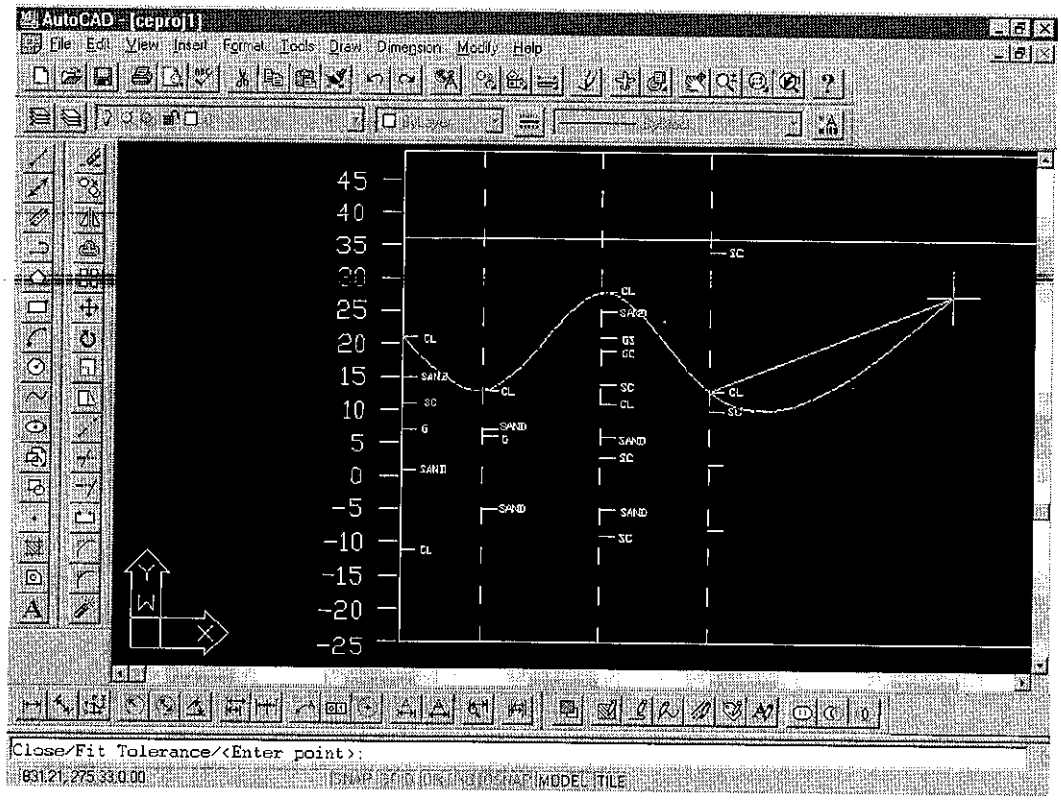

รูปที่ 3.3 แสดงการแบ่งชั้นดินจากข้อมูลที่ได้จาก boring log

3.6.1.3 นำข้อมูลที่ได้จำแนกไว้มาเขียนลงระดับ เมื่อเปรียบเทียบกับระดับดินเดิมซึ่งได้ทำการอ่านค่าระดับดินเดิมจากแผนที่ ที่ครอบคลุมทั้งโครงงาน ในอัตราส่วน 1:50,000 ซึ่งเป็นระดับที่เทียบกับระดับน้ำทะเล (MSL)



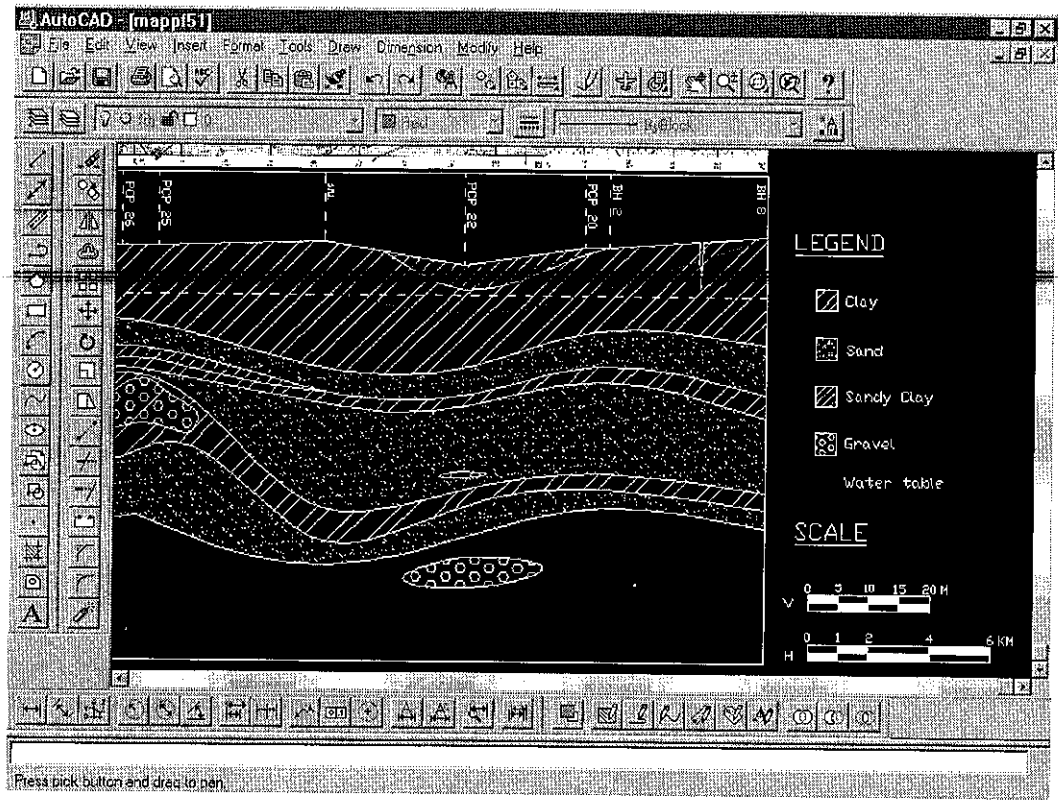

รูปที่ 3.4 แสดงการลงระดับของชั้นดินต่างๆ

3.6.1.4 ทำการเชื่อมชั้นดินที่ได้ลงระดับไปแล้วโดยพิจารณาการเชื่อมชั้นดินประกอบกับลักษณะทางธรณีวิทยาของพื้นที่ในโครงงาน และจากการพิจารณาของ คณะขุดเจาะของสำนักงานชลประทานที่ 3 จ.พิษณุโลก




รูปที่ 3.5 แสดงการเชื่อมต่อชั้นดิน

3.6.1.5 ลงฉลากข้อมูลหลุมเจาะ และแสดงสัญลักษณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการ เขียนรูปตัด Profile ดังรูปที่ 3.6




รูปที่ 3.6 แสดงการลงฉลากสัญลักษณ์ต่างๆใน Profile

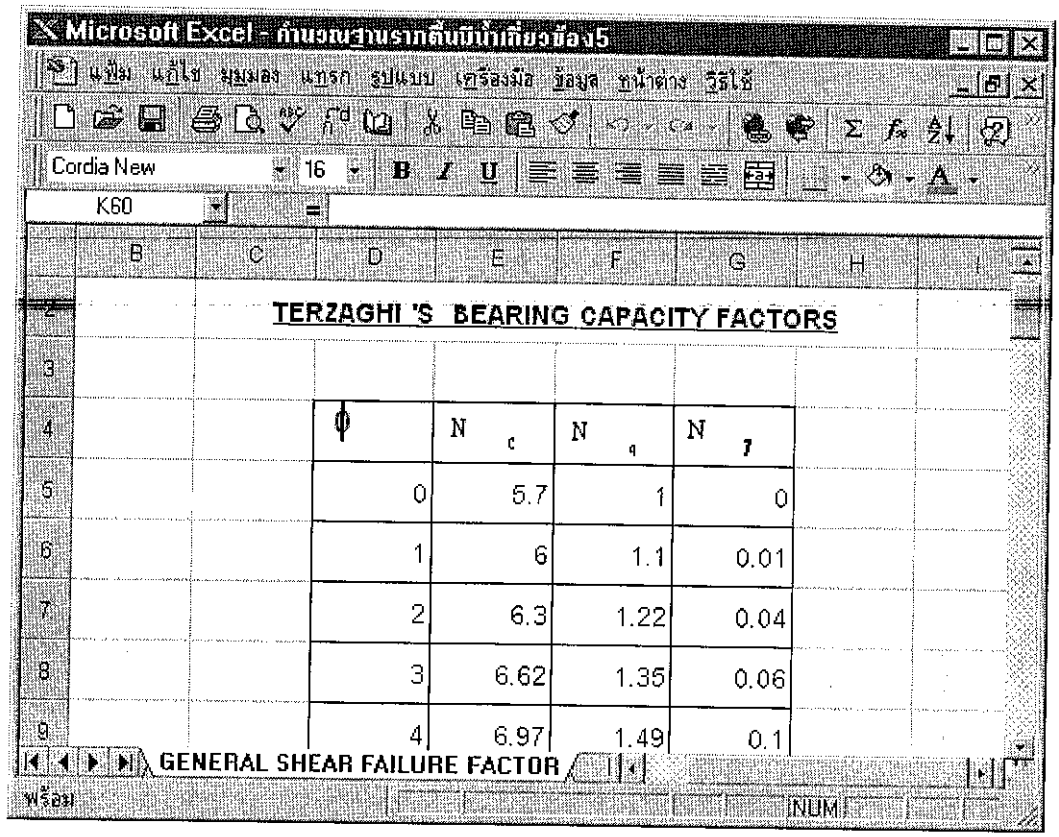
3.7 <u>วิเคราะห์ข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับภาคทฤษฎีและทำการสรุปผล</u>

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้นำมาจากหน่วยงานต่างๆ ได้แบ่งออกเป็นการวิเคราะห์ 2 ประเภท คือ

3.7.1 การวิเคราะห์ข้อมูลชั้นดิน เพื่อนำมาหาความเหมาะสมในการก่อสร้างฐานรากตื้นที่มีระดับน้ำใต้ดิน(Water table) เข้ามามีบทบาทในการคำนวณ มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

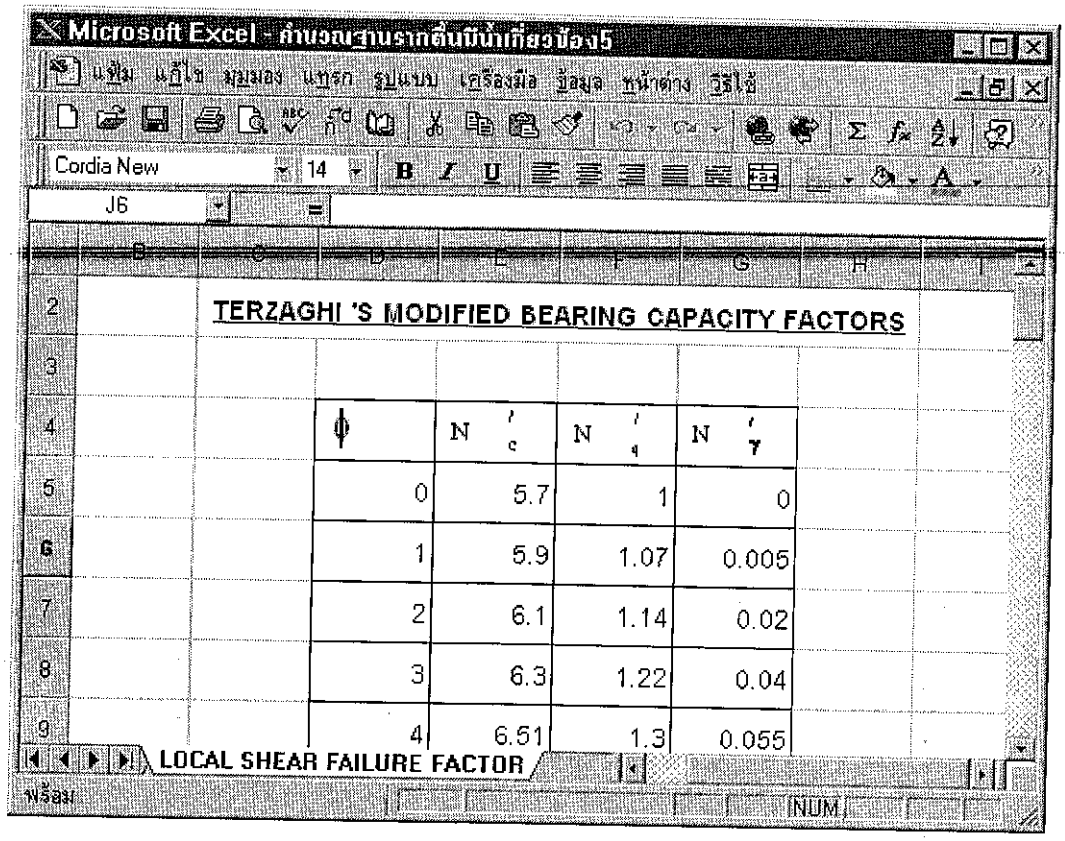
3.7.1.1 จัดทำตารางข้อมูลที่เกี่ยวกับทฤษฎีเพื่อใช้ในการอ้างอิงในการคำนวนจากหนังสือ Principles of Foundation Engineering ของ Braja M.Das ซึ่งประกอบด้วยตารางข้อมูลดังนี้

ก. ตารางแสดง General shear failure factors ของ Terzaghi's Bearing Capacity Factors




