

คู่มือการใช้โปรแกรม

KUslope

version 2.0

โดย

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คู่มือการใช้โปรแกรม KUslope version 2.0

ผู้เขียน : รัฐธรรม อีสโรฟาร
นิสิตปริญญาโท สาขาวิศวกรรมปฐพี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
E-mail : nuk_civil@yahoo.com

ภายใต้ความควบคุมของ :

รศ.ดร.วรากร ไผ่เรียง	ประธานกรรมการ
ผศ.ดร.ก่อโชค จันทรวงกูร	กรรมการสาขาวิชาเอก
รศ.จิรพัฒน์ โชติโกไร	กรรมการสาขาวิชารอง

พิมพ์ที่ : ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 50 ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
โทร. 02-5792265
web site : www.gerd.eng.ku.ac.th

ความสามารถของโปรแกรม KUslope 2.0	1
Hardware Requirement	2
คู่มือการใช้โปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน KUslope 2.0	3
ส่วนประกอบ และชื่อเรียกของปุ่มคำสั่ง	4
ขั้นตอนการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน	6
การกำหนดค่าเริ่มต้นของการใช้โปรแกรม	7
การป้อนข้อมูลคุณสมบัติดิน ลักษณะชั้นดิน	9
การเลือกทฤษฎี วิธีการวิเคราะห์ และวิธีการค้นหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัย	12
การวิเคราะห์โดยพิจารณาผลกระทบของน้ำ	20
โดยเส้นระดับน้ำ (Water Line)	20
โดยอัตราส่วนความดันน้ำ (Pore Pressure Ratio)	21
การวิเคราะห์ลาดดินกรณีมีน้ำอิสระ	22
การวิเคราะห์โดยพิจารณาผลกระทบจากแรงภายนอก	24
แผ่นดินไหว (Seismic Load)	24
รอยแตกที่ผิวดิน (Tension Crack)	24
แรงภายนอก (External Load)	25
วัสดุเสริมแรง (Anchor or Geofabric)	26
การใช้งานตัวช่วยป้อนข้อมูล (KUslope Step by Step)	28
การแสดงผล และการพิมพ์ผลการวิเคราะห์	36
การแสดงรายละเอียดของการพิบัติ	36
การพิมพ์ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์	37
การพิมพ์ลักษณะหน้าตัดในการวิเคราะห์	37
การพิมพ์ลักษณะการพิบัติจากการวิเคราะห์	38
การใช้คำสั่งสนับสนุนการทำงาน	39
การแสดงผล/ซ่อนกริด (Show/Hide Grid)	39
การยึดกริด (Snap Grid)	39
การแสดงผลสีชั้นดิน (Show Soil Color)	39
การแสดงผลข้อมูลรายละเอียดชั้นดิน (Show Soil Properties)	39
การแสดงผลผิวการพิบัติ (Failure Slip Surface)	41
การขยายภาพเข้า (Zoom IN)	41

การเลื่อนภาพออก (Zoom OUT)	41
การขยายพอดี (Zoom Extent)	42
การเปิดไฟล์ข้อมูล (Open)	43
การบันทึกข้อมูล (Save)	43
การเปลี่ยนภาษาในโปรแกรม (Language)	44
การออกจากโปรแกรม (Exit)	45

ความสามารถของโปรแกรม KUslope 2.0

KUslope 2.0 เป็นโปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินแบบ 2 มิติ ที่ใช้หลักการ Limit Equilibrium ในการวิเคราะห์ มีความสามารถในการนำเข้า แก้ไขข้อมูล และการแสดงผลได้ดี สามารถวิเคราะห์โดยคำนึงถึงอิทธิพลของรากพืชได้ (Vegetation) มีรายละเอียดของโปรแกรมดังต่อไปนี้

1. วิเคราะห์ลักษณะผิวการเคลื่อนพังได้ 2 แบบ คือ ส่วนโค้งของวงกลม และไม่ส่วนโค้งวงกลม
2. เลือกคุณสมบัติของดินได้ 2 แบบ คือ Mohr-Coulomb Material หรือ Anisotropic Strength
3. กำหนดชั้นดินที่แตกต่างกันได้ (Boundary Line) ไม่เกิน 100 ชั้น
4. กำหนดจำนวนจุดต่อ (Node) ในแต่ละ Boundary Line ได้ไม่เกิน 50 จุด
5. แบ่งจำนวนชั้นส่วนมวลดิน (Slice) ได้ไม่เกิน 50 ชั้น
6. กำหนดชั้นดินล่างสุด ในแบบ Specific Bottom Line ได้ไม่เกิน 20 เส้น
7. วิเคราะห์เสถียรภาพโดยใช้ 4 ทฤษฎี คือ Ordinary, Simplified Janbu, Simplified Bishop และ Spencer
8. ค้นหาอัตราส่วนความปลอดภัยแบบเป็นส่วนโค้งวงกลมได้ 3 แบบ คือ
 - 8.1 Grid Search
 - 8.2 Specific Search
 - 8.3 Automatic Search
9. ค้นหาอัตราส่วนความปลอดภัยแบบไม่เป็นส่วนโค้งวงกลมได้ 2 แบบ คือ
 - 9.1 Random Search
 - 9.2 Specific Search
10. มี Fine Search Routine เพื่อเพิ่มความละเอียดในการวิเคราะห์หาอัตราส่วนความปลอดภัยที่ต่ำที่สุดสำหรับผิวการพิบัติแบบเป็นส่วนโค้งวงกลม
11. จุดศูนย์กลางแต่ละจุดสำหรับผิวการพิบัติแบบเป็นส่วนโค้งวงกลมมี Trial Radius ได้ไม่เกิน 100 วง
12. ค่าความละเอียดในการคำนวณ (Pass Criteria) สูงสุด คือ 0.00001
13. วิเคราะห์ผลกระทบของความดันน้ำได้ 3 แบบ คือ No Seepage, Water Line และ Pore Water Pressure Ratio
14. Water Line มีจำนวน Node ได้ไม่เกิน 20 Node
15. วิเคราะห์ผลจากปัจจัยภายนอกได้ 5 ปัจจัย คือ
 - 15.1 Seismic Load
 - 15.2 Tension Crack
 - 15.3 External Load ประกอบด้วย Line Load และ Strip Load
 - 15.4 Anchor or Geofabric
 - 15.5 Vegetation
16. สามารถวิเคราะห์เสถียรภาพแบบต่อเนื่องหลายกรณี โดยการ Run เพียงครั้งเดียว (Batched Files)
17. แสดง Contour ของอัตราส่วนความปลอดภัยสำหรับการวิเคราะห์แบบ Grid Search ได้
18. การแสดงผลทำได้ 4 วิธี คือ
 - 18.1 พิมพ์ข้อมูลเริ่มต้นที่ใช้ในการวิเคราะห์
 - 18.2 พิมพ์รูปร่างชั้นดินก่อน และหลังการพิบัติ

18.3 พิมพ์ข้อมูลผิวการพังทลาย และค่าอัตราส่วนปลอดภัยที่ได้

18.4 แสดงข้อมูลผลการวิเคราะห์ทั้งหมด สำหรับการพังทลายแบบเป็นส่วนใหญ่ วงกลม เป็น Text File (*.ksr)

19. เลือกทำงานในรูปแบบ KUslope 1.18 ได้โดยใช้ Step by Step และสามารถอ่าน หรือบันทึกข้อมูลในรูปแบบ KUslope 1.18 ได้

20. เลือกภาษาในการใช้งานได้ 2 ภาษา คือ ภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

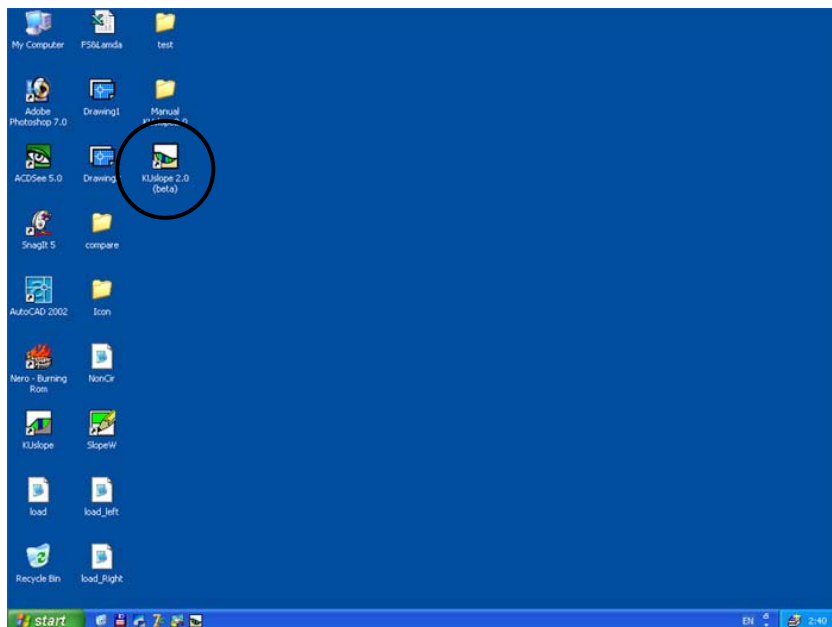
21. ใช้งานได้บนระบบปฏิบัติการ Windows 98, Windows NT ,Windows 2000, Window ME และ Windows XP

Hardware Requirement

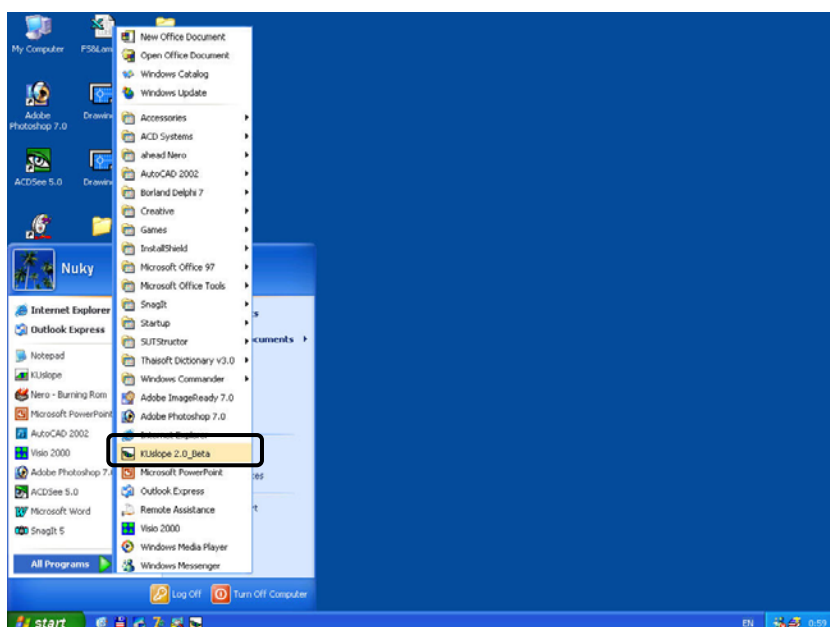
1. เครื่องคอมพิวเตอร์ ที่มี CPU ระดับ Pentium 166 หรือสูงกว่านั้น (แนะนำให้ใช้ CPU ระดับ Pentium II 266 ขึ้นไป)
2. หน่วยความจำไม่ควรต่ำกว่า 64 MB
3. เนื้อที่ว่างสำหรับติดตั้งโปรแกรมใน Harddisk ประมาณ 20 MB
4. การ์ดแสดงผล VGA หรือสูงกว่านั้น (ความละเอียดไม่ควรต่ำกว่า 800*600)
5. CD-ROM Drive หรือ Disk Drive สำหรับติดตั้งโปรแกรม
6. ระบบปฏิบัติการ Windows XP

คู่มือการใช้โปรแกรมวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน KUslope 2.0

เมื่อติดตั้งโปรแกรม KUslope 2.0 แล้ว จะปรากฏไอคอน (Icon) ของโปรแกรมบนหน้าจอหลักและในส่วนเมนูโปรแกรมของระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2



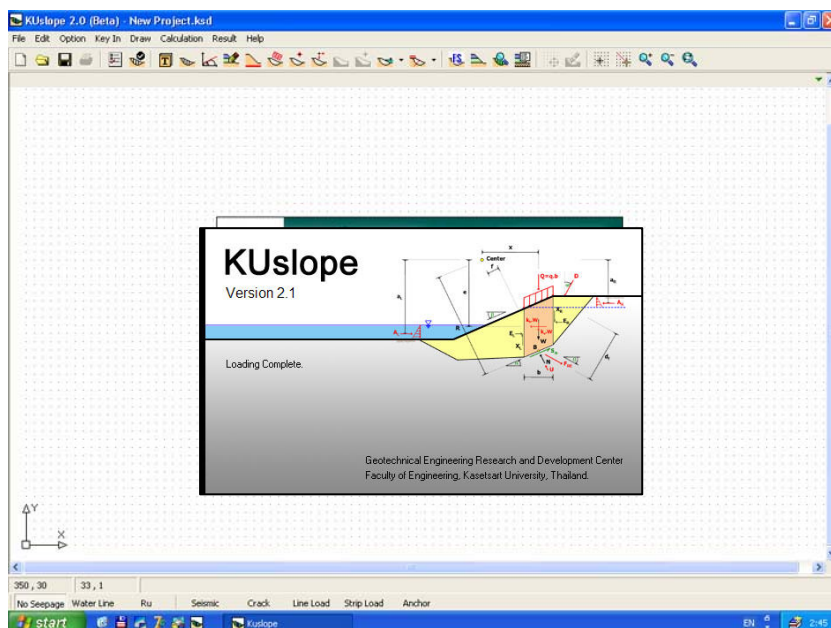
รูปที่ 1 ไอคอนที่ปรากฏบน
หน้าจอหลักหลังการ
ติดตั้งโปรแกรม KUslope 2.0



รูปที่ 2 ไอคอนที่ปรากฏ
ส่วนเมนูโปรแกรมหลังการ
ติดตั้งโปรแกรม KUslope
2.0

การเข้าสู่โปรแกรม KUslope 2.0 สามารถทำได้โดยการคลิกที่ไอคอนของโปรแกรมบนหน้าจอหลัก หรือในส่วนเมนูโปรแกรมก็ได้ เมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรมจะมีหน้าต่างบอกชื่อ และรุ่นของโปรแกรกดังรูปที่ 3

รูปที่ 3 หน้าต่างบอกชื่อ และรุ่น
ของโปรแกรม KUslope



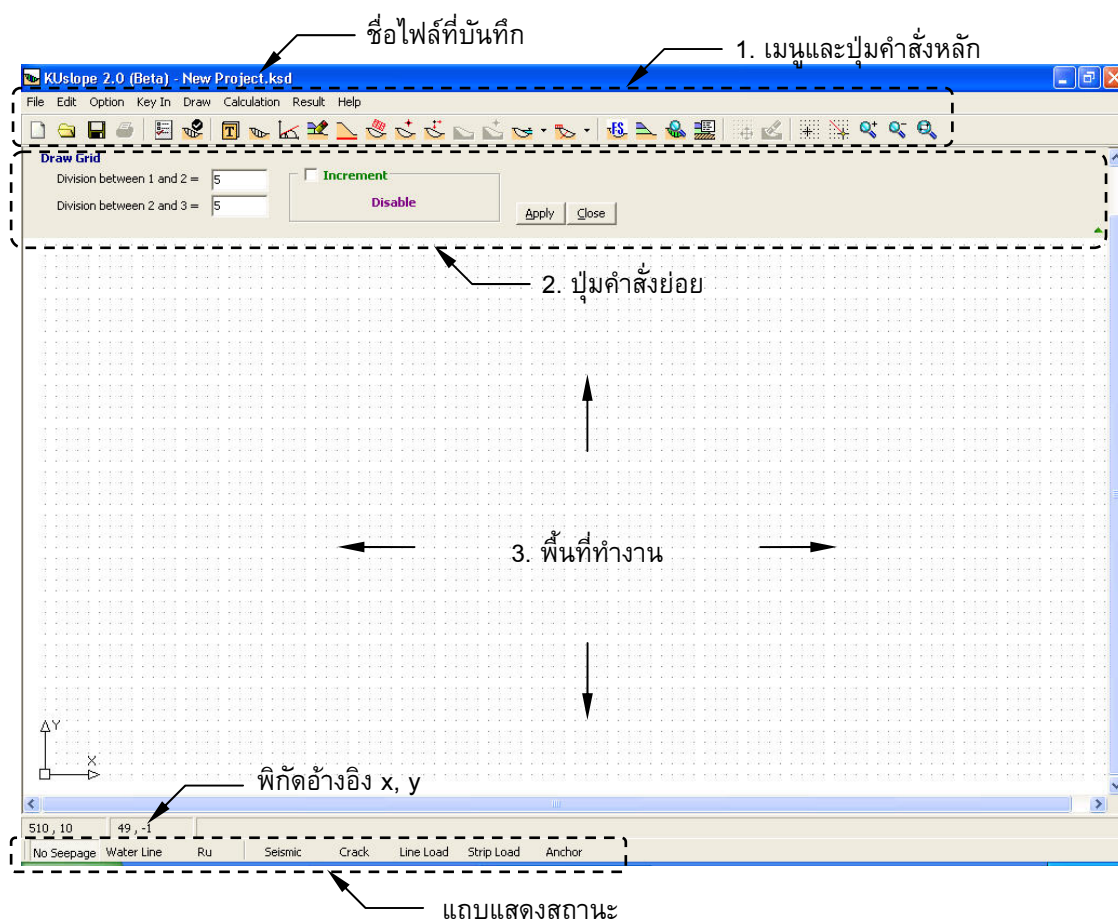
ส่วนประกอบ และชื่อเรียกของปุ่มคำสั่ง

หน้าต่างการทำงานของโปรแกรม KUslope 2.0 ประกอบด้วย 4 ส่วนหลัก ดังรูปที่ 4 คือ

1. เมนูและปุ่มคำสั่งหลัก
คือ เมนูคำสั่งที่มีหน้าที่หลักในการทำงาน เช่น เริ่มวิเคราะห์งานใหม่ (New) การบันทึกข้อมูล (Save) การป้อนข้อมูลคุณสมบัติดิน (Soil Properties) การคำนวณอัตราส่วนปลอดภัย (Calculation) แสดง/ซ่อนกริด (Show/Hide Grid) เป็นต้น
2. เมนูและปุ่มคำสั่งย่อย
คือ คำสั่งที่เป็นตัวเลือกย่อยจากคำสั่งหลัก เช่น เมื่อเลือกคำสั่งวาดตารางการค้นหา (Draw Grid) ในเมนูหลัก จะมีเมนูย่อยให้ป้อนการแบ่งตารางค้นหา เป็นต้น และเมนูคำสั่งย่อยสามารถซ่อน หรือแสดงได้โดยการคลิกปุ่มสามเหลี่ยมด้านขวาของเมนูคำสั่งย่อย
3. พื้นที่ทำงาน
คือ ส่วนที่ใช้ป้อนข้อมูลโดยการลากเส้นชั้นดิน และแสดงผลการวิเคราะห์ โดยผู้ใช้สามารถย่อ ขยาย หรือเลื่อนตำแหน่งเพื่อทำงานในส่วนที่สนใจได้
4. ปุ่มแสดงสถานะการวิเคราะห์
คือ ส่วนที่มีหน้าที่แสดงว่าขณะทำการวิเคราะห์ มีการคำนึงถึงผลจากปัจจัยใดบ้าง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกแสดงสถานะการซึมน้ำ (Seepage Condition) กลุ่มที่สองแสดงสถานะของปัจจัยภายนอก ประกอบด้วยแรงจาก

