

Whitman, R.V. and W.A. Bailey. 1967. Use of computers for slope stability analysis. ASCE, Journal of the Soil Mechanics and Foundations Divisions Vol. 93, SM4 : 475-498.

Wieland, M. 1989. Effects of Floods of November 18-23, 1988 in Southern Thailand on Highway Bridges and Large Dams. Swiss Disaster Relief Unit, Bangkok. 181p.

Wiesner, T.J. and R.J. Carr. 1987. Wharf Road foreshore redevelopment, Newcastle Harbour. pp. 431-436. In B.F. Walker and R. Fell (eds.). Soil slope instability and stabilisation. A.A. Balkema, Netherland.

Wislocki, A.P. and S.P. Bentley. 1989. An expert system for landslide hazard and risk assesment, pp. 249-252. In Proceeding 4th International Conference Artificial Intelligence Technique Applications. Edinburgh.

Wu, T.H., M.A. Abdel-Latif and G.F. Wieczorrek. 1996. Landslide hazard prediction, pp. 423-428. In Proceeding 7th International Symposium on Landslides. Trondheim.

สารบัญภาคผนวก

ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้งานโปรแกรมระบบผู้เชี่ยวชาญ KU-EXslope

- ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม KU-EXslope
- คู่มือการใช้งาน Expert System for Slope Stability analysis (KU-EXslope) ภายใต expert shell RAISON For Windows
- การจำแนกรูปแบบการเคลื่อนพัง และระดับเสถียรภาพของลาดดิน
- คุณสมบัติของดินโดยประมาณและความเข้มของแผ่นดินไหว

ภาคผนวก ข. คู่มือประกอบการใช้งานโปรแกรม KUslope

- ประวัติความเป็นมาของโปรแกรม KUslope
- ข้อจำกัดของโปรแกรม KUslope
- ลักษณะทั่วไปของ KUslope
- ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม KUslope
- ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม KUslope

ภาคผนวก ค. ตำแหน่งของการพิบัติของลาดดินที่สำรวจในสนาม

- ตำแหน่งของกรณีพิบัติของลาดดินจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก ง. แผนภูมิของกฎในฐานความรู้ KB1

- คำจำกัดความของผลการจำแนกรูปแบบการเคลื่อนพัง และระดับเสถียรภาพของลาดดิน

ภาคผนวก จ. แผนภูมิของกฎในฐานความรู้ KB2

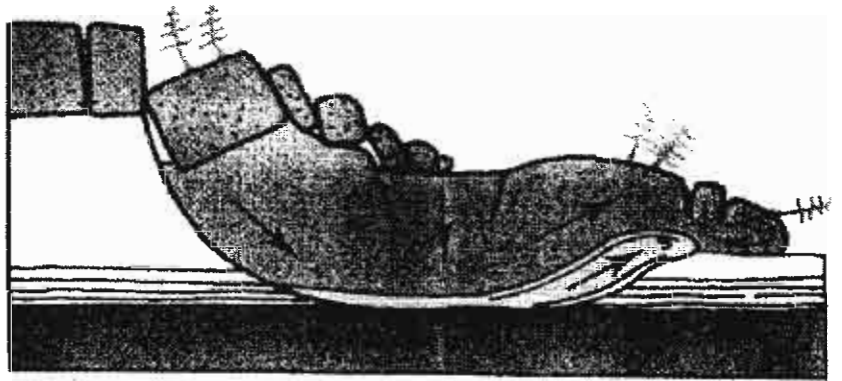
- คำจำกัดความของคำตอบในฐานความรู้ KB2 ของระบบ

ภาคผนวก ฉ. การจำแนกพื้นที่การปกครองตามความเข้มของแผ่นดินไหว

- การจัดแบ่งพื้นที่ตามความเข้มของแผ่นดินไหว

ภาคผนวก ช. แผ่น CD-ROM โปรแกรม KU-EXslope, KUslope และ RAISON

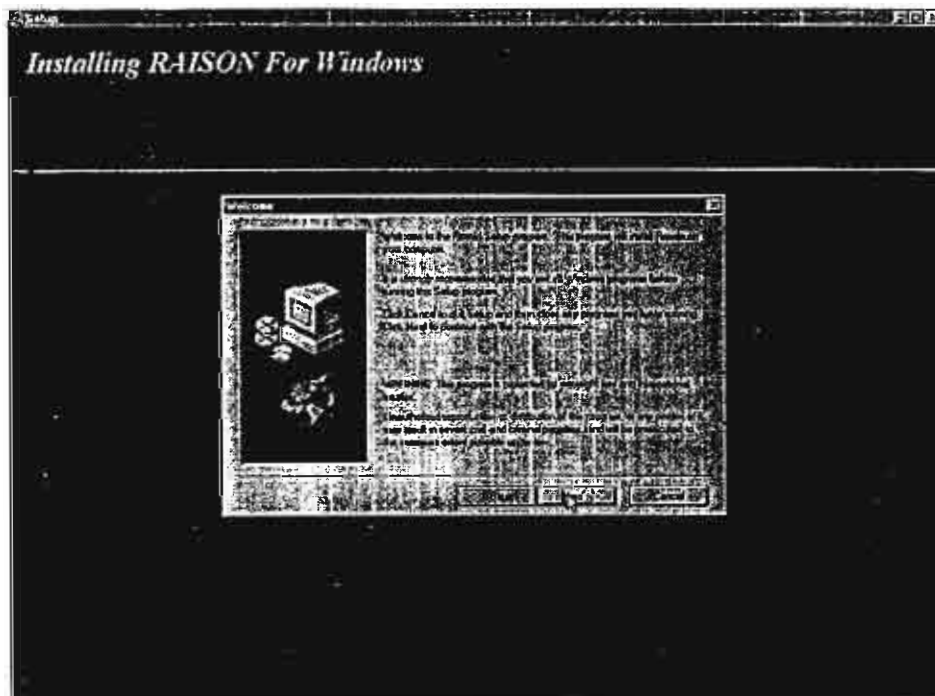
A
 B
 C
 D
 E
 F
 G
 H
 I
 J
 K



คู่มือการใช้งานโปรแกรมระบบ
 พิมพ์ด้วย *KU-EXslope*

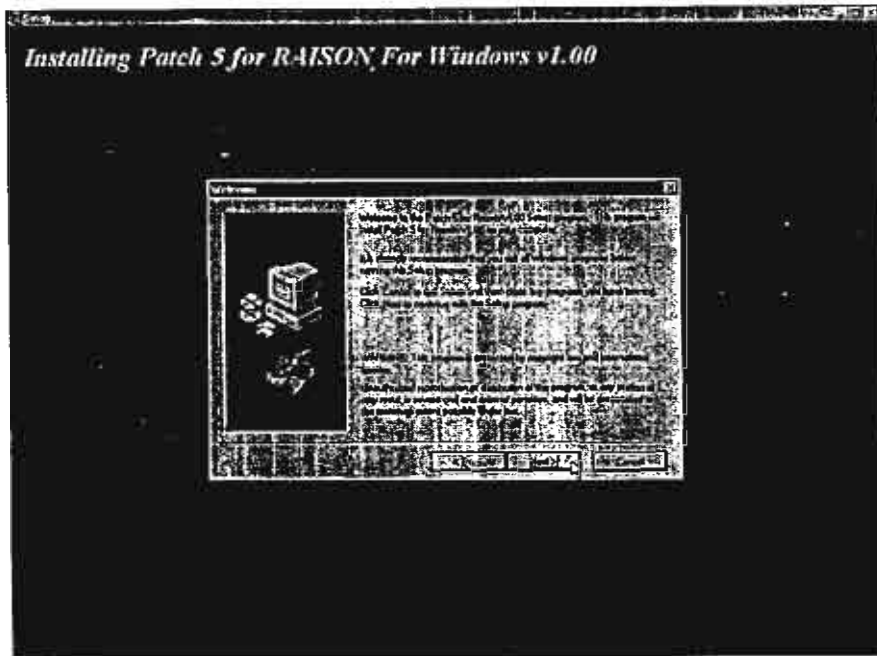
ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม KU-EXslope

1. เปิดโปรแกรม Windows Explorer ขึ้นมา
2. ที่ Drive CD-ROM เข้าไปที่ Directory ชื่อ Install RAISON
3. ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ Setup.exe เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม RAISON
4. กำหนด Directory ที่จะทำการติดตั้ง ให้อยู่ที่ C:/Rmwin
5. ทำตามขั้นตอนต่อมาจนเสร็จสิ้นขั้นตอนการ



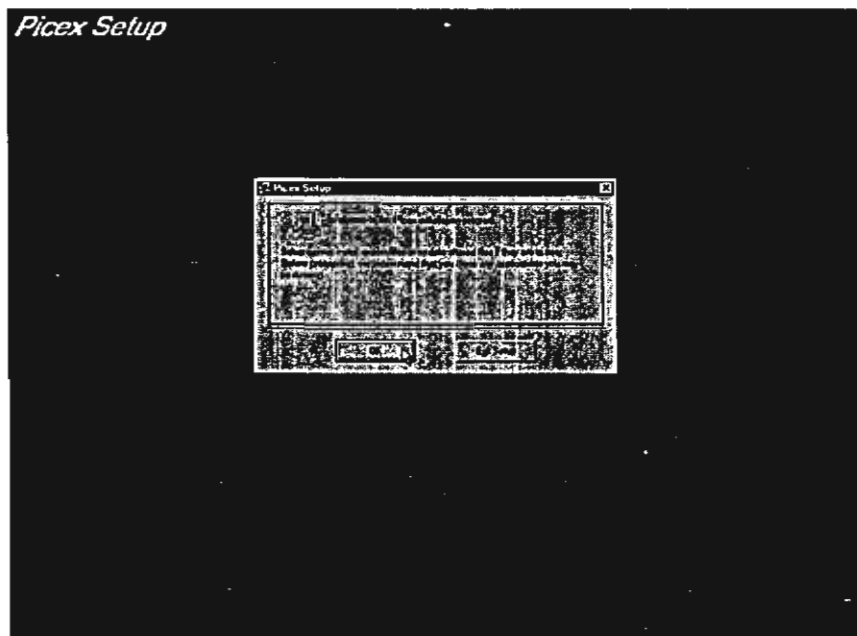
รูปที่ 1 แสดงการติดตั้งโปรแกรม RAISON

6. ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ Rw100p5.exe ใน Directory Install Raison เพื่อทำการ Upgrade โปรแกรม RAISON



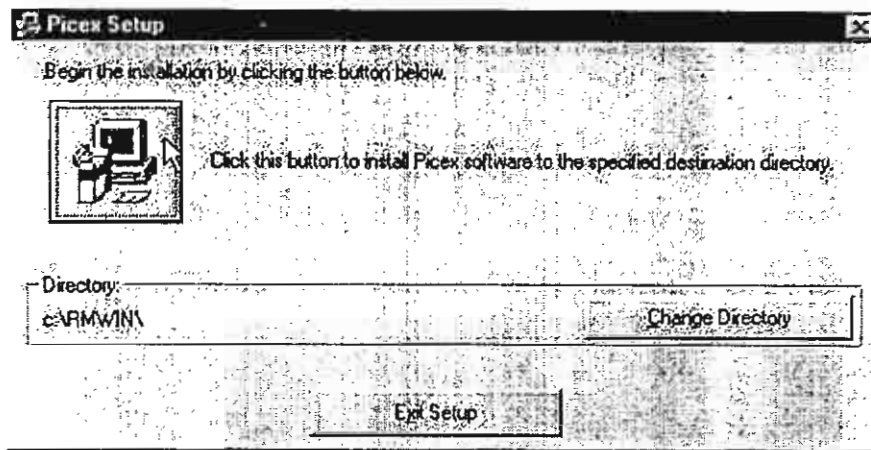
รูปที่ 2 Upgrade โปรแกรม RAISON

7. หลังจากทำการติดตั้งโปรแกรม Raison เรียบร้อยแล้ว ให้ไปที่ Drive CD-ROM เข้าไปที่ Directory ชื่อ PicExSetup
8. ดับเบิลคลิกที่ไฟล์ Setup.exe เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรม PicEx



รูปที่ 3 แสดงการติดตั้งโปรแกรม PicEx

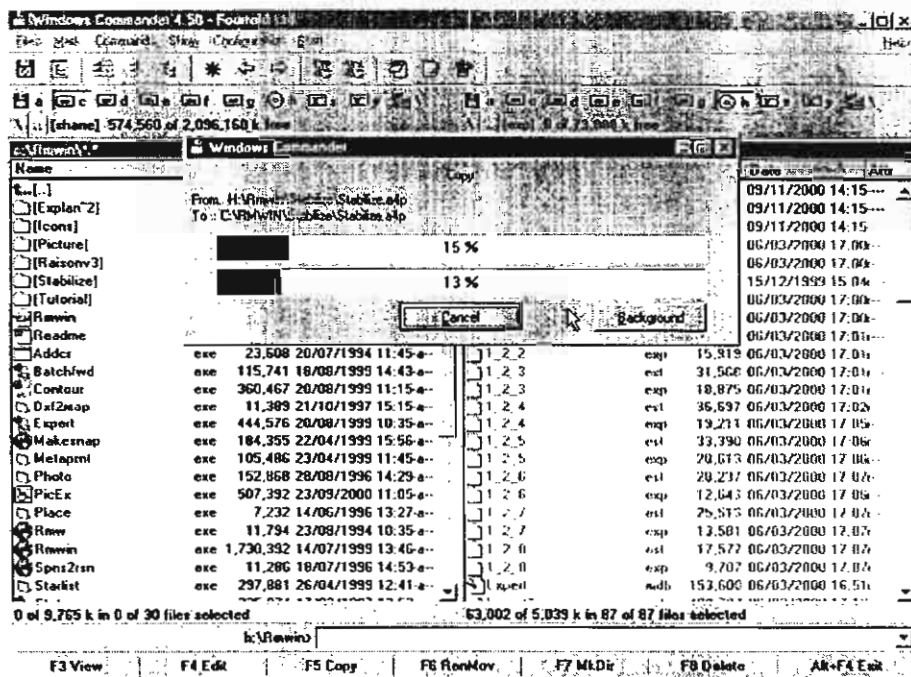
9. กำหนด Directory ที่จะทำการติดตั้ง ให้อยู่ที่ C:/Rmwin



รูปที่ 4 กำหนด Directory ของโปรแกรม PicEx ให้อยู่ที่ C:/Rmwin

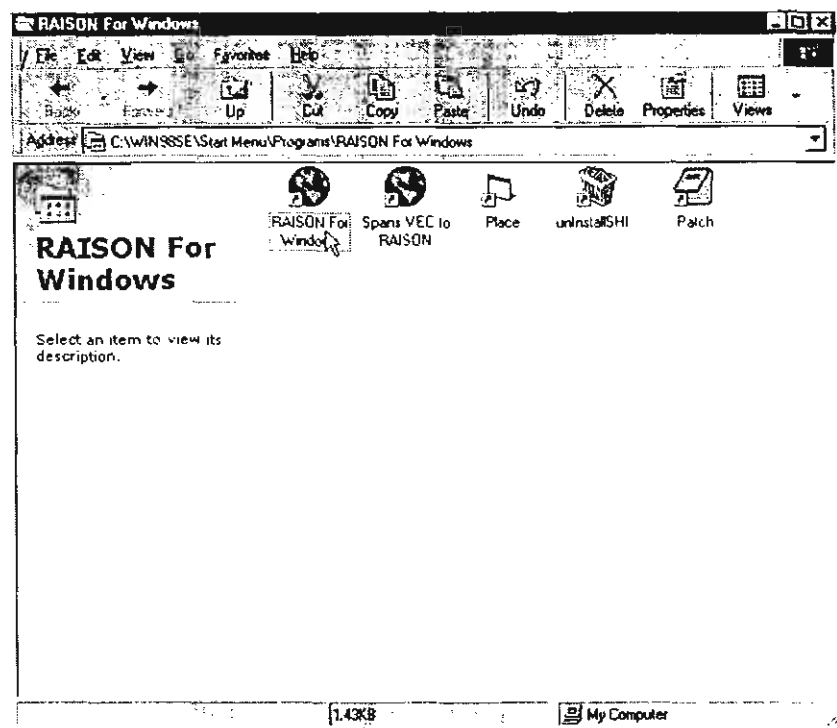
10. ทำตามขั้นตอนต่อมาจนเสร็จสิ้นขบวนการ

11. ทำการ Copy ไฟล์ต่างๆที่อยู่ใน Directory Rmwin จาก Drive CD-ROM ไปที่ C:/Rmwin



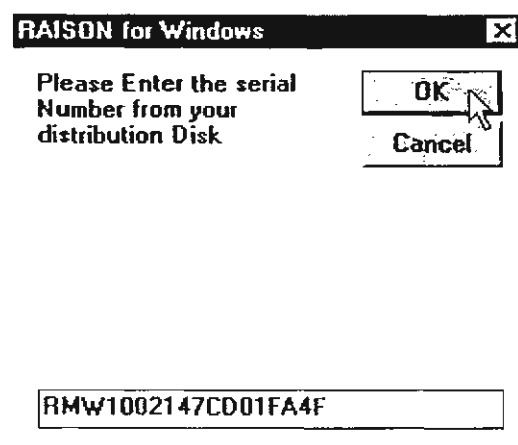
รูปที่ 5 Copy ไฟล์จาก Dive CD-ROM ไปที่ C:/Rmwin

12. เมื่อทำการติดตั้งโปรแกรมตามขั้นตอนดังกล่าวเรียบร้อยแล้ว ให้ทำการ Run โปรแกรม Raison จะปรากฏ Dialog ให้ป้อน Serial Number ขึ้นมา



รูปที่ 6 ดับเบิลคลิกที่ Icon RAISON For Windows เพื่อ Run โปรแกรม

13. ทำการป้อน Serial Number ต่อไปนี้ในช่องว่าง RMW1002147CD01FA4F
14. สำหรับวิธีการใช้งานโปรแกรม ให้ดูจากคู่มือการใช้งานโปรแกรม RAISON



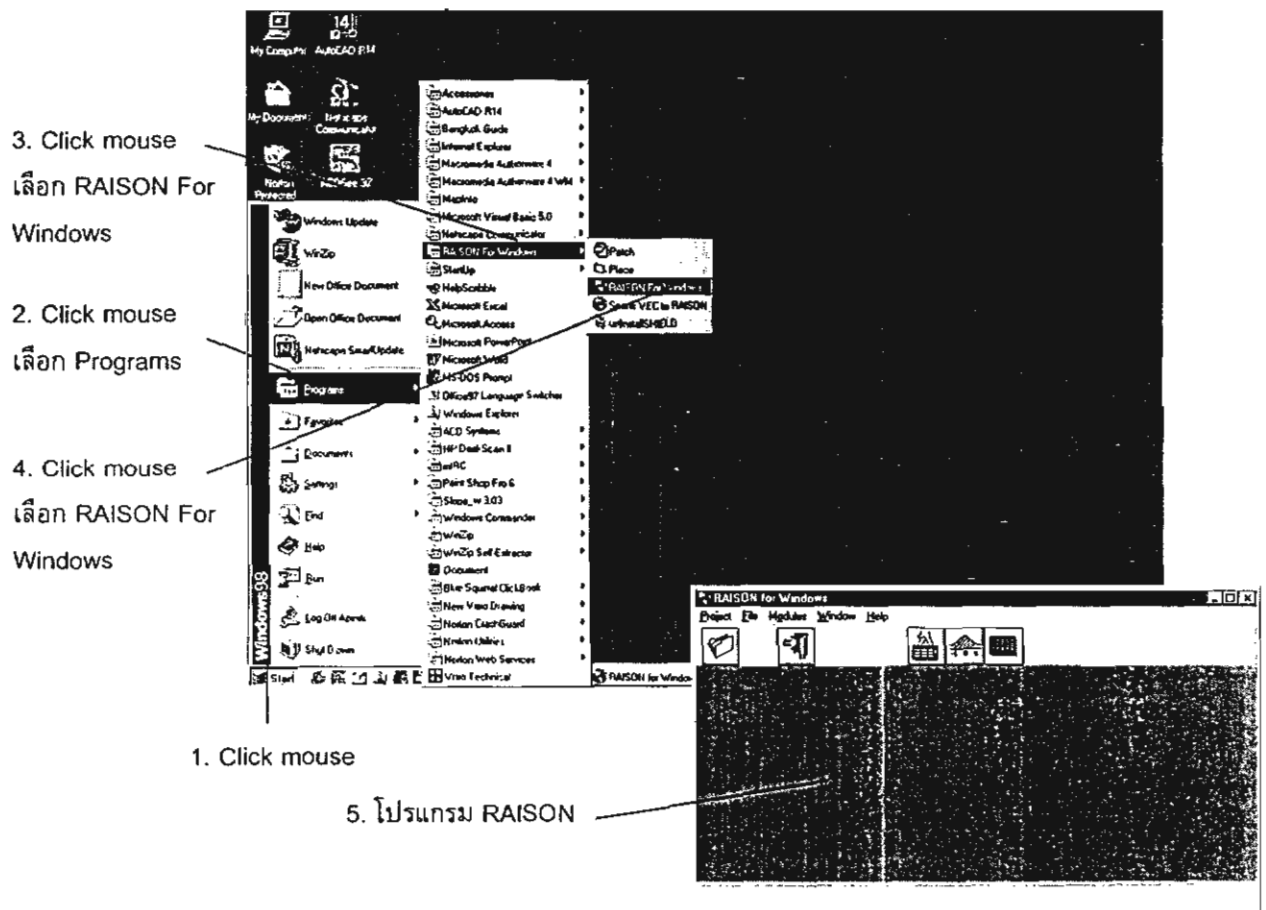
รูปที่ 7 ป้อน Serial Number ก่อนใช้งานโปรแกรม

คู่มือการใช้งาน Expert System for Slope stability analysis (KU-EXslope)

ภายใต้ expert shell RAISON For Windows

1. การเปิดโปรแกรม RAISON เพื่อเริ่มทำงาน

1. Click mouse ที่ปุ่ม *Start*
2. เลื่อน mouse ไปที่ *Programs* จะปรากฏเมนู
3. เลื่อน mouse ไปที่ *RAISON For Windows* จะปรากฏเมนูย่อย
4. Click mouse ที่ *RAISON For Windows*
5. จะปรากฏโปรแกรม RAISON บนหน้าจอแสดงดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 การเปิดโปรแกรม RAISON

2. การเปิด Expert System ในส่วนของโปรแกรม RAISON เพื่อเริ่มใช้งาน

1. จากหน้าจอโปรแกรม RAISON Click mouse ที่ menu *Modules*
2. Click mouse ที่ Sub-menu *Expert System*
3. จะปรากฏโปรแกรมในส่วนของ Expert System
4. Click mouse ที่ *File*
5. Click mouse ที่ *open*

6. ปรากฏ Dialog Box open

7. เลือก File ที่ต้องการ

7.1 startup.exp - การจำแนกรูปแบบการเคลื่อนพัง และระดับเสถียรภาพของลาดดิน

7.2 seismic.exp - คุณสมบัติของดินโดยประมาณและความเข้มของแผ่นดินไหว

8. Click mouse ที่ ok

1. Click mouse ที่ RAISON for Windows

2. Click mouse ที่ Expert System

3. ไปโปรแกรมส่วน Expert System

4. Click mouse ที่ File

5. Click mouse ที่ Open...

6. Dialog Box Open

7. เลือก File ที่ต้องการ

8. Click mouse ที่ OK

Tool Bar

Rules

Tree decision

Rules	Model	Results
1	Homogeneous soil (Phi)	Homo-pi not equal
2	Homogeneous soil (Phi)	Homo-pi equal 0 (C
3	Nonhomogeneous (str)	Nonhomo (Varies)
4	Stratified Soil	Stratified Soil
5		

Model [Results]

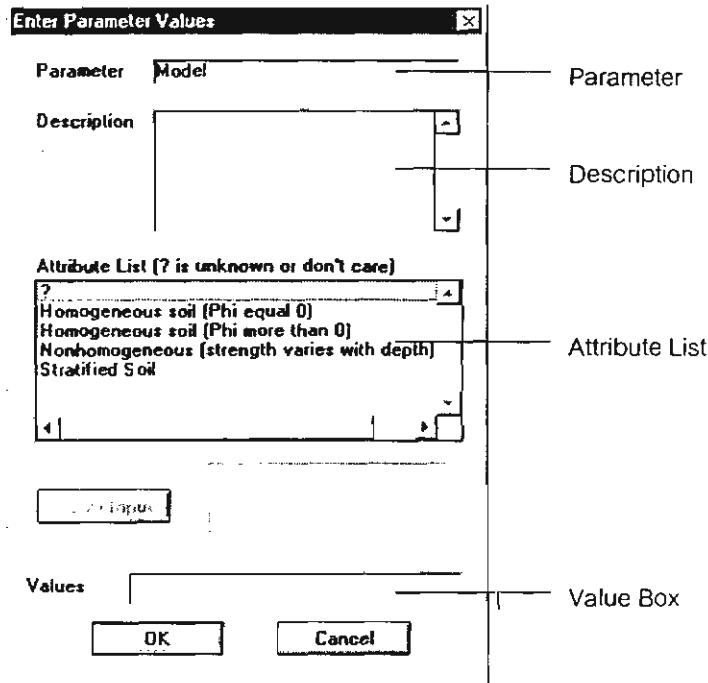
- Stratified Soil - { Stratified Soil }
- Homogeneous soil (Phi equal 0) - { Homo-pi
- Homogeneous soil (Phi more than 0) - { Hom
- Nonhomogeneous (strength varies with depth

รูปที่ 2 การเปิดใช้งาน Expert System

2.1 การทำ Interactive Forward Chaining

1. Click mouse ที่ 

2. จะปรากฏ Dialog Box *Enter Parameter Values*



Parameter - เป็นตัวแปรที่ให้ผู้ใช้งานใส่ข้อมูล (ดูสรุปรายละเอียดในตารางที่ 1 และ 4)

Attribute List - เป็นตัวเลือกของข้อมูลที่ใช้ในการใส่ค่าสำหรับ Parameter ที่เป็น Discrete (ดูสรุปรายละเอียดในตารางที่ 2 และ 4)

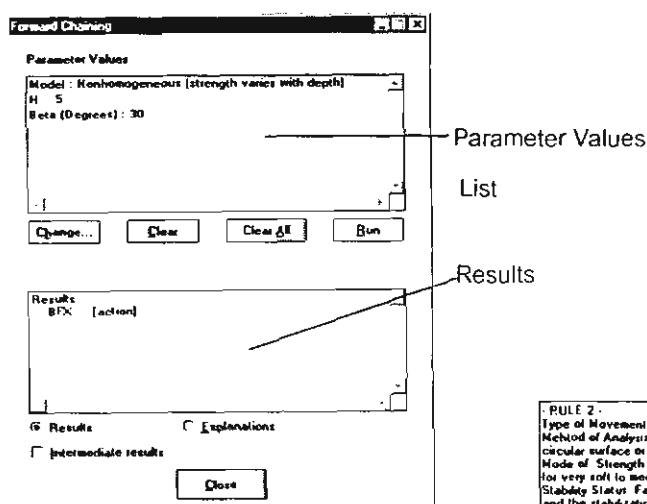
Values Box - ใช้สำหรับการกำหนดค่าให้ Parameter (ค่าเตือน ห้ามใส่ Input "?" จะทำให้การตัดสินใจผิดพลาด)

รูปที่ 3 Dialog Box *Enter Parameter Values*

3. Input ข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจ

- ถ้าข้อมูลเป็นแบบ Discrete ให้คลิกเลือกที่ Attribute list แล้วจะปรากฏค่าที่ Value Box แล้วคลิก <OK>
- ถ้าข้อมูลเป็นแบบ Continuous ให้พิมพ์ค่าที่ Values แล้วคลิก <OK>

4. ทำซ้ำในข้อ 3 จนกระทั่งปรากฏ Dialog Box *Forward chaining*



Parameter Values List - สรุปค่าของ Parameter ที่กำหนดขึ้น

Results - สรุปผลของการตัดสินใจ (ดูสรุปรายละเอียดในตารางที่ 3 และ 5)

RULE 2:
Type of Movement: Base rotational slide in Bangkok clay
Method of Analysis: for F.S.: Simplified Bishop method for circular surface or Felinus method.
Mode of Strength Analysis: Total strength analysis ($\phi = 0$) for very soft to medium stiff clay
Stability Status: Failure will occur, slope should be stabilized and the stabilization program can also be used

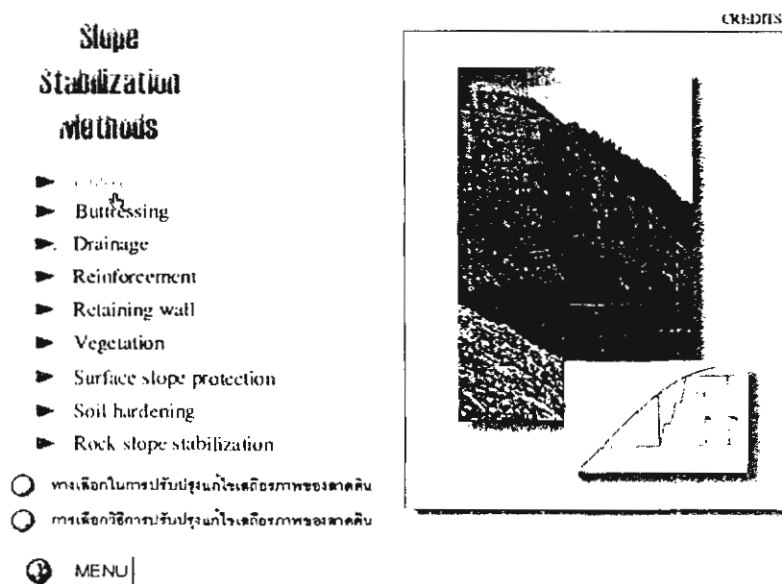
Explanations

5. ในกรณีที่ Results แสดงสัญลักษณ์ " [action] " ให้ทำการดับเบิลคลิกที่สัญลักษณ์ดังกล่าว โปรแกรมจะแสดงรูปที่เป็นตัวอย่างลักษณะการเคลื่อนพัง ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 รูปตัวอย่างการเคลื่อนพังที่เกิดในกรณีที่กำลังวิเคราะห์