รูปที่ 3.7 แสดงการจัดทำสมุดงานตารางข้อมูล General shear failure factors ใน Microsoft Excel Program

ข. ตารางแสดง Local shear failure factors ของ Terzaghi's Modified Bearing Capacity Factors




| ϕ | $N'_c$ | $N'_q$ | $N'_\gamma$ |
|---|---|---|---|
| 0 | 5.7 | 1 | 0 |
| 1 | 5.9 | 1.07 | 0.005 |
| 2 | 6.1 | 1.14 | 0.02 |
| 3 | 6.3 | 1.22 | 0.04 |
| 4 | 6.51 | 1.3 | 0.055 |

รูปที่ 3.8 แสดงการจัดทำสมุดงาน ตารางข้อมูล Local shear failure factors ใน Microsoft Excel Program

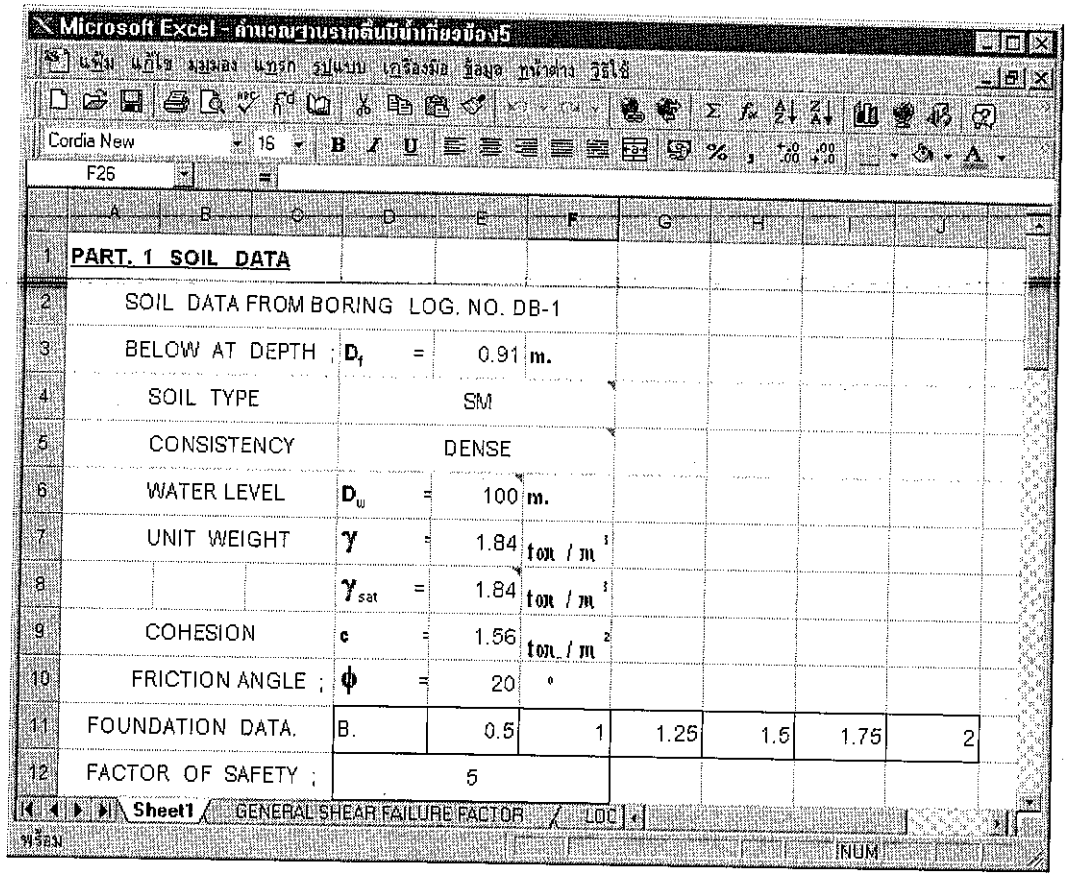
3.7.1.2 วางแผนการคำนวณ โดย จัดวางส่วนต่างไว้ดังนี้ คือ

ก. ข้อมูล (Data)

ข. กระบวนการคำนวณ (Process)

ค. ผลการคำนวณ (Result or Output)

ก. **ข้อมูล (Data)** เป็นส่วนที่นำมาจากการ สำรวจข้อมูลจากหน่วยงานต่างๆ ดังที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น และได้มาจากหนังสืออ้างอิง เพื่อใช้เป็นส่วนของการอ้างอิงในการทำการคำนวณ โดยทำการ ใส่ข้อมูลที่ได้มาลงในสมุดงาน (Work Sheet) ใน Excel ดังรูปที่ 3.9




รูปที่ 3.9 แสดงการบันทึกเลขข้อมูลในสมุดงาน(Work Sheet)

โดยมีเงื่อนไขในการใส่ตัวเลขข้อมูลดังนี้

1. การใส่ค่า Soil type

   1.1 กำหนดให้ใช้ได้กับดินประเภท[ CH ,CL ,SC-SM ,ML-OL ,MH-OL ,CL-CH ,SM ,SC ,SP-SM ,ML-SM ,SP-SC ]

   1.2 เงื่อนไขในการกรอกข้อมูลให้พิมพ์เป็นตัวพิมพ์ใหญ่ตามแบบด้านบน

2. การใส่ค่า Consistency

   2.1 กำหนดให้ใช้กับดินที่มีสภาพดังต่อไปนี้ [HARD , STIFF ,VERYSTIFF ,DENSE ,VERYDENSE ,MED.STIFF ,MED.DENSE ,VERYSOFT ,VERYLOOSE ,LOOSE ,SOFT

2.2 ในการกรอกข้อมูลกำหนดให้กรอกเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ตามแบบด้านบน

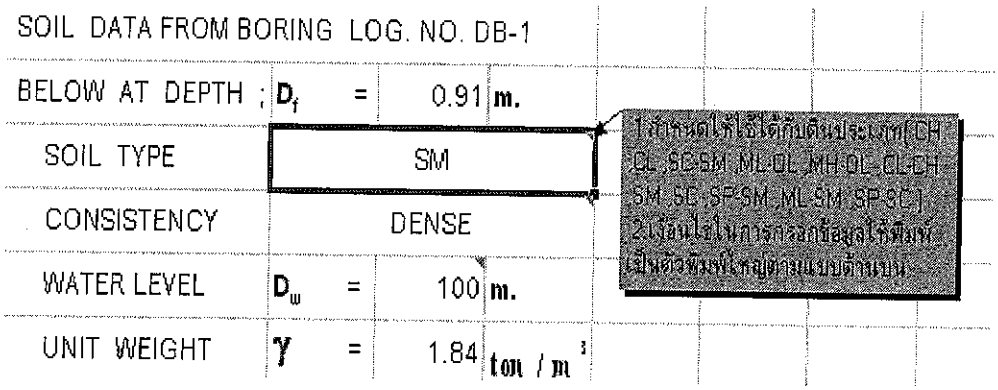
3. การใส่ค่า Water level

กำหนดมีค่าเท่ากับศูนย์หากไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับระดับน้ำให้กำหนดมีค่าเท่ากับศูนย์ซึ่งจะทำให้ได้ค่าbearing capacity ของดินในด้านที่มีความปลอดภัยกว่า หากแต่ว่าต้องการทราบ bearing capacity ของดินที่แท้จริงให้กรอกมีค่าเท่ากับ100

4. การใส่ค่า $\gamma_{sat}$

หากไม่ทราบค่าของหน่วยน้ำหนักอิ่มตัวของดินให้กำหนดมีค่าเท่ากับหน่วยน้ำหนักปกติ

โดยใน สมุดงาน (Work Sheet) ของการใส่ตัวเลขข้อมูล จะมีเงื่อนไขแสดงให้เห็นเมื่อทำการเลื่อนตัวชี้ (Pointer) ไปที่ เซลล์ที่ต้องการใส่ข้อมูล และจะสังเกตุเห็นว่าข้อมูลที่มีเงื่อนไขดังกล่าวจะมีรูปสามเหลี่ยมสีแดงเล็กๆ บริเวณด้านบนขวาของเซลล์ ดังรูปที่ 3.10




รูปที่ 3.10 แสดงตัวอย่าง เงื่อนไขของการใส่ข้อมูลในสมุดงาน (Work Sheet)

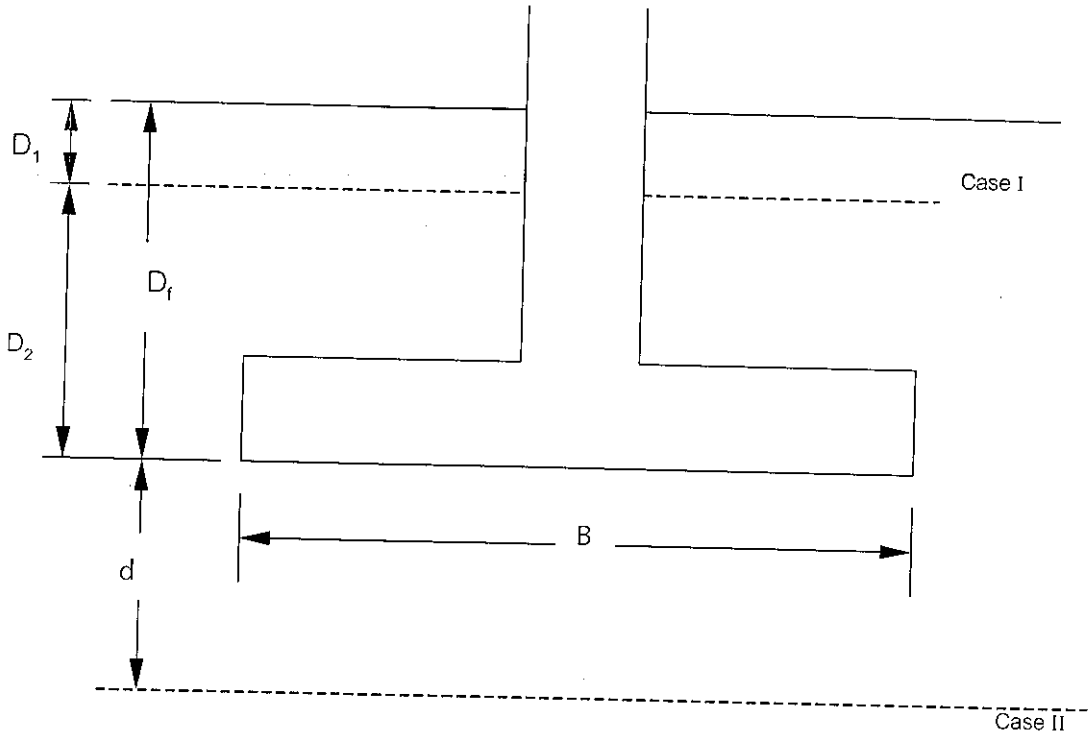
ข. <u>กระบวนการ ( Process )</u> เป็นการนำข้อมูลจากการใส่ข้อมูลในส่วนของ ข้อมูล (Data) มาทำการประมวลผลโดยการทำการเขียนสูตรใน Microsoft Excel เพื่อจำลองการคำนวณ โดยยึดหลักทฤษฎี และวิธีการคำนวณของ Terzaghi จากหนังสือ Principle Of Foundation Engineering ของ Braja M.Das ซึ่งจะได้ทำการเปรียบเทียบสูตรที่ใช้ในการคำนวณ จากหนังสือดังกล่าว และจากการเขียนใน Microsoft Excel ให้ดูดังต่อไปนี้

การพิจารณา ลักษณะฐานรากตื้นที่วางอยู่บนดินแยกได้เป็น 2 กรณี คือ

1. กรณีที่ฐานรากวางอยู่บนชั้นดินแข็ง
2. กรณีที่ฐานรากวางอยู่บนชั้นดินที่มีความแข็งปานกลาง

โดยการพิจารณานั้นได้กำหนดให้ฐานรากมีลักษณะดังนี้

- ให้ระยะจากผิวดินถึงใต้ฐานราก มีค่าเท่ากับ $D_f$
- ลักษณะฐานรากที่พิจารณามีฐานรากตามยาว,ฐานรากกลม,ฐานรากสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- ให้ความกว้างของฐานรากหรือเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม (B,L) มีค่าเท่ากับ 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50, 2.00 เมตร
- การคำนึงถึงอิทธิพลของระดับน้ำใต้ดินต่อความสามารถในการรับน้ำหนักของดินใต้ฐานรากโดยทั้งนี้ได้พิจารณาความสูงของระดับน้ำใต้ดินที่วัดจากผิวดินลงไปจนถึงระดับน้ำใต้ดิน ($D_w$)
- ในการนำข้อมูลมาทำการคำนวณฐานราก ถ้าหากฐานรากวางอยู่บนชั้นดินชั้นถัดไป แต่ตัวฐานรากไม่ได้อยู่ในชั้นดินชั้นถัดไป ให้นำข้อมูลดิน ของชั้นถัดไปมาคำนวณ โดย สมมติว่า ความหนาแน่นของดินชั้นบน มีค่าเท่ากับดินชั้นล่าง




รูปที่ 3.11 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ

Ex. 3.1 (From book "Braja M.Das – Principle of foundation engineering " Page 141,151.)

A square foundation is 5ft x 5ft in plan. The soil supporting the foundation has a friction angle of $\phi = 20^{o}$ and C = 320 lb/ft$^2$. The unit weight of soil, $\gamma$ ,is 115 lb/ft$^3$. Determine the allowable gross load on the foundation with a factor of safety (FS) of 5. Assume that the depth of the foundation ($D_f$) is 3ft. And that general shear failure occurs in the soil.