แผ่นดินไหว (Seismic Load) การแตกของดินผิวบน (Tension Crack) แรงกระทำภายนอก (External Load) และ การเสริมแรงด้วยวัสดุสังเคราะห์ (Anchor or Geofabric) โดยปุ่มที่มีลักษณะยุบลงแสดงถึงการวิเคราะห์โดยคำนึงถึงผลจากปัจจัยนั้นอยู่

นอกจากนี้ส่วนบนของโปรแกรมยังบอกสถานที่เก็บไฟล์ (Path) ชื่อไฟล์ (File Name) หลังจากผู้ใช้ทำการบันทึก โดยไฟล์ที่ทำการบันทึกจะมีนามสกุล .ksd (KUslope Data) ซึ่งมีลักษณะเป็นไฟล์ข้อความ (Text File) ส่วนมุมล่างซ้ายจะแสดงพิกัดอ้างอิง x, y เมื่อผู้ใช้เลื่อนตัวชี้ (Mouse) ไปบนพื้นที่ทำงาน



รูปที่ 4 ส่วนประกอบ และชื่อเรียกของปุ่มคำสั่ง

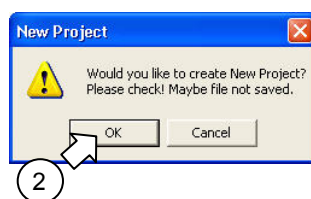
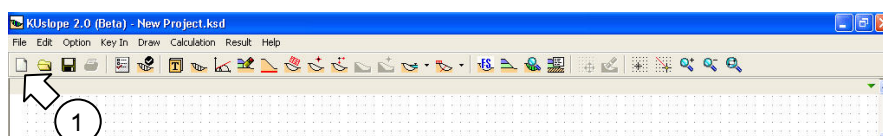
ขั้นตอนการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดิน

ลำดับการใช้งานเพื่อการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินโดยโปรแกรม KUslope 2.0 จะเรียงตามการจัดวางไอคอนบนปุ่มคำสั่งหลักจากซ้ายไปขวา ซึ่งสามารถแบ่งการใช้งานออกเป็นส่วยย่อย 5 ส่วน ดังนี้

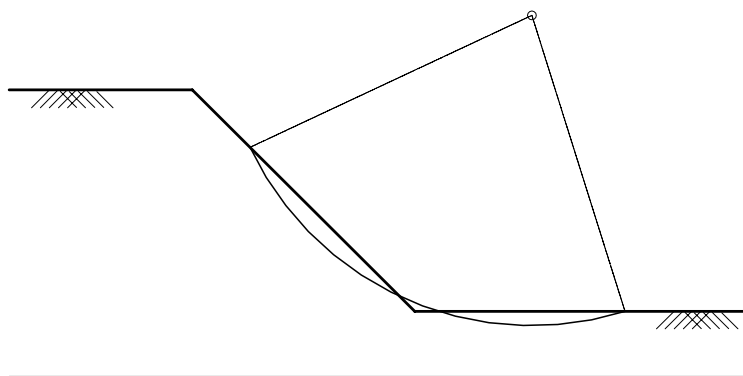
1. การกำหนดค่าเริ่มต้นของการใช้โปรแกรม
2. การป้อนข้อมูลคุณสมบัติดิน ลักษณะชั้นดิน
3. การเลือกทฤษฎี วิธีการวิเคราะห์ และวิธีการค้นหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัย
4. การวิเคราะห์โดยพิจารณาผลกระทบของน้ำ
5. การวิเคราะห์โดยพิจารณาผลกระทบจากแรงภายนอก

การกำหนดค่าเริ่มต้นของการใช้โปรแกรม

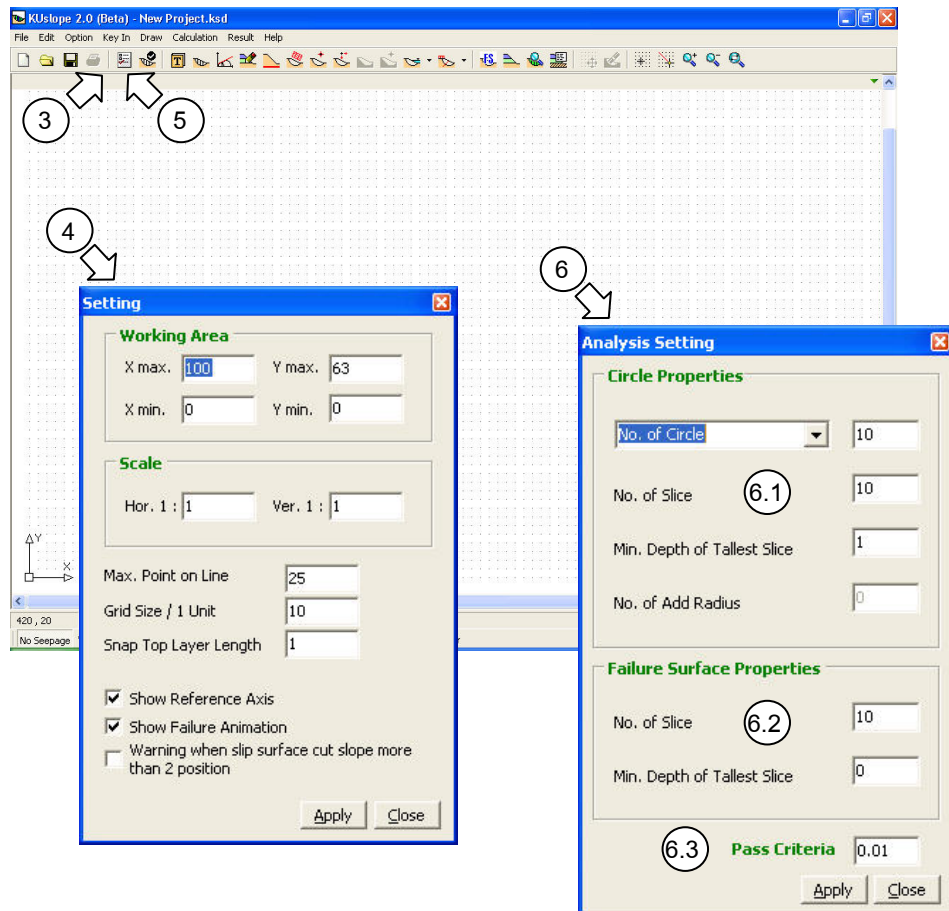
1. คลิกปุ่มเริ่มงานใหม่ (New Project)  เพื่อลบข้อมูลเก่าทั้งหมด
2. คลิกปุ่มตกลง (OK) เพื่อยืนยันการเริ่มงานใหม่



3. คลิกปุ่มกำหนดค่า (Setting)  เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ ของการทำงาน
 4. กำหนดค่าต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย
 - พื้นที่ทำงานเริ่มต้น (Working Area)
 - อัตราส่วนแนวราบ และแนวตั้ง (Scale)
 - จำนวนจุดที่สามารถมีได้มากที่สุดสำหรับแต่ละชั้นดิน (Max. Point on Line)
 - ขนาดของกริดต่อความยาว 1 หน่วย (Grid Size/ 1 Unit)
 - ระยะทางการเลื่อนเข้าหาเส้นผิวดินโดยอัตโนมัติ (Snap Top Layer Length)
 - แสดงแกนอ้างอิง x, y (Show Reference Axis)
 - แสดงผิวการพังทลายสำหรับแต่ละรอบของการคำนวณ (Show Failure Animation)
 - เตือนเมื่อมีผิวการพังทลายตัดชั้นดินมากกว่า 2 ตำแหน่ง (Warning when slip surface cut slope more than 2 position) กรณีการตัดชั้นดินมากกว่า 2 ตำแหน่งแสดงดังรูปที่ 5
- เมื่อกำหนดค่าเรียบร้อยแล้วคลิกปุ่มปฏิบัติ (Apply) เพื่อยืนยันการกำหนดค่า



รูปที่ 5 กรณีการตัดชั้นดินมากกว่า 2 ตำแหน่ง



5. คลิกปุ่มกำหนดค่าในการวิเคราะห์ (Analysis Setting)  เพื่อกำหนดจำนวน และความละเอียดของผิวการพืดทั้งในกรณีผิวการพืดแบบเป็นส่วนโค้งของวงกลม และไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม

6. กำหนดค่าต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย

6.1 กรณีผิวการพืดแบบเป็นส่วนโค้งของวงกลม (Circle Properties)

- จำนวนวงที่ใช้ค้นหาจากรศมีมากที่สุด ถึงรศมีน้อยสุด (No. of Circle)
- ค่ารศมีที่ลดลงจากรศมีมากที่สุด (Radius Decrement)
- จำนวนการแบ่งมวลดิน (No. of Slice)
- ความสูงที่น้อยที่สุดที่ทำการวิเคราะห์ (Min. Depth of Tallest Slice)

6.2 กรณีผิวการพืดแบบไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม (Failure Surface Properties)

- จำนวนการแบ่งมวลดิน (No. of Slice)
- ความสูงที่น้อยที่สุดที่ทำการวิเคราะห์ (Min. Depth of Tallest Slice)

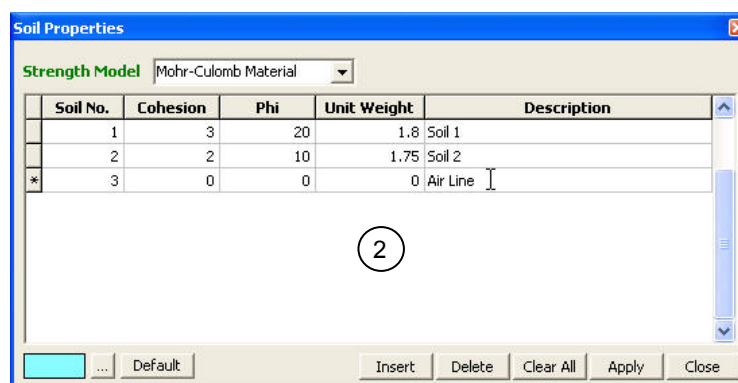
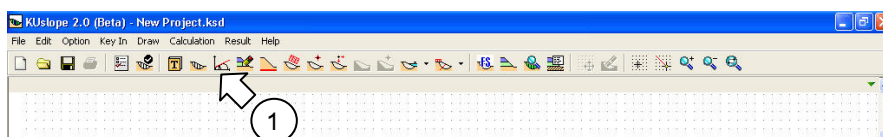
6.3 ค่าความแตกต่างของอัตราส่วนความปลอดภัยที่ยอมให้ (Pass Criteria)

เมื่อกำหนดค่าเรียบร้อยแล้วคลิกปุ่มปฏิบัติ (Apply) เพื่อยืนยันการกำหนดค่า

การป้อนข้อมูลคุณสมบัติดิน ลักษณะชั้นดิน

1. คลิกปุ่มคุณสมบัติดิน (Soil Properties)  สำหรับป้อนค่าคุณสมบัติของชั้นดินที่ทำการวิเคราะห์ โดยป้อนชั้นดินจากล่างขึ้นบน และปิดด้วยเส้นอากาศ ($c=0$, $\phi=0$, $\gamma=0$)
2. เลือกรูปแบบกำลังของดิน (Strength Model) และป้อนคุณสมบัติของชั้นดิน ซึ่งประกอบด้วย
 - ลำดับชั้นดิน (Soil No.) เรียงจากล่างขึ้นบน
 - แรงยึดเหนี่ยวของมวลดิน (Cohesion)
 - มุมเสียดทานภายใน หรือ Internal Friction Angle (Phi)
 - หน่วยน้ำหนัก (Unit Weight)
 - คำอธิบายชั้นดิน (Description)

นอกจากนั้นยังสามารถเลือกสีเพิ่มเติมโดยคลิกปุ่ม  หรือถ้าต้องการกลับไปใช้สีเริ่มต้นให้คลิกปุ่มค่าเริ่มต้น (Default) และเมื่อกำหนดค่าเรียบร้อยแล้วคลิกปุ่มปฏิบัติ (Apply) เพื่อยืนยันการป้อนข้อมูล

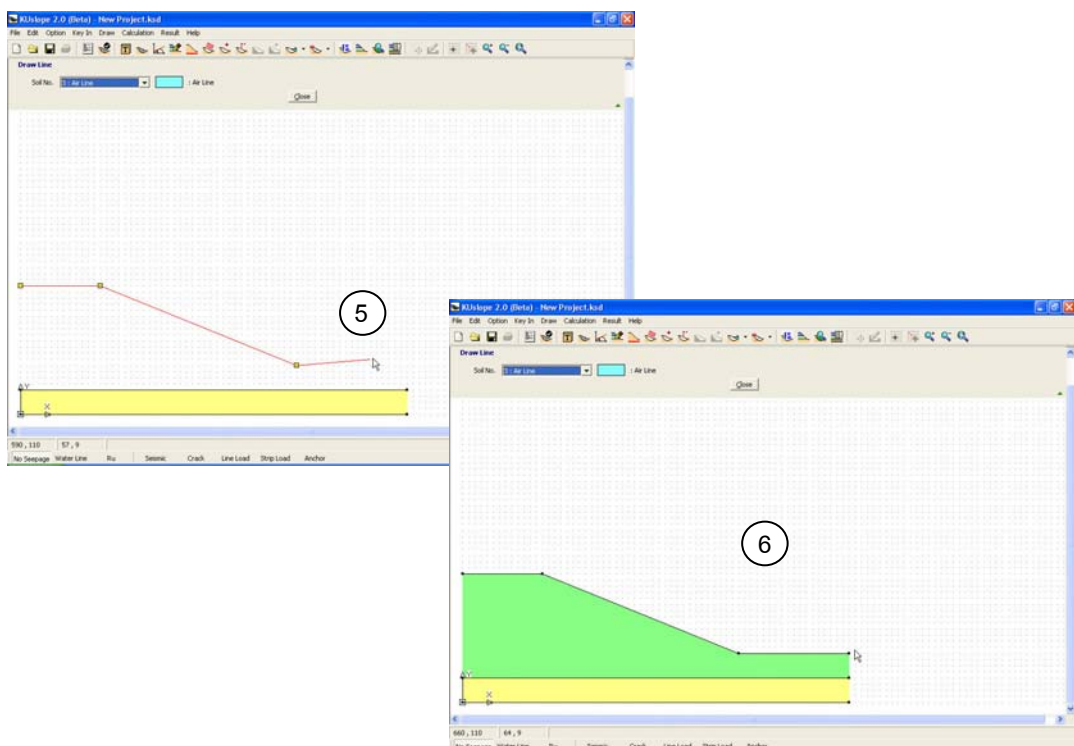
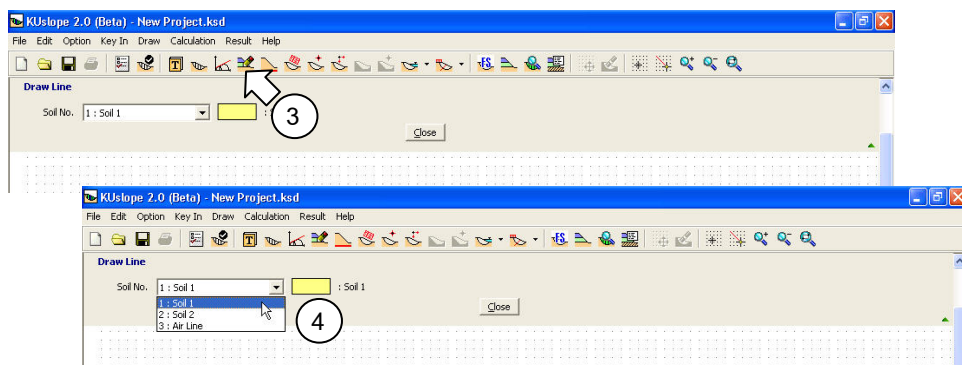


3. คลิกปุ่มวาดรูปร่างชั้นดิน (Draw Geometry) 
4. เลือกชั้นดินที่ต้องการวาด
5. วาดชั้นดินลงบนพื้นที่ทำงานตามลำดับจากชั้นล่างขึ้นบน เมื่อต้องการสิ้นสุดการลากเส้นแต่ละชั้นดินให้คลิกขวา