6. ดับเบิลคลิกที่ รูป Slope Stabilization Methods จะปรากฏหน้าต่างแสดงวิธีและแนวทางในการแก้ไขปัญหาเสถียรภาพของลาดดิน ดังแสดงในรูปที่ 5



รูปที่ 5 วิธีและแนวทางในการแก้ไขปัญหเสถียรภาพของลาดดิน

3. การจำแนกรูปแบบการเคลื่อนพัง และระดับเสถียรภาพของลาดดิน

ลักษณะชั้นดินถูกแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท เพื่อสะดวกต่อการจำแนกรูปแบบการเคลื่อนพัง และระดับเสถียรภาพของลาดดิน คือ

3.1 Homogeneous (strength constant with depth) เป็นชั้นดินเนื้อเดียวที่กำลังความแข็งแรงของดินคงที่ตามความลึก หรือมีอิทธิพลของแนวการเคลื่อนพังผ่านดินเพียงชั้นเดียว (ข้อเสนอนี้ เมื่อไม่มีการตรวจสอบแนวการเคลื่อนพัง กว่ความหนาของชั้นดินชั้นแรก(ค่า D) ควรมากกว่า 10 เท่าของความสูงของลาดดิน (H)) (ดูรูปที่ 4)

3.2 Non-homogeneous (strength varies with depth) เป็นชั้นดินที่กำลังความแข็งแรงสูงขึ้นตามความลึก และสอดคล้องกับสมการของการคำนวณค่ากำลังความแข็งแรงของ SHANSEP :

$$S_u = f(\sigma'_{vo})(O.C.R.)^m \quad \text{----- (1)}$$

เมื่อ S_u = Undrained shear strength ($\phi = 0$)

σ'_{vo} = Effective overburden pressure

O.C.R = Over consolidation ratio

ค่าของ f ประมาณ 0.22 – 0.26

ค่าของ m ประมาณ 0.8 ถึง 0.9

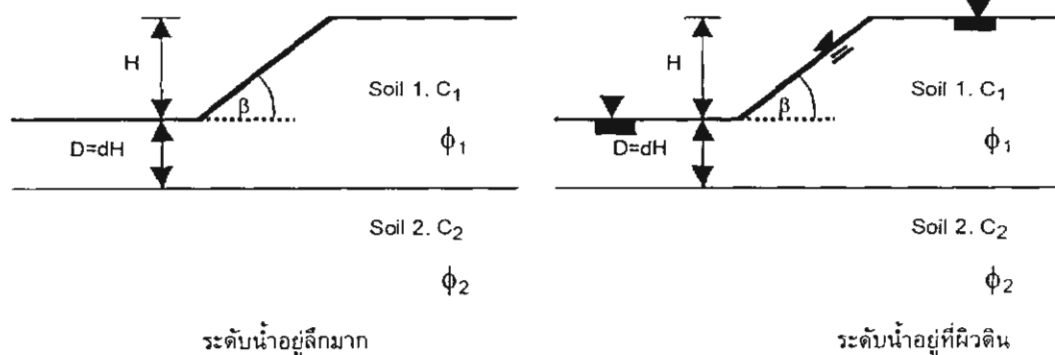
3.3 Stratified Soil การเคลื่อนพังที่มีอิทธิพลของแนวการเคลื่อนพังผ่านแนวผ่านชั้นดินตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า Parameter และ attribute list ต่างๆที่ใช้จำแนกรูปแบบการเคลื่อนพัง และระดับเสถียรภาพของลาดดินได้มีดังตารางที่ 1 และ 2 โดยผลของการจำแนกรูปแบบการเคลื่อนพัง และระดับเสถียรภาพของลาดดินสามารถแบ่งออกได้เป็นตารางที่ 3 โดยกำหนดให้

F.S. < 1.00 คือ ระดับไม่เสถียรภาพ (Failure, F)

$1.00 \leq F.S. < 2.50$ คือ ระดับเสถียรภาพมีความเสี่ยง ควรมีการตรวจสอบด้วยการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน (Slope stability analysis, A)

F.S. ≥ 2.50 คือ ระดับเสถียรภาพสูง (Stable หรือ Unfailure, U)



รูปที่ 4 รูปแบบของลาดดินที่ใช้ในการพิจารณาสำหรับสร้างกฎ

ตารางที่ 1 Parameter ของการจำแนกรูปแบบการเคลื่อนพัง และระดับเสถียรภาพของลาดดิน

Parameter	คำอธิบาย	หมายเหตุ
Model	ลักษณะชั้นดิน	รูปที่ 4 ประกอบ
Phi (Degrees)	มุมเสียดทานภายในเม็ดดิน (Angle of internal friction, ϕ), องศา	
Cohesion (TSM)	ค่ายึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน (C), ดันต่อตารางเมตร	
Beta (Degrees)	มุมชันของลาด (Slope angle, β), องศา	
Hw	ระดับน้ำใต้ดิน (Ground water height, Hw)	
H	ความสูงของลาด (Slope height, H), ม.	
Soil profile	จำนวนชั้นดินที่ใช้ในการวิเคราะห์	
Upper parameter	คุณสมบัติของดินชั้นบน	
Lower soil	คุณสมบัติของดินชั้นที่สอง	
D (m)	ความหนาของดินชั้นบนนับจากเชิงของลาด, ม.	

ตารางที่ 2 Attribute list / Range ของ Parameter การจำแนกรูปแบบการเคลื่อนพัง และระดับเสถียรภาพของลาดดิน

Parameter	Attribute list	Range	Description
Model	Homogeneous (strength constant with depth) Phi equal 0	-	ดูคำอธิบายข้อ 3.1 โดยที่ดินมีค่า ϕ เท่ากับ 0 เป็นกลุ่มดินซึ่งถูกจำแนกตามระบบ USCS เป็น กลุ่ม CH, CL, และ MH ที่มีสภาพ Consistency เป็นดินอ่อนถึงแข็งปานกลาง วิธีวิเคราะห์ในการทดสอบเพื่อหาค่าความแข็งแรง คือ Total strength analysis ($\phi = 0$)
	Homogeneous (strength constant with depth) Phi more than 0	-	ดูคำอธิบายข้อ 3.1 โดยยกเว้นกรณีของ Homogeneous (strength constant with depth) Phi equal 0
	Non-homogeneous (strength varies with depth)	-	ดูคำอธิบายข้อ 3.2
	Stratified Soil	-	ดูคำอธิบายข้อ 3.3
Phi (Degrees)	-	0-90	ค่ายึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดิน (ϕ), องศา
Cohesion (TSM)	-	0-4	และมุมเสียดทานภายในเม็ดดิน (Angle of internal friction, ϕ), ดันต่อตารางเมตร
Beta (Degrees)	-	0-90	มุมชันของลาด (Slope angle, β),
Hw	0	-	ระดับน้ำที่ผิวดิน
	Infinity	-	และระดับน้ำอยู่ลึกมาก

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Parameter	Attribute list	Range	Description
H	-	0-30	ความสูงของลาด (Slope height, H)
Soil profile	two soil layers	-	จำนวนชั้นดินที่ใช้ในการพิจารณาเท่ากับ 2 ชั้น
	more than two soil layers	-	จำนวนชั้นดินที่ใช้ในการพิจารณามากกว่า 2 ชั้น
Upper parameter	Phi(1) is zero	-	ดินชั้นบนมีค่า ϕ ใกล้เคียงศูนย์ เป็นกลุ่มดิน ซึ่งถูกจำแนกตามระบบ USCS เป็น กลุ่ม CH, CL, และ MH ที่มีสภาพ Consistency เป็นดิน อ่อนถึงแข็งปานกลาง วิธีวิเคราะห์ในการ ทดสอบเพื่อหาค่าความแข็งแรง คือ Total strength analysis ($\phi = 0$)
	C(1) is zero	-	ดินชั้นบนมีค่า c ใกล้เคียงศูนย์ ($c < 0.05 \text{ t/m}^2$) เป็นกลุ่มดินซึ่งถูกจำแนกตามระบบ USCS เป็นกลุ่ม SP, SW, GP, และ GW และกลุ่ม ML, SP-SM, SW-SM, GP-SM, GW-GM, SM, GM ที่มีสภาพ Plasticity เป็น Nonplastic soil วิธีวิเคราะห์ในการทดสอบเพื่อหาค่าความแข็งแรง คือ Effective strength analysis
	C(1) and Phi(1) is not zero	-	ดินชั้นบนมีค่า ϕ และ C ไม่ใกล้เคียงศูนย์ ($c \geq 0.05 \text{ t/m}^2$)
Lower soil	firm strata	-	ดินชั้นที่สองแข็งแรงกว่าดินชั้นแรกและแข็งแรงมาก
	weaker strata	-	ดินชั้นที่สองแข็งแรงน้อยกว่าดินชั้นแรก
D (m)	-	-	ความหนาของชั้นดินชั้นแรกนับจากเชิงของลาด

4. คุณสมบัติของดินโดยประมาณและความเข้มของแผ่นดินไหว

ระบบผู้เชี่ยวชาญจะจำแนกโดยใช้จังหวัดและอำเภอ เป็น Parameter และ attribute list ที่ใช้ในการหาความเข้มของแผ่นดินไหวและคุณสมบัติของดินโดยประมาณดังตารางที่ 4 ซึ่งผลของความเข้มของแผ่นดินไหวจะแสดงตามมาตรฐาน Modified mercalli scale อยู่ในรูปของค่าสัมประสิทธิ์ของแผ่นดินไหว (Coefficient of earthquake, A) และแบ่งคุณสมบัติของดินโดยประมาณออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

- 4.1 กลุ่มพื้นที่ในที่ราบลุ่มภาคกลางตอนล่าง จะถูกแนะนำว่าเป็นพื้นที่ที่มีช่วงดินชั้นบนเป็นดินเหนียวกรุงเทพ (Bangkok clay) หรือ Marine soft clay หรือ Soft clay ซึ่งมีค่ากำลังความแข็งแรงของดินเหนียวดังกล่าวแปรเปลี่ยนตามความลึก และมีสมการการคำนวณค่ากำลังความแข็งแรงของดินเหนียวตามสมการของ SHANSEP (สมการที่ 1)

4.2 กลุ่มพื้นที่ในส่วนอื่น จะแนะนำช่วงของค่า Strength parameter คือ ค่า cohesion (c) กับค่า Angle of internal friction (ϕ) ของดินแต่ละประเภทซึ่งถูกจำแนกตามระบบ USCS โดยดูได้จาก Soil chart ดังแสดงในรูปที่ 5,6, และ 7

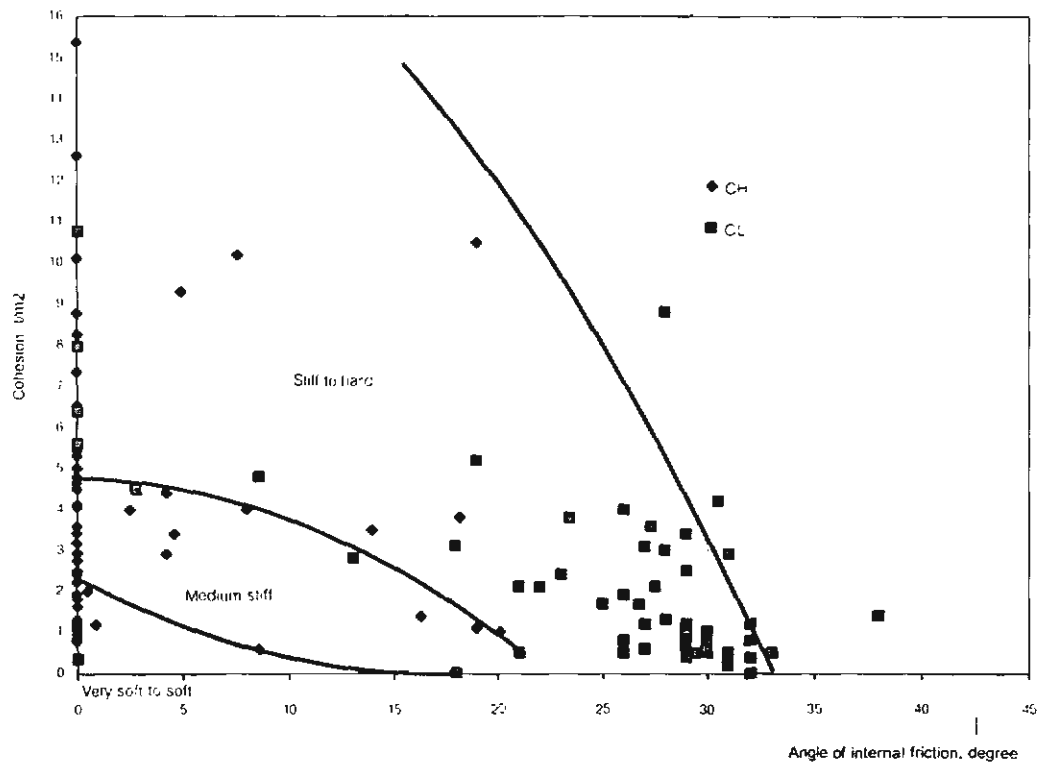
ผลคุณสมบัติของดินโดยประมาณและความเข้มของแผ่นดินไหวที่ถูกแสดงดังตารางที่ 5

ตารางที่ 4 Parameter ของคุณสมบัติของดินโดยประมาณและความเข้มของแผ่นดินไหว

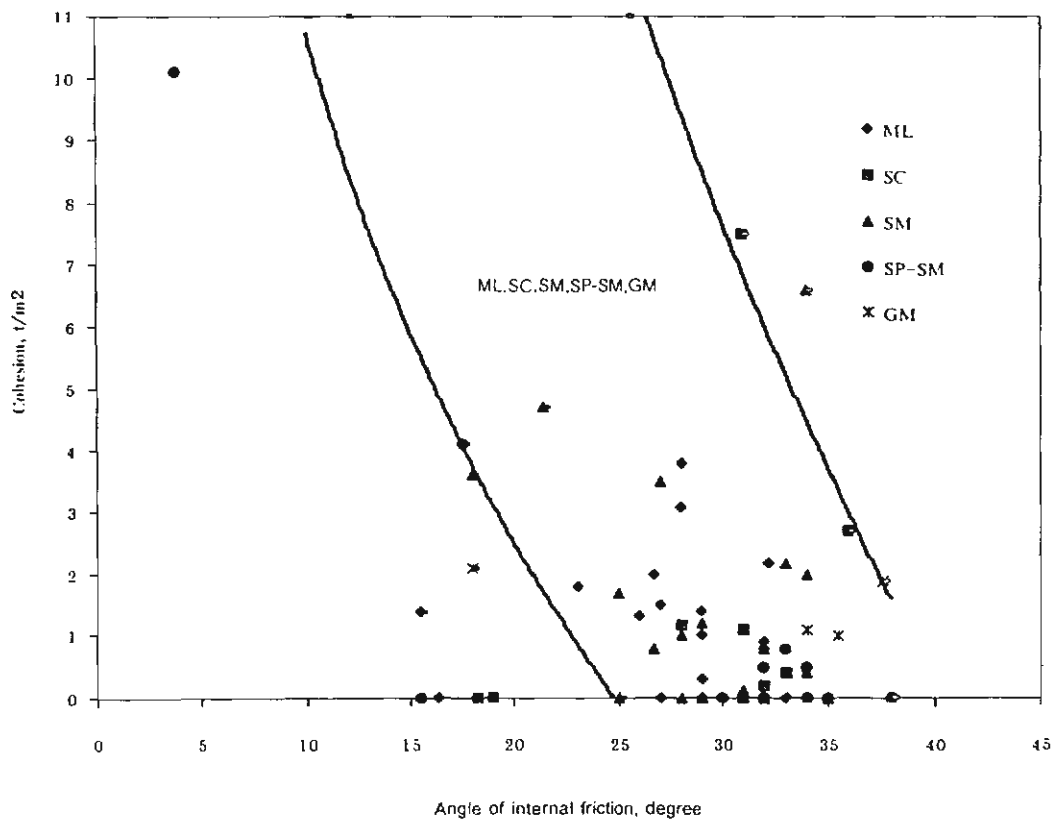
Parameter	คำอธิบาย	Attribute list
Part	ภาค	Central, Eastern, Northern, Northeastern ,Southern
Province	จังหวัด	ชื่อจังหวัดในประเทศไทย
Amphor	อำเภอ	ชื่ออำเภอในแต่ละจังหวัด

ตารางที่ 5 Result ของคุณสมบัติของดินโดยประมาณและความเข้มของแผ่นดินไหว

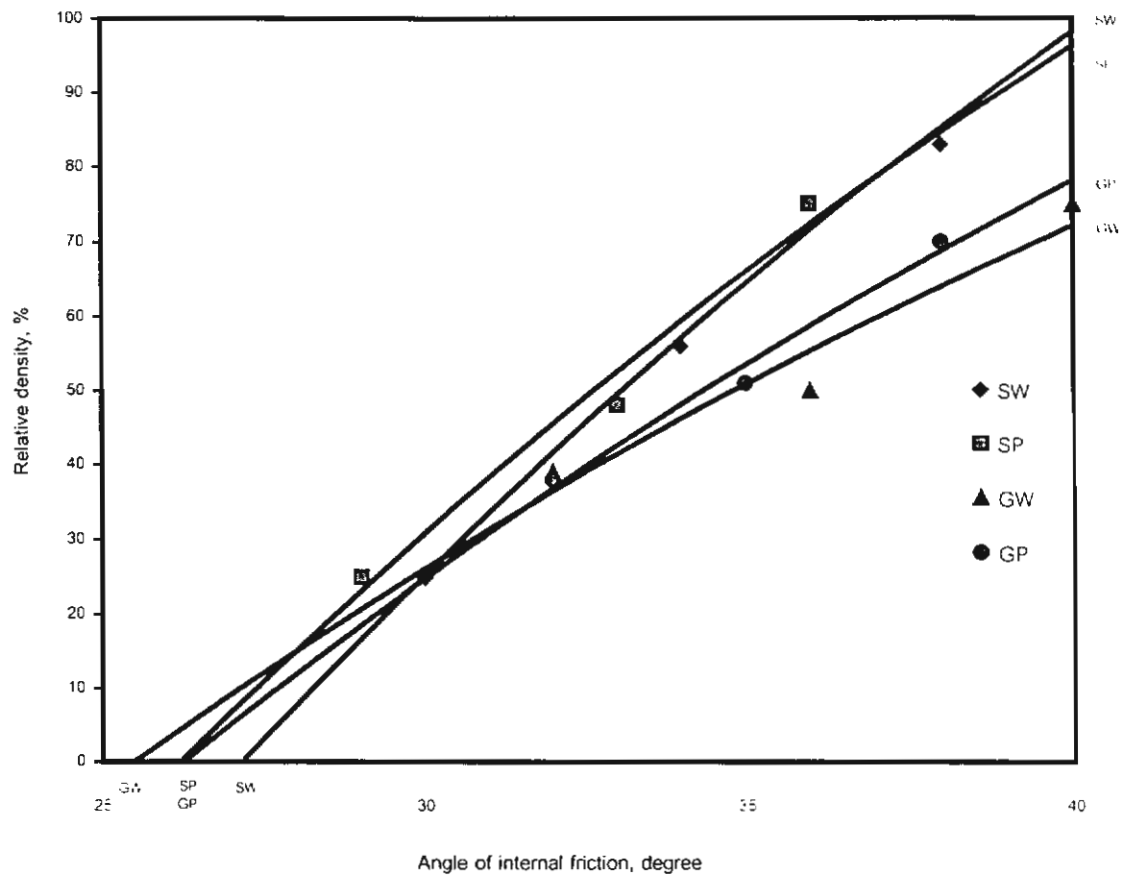
Result	คำอธิบาย
See Soil Chart/ A = 0.000 g to 0.010 g	คุณสมบัติของดินดูจากรูปที่ 5, 6 และ 7 และ ค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.000 – 0.010 g
See Soil Chart/ A = 0.010 g to 0.025 g	คุณสมบัติของดินดูจากรูปที่ 5, 6 และ 7 และ ค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.010 – 0.025 g
See Soil Chart/ A = 0.025 g to 0.050 g	คุณสมบัติของดินดูจากรูปที่ 5, 6 และ 7 และ ค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.025 – 0.050 g
See Soil Chart/ A = 0.050 g to 0.100 g	คุณสมบัติของดินดูจากรูปที่ 5, 6 และ 7 และ ค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.050 – 0.100 g
BKKG/ A = 0.000 g to 0.010 g	คุณสมบัติของดินดูคำอธิบายข้อ 4.1 และ ค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.000 – 0.010 g
BKKG/ A = 0.010 g to 0.025 g	คุณสมบัติของดินดูคำอธิบายข้อ 4.1 และ ค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.010 – 0.025 g
BKKG/ A = 0.025 g to 0.050 g	คุณสมบัติของดินดูคำอธิบายข้อ 4.1 และ ค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.025 – 0.050 g
BKKG/ A = 0.050 g to 0.100 g	คุณสมบัติของดินดูคำอธิบายข้อ 4.1 และ ค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.050 – 0.100 g



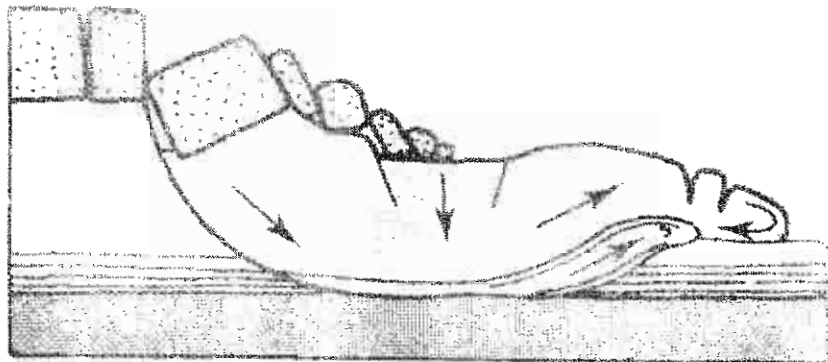
รูปที่ 5 Soil Chart (Soil properties of fine grained soil)



รูปที่ 6 Soil Chart (Soil properties of coarse grained soil)



รูปที่ 7 Soil Chart (Soil properties of cohesionless soil)



**คู่มือการใช้งานของโปรแกรม
วิเคราะห์ความมั่นคงของลาดถนน**

KUslope

คู่มือประกอบการใช้งานโปรแกรม KUslope

ลักษณะและความสามารถโดยทั่วไปของโปรแกรม KUslope

1. การวิเคราะห์หอยุ่บนพื้นฐานของลักษณะผิวการเคลื่อนพัง เป็นส่วนโค้งของวงกลม
2. สามารถกำหนดชั้นดินที่แตกต่างกันได้หลายชั้น (Multi-layered soil)
3. สามารถวิเคราะห์ผลกระทบของความดันน้ำ ได้ โดยกำหนดให้อยู่ในรูปของ Pore Water Pressure Ratio(r_u) และ Phreatic Surface
4. มีความยืดหยุ่นในการควบคุมรัศมี และจำนวนวงกลมที่คาดว่าจะพิบัติ
5. สามารถวิเคราะห์ผลกระทบจากแผ่นดินไหวในแนวราบได้ (Horizontal seismic coefficient) โดยใช้หลักการของ Pseudo-static
6. ใช้ได้ทั้งทฤษฎีของ Fellenius และ Simplified Bishop ในการวิเคราะห์เสถียรภาพ
7. สามารถหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยได้โดยวิธีกำหนดจุดศูนย์กลางของวงกลมเพียงจุดเดียว แล้วให้คอมพิวเตอร์ค้นหาโดยอัตโนมัติ หรือให้การค้นหาโดยการกำหนดให้อยู่ในรูปกริด หรือโดยการกำหนดจุดศูนย์กลางและรัศมี
8. สามารถวิเคราะห์ผลจาก Tension crack ได้
9. มี User Interface ที่ง่ายและสะดวกต่อการใช้งาน
10. สามารถใช้งานได้บนหลายๆ Platform เช่น Windows 95, Windows 98, WinNT ,Windows 2000

Hardware Requirement

1. เครื่องคอมพิวเตอร์ IBM compatible 486 หรือสูงกวานั้น (แนะนำให้ใช้ CPU ระดับ Pentium 100 ขึ้นไป)
 2. หน่วยความจำไม่ควรต่ำกว่า 16 MB
 3. เนื้อที่ว่างสำหรับติดตั้งโปรแกรมใน Harddisk ประมาณ 2 MB
 4. การ์ดแสดงผล VGA หรือสูงกวานั้น (ความละเอียดไม่ควรต่ำกว่า 800*600)
 5. Drive CD-ROM หรือ Disk Drive สำหรับติดตั้งโปรแกรม
 6. Mouse, Monitor, Printer etc.
-

ประวัติความเป็นมาของโปรแกรม KUslope

การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดดิน(KUslope)ได้พัฒนา โดยมีพื้นฐานมาจากโปรแกรม REAME (Rotational Equilibrium Analysis of Multilayered Embankments Embankments) ของ Huang (1957) ซึ่งจากโปรแกรม REAME มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ได้มีการพัฒนาโปรแกรมต่อมา เป็นช่วงระยะเวลา ดังนี้

- พ.ศ. 2530 ดร.วรากร ร่วมกับ คุณสมพร อุ่นจิตติกุล เขียนโปรแกรม ชื่อ RE ซึ่งเขียนด้วย Interpreted Basic จากพื้นฐานเดิมของโปรแกรม REAME มหาวิทยาลัย Kentucky สหรัฐอเมริกา
- พ.ศ. 2531-2532 ดร.วรากร ได้พัฒนาต่อบน Complied Basic เป็น RE1-RE3
- พ.ศ. 2533 คุณสุเทพ ทำการพัฒนาบนภาษา Pascal โดยปรับปรุงเรื่องการแสดงผล และความเร็ว ในการคำนวณ ใช้ชื่อโปรแกรมว่า RE4
- พ.ศ. 2535 คุณสามารถ ได้พัฒนาโปรแกรมบนภาษา C เป็น RE5 ซึ่งมีความสามารถเพิ่มขึ้นใน หลายส่วน อาทิเช่น สามารถบันทึกข้อมูลแล้วนำกลับมาแก้ไขได้ เพิ่มความเร็วในการวิเคราะห์ แต่โปรแกรม RE5 ก็ยังมีข้อผิดพลาดอยู่ เช่น Failure surface ตัดกับส่วนที่เป็นน้ำในลักษณะผิว โค้ง ไม่สามารถคำนวณในกรณีที่มีเส้นผิวน้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง การที่ไม่สามารถหาค่าอัตราส่วน ปลอดภัยโดยการกำหนดจุดศูนย์กลางและรัศมี เป็นต้น
- พ.ศ. 2541-2543 คุณจุลิส จิตเจื้อจุน ทำการพัฒนาต่อจาก RE5 โดยเปลี่ยน Platform จากที่ใช้ งานบน Dos ซึ่งยากและไม่สะดวกต่อการใช้งาน ให้มาอยู่บน Windows ที่ง่ายต่อการใช้งานมาก กว่าและได้แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆที่เคยมี อาทิเช่น สามารถคำนวณในกรณีที่มีเส้นผิวน้ำเข้ามา เกี่ยวข้อง สามารถหาค่าอัตราส่วนปลอดภัยโดยการกำหนดจุดศูนย์กลางและรัศมี แก้ไข Failure surface ให้เป็นเส้นตรงเมื่อตัดกับส่วนที่เป็นน้ำ สามารถวิเคราะห์ผลจาก Tension Crack ได้ ฯลฯ ซึ่งในปัจจุบันก็ได้ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมไปด้วยอย่างต่อเนื่อง

ข้อจำกัดของโปรแกรม KUslope

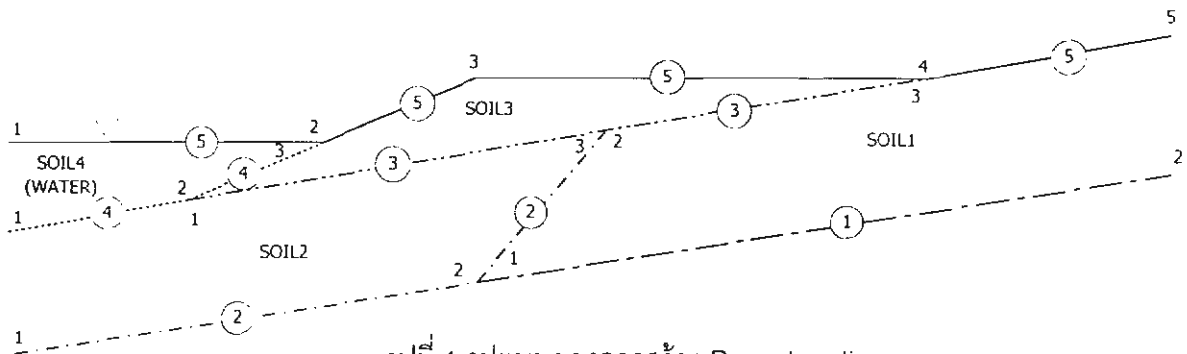
1. สามารถใช้วิเคราะห์ปัญหาที่มี Boundary Line ไม่เกิน 37 เส้น หรือเท่ากับ 36 ชั้นดิน
 2. จำนวน Node ในแต่ละ Boundary Line มีได้ไม่เกิน 50 Node
 3. สามารถกำหนดจำนวน Slice ได้ไม่เกิน 40 Slices
 4. สามารถมี Bottom Line ได้ไม่เกิน 10 เส้น
 5. เส้น Phreatic Line สามารถมีจำนวน Node ได้ไม่เกิน 20 Node
 6. ในแต่ละจุดศูนย์กลาง สามารถมี Trial Radius ได้ไม่เกิน 90 วง
-

ลักษณะทั่วไปของ KUslope (General Features of KUslope)

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงลักษณะทั่วไปของโปรแกรม ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมาก เนื่องจากทำให้ประหยัดเวลาในการคำนวณและยังทำให้ผลลัพธ์ที่ได้ถูกต้องอีกด้วย

การกำหนดชั้นดิน (Numbering of Soil Boundaries)