$\phi$ = $20^{o}$ ⟶ $N_c = 17.65$ , $N_q = 7.44$ , $N_\gamma = 3.64$

$D_f$ = 3 ft

C = 320 lb/ft$^2$

BxL = 5x5 $ft^2$

$\gamma$ = 115 lb/$ft^3$

F.S. = 5

$q = \gamma D_f = 115(\frac{lb}{ft^3})x3(ft.) = 345\ lb/ft^2 = \boxed{1.684}\ \frac{ton}{m^2}$

$q_u = 1.3CN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$

$= 1.3x320(\frac{lb}{ft^2})x\ 17.69 + 345(\frac{lb}{ft^2})x\ 7.44 + 0.4x115(\frac{lb}{ft^3})\ x5(ft.)\ x\ 3.64$

$= 7359.04(\frac{lb}{ft^2}) + 2566.8(\frac{lb}{ft^2}) + 837.2\ (\frac{lb}{ft^2})$

$= 10763.04\ (\frac{lb}{ft^2}) = \boxed{52.54}\ \frac{ton}{m^2}$

$q_{all(net)} = \frac{q_u - q}{F.S.} = \frac{10763.04\frac{lb}{ft^2} - 345\frac{lb}{ft^2}}{5}$

$= 2083.61(\frac{lb}{ft^2}) = \boxed{10.172}\ \frac{ton}{m^2}$

$Q_{uall(net)} = q_{all(net)}x\ B\ x\ L$

$= 2083.61(\frac{lb}{ft^2})\ x\ 5(ft.)\ x\ 5(ft.)$

$= 52090.2\ lb. = \boxed{23.63}\ ton.\ Ans.$

---

**Note**

$1(\frac{lb}{ft^2}) = 4.882x10^{-3}(\frac{ton}{m^2})$

$1(lb.) = 0.4536x10^{-3}\ ton$

---

จากตัวอย่างข้างต้นเราสามารถจะนำสูตรการคำนวณต่างๆ ในตัวอย่างข้างต้นมาเขียนในสมุดงาน (Work Sheet) ใน Microsoft Excel เพื่อให้การคำนวณเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว และเพื่อไม่ให้เกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณ โดยทำการเปรียบเทียบสูตรและผลการคำนวณไว้ดังนี้คือ

$N_c$

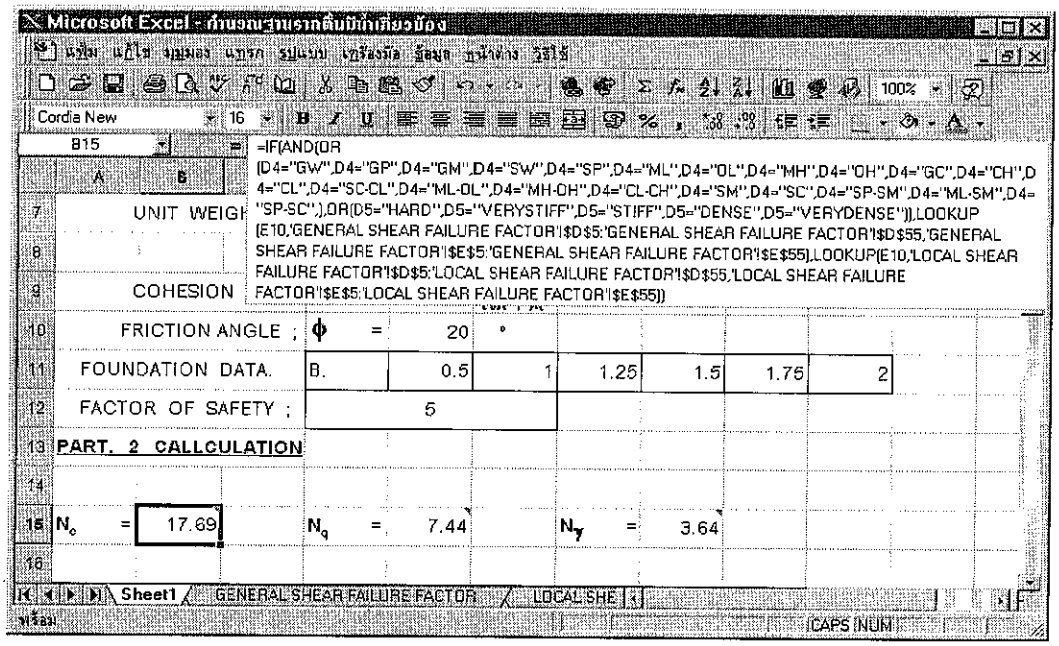
=IF(AND(OR(D4="GW",D4="GP",D4="GM",D4="SW",D4="SP",D4="ML",D4="OL",
D4="MH",D4="OH",D4="GC",D4="CH",D4="CL",D4="SC-CL",D4="ML-
OL",D4="MH-OH",D4="CL-CH",D4="SM",D4="SC",D4="SP-SM",D4="ML-
SM",D4="SP-
SC",),OR(D5="HARD",D5="VERYSTIFF",D5="STIFF",D5="DENSE",D5="VERYDE
NSE")),LOOKUP(E10,'GENERAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$D$5:'GENERAL
SHEAR FAILURE FACTOR'!$D$55,'GENERAL SHEAR FAILURE
FACTOR'!$E$5:'GENERAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$E$55),LOOKUP
(E10,'LOCAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$D$5:'LOCAL SHEAR FAILURE
FACTOR'!$D$55,'LOCAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$E$5:'LOCAL SHEAR
FAILURE FACTOR'!$E$55))

$N_q$

=IF(AND(OR(D4="GW",D4="GP",D4="GM",D4="SW",D4="SP",D4="ML",D4="OL",
D4="MH",D4="OH",D4="GC",D4="CH",D4="CL",D4="SC-CL",D4="ML-
OL",D4="MH-OH",D4="CL-CH",D4="SM",D4="SC",D4="SP-SM",D4="ML-
SM",D4="SP-
SC",),OR(D5="HARD",D5="VERYSTIFF",D5="STIFF",D5="DENSE",D5="VERYDE
NSE")),LOOKUP(E10,'GENERAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$D$5:'GENERAL
SHEAR FAILURE FACTOR'!$D$55,'GENERAL SHEAR FAILURE
FACTOR'!$F$5:'GENERAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$F$55),LOOKUP
(E10,'LOCAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$D$5:'LOCAL SHEAR FAILURE
FACTOR'!$D$55,'LOCAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$F$5:'LOCAL SHEAR
FAILURE FACTOR'!$F$55))

$N_\gamma$

=IF(AND(OR(D4="GW",D4="GP",D4="GM",D4="SW",D4="SP",D4="ML",D4="OL",D4="MH",D4="OH",D4="GC",D4="CH",D4="CL",D4="SC-CL",D4="ML-OL",D4="MH-OH",D4="CL-CH",D4="SM",D4="SC",D4="SP-SM",D4="ML-SM",D4="SP-SC",),OR(D5="HARD",D5="VERYSTIFF",D5="STIFF",D5="DENSE",D5="VERYDENSE")),LOOKUP(E10,'GENERAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$D$5:'GENERAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$D$55,'GENERAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$G$5:'GENERAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$G$55),LOOKUP(E10,'LOCAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$D$5:'LOCAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$D$55,'LOCAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$G$5:'LOCAL SHEAR FAILURE FACTOR'!$G$55))




รูปที่ 3.12 แสดงตัวอย่างการบันทึกสูตรคำนวณค่า $N_c$,$N_q$และ$N_\gamma$

Case I $0 \leq D_1 \leq D_f$

$$\gamma' = (\gamma_{sat} - \gamma_w)$$

$$\gamma' = \gamma$$

Case II $0 \leq d \leq B$

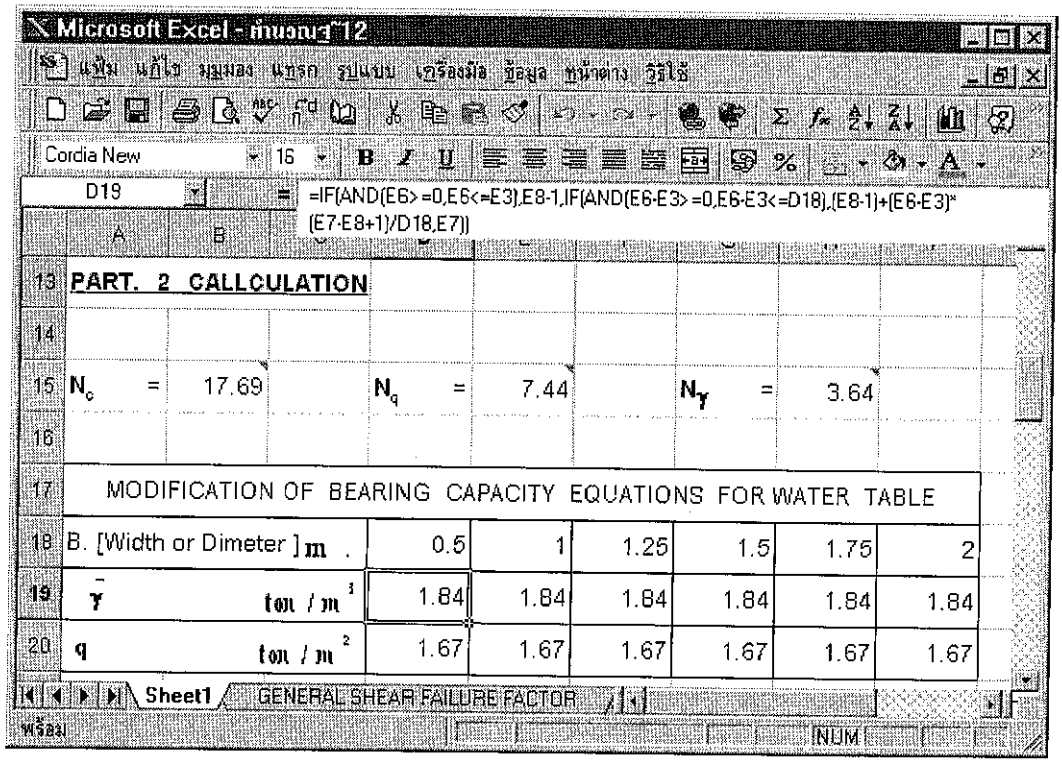
$$\bar{\gamma} = \gamma' + \frac{d}{B}(\gamma - \gamma')$$

Case III $d \geq B$

Water will have no effect.

จากสูตรข้างบน ได้ทำการบันทึกสูตรลงใน Microsoft Excel ดังนี้

$\bar{\gamma}$ = IF(AND(E6>=0,E6<=E3),E8-1,IF(AND(E6-E3>=E3,E6-E3<=D18),(E8-1)+(E6-E3)*(E7-E8+1)/D18,E7))



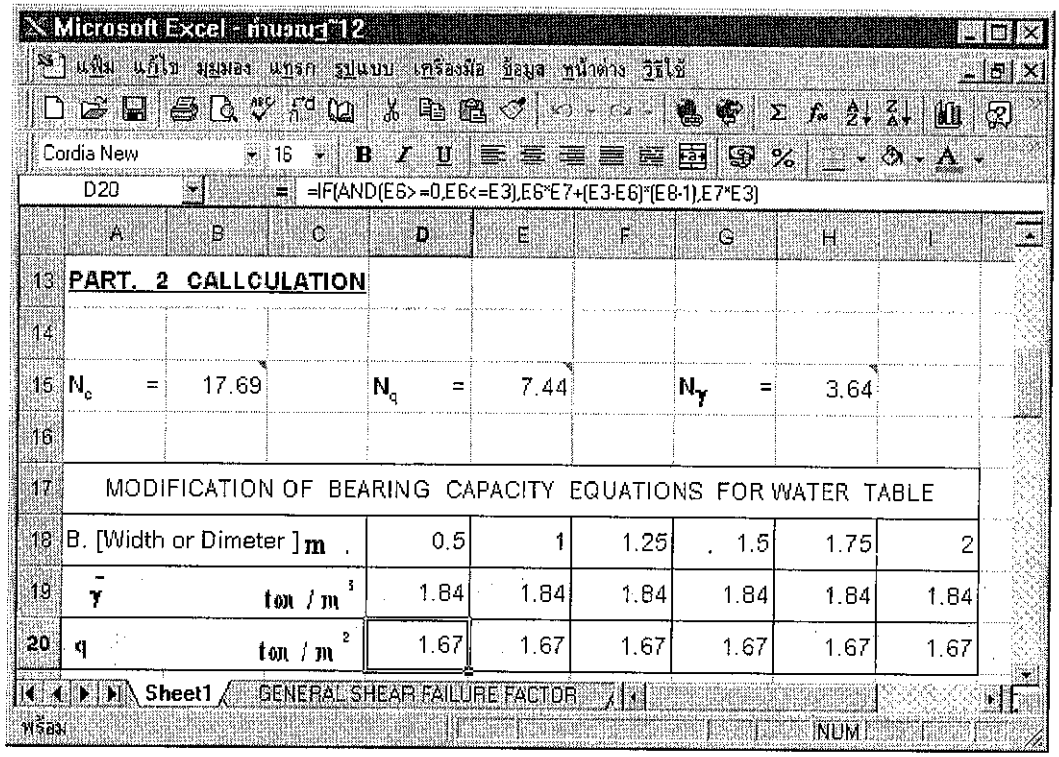

รูปที่ 3.13 แสดงการบันทึกสูตรคำนวณค่า $\bar{\gamma}$

Case I $q = D_1\gamma + D_2(\gamma_{sat} - \gamma_w)$

Case II , Case III $q = \gamma D_f$

จากสูตรข้างต้นได้ทำการบันทึกสูตรใน Microsoft Excel ดังนี้

q = IF(AND(E6>=0,E6<=E3),E6*E7+(E3-E6)*(E8-1),E7*E3)