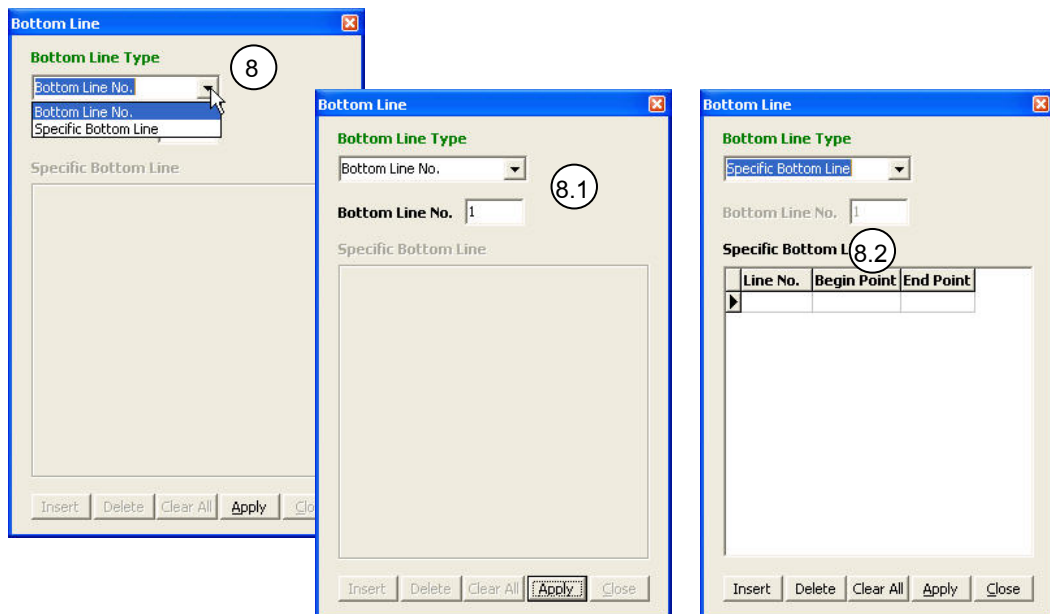
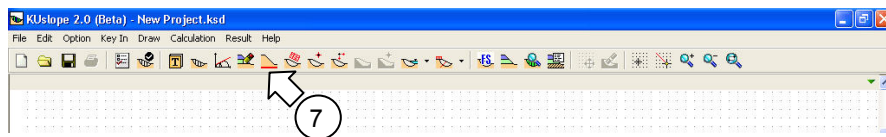
ข้อแนะนำในการวาดชั้นดิน

- ตำแหน่งซ้ายสุด และขวาสุดของแต่ละชั้นดินควรมีค่าพิกัดแนว x เท่ากัน เนื่องจากการระบายสีชั้นดินจะทำให้เมื่อเส้นชั้นดินที่อยู่สูงกว่าคลุมเส้นชั้นดินที่อยู่ต่ำกว่าทั้งหมด แต่ผลจากการที่ตำแหน่งซ้ายสุด และขวาสุดไม่มีค่าพิกัดเดียวกันนั้นจะไม่มีผลต่อความถูกต้องของการคำนวณ
- ระหว่างทำการวาดชั้นดิน สามารถที่จะคลิกปุ่มยึดกริด (Snap Grid)  เพื่อให้เส้นเคลื่อนที่เข้าหาจุดกริดโดยอัตโนมัติ หรือยกเลิกการยึดกริดระหว่างการวาดก็ได้

6. เมื่อวาดชั้นดินชั้นสุดท้ายเรียบร้อยแล้ว ก็จะได้รูปร่างชั้นดินที่พร้อมจะทำการวิเคราะห์ค่าอัตราส่วนความปลอดภัย



7. กำหนดเส้นชั้นดินล่างสุดที่ผิวการพิบัติไม่สามารถตัดผ่าน โดยคลิกที่ชั้นดินล่างสุด (Bottom Line) 
8. ในหน้าต่างชั้นดินล่างสุด สามารถเลือกประเภทของการกำหนดชั้นดินล่างสุดได้ 2 แบบ คือ
- 8.1 กำหนดตามขอบเขตของชั้นดินที่เลือก (Bottom Line No.) เป็นการกำหนดผิวล่างสุดของชั้นดินที่เลือกเพียงชั้นเดียว เป็นชั้นที่ผิวการพิบัติไม่สามารถตัดผ่านได้
- 8.2 กำหนดโดยระบุส่วนของเส้นตรงประกอบกันเป็นชั้นดินล่างสุด (Specific Bottom Line) ซึ่งเป็นของชั้นดินที่แตกต่างกัน มาประกอบกันได้ การป้อนข้อมูลประกอบด้วย ชั้นดิน (Soil No.) จุดเริ่มต้น (Begin Point) และจุดสิ้นสุด (End Point) ของเส้นตรงนั้นๆ



การเลือกทฤษฎี วิธีการวิเคราะห์ และวิธีการค้นหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัย

1. คลิกปุ่มทฤษฎี (Theory)  สำหรับเลือกการวิเคราะห์แบบเป็นส่วนโค้งของวงกลม (Circular Failure) หรือไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม (Irregular Failure)

วิธีการค้นหาแบบเป็นส่วนโค้งของวงกลม มี 3 วิธี

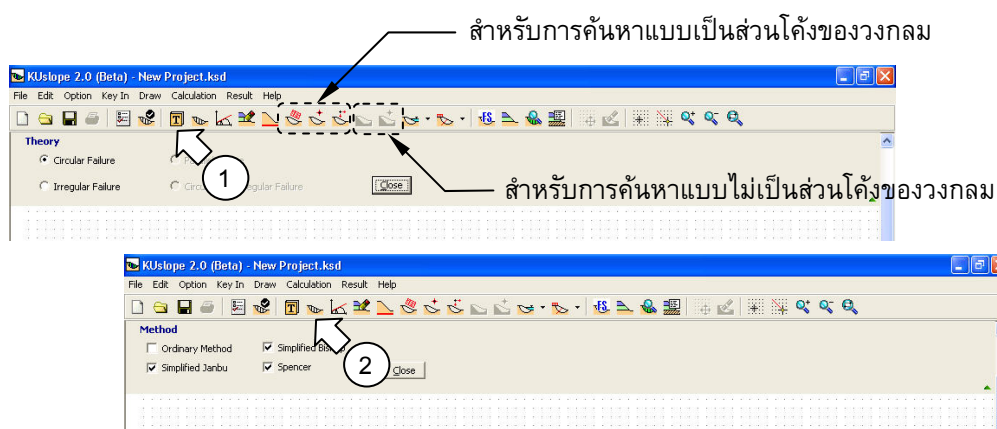
- ตารางการค้นหา (Grid Search)
- ค้นหาแบบเฉพาะจุด (Specific Search)
- ค้นหาแบบอัตโนมัติ (Automatic Search)

วิธีการค้นหาแบบไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม มี 2 วิธี

- เจาะจงผิวการพังทลาย (Specific Search)
- ผิวการพังทลายอัตโนมัติ (Random Search)

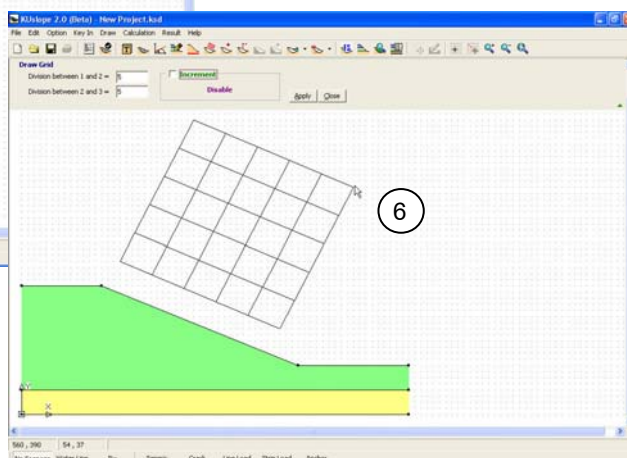
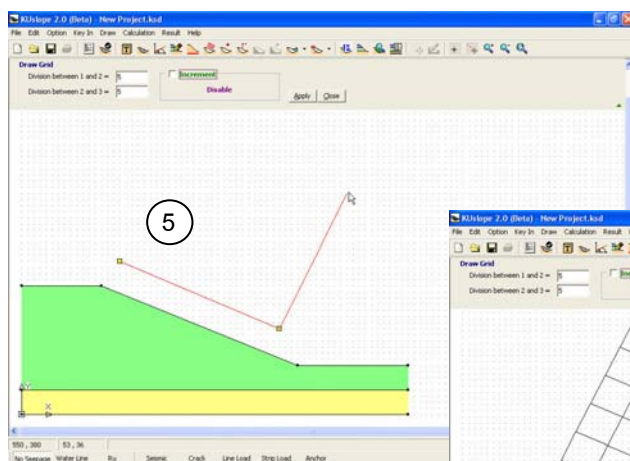
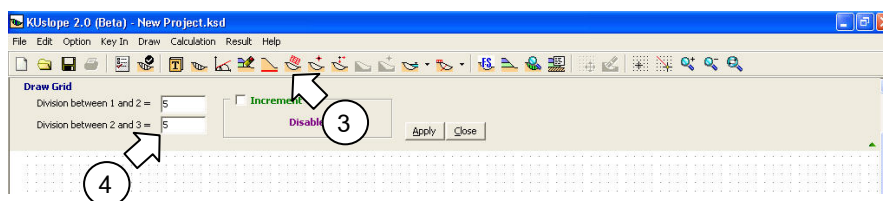
โดยปุ่มคำสั่งบางส่วนยังไม่สามารถใช้งานได้ทันที จะใช้ได้เมื่อเลือกทฤษฎีการวิเคราะห์ที่สอดคล้องกับการค้นหา

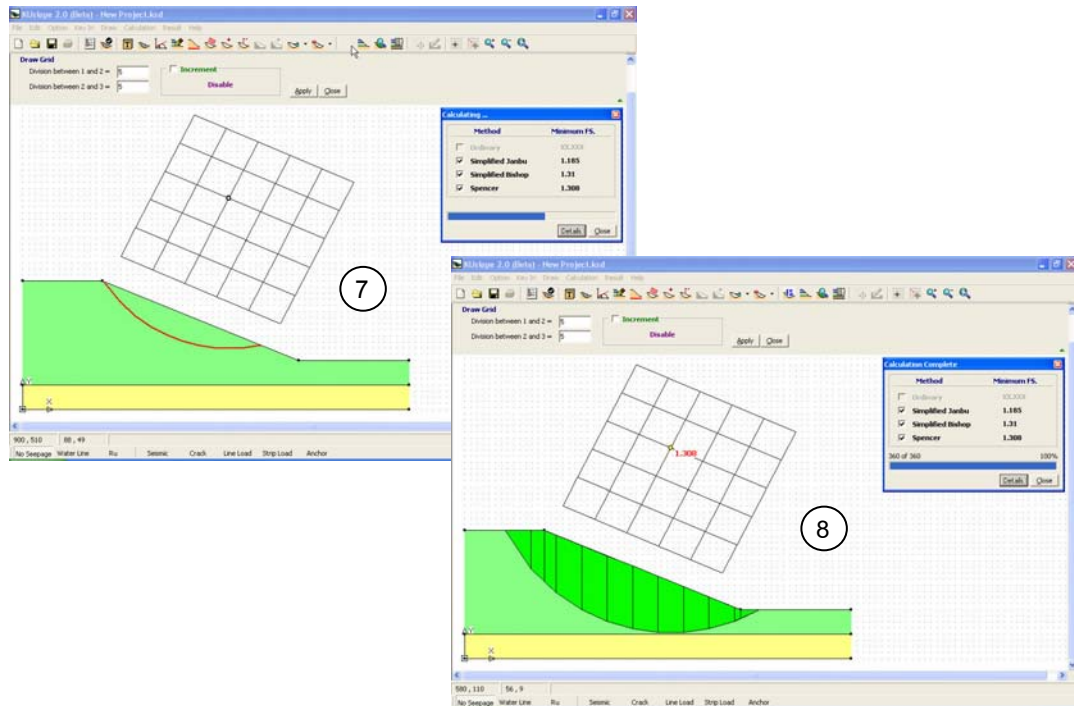
2. คลิกปุ่มวิธีการ (Method)  สำหรับเลือกวิธีการวิเคราะห์แบบต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย
 - Ordinary Method สำหรับการวิเคราะห์แบบส่วนโค้งของวงกลมเท่านั้น
 - Simplified Janbu สำหรับการวิเคราะห์แบบส่วนโค้งของวงกลมและไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม
 - Simplified Bishop สำหรับการวิเคราะห์แบบส่วนโค้งของวงกลมและไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม
 - Spencer สำหรับการวิเคราะห์แบบส่วนโค้งของวงกลมและไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม



การค้นหาแบบเป็นส่วนโค้งของวงกลม

3. คลิกปุ่มตารางการค้นหา (Grid Search) 
4. ป้อนข้อมูลการแบ่งตารางการค้นหาตามแนว 1-2 (Division between 1 and 2) และตามแนว 2-3 (Division between 2 and 3) นอกจากนั้นถ้าต้องการแบ่งการค้นหาเพิ่มเติมให้คลิกที่ ค้นหาเพิ่ม (Increment) ตามแนว x และ y
5. คลิกพิคตารางการค้นหา 3 ตำแหน่ง ให้ครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการค้นหา
6. ตารางการค้นหาที่พร้อมทำการวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนปลอดภัย
7. คลิกปุ่มคำนวณ (Run)  โปรแกรมจะเริ่มคำนวณโดยแสดงผิวการพิบัติที่ทำการวิเคราะห์ ขณะเดียวกันจะปรากฏหน้าต่างแสดงค่าอัตราส่วนความปลอดภัย และจำนวนผิวการพิบัติทั้งหมดในการวิเคราะห์





8. เมื่อสิ้นสุดการคำนวณ โปรแกรมจะแสดงผิวการพังทลาย และค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่น้อยที่สุด ตามวิธีที่ได้กำหนดในขั้นตอนที่ 2
9. รายละเอียดของการหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยแต่ละตำแหน่งบนกริด สามารถแสดง/ซ่อน ได้โดยคลิกที่ปุ่ม Details บนหน้าต่างแสดงค่าอัตราส่วนความปลอดภัย
10. สำหรับพฤติกรรมการค้นหาแบบเป็นส่วนโค้งของวงกลม เมื่อคลิกเลือกวิธีการวิเคราะห์ ผิวการพังทลายจะเปลี่ยนไปตามวิธีการวิเคราะห์นั้นๆ

Calculation Complete

Method	Minimum FS.
☐ Ordinary	XX.XXX
☒ Simplified Janbu	1.181
☒ Simplified Bishop	1.32
☒ Spencer	1.318

360 of 360 100%

Factor of Safety

No.	X Center	Y Center	Radius	FS, Ord
1	16	24	16.28	2.455
2	16	24	15.04	2.503
3	16	24	13.8	2.562
4	16	24	12.57	2.634
5	16	24	11.33	2.727
6	16	24	10.09	2.852
7	16	24	8.86	3.031
8	16	24	7.62	3.32
9	16	24	6.38	3.871
10	16	24	5.15	5.469
11	21.8	21.6	21.6	2.891

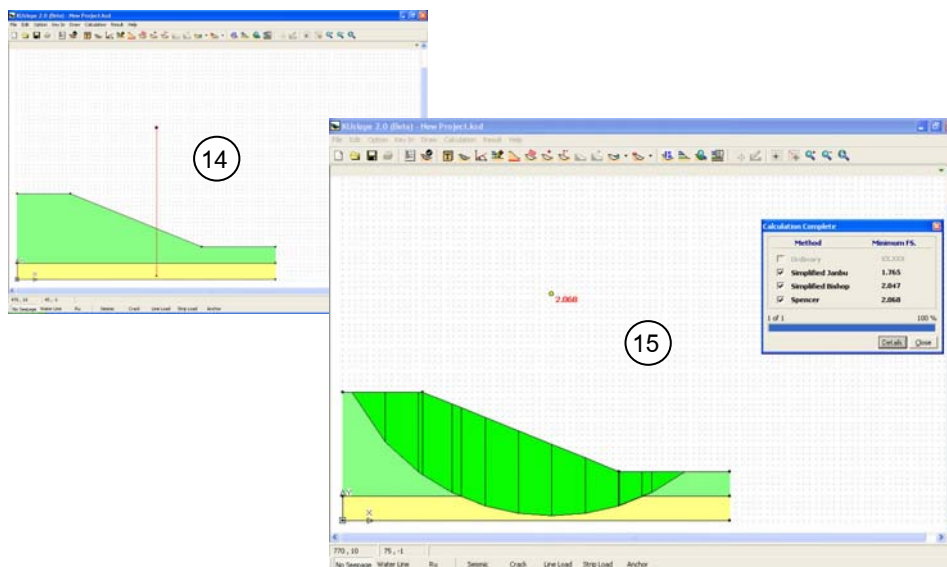
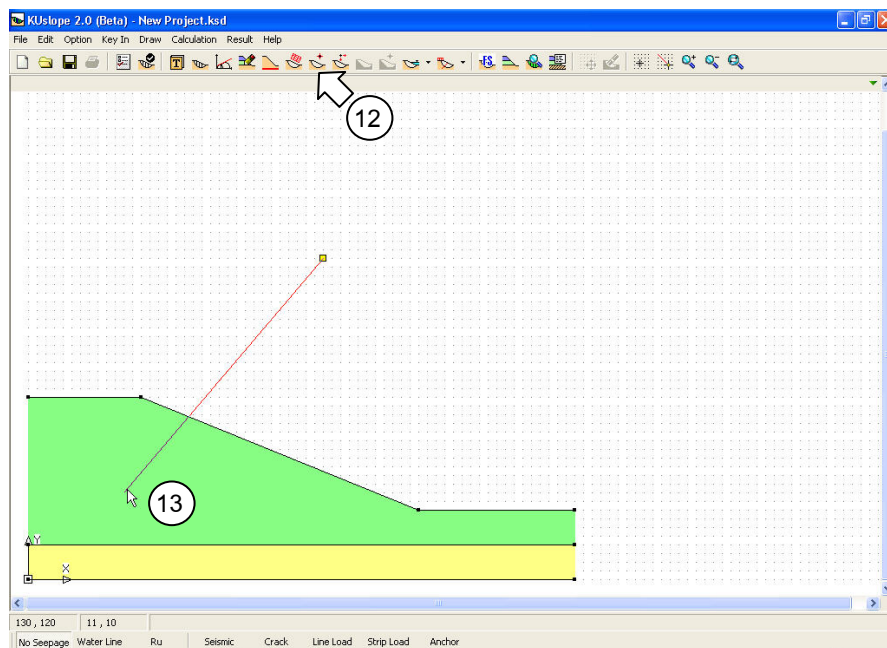
Calculation Complete