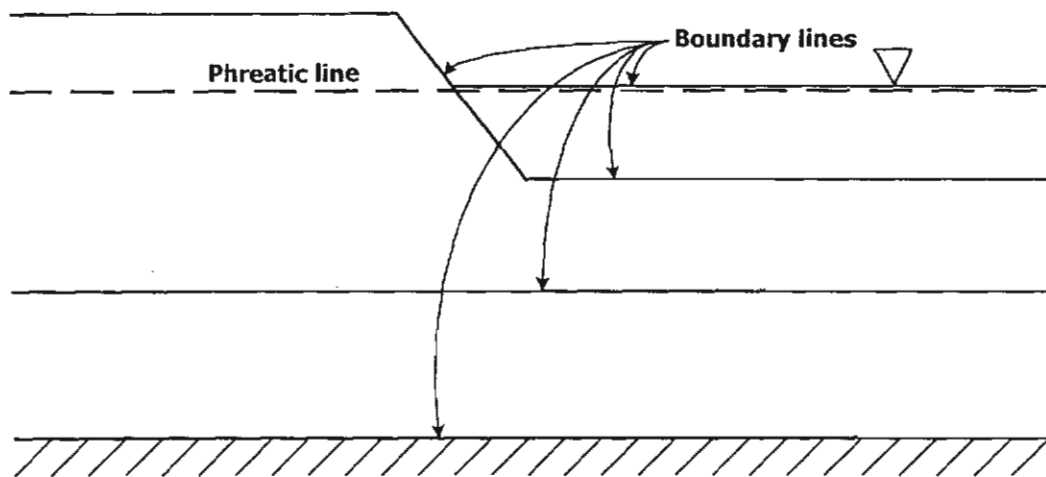
เส้น boundary line จะประกอบด้วยส่วนของเส้นตรงส่วนหนึ่งหรือหลายๆส่วนมาประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งจะแบ่งดินออกเป็น 2 ชนิดที่แตกต่างกัน โดยเส้น boundary line จะถูกกำหนดจากล่างไปบนตามลำดับ เส้น boundary line ที่อยู่ล่างสุดจะเรียกว่า bottom line หรือ rock line ซึ่งจะถูกกำหนดโดยชั้นหินแข็ง หรือชั้นที่เป็นดินค่อนข้างแข็ง (rock or stiff stratum) ซึ่งอยู่ด้านล่างของลาดดิน ส่วนเส้น boundary line เส้นบนสุดจะเรียกว่า ground line และถูกกำหนดโดยผิวดิน (ground surface) รวมถึงผิวน้ำด้วยถ้าเป็นกรณีที่มีน้ำเกี่ยวข้องกับอยู่ด้วย ดินที่อยู่เหนือเส้น boundary line ใดๆ จะเป็นดินชนิดเดียวกับหมายเลขเส้น boundary line นั้นๆ ดังนั้นจำนวนชนิดของดินทั้งหมดจะน้อยกว่าจำนวนเส้น boundary line อยู่ 1 เสมอ



รูปที่ 1 รูปแบบของการสร้าง Boundary line

รูปที่ 1 แสดงรูปตัดของลาดดิน ซึ่งประกอบด้วยดิน 4 ชนิด (ชนิดที่ 4 เป็นน้ำ) และมีเส้น boundary line จำนวน 5 เส้น จากกฎข้างต้นกำหนดไว้ให้เส้น boundary line ที่มีหมายเลขต่ำกว่าต้องอยู่ใต้เส้น boundary line ที่มีหมายเลขสูงกว่าเสมอ ในส่วนที่เป็นน้ำให้พิจารณาเหมือนกับเป็นดินชนิดหนึ่งโดยมีค่า cohesion และ friction angle เท่ากับ 0 และมี unit weight เท่ากับ 1 t/m^3 (หน่วย CGS) หรือ 66.4 kN/m^3 (หน่วย SI)

เส้น boundary line แต่ละเส้นจะถูกกำหนดด้วยจุด โดยกำหนดจุดเป็นหมายเลขตามลำดับจากซ้ายไปขวา ถ้าเส้น boundary line 2 เส้นตัดกันที่ตรงจุดตัดจะต้องมี 2 หมายเลข โดยเป็นของแต่ละเส้น boundary line ดังตัวอย่างในรูปที่ 1 ที่จุดที่ 1 บนเส้น boundary line #1 ก็เป็นจุดที่ 2 บนเส้น boundary line #2 ด้วย เช่นเดียวกันกับจุดที่ 3 บนเส้น #4 ก็เป็นจุดที่ 2 บนเส้น #5 ด้วย และเพื่อให้วงกลมที่เป็นไปได้ถูก run จำเป็นต้องขยายจุดปลายของเส้น boundary line เส้นล่างสุด และเส้น



รูปที่ 3 การกำหนดเส้น Phreatic line

การควบคุมรัศมี (Control of Radius)

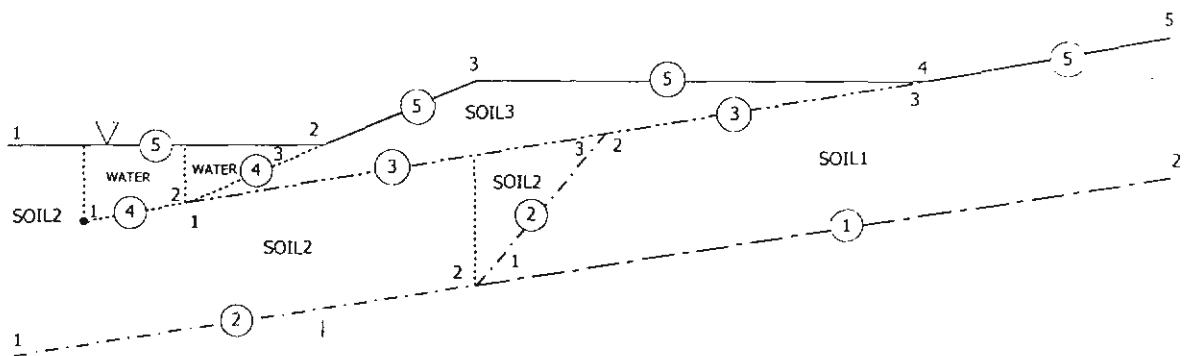
ส่วนของวงกลมแทนผิวที่มีรัศมีมากที่สุด (Maximum radius) ถูกกำหนดโดยตำแหน่งของเส้น rock line หรืออาจเรียกอีกอย่างว่า bottom line ส่วนวงกลมวงที่มีรัศมีน้อยที่สุด (Minimum radius) ก็ได้จากเส้น ground line โดยที่ช่วงระหว่างรัศมีมากที่สุดและน้อยที่สุดนี้ จะมีจำนวนวงกลมตัดผ่านเท่ากับค่าของ No. of circles ที่ถูกกำหนด

เนื่องจากเส้น boundary line เส้นสุดท้ายก็คือเส้น ground line ซึ่งทุกๆ ส่วนของเส้น ground line จะถูกใช้เพื่อกำหนดรัศมีน้อยที่สุด แต่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องระบุหมายเลขเส้น และหมายเลขจุดบนเส้น เพื่อที่จะใช้หาค่ารัศมีน้อยที่สุด ซึ่งตรงกันข้ามกับการหาค่ารัศมีมากที่สุด ที่จำเป็นต้องระบุตำแหน่งของเส้น rock line

พิจารณาตัวอย่าง ในรูปที่ 1 จะได้ว่า

No. of bottom line	=	2	
สำหรับเส้นแรก	Line No.	=	1
	beginning point number	=	1
	ending point number	=	2
สำหรับเส้นที่ 2	Line No.	=	2
	beginning point number	=	1
	ending point number	=	2 เป็นต้น

บนสุดออกไปให้มากที่สุด ในรูปที่ 1 นี้คือจุดที่ 2 บนเส้น #1, จุดที่ 1 บนเส้น #2 และจุดที่ 1, 5 บนเส้น #5 ถึงแม้ว่า เส้น boundary line เส้นอื่นๆจะมีความยาวสิ้นสุดที่ตรงไหนก็ได้ แต่ก็ควรตระหนักว่า เส้น boundary line เป็นเส้นที่แบ่งดินออกเป็น 2 ชนิด ในกรณีที่เส้น boundary line สิ้นเกินไป ดินที่อยู่เหนือเส้นนั้น เฉพาะภายในบริเวณเส้นดัง 2 เส้นที่ลากผ่านจุดปลายทั้ง 2 เท่านั้น ที่จะเป็นชนิดเดียวกับหมายเลขเส้น boundary line นั้น ส่วนดินที่อยู่ด้านนอกเส้นดัง 2 เส้นนี้ จะเป็นดินคนละชนิดกันซึ่งถูกกำหนดด้วยเส้น boundary line ที่อยู่ข้างใต้ เช่น ถ้าจุดที่ 1 บนเส้น #4 ไม่ได้ถูกขยายออกไปให้ยาวพอ ส่วนของน้ำจะถูกพิจารณาว่าเป็นดิน #2 แทนดิน #4 ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 ตัวอย่างปัญหาที่เกิดจากการกำหนดความยาวของ Boundary line สิ้นเกินไป

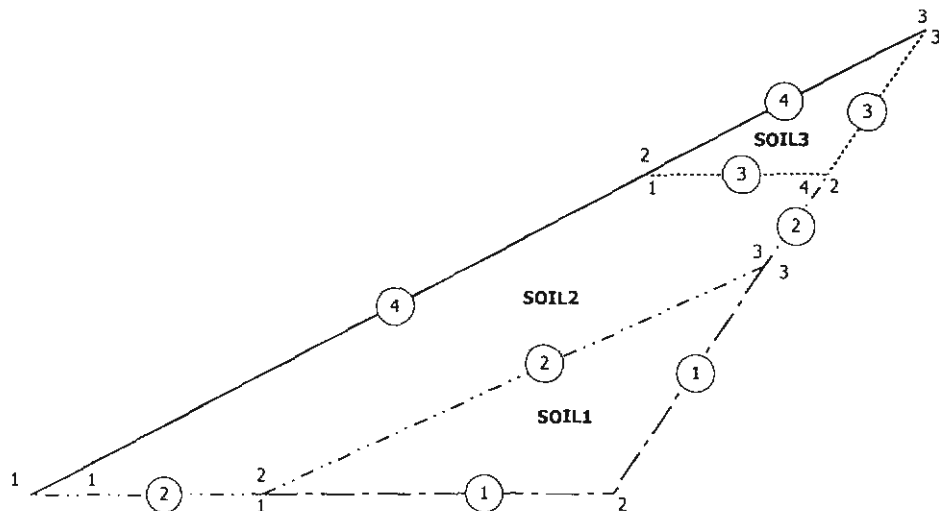
การระบุสภาพการซึมน้ำ (Seepage specification)

เงื่อนไขการซึมน้ำ (Seepage Condition) มี 3 ลักษณะ คือ

1. ไม่มีการซึมน้ำ (No seepage)
2. สภาพการซึมน้ำถูกกำหนดด้วยเส้น piezometric line (with phreatic surface)
3. สภาพการซึมน้ำถูกกำหนดด้วย pore pressure ratio (with pore pressure)

ในกรณีที่ไม่มีผลกระทบของสภาพการซึมน้ำเข้ามาเกี่ยวข้อง เราอาจจะกำหนดโดยระบุค่า pore pressure ratio เป็น 0 หรือกำหนดให้เส้น piezometric line อยู่ต่ำกว่าผิวการพัง (failure surface) ซึ่งก็ต้องป้อนค่าของเส้น piezometric line จึงไม่สะดวกเท่ากับการระบุเงื่อนไขว่าไม่มีการซึมน้ำ (No seepage) ดังในข้อ 1

อนึ่ง ในการสร้างเส้น piezometric line นั้น จะสร้างแยกออกมาต่างหาก จากการสร้างเส้น boundary line แต่สามารถทำได้ในทำนองเดียวกัน คือเกิดจากส่วนของเส้นตรงจำนวนหนึ่งมาประกอบกัน จุดที่ใช้กำหนดเป็นเส้น piezometric line นั้น ต้องกำหนดจากซ้ายไปขวา ตามลำดับ เส้น piezometric line นี้จะเป็นอิสระจากเส้น boundary line สามารถวางตำแหน่ง ณ. ที่ใดก็ได้จะอยู่เหนือหรือใต้เส้น ground line ก็ได้ ถ้าเป็นกรณีที่มีน้ำอยู่ด้วย ผิวน้ำ(water surface) จะเป็นส่วนหนึ่งของเส้น piezometric line และจำเป็นที่จุดปลายทั้ง 2 ของเส้น piezometric line จะต้องขยายออกให้ยาวพอ ๆ กับเส้น ground line ซึ่งแสดงให้เห็นดังรูปที่ 3



รูปที่ 4 การกำหนด rock line ที่มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง

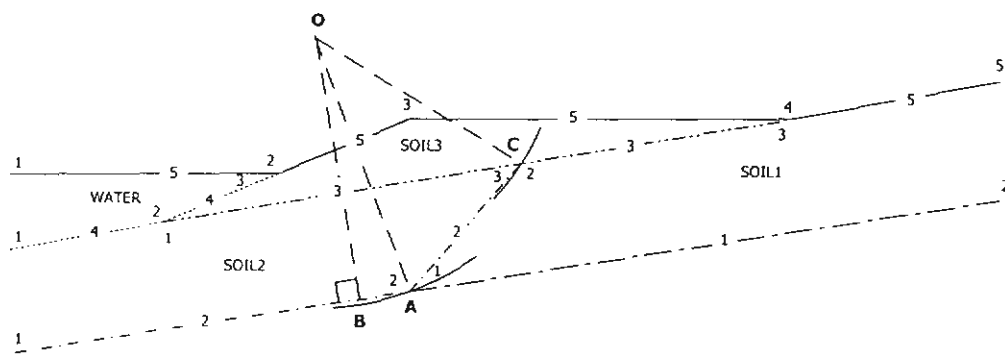
ในกรณีที่เส้น boundary line ที่ระบุเป็นเส้น rock line มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง เราสามารถระบุซ้ำลงไปได้อีก ดังในรูปที่ 4 กรณีของเส้น boundary line #2

พิจารณาตัวอย่าง ในรูปที่ 4 จะได้ว่า

No. of bottom line	=	4	
Line No.	= 1, beg. No.	= 1, end No.	= 3
Line No.	= 2, beg. No.	= 1, end No.	= 2
Line No.	= 2, beg. No.	= 3, end No.	= 4
Line No.	= 3, beg. No.	= 2, end No.	= 3 เป็นต้น

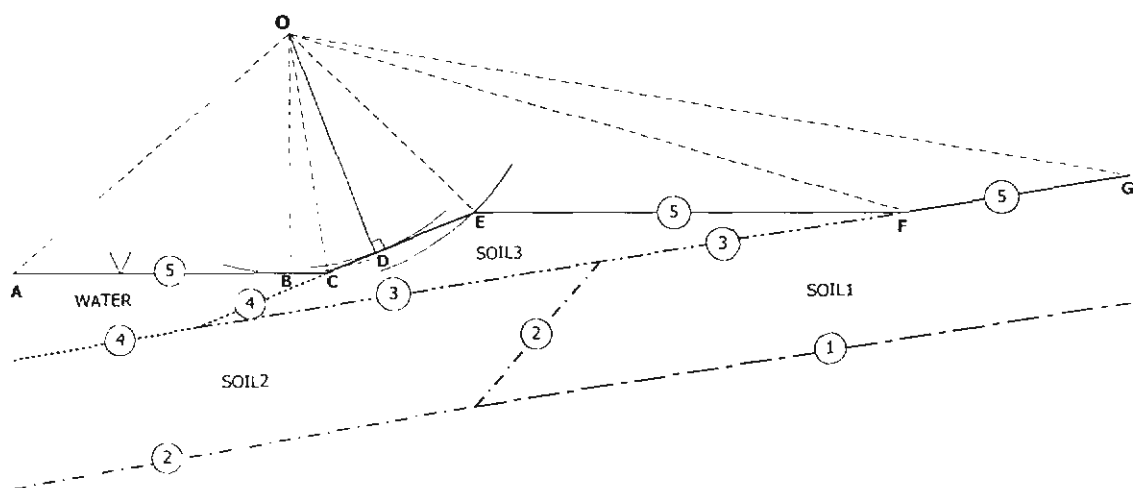
เพื่อแสดงว่ารศมีมากที่สุดถูกกำหนดขึ้นได้อย่างไร ให้พิจารณาจากรูปที่ 5 ที่จุดศูนย์กลาง O และเส้น boundary line #1 เป็นอันดับแรก เนื่องจากเส้น boundary line #1 มีจุดที่ 1 ถึงจุดที่ 2 ถูกระบุว่าเป็นส่วนหนึ่งของเส้น rock line ให้ทำการลากเส้นจากจุดศูนย์กลาง O ไปตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงนี้ ถ้าพบว่าเส้นตั้งฉากตัดนอกส่วนของเส้นตรงแล้ว ให้เปลี่ยนไปพิจารณา ระยะที่สั้นที่สุดจากจุดศูนย์กลางถึงจุดปลายทั้งสองของเส้น boundary line #1 แทน ซึ่งในกรณีนี้ก็คือ OA โดยจะถูกเลือกว่าเป็นรศมีที่มากที่สุดไว้ก่อนในตอนแรก ต่อจากนั้นจึงทำการพิจารณาส่วนของเส้น boundary line #2 ต่อมา ซึ่งจุดที่ 1 ถึงจุดที่ 2 ของ boundary line #2 ก็ถูกพิจารณาว่าเป็นส่วนหนึ่งของเส้น rock line ด้วยเช่นกัน เส้นตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงนี้ที่ลากจากจุดศูนย์กลาง O คือ OB ซึ่งระยะ OB จะถูกเลือกไว้เป็นรศมีที่มากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบ OA กับ OB ปรากฏว่า OB สั้นกว่า ดังนั้น OB จะถูกใช้เป็นรศมีที่มากที่สุดแทน แต่ถ้าในกรณีที่จุดปลายของเส้น boundary line #2 ที่ใช้ระบุว่าเป็นเส้น rock line เป็นจุดที่ 3 แทนที่จะเป็นจุดที่ 2 ดังในข้างต้นแล้ว เส้นตั้งฉากกับส่วนของเส้นตรงจากจุดที่ 2 ถึงจุด

ที่ 3 ที่ลากจากจุดศูนย์กลางจะตัดนอกเส้นตรง โดยมีระยะ OC เป็นระยะที่สั้นที่สุดระหว่างจุดปลายทั้งสอง ระยะ OC จะถูกเลือกให้เป็นค่ารัศมีที่มากที่สุด และเมื่อเปรียบเทียบกับ OB แล้ว OC ยังสั้นกว่า OB ดังนั้น OC จะถูกใช้เป็นรัศมีที่มากที่สุดแทน ซึ่งวงกลมจะไม่สัมผัสกับเส้น rock line จึงเป็นการอธิบายได้ว่าทำไมจุดปลายที่ใช้ในการกำหนดเส้น rock line ของเส้น boundary line #2 ต้องเป็นจุดที่ 2 แทนที่จะเป็นจุดที่ 3



รูปที่ 5 การหา Maximum radius

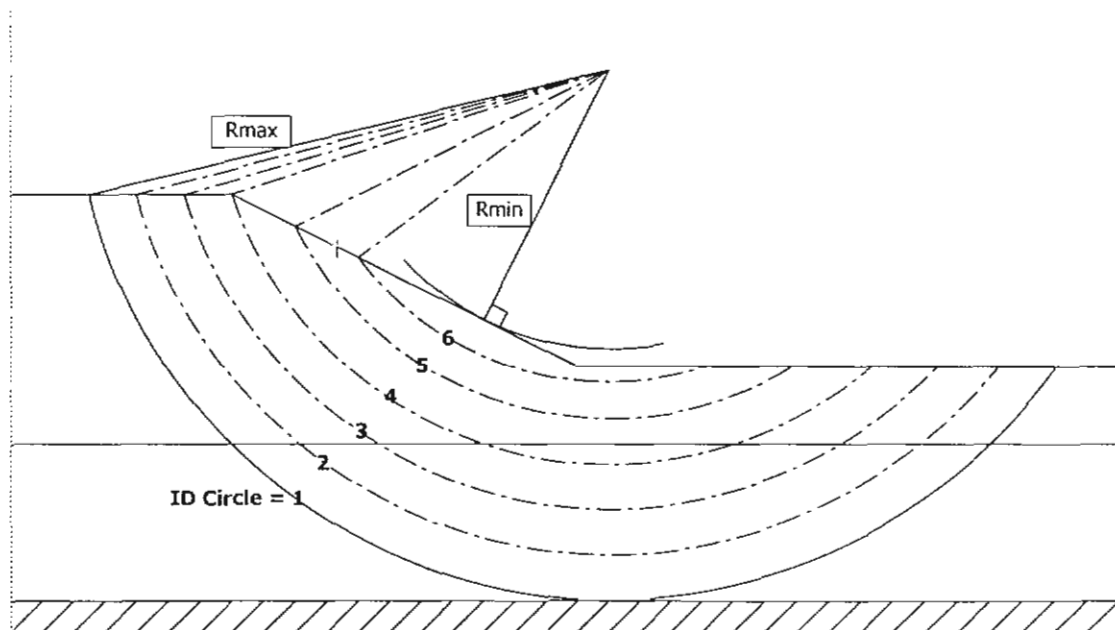
ส่วนวิธีการในการหารัศมีที่น้อยที่สุดนั้น สามารถทำได้โดยพิจารณาระยะที่สั้นที่สุด จากจุดศูนย์กลางที่ถูกเลือกกับเส้น ground line โดยพิจารณาที่แต่ละจุดตัดของเส้น ground line และจุดที่ตั้งฉากกับเส้น ground line แล้วนำมาเปรียบเทียบกัน ค่าที่น้อยที่สุดจะถูกกำหนดให้เป็นรัศมีน้อยที่สุด ซึ่งจะไม่มียังวงกลมใดที่มีรัศมีน้อยกว่าค่ารัศมีน้อยที่สุดนี้ ดังแสดงในรูปที่ 6 จะเห็นได้ว่า ระยะ OD มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งก็คือรัศมีที่น้อยที่สุดนั่นเอง (Minimum radius)



รูปที่ 6 การหา Minimum radius

รูปที่ 8 ตัวอย่างปัญหา เมื่อกำหนดขอบเขตของระยะในแนวราบไม่เพียงพอ

ระยะห่างของวงกลมที่อยู่ระหว่างรัศมีมากที่สุดและน้อยที่สุดนั้น จะถูกกำหนดจากค่า radius decrement ถ้าค่า radius decrement ถูกระบุให้เท่ากับ 0 แล้ววงกลมจะมีระยะห่างเท่าๆกัน คือ สม่ำเสมอจากรัศมีมากที่สุดถึงรัศมีน้อยที่สุด นั่นคือค่า radius decrement จะเท่ากับ $(\text{maximum radius} - \text{minimum radius}) / \text{No. of circles}$ ในกรณีที่ค่า radius decrement ไม่เท่ากับ 0 วงกลมจะเริ่มที่รัศมีวงแรก ที่รัศมีมากที่สุด ส่วนวงต่อมาจะมีรัศมีลดลงเรื่อยๆตามค่า radius decrement ที่ได้ระบุไว้ จนกระทั่งมีจำนวนวงกลมเท่ากับค่าของ No. of circles หรือจนกระทั่งค่ารัศมีเองนั้น มีค่าน้อยกว่าค่ารัศมีน้อยที่สุดที่เกิดขึ้นในตอนแรก



รูปที่ 9 การระบุค่า ID Circle ของวงกลมการเคลื่อนพัง

เมื่อค่า radius decrement ไม่ได้ถูกกำหนดให้เท่ากับ 0 ก็ไม่จำเป็นต้องเริ่มต้นที่วงกลมแรกหรือวงกลมวงที่มีรัศมีมากที่สุด เราอาจใช้ค่า ID No. for first circle ในการระบุว่าวงกลมวงแรกที่ต้องการ run จะเป็นวงไหน ในกรณีทั่วไป ค่า ID No. for first circle จะถูกกำหนดให้เท่ากับ 1 คือให้วงกลมแรกที่ถูก run เป็นวงที่มีค่ารัศมีมากที่สุด ถ้าค่า ID No. for first circle กำหนดให้เท่ากับ 2 แล้ววงกลมวงแรกที่ถูก run จะเป็นวงที่มีรัศมีมากที่สุดเป็นอันดับ 2 (พิจารณารูปที่ 9 ประกอบ)

ลักษณะนี้จะถูกใช้เมื่อเส้น rock line อยู่ใกล้กับผิวของลาดดิน ซึ่งในกรณีนี้ วงกลมที่วิกฤตที่สุดมักจะเป็นวงที่สัมผัสกับเส้น rock line ซึ่งก็คือวงกลมวงแรกหรือวงกลมที่มีรัศมีมากที่สุดนั่นเอง เพื่อให้แน่ใจว่าหลักการนี้ถูก การ run ก็ควรกำหนดค่าของ No. of circles เท่ากับ 2, ID No. for first circle เท่ากับ 1 และค่า radius decrement เป็นระยะสั้นๆ ดังนั้นวงกลม 2 วงจะถูก run และค่าส่วนปลอดภัย

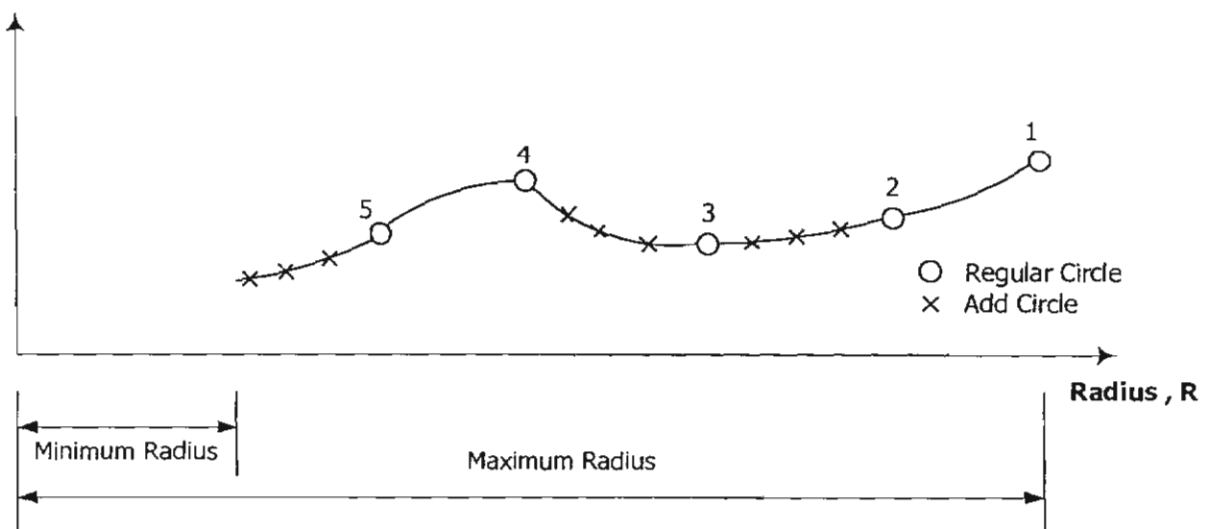
ภัยจะถูกคำนวณออกมา ซึ่งถ้าพิจารณาผลลัพธ์แล้วพบว่าวงกลมที่มีรัศมีมากที่สุดไม่ใช่วงกลมที่วิกฤตที่สุดก็ต้อง run ใหม่อีกครั้ง เพื่อให้ได้ค่าส่วนปลอดภัยต่ำสุดจริงๆ

จำนวนของวงกลมที่จุดศูนย์กลางเดียวกัน (Number of Circle at Each center)

ถึงแม้ว่าที่จุดศูนย์กลางหนึ่งๆ ผู้ใช้โปรแกรมสามารถระบุจำนวนของวงกลม (No. of circles) ได้ แต่จำนวนของวงกลมที่ถูก run จริงๆ นั้นอาจจะมากกว่า หรือน้อยกว่าค่าของ No. of circles ก็ได้

สาเหตุที่จำนวนของวงกลมที่ถูก run มากกว่า No. of circles เป็นเพราะว่า หลังจากที่ยังวงกลมกำลังถูก run ตามลำดับ จากวงแรกที่มีรัศมีมากที่สุด จนถึงวงสุดท้ายที่มีรัศมีน้อยที่สุด เรียบร้อยแล้ว เมื่อใดก็ตามที่พบว่า มีวงกลมที่มีค่าส่วนปลอดภัยน้อยกว่าค่าส่วนปลอดภัยของวงกลม 2 วง ที่อยู่ติดกัน เมื่อนั้นค่าของ No. of add. radii จะถูกใช้เพื่อเพิ่มวงกลมขึ้นอีกบนแต่ละด้านของวงกลมชุดแรก เพื่อหาค่าส่วนปลอดภัยที่ต่ำสุดจริงๆ ดังแสดงในรูปที่ 10

Safety Factor



รูปที่ 10 การใช้ค่า No. of add. radii ในการเพิ่มจำนวนวงกลม

รูปที่ 10 แสดงว่า วงกลมถูกเพิ่มเข้าไปอย่างไร สมมติว่ามีการกำหนดค่าให้ No. of circles เท่ากับ 5 และ No. of add. radii เท่ากับ 3 วงกลม 3 วงจะถูกเพิ่มบนแต่ละด้านของวงกลม #3 เพราะว่าวงกลม #3 มีค่าส่วนปลอดภัยน้อยกว่าค่าส่วนปลอดภัยของวงกลมทั้ง 2 วงที่อยู่ติดกัน คือ วงกลม #2 และ วงกลม #4 หลังจากนั้นวงกลม 3 วง จะถูกเพิ่มเข้าไประหว่างวงกลม #5 กับค่ารัศมีน้อยที่สุด (ground line) ด้วย ทั้งนี้เพราะวงกลม #5 มีค่าส่วนปลอดภัยน้อยกว่าค่าส่วนปลอดภัยของวงกลม #4