รูปที่ 3.14 แสดงการบันทึกสูตรคำนวณค่า $q$

STRIP FOUNDATION

ถ้าเป็นดินแข็ง $q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma$

ถ้าเป็นดินอ่อน $q_u = \frac{2}{3}cN'_c + qN'_q + \frac{1}{2}\gamma BN'_\gamma$

จากสูตรข้างต้นได้ทำการบันทึกใน Microsoft Excel ดังนี้

$q_u$=

IF(OR(D5="HARD",D5="STIFF",D5="VERYSTIFF",D5="DENSE",D5="VERYDENSE"),E9*B15+D20*E15+0.5*D19*D23*H15,0.6667*E9*B15+D20*E15+0.5*D19*D23*H15)

SQUARE FOUNDATIION

ถ้าเป็นดินแข็ง $q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$

ถ้าเป็นดินอ่อน $q_u = 0.867cN'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma$

จากสูตรข้างต้นได้ทำการบันทึกใน Microsoft Excel ดังนี้

$q_u$ =

IF(OR(D5="HARD",D5="STIFF",D5="VERYSTIFF",D5="DENSE",D5="VERYDENSE"),1.3*E9*B15+D20*E15+0.4*D19*D27*H15,0.867*E9*B15+D20*E15+0.4*D19*D27*H15)

CIRCULAR FOUNDATION

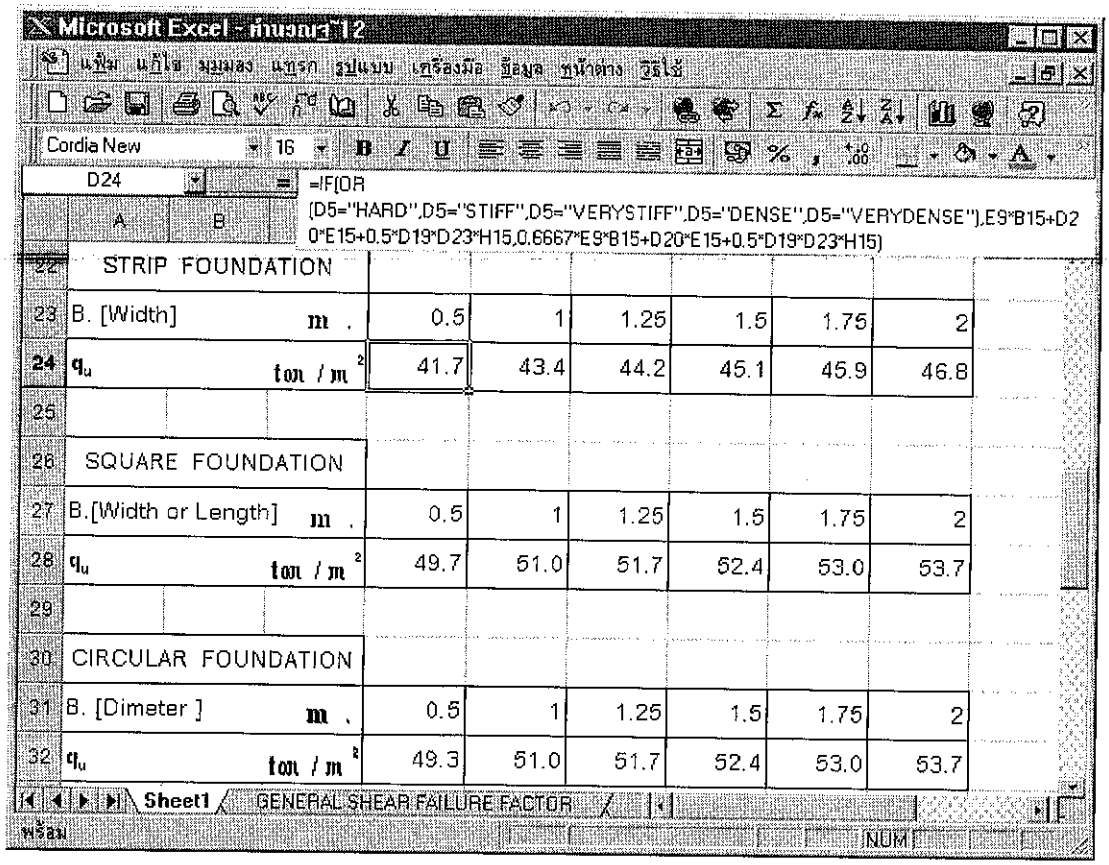
ถ้าเป็นดินแข็ง $q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma$

ถ้าเป็นดินอ่อน $q_u = 0.867cN'_c + qN'_q + 0.3\gamma BN'_\gamma$

จากสูตรข้างต้นได้ทำการบันทึกใน Microsoft Excel ดังนี้

$q_u$=

IF(OR(D5="HARD",D5="STIFF",D5="VERYSTIFF",D5="DENSE",D5="VERYDENSE"),1.3*E9*B15+D20*E15+0.3*D19*D31*H15,0.867*E9*B15+D20*E15+0.3*D19*D31*H15)




| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 | STRIP FOUNDATION | | | | | | |
| 23 | B. [Width] m | 0.5 | 1 | 1.25 | 1.5 | 1.75 | 2 |
| 24 | $q_u$ ton / m² | 41.7 | 43.4 | 44.2 | 45.1 | 45.9 | 46.8 |
| 25 | | | | | | | |
| 26 | SQUARE FOUNDATION | | | | | | |
| 27 | B.[Width or Length] m | 0.5 | 1 | 1.25 | 1.5 | 1.75 | 2 |
| 28 | $q_u$ ton / m² | 49.7 | 51.0 | 51.7 | 52.4 | 53.0 | 53.7 |
| 29 | | | | | | | |
| 30 | CIRCULAR FOUNDATION | | | | | | |
| 31 | B. [Dimeter ] m | 0.5 | 1 | 1.25 | 1.5 | 1.75 | 2 |
| 32 | $q_u$ ton / m² | 49.3 | 51.0 | 51.7 | 52.4 | 53.0 | 53.7 |

รูปที่ 3.15 แสดงการบันทึกสูตรคำนวณค่า $q_u$

**ค.** <u>**ผลการคำนวณ (Result or Output)**</u> ส่วนนี้เป็นส่วนของผลการคำนวณเพื่อแสดงผลของการคำนวณของ สูตรที่ได้บันทึกไว้ในสมุดงาน (Work Sheet) ใน Excel และเป็นการสรุปผลของการคำนวณด้วย

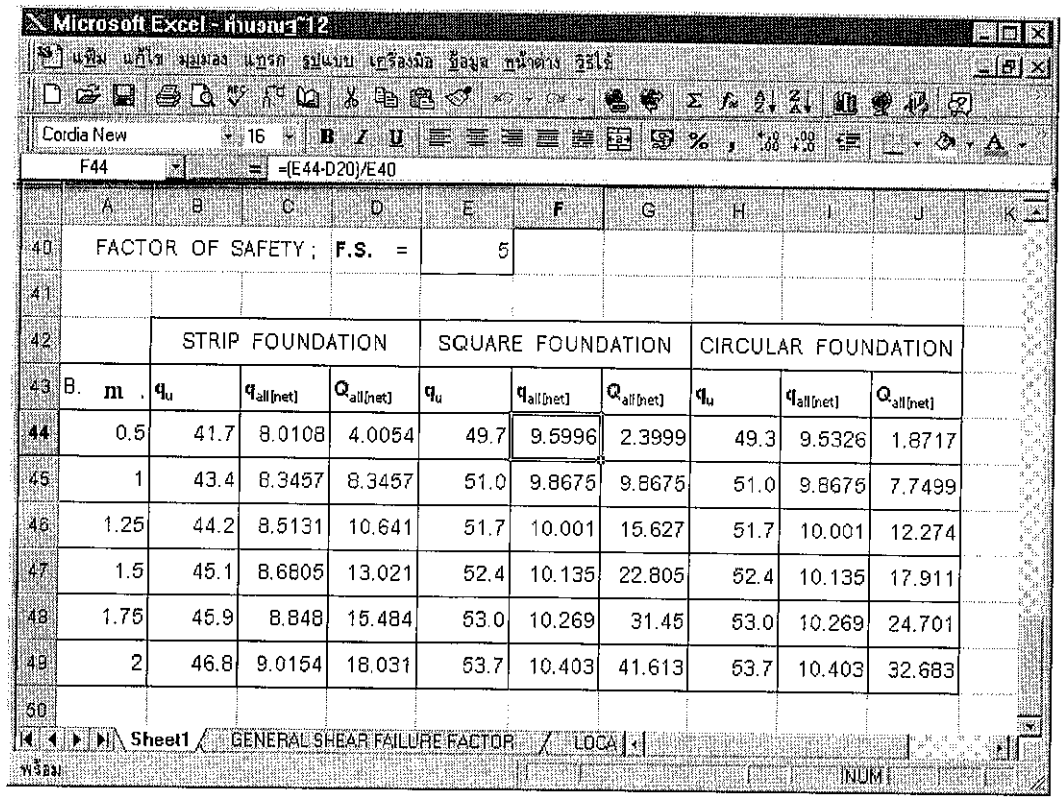
$$q_{all(net)} = \frac{q_u - \gamma D_f}{F.S.}$$

$$Q_{all(net)} = \frac{q_u - \gamma D_f}{F.S.} \times (\text{Area of foundation})$$

จากสูตรข้างต้นได้ทำการบันทึกใน Microsoft Excel ดังนี้

$q_{all(net)}$ = (E44-D20)/E40

$Q_{all(net)}$ = F44*A44*A44



Microsoft Excel - ที่นอนๆ12

Cordia New 16 B I U

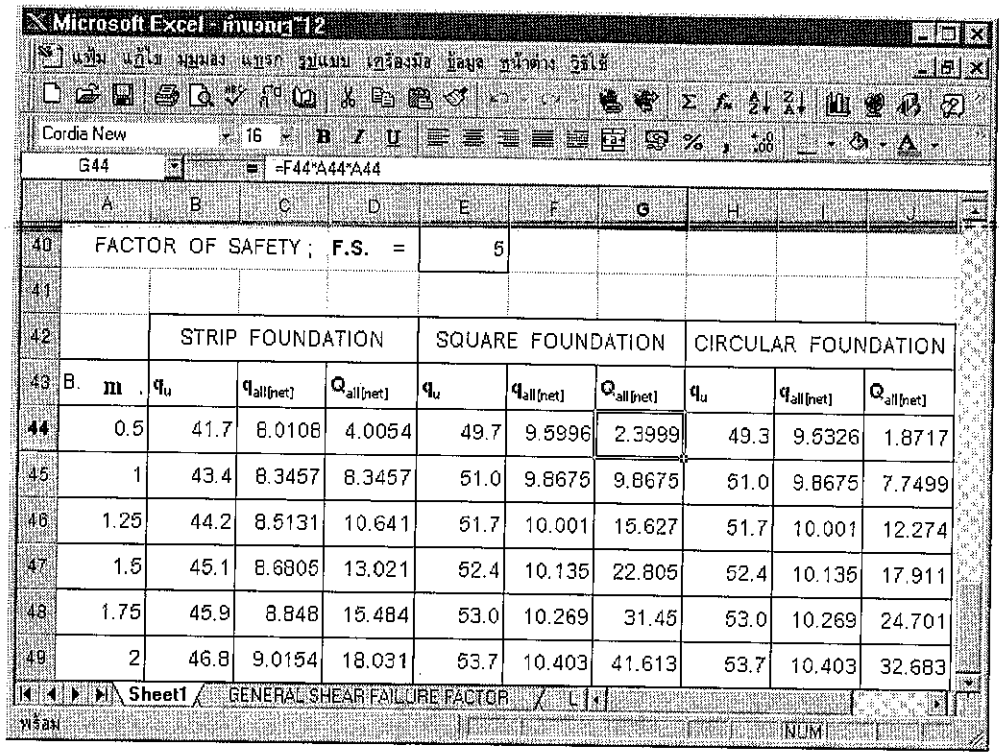
F44 =(E44-D20)/E40

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 | FACTOR OF SAFETY ; | | | F.S. = | 5 | | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | | |
| 42 | | STRIP FOUNDATION | | | SQUARE FOUNDATION | | | CIRCULAR FOUNDATION | | | |
| 43 | B. m . | $q_u$ | $q_{all[net]}$ | $Q_{all[net]}$ | $q_u$ | $q_{all[net]}$ | $Q_{all[net]}$ | $q_u$ | $q_{all[net]}$ | $Q_{all[net]}$ | |
| 44 | 0.5 | 41.7 | 8.0108 | 4.0054 | 49.7 | 9.5996 | 2.3999 | 49.3 | 9.5326 | 1.8717 | |
| 45 | 1 | 43.4 | 8.3457 | 8.3457 | 51.0 | 9.8675 | 9.8675 | 51.0 | 9.8675 | 7.7499 | |
| 46 | 1.25 | 44.2 | 8.5131 | 10.641 | 51.7 | 10.001 | 15.627 | 51.7 | 10.001 | 12.274 | |
| 47 | 1.5 | 45.1 | 8.6805 | 13.021 | 52.4 | 10.135 | 22.805 | 52.4 | 10.135 | 17.911 | |
| 48 | 1.75 | 45.9 | 8.848 | 15.484 | 53.0 | 10.269 | 31.45 | 53.0 | 10.269 | 24.701 | |
| 49 | 2 | 46.8 | 9.0154 | 18.031 | 53.7 | 10.403 | 41.613 | 53.7 | 10.403 | 32.683 | |
| 50 | | | | | | | | | | | |