Method	Minimum FS.
☐ Ordinary	XX.XXX
☒ Simplified Janbu	1.185
☒ Simplified Bishop	1.31
☐ Spencer	1.308

360 of 360 100%

Details Close

11. คลิกปิด (Close) เพื่อปิดหน้าต่างแสดงค่าอัตราส่วนความปลอดภัย
12. การค้นหาอัตราส่วนความปลอดภัยแบบเฉพาะจุด เริ่มจากการคลิกที่ปุ่มค้นหาเฉพาะจุด (Specific Search) 
13. คลิกตำแหน่งที่เป็นจุดศูนย์กลางของผิวการพังทลาย และลากรัศมีการค้นหา
14. เมื่อลากแล้วโปรแกรมจะลากเส้นรัศมีการคำนวณใหม่ในแนวตั้ง
15. คลิกปุ่มคำนวณ (Run)  โปรแกรมจะหาค่าอัตราส่วนปลอดภัยสำหรับผิวการพังทลายนั้นๆ

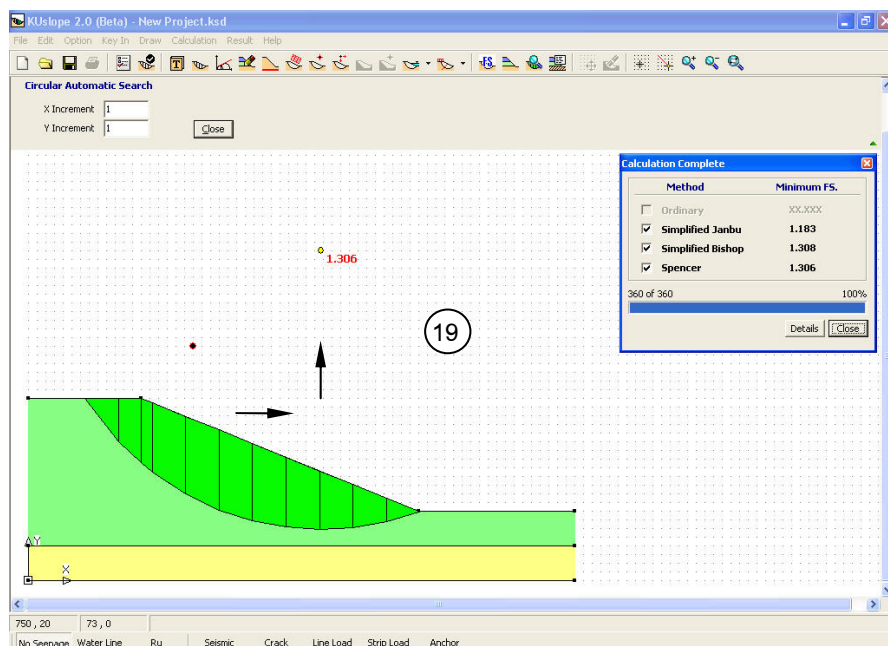
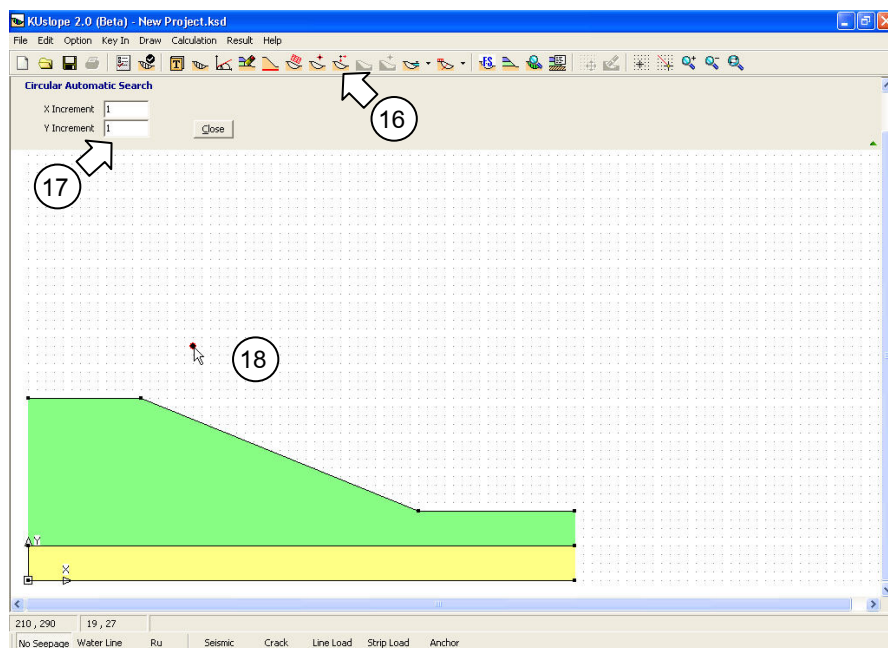


16. การค้นหาอัตราส่วนความปลอดภัยแบบอัตโนมัติ เริ่มจากการคลิกที่ปุ่มค้นหาอัตโนมัติ (Automatic Search) 

17. ป้อนข้อมูลการค้นหาแบบอัตโนมัติตามแนวนอน และแนวตั้ง

18. คลิกตำแหน่งเริ่มต้นของจุดศูนย์กลางการค้นหา

19. คลิกปุ่มคำนวณ (Run)  โปรแกรมจะเริ่มคำนวณโดยจุดศูนย์กลางการค้นหาคือจุดที่ไปในทิศทางที่ให้ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่ต่ำกว่า (รอบตัวเอง) และจะหยุดเมื่อรอบจุดดังกล่าวไม่มีจุดที่ให้ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยต่ำกว่าจุดนี้อีกแล้ว



การค้นหาแบบไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม

20. เลือกทฤษฎีการวิเคราะห์แบบไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลมในข้อที่ 1 แล้วคลิกที่ปุ่มผิวการพังถล่มเริ่มต้น (Slip Surface) 

21. เลือกวิธีการค้นหาจากปุ่มคำสั่งย่อย ซึ่งมี 2 แบบ คือ
- เจาะจงผิวการพิบัติ (Specific Search) เมื่อต้องการหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยเฉพาะผิวการพิบัติเพียงผิวเดียว
 - ผิวการพิบัติอัตโนมัติ (Random Search) เมื่อต้องการหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่มีค่าต่ำสุดในแบบไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม

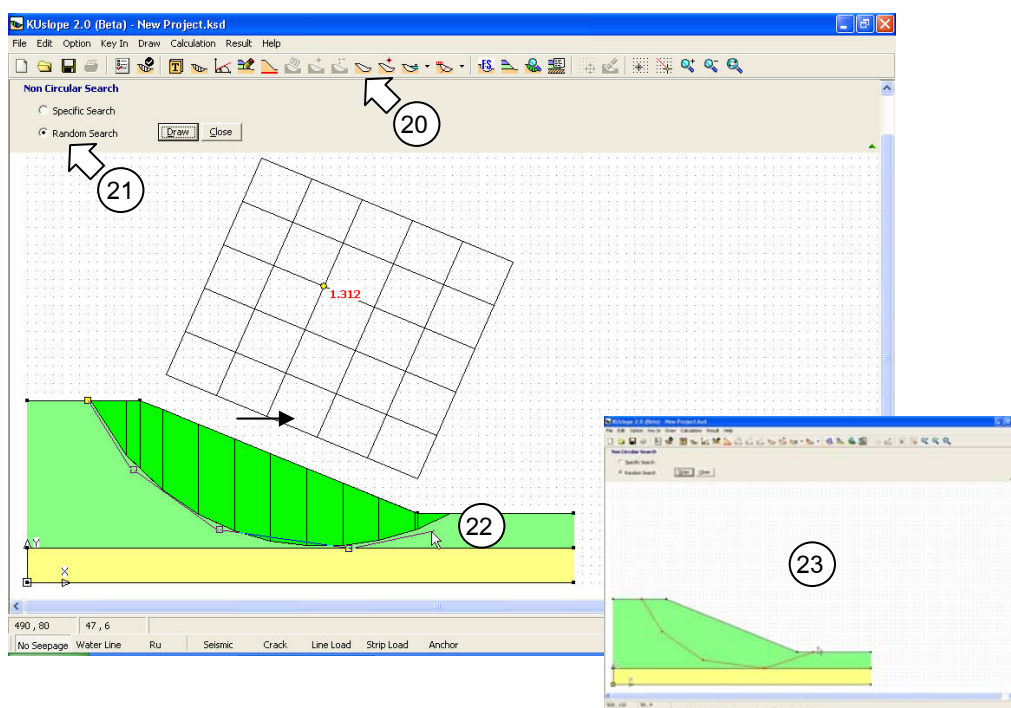
เลือกแล้วคลิกปุ่มวาด (Draw) เพื่อเริ่มวาดผิวการพับติดเริ่มต้น

22. วาดผิวการพับติด โดยตำแหน่งแรกและตำแหน่งสุดท้ายต้องแนบกับชั้นดินชั้นบนสุด (โปรแกรมจะยืดจุดให้แนบกับเส้นชั้นดินบนสุดโดยอัตโนมัติ เมื่อผู้ใช้คลิกตัวชี้ในบริเวณใกล้เคียงกับเส้นชั้นดินบนสุด)

ข้อแนะนำ

ผู้ใช้ควรทำการวิเคราะห์แบบเป็นส่วนโค้งของวงกลม (โดยตารางการค้นหา หรือค้นหาแบบอัตโนมัติ) เพื่อให้ได้แนวทางในการวาดผิวการพับที่เริ่มต้น และทำให้ผลการวิเคราะห์แบบไม่
เป็นส่วนโค้งของวงกลมมีความถูกต้องมากขึ้น

23. เมื่อवादพิพาทพิบัติเริ่มต้นมาปิดชั้นดินชั้นบนสุด ให้คลิกขวาเพื่อสิ้นสุดการวาด

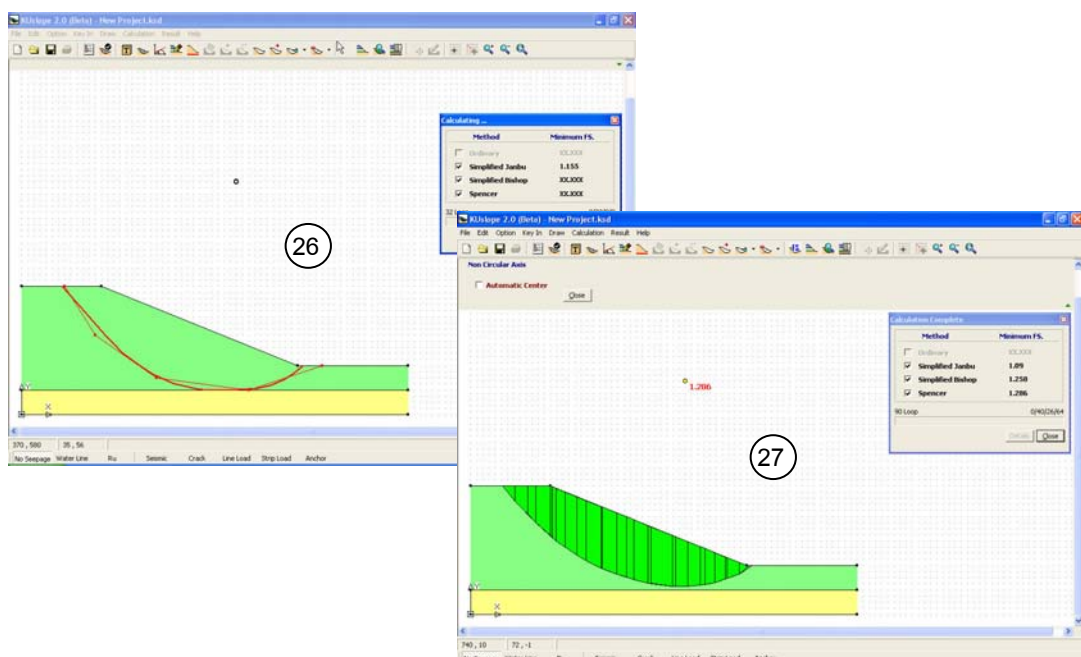
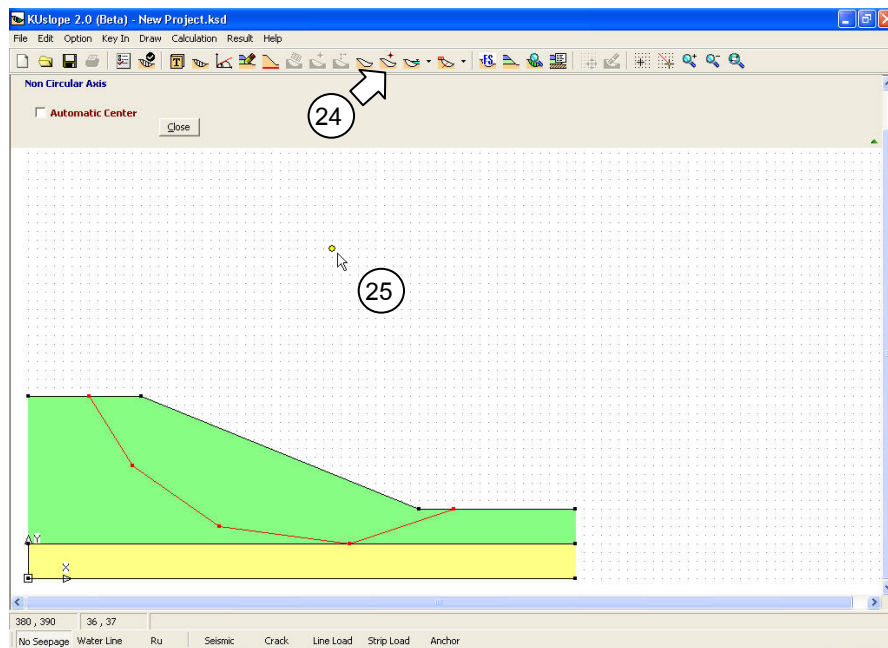


24. คลิกปุ่มจุดหมุน (Axis) 

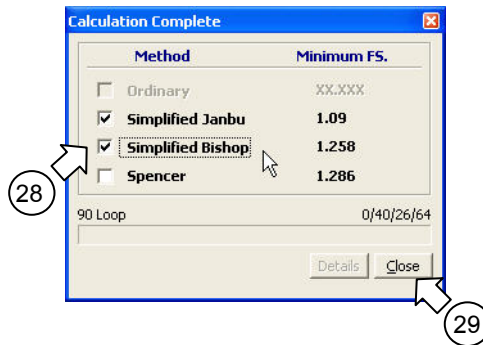
25. วาดตำแหน่งที่ใช้เป็นจุดหมุนสำหรับการวิเคราะห์

26. คลิกปุ่มคำนวณ (Run)  โปรแกรมจะเริ่มคำนวณโดยแสดงผิวการพังทลายที่เปลี่ยนไปเพื่อให้ได้ค่าอัตราส่วนปลอดภัยที่น้อยที่สุด ขณะเดียวกันจะปรากฏหน้าต่างแสดงค่าอัตราส่วนความปลอดภัย และจำนวนผิวการพังทลายที่ทำการวิเคราะห์ในแต่ละวิธี (Ordinary/Simp. Janbu/Simp. Bishop/Spencer)

27. เมื่อสิ้นสุดการคำนวณ โปรแกรมจะแสดงผิวการพังทลาย และค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่น้อยที่สุด



28. สำหรับทฤษฎีการค้นหาค้นหาแบบไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม เมื่อคลิกเลือกวิธีการวิเคราะห์ โปรแกรมจะแสดงค่าอัตราส่วนความปลอดภัยตามวิธีต่าง ของผิวการพังถล่มสุดท้ายที่การวิเคราะห์ (ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยที่ปรากฏบนพื้นที่ทำงานจะไม่เท่ากับค่าที่แสดงในหน้าต่างแสดงค่าอัตราส่วนความปลอดภัย)



การวิเคราะห์โดยพิจารณาผลกระทบของน้ำ

โดยเส้นระดับน้ำ (Water Line)

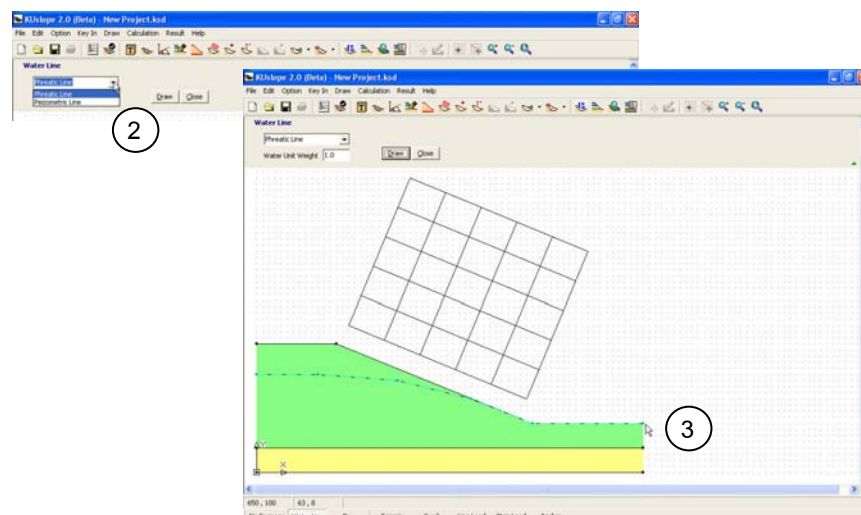
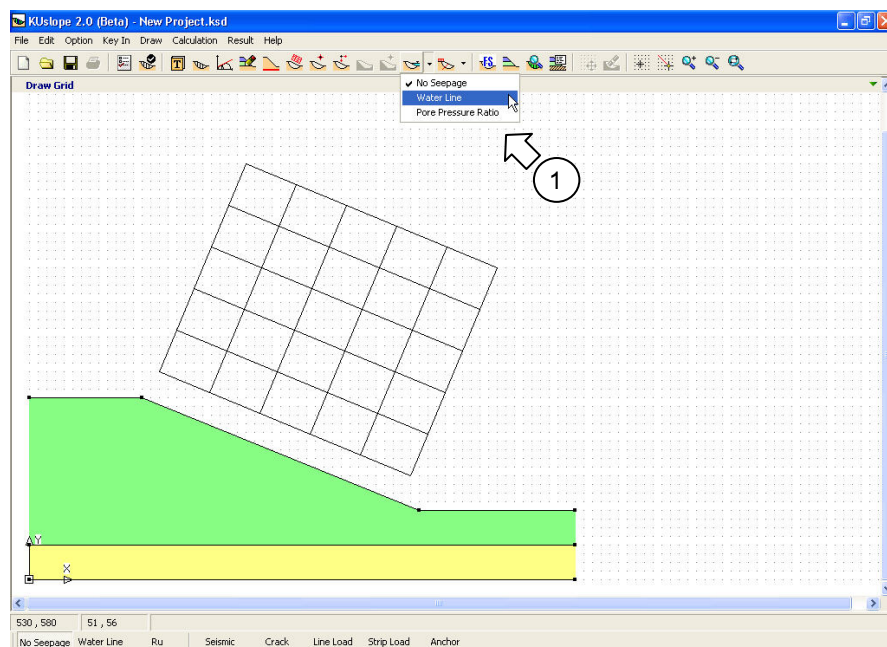
1. เลือกคำสั่งเส้นระดับน้ำ (Water Line) จากเมนูความชื้นน้ำ (Seepage Condition) 