สำหรับเหตุผลที่จำนวนวงกลมที่ถูก run อาจน้อยกว่า No. of circles นั้น เนื่องจาก

1. เมื่อค่าอัตราส่วนปลอดภัยของวงกลมมีค่ามากกว่า 100 แล้ววงกลมถัดมาที่มีค่ารัศมีน้อยกว่า จะไม่ถูก run
2. เมื่อรัศมีของวงกลมนั้นไม่ตัดลาดดิน
3. เมื่อค่า radius decrement มากกว่ารัศมีของวงกลมวงใดวงหนึ่งใน No. of circles นั้น น้อยกว่าค่ารัศมีน้อยที่สุด แล้ววงกลมนั้นและวงถัดมาจะไม่ถูก run
4. เมื่อค่า min. depth of tallest slice ถูกระบุว่าจะไม่เท่ากับ 0 กรณีวงกลมที่มีชั้นที่สูงที่สุด ต่ำกว่าค่าที่ระบุนี้จะไม่ถูก run (สำหรับค่า min. depth of tallest slice นี้จะกล่าวในหัวข้อถัดไป)

ความสูงต่ำสุดของชั้นที่สูงที่สุด (Minimum Depth of Tallest Slice)

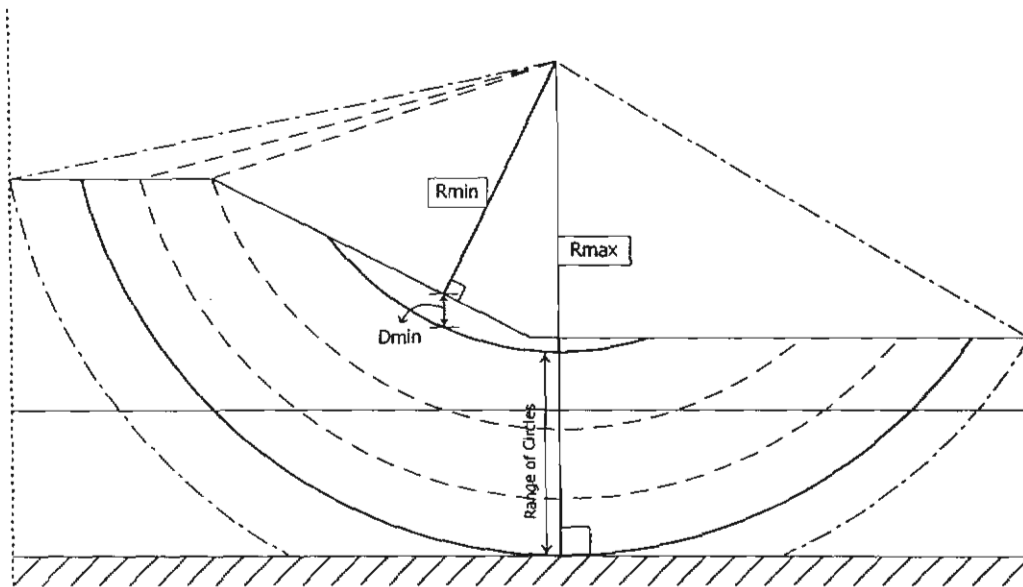
ถ้าดินในลาดดิน ไม่มีค่า Cohesion (Cohesion เท่ากับ 0) เช่นดินทรายหรือลาดหินทิ้ง ซึ่งดินชั้นล่างไม่เป็นดินอ่อน และไม่มีสภาพการซึมน้ำ (No seepage) ค่าส่วนปลอดภัยสามารถหาได้โดยตรงจากสมการของ infinite slope คือ

$$F.S. = \tan \phi / \tan \theta$$

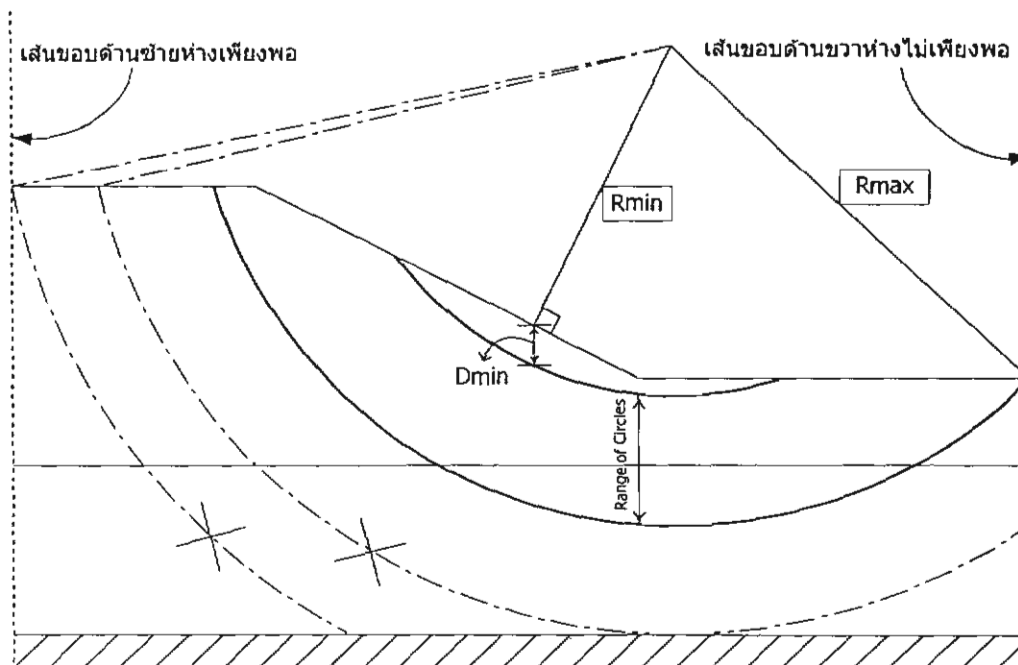
เมื่อ θ = Slope angle

ถ้าพิจารณาพังถล่มสมมติให้เป็นแบบวงกลม (circular failure surface) แล้วพิจารณาพังที่วิกฤตที่สุดจะเป็นวงกลมตื้นๆ ซึ่งตัดลาดดินบางๆตามผิวดินเท่านั้น ซึ่งไม่น่าจะเป็นอันตรายต่อลาดดินมากนัก ด้วยเหตุนี้ จึงต้องมีการกำหนดค่า min. depth of tallest slice ขึ้นมา เพราะถ้าเกิดตั้งกรณีข้างต้นแล้วก็ไม่จำเป็นต้องใช้โปรแกรมคำนวณ เนื่องจากสามารถหาค่าส่วนปลอดภัยได้โดยตรงจากสมการข้างต้นแทน แต่ถ้ามีการกำหนดค่า min. depth of tallest slice แล้ว วงกลมวงที่ตัดลาดดิน แล้วมีความสูงของชั้นที่สูงที่สุด (tallest slice) ต่ำกว่าค่า min. depth of tallest slice จะไม่ถูกพิจารณา ทำให้ได้ค่าส่วนปลอดภัยมากขึ้นกว่าที่คำนวณได้จากสมการข้างต้น ถ้ายังค่า min. depth of tallest slice กำหนดไว้มากเท่าใด ค่าส่วนปลอดภัยก็จะมากขึ้นตาม เว้นเสียแต่จะมีดินชั้นล่างๆเป็นดินอ่อน (weak layers) และมีสภาพการซึมน้ำ (seepage) ในกรณีนี้ยังวงกลมตัดลาดดินลึกเท่าใด ก็จะต้องวิกฤตขึ้นเท่านั้น

ถ้าค่า min. depth of tallest slice ถูกกำหนดให้ไม่เท่ากับ 0 แล้วเฉพาะวงกลมวงที่มีชั้นที่สูงที่สุด สูงกว่าค่า min. depth of tallest slice เท่านั้นที่จะถูก run ซึ่งแสดงให้เห็นดังในรูปที่ 11 และ 12



รูปที่ 11 การหาช่วงที่วงกลมสามารถตัดผ่าน เมื่อขอบเขตของระยะในแนวราบเพียงพอ

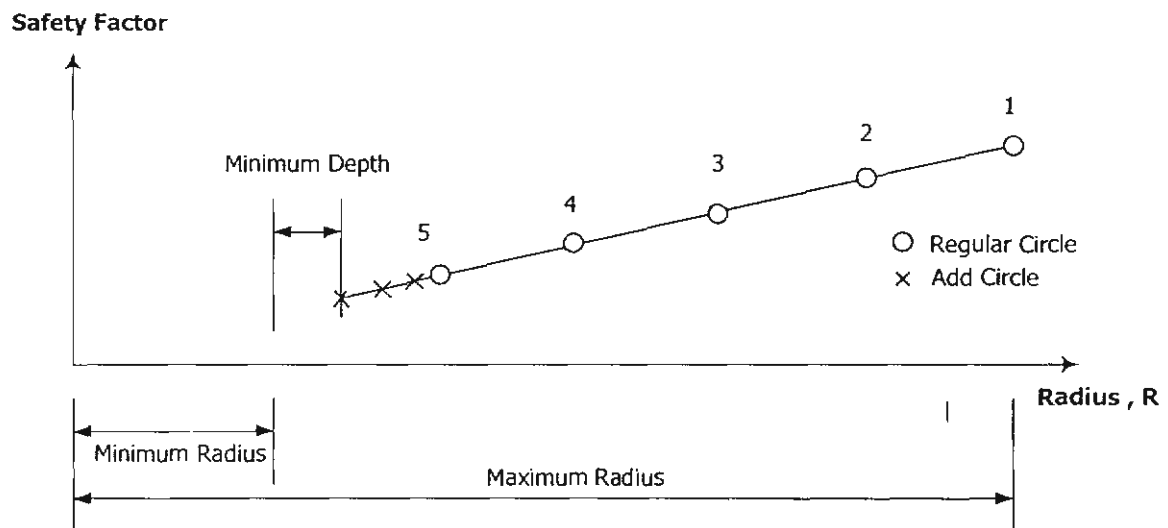


รูปที่ 12 ตัวอย่างปัญหา เมื่อกำหนดขอบเขตของระยะในแนวราบไม่เพียงพอ

สำหรับในกรณีที่วงกลมวงสุดท้ายถูก run และมีค่าส่วนปลอดภัยมากกว่าค่าส่วนปลอดภัยของวงกลมก่อนหน้านี้ จะไม่มีการเพิ่มวงกลมเข้าไปเพื่อหาค่าส่วนปลอดภัยที่น้อยที่สุด เพราะว่าค่าส่วนปลอดภัยที่น้อยที่สุดได้ถูกกำหนดแล้วจากวงกลมบางวงกลมก่อนหน้านี้ แต่ในทางตรงข้าม ถ้าวงกลมวงสุดท้ายมีค่าส่วนปลอดภัยน้อยกว่าค่าส่วนปลอดภัยของวงกลมก่อนหน้านี้ ค่าของ No. of add. radii จะถูกใช้เพิ่มเข้าไปเพื่อให้แน่ใจว่าเราสามารถหาค่าส่วนปลอดภัยที่น้อยที่สุดได้ถูกต้อง ดังแสดง

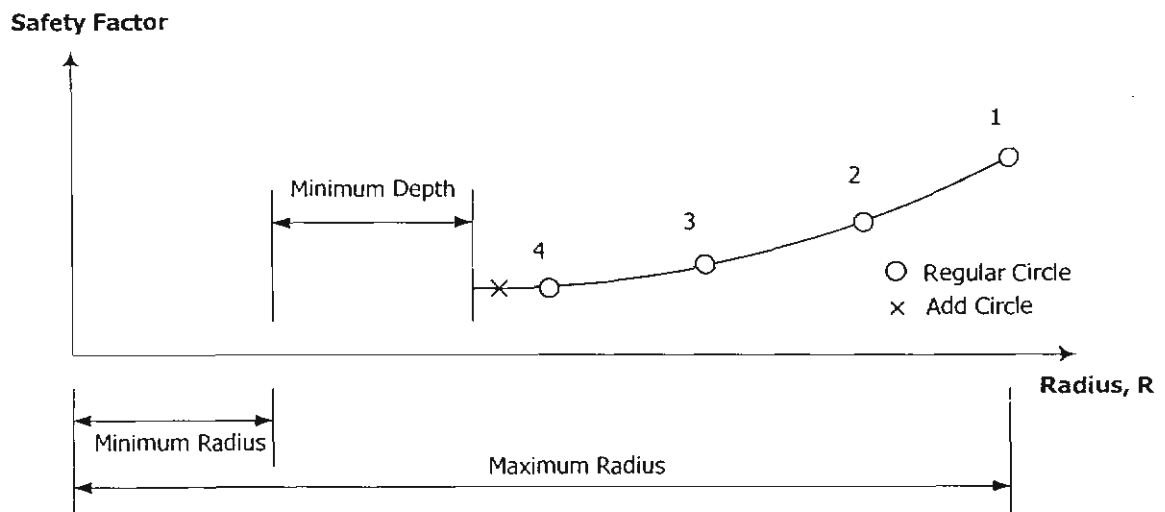
ในรูปที่ 13 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าวงกลมจะถูกเพิ่มเข้าไปได้อย่างไร เมื่อกำหนดให้ค่า No. of circle เท่ากับ 5 วง ถูก run ทุกวงและวงกลม 3 วง (No. of add. Radii) ถูกเพิ่มเข้าไประหว่างวงกลม #5 และเส้น ground line เพราะวงกลม #5 มีค่าส่วนปลอดภัยต่ำกว่าค่าส่วนปลอดภัยของวงกลม #4

แต่เนื่องจากวงกลมสุดท้ายของวงกลม 3 วง ที่เพิ่มเข้าไปนี้ มีความสูงของชั้นที่สูงที่สุด ต่ำกว่าค่า min. depth of tallest slice ดังนั้นเฉพาะวงกลม 2 วงแรกที่เพิ่มเข้าไปเท่านั้นที่จะถูก run



รูปที่ 13 การเพิ่มจำนวนวงกลมเมื่อ ค่าของ FS. มีแนวโน้มลดลง

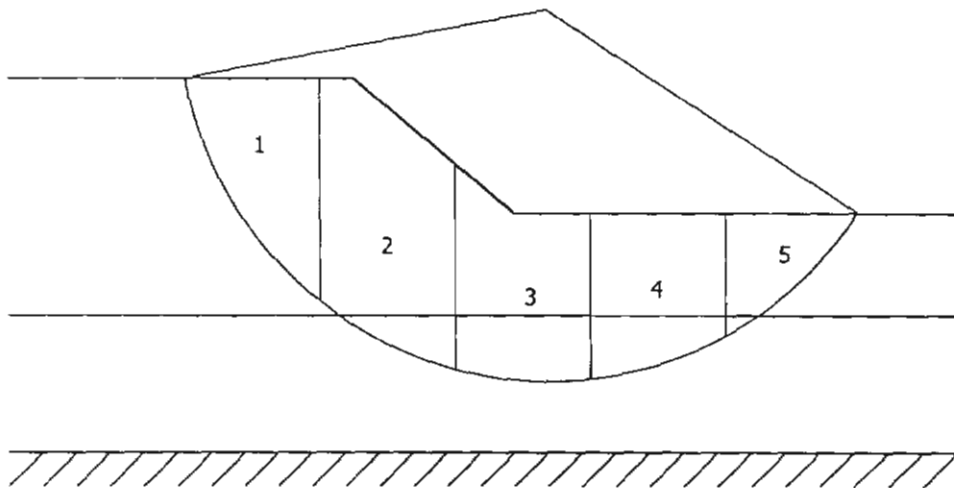
สำหรับกรณีดังรูปที่ 14 จะมีวงกลมหลักถูก run เพียง 4 วง เท่านั้น เพราะวงที่ #5 ไม่ถูก run เนื่องจากค่าความสูงของชั้นส่วนที่สูงที่สุด(tallest slice) ต่ำกว่า min. depth of tallest slice ที่กำหนดไว้ ส่วนวงกลมที่ถูกเพิ่มเข้ามา 3 วงนั้น จะถูก run เพียงวงเดียวเท่านั้น เนื่องจากวงกลม 2 วงหลังมี ค่าความสูงของชั้นส่วนที่สูงที่สุด(tallest slice) ต่ำกว่า min. depth of tallest slice



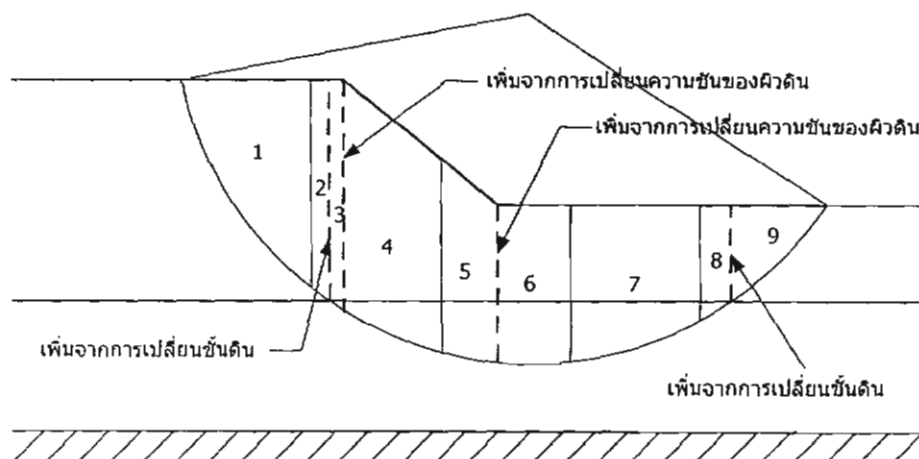
รูปที่ 14 การลดลงของจำนวนวงกลม เนื่องจากค่า min. depth of tallest slice

การแบ่งย่อยของชิ้นส่วนดิน (Subdivision of Slice)

จำนวนของชิ้น (slice) ในตอนแรกจะถูกกำหนดด้วยค่า No. of Slices ดังรูปที่ 15 ซึ่งอย่างไรก็ตามที่แต่ละจุดหักมุม (breaking point) ของเส้น ground line และที่แต่ละจุดตัดของวงกลมกับเส้น boundary line จะมีการแบ่งเป็นชิ้นย่อยๆลงไปอีก ดังรูปที่ 16 ซึ่งถ้าเป็นรูปตัดที่ซับซ้อนแล้ว จำนวนของชิ้นต่างๆที่ถูกแบ่งจริงจะมากกว่าค่า No. of Slices มาก ในที่นี้ No. of Slices = 5 (รูปที่ 15) แต่จำนวน Slice ที่แบ่งจริง = 9 (รูปที่ 16)



รูปที่ 15 การแบ่งชิ้นส่วนดิน เริ่มแรกซึ่งจะถูกกำหนดโดยค่า No. of Slices



รูปที่ 16 การแบ่งชิ้นส่วนดิน ในภายหลังที่จำนวนชิ้นส่วนเพิ่มขึ้น

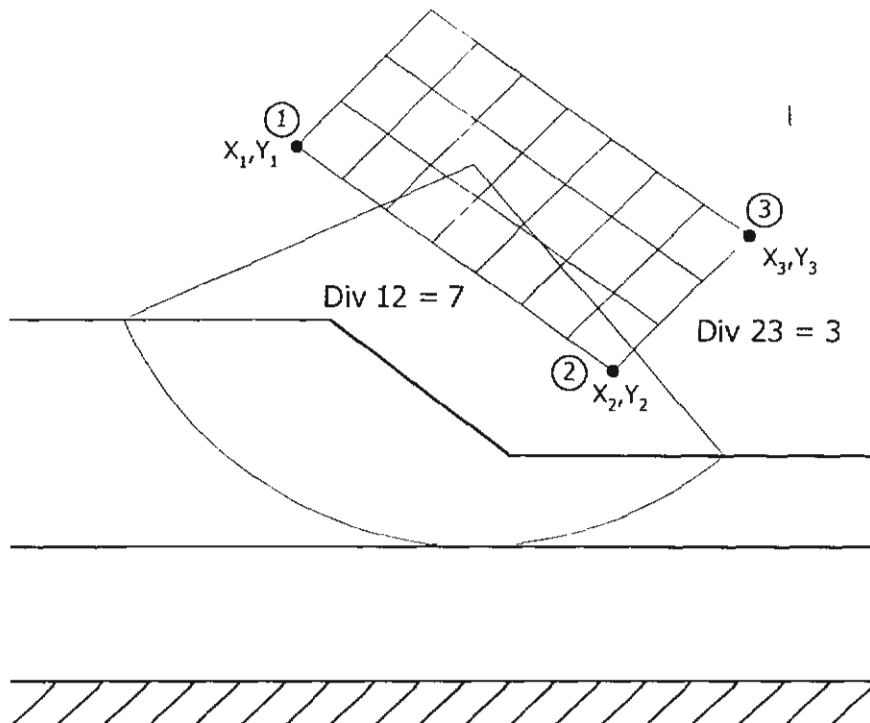
รูปแบบในการค้นหาจุดศูนย์กลางของวงกลมที่ตำแหน่งต่างๆ (Control of Trial Centers)

รูปแบบในการค้นหา (Search Condition) มี 3 ลักษณะ คือ

1. การค้นหาแบบโครงข่าย (Grid Search)
2. การค้นหาโดยระบุจุดศูนย์กลางและรัศมี (Specified Search)
3. การค้นหาแบบอัตโนมัติ (Automatic Search)

การค้นหาแบบโครงข่าย (Grid Search)

การค้นหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยโดยวิธีนี้ เป็นการวิเคราะห์จากกลุ่มของจุดศูนย์กลาง โดยตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง จะได้มาจากจุดตัดของกริดในโครงข่าย ซึ่งค่าส่วนปลอดภัยที่น้อยที่สุด จะได้จากการเปรียบเทียบกับจุดอื่นๆในกลุ่ม หลังจากที่ได้ค่าส่วนปลอดภัยที่น้อยที่สุดนี้แล้ว โปรแกรมจะนำจุดที่ได้มา เป็นจุดเริ่มต้นของการค้นหาแบบอัตโนมัติ (Automatic Search) ต่อไป เพื่อหาค่าส่วนปลอดภัยที่น้อยที่สุดจริงๆ ดังแสดงในรูปที่ 17



รูปที่ 17 การระบุในการค้นหาแบบโครงข่าย

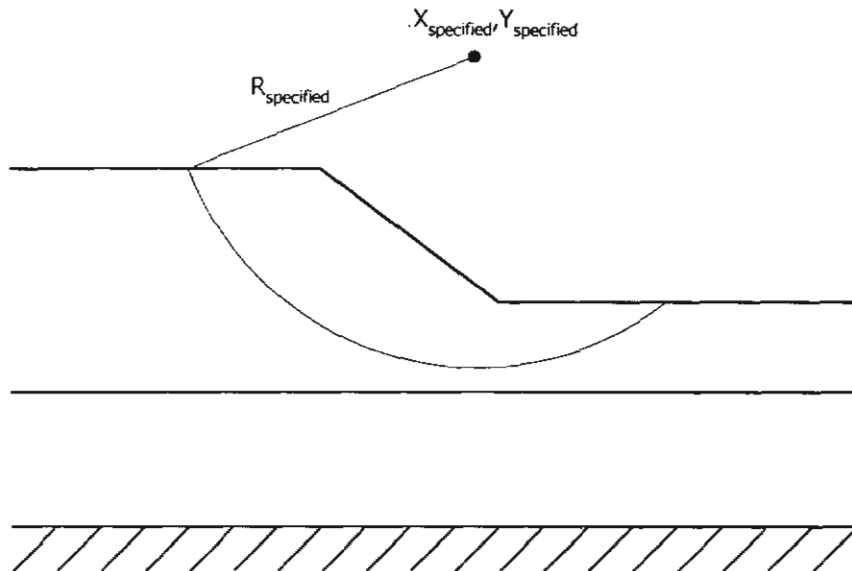
ตำแหน่งของ grid จะถูกกำหนดด้วย 3 ตัวแปรด้วยกันคือ

1. X และ Y coordinates ของจุด 3 จุด
2. จำนวนช่วงที่แบ่งระหว่างจุด #1 กับจุด #2 (No. of divisions between points 1 and 2)
3. จำนวนช่วงที่แบ่งระหว่างจุด #2 กับจุด #3 (No. of division between points 2 and 3)

จุด 3 จุด ต้องเป็นจุดจากด้าน 2 ด้านที่ติดกันของสี่เหลี่ยมด้านขนาน

การค้นหาโดยระบุจุดศูนย์กลางและรัศมี (Specified Search)

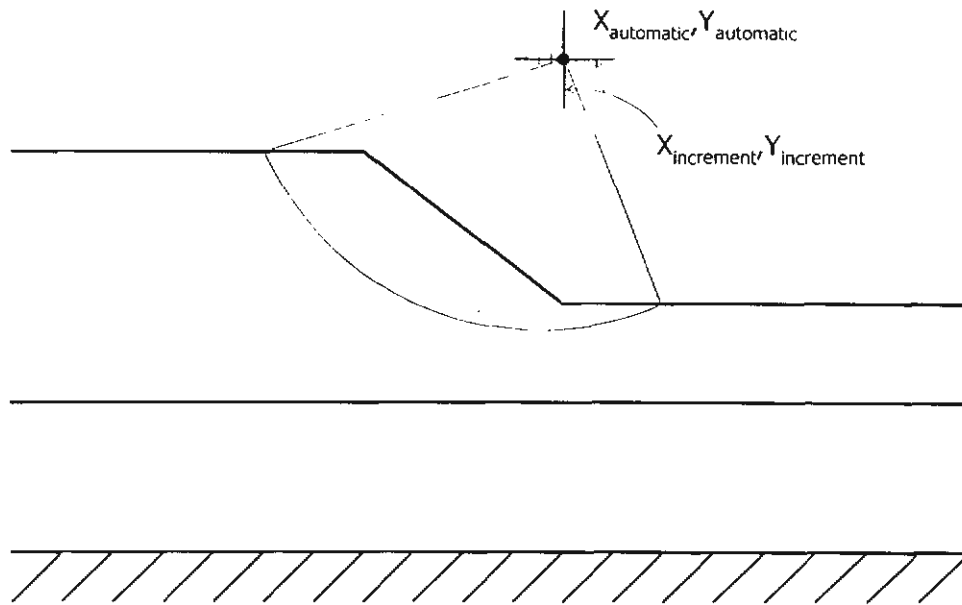
การค้นหาแบบนี้ จะใช้ในกรณีที่ทราบตำแหน่งและลักษณะการพังที่แน่นอน โดยจะระบุจุดศูนย์กลางของวงกลมและรัศมี ดังแสดงในรูปที่ 18 ซึ่งวิธีนี้สามารถนำมาใช้ในกรณีของการวิเคราะห์ย้อนกลับได้ (Back Analysis) เมื่อลาดดินเกิดการพิบัติแล้ว



รูปที่ 18 การระบุในการค้นหาแบบกำหนดจุดศูนย์กลางและรัศมี

การค้นหาแบบอัตโนมัติ (Automatic Search)

การค้นหาโดยวิธีนี้ จะกระทำโดย กำหนดเพียงจุดศูนย์กลางของวงกลมเริ่มต้นที่ใช้ในการค้นหา และ ความละเอียดในการค้นหา ดังแสดงในรูปที่ 19 จากนั้นโปรแกรมจะทำการค้นหา ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่ต่ำที่สุดให้โดยอัตโนมัติ ซึ่งโปรแกรมจะทำการค้นหา โดยการเปรียบเทียบค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่ได้จากจุดแรก กับค่าของจุดที่อยู่ในแนวราบทั้งซ้ายและขวา และในแนวตั้ง จนกว่าจะได้จุดที่มีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่ต่ำที่สุดในบริเวณนั้น ซึ่งรูปแบบของของการค้นหาโดยอัตโนมัติ (Automatic Search) จะกล่าวถึงอย่างละเอียดในหัวข้อต่อไป



รูปที่ 19 การค้นหาจุดศูนย์กลางแบบอัตโนมัติ

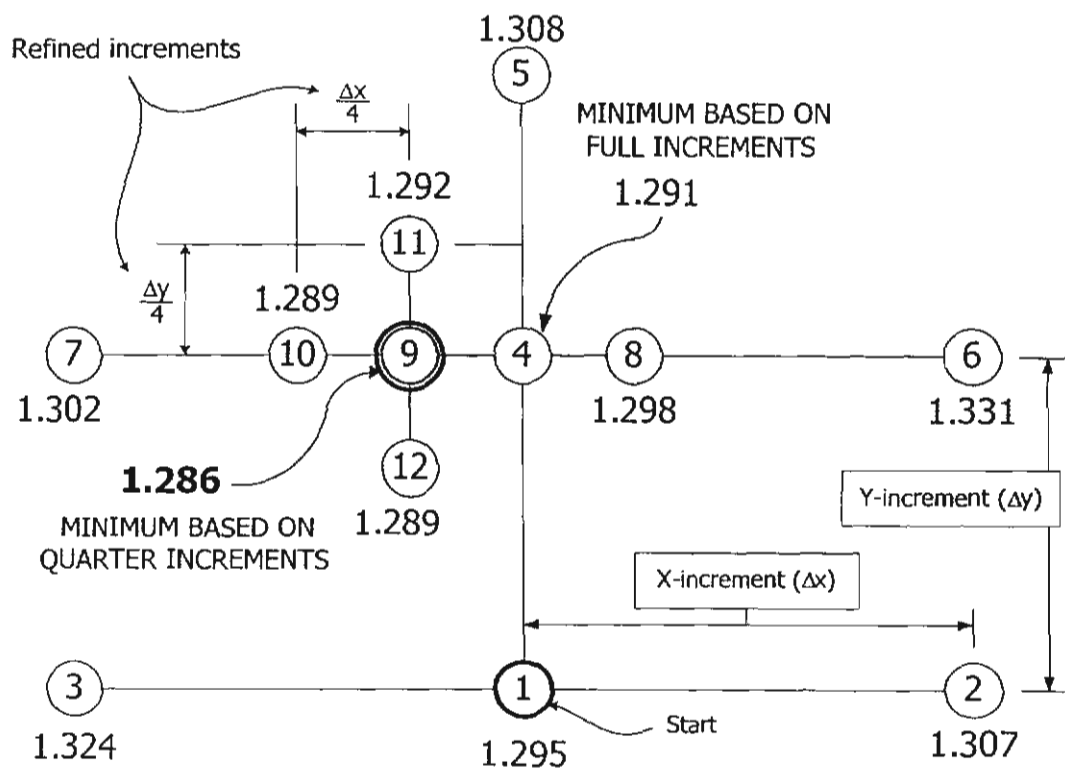
ขั้นตอนการของการค้นหาแบบอัตโนมัติ (Algorithm of Automatic Search)