Sheet1 / GENERAL SHEAR FAILURE FACTOR / LOCA

พร้อม NUM

รูปที่ 3.16 แสดงการบันทึกสูตรคำนวณค่า $q_{all(net)}$



Microsoft Excel - ตัวอย่าง 12

Cordia New 16 | G44 | =F44*A44*A44

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 40 | FACTOR OF SAFETY ; F.S. = | | | | 5 | | | | | |
| 41 | | | | | | | | | | |
| 42 | | STRIP FOUNDATION | | | SQUARE FOUNDATION | | | CIRCULAR FOUNDATION | | |
| 43 | B. m | $q_u$ | $q_{all[net]}$ | $Q_{all[net]}$ | $q_u$ | $q_{all[net]}$ | $Q_{all[net]}$ | $q_u$ | $q_{all[net]}$ | $Q_{all[net]}$ |
| 44 | 0.5 | 41.7 | 8.0108 | 4.0054 | 49.7 | 9.5996 | 2.3999 | 49.3 | 9.5326 | 1.8717 |
| 45 | 1 | 43.4 | 8.3457 | 8.3457 | 51.0 | 9.8675 | 9.8675 | 51.0 | 9.8675 | 7.7499 |
| 46 | 1.25 | 44.2 | 8.5131 | 10.641 | 51.7 | 10.001 | 15.627 | 51.7 | 10.001 | 12.274 |
| 47 | 1.5 | 45.1 | 8.6805 | 13.021 | 52.4 | 10.135 | 22.805 | 52.4 | 10.135 | 17.911 |
| 48 | 1.75 | 45.9 | 8.848 | 15.484 | 53.0 | 10.269 | 31.45 | 53.0 | 10.269 | 24.701 |
| 49 | 2 | 46.8 | 9.0154 | 18.031 | 53.7 | 10.403 | 41.613 | 53.7 | 10.403 | 32.683 |

Sheet1 | GENERAL SHEAR FAILURE FACTOR | พร้อม | NUM

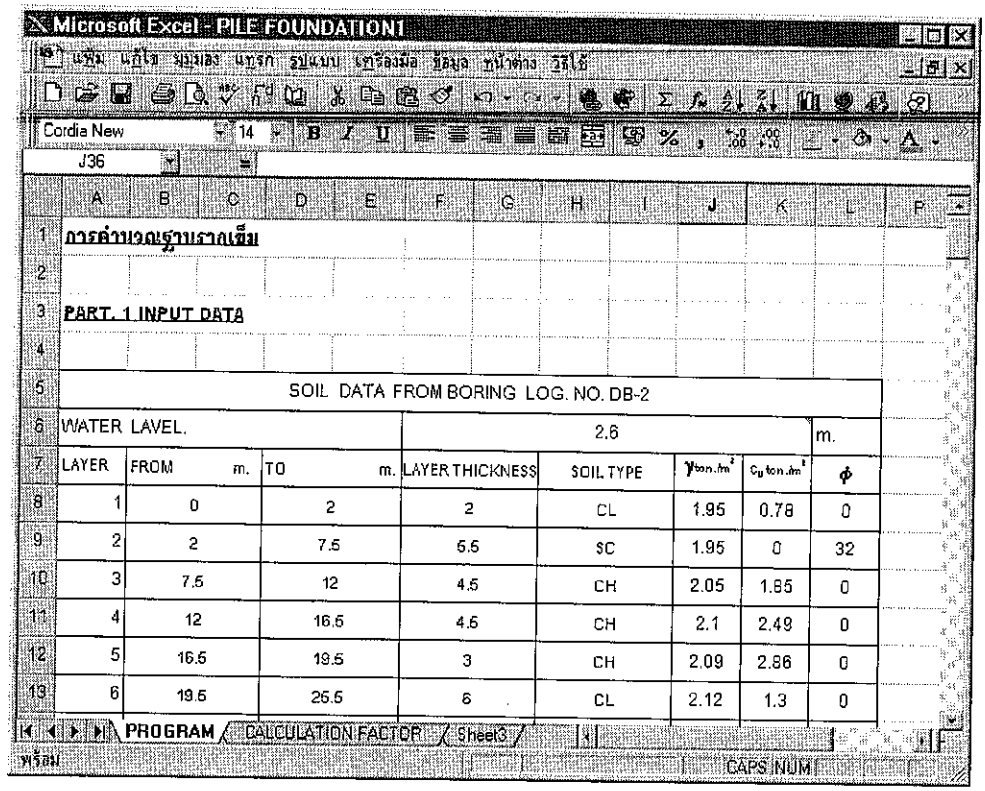
รูปที่ 3.17 แสดงการบันทึกสูตรคำนวณค่า $Q_{all(net)}$

จากการคำนวณโดยใช้วิธีของ Terzaghi แล้วนำมาเปรียบเทียบกับการคำนวณด้วย Microsoft Excel โดยการจำลองสูตรการคำนวณโดยอ้างอิงสูตรการคำนวณของ Terzaghi จะสังเกตเห็นว่าผลลัพธ์ที่อยู่ในกรอบสี่เหลี่ยม มีความใกล้เคียงกันมากซึ่งถือว่าความผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนของตัวเลขน้อยมาก

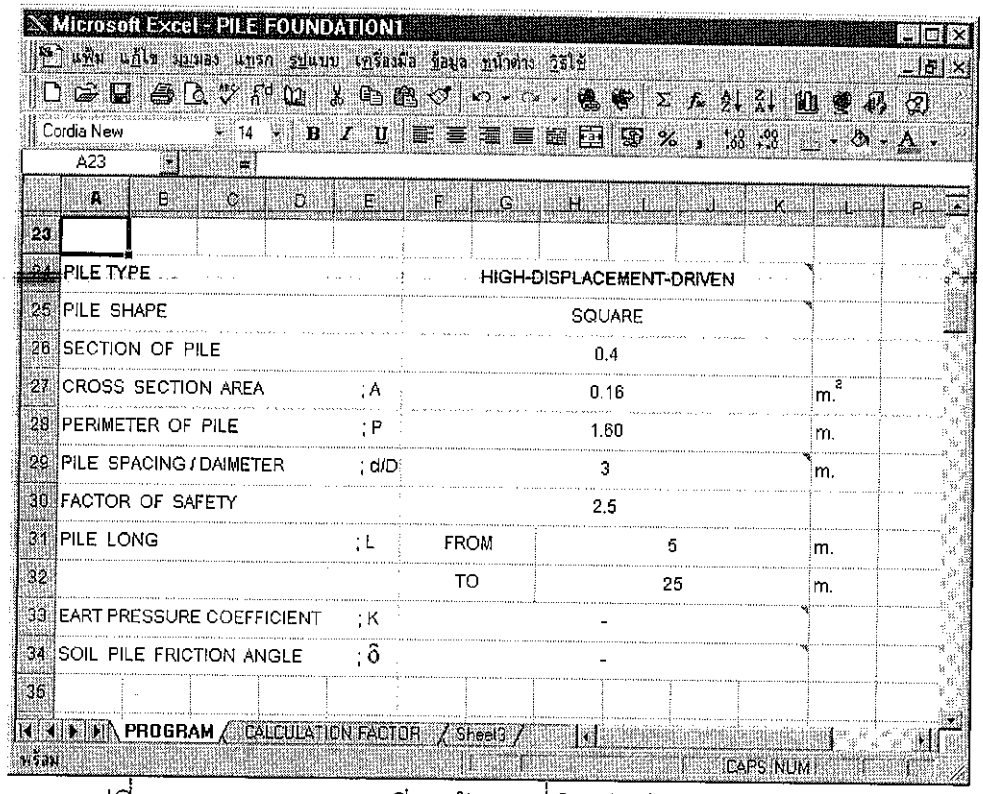
3.7.2 การวิเคราะห์ข้อมูลชั้นดิน เพื่อนำมาหาความเหมาะสมในการก่อสร้างฐานรากลึก(ฐานรากเข็ม) ที่มีระดับน้ำใต้ดิน(Water table) เข้ามามีบทบาทในการคำนวณ

มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

3.7.2.1 สร้างตารางบันทึกข้อมูลของชั้นดิน ของแต่ละหลุมเจาะที่อยู่ในแนวเส้นตัด และรายละเอียดของข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นต่อการคำนวณ



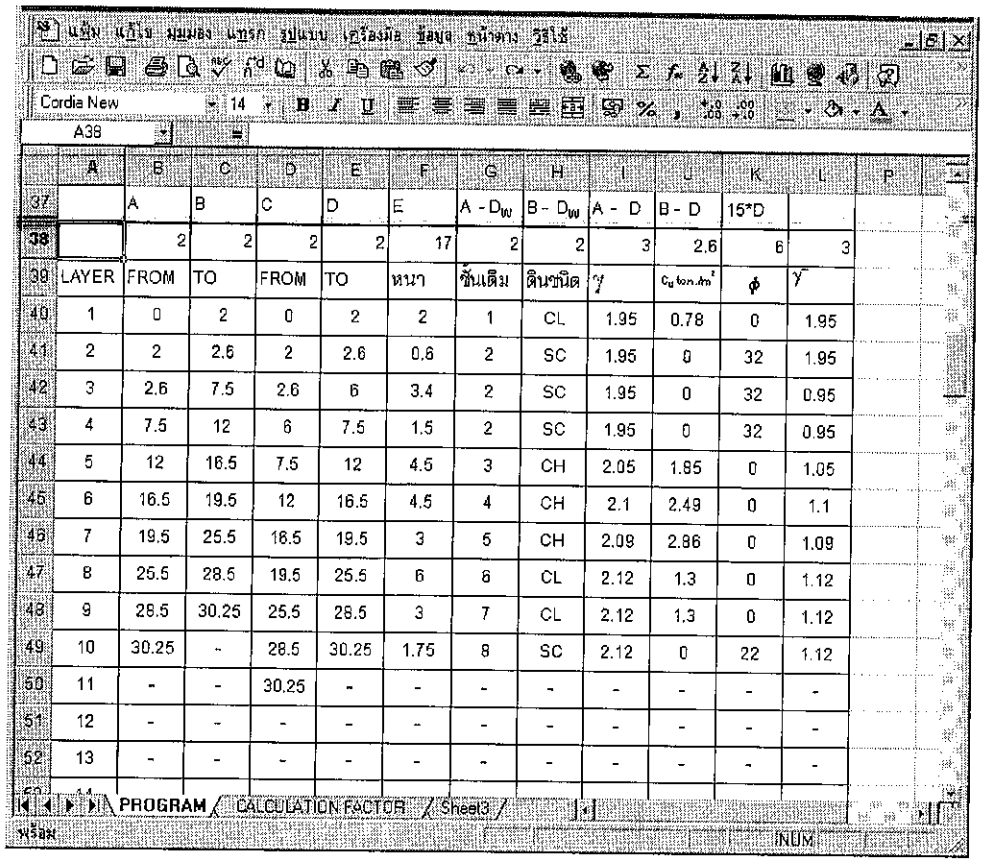

รูปที่ 3.18 แสดงการจัดทำตารางบันทึกข้อมูล




รูปที่ 3.19 แสดงรายละเอียดข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการคำนวณ

จากรูปข้าง ที่ 3.18 ในการบันทึกข้อมูลลงในตารางข้อมูล จะทำการบันทึกเฉพาะตารางใน ช่อง Water level, From, Soil type,$\gamma$ และ $C_u$ นอกจากนั้นยังต้องทำการบันทึกข้อมูลในส่วนของรายละเอียดอื่น ดังรูปที่ 3.19 หลังจากนั้น Microsoft Excel ก็จะทำการคำนวณ