2. เลือกประเภทของเส้นระดับน้ำจากเมนูย่อย ซึ่งเลือกได้ 2 ประเภท คือ

- เส้นผิวน้ำ (Phreatic Line)
- เส้นความดันน้ำ (Piezometric Line)

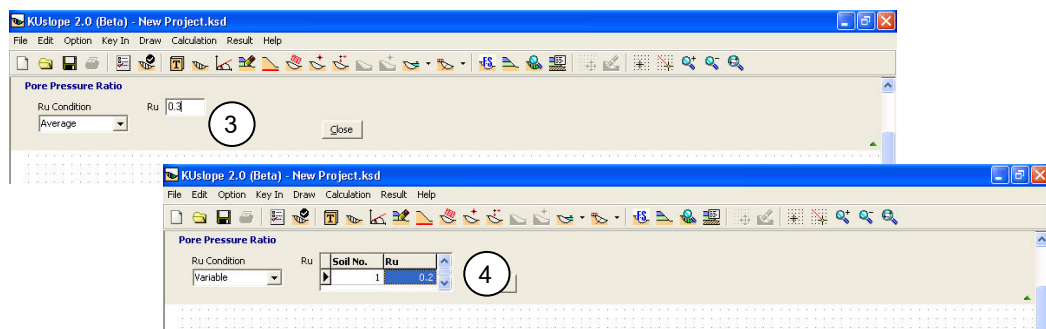
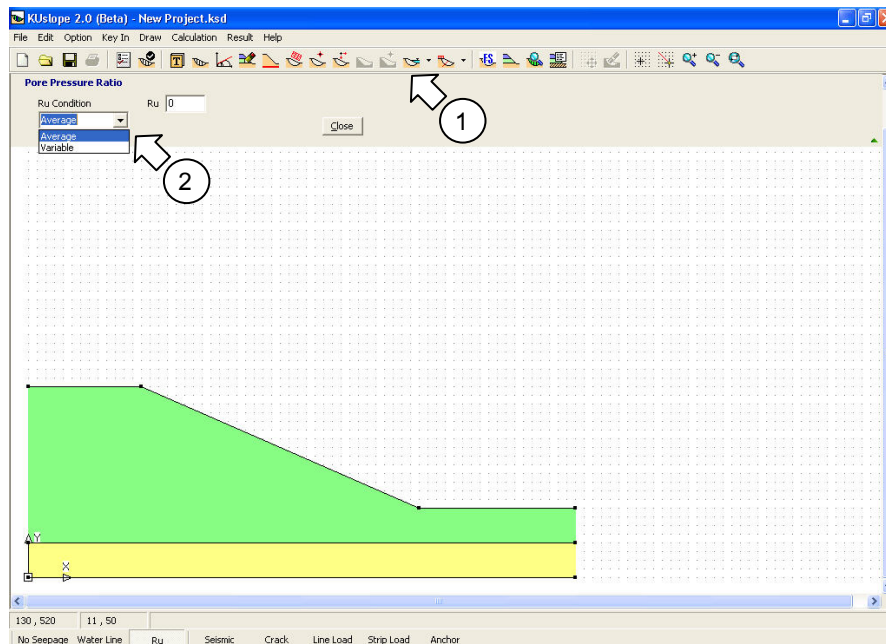
ป้อนค่าหน่วยน้ำหนักของน้ำ แล้วคลิกวาด (Draw)

3. วาดเส้นระดับน้ำ เมื่อสิ้นสุดการวาดให้คลิกขวา



โดยอัตราส่วนความดันน้ำ (Pore Pressure Ratio)

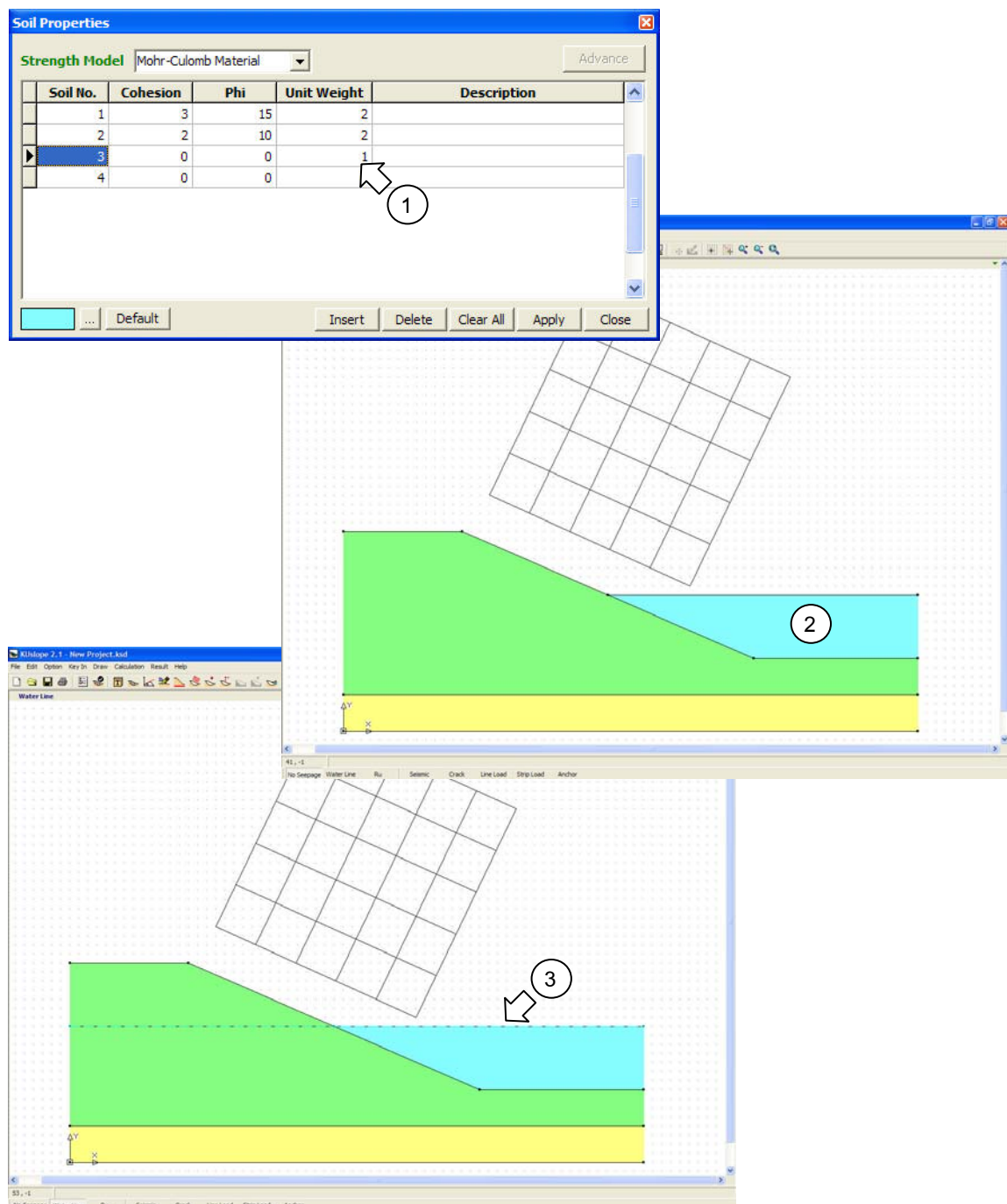
1. เลือกคำสั่งอัตราส่วนความดันน้ำ (Pore Pressure Ratio) จากเมนูความชื้นน้ำ  (Seepage Condition)
2. เลือกประเภทของอัตราส่วนความดันน้ำจากเมนูย่อย ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ
 - ค่าอัตราส่วนความดันน้ำเฉลี่ย (Average)
 - ค่าอัตราส่วนความดันน้ำแปรเปลี่ยนตามชั้นดิน (Variable)
3. ตัวอย่างการป้อนค่าอัตราส่วนความดันน้ำแบบเฉลี่ย
4. ตัวอย่างการป้อนค่าอัตราส่วนความดันน้ำแบบแปรเปลี่ยนตามชั้นดิน ประกอบด้วย ชั้นดิน (Soil No.) และค่าอัตราส่วนความดันน้ำ (Ru)



การวิเคราะห์ลาดดินกรณีมีน้ำอิสระ

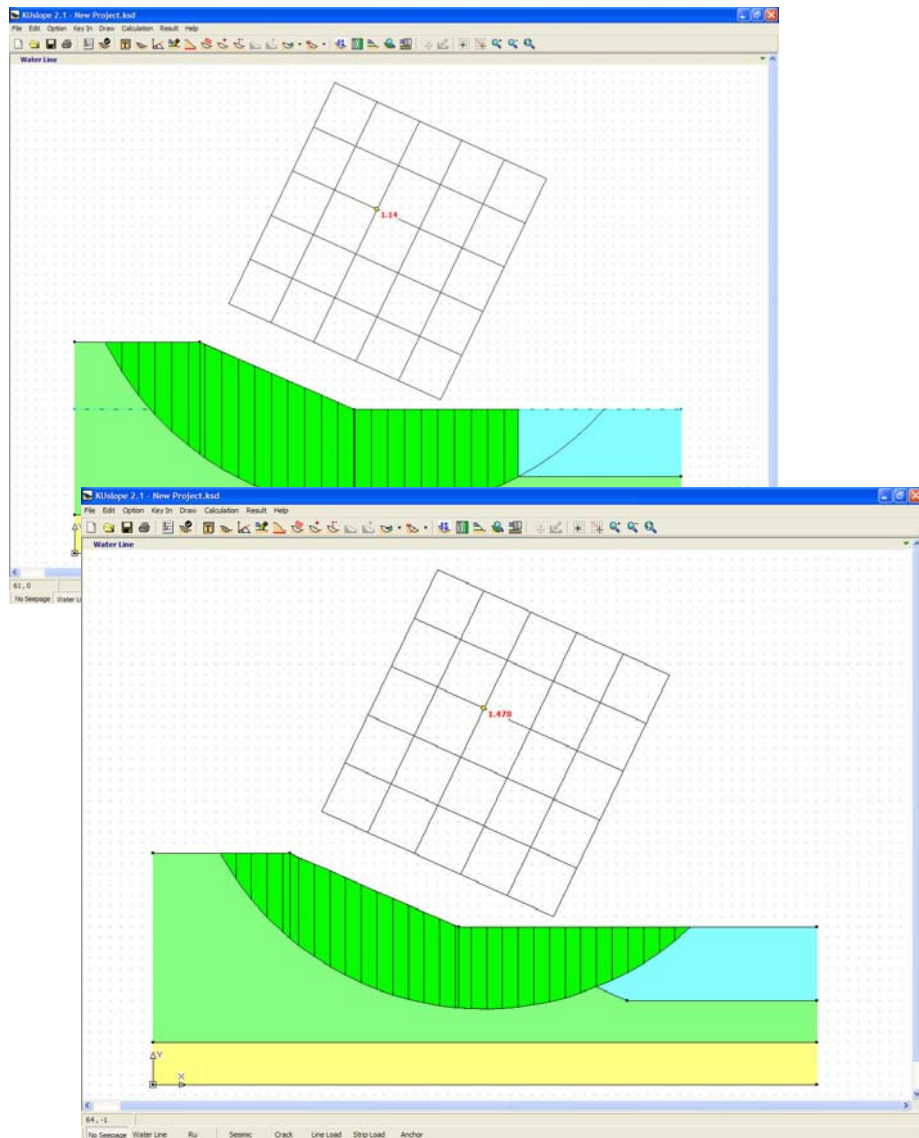
เมื่อต้องการวิเคราะห์เสถียรภาพของลาดดินโดยที่มีชั้นน้ำอยู่ด้านข้างของลาดดินนั้น ต้องกำหนดให้ชั้นน้ำดังกล่าวเป็นชั้นดินที่มีคุณสมบัติเหมือนน้ำ คือมีค่า $c=0$, $\phi=0$, $\gamma=1.0 \text{ t/m}^3$

1. เพิ่มชั้นดินที่มีคุณสมบัติเหมือนน้ำ
2. ป้อนชั้นดินตามปกติ โดยมีชั้นน้ำเป็นชั้นรองสุดท้ายเสมอ
3. ใส่เส้นระดับน้ำให้แนบไปกับผิวน้ำอิสระ



ข้อสังเกต

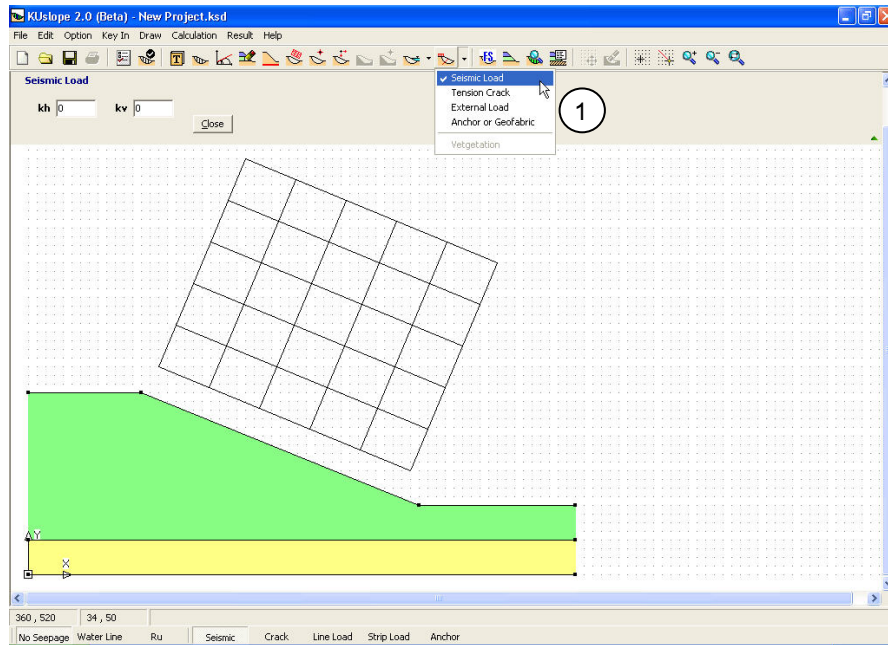
ลักษณะวงพืดในกรณีวิเคราะห์ลาดดินที่มีน้ำอิสระจะไม่มีวงพืดผ่านชั้นน้ำ



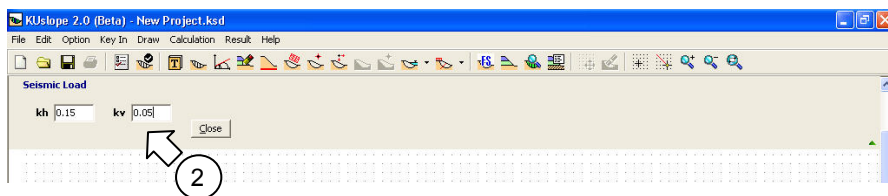
การวิเคราะห์โดยพิจารณาผลกระทบจากแรงภายนอก

แผ่นดินไหว (Seismic Load)