ในขั้นตอนการของการค้นหาแบบอัตโนมัตินั้น จำเป็นต้องระบุค่า coordinate ของจุดศูนย์กลางแรกที่จะทำการค้นหา และค่าความละเอียดของการค้นหาในแต่ละแกน($X_{increment}$ และ $Y_{increment}$) ในทิศทางราบและตั้ง ตามลำดับ จากรูปที่ 20 จะแสดงให้เห็นทราบว่า ขั้นตอนการค้นหา ถูกดำเนินการเพื่อหาค่าส่วนปลอดภัยน้อยที่สุดได้อย่างไร เริ่มต้นด้วยค่าส่วนปลอดภัยที่จุดศูนย์กลางแรกคือ จุด #1 ถูกกำหนดขึ้น จากนั้นขั้นตอนการค้นหา ก็จะเข้าไปค้นหาต่อที่ระยะ $X_{increment}$ ในแนวราบ ซึ่งจุด #2 จะถูกกำหนดขึ้น ถ้าค่าส่วนปลอดภัยที่จุด #2 ต่ำกว่าค่าส่วนปลอดภัยของจุด #1 ขั้นตอนการค้นหาจะทำการค้นหา ต่อไปเรื่อยๆทางขวามือ จนกระทั่งค่าส่วนปลอดภัยมีค่ามากกว่า ค่าส่วนปลอดภัยที่จุดก่อนหน้านั้น และจะย้ายไปกระทำทางด้านซ้ายมือ จนได้ค่าส่วนปลอดภัยที่น้อยที่สุดในแนวราบ สำหรับกรณีตัวอย่างในรูปที่ 20 ค่าส่วนปลอดภัยที่จุด #2 มากกว่าค่าส่วนปลอดภัยที่จุด #1 ดังนั้นจุด #3 ที่ระยะ $X_{increment}$ ไปทางซ้ายของจุด #1 จะถูกพิจารณาและค่าส่วนปลอดภัยที่จุด #3 ก็มากกว่าค่าส่วนปลอดภัยที่จุด #1 ซึ่งมีค่าส่วนปลอดภัยต่ำสุดในแนวราบ ถ้าค่าส่วนปลอดภัยของจุด #3 ต่ำกว่าค่าส่วนปลอดภัยของจุด #1 ขั้นตอนการค้นหา ก็จะกระทำต่อไปทางซ้าย จนกว่าจะหาค่าส่วนปลอดภัยที่น้อยที่สุดในแนวราบได้ เมื่อสิ้นสุดการค้นหาทางแนวราบแล้ว ขั้นตอนการค้นหาย้ายไปกระทำในแนวตั้ง โดยจะทำการค้นหาที่ระยะ $Y_{increment}$ จากจุดที่มีค่าส่วนปลอดภัยน้อยที่สุดในแนวราบ ตามรูปนี้คือ จุด #4 ปรากฏว่า ค่าส่วนปลอดภัยที่ได้้น้อยกว่าค่าส่วนปลอดภัยของจุด #1 จึงทำการ search ขึ้นต่อไปอีกจนได้ค่าส่วนปลอดภัยที่น้อยที่สุดในแนวตั้ง แล้วจึงย้ายมากระทำการ search ในแนวราบ

ซ้ำอีกครั้งดังเช่น จุด #4 มีค่าส่วนปลอดภัยน้อยกว่าจุดอื่นๆใน 4 ทิศ คือ จุด #1, #5, #6 และ #7 ซึ่งจุด #4 นี้จะมีค่าส่วนปลอดภัยต่ำที่สุดในขบวนการค้นหา ด้วยระยะ X, Y increment

จากจุด #4 ขบวนการข้างต้นจะถูกกระทำซ้ำโดยใช้ระยะ $\frac{1}{4}$ ของ X, Y increment ในการ search โดยจะได้ค่าส่วนปลอดภัยที่จุด #9 ซึ่งต่ำกว่าที่จุดอื่นๆใน 4 ทิศ รอบๆตัวมัน คือ จุด #4, #10, #11 และ #12 เมื่อไม่มีจุดใดๆที่อยู่รอบๆตัวมัน มีค่าส่วนปลอดภัยน้อยกว่าตัวมันแล้ว ขบวนการในการค้นหาก็จะหยุดลง ดังนั้นจุด #9 นี้ ก็จะเป็นจุดที่มีค่าส่วนปลอดภัยต่ำที่สุด

จากตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 20 เป็นเพียงการยกตัวอย่างให้ดูเท่านั้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ขบวนการ search จะกระทำหลายขั้นตอน(steps)มาก เพื่อให้ได้ค่าส่วนปลอดภัยที่น้อยที่สุด ถ้าค่า X increment เท่ากับ 0 แล้ว การ search จะกระทำเฉพาะในแนวดิ่งเท่านั้น หรือถ้า Y increment เท่ากับ 0 การ search จะทำเฉพาะในแนวราบเท่านั้น

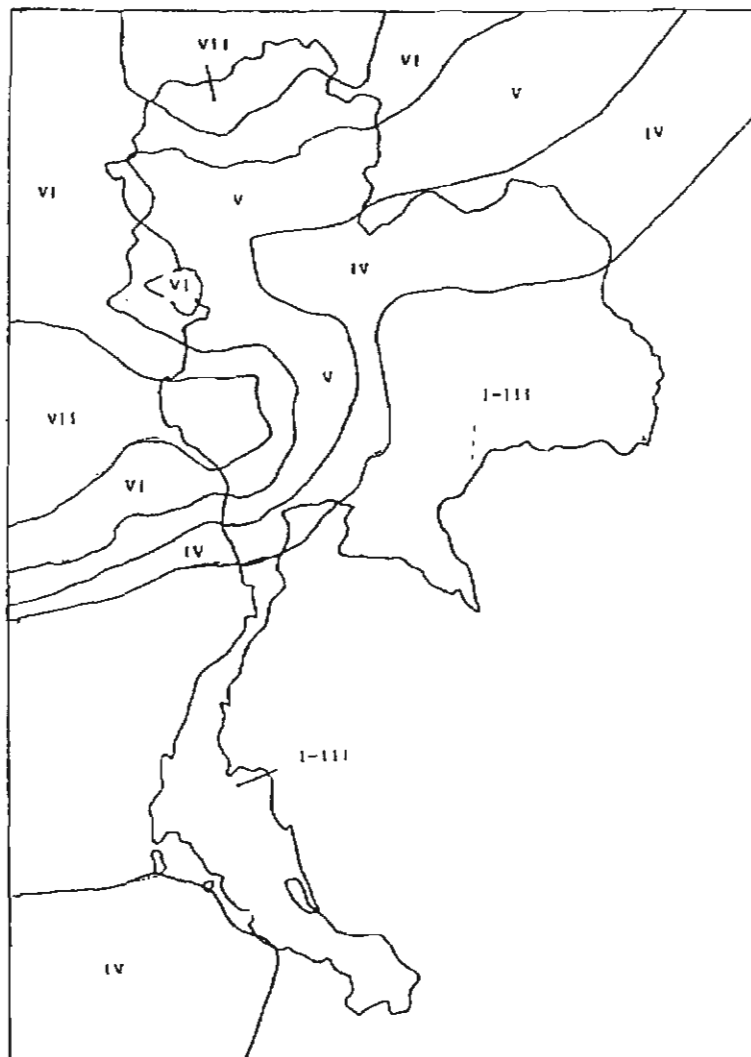


รูปที่ 20 ขั้นตอนของขบวนการค้นหาแบบอัตโนมัติ

ค่าสัมประสิทธิ์ของความสั่นสะเทือน (Seismic Coefficient, K_s)

โดยทั่วไปแล้วในการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินนั้น อาจจะต้องพิจารณาถึงผลกระทบเนื่องมาจากแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหวด้วย โดยเฉพาะถ้าเป็นงานก่อสร้างขนาดใหญ่แล้ว ผลกระทบอันเนื่องมาจากแผ่นดินไหวก็จะต้องส่งผลให้เห็นได้ชัด เช่น งานเขื่อนดิน เป็นต้น

ปัจจุบันได้มีการสำรวจและศึกษาสภาพการเกิดแผ่นดินไหวในบริเวณต่างๆทั่วโลก ซึ่งข้อมูลที่ได้จากบันทึกแผ่นดินไหวเหล่านั้น สามารถนำมาประมวลผลทางสถิติเป็นความเข้มของความสั่นสะเทือนที่อาจเกิดขึ้น และได้มีการนำมาดัดแปลงเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของความสั่นสะเทือน (Seismic Coefficient, K_s) เพื่อใช้ในการออกแบบ เรียกว่าวิธี Pseudo-static สำหรับในประเทศไทยนั้น ได้มีการประเมินจัดเขตแผ่นดินไหวตาม "Modified Mercalli Scale" ดังแสดงในรูปที่ 21 โดยมีการจัดให้อยู่ในรูปของพื้นที่ความเข้มแผ่นดินไหวต่างๆกัน ซึ่งจะสามารถทราบค่าของ K_s ได้โดยนำหมายเลขของ Zone ไปเปรียบเทียบกับค่าของ K_s ในตารางที่ 1



รูปที่ 21 Zone ความเข้มของแผ่นดินไหวในประเทศไทย (Modified Mercalli Scale 1931)

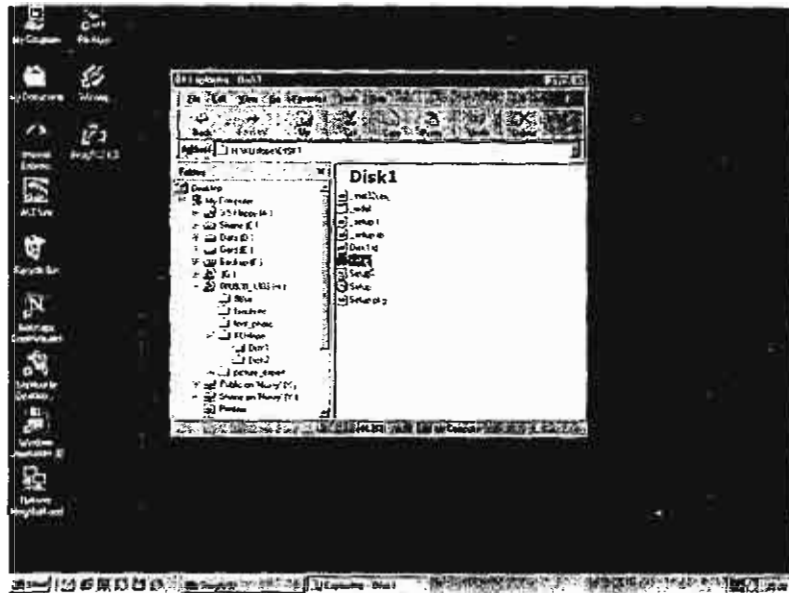
ตารางที่ 1 ความเข้มของแผ่นดินไหวในมาตราเมอร์แคลลีปรับปรุงที่มีต่อความรู้สึกและความเสียหาย

Modified Mercalli Intensity Scale (1931, Wood and Neumann)	Acceleration or Coefficient of earthquake
I. Detected only sensitive instruments	0.005 g
II. Felt by a few persons at rest, especially on upper floors, delicately suspended objects may swing	
III. Felt noticeably indoors but not always recognized as earthquake; standing autos rock slightly, vibration like passing a truck	
IV. Felt indoors by many, outdoors by few, at night some awoken, dishes, windows, doors disturbed, motor cars rock noticeably	0.01 g
V. Felt by most people, some breakage of dishes, windows and plaster, disturbance of fall objects	0.05 g
VI. Felt by all, many frightened run outdoors, falling plaster and chimneys, damage small	
VII. Everybody runs outdoors, damage to building varies depending on quality of construction noticed by drivers of automobiles.	0.1 g
VIII. Panel walls thrown out of frames, fall of walls, monuments, chimneys, sand and mud ejected, drivers of autos disturbed	0.5 g
IX. Buildings shifted off foundations, cracked, thrown out of plumb, ground cracked, underground pipes broken	
X. Most masonry and frame structures destroyed, ground cracked, rails bent, landslides	1.0 g
XI. Low structures remain standing bridge destroys, fissures in ground, pipes broken, landslides, rails bent	5.0 g
XII. Damage total, waves seen on ground surface, lines of sight and level destroyed, objects thrown into the air	

Approximate relationships earthquake intensity, and accelerations. (after Cimensky)

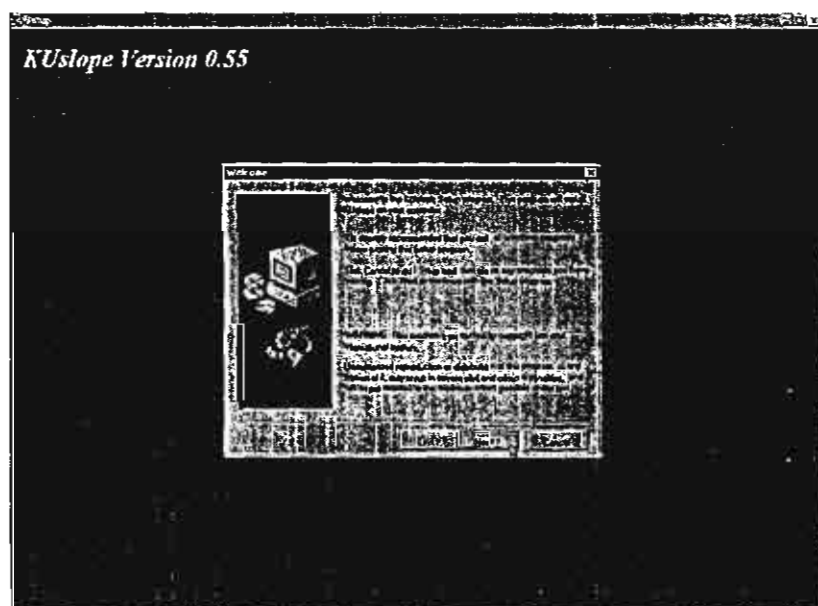
ขั้นตอนการติดตั้งโปรแกรม KUslope (Install KUslope)

1. ใส่แผ่นซีดีโปรแกรมในเครื่องคอมพิวเตอร์ แล้วเปิด Windows Explorer ขึ้นมา เข้าไปที่ Directory ชื่อ KUslope จะเห็น Directory ชื่อ Disk1 และ Disk2 ให้เข้าไปที่ Disk1 หาไฟล์ชื่อ Setup.exe ดังแสดงให้เห็นในรูปที่ 1



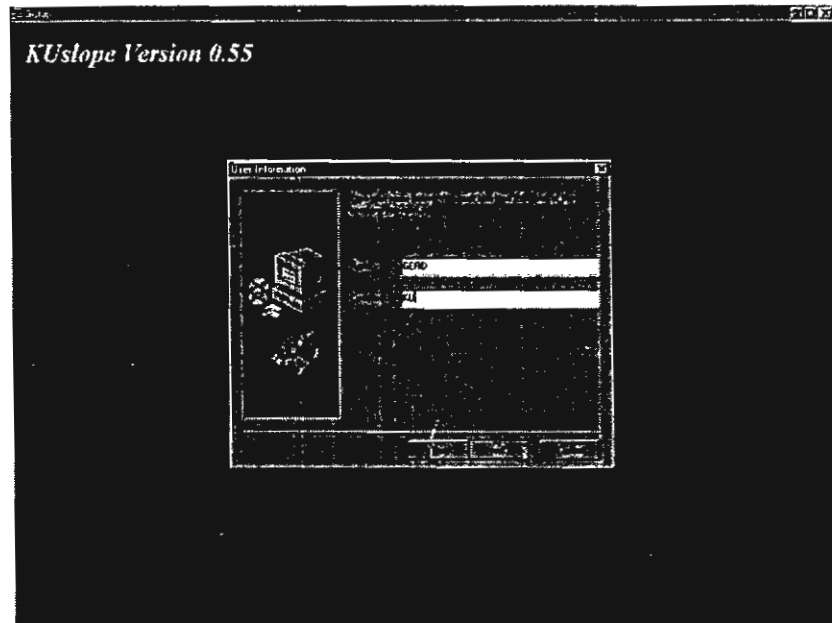
รูปที่ 1

2. ทำการดับเบิลคลิก ที่ไฟล์ Setup.exe จะปรากฏ windows ขึ้นมาใหม่ดังแสดงในรูปที่ 2 ให้คลิกที่ปุ่ม Next เพื่อทำการติดตั้งโปรแกรมต่อไป



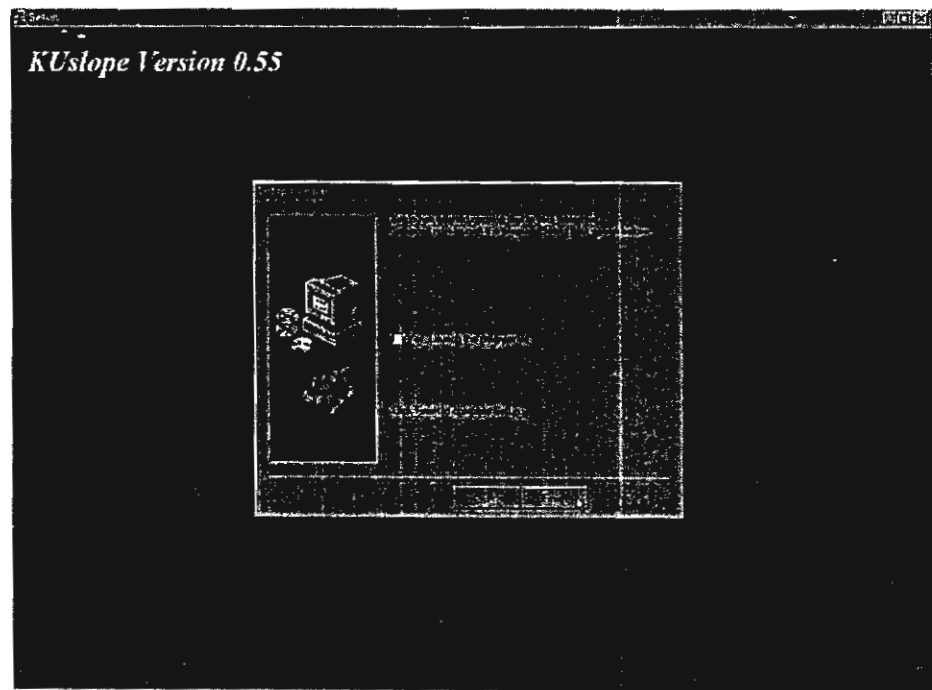
รูปที่ 2

3. กรอกรายละเอียดของผู้ใช้และชื่อองค์กรลงไป เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม Next



รูปที่ 3

4. จากนั้น โปรแกรมจะทำการติดตั้งส่วนประกอบต่างๆลงไป เมื่อเสร็จแล้วจะปรากฏ windows ขึ้นมา ดังแสดงในรูปที่ 4 ให้คลิกที่ปุ่ม Finish



รูปที่ 4

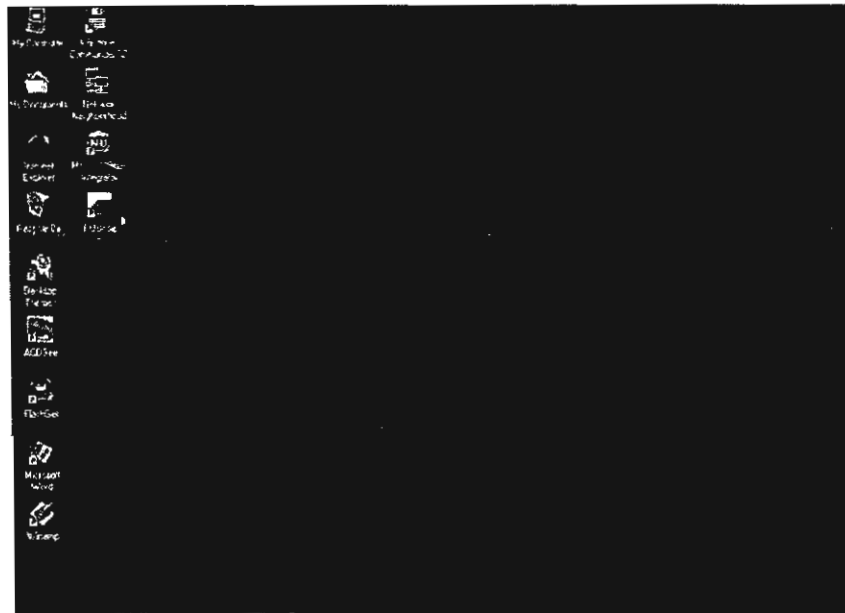
5. หลังจากทำการติดตั้งโปรแกรมเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏ Icon ของโปรแกรม KUslope บน Desktop ดังแสดงในรูปที่ 5



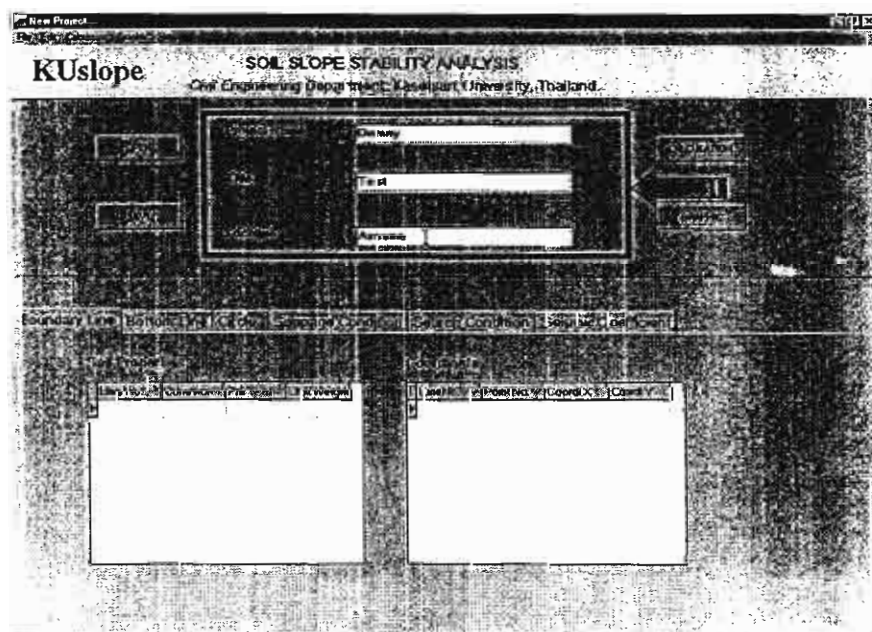
รูปที่ 5

ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม KUslope (Step to run KUslope)

1. จากหน้าจอ (รูปที่ 1) ทำการดับเบิลคลิกที่ Icon KUslope จะปรากฏ Windows ของโปรแกรม ขึ้นมา (รูปที่ 2) ทำการกรอกรายละเอียดเบื้องต้นของโครงการที่จะทำการวิเคราะห์ เช่น ชื่อของโครงการ (Project Name) , ตำแหน่งที่ตั้ง (Location) , รหัสของโครงการ (Title) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 1



รูปที่ 2

2. ทำการป้อนข้อมูล ที่แถบ Boundary Line ซึ่งอยู่ด้านหน้าสุด ลงไปในช่องว่าง โดยจะเป็นค่าของ Line No. , Cohesion, Phi (Friction Angle) และ Unit Weight ตามลำดับ ดังรูปที่ 3

Soil Properties

Line No.	Cohesion	Phi	Unit Weight
1	5	10	1.8
2	1	5	1.5
3	0	0	0

รูปที่ 3

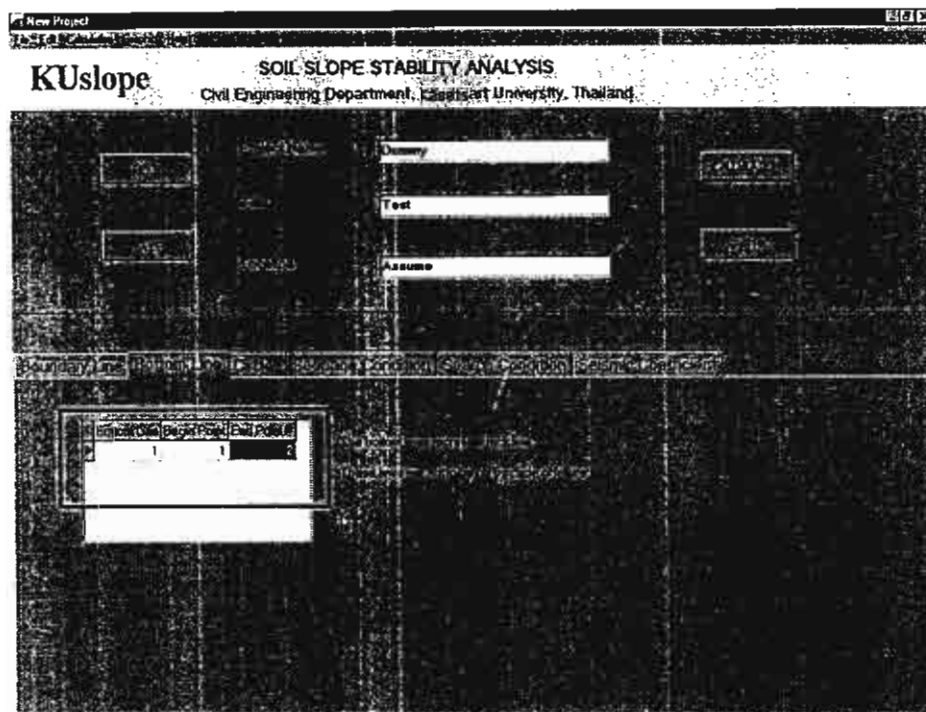
3. จากนั้น ทำการป้อนค่า Line No., Point No., Coordinate X และ Y ของเส้น Boundary Line แต่ละเส้น ในตาราง ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4

Coordinate

Line No.	Point No.	Coord X	Coord Y
1	1	-20	0
1	2	20	0
2	1	-20	5
2	2	20	5
3	1	-20	15
3	2	-5	15
3	3	5	10
3	4	20	10

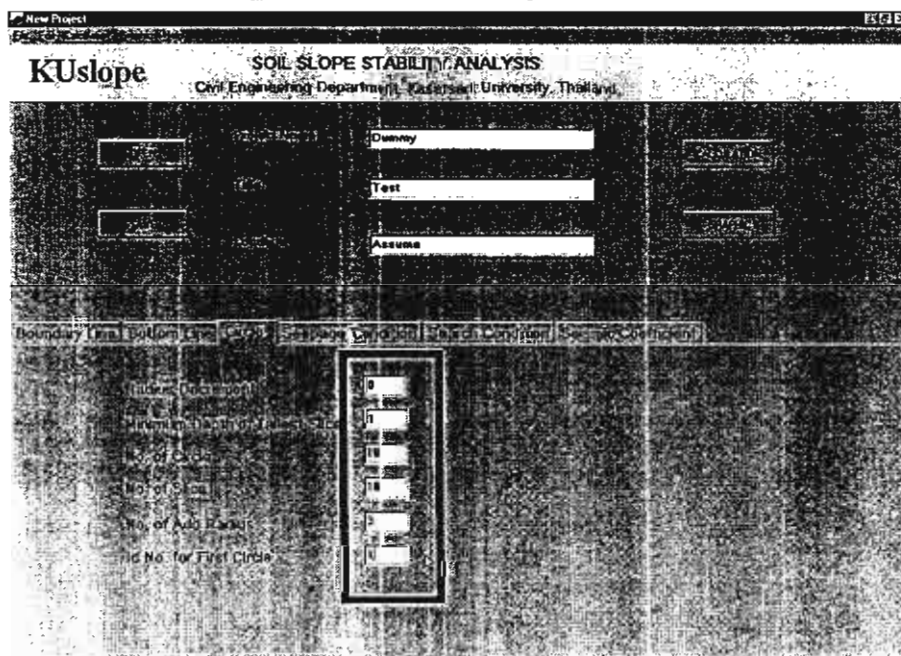
รูปที่ 4

4. ป้อนหมายเลขของ Bottom Line (Rock Line) และค่าจุดเริ่มต้น (Begin Point) กับจุดท้ายสุด (End Point) ของแต่ละ Bottom Line ดังแสดงในรูปที่ 5



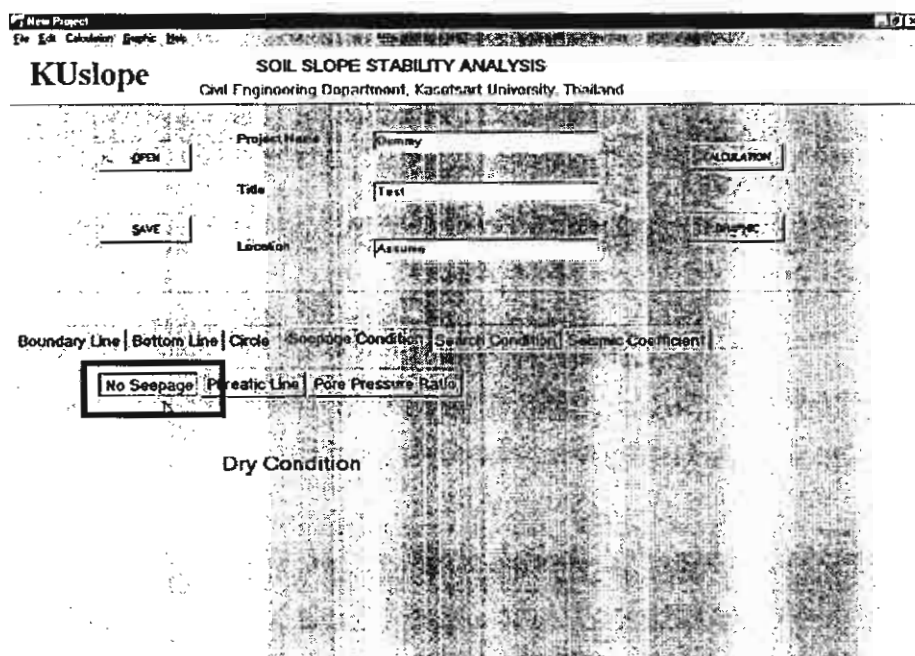
รูปที่ 5

5. เมื่อป้อนข้อมูลของ Boundary Line และ Bottom Line เสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เลื่อน Mouse มาคลิกที่แถบ Circle จะปรากฏ Windows ดังแสดงในรูปที่ 6