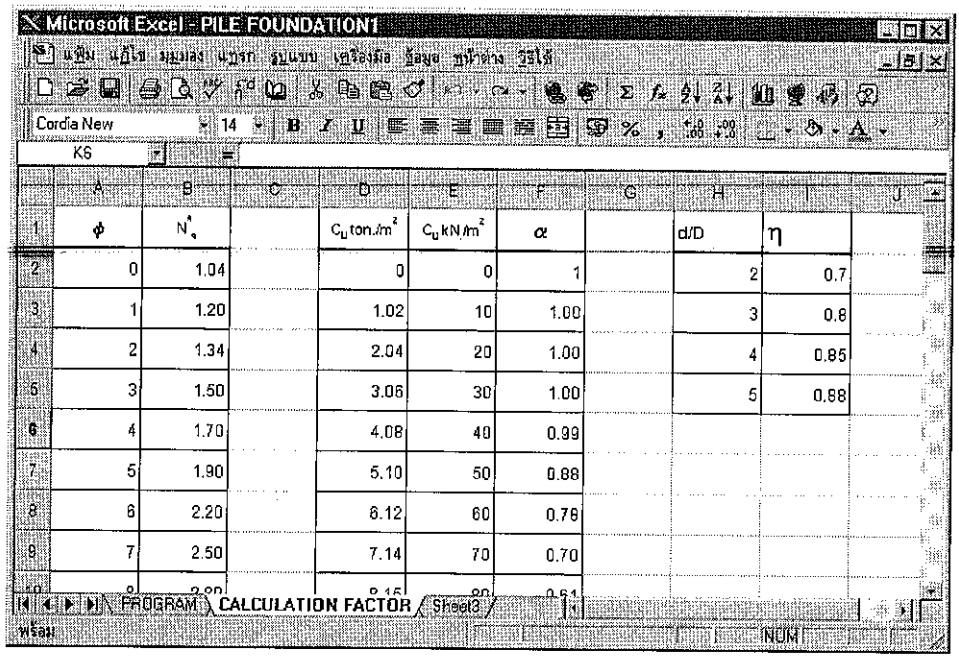
จากข้อมูลที่ได้จะนำมาจัดเรียงใหม่เนื่องจากอิทธิพลของระดับน้ำและขนาดของเสาเข็มซึ่งเป็นส่วนที่ซ่อนไว้ ในสมุดงาน (Work sheet) Program ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่จำเป็นที่จะนำมาแสดงไว้ในการการคำนวณในตอนนี้ เพียงแต่ทำขึ้นมาเพื่อให้การคำนวณโดยการใส่สูตรการคำนวณใน Microsoft Excel นั้นง่ายขึ้น



| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | P |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 37 | | A | B | C | D | E | A - $D_w$ | B - $D_w$ | A - D | B - D | 15*D | | |
| 38 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 17 | 2 | 2 | 3 | 2.6 | 6 | 3 | |
| 39 | LAYER | FROM | TO | FROM | TO | หนา | ชั้นเดิม | ดินชนิด | $\gamma$ | $c_u$ ton./m$^2$ | $\phi$ | $\bar{\gamma}$ | |
| 40 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 | CL | 1.95 | 0.78 | 0 | 1.95 | |
| 41 | 2 | 2 | 2.6 | 2 | 2.6 | 0.6 | 2 | SC | 1.95 | 0 | 32 | 1.95 | |
| 42 | 3 | 2.6 | 7.5 | 2.6 | 6 | 3.4 | 2 | SC | 1.95 | 0 | 32 | 0.95 | |
| 43 | 4 | 7.5 | 12 | 6 | 7.5 | 1.5 | 2 | SC | 1.95 | 0 | 32 | 0.95 | |
| 44 | 5 | 12 | 16.5 | 7.5 | 12 | 4.5 | 3 | CH | 2.05 | 1.85 | 0 | 1.05 | |
| 45 | 6 | 16.5 | 19.5 | 12 | 16.5 | 4.5 | 4 | CH | 2.1 | 2.49 | 0 | 1.1 | |
| 46 | 7 | 19.5 | 25.5 | 16.5 | 19.5 | 3 | 5 | CH | 2.09 | 2.86 | 0 | 1.09 | |
| 47 | 8 | 25.5 | 28.5 | 19.5 | 25.5 | 6 | 6 | CL | 2.12 | 1.3 | 0 | 1.12 | |
| 48 | 9 | 28.5 | 30.25 | 25.5 | 28.5 | 3 | 7 | CL | 2.12 | 1.3 | 0 | 1.12 | |
| 49 | 10 | 30.25 | - | 28.5 | 30.25 | 1.75 | 8 | SC | 2.12 | 0 | 22 | 1.12 | |
| 50 | 11 | - | - | 30.25 | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 51 | 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 52 | 13 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

รูปที่ 3.20 แสดงส่วนที่ซ่อนไว้ใน Work sheet

3.7.2.2 จัดทำตารางค่า Factor ที่ใช้ในการคำนวณ ซึ่งได้นำมาจากหนังสือ Principle of Foundation ของ Braja M.Das เพื่อนำมาเป็นข้อมูลอ้างอิงในการคำนวณ ซึ่ง Factor ดังกล่าวจะอยู่ในสมุดงาน Calculation Factor




| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $\phi$ | $N'_q$ | | $C_u$ ton./m$^2$ | $C_u$ kN/m$^2$ | $\alpha$ | | d/D | $\eta$ | |
| 2 | 0 | 1.04 | | 0 | 0 | 1 | | 2 | 0.7 | |
| 3 | 1 | 1.20 | | 1.02 | 10 | 1.00 | | 3 | 0.8 | |
| 4 | 2 | 1.34 | | 2.04 | 20 | 1.00 | | 4 | 0.85 | |
| 5 | 3 | 1.50 | | 3.06 | 30 | 1.00 | | 5 | 0.88 | |
| 6 | 4 | 1.70 | | 4.08 | 40 | 0.99 | | | | |
| 7 | 5 | 1.90 | | 5.10 | 50 | 0.88 | | | | |
| 8 | 6 | 2.20 | | 6.12 | 60 | 0.76 | | | | |
| 9 | 7 | 2.50 | | 7.14 | 70 | 0.70 | | | | |

รูปที่ 3.21 แสดงการจัดทำตาราง Calculation Factor

3.7.2.3 จัดทำตาราง ในส่วนของกระบวนการคำนวณ โดยในตารางดังกล่าวได้มีการบันทึกสูตรการคำนวณเสาเข็มโดย Microsoft Excel ให้เทียบเท่ากับสูตรที่ใช้ในการคำนวณจากทฤษฎี จากหนังสือที่กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.2 ซึ่งจะได้ทำการเปรียบเทียบสูตรการคำนวณดังนี้

$N_q$= เป็นค่าที่ขึ้นอยู่กับค่า $\phi$

จากเงื่อนไขข้างบน สามารถนำมาเขียนสูตรใน Microsoft Excel ได้ดังนี้

$N_q$= IF(E41="-","-
",IF(OR(H41="GW",H41="GM",H41="GC",H41="GP",H41="SW",H41="SP",
H41="SC",H41="SM",H41="SP-SM",H41="SP-SC",H41="ML-
SM"),LOOKUP(K41,'CALCULATION FACTOR'!$A$2:'CALCULATION
FACTOR'!$A$47,'CALCULATION FACTOR'!$B$2:'CALCULATION
FACTOR'!$B$47),"-"))

$q = \gamma h$ (ซึ่งจะแปรตามความลึก)

จากเงื่อนไขข้างบน สามารถนำมาเขียนสูตรใน Microsoft Excel ได้ดังนี้

q = IF(E41="-","-",F41*L41+C61)

$$q_l = \frac{50}{9.81} N_q^* \tan\phi$$

จากเงื่อนไขข้างบน สามารถนำมาเขียนสูตรใน Microsoft Excel ได้ดังนี้

$q_l$ = IF(E41="-","-",IF(OR(H41="GW",H41="GM",H41="GC",H41="GP",H41="SW",H41="SP",H41="SC",H41="SM",H41="SP-SM",H41="SP-SC",H41="ML-SM"),5.09684*B62*TAN(0.0174533*K41),"-"))

K = ขึ้นอยู่กับ Pile type

K = $1-\sin\phi$ กรณีเป็น Bored or Jetted

K = $1-\sin\phi$ ถึง $1.4(1-\sin\phi)$ กรณี Low – displacement driven

K = $1-\sin\phi$ ถึง $1.8(1-\sin\phi)$ กรณี High – displacement driven

จากเงื่อนไขข้างบน สามารถนำมาเขียนสูตรใน Microsoft Excel ได้ดังนี้

K = IF(F33="-",IF(AND(F24="BORED-OR-JETTED",OR(H40="GW",H40="GM",H40="GC",H40="GP",H40="SW",H40="SP",H40="SC",H40="SM",H40="SP-SM",H40="SP-SC",H40="ML-SM")),1-SIN(K40*0.0174533),IF(AND(F24="LOW-DISPLACEMENT-DRIVEN",OR(H40="GW",H40="GM",H40="GC",H40="GP",H40="SW",H40="SP",H40="SC",H40="SM",H40="SP-SM",H40="SP-SC",H40="ML-SM")),1.2*(1-SIN(K40*0.0174533)),IF(AND(F24="HIGH-DISPLACEMENT-DRIVEN",OR

(H40="GW",H40="GM",H40="GC",H40="GP",H40="SW",H40="SP",H40="SC",H40="SM",H40="SP-SM",H40="SP-SC",H40="ML-SM")),1.4*(1-SIN(K40*0.0174533)),"-")))),IF(OR(H40="GW",H40="GM",H40="GC",H40="GP",H40="SW",H40="SP",H40="SC",H40="SM",H40="SP-SM",H40="SP-SC",H40="ML-SM"),F33,"-"))

$\sigma_v'$ = Effective vertical stress จะมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึกและจะคงที่เมื่อมากกว่า 15 เท่าของขนาดเสาเข็ม

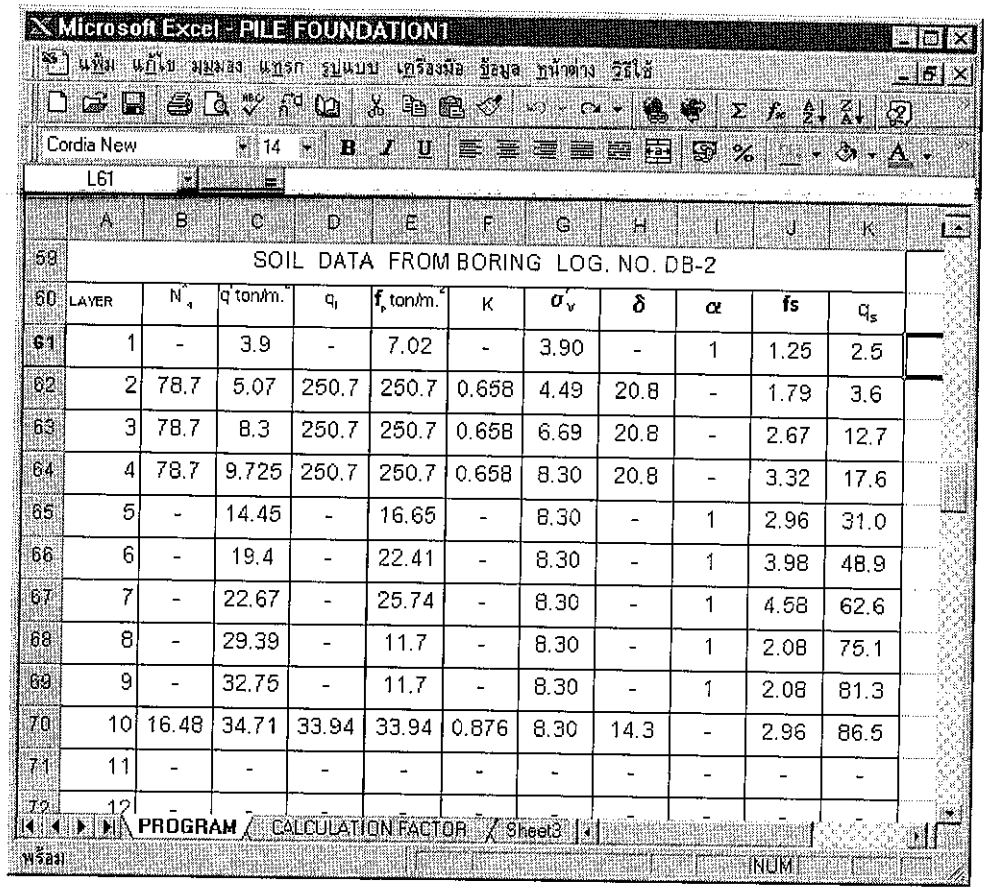
จากเงื่อนไขข้างบน สามารถนำมาเขียนสูตรใน Microsoft Excel ได้ดังนี้

$\sigma_v'$ = IF(C61="-","-",IF(A61<=L38,IF(OR(H40="GW",H40="GP",H40="GM",H40="GC",H40="SW",H40="SP",H40="SM",H40="SC",H40="SP-SM",H40="ML-SM",H40="SP-SC"),C61/2,C61),LOOKUP(L38,A61:A77,C61:C77)))

$\alpha$ = Empirical adhesion factor แปลค่าตาม Undrained cohesion ดูจากตารางใน สมุดงาน Calculation factor

จากเงื่อนไขข้างบน สามารถนำมาเขียนสูตรใน Microsoft Excel ได้ดังนี้

$\alpha$ = IF(C61="-","-",IF(A61<=L38,IF(OR(H40="GW",H40="GP",H40="GM",H40="GC",H40="SW",H40="SP",H40="SM",H40="SC",H40="SP-SM",H40="ML-SM",H40="SP-SC"),C61/2,C61),LOOKUP(L38,A61:A77,C61:C77)))



Microsoft Excel - PILE FOUNDATION1

Cordia New 14 B I U

L61

SOIL DATA FROM BORING LOG. NO. DB-2

| LAYER | $N^*_q$ | q' ton/m.² | $q_l$ | $f_s$ ton/m.² | K | $\sigma'_v$ | $\delta$ | $\alpha$ | fs | $q_s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | - | 3.9 | - | 7.02 | - | 3.90 | - | 1 | 1.25 | 2.5 |
| 2 | 78.7 | 5.07 | 250.7 | 250.7 | 0.658 | 4.49 | 20.8 | - | 1.79 | 3.6 |
| 3 | 78.7 | 8.3 | 250.7 | 250.7 | 0.658 | 6.69 | 20.8 | - | 2.67 | 12.7 |
| 4 | 78.7 | 9.725 | 250.7 | 250.7 | 0.658 | 8.30 | 20.8 | - | 3.32 | 17.6 |
| 5 | - | 14.45 | - | 16.65 | - | 8.30 | - | 1 | 2.96 | 31.0 |
| 6 | - | 19.4 | - | 22.41 | - | 8.30 | - | 1 | 3.98 | 48.9 |
| 7 | - | 22.67 | - | 25.74 | - | 8.30 | - | 1 | 4.58 | 62.6 |
| 8 | - | 29.39 | - | 11.7 | - | 8.30 | - | 1 | 2.08 | 75.1 |
| 9 | - | 32.75 | - | 11.7 | - | 8.30 | - | 1 | 2.08 | 81.3 |
| 10 | 16.48 | 34.71 | 33.94 | 33.94 | 0.876 | 8.30 | 14.3 | - | 2.96 | 86.5 |
| 11 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 12 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