1. คลิกปุ่มคำสั่งแรงกระทำ (Load Effect)  แล้วเลือกแผ่นดินไหว



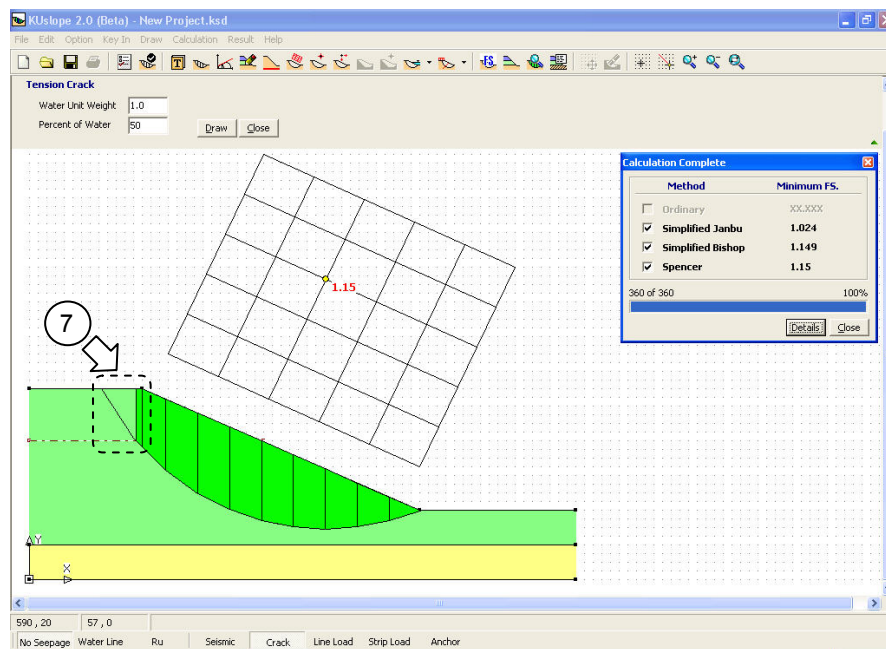
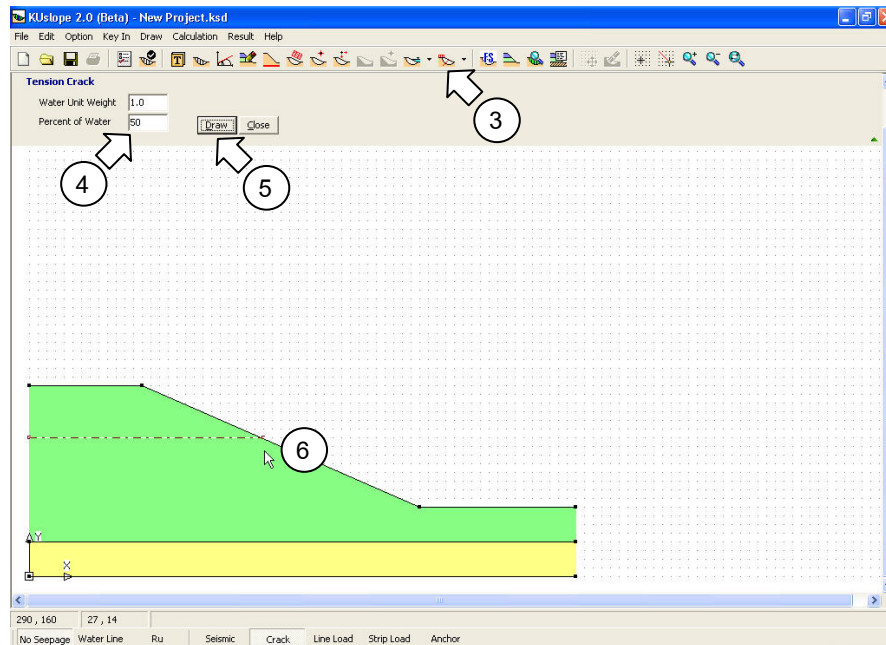
2. ป้อนค่าสัมประสิทธิ์ความสั่นสะเทือนในแนวนอน (K_h) และแนวตั้ง (K_v)



รอยแตกที่ผิวดิน (Tension Crack)

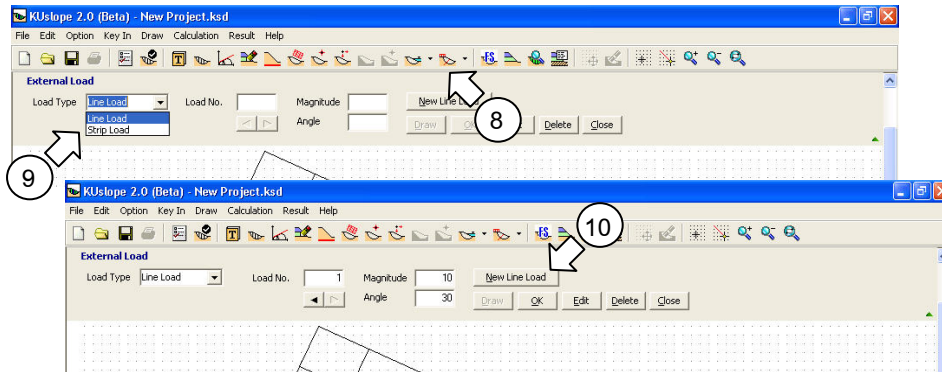
3. คลิกปุ่มคำสั่งแรงกระทำ (Load Effect)  แล้วเลือกรอยแตกที่ผิวดิน
4. ป้อนค่าหน่วยน้ำหนักน้ำ (Water Unit Weight) และ เปอร์เซนต์น้ำ (Percent of Water) ที่อยู่ในรอยแตกที่ผิวดิน
5. คลิกวาด (Draw) เพื่อเริ่มต้นลากเส้นรอยแตก
6. วาดเส้นรอยแตกตามแนวที่ต้องการ ถ้าต้องการวาดใหม่ให้คลิกปุ่มวาดอีกครั้งแล้วเริ่มวาดเส้นใหม่ เมื่อสิ้นสุดการวาดให้คลิกขวา

7. หลังการวิเคราะห์จะเห็นว่าโปรแกรมไม่นำส่วนที่อยู่เหนือรอยแตกที่ผิวดินมาใช้ในการวิเคราะห์

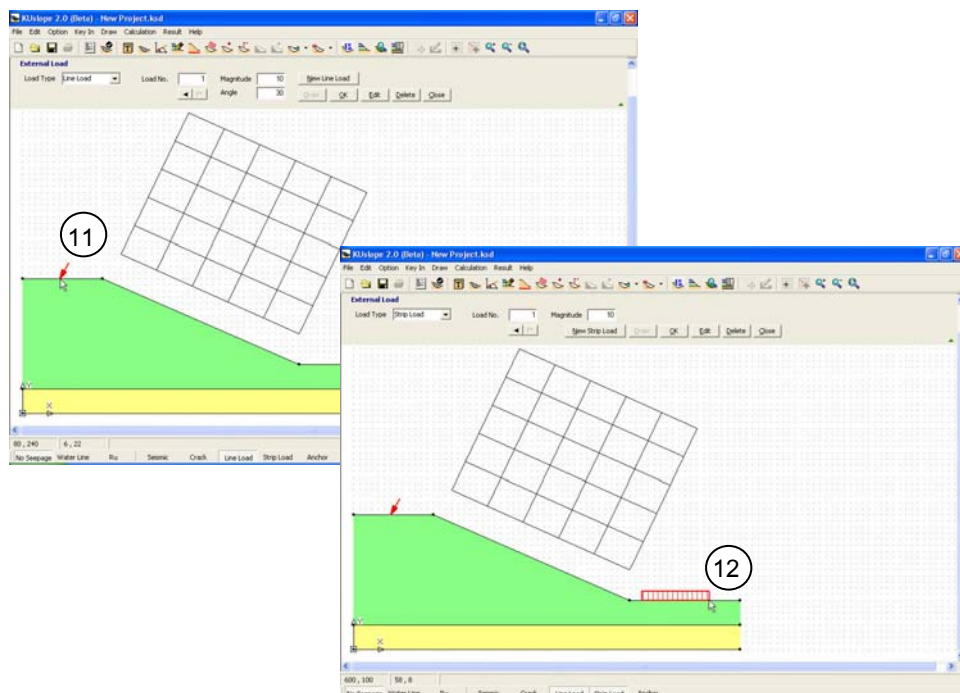


แรงภายนอก (External Load)

8. คลิกปุ่มคำสั่งแรงกระทำ (Load Effect)  แล้วเลือกแรงภายนอก
9. เลือกประเภทของแรงภายนอก ซึ่งแบ่งเป็น เส้นน้ำหนัก (Line Load) และผืนน้ำหนัก (Strip Load)



10. กรณีเลือกเส้นน้ำหนัก ให้คลิกเส้นน้ำหนักใหม่แล้วป้อนข้อมูล ลำดับของแรงภายนอก (Load No.) ค่าน้ำหนัก (Magnitude) และมุมกระทำกับแนวดิ่ง (Angle) จากนั้นคลิกวาด (Draw) กรณีเลือกผืนน้ำหนัก ให้คลิกผืนน้ำหนักใหม่แล้วป้อนข้อมูล ลำดับของแรงภายนอก (Load No.) และค่าน้ำหนัก (Magnitude) จากนั้นคลิกวาด (Draw)
11. กรณีเลือกเส้นน้ำหนัก ระบุตำแหน่งพิกัดตามแนวราบ โดยการคลิกบนเส้นชั้นดินบนสุด
12. กรณีเลือกผืนน้ำหนัก ให้คลิกพิกัดในแนวราบเริ่มต้น และจุดสิ้นสุด บนเส้นชั้นดินบนสุด

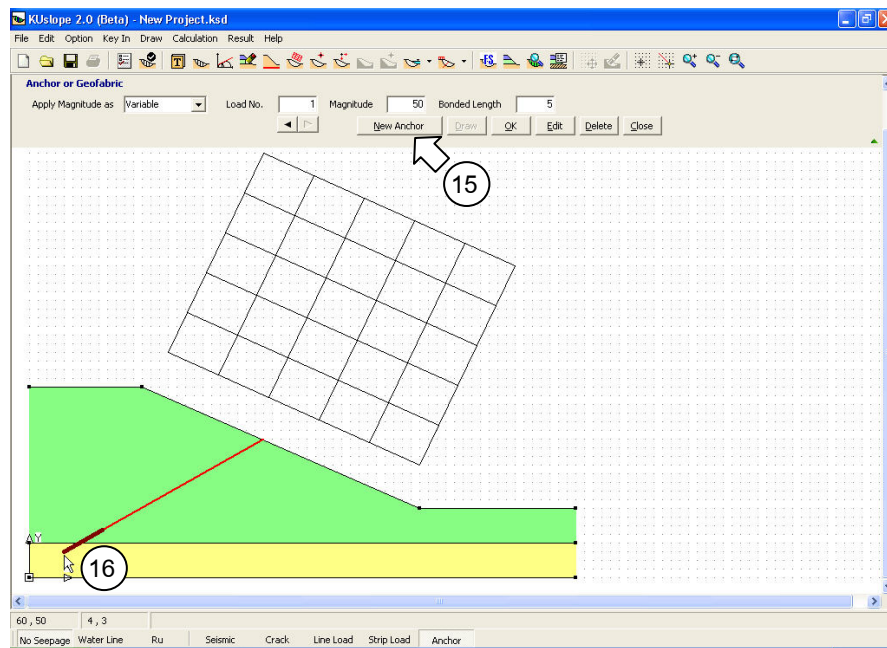
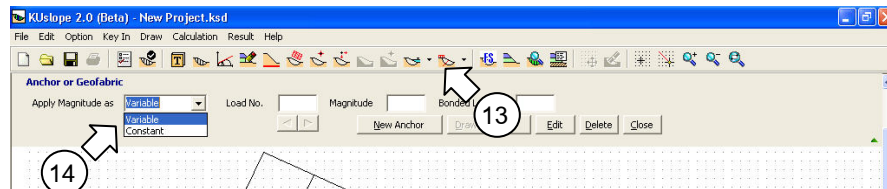


วัสดุเสริมแรง (Anchor or Geofabric)

13. คลิกปุ่มคำสั่งแรงกระทำ (Load Effect)  แล้วเลือกวัสดุเสริมแรง

14. เลือกประเภทของวัสดุเสริมแรง แบบแปรเปลี่ยน (Variable) หรือแบบคงที่ (Constant)

15. คลิกวัสดุเสริมแรงใหม่ (New Anchor) แล้วป้อนลำดับของวัสดุเสริมแรง (Load No.) ค่ากำลังเสริม (Magnitude) และความยาวส่วนยึดรั้ง (Bonded Length) จากนั้นคลิกวาด (Draw)
16. วาดพิกัดเริ่มต้น และพิกัดสิ้นสุด โปรแกรมจะแสดงส่วนยึดรั้งของวัสดุเสริมแรงด้วยเส้นหนาสีน้ำตาล



การใช้งานตัวช่วยป้อนข้อมูล (KUslope Step by Step)

ตัวช่วยป้อนข้อมูลเป็นหน้าต่างที่รวมการป้อนข้อมูลทั้งหมดมาไว้ในที่เดียว มีลักษณะคล้ายกับการป้อนข้อมูลในโปรแกรม KUslope 1.18 แต่มีการเพิ่มตัวเลือก และรูปภาพเพื่อช่วยอธิบายความหมายของตัวเลือกต่างๆ ทำให้ง่ายต่อการป้อนข้อมูลยิ่งขึ้น โดยการใช้งานจะเรียงลำดับจากซ้ายไปขวา ดังนี้

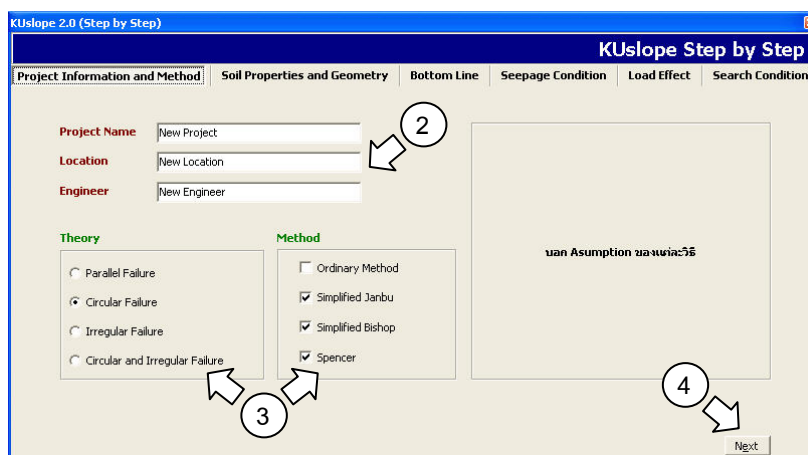
- ข้อมูลโครงการ และทฤษฎีการวิเคราะห์ (Project Information and Method)
- คุณสมบัติ และรูปร่างของชั้นดิน (Soil Properties and Geometry)
- ชั้นดินล่างสุด (Bottom Line)
- สถานะความชื้นน้ำ (Seepage Condition)
- ผลกระทบจากแรงภายนอก (Load Effect)
- วิธีการค้นหาอัตราส่วนความปลอดภัย (Search Condition)

การทำงานโดยใช้ตัวช่วยป้อนข้อมูลสามารถทำได้ดังนี้ คือ

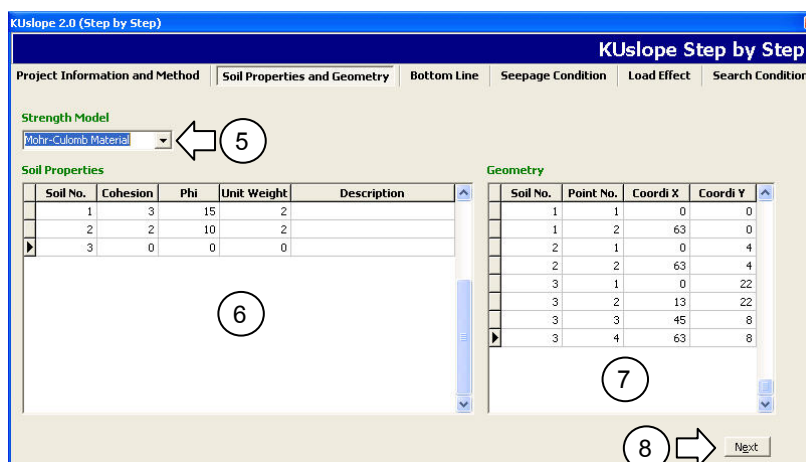
1. คลิกปุ่มตัวช่วยป้อนข้อมูล (Step by Step) บนเมนูหลัก หรือกด Ctrl+W



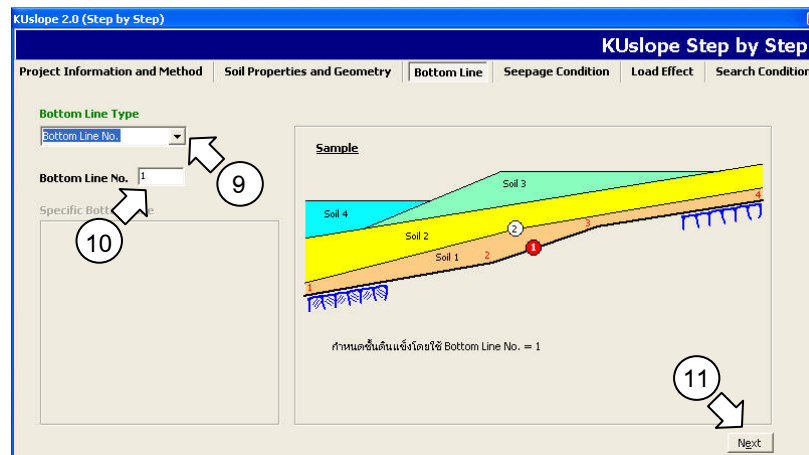
2. ป้อนข้อมูลชื่อโครงการ (Project Name) สถานที่ตั้ง (Location) ชื่อวิศวกร (Engineer)
3. เลือกทฤษฎี และวิธีการวิเคราะห์ (แถบวิธีการค้นหาอัตราส่วนความปลอดภัย จะเปลี่ยนไปตามการเลือกทฤษฎีการวิเคราะห์)
4. คลิกปุ่ม ต่อไป (Next) หรือเลือกหัวข้อคุณสมบัติ และรูปร่างของชั้นดิน จากแถบด้านบน



5. เลือกรูปแบบกำลังของดิน (Strength Model) จาก 2 รูปแบบ คือ Mohr-Coulomb Material หรือ Anisotropic Strength
6. ป้อนข้อมูลคุณสมบัติชั้นดิน ซึ่งประกอบด้วย
 - ลำดับชั้นดิน (Soil No.) เรียงจากล่างขึ้นบน
 - แรงยึดเหนี่ยวของมวลดิน (Cohesion)
 - มุมเสียดทานภายใน หรือ Internal Friction Angle (Phi)
 - หน่วยน้ำหนัก (Unit Weight)
 - คำอธิบายชั้นดิน (Description)
7. ป้อนข้อมูลลักษณะชั้นดิน ซึ่งประกอบด้วย
 - ลำดับชั้นดิน (Soil No.)
 - ลำดับจุดในแต่ละชั้นดิน (Point No.)
 - ค่าพิกัดแนวราบ (Coordi X)
 - ค่าพิกัดแนวดิ่ง (Coordi Y)
8. คลิกปุ่ม ต่อไป (Next) หรือเลือกหัวข้อชั้นดินล่างสุด จากแถบด้านบน