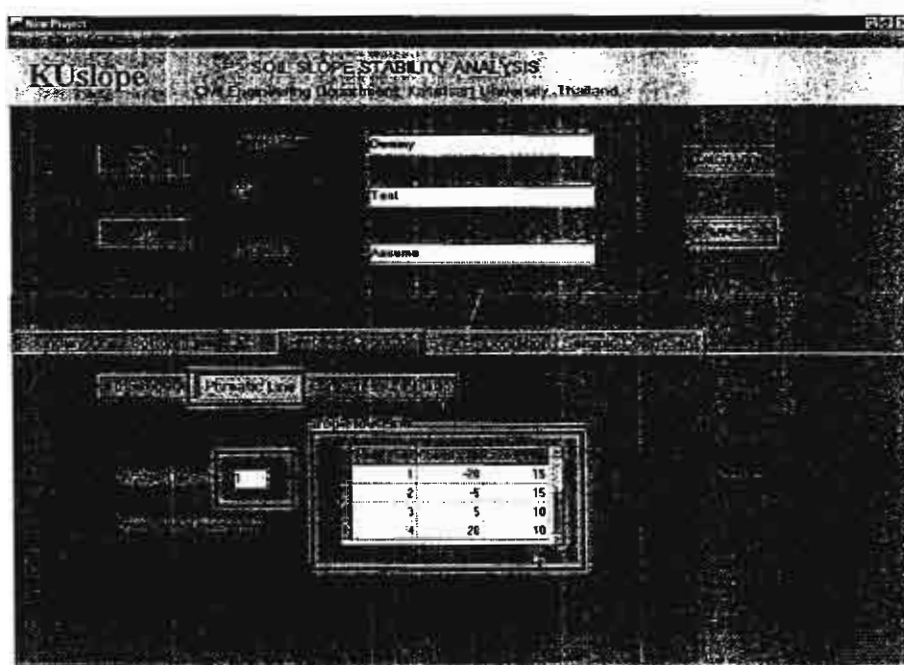
รูปที่ 6

6. ทำการป้อนค่าต่างๆ ลงไปในช่องว่าง ซึ่งก็คือค่าของ Radius Decrement, Minimum Depth of Tallest Slice, No. of Circle, No. of Slice, No. of add Radius และ Id No. for First Circle ตามลำดับ (ต้องกรอกข้อมูลให้ครบทุกช่อง มิเช่นนั้นถ้าช่องใดว่าง คอมพิวเตอร์จะนับค่าเป็นศูนย์)
7. เลื่อน Mouse ไปคลิกที่แถบ Seepage Condition ในกรณีที่โมดูลสภาพการซึมน้ำให้คลิกที่คลิกที่ ปุ่ม No Seepage ดังแสดงในรูปที่ 7



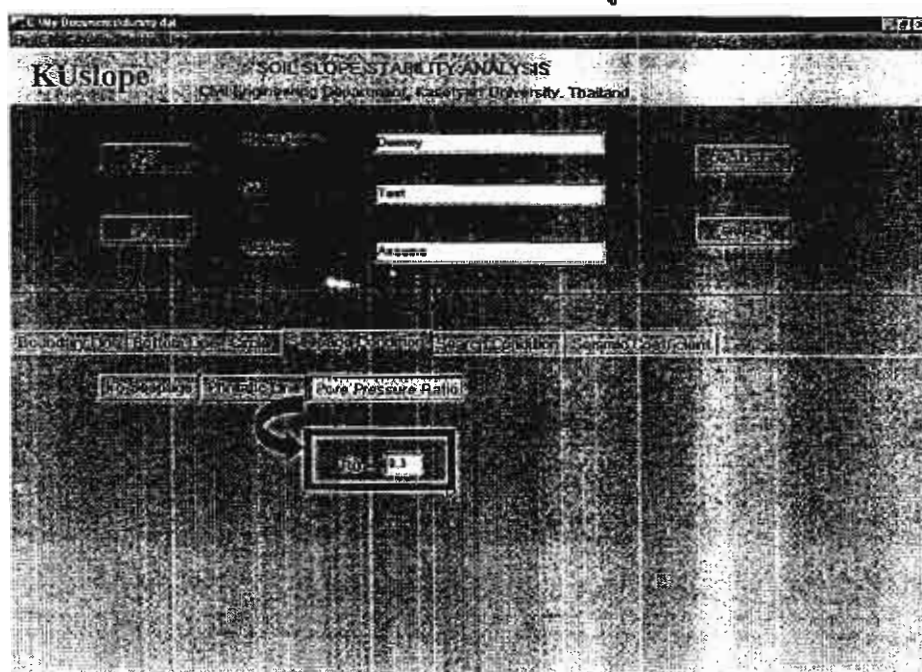
รูปที่ 7

8. ถ้าในกรณีที่สภาพการซึมน้ำถูกกำหนดด้วยเส้น Piezometric line (with Phreatic surface) ก็ให้คลิกที่ ปุ่ม Phreatic line แล้วทำการป้อนข้อมูลลงไป ซึ่งก็คือ ค่าหน่วยน้ำหนักของน้ำ (Water Density) และ Coordinate ของเส้นผิวน้ำตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 8



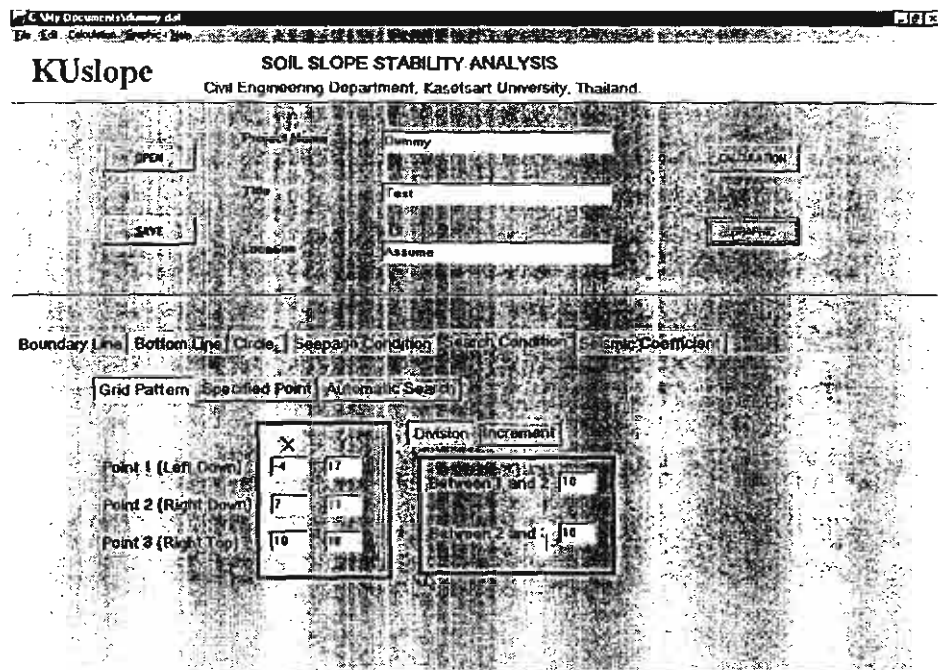
รูปที่ 8

9. ในกรณีที่สภาพการซึมน้ำถูกกำหนดด้วย Pore Pressure Ratio (R_u) ก็ให้ทำการคลิกที่ ปุ่ม Pore Pressure Ratio และป้อนค่าลงไปในช่วงว่าง ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9

10. กำหนดรูปแบบของการค้นหา โดยคลิกที่แถบ Search Condition ในกรณีที่ต้องการค้นหาเป็นโครงข่าย สามารถทำได้โดย คลิกที่ปุ่ม Grid Pattern แล้วกรอกข้อมูลของตาราง Grid ที่จะทำการ Search ดังแสดงในรูปที่ 10 (ดูรายละเอียดของการค้นหาได้ใน คู่มือหน้า 15)

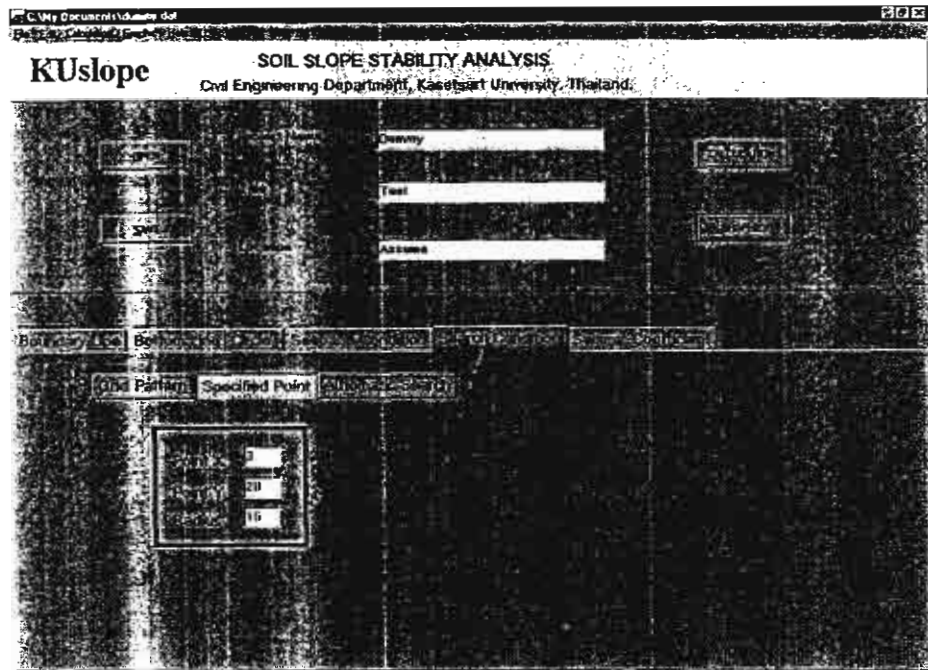


รูปที่ 10

สำหรับการ Search ด้วยวิธี Grid Pattern นั้นต้องทำการป้อนจำนวนส่วนแบ่งระหว่างจุด #1 กับ #2 และระหว่างจุด #2 กับ #3 ดังแสดงในรูปที่ 10

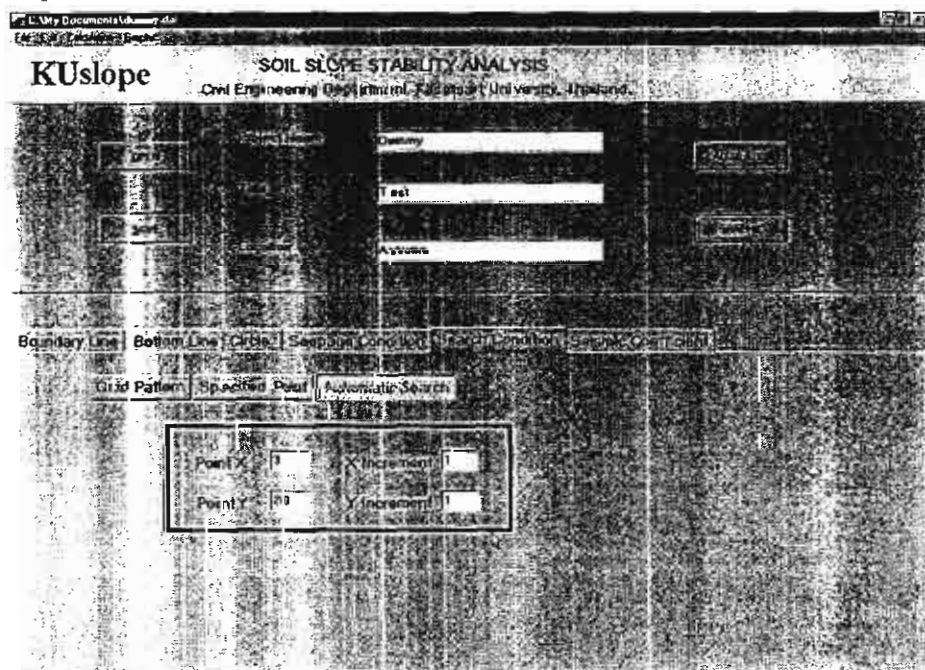
และถ้าต้องการใช้วิธีค้นหาแบบอัตโนมัติร่วมด้วย ก็ให้ทำการระบุค่าของ X, Y Increment ลงไปด้วย โดยคลิกที่ปุ่ม Increment (โดยปกติมักใช้ X, Y Increment เท่ากับ 1)

11. ถ้าต้องการ Search แบบกำหนดจุดเอง ก็สามารถทำได้ โดยคลิกที่ปุ่ม Specified Point แล้วทำการป้อนค่า Point X, Point Y และ Radius ที่ช่องว่าง ดังแสดงในรูปที่ 11



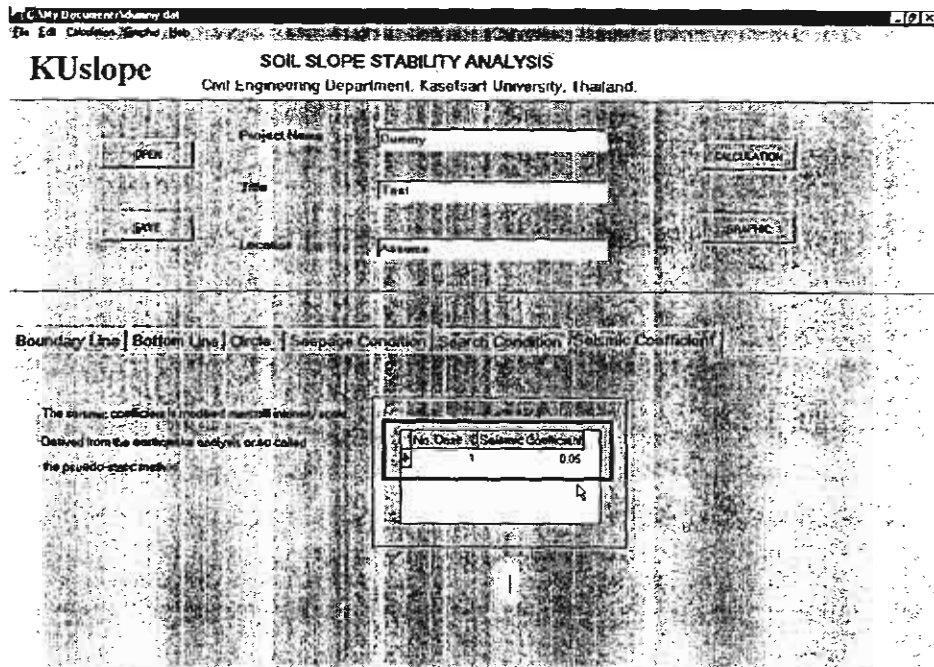
รูปที่ 11

12. ในกรณีที่ต้องการ Search แบบ Automatic สามารถทำได้ โดยคลิกที่แถบ Automatic Search แล้วทำการป้อนค่า Point X, Point Y ที่ช่องว่าง และป้อนค่าของ X, Y Increment ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 12



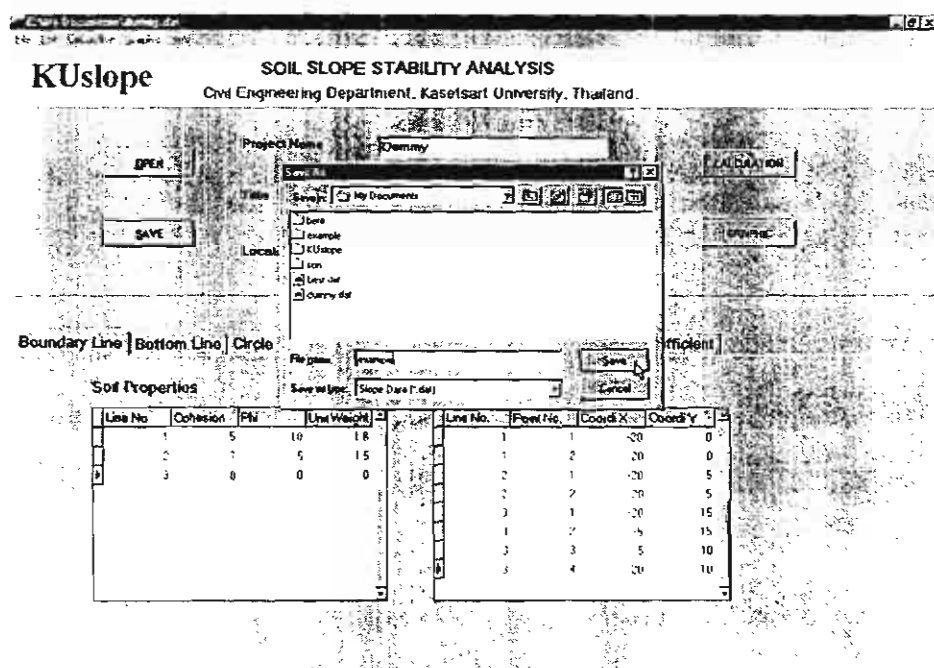
รูปที่ 12

13. คลิกที่แถบ Seismic Coefficient ทำการป้อนข้อมูลลงในตาราง ถ้ามี Case ของการวิเคราะห์หลาย Case ก็ให้ทำการ เพิ่มจนครบจำนวน Case ดังแสดงรูปที่ 13



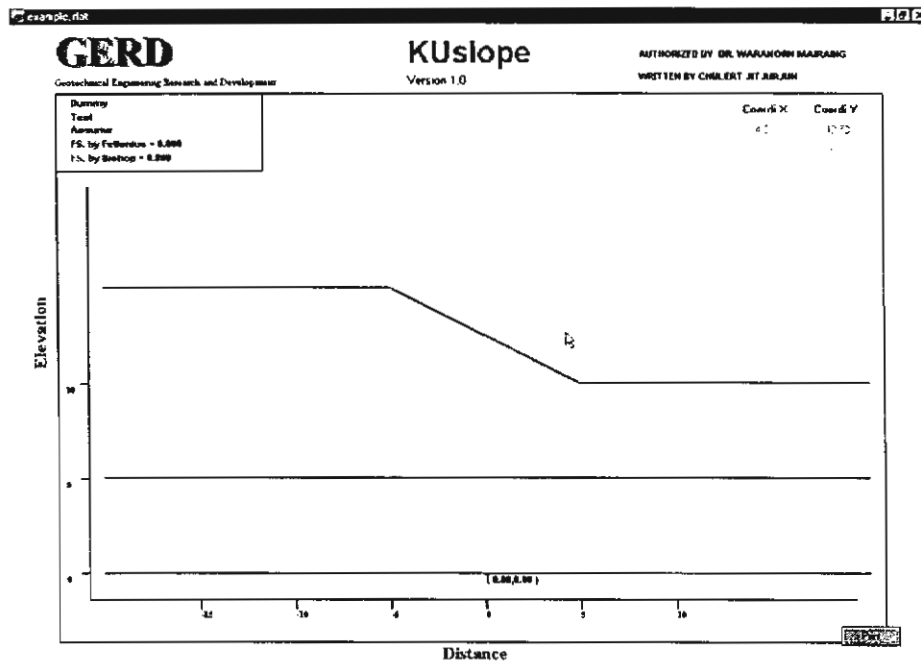
รูปที่ 13

14. เมื่อทำการป้อนข้อมูลทั้งหมดเรียบร้อยแล้ว ให้เลื่อน Mouse ไปคลิกที่ปุ่ม Save หรือคลิกที่เมนู File เลือก Save เพื่อบันทึกข้อมูล ทำการพิมพ์ชื่อ File แล้วคลิกที่ปุ่ม Save ดังรูปที่ 14



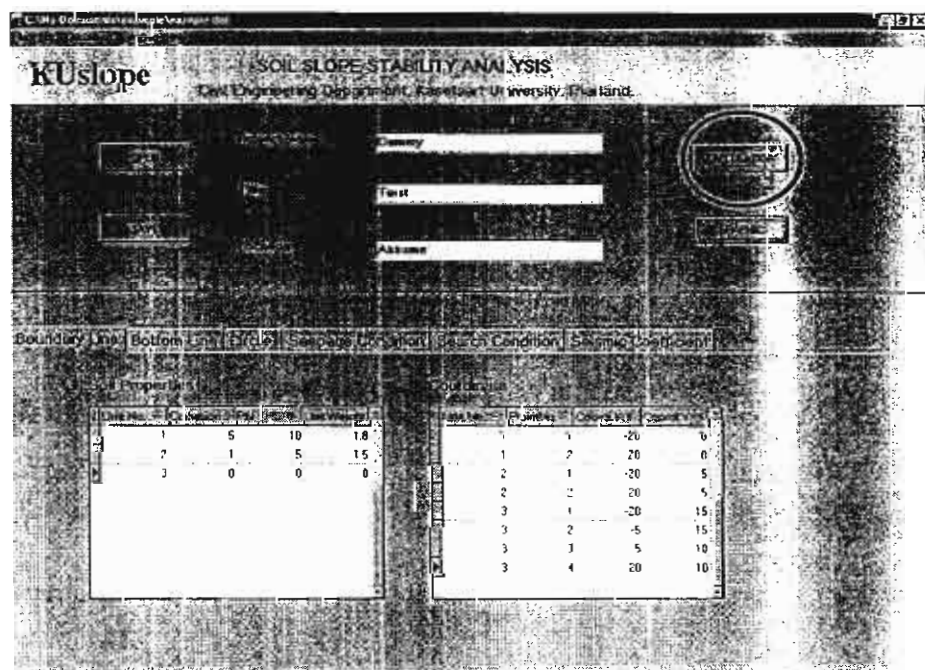
รูปที่ 14

15. ตรวจสอบความถูกต้องของรูปตัด โดยเลื่อน Mouse ไปคลิกที่ปุ่ม Graphic หรือคลิกที่เมนู Graphic เลือก Geometry จะแสดงรูปร่างของรูปตัด ดังแสดงในรูปที่ 15



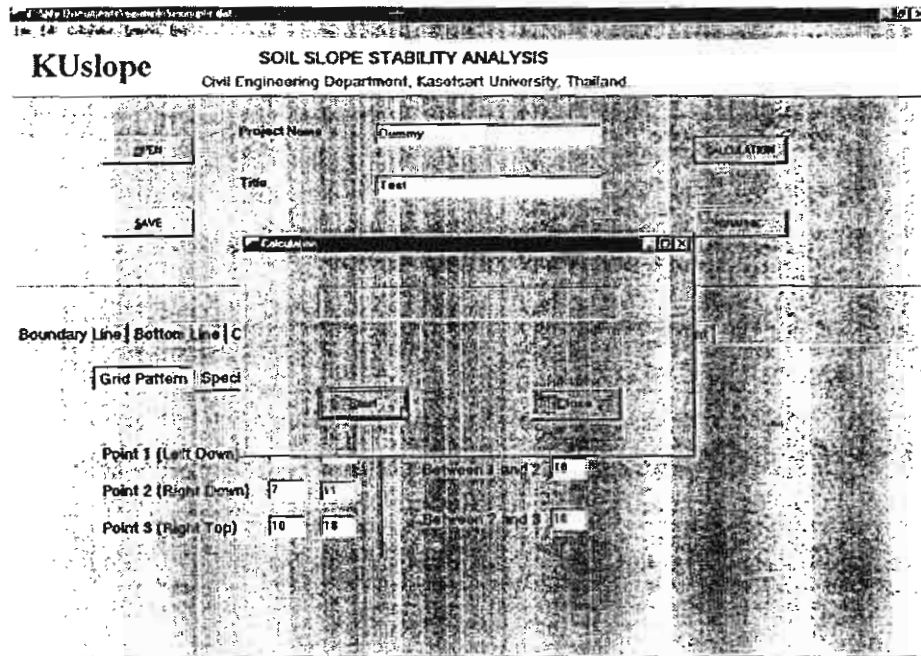
รูปที่ 15

16. เมื่อตรวจสอบความถูกต้องของรูปตัดเรียบร้อยแล้ว ให้เลื่อน Mouse ไปคลิกที่ปุ่ม Calculation หรือคลิกที่เมนู Calculation เลือก Run ดังแสดงในรูปที่ 16

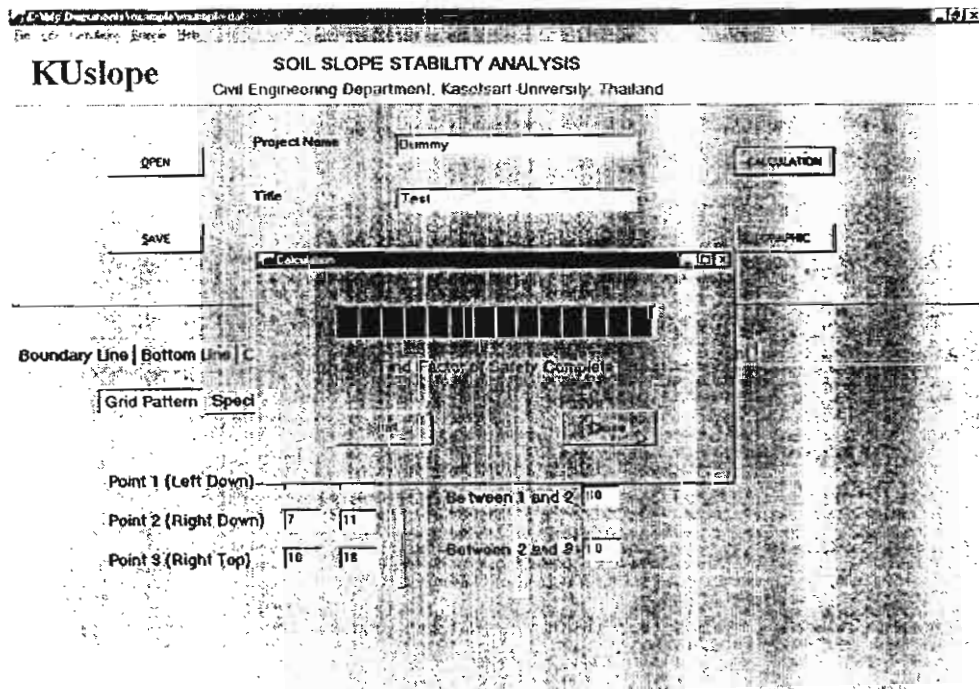


รูปที่ 16

17. หลังจากคลิกที่ปุ่ม Calculation แล้ว จะปรากฏ windows ของการคำนวณขึ้นมา (รูปที่ 17) ให้คลิกที่ปุ่ม Start คอยจนกว่าการคำนวณจะเสร็จสิ้น ซึ่งจะปรากฏข้อความว่า " Find Factor of Safety Complete " ดังแสดงในรูปที่ 18 แล้วจึงคลิกที่ปุ่ม Close เพื่อปิดหน้าต่าง

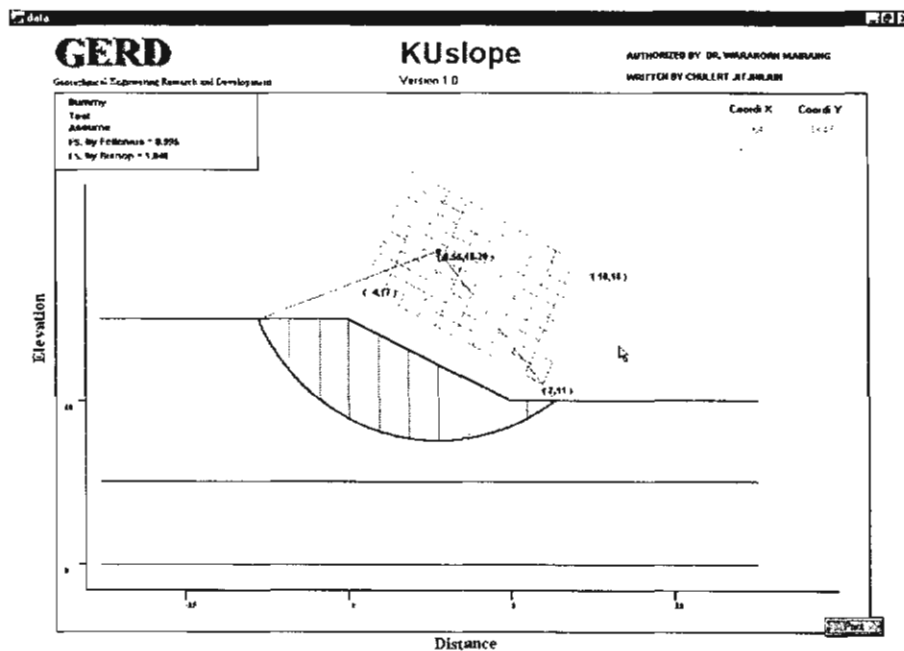


รูปที่ 17



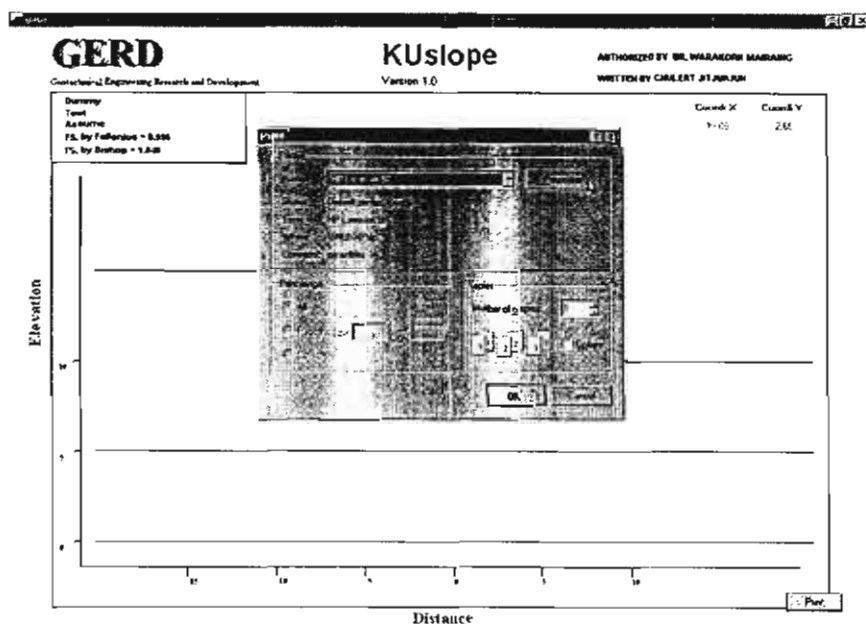
รูปที่ 18

18. คลิกที่ปุ่ม Graphic หรือคลิกที่เมนู Graphic เลือก Geometry เพื่อดูผลที่ได้จากการคำนวณ
 ดังแสดงในรูปที่ 19



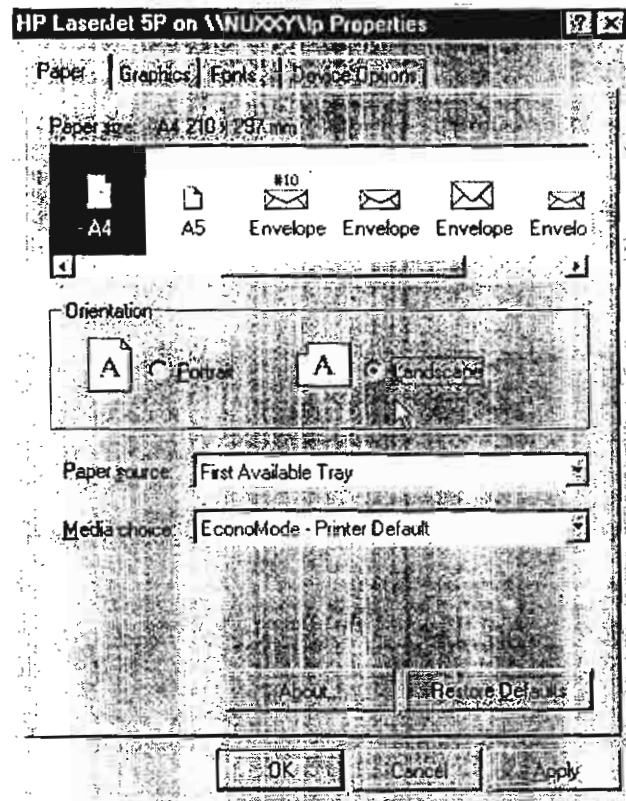
รูปที่ 19

19. ถ้าต้องการที่จะพิมพ์ภาพที่ได้จากการคำนวณออกมาทางเครื่องพิมพ์ ให้คลิกที่ปุ่ม Print ที่อยู่
 ด้านล่าง ทางขวามือ จะปรากฏ windows ของเครื่องพิมพ์ขึ้นมาดังแสดงในรูปที่ 20



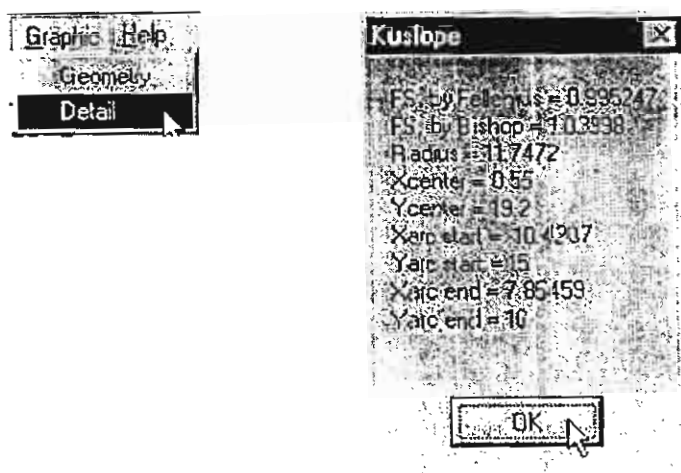
รูปที่ 20

20. ทำการกำหนดชนิดของเครื่องพิมพ์ และคลิกที่ปุ่ม Properties เพื่อกำหนดคุณสมบัติและรูปแบบของกระดาษ ดังแสดงในรูปที่ 21 หลังจากกำหนดเรียบร้อยแล้ว ให้คลิกที่ปุ่ม OK.