PROGRAM | CALCULATION FACTOR | Sheet3

พร้อม NUM

รูปที่ 3.22 แสดงการจัดทำตารางขั้นตอนการคำนวณในส่วนของ Calculation Factor

3.7.2.4 จัดทำตารางแสดงกระบวนการคำนวณ ค่า $Q_p$,$Q_s$,$Q_u$,$Q_{all}$ และได้ทำการเขียนสูตรใน Microsoft Excel เพื่อทำการคำนวณต่อไป ซึ่งจะได้ทำการเปรียบเทียบสูตรที่ได้เขียนไปกับสูตรที่นำมาจากทฤษฎี จากหนังสือ Principle of Foundation ของ Braja M.Das ดังนี้

$Q_p$ $\begin{cases} Q_p = A_p q' N^*_q \text{ และ } \le A_p ql = A_p \times \dfrac{50}{9.81} N^*_q \tan\phi \text{ เมื่อปลายเสาเข็มวางอยู่บนชั้นทราย} \\ Q_p = 9C_u A_p \text{ เมื่อปลายเสาเข็มวางอยู่บนชั้นดินเหนียว} \end{cases}$

จากเงื่อนไขข้างบน สามารถนำมาเขียนสูตรใน Microsoft Excel ได้ดังนี้

$Q_p$ =IF(A84="-","-",LOOKUP(M84,A61:A77,E61:E77)*F27)

$$Q_s \begin{cases} Q_s = (K\sigma'_v \tan\sigma) \times \Delta L \times \rho & \text{เมื่อเสาเข็มผ่านชั้นทราย} \\ Q_s = \alpha \times \Delta L \times \rho \times C_u & \text{เมื่อเสาเข็มผ่านชั้นดินเหนียว} \end{cases}$$

$\rho$ = เส้นรอบรูปเสาเข็ม

$\Delta L$ = ความหนาของดินแต่ละชั้น

จากเงื่อนไขข้างบน สามารถนำมาเขียนสูตรใน Microsoft Excel ได้ดังนี้

$Q_s$ = IF(A84="-","-",LOOKUP(N84,A61:A77,K61:K77)+LOOKUP (N84+1,A61:A77,J61:J77)*O84)

$$Q_u = Q_s + Q_p$$

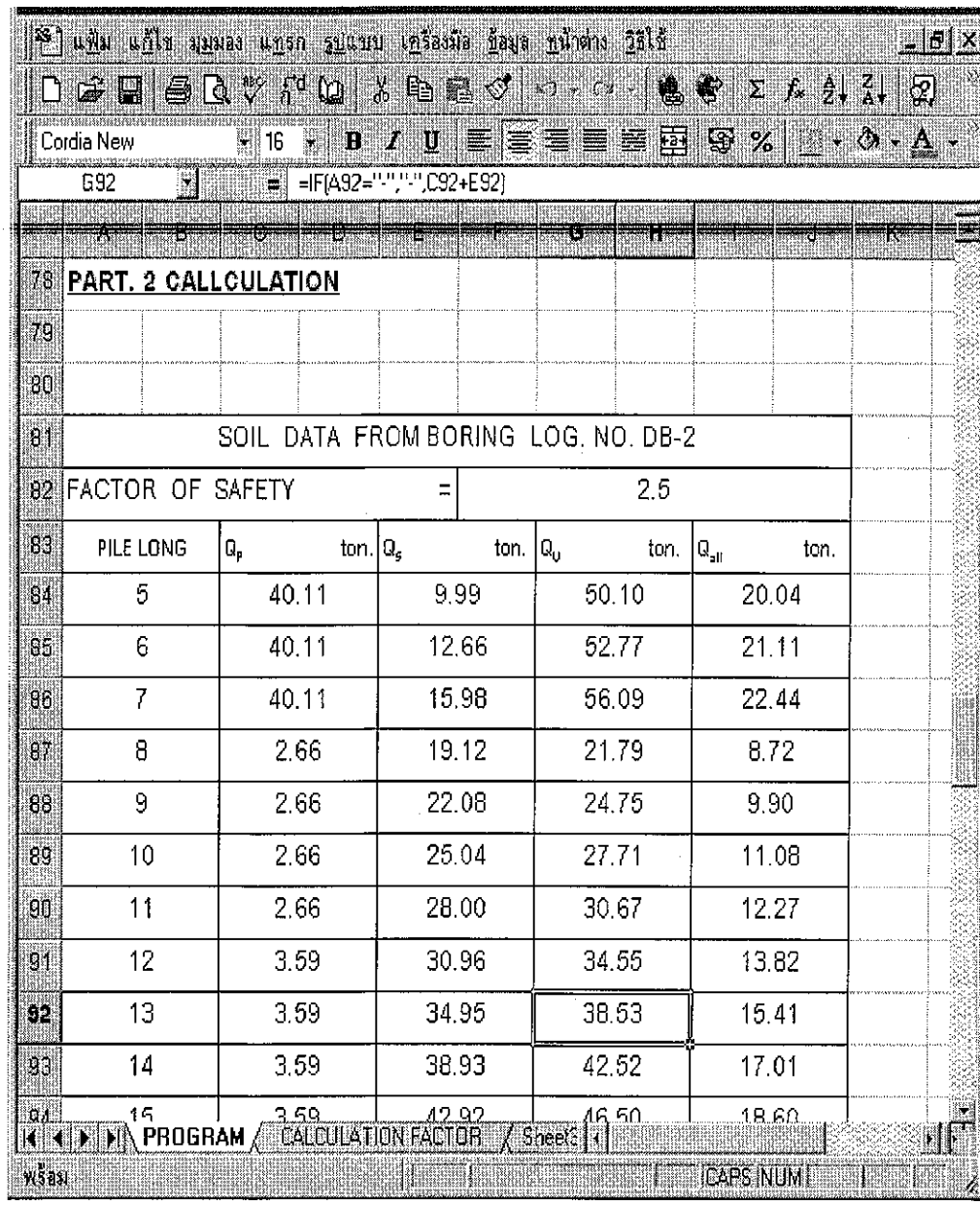
จากเงื่อนไขข้างบน สามารถนำมาเขียนสูตรใน Microsoft Excel ได้ดังนี้

$Q_u$ =IF(A84="-","-",C84+E84)

$$Q_{all} = \frac{Q_u}{F.S.}$$

จากเงื่อนไขข้างบน สามารถนำมาเขียนสูตรใน Microsoft Excel ได้ดังนี้

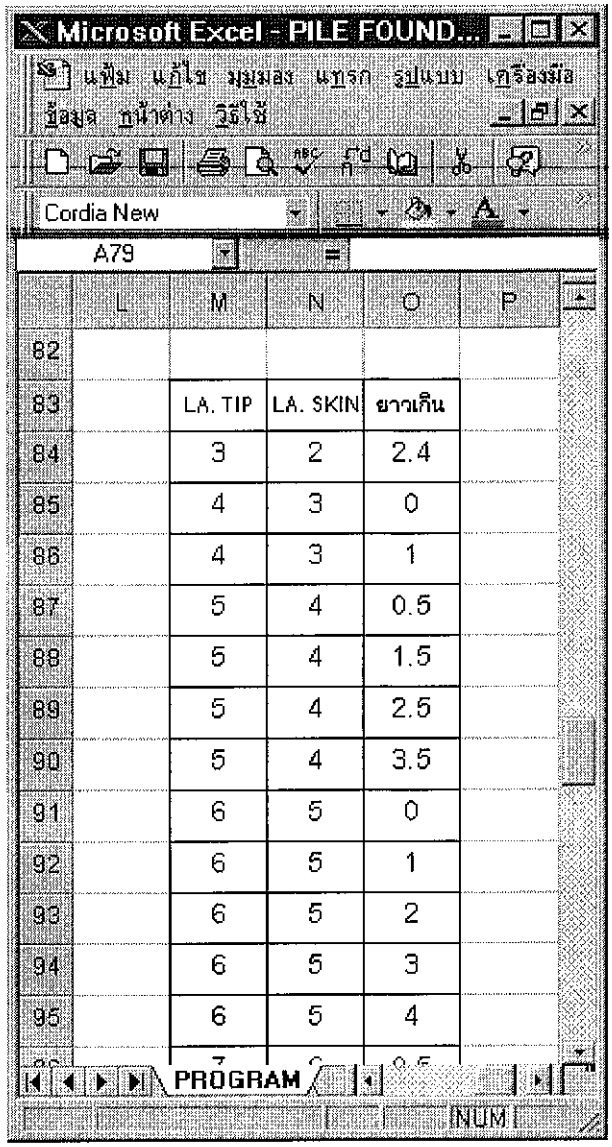
$Q_{all}$ =IF(A84="-","-",G84/F82)



| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 78 | **PART. 2 CALLCULATION** | | | | | | | | | | |
| 79 | | | | | | | | | | | |
| 80 | | | | | | | | | | | |
| 81 | SOIL DATA FROM BORING LOG. NO. DB-2 | | | | | | | | | | |
| 82 | FACTOR OF SAFETY | | | | = | | 2.5 | | | | |
| 83 | PILE LONG | $Q_p$ ton. | | | $Q_s$ ton. | | $Q_u$ ton. | | $Q_{all}$ ton. | | |
| 84 | 5 | 40.11 | | | 9.99 | | 50.10 | | 20.04 | | |
| 85 | 6 | 40.11 | | | 12.66 | | 52.77 | | 21.11 | | |
| 86 | 7 | 40.11 | | | 15.98 | | 56.09 | | 22.44 | | |
| 87 | 8 | 2.66 | | | 19.12 | | 21.79 | | 8.72 | | |
| 88 | 9 | 2.66 | | | 22.08 | | 24.75 | | 9.90 | | |
| 89 | 10 | 2.66 | | | 25.04 | | 27.71 | | 11.08 | | |
| 90 | 11 | 2.66 | | | 28.00 | | 30.67 | | 12.27 | | |
| 91 | 12 | 3.59 | | | 30.96 | | 34.55 | | 13.82 | | |
| 92 | 13 | 3.59 | | | 34.95 | | 38.53 | | 15.41 | | |
| 93 | 14 | 3.59 | | | 38.93 | | 42.52 | | 17.01 | | |
| 94 | 15 | 3.59 | | | 42.92 | | 46.50 | | 18.60 | | |

รูปที่ 3.23 แสดงการจัดทำตารางเพื่อแสดงค่า $Q_s$,$Q_u$,$Q_{all}$

นอกจากตารางการคำนวณข้างต้นแล้วยังมีตารางช่วยคำนวณซึ่งได้ทำการซ่อนไว้ในสมุดงานเดียวกันนี้ เพื่อให้การคำนวณดูเป็นระเบียบและง่ายขึ้น



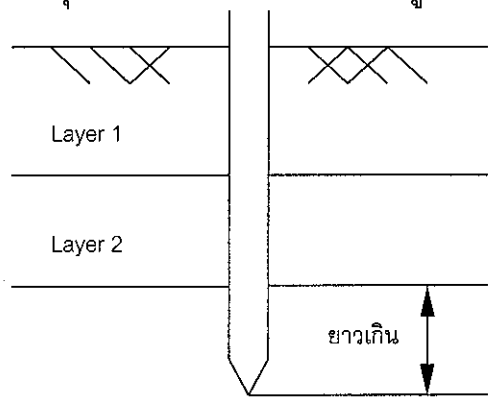

| | LA. TIP | LA. SKIN | ยาวเกิน |
|---|---|---|---|
| 84 | 3 | 2 | 2.4 |
| 85 | 4 | 3 | 0 |
| 86 | 4 | 3 | 1 |
| 87 | 5 | 4 | 0.5 |
| 88 | 5 | 4 | 1.5 |
| 89 | 5 | 4 | 2.5 |
| 90 | 5 | 4 | 3.5 |
| 91 | 6 | 5 | 0 |
| 92 | 6 | 5 | 1 |
| 93 | 6 | 5 | 2 |
| 94 | 6 | 5 | 3 |
| 95 | 6 | 5 | 4 |