9. เลือกการกำหนดชั้นดินล่างสุด (Bottom Line) ซึ่งประกอบด้วย
 - กำหนดตามขอบเขตของชั้นดินที่เลือก (Bottom Line No.) เป็นการกำหนดให้ผิวล่างสุดของชั้นดินชั้นเพียงชั้นเดียว เป็นชั้นที่ผิวการพิบัติไม่สามารถตัดผ่านได้
 - กำหนดโดยระบุส่วนของเส้นตรงประกอบกันเป็นชั้นดินล่างสุด (Specific Bottom Line) ซึ่งเป็นของชั้นดินที่แตกต่างกัน มาประกอบกันได้ การป้อนข้อมูลประกอบด้วย ชนิดชั้นดิน (Soil No.) จุดเริ่มต้น (Begin Point) และจุดสิ้นสุด (End Point) ของเส้นตรงนั้นๆ
10. ป้อนค่าชั้นดินล่างสุด
11. คลิกปุ่ม ต่อไป (Next) หรือเลือกหัวข้อสถานะความชื้นน้ำ จากแถบด้านบน



12. เลือกสภาวะการซึมผ่าน ซึ่งประกอบด้วย 3 สภาวะ คือ

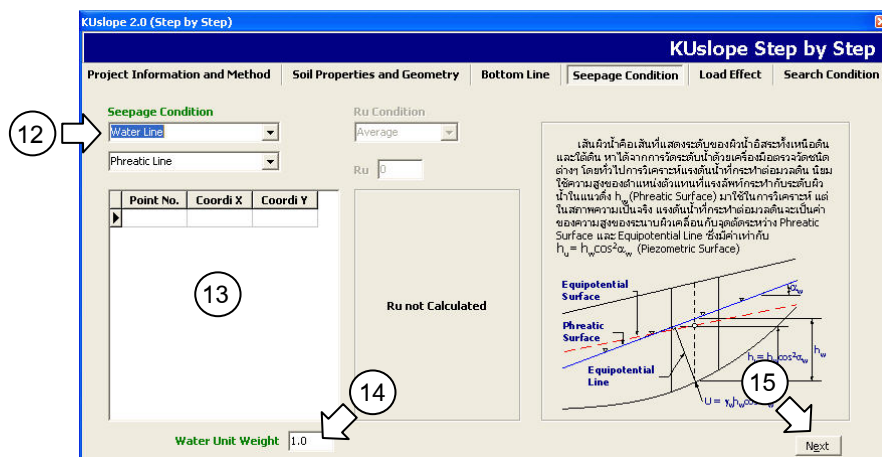
- ไม่มีการไหลซึมของน้ำ (No Seepage) เมื่อไม่คำนึงถึงผลกระทบเนื่องจากน้ำ
- เส้นระดับน้ำ (Water Line) แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. เส้นผิวน้ำ (Phreatic Line)
2. เส้นความดันน้ำ (Piezometric Line)

การป้อนข้อมูลประกอบด้วย ลำดับจุดข้อมูล (Point No.) พิกัดแนวนอน (Coordi X) และพิกัดแนวตั้ง (Coordi Y)

- อัตราส่วนความดันน้ำ (Pore Pressure Ratio) แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. ค่าอัตราส่วนความดันน้ำเฉลี่ย (Average) ซึ่งจะป้อนค่าอัตราส่วนความดันน้ำ (Ru) ค่าเดียว
2. ค่าอัตราส่วนความดันน้ำแปรเปลี่ยนตามชั้นดิน (Variable) การป้อนข้อมูลประกอบด้วย ชั้นดิน (Soil No.) และค่าอัตราส่วนความดันน้ำ (Ru) ของชั้นดินนั้นๆ



13. ป้อนค่าพิกัดเส้นผิวน้ำ หรือค่าความอัตราส่วนดินน้ำ

14. ป้อนค่าหน่วยน้ำหนักของน้ำ สำหรับกรณีที่เลือกเส้นระดับน้ำ

15. คลิกปุ่ม ต่อไป (Next) หรือเลือกหัวข้อผลกระทบจากแรงภายนอก จากแถบด้านบน

16. ผลกระทบจากแรงภายนอกเนื่องจากแผ่นดินไหว (Seismic) ป้อนค่าสัมประสิทธิ์ความสั่นสะเทือนในแนวราบ (Kh) และแนวตั้ง (Kv)

KUslope Step by Step

Project Information and Method | Soil Properties and Geometry | Bottom Line | Seepage Condition | **Load Effect** | Search Condition

Seismic | External Load | Tension Crack | Anchor or Geofabric

Kh = 0 Kv = 0

☐ Disable

16

Modified Mercalli Intensity Scale (1931, Wood and Neumann)	Acceleration or Coeff. of earthquake
I	
II	
III	0.005g
IV	0.01g
V	
VI	0.05g
VII	0.1g
VIII	
IX	0.5g
X	1.0g
XI	
XII	5.0g

Next

17. ผลกระทบจากแรงภายนอกเนื่องจากน้ำหนักภายนอก (External Load) แบ่งเป็น 2 แบบ คือ
- เส้นน้ำหนัก (Line Load) ป้อนข้อมูล ลำดับของเส้นน้ำหนัก (Load No.) ค่าน้ำหนัก (Magnitude) พิกัดแนวราบ (Coordi X) และมุมกระทำกับแนวตั้ง (Angle)
 - ผืนน้ำหนัก (Strip Load) ป้อนข้อมูล ลำดับของผืนน้ำหนัก (Load No.) ค่าน้ำหนัก (Magnitude) พิกัดเริ่มต้นในแนวราบ (Begin X) และพิกัดสิ้นสุดในแนวราบ (End X)

KUslope Step by Step

Project Information and Method | Soil Properties and Geometry | Bottom Line | Seepage Condition | **Load Effect** | Search Condition

Seismic | **External Load** | Tension Crack | Anchor or Geofabric

Line Load

Load No.	Magnitude	Coordi X	Angle
1	10	6	30

☐ Disable Line Load

Strip Load

Load No.	Magnitude	Begin X	End X
1	10	47	58

☐ Disable Strip Load

17

Next

18. ผลกระทบจากแรงภายนอกเนื่องจากรอยแตกที่ผิวดิน (Tension Crack) ป้อนข้อมูลหน่วยน้ำหนัก และสัดส่วนของน้ำในรอยแตกที่ผิวดิน แล้วป้อนค่าลำดับของจุดรอยแตก (Point No.) พิกัดแนวราบ (Coordi X) พิกัดแนวตั้ง (Coordi Y)

KUslope 2.0 (Step by Step)

KUslope Step by Step

Project Information and Method | Soil Properties and Geometry | Bottom Line | Seepage Condition | Load Effect | Search Condition

Seismic | External Load | Tension Crack | Anchor or Geofabric

Water Unit Weight: 1.0

Percent of Water: 50

☐ Disable

Tension Crack Line

Point No.	Coordi X	Coordi Y
1	0	16
2	27	16

Next

19. วัสดุเสริมแรง (Anchor or Geofabric) เลือกชนิดของวัสดุเสริมแรง แบบแปรเปลี่ยน (Variable) หรือแบบคงที่ (Constant) แล้วป้อนลำดับของวัสดุเสริมแรง (Load No.) ค่ากำลังเสริม (Magnitude) พิกัดเริ่มต้นในแนวราบ (X Start) พิกัดเริ่มต้นในแนวดิ่ง (Y Start) พิกัดสิ้นสุดในแนวราบ (X End) พิกัดสิ้นสุดในแนวดิ่ง (Y End) และความยาวส่วนยึดรั้ง (Bonded Length)

KUslope 2.0 (Step by Step)

KUslope Step by Step

Project Information and Method | Soil Properties and Geometry | Bottom Line | Seepage Condition | Load Effect | Search Condition

Seismic | External Load | Tension Crack | Anchor or Geofabric

Apply Magnitude as

☒ Variable ☐ Constant

☐ Disable

Load No.	Magnitude	X start	Y start	X end	Y end	Bonded Length
1	50	27	16	4	3	5

Next

ข้อแนะนำ

โปรแกรมจะกำหนดค่าเริ่มต้นของการคำนวณ โดยไม่นำผลกระทบจากแรงภายนอกมาวิเคราะห์ หากผู้ใช้ต้องการวิเคราะห์โดยคำนึงถึงผลกระทบจากปัจจัยต่าง ๆ นั้น ให้คลิกช่อง “ไม่คำนวณ” (Disable) เปลี่ยนเป็นไม่มีเครื่องหมายถูก

20. คลิกปุ่ม ต่อไป (Next) หรือเลือกหัวข้อวิธีการค้นหาอัตราส่วนความปลอดภัย จากแถบด้านบน

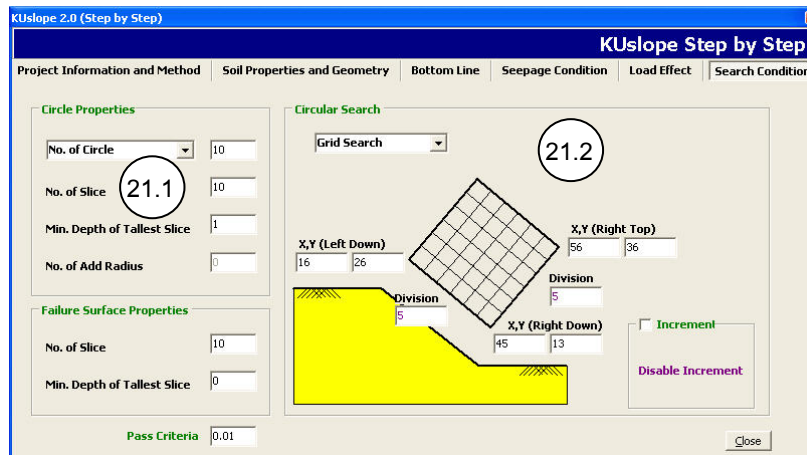
21. ป้อนข้อมูลสำหรับกำหนดค่าในการวิเคราะห์ กรณีวิเคราะห์แบบเป็นส่วนของวงกลม

- 21.1 ป้อนข้อมูลลักษณะของวงกลม (Circle Properties) ที่ใช้วิเคราะห์ในหน้าต่างบน-ซ้าย ดังนี้

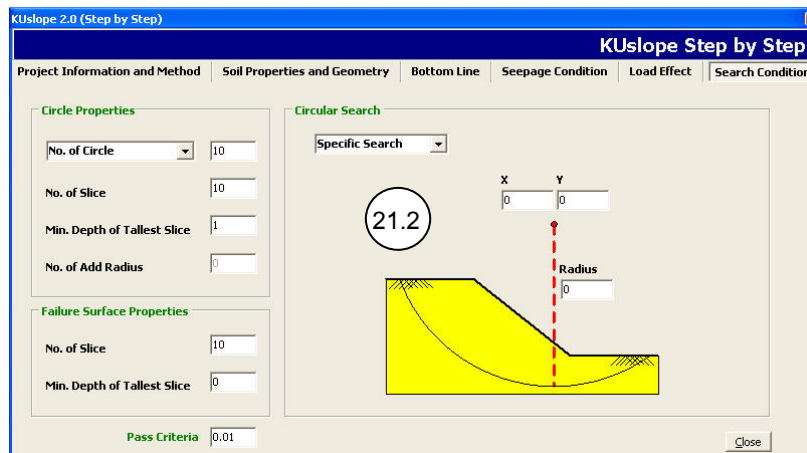
- จำนวนวงที่ใช้ค้นหาจากรัศมีมากที่สุด ถึงรัศมีน้อยสุด (No. of Circle)
- ค่ารัศมีที่ลดลงจากรัศมีมากที่สุด (Radius Decrement)
- จำนวนการแบ่งมวลดิน (No. of Slice)
- ความสูงที่น้อยที่สุดที่ทำกรวิเคราะห์ (Min. Depth of Tallest Slice)

21.2 เลือกวิธีการค้นหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยในหน้าต่างขา โดยเลือกจาก 3 วิธี คือ

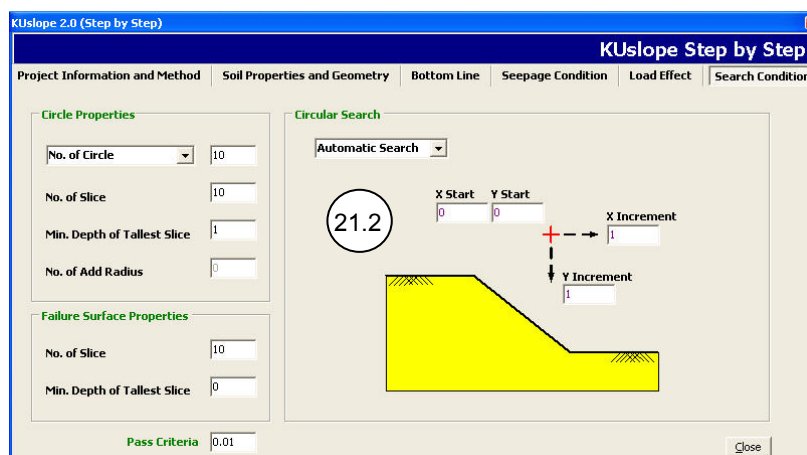
- ตารางการค้นหา (Grid Search) ป้อนข้อมูลการแบ่งตารางการค้นหาตามแนว 1-2 (Division between 1 and 2) และตามแนว 2-3 (Division between 2 and 3) นอกจากนั้นถ้าต้องการแบ่งการค้นหาเพิ่มเติมให้คลิกที่ ค้นหาเพิ่ม (Increment) ตามแนว x และ y



- ค้นหาเฉพาะจุด (Specific Search) ป้อนตำแหน่งที่เป็นจุดศูนย์กลางของผิวการพินดี (x, y) และรัศมีการค้นหา (Radius)



- ค้นหาอัตโนมัติ (Automatic Search) ป้อนตำแหน่งจุดศูนย์กลางเริ่มต้น (x, y) และข้อมูลการเพิ่มแบบอัตโนมัติตามแนวนอน (X Increment) และแนวตั้ง (Y Increment)



22. ป้อนข้อมูลสำหรับกำหนดค่าในการวิเคราะห์ กรณีวิเคราะห์แบบไม่เป็นส่วนของวงกลม

22.1 ป้อนข้อมูลลักษณะผิวการพังทลาย (Failure Surface Properties) ที่ใช้วิเคราะห์ในหน้าต่างล่าง-ซ้าย ดังนี้

- จำนวนการแบ่งมวลดิน (No. of Slice)
- ความสูงที่น้อยที่สุดที่ทำการวิเคราะห์ (Min. Depth of Tallest Slice)

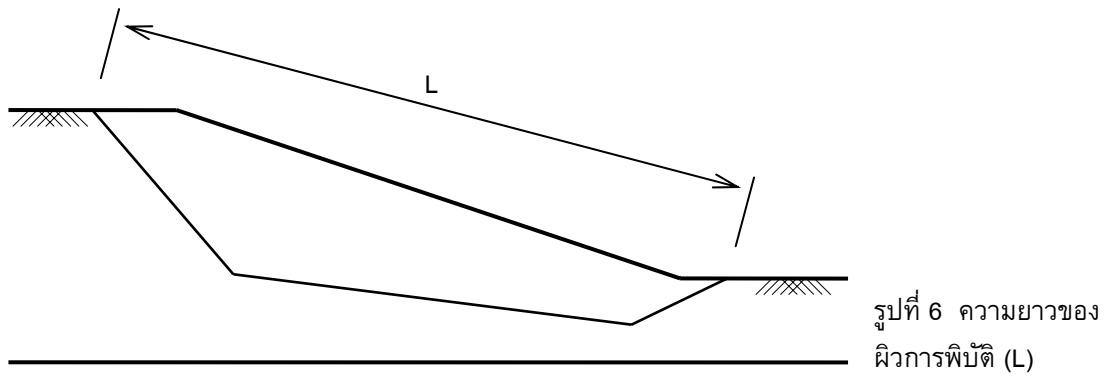
22.2 เลือกวิธีการค้นหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัยในหน้าต่างขวา โดยเลือกจาก 2 วิธี คือ

- เจาะจงผิวการพังทลาย (Specific Search) ป้อนพิกัดที่เป็นจุดหมุน (x, y) และป้อนพิกัดของผิวการพังทลายเริ่มต้นจาก ตำแหน่งที่ (Point No.) พิกัดแนวราบ (Coordi X) พิกัดแนวตั้ง (Coordi Y)

- ผิวการพังทลายอัตโนมัติ (Random Search) ป้อนพิกัดที่เป็นจุดหมุน (x, y) จำนวนทิศทางการค้นหา (No. of Direction) ระยะเคลื่อนที่ (Moving Length) จำนวนการแบ่งย่อย (Divide Step) และป้อนพิกัดของผิวการพังทลายเริ่มต้นจาก ตำแหน่งที่ (Point No.) พิกัดแนวราบ (Coordi X) พิกัดแนวตั้ง (Coordi Y)

ข้อแนะนำ

- จุดเริ่มต้น และจุดสุดท้ายของการป้อนผิวการพังทลายเริ่มต้น ต้องแนบพอดีกับชั้นดินชั้นบนสุดเท่านั้น
- ระยะเคลื่อนที่ (Moving Length) ที่มีค่าเท่ากับ 0 เป็นการบอกให้โปรแกรมใช้ค่า หนึ่งในร้อยละของความยาวของผิวการพังทลาย ($L/100$) เป็นค่าระยะเคลื่อนที่ ดังรูปที่ 6



23. ป้อนค่าความแตกต่างของอัตราส่วนความปลอดภัยที่ยอมให้ (Pass Criteria)

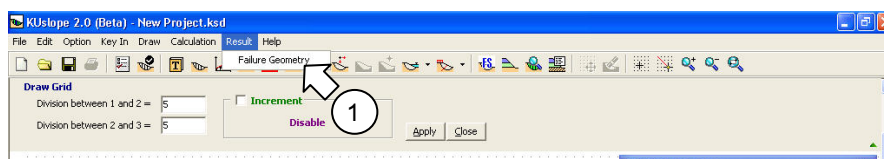
24. คลิกปุ่ม ปิด (Close) เพื่อออกจากการใช้ตัวช่วยป้อนข้อมูล โปรแกรมจะแสดงผลที่ได้จากการป้อนข้อมูลทั้งหมด