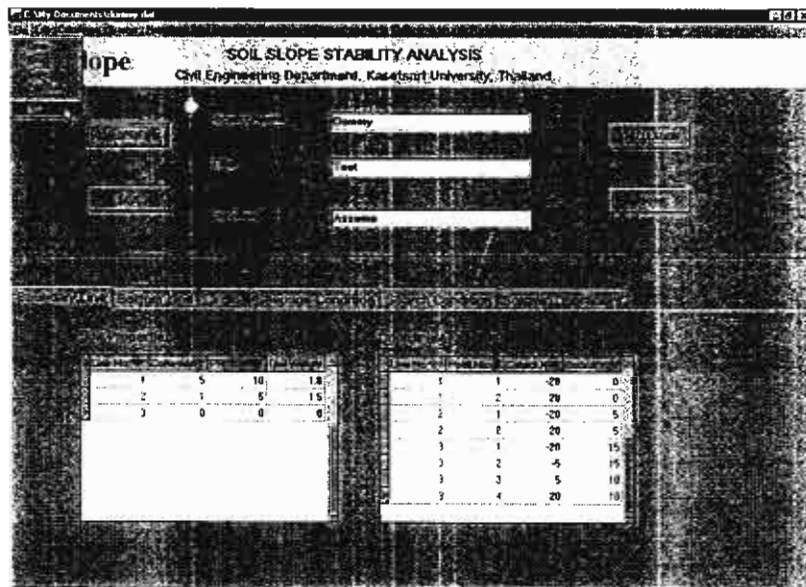
รูปที่ 21

21. ในกรณีถ้าต้องการทราบ รายละเอียดของลักษณะการเคลื่อนพัง ให้เลื่อน Mouse ไปคลิกที่เมนู Graphic เลือก Detail จะปรากฏหน้าต่างแสดงรายละเอียด ดังแสดงในรูปที่ 22

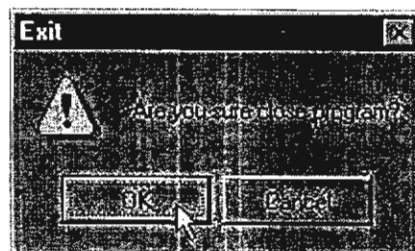


รูปที่ 22

22. เมื่อต้องการจะออกจากโปรแกรม สามารถทำได้หลายทาง เช่น คลิกที่ปุ่มกากบาทที่มุมขวาบนสุดของ Window หรือเลื่อน Mouse ไปคลิกที่เมนู File เลือก Exit ดังแสดงในรูปที่ 22 จะปรากฏ Windows ขึ้นมาเพื่อยืนยันว่าต้องการออกจากโปรแกรมจริงๆหรือไม่ (รูปที่ 23) ให้คลิกที่ปุ่ม OK. เพื่อออกจากโปรแกรม



รูปที่ 22



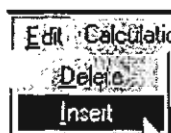
รูปที่ 23

23. ในขณะที่กำลังทำงานถ้าต้องการที่จะลบข้อมูลทั้งแถว(row)ที่อยู่ในตาราง สามารถทำได้โดยเลื่อน Mouse ไปคลิกที่เมนู Edit เลือก Delete ดังแสดงในรูปที่ 24 ข้อมูลในตารางจะถูกลบทั้งไป (อาจใช้ short cut คีย์แทน โดยการกดปุ่ม Ctrl+Delete)



รูปที่ 24

24. ในทางตรงกันข้าม ถ้าต้องการที่จะเพิ่มข้อมูลระหว่างแถว(row)ที่อยู่ในตาราง สามารถทำได้โดยเลื่อน Mouse ไปคลิกที่เมนู Edit เลือก Insert ดังแสดงในรูปที่ 25 ข้อมูลในตารางจะถูกเพิ่มเข้ามา (อาจใช้ short cut คีย์แทน โดยการกดปุ่ม Ctrl+Insert)



รูปที่ 25

STABILITY ANALYSIS DATA FORM

PROJECT.....
SEISMIC COEFFICIENT (Ks).....
RUN BY.....

LOCATION.....
DATA FILE.....
CHECKED BY.....

TITLE.....
RESULT FILE.....
DATE.....

NO. OF BOUNDARY LINES

NO. OF POINT ON B.L. NO.

COORDINATES (X,Y) OF PT. NO.

	B.L. 1	B.L. 2	B.L. 3	B.L. 4	B.L. 5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

	B.L. 6	B.L. 7	B.L. 10	B.L. 11	B.L. 12
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

RADIUS DECREMENT (USE ZERO FOR EQUAL SPACING)

NO. OF TRIAL CIRCLE AT ONE CENTER

NO. OF ADDITION RADIUS

Control Circle
MINIMUM DEPTH OF THE TALLEST SLICE
INDICATED SLICES
ID. OF THE FIRST CIRCLE

NO. OF BOTTOM LINE

LINE NO. BEGIN POINT END POINT

1,2,3

4,5,6

Bottom Line

SOIL PROPERTIES : c, ϕ , γ FOR SOIL

1,2,3

4,5,6

7,8,9

10,11,12

13,14,15

16,17,18

Soil Properties

SEEPAGE CONDITION (0=NO SEEPAGE, 1=TOP FLOW LINE, 2=PORE PRESSURE RATIO)

FOR SEEPAGE CONDITION OF 1 OR 2, INPUT WATER CONTENT

FOR SEEPAGE CONDITION OF 1, INPUT NO. OF POINTS ON TOP FLOWLINE

COORDINATES (X,Y) OF POINTS ON TOP FLOWLINE

Seepage Condition

SEARCH INDEX (0=GRID, 1=AUTOMATIC, 2=SPECIFIED PT.)

0: FOR GRID, INPUT COORDINATES OF CORNER PT. 1,2,3

0: DIVISION BETWEEN PTS. 1-2 AND 2-3

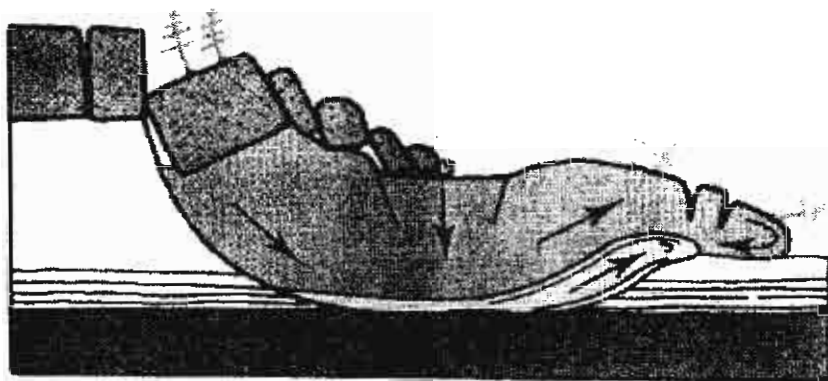
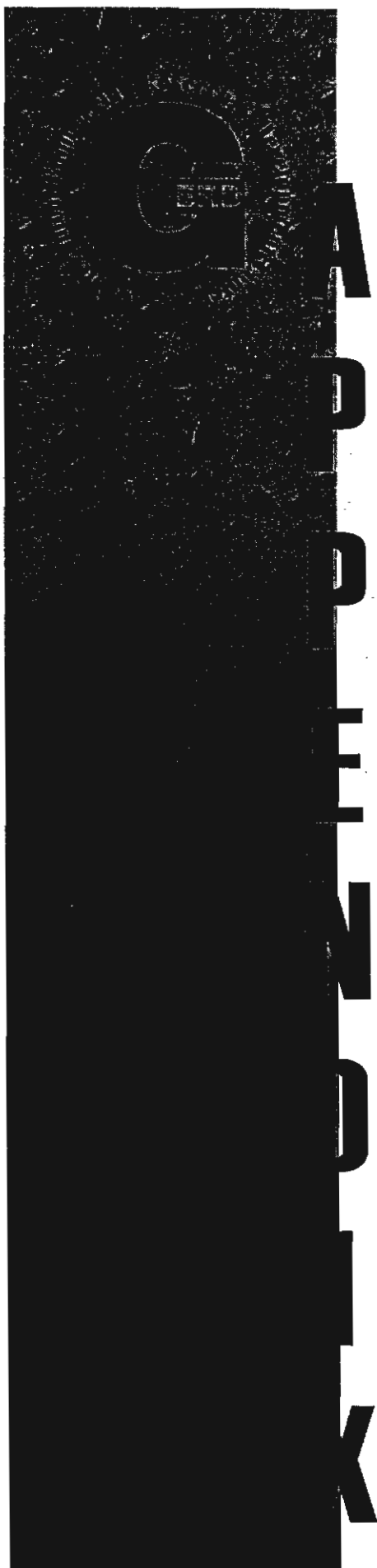
0: FOR FINE SEARCHING, INPUT X-INCREMENT, Y-INCREMENT

1: FOR AUTOMATIC, INPUT TRIAL CENTER (COORDINATES)

1: FOR FINE SEARCHING, INPUT X-INCREMENT, Y-INCREMENT

2: FOR SPECIFIED, INPUT CENTER POINT (X,Y) AND RADIUS

Search Condition



**ตำแหน่งของการพัตต์
ของลาดดินที่สำรวจในสนาม**

ตารางผนวกที่ ค.1 ตำแหน่งของกรณีพิบัติของลาดดินจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องและเอกสารอ้างอิง

โครงการ	ลักษณะงาน	ที่ตั้ง			พิกัด		
		บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	เหนือ	ตะวันออก
ที่							
1	คันดินถมของถนน	ถนนสายลาดกระบัง-วัดกึ่งแก้ว-บางพลี			กรุงเทพฯ		
2	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 3091		สมุทรสาคร	กม.ที่ 0+250 ถึง 18+587	
3	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 3263		อยุธยา	กม.ที่ 0+000 ถึง 15+500	
4	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 305		ปทุมธานี	กม.ที่ 45+000 ถึง 60+000	
5	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 305		ปทุมธานี	กม.ที่ 29+500 ถึง 45+000	
6	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 305		นครนายก	กม.ที่ 51 ถึง 62	
7	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 305		นครนายก	กม.ที่ 51+460	
8	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 305			ตลอดเส้นทางที่เกิดการพัง	
9	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 3454		อยุธยา	กม.ที่ 9+300 ถึง 9+700	
10	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 3454		อยุธยา	กม.ที่ 10+400 ถึง 10+700	
11	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 3454		อยุธยา	กม.ที่ 13+100 ถึง 13+800	
12	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 3454		อยุธยา	กม.ที่ 14+600 ถึง 15+000	
13	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 3454		อยุธยา	กม.ที่ 19+700 ถึง 19+975	
14	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 3454		อยุธยา	กม.ที่ 20+375 ถึง 20+775	
15	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 3454		อยุธยา	กม.ที่ 43+100 ถึง 44+050	
16	คันดินถมของถนน		ทางหลวงหมายเลข 3454		อยุธยา	กม.ที่ 44+650 ถึง 45+100	
17	คันดินถมของถนน	นิคมอุตสาหกรรมเวลโกร์ที่ถนนบางนา-ตราด			ฉะเชิงเทรา	กม.ที่ 35	
18	คันดินถมของถนน		ทางสายคลองด่าน-บางบ่อ		สมุทรปราการ	กม.ที่ 5+750 ถึง 6+750	
19	คันดินถมของถนน	ในโครงการสนามบินนานาชาติแห่งที่สองที่หนองจอก			กรุงเทพฯ		
20	งานดินถมสำหรับเป็น Stockpile	ในโครงการสนามบินนานาชาติแห่งที่สองที่หนองจอก			กรุงเทพฯ		
21	งานขุดดิน	ในโครงการสนามบินนานาชาติแห่งที่สองที่หนองจอก			กรุงเทพฯ		
22	งานขุดดินคลองระบายน้ำ	ประตูน้ำเจริญราชทางสายหมายเลข 3			สมุทรปราการ	ที่กม. 39	
23	งานขุดดินเป็นอ่างเก็บน้ำดี	นิคมสวนอุตสาหกรรมพานทอง			อ่างทอง		
24	งานขุดดินเป็นทะเลสาบ	โครงการ A			กรุงเทพฯ		

ตารางผนวกที่ ค.1 (ต่อ)

โครงการ	ลักษณะงาน	ที่ตั้ง			พิกัด		
		บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	เหนือ	ตะวันออก
25	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.สัมปอ	นาสีนวน	เมือง	มุกดาหาร	1821190	478793
26	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	วัดพระศรีมหาโพธิ์ ห้วยใหญ่ ห้วยใหญ่			มุกดาหาร	1847737	474310
27	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.ท่าไค้	นาสีนวน	ห้วยใหญ่	มุกดาหาร	1817812	483811
28	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.ห้วยกอก	ดอนตาล	ดอนตาล	มุกดาหาร	1799743	497416
29	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.นาสนาม	เขมราฐ	เขมราฐ	อุบลราชธานี	1775318	518956
30	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.ห้วยไผ่	ห้วยไผ่	โขงเจียม	อุบลราชธานี	1696614	550081
31	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.คันพระลาน	นาตาล	กิ่งอ.นาตาล	อุบลราชธานี	1756279	538682
32	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	วัดสว่างเวฬุวัน ห้วยไผ่		โขงเจียม	อุบลราชธานี	1696614	550018
33	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.ยักษ์คู่	ขามุนาม	ขามุนาม	อำนาจเจริญ	1793962	501827
34	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.นาสีดา	ขามุนาม	ขามุนาม	อำนาจเจริญ	1798183	499211
35	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.อาจสามารถ 5 อาจสามารถ		เมือง	นครพนม	1972237	426644
36	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.อาจสามารถ 6 อาจสามารถ		เมือง	นครพนม	1972237	426644
37	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.นาทม		ธาตุพนม	นครพนม	1882019	471877
38	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	โพธิ์ชัย			หนองคาย		
39	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	ศรีเชียงใหม่			หนองคาย		
40	งานตัดไหล่เขาของถนน	ทางหลวงหมายเลข 2146			ขอนแก่น	กม.ที่ 0+000 ถึง 19+808.2	
41	ริมตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยา	ด.โพธิ์งามดำ		สบพญา	ชัยนาท		
42	ริมตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยา	วัดไชโยวรวิหาร		ไชโยอ่างทอง	อ่างทอง		
43	ริมตลิ่งแม่น้ำเจ้าพระยา	วัดแก้วฟ้าจุฬามณี		บางซื่อ	กรุงเทพฯ		
44	ริมตลิ่งแม่น้ำบางปะกง	ค่ายศรีโสธร			ฉะเชิงเทรา		
45	ริมตลิ่งแม่น้ำยม	วัดราชธานี		เมือง	สุโขทัย		
46	ริมตลิ่งแม่น้ำปากพนัง			ปากพนัง	นครศรีธรรมราช		
47	ริมตลิ่งแม่น้ำน่าน			เมือง	พิษณุโลก		
48	ริมตลิ่งแม่น้ำปราจีนบุรี			เมือง	ปราจีนบุรี		
49	งานตัดไหล่เขาของถนน	Hue Hue Road between Sydney and NewCastle ประเทศออสเตรเลีย			NewSouth Wales		
50	งานตัดไหล่เขาของบ่อ W transfer depot	Lanceley Artarmon ประเทศออสเตรเลีย			NewSouth Wales		

ตารางผนวกที่ ค.1 (ต่อ)

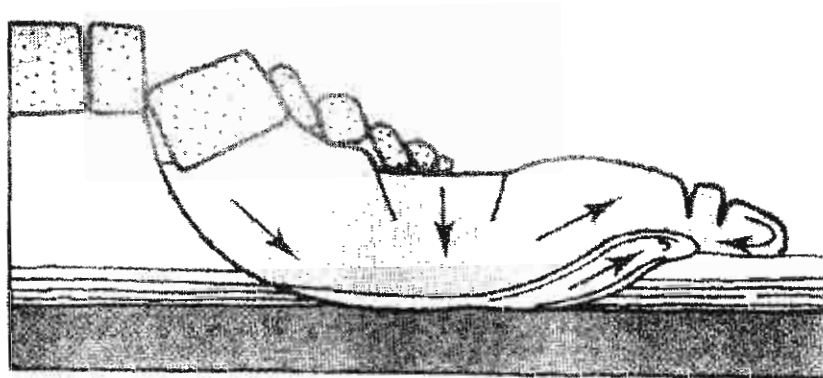
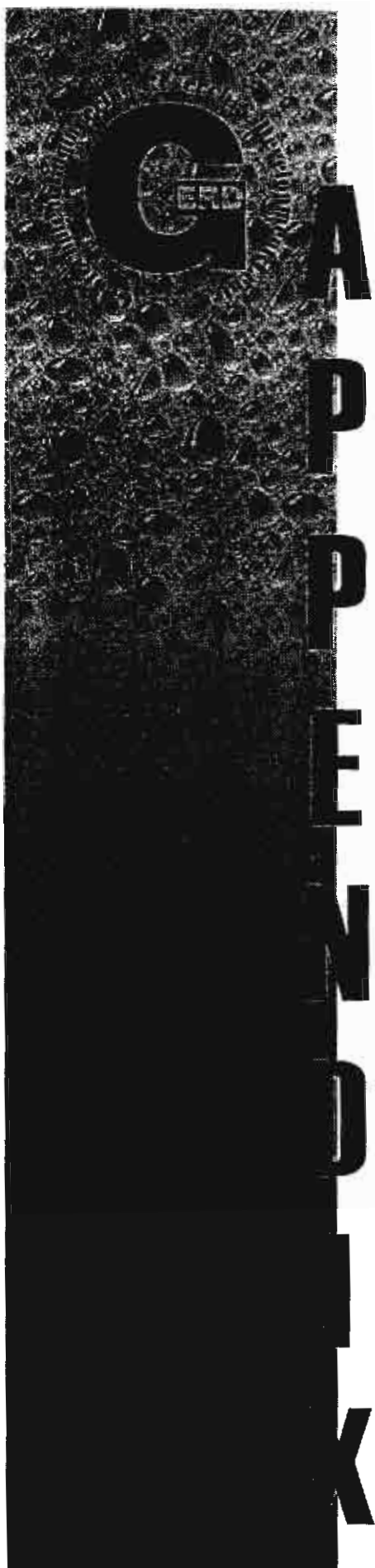
โครงการ ที่	ลักษณะงาน	ที่ตั้ง			พิกัด		
		บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	เหนือ	ตะวันออก
51	งานถมดิน	บน NewCastle Harbour Offshore			NewSouth		
		ประเทศออสเตรเลีย			Wales		
52	คันดินถมบน Quaternary Sediments	Hunter Valley ประเทศออสเตรเลีย			NewSouth		
					Wales		
53	ลาดเขาธรรมชาติ	แถบภูเขาหลวงในจังหวัดนครราชสีมา และสุราษฎร์ธานี					

ตารางผนวกที่ ค:2 ตำแหน่งของกรณีพิบัติของลาดดินที่ออกสำรวจในภาคสนาม

โครงการ ที่	ลักษณะงาน	ที่ตั้ง			พิกัด	
		บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	เหนือ ตะวันออก
1	คันดินถมของถนน	ทางหลวงหมายเลข 3261			ปทุมธานี	กม.ที่ 28+540
2	คันดินถมของถนน	ทางหลวงหมายเลข 3261			ปทุมธานี	กม.ที่ 29+500
3	คันดินถมของถนน	ทางหลวงหมายเลข 305			ปทุมธานี	กม.ที่ 32+037.5
4	คันดินถมของถนน	ทางหลวงหมายเลข 305			ปทุมธานี	กม.ที่ 40+957.5
5	คันดินถมของถนน	ทางหลวงหมายเลข 34			สมุทรปราการ	กม.ที่ 22+540
6-8	คันดินถมของถนน	ถนนอยู่วิทยา			กรุงเทพฯ	กม.ที่ 0+100,0+200,0+300
9	คันดินถมของถนน	ถนนอยู่วิทยา			กรุงเทพฯ	กม.ที่ 1+200
10	คันดินถมของถนน	ถนนอยู่วิทยา			กรุงเทพฯ	กม.ที่ 3+700
11-12	คันดินถมของถนน	ถนนร่วมพัฒนา			กรุงเทพฯ	กม.ที่ 2+000 และ 5+000
13	งานเนินดินถม	ทางรถไฟสายกรุงเทพฯ-มาบตาพุด			ระยอง	
14	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ้านวัดธาตุ		เมือง	หนองคาย	1980626 263535
15	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	วัดท่าสายทอง		เมือง	หนองคาย	1983069 264945
16	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บริเวณอยู่ต่อเรือ		เมือง	หนองคาย	
17	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ้านท่าม่วง			หนองคาย	2014723 304785
18	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.หนองหอยท่า	ธาตุพนม		นครพนม	1875766 471094
19	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.ธาตุพนม	ธาตุพนมเหนือ	ธาตุพนม	นครพนม	1874473 471077
20	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.น้ำก่ำ	น้ำก่ำ	ธาตุพนม	นครพนม	1869315 471380
21	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.ทรายมูล	น้ำก่ำ	ธาตุพนม	นครพนม	1860166 472113
22	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	วัดพระแม่ไผ่ท่าสองคอน	ห้วยไผ่		มุกดาหาร	1854881 471772
23	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	บ.เหนือ	เขมราฐ	เขมราฐ	อุบลราชธานี	1773798 523536
24	ริมตลิ่งแม่น้ำโขง	รร.บ้านไต้	เขมราฐ	เขมราฐ	อุบลราชธานี	1773360 524882
25-28	คันดินถมของถนน	ถนนเลียบคลองในเขตหนองจอก			กรุงเทพฯ	
29	งานตัดไหล่เขา	ทางหลวงหมายเลข 1			ลำปาง	2092364 598066
30	งานตัดไหล่เขา	ทางหลวงหมายเลข 103			ลำปาง	2055328 614610
31	งานตัดไหล่เขา	ทางหลวงหมายเลข 11			ลำปาง	1996574 573064
32	งานตัดไหล่เขา	ทางหลวงหมายเลข 11			แพร่	1989862 586845
33	งานตัดไหล่เขา	ทางหลวงหมายเลข 11			แพร่	1990129 587380
34-40	งานตัดไหล่เขา	ดอยอ่างขาง จำนวน 7 จุดพิบัติ			เชียงใหม่	
41-48	งานตัดไหล่เขา	ดอยดง จำนวน 8 จุดพิบัติ			เชียงราย	
49	งานตัดเขา	เขื่อนแม่หลวงหลวง			เชียงราย	2216243 527411
50-53	งานตัดเขา	เหมืองแม่เมาะ จำนวน 4 จุดพิบัติ			ลำปาง	
54-55	ลาดเขาธรรมชาติ	ที่ดอยแม่สลองจำนวน 2 จุดพิบัติ			เชียงราย	
56-58	งานตัดไหล่เขา	ที่ดอยแม่สลองจำนวน 3 จุดพิบัติ			เชียงราย	
59	ลาดเขาธรรมชาติ	เขื่อนแม่สลอง			แพร่	2046301 630675
60	งานถมดิน	Plant คอนกรีตผสมเสร็จของ CPAC			กรุงเทพฯ	

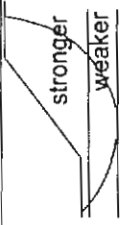
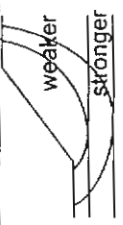
ตารางผนวกที่ ค.2 (ต่อ)

โครงการ ที่	ลักษณะงาน	ที่ตั้ง			พิกัด		
		บ้าน	ตำบล	อำเภอ	จังหวัด	เหนือ	ตะวันออก
61	งานถมดิน	โครงการ A แหล่งที่พัฒนาอสังหาริมทรัพย์			กรุงเทพฯ		
62-63	งานตัดไหล่เขาของถนน	ถนนริมเข้านางหงษ์ จำนวน 2 จุดตัด			พังงา		
64-65	งานตัดไหล่เขาของถนน	ทางหลวงหมายเลข 4 จำนวน 2 จุดตัด			พังงา	กม.ที่ 181+000 และกม.ที่ 183+000	
66	งานตัดไหล่เขาของถนน	ใกล้เข้านางหงษ์			พังงา	8.53551	98.554
67	งานตัดไหล่เขาของถนน	ทางหลวงหมายเลข 4			พังงา	8.42114	98.4862
68	งานตัดไหล่เขาของถนน	ทางหลวงหมายเลข 4			พังงา	8.57503	98.362
69-72	งานตัดไหล่เขาของถนน	ทางหลวงหมายเลข 401 จำนวน 4 จุดตัด			พังงา		
73	งานตัดไหล่เขาของถนน	ทางหลวงหมายเลข 4025			ภูเก็ต	7.96714	98.2839
74-78	งานตัดไหล่เขาของถนน	ทางหลวงหมายเลข 4233 จำนวน 5 จุดตัด			ภูเก็ต		
79	งานตัดไหล่เขาของถนน	ทางหลวงหมายเลข 4028			ภูเก็ต	7.8579	98.2927
80	ลาดเขาธรรมชาติ	หลังโครงการบริษัทภูเก็ตแพนด้าซี			ภูเก็ต	7.94997	98.2971
81	งานตัดไหล่เขาของถนน	ทางหลวงหมายเลข 401 จำนวน 4 จุดตัด			สุราษฎร์ธานี	8.8833	98.5058
82-84	ลาดเขาธรรมชาติ	บ.เหมืองทวด บ้านนาสาร จำนวน 3 จุดตัด			สุราษฎร์ธานี		
85-88	ลาดเขาธรรมชาติ	บ.กระพูนเหนือ ต.เจ็ดยี่สิบ จ.ฉะเชิงเทรา จำนวน 4 จุดตัด			นครศรีธรรมราช		
89-91	ลาดเขาธรรมชาติ	อ.พิปูน จำนวน 3 จุดตัด			นครศรีธรรมราช		
92	ลาดเขาธรรมชาติ	บ.พุดลี เมือง			นครศรีธรรมราช	8.43956	99.8669
93-96	ลาดเขาธรรมชาติ	อ.ลานสกา จำนวน 4 จุดตัด			นครศรีธรรมราช		
97	ลาดเขาธรรมชาติ	ร่อนพิบูลย์			นครศรีธรรมราช	8.28303	99.8221
98-99	งานตัดไหล่เขาของเหมือง	โรงงานปูนซิเมนต์ ที่อ.ทุ่งสง จำนวน 2 จุดตัด			นครศรีธรรมราช		
100	ลาดเขาธรรมชาติ	สุสานหอย ต.ไล่ไทย เมือง			กระบี่		
101	ลาดเขาธรรมชาติ	เขาคิชฌกูฏ			จันทบุรี		
102	งานตัดไหล่เขา	หลังศาลาวัดสวนหงษ์			นครนายก		
103	งานตัดไหล่เขา	สำนักสงฆ์ เขาน้อย			นครนายก		
104	ริมตลิ่งแม่น้ำบางปะกง	บริเวณบ้านแหลมใต้			ฉะเชิงเทรา		
105	งานตัดไหล่เขา	ทางหลวงหมายเลข 108 อ.ขุนยวม			แม่ฮ่องสอน		



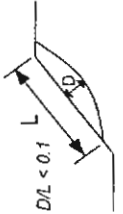
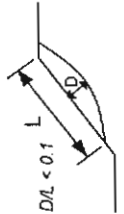
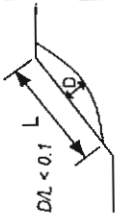
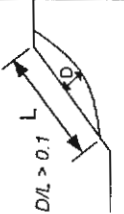
ແພນກູມີຂອງກຸ໋າໃນຊຸ້ານຄວາມຮູ້
KB1

ตารางผนวกที่ ง.1 (ต่อ)

Result	Explanation
R4	 Rotational slide with circle tangent to the base of weaker layer
R5	 Rotational slide with circle tangent to the base of upper weaker layer or tangent to the lower stronger layer; both should be considered in slope stability analysis and using the lower factor of safety
R6	Translational slide or Complex type composed of circular surface from the ground surface and planar surface along the base of weaker layer, both should be considered in slope stability analysis and using the lower factor of safety

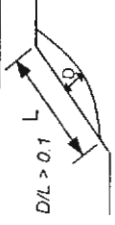
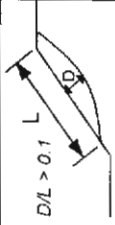
Note This is used for guide line only. Slope stability analysis must be done.