โดยที่

LA.TIP คือ ชั้นดินที่ปลายเสาเข็ม

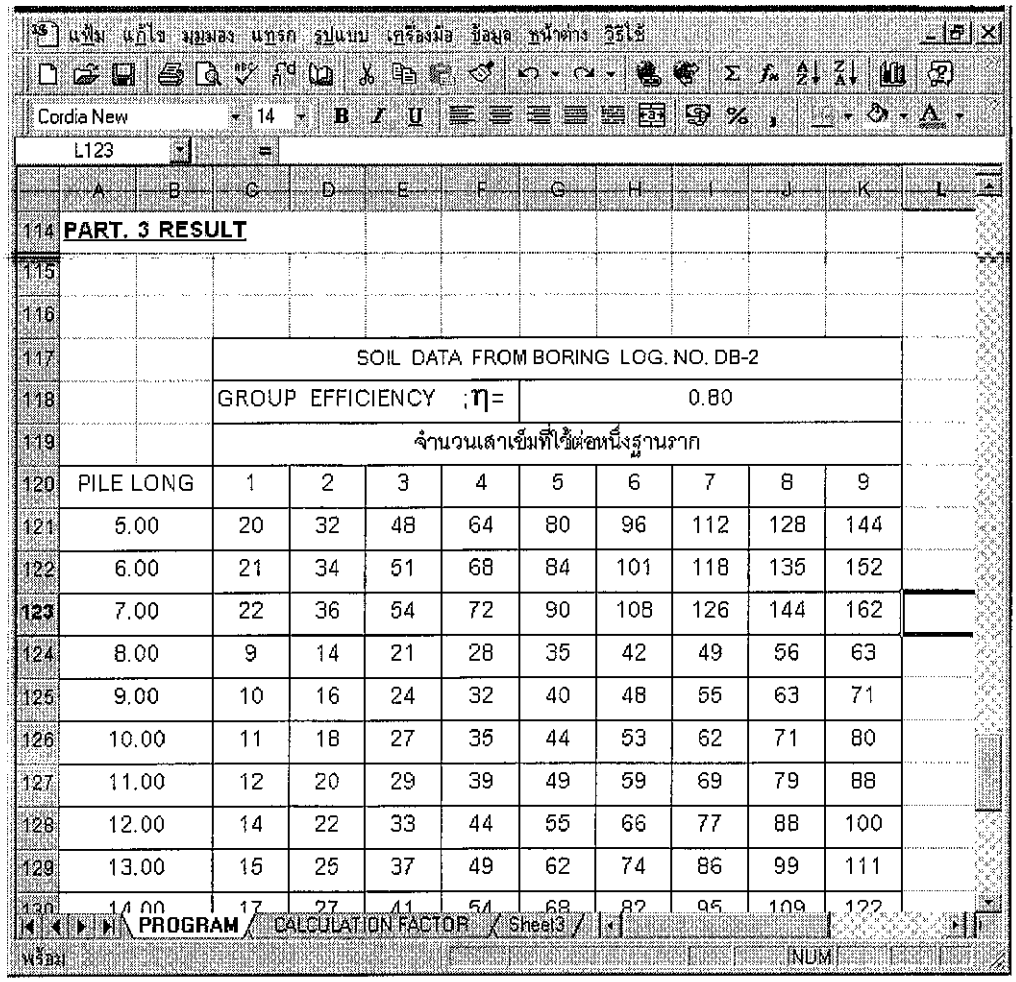
LA.SKIN คือ จำนวนชั้นที่เสาเข็มยาวผ่านชั้นดินแต่ละชั้น

ยาวเกิน คือ ความยาวที่เหลืออยู่ที่วัดจากรอยต่อของชั้นดินก่อนถึงชั้นสุดท้าย จนถึงปลายเข็ม ดังรูป




รูปที่ 3.24 แสดงส่วนที่ซ่อนไว้เพื่อช่วยการคำนวณ

3.7.2.5 จัดทำตารางเพื่อ แสดงผลการคำนวณ โดยจะแสดงค่าของจำนวนเสาเข็มที่ใช้ต่อหนึ่งฐานราก กับ ความยาวของเสาเข็ม โดยจะทำการใส่ค่า $\eta$(Group efficiency)ซึ่งค่าดังกล่าวขึ้นอยู่กับระยะห่างของเข็มแต่ละต้นในฐานราก ซึ่งจะดูได้จากสมุดงาน Calculation factor ในที่นี้มีค่า 0.8 (ถ้าจัดตำแหน่งเสาเข็มตามรูปในหนังสือโยธาสารแนะนำไว้)



**PART. 3 RESULT**

| SOIL DATA FROM BORING LOG. NO. DB-2 | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GROUP EFFICIENCY ;η= | 0.80 | | | | | | | | |
| จำนวนเสาเข็มที่ใช้ต่อหนึ่งฐานราก | | | | | | | | | |
| PILE LONG | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 5.00 | 20 | 32 | 48 | 64 | 80 | 96 | 112 | 128 | 144 |
| 6.00 | 21 | 34 | 51 | 68 | 84 | 101 | 118 | 135 | 152 |
| 7.00 | 22 | 36 | 54 | 72 | 90 | 108 | 126 | 144 | 162 |
| 8.00 | 9 | 14 | 21 | 28 | 35 | 42 | 49 | 56 | 63 |
| 9.00 | 10 | 16 | 24 | 32 | 40 | 48 | 56 | 63 | 71 |
| 10.00 | 11 | 18 | 27 | 35 | 44 | 53 | 62 | 71 | 80 |
| 11.00 | 12 | 20 | 29 | 39 | 49 | 59 | 69 | 79 | 88 |
| 12.00 | 14 | 22 | 33 | 44 | 55 | 66 | 77 | 88 | 100 |
| 13.00 | 15 | 25 | 37 | 49 | 62 | 74 | 86 | 99 | 111 |
| 14.00 | 17 | 27 | 41 | 54 | 68 | 82 | 95 | 109 | 122 |

รูปที่ 3.25 แสดงการจัดทำตารางแสดงผลการคำนวณ

## ▼ EXAMPLE 8.2

Consider a precast concrete pile 12 m long in a homogeneous soil layer. The pile cross section = 305 mm × 305 mm, the unit weight of sand, $\gamma_d = 16.8$ kN/m$^3$, and the soil friction angle, $\phi = 35°$. Determine the total frictional resistance.

a. Use Eqs. (8.32), (8.33), and (8.36). Also use $K = 1.4$ and $\delta = 0.6\phi$.
b. Use Coyle and Castello's method.

**Solution**

Part a

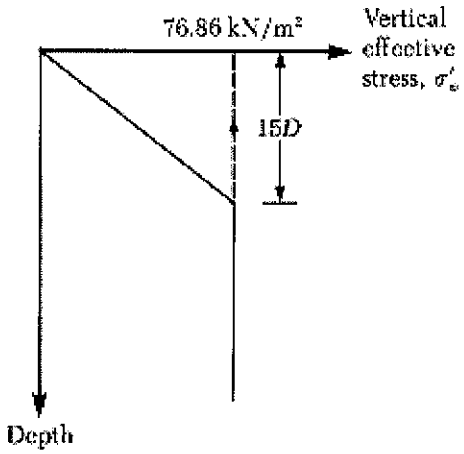
The unit skin friction at any depth is given by Eq. (8.33) as

$$f = K\sigma'_v \tan \delta$$

Also from Eq. (8.36),

$$L' = 15D$$

So, for depth $z = 0$–$15D$, $\sigma'_v = \gamma z = 16.8z$ (kN/m$^2$), and beyond $z \geq 15D$, $\sigma'_v = \gamma(15D) = (16.8)(15 \times 0.305) = 76.86$ kN/m$^2$. This result is shown in Figure 8.23.




▼ FIGURE 8.23

The *frictional resistance from* $z = 0$ to $15D$ is

$$Q_s = pL'f_{av} = [(4)(0.305)][15D]\left[\frac{(1.4)(76.86)\tan(0.6 \times 35)}{2}\right]$$

$$= (1.22)(4.575)(20.65) = 115.26 \text{ kN}$$

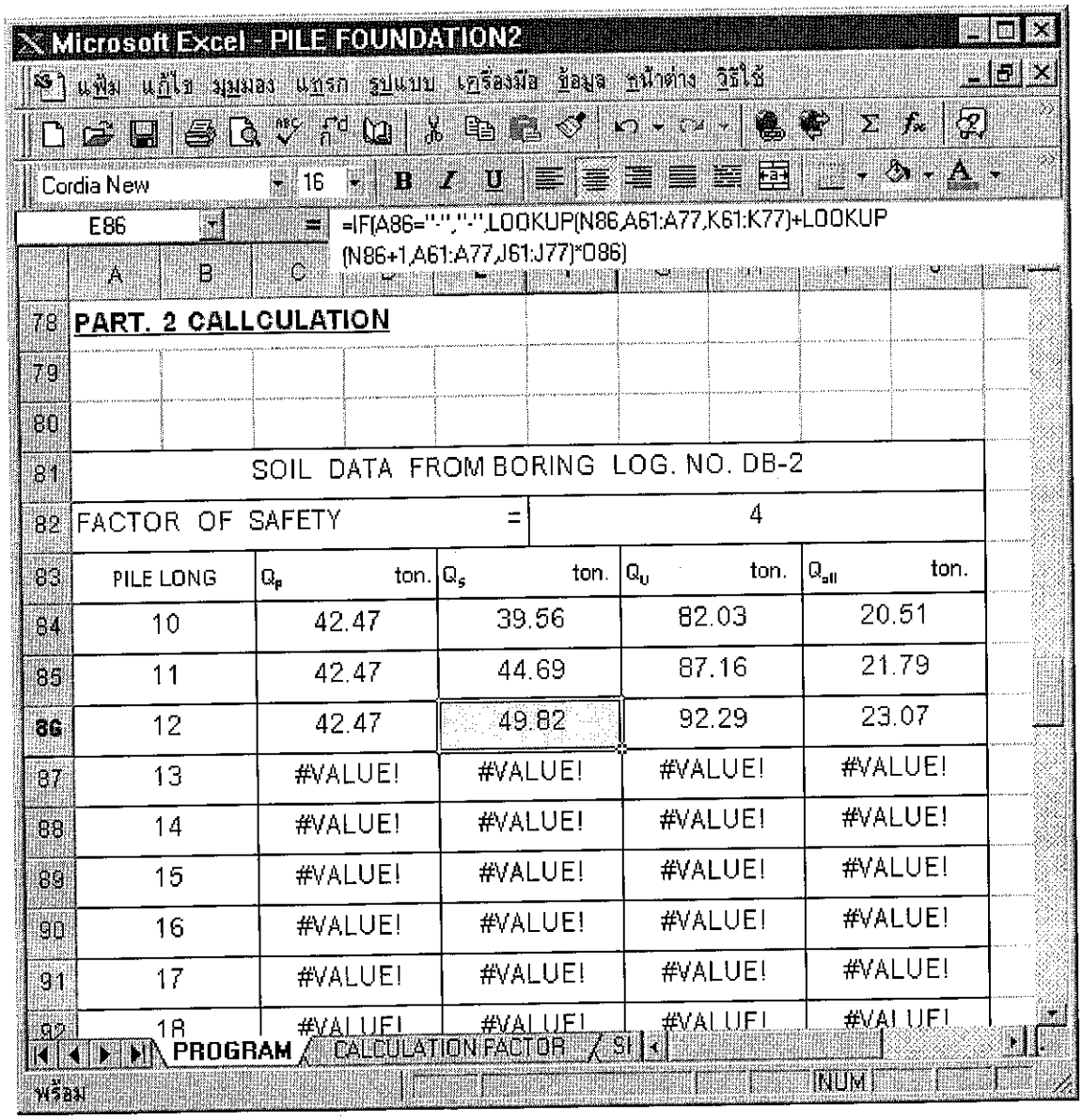
The *frictional resistance from* $z = 15D$ to 12 m is

$$Q_s = p(L - L')f_{z=15D} = [(4)(0.305)][12 - 4.575][(1.4)(76.86)\tan(0.6 \times 35)]$$

$$= (1.22)(7.425)(41.3) = 374.1 \text{ kN}$$

So, the total frictional resistance equals $115.26 + 374.1 = 489.35$ kN $\approx$ **490 kN**

จากการจัดทำ โปรแกรม คำนวณเพื่อทำการคำนวณฐานรากลึก (เสาเข็ม) จะได้ทำเปรียบเทียบคำตอบที่ได้จากการคำนวณ จากหนังสือ Principle of Foundation Engineering ของ Braja M.Das ตัวอย่างที่ 8.2 หน้า 508 ซึ่งถ้าหาเปลี่ยนหน่วยให้เป็นหน่วยเดียวกันแล้ว คำตอบของทั้งสองวิธี ใกล้เคียงกันมาก (คำตอบใน work sheet คูณด้วย 9.81)



Microsoft Excel - PILE FOUNDATION2

แฟ้ม แก้ไข มุมมอง แทรก รูปแบบ เครื่องมือ ข้อมูล หน้าต่าง วิธีใช้

Cordia New 16 B I U

E86 =IF(A86="","",LOOKUP(N86,A61:A77,K61:K77)+LOOKUP (N86+1,A61:A77,J61:J77)*O86)

**PART. 2 CALLCULATION**

SOIL DATA FROM BORING LOG. NO. DB-2

FACTOR OF SAFETY = 4

| PILE LONG | $Q_p$ ton. | $Q_s$ ton. | $Q_u$ ton. | $Q_{all}$ ton. |
|---|---|---|---|---|
| 10 | 42.47 | 39.56 | 82.03 | 20.51 |
| 11 | 42.47 | 44.69 | 87.16 | 21.79 |
| 12 | 42.47 | 49.82 | 92.29 | 23.07 |
| 13 | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! |
| 14 | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! |
| 15 | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! |
| 16 | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! |
| 17 | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! |
| 18 | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! | #VALUE! |

PROGRAM / CALCULATION FACTOR / SI

พร้อม NUM

รูปที่ 3.26 แสดงผลการคำนวณที่ใช้ข้อมูลเดียวกับตัวอย่างจากหนังสือ Principle of Foundation Engineering