ตารางผนวกที่ ง.1 (ต่อ)

Explanation				
Result	Type of Movement	Method of Analysis for F.S.	Mode of Strength Analysis	Stability Status
SF	 $D/L < 0.1$	Simplified Bishop method or Fellinius method or Infinite slope method	Effective strength analysis	Failure will occur; slope should be stabilized and the stabilization program can also be used
SA	 $D/L < 0.1$	Simplified Bishop method or Fellinius method or Infinite slope method	Effective strength analysis	Slope stability can not exactly be evaluated; Analysis should be done.
SU	 $D/L < 0.1$	Simplified Bishop method or Fellinius method or Infinite slope method	Effective strength analysis	Failure of slope will not occur; the slope is stable.
SLF	 $D/L > 0.1$	Simplified Bishop method or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi \neq 0$) or effective stress for stiff to hard clay. Effective strength analysis for coarse grained soil and silt	Failure will occur; slope should be stabilized and the stabilization program can also be used

Note This is used for guide line only. Slope stability analysis must be done.

ตารางผนวกที่ 3.1 (ต่อ)

Result	Explanation			
	Type of Movement	Method of Analysis for F.S.	Mode of Strength Analysis	Stability Status
SLA	 Slope rotational slide with the ratio of D/L more than 10 %	Simplified Bishop method or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi \neq 0$) or effective stress for stiff to hard clay. Effective strength analysis for coarse grained soil and silt	Slope stability can not exactly be evaluated; Analysis should be done.
SLU	 Slope rotational slide with the ratio of D/L more than 10 %	Simplified Bishop method or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi \neq 0$) or effective stress for stiff to hard clay. Effective strength analysis for coarse grained soil and silt	Failure of slope will not occur; slope is stable.
TF	 Toe rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi \neq 0$) or effective strength analysis for stiff to hard clay. Effective strength analysis for coarse grained soil and silt	Failure will occur; slope should be stabilized and the stabilization program can also be used
TA	 Toe rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi \neq 0$) or effective strength analysis for stiff to hard clay. Effective strength analysis for coarse grained soil and silt	Slope stability can not exactly be evaluated; Analysis should be done.

Note This is used for guide line only. Slope stability analysis must be done.

ตารางผนวกที่ ง.1 (ต่อ)

Explanation					
Result	Type of Movement	Method of Analysis for F.S.	Mode of Strength Analysis	Stability Status	
TU	 Toe rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi \neq 0$) or effective strength analysis for stiff to hard clay. Effective strength analysis for coarse grained soil and silt	Failure of slope will not occur; slope is stable	
BF	 Base rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi = 0$ condition) for very soft to medium stiff soil	Failure will occur; slope should be stabilized and the stabilization program can also be used	
BA	 Base rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi = 0$ condition) for very soft to medium stiff soil	Slope stability can not exactly be evaluated; Analysis should be done.	

Note This is used for guide line only. Slope stability analysis must be done.

ตารางผนวกที่ ง.1 (ต่อ)

Explanation				
Result	Type of Movement	Method of Analysis for F.S.	Mode of Strength Analysis	Stability Status
BU	 Base rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi=0$ condition) for very soft to medium stiff soil	Failure of slope will not occur; slope is stable
TFC	 Toe rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method or stability chart	Total strength analysis ($\phi=0$) for very soft to medium stiff clay	Failure will occur; slope should be stabilized and the stabilization program can also be used
TAC	 Toe rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method or stability chart	Total strength analysis ($\phi=0$) for very soft to medium stiff clay	Slope stability can not exactly be evaluated; Analysis should be done.
TUC	 Toe rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method or stability chart	Total strength analysis ($\phi=0$) for very soft to medium stiff clay	Failure of slope will not occur; slope is stable

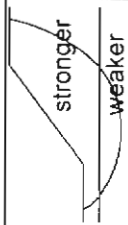
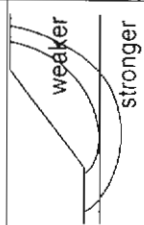
Note This is used for guide line only. Slope stability analysis must be done.

ตารางผนวกที่ 3.1 (ต่อ)

Explanation				
Result	Type of Movement	Method of Analysis for F.S.	Mode of Strength Analysis	Stability Status
BFC	 Base rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method or stability chart	Total strength analysis ($\phi=0$ condition) for very soft to medium stiff soil	Failure will occur; slope should be stabilized and the stabilization program can also be used
BAC	 Base rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method or stability chart	Total strength analysis ($\phi=0$ condition) for very soft to medium stiff soil	Slope stability can not exactly be evaluated; Analysis should be done.
BUC	 Base rotational slide	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method or stability chart	Total strength analysis ($\phi=0$ condition) for very soft to medium stiff soil	Failure of slope will not occur; slope is stable
TFX*	 Toe rotational slide in Bangkok clay	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi=0$) for very soft to medium stiff clay	Failure will occur; slope should be stabilized and the stabilization program can also be used

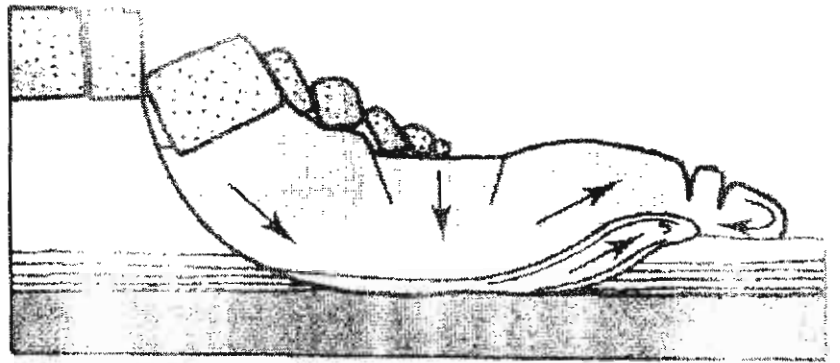
Note This is used for guide line only. Slope stability analysis must be done

ตารางผนวกที่ ง.1 (ต่อ)

Explanation					
Result	Type of Movement	Method of Analysis for F.S.	Mode of Strength Analysis	Stability Status	
BFX*		Base rotational slide in Bangkok clay	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi=0$) for very soft to medium stiff clay	Failure will occur; slope should be stabilized and the stabilization program can also be used
BAX*		Base rotational slide in Bangkok clay	Simplified Bishop method for circular surface or Fellinius method	Total strength analysis ($\phi=0$) for very soft to medium stiff clay	Slope stability can not exactly be evaluated; Analysis should be done.
R1		Rotational slide with the circle going through the weaker layer			
R2		Rotational slide with the circle either tangent to the stronger layer or going through the stronger layer; both should be considered in slope stability analysis and using the lower factor of safety			
R3		Rotational or Translational slide, both should be considered in slope stability analysis and using the lower factor of safety			

Note This is used for guide line only. Slope stability analysis must be done.

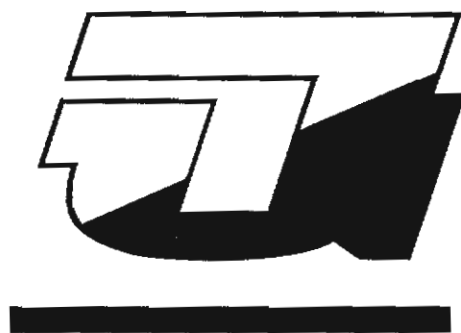
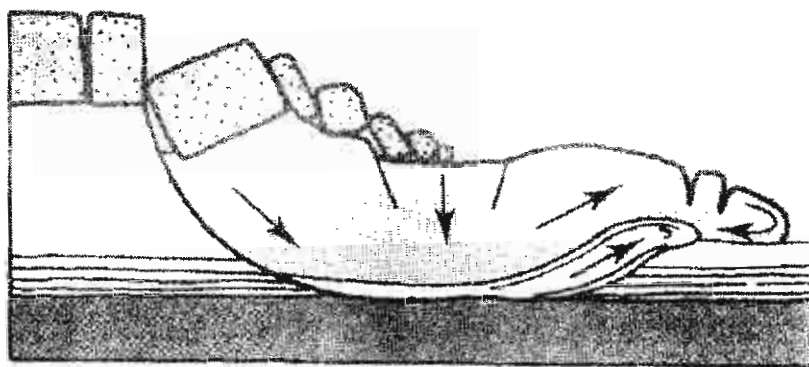
This result is analyzed from soil around Ruam Pattana Road, Amphor Nongchok, Bangkok ($S_u = 0.24\sigma'_{vo}$)



แผนภูมิของทฤษฎีในฐานความรู้
KB2

ตารางผนวกที่ จ.1 คำจำกัดความของคำตอบในฐานความรู้ KB2 ของระบบ

Result	คำอธิบาย
See Soil Chart/ A = 0 000 g to 0 010 g	ความแข็งแรงของดินดูจากรูปที่ 4.17 ถึง 4.19 และค่าสัมประสิทธิ์ของแผ่นดินไหวเท่ากับ 0 ถึง 0.01g
See Soil Chart/ A = 0 010 g to 0 025 g	คุณสมบัติของดินดูจากรูปที่ 4.17 ถึง 4.19 และ ค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.010 – 0.025 g
See Soil Chart/ A = 0 025 g to 0 050 g	คุณสมบัติของดินดูจากรูปที่ 4.17 ถึง 4.19 และ ค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.025 – 0.050 g
See Soil Chart/ A = 0 050 g to 0 100 g	คุณสมบัติของดินดูจากรูปที่ 4.17 ถึง 4.19 และ ค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.050 – 0.100 g
BKKC/ A = 0 000 g to 0 010 g	ชั้นดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวกรุงเทพฯ มีค่าความแข็งแรงของดิน, S_u สอดคล้องกับสมการของ SHANSEP คือ $S_u = f \cdot \sigma'_{vo}$ เมื่อ f มีค่าประมาณ 0.24 ถึง 0.27 และ σ'_{vo} เป็น Effective Overburden Pressure และค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.000 – 0.010 g
BKKC/ A = 0 010 g to 0 025 g	ชั้นดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวกรุงเทพฯ มีค่าความแข็งแรงของดิน, S_u สอดคล้องกับสมการของ SHANSEP คือ $S_u = f \cdot \sigma'_{vo}$ เมื่อ f มีค่าประมาณ 0.24 ถึง 0.27 และ σ'_{vo} เป็น Effective Overburden Pressure และค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.010 – 0.025 g
BKKC/ A = 0 025 g to 0 050 g	ชั้นดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวกรุงเทพฯ มีค่าความแข็งแรงของดิน, S_u สอดคล้องกับสมการของ SHANSEP คือ $S_u = f \cdot \sigma'_{vo}$ เมื่อ f มีค่าประมาณ 0.24 ถึง 0.27 และ σ'_{vo} เป็น Effective Overburden Pressure และค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.025 – 0.050 g
BKKC/ A = 0 050 g to 0 100 g	ชั้นดินส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวกรุงเทพฯ มีค่าความแข็งแรงของดิน, S_u สอดคล้องกับสมการของ SHANSEP คือ $S_u = f \cdot \sigma'_{vo}$ เมื่อ f มีค่าประมาณ 0.24 ถึง 0.27 และ σ'_{vo} เป็น Effective Overburden Pressure และค่าสัมประสิทธิ์แผ่นดินไหวเท่ากับ 0.050 – 0.100 g



**การจำแนกพื้นที่การปกครอง
ตามความเข้มขของพ่นดินไหว**

ตารางผนวกที่ จ.1 สภาพความเข้มของแผ่นดินไหวของแต่ละพื้นที่ในประเทศไทย

Zone	Location		Modified Mercalli Scale	K _s
	Province	Amphoe		
A1	Amnat Charoen, Buriram Chaiyaphum , Chanthaburi, Chonburi , Chumphon, Krabi, Mahasarakham , Mukdahan, Nakhon Ratchasima, Narathiwat, Nakhon Si Thammarat, Pattani, Phangnga , Phatthalung, Phuket , Prachinburi, Prachuap Khilikhan, Ranong, Rayong , Roi Et, Sa Kaeo, Satun , Si Saket, Songkhla , Surat Thani, Surin , Trang, Trad, Ubon Ratchathani, Yala, Yasothon	Every amphoe in each province	I - III	0 to 0.01g
	Chachoengsao	Except Bang Nam Preo, and Muang		
	Kalasin	Except Khammuang, and Tha Khan To		
	Khon Kaen	Except Khao Suan Kwang		
A2	Bangkok , Loei, Nakhon Nayok , Nakhon Phanom, Nong Bua Lamphu, Nong Khai, Petchaburi , Phetchabun, Phitsanulok , Sakon Nakhon, Samut Prakarn , Samut Sakhon, Samut Songkhram, Sukothai, Udon Thani	Every Amphoe in each province	IV	0.01g to 0.025g
	Chachoengsao	Bang Nam Preo, and Muang		
	Kalasin	Khammuang, and Than Khan To		
	Khon Kaen	Khao Suan Kwang		
	Lopburi	Chai Badan , Tha Luang, King Amphoe Lamsonthi, and Phattana Nikhom		
	Nonthaburi	Except Sai Noi		
	Pathum Thani	Except Lat Lum Kaeo		
	Saraburi	Except Phraphut Thabat, Nong Dan, Don Put, and Ban Mo		
	Uttaradit	Except Ban Khon, Fak Tha, Tha Pla, Muang, and Lap Lae		

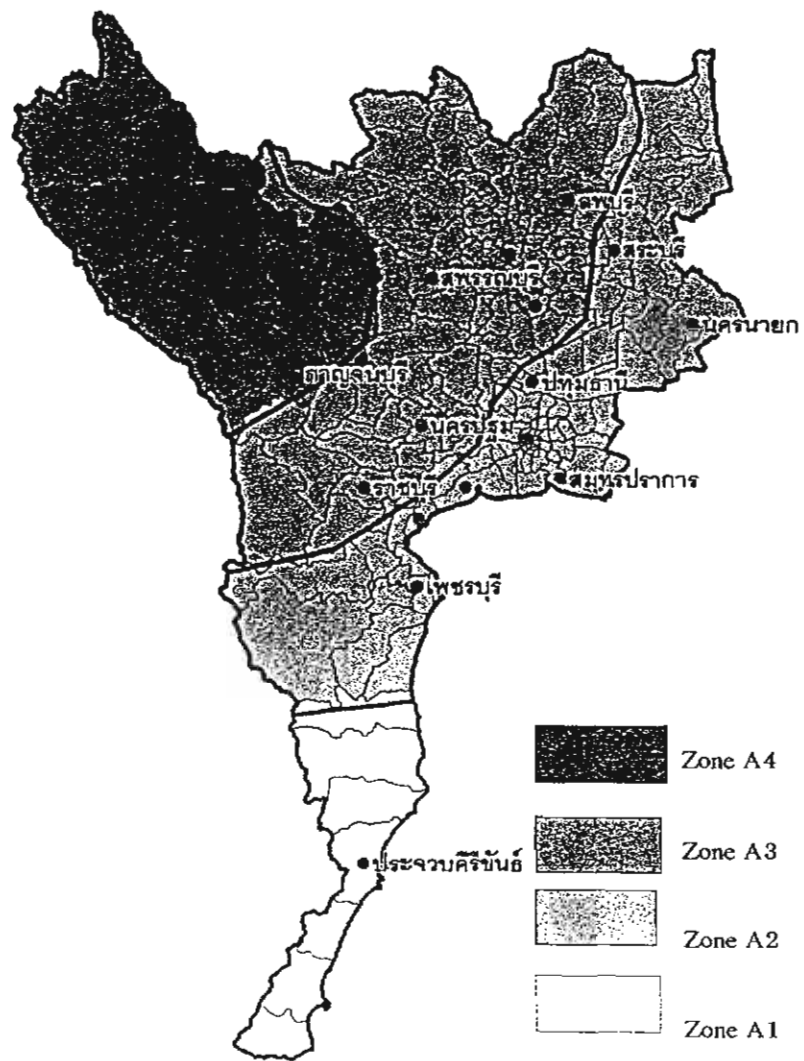
ตารางผนวกที่ จ.1 (ต่อ)

Zone	Location		Modified Mercalli Scale	K _s
	Province	Amphoe		
A3	Angthong , Chainat, Kampaeng Phet, Lampang, Lamphun , Nakhon Pathom, Nakhon Sawan , Nan, Phayao, Phichit, Phra Nakhon Siayudhya, Phrae , Ratchaburi, Singburi , Suphanburi, Tak	Every amphoe in each province	V-VI	0.025g to 0.05g
	Chiangmai	Except Mae Ai , Fang, Chiang Dao, Wang Haen, King Amphoe Chaipakan, Mae Taeng, Phrao		
	Chiangrai	King Amphoe Khun Tan, Thoeng,		
	Kanchanaburi	Phaya Meng Rai, and Padaet King Amphoe Dan Makham,		
	Lopburi	Tha Muang , and Tha Maka Except Chai Badan, King Amphoe Lam Sonthi,		
	Mae Hong Son	Tha Luang, and Phattana Nikom Except Pai, and King Amphoe		
	Nonthaburi	Pangmapha		
	Pathum Thani	Sai Noi		
	Saraburi	Lat Lumkaeo Phraphut Thabat, Non Dan,		
	Uthai Thani	Don Put, and Ban Mo		
	Uttaradit	Except Ban Rai Ban Khok, Fak Tha, Tha Pla, Muang, Lae Lae		
A4	Chiangmai	Mae Ai, Fang, Chaing Dao, Wang Haeng, King Amphoe Chaipakan, Mae Taeng, and Phrao	VII	0.05g to 0.1g
	Chiang Rai	Except King Amphoe Khun Tan, Thoeng, Phaya Meng Rai, and Pa Daet		
	Kanchanaburi	Except King Amphoe Dan Makham, Tha Muang, and Tha Maka		
	Mae Hong Song Uthaithani	Pai , and King Amphoe Pangmapha Ban Rai		

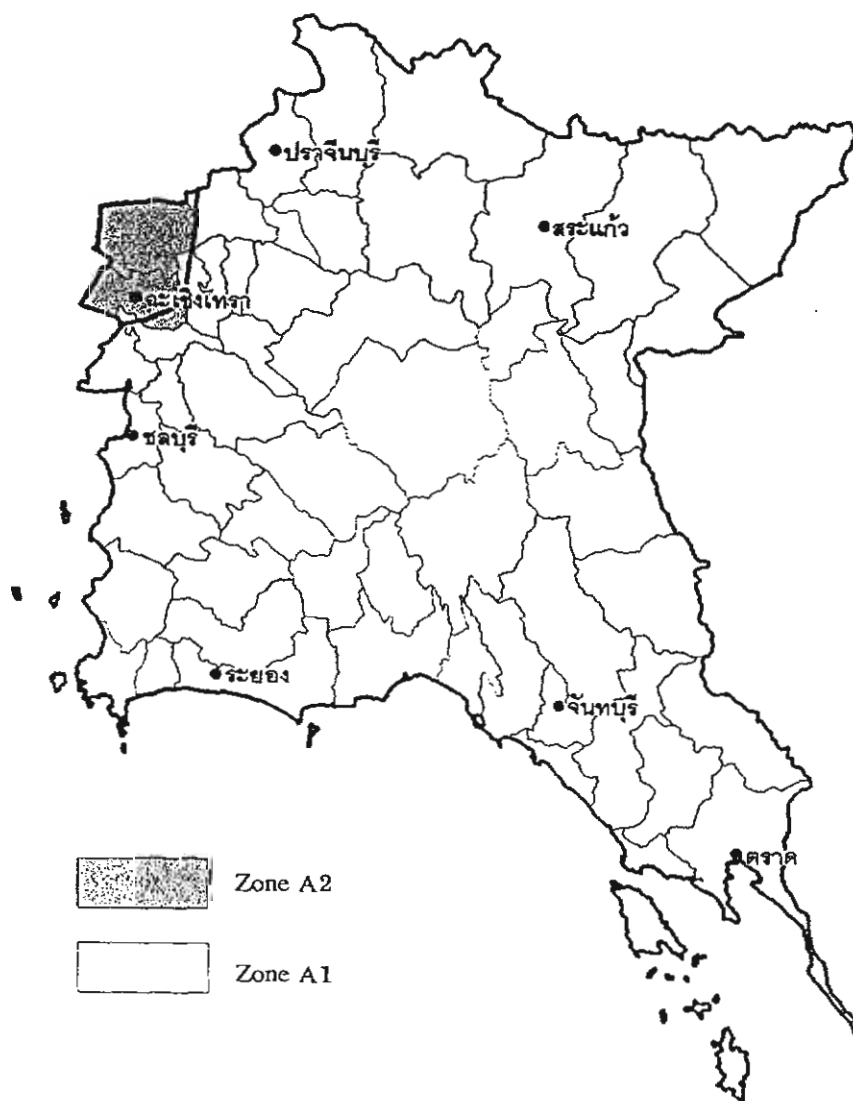
การจัดแบ่งพื้นที่ตามความเข้มของแผ่นดินไหว

การจัดแบ่งพื้นที่ในประเทศไทยตามความเข้มของแผ่นดินไหวในประเทศไทย เป็นการพิจารณาเปรียบเทียบภาพแผนที่แสดงความเข้มของแผ่นดินไหวตาม Modified mercalli scale ดังแสดงในรูปที่ 2.6 ซึ่งแสดงเป็นค่าสัมประสิทธิ์ของแผ่นดินไหว (K_s) กับตำแหน่งของแต่ละพื้นที่ในประเทศไทยในแผนที่แสดงตำแหน่งของอำเภอและจังหวัดของแต่ละภาค ซึ่งมีด้วยกัน 76 จังหวัด และ 5 ภาค คือ ภาคกลาง, ภาคตะวันออก, ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ, ภาคเหนือ, และภาคใต้

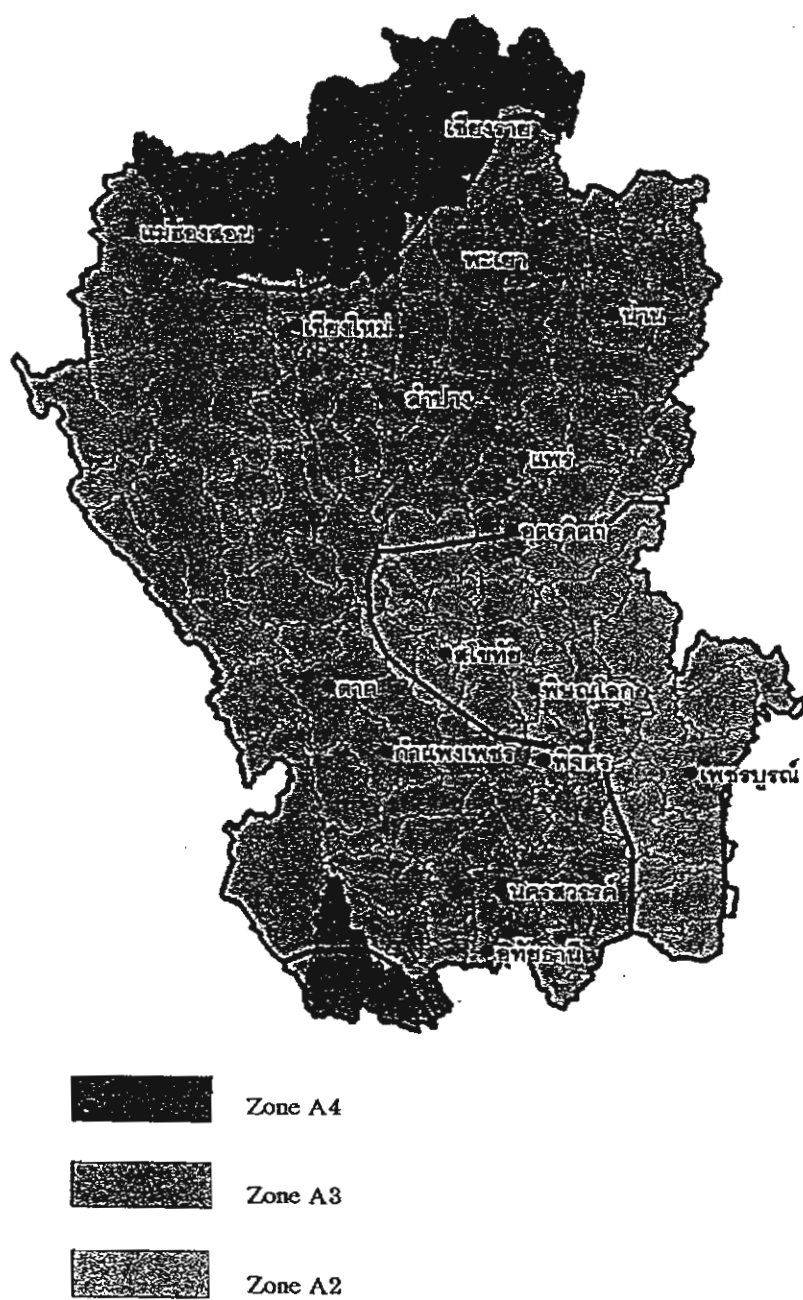
การดำเนินการ เริ่มจากการวางซ้อนกันของภาพแสดงความเข้มของแผ่นดินไหว บนแผนที่แสดงอำเภอและจังหวัดของแต่ละภาค หากพบว่าแนวเส้นที่แบ่งขอบเขตของแต่ละความเข้มของแผ่นดินไหวตัดแบ่งพื้นที่ในอำเภอ จะสรุปเป็นค่า K_s เพียงหนึ่งค่าตามปริมาณพื้นที่ของส่วนที่ค่า Zone ของความเข้มของแผ่นดินไหวครอบคลุมอยู่มากกว่า 50% ดังแสดงในรูปผนวกที่ ฉ.1 ถึงรูปผนวกที่ ฉ.5 และดำเนินการต่อไปเป็นตารางแสดงค่า K_s ของแต่ละอำเภอและจังหวัด ดังแสดงในตารางผนวกที่ ฉ.1 การที่ได้จัดทำเช่นนี้ เนื่องจากระบบผู้เชี่ยวชาญ KU-EXslope ไม่สามารถเชื่อมโยงกับระบบ GIS จึงได้จัดทำการแนะนำค่าดังกล่าวด้วยการให้ผู้ใช้อป้อนข้อมูลเป็นภาค, จังหวัด, และอำเภอ ตามลำดับ



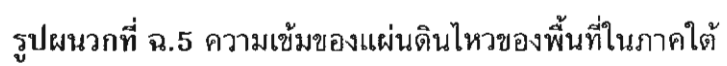
รูปผนวกที่ จ.1 ความเข้มของแผ่นดินไหวของพื้นที่ในภาคกลาง

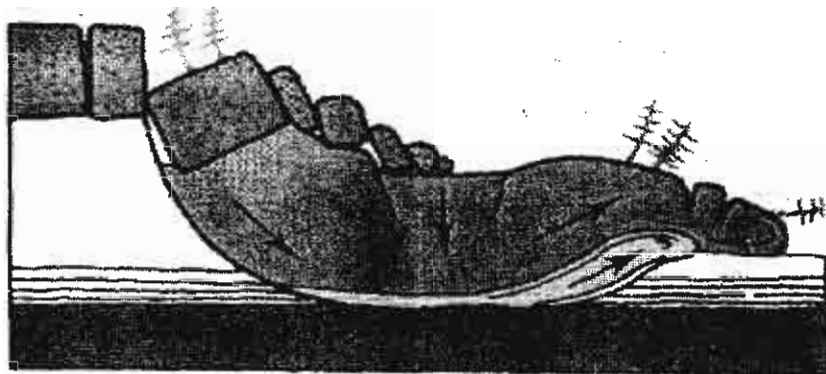


รูปผนวกที่ จ.2 ความเข้มของแผ่นดินไหวของพื้นที่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ



รูปผนวกที่ จ.4 ความเข้มข้นของแผ่นดินไหวของพื้นที่ในภาคเหนือ





ᐃᐃᐃᐃ CD-ROM ᐃᐃᐃᐃᐃᐃᐃᐃ
KU-Exslope, Kuslope
ᐃᐃᐃ RAISON