การแสดงผลและการพิมพ์ผลการวิเคราะห์

การแสดงผลละเอียดของการพิบัติ

เมื่อสิ้นสุดการวิเคราะห์ สามารถแสดงผลละเอียดของการพิบัติที่มีค่าอัตราส่วนความปลอดภัยต่ำสุดได้โดย

- คลิกที่เมนูผลลัพธ์ (Results) และเลือกรูปร่างการพิบัติ (Failure Geometry)



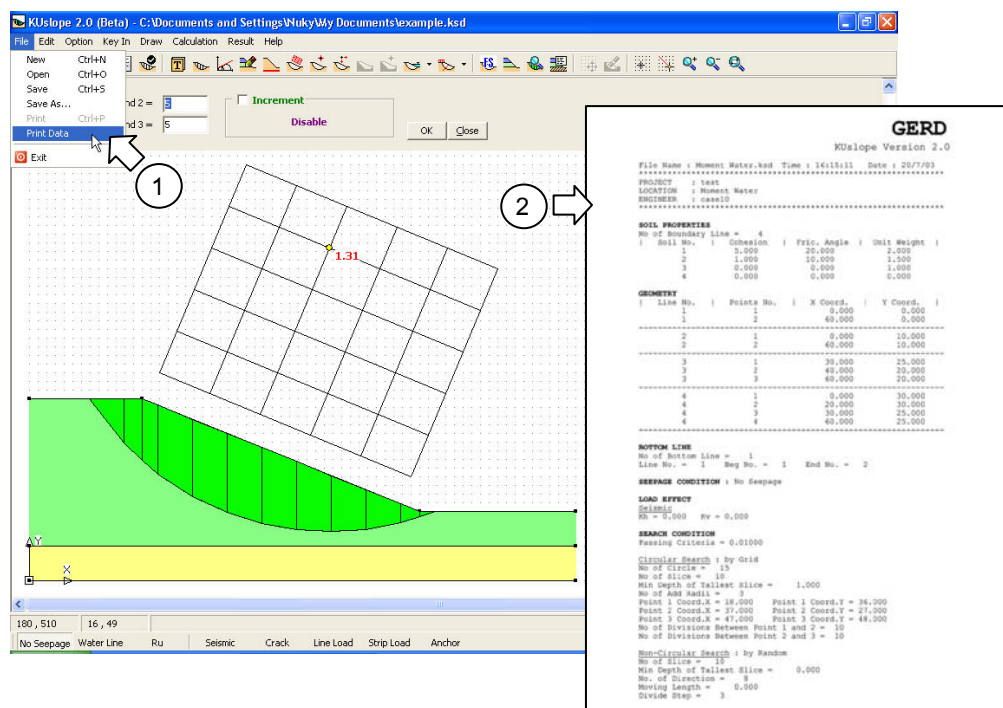
- หน้าต่างรูปร่างการพิบัติ แสดงรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

- ค่าอัตราส่วนความปลอดภัยต่ำสุดโดยวิธี Ordinary, Simplified Janbu, Simplified Bishop และ Spencer ตามลำดับ กรณีที่ไม่ได้เลือกจะแสดง N/A
- พิกัดแนวราบ และแนวตั้ง (X Center, Y Center) ที่เป็นจุดศูนย์กลางในกรณีวิเคราะห์แบบเป็นส่วนโค้งของวงกลม หรือเป็นจุดหมุนในกรณีวิเคราะห์แบบไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม
- รัศมี (Radius) ในกรณีวิเคราะห์แบบเป็นส่วนโค้งของวงกลม
- พื้นที่ของการพิบัติ (Failure Area)
- พิกัดของผิวการพิบัติ (Failure Surface Coordinate) เรียงลำดับจากชิ้นส่วน (Slice) ด้านขวาไปซ้าย

Failure Geometry		
Safety Factor		
Ordinary	:	N/A
Simp. Janbu	:	1.1831
Simp. Bishop	:	1.311
Spencer	:	1.3096
X Center	:	34.6
Y Center	:	38.4
Radius	:	32.7401
Failure Area	:	243.9667
Failure Surface Coordinate		
No	Coor_X	Coor_Y
1	6.8664	21
2	10.8553	15.8589
3	13	13.9411
4	14.8442	12.2921
5	18.8331	9.7065
6	22.822	7.8518
7	26.8109	6.5999
8	30.7998	5.8812
9	34.7887	5.6604
10	38.7776	5.9275
11	42.7665	6.6948
12	45	7.4256

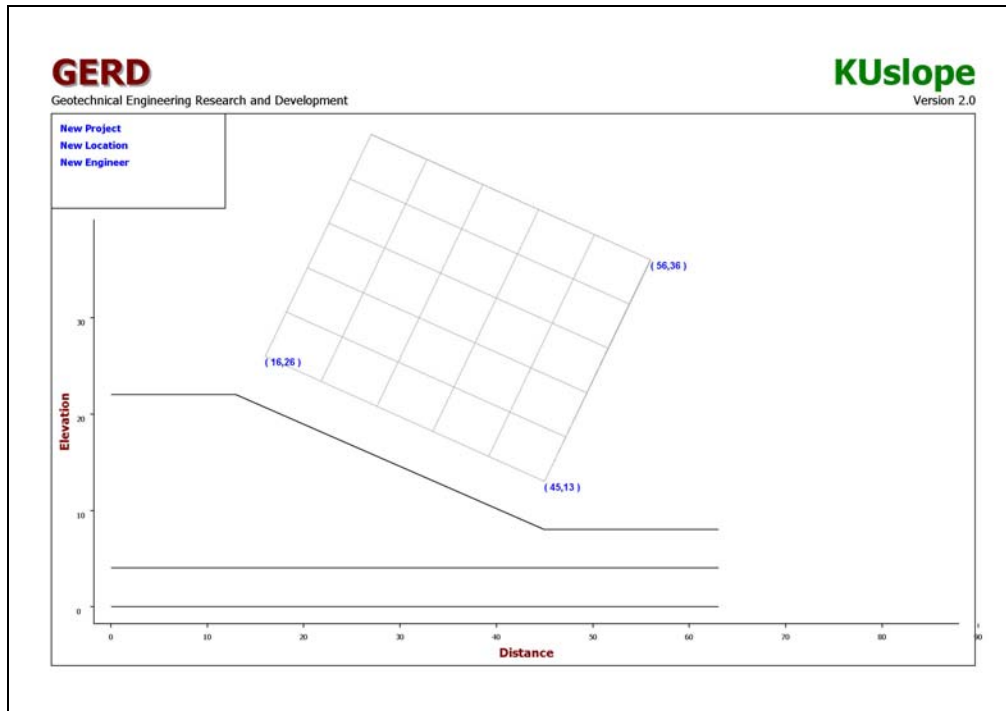
การพิมพ์ข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์

1. เลือกคำสั่งพิมพ์ข้อมูล (Print Data) จากเมนูแฟ้ม (File) แล้วเลือกเครื่องพิมพ์ ก่อนคลิกปุ่มตกลง
2. โปรแกรมจะพิมพ์ข้อมูลทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ ตั้งแต่ ชื่อไฟล์ วันที่พิมพ์ ชื่อโครงการ คุณสมบัติของดิน จนถึงวิธีการค้นหาค่าอัตราส่วนความปลอดภัย



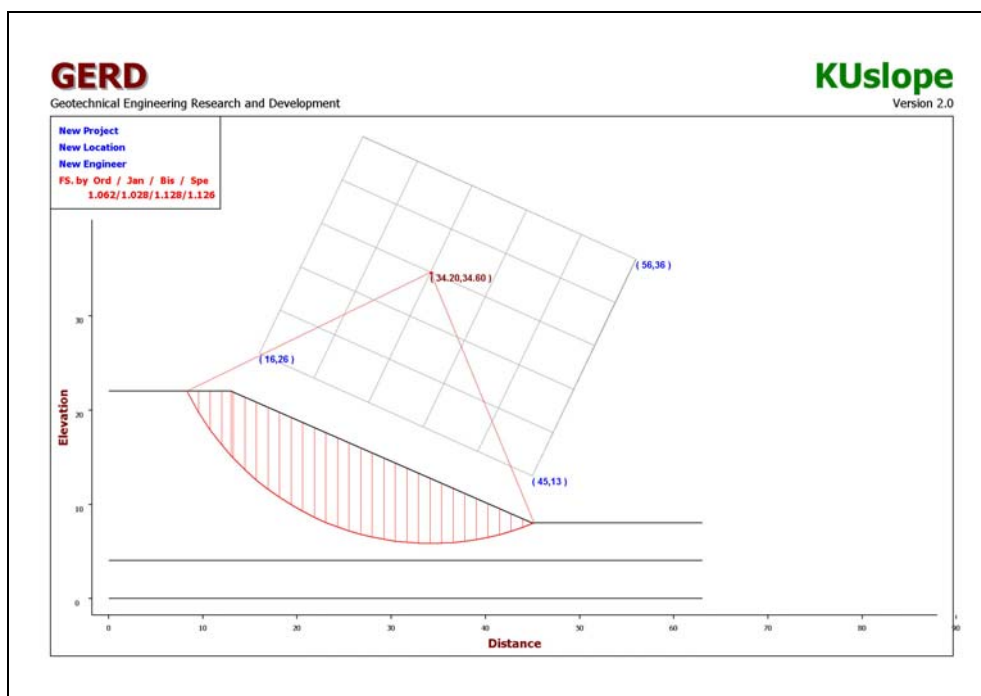
การพิมพ์ลักษณะหน้าตัดในการวิเคราะห์

1. ทำการตั้งค่าหน้ากระดาษสำหรับการพิมพ์โดยเลือกที่เมนูแฟ้ม (File) เลือกตั้งค่าหน้ากระดาษ (Page Setup) แล้วใส่ค่าขอบกระดาษด้านซ้าย ขวา บน ล่าง และการจัดวางหน้ากระดาษแบบแนวตั้ง (Portrait) หรือแนวนอน (Landscape)
2. สำหรับการพิมพ์ลักษณะหน้าตัดในการวิเคราะห์จะต้องพิมพ์ก่อนทำการวิเคราะห์หาอัตราส่วนปลอดภัย (F.S.) โดยการเลือกที่เมนูแฟ้ม (File) เลือกพิมพ์ (Print) หรือกดปุ่มลัด Ctrl+P



การพิมพ์ลักษณะการพังทลายจากการวิเคราะห์

1. สำหรับการพิมพ์ลักษณะการพังทลายจากการวิเคราะห์จะต้องพิมพ์หลังจากที่มีการวิเคราะห์หาค่าอัตราส่วนปลอดภัย (F.S.) แล้ว โดยการเลือกที่เมนูแฟ้ม (File) เลือกพิมพ์ (Print) หรือกดปุ่มลัด Ctrl+P

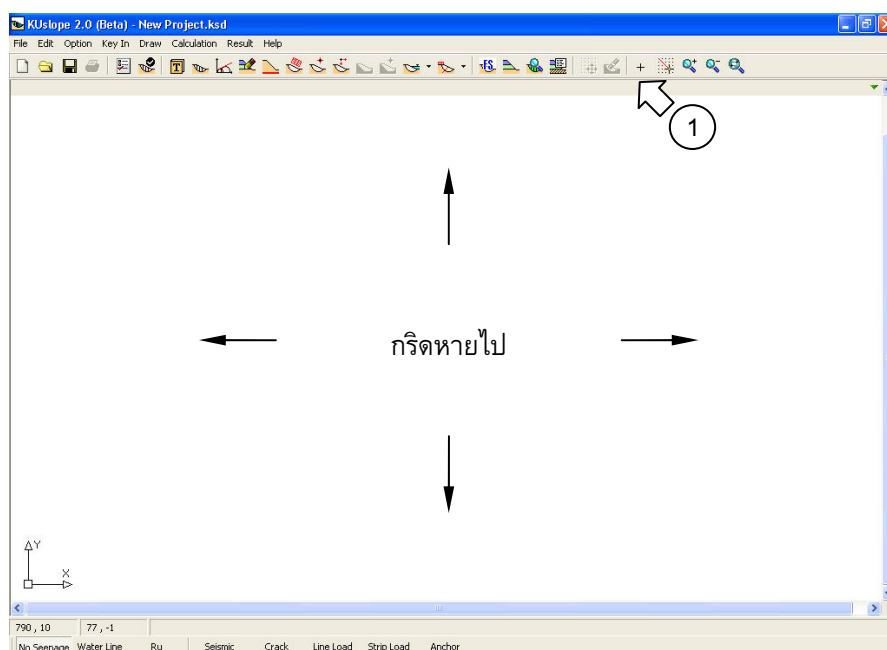


การใช้คำสั่งสนับสนุนการทำงาน

นอกจากคำสั่งต่างๆที่ใช้ในการวิเคราะห์แล้ว KUslope 2.0 ยังมีคำสั่งที่ช่วยในการอำนวยความสะดวกในการป้อนข้อมูล การแสดงรายละเอียดต่างๆก่อน และหลังการวิเคราะห์

1. การแสดง/ซ่อนกริด (Show/Hide Grid)

ผู้ใช้งานสามารถแสดง หรือซ่อนกริด ได้โดยคลิกที่ปุ่มแสดงกริด



2. การยึดกริด (Snap Grid)

เมื่อเริ่มโปรแกรมใหม่จะกำหนดให้การวาดเส้นต่างๆ วิ่งเข้าหาจุดกริด แต่ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนให้ตัวชี้ (Mouse) เคลื่อนที่ได้อย่างอิสระโดยคลิกที่ปุ่มยึดกริด



3. การแสดงสีชั้นดิน (Show Soil Color)

ผู้ใช้งานสามารถซ่อนหรือแสดงสีชั้นดินโดยคลิกที่ปุ่มแสดงสีชั้นดิน



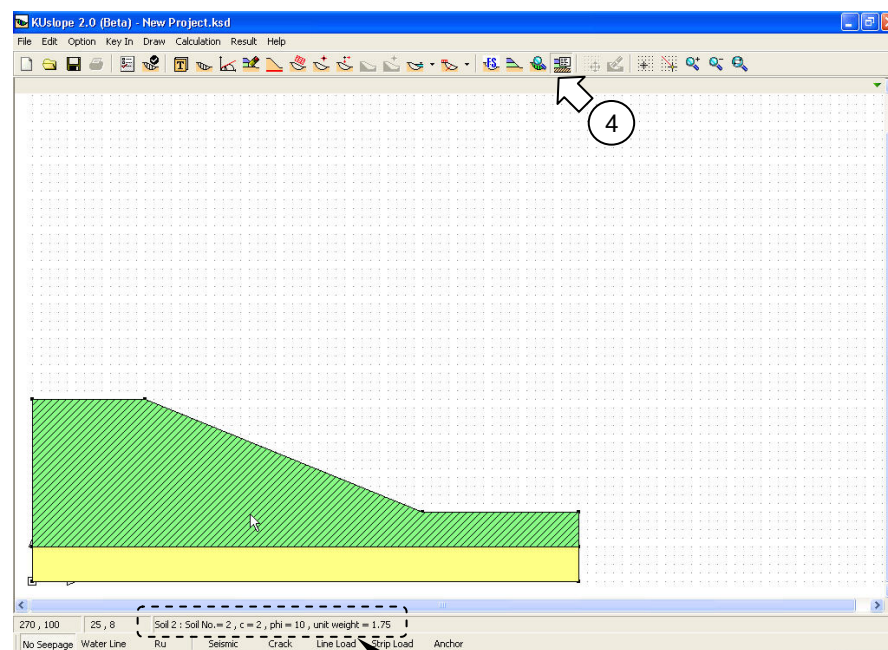
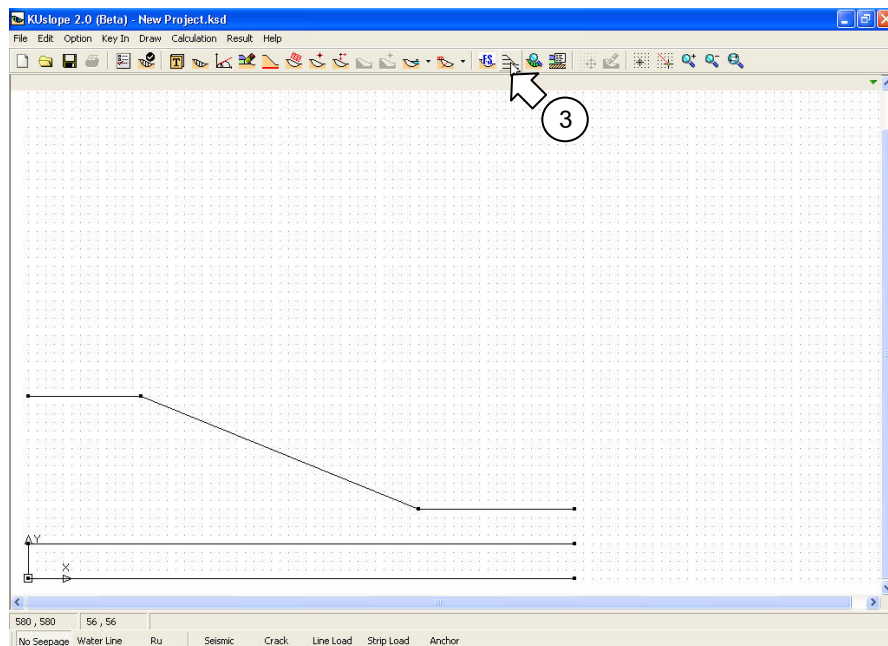
4. การแสดงข้อมูลรายละเอียดชั้นดิน (Show Soil Properties)

หลังจากวาดชั้นดินแล้ว ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบคุณสมบัติของดินในแต่ละชั้นว่าตรงกับตำแหน่งที่ต้องการหรือไม่ โดยคลิกที่ปุ่มแสดงคุณสมบัติชั้นดิน



แล้วคลิกเลือกชั้นดินที่ต้องการ โปรแกรมจะแสดงข้อมูลเหนือแถบ

สถานะการวิเคราะห์ เมื่อไม่ต้องการตรวจสอบให้คลิกขวา หรือคลิกที่ปุ่มแสดงคุณสมบัติชั้นดินอีกครั้งเพื่อเป็นการยกเลิกคำสั่ง



ข้อมูลชั้นดิน

5. การแสดงผิวการพังทลาย (Failure Slip Surface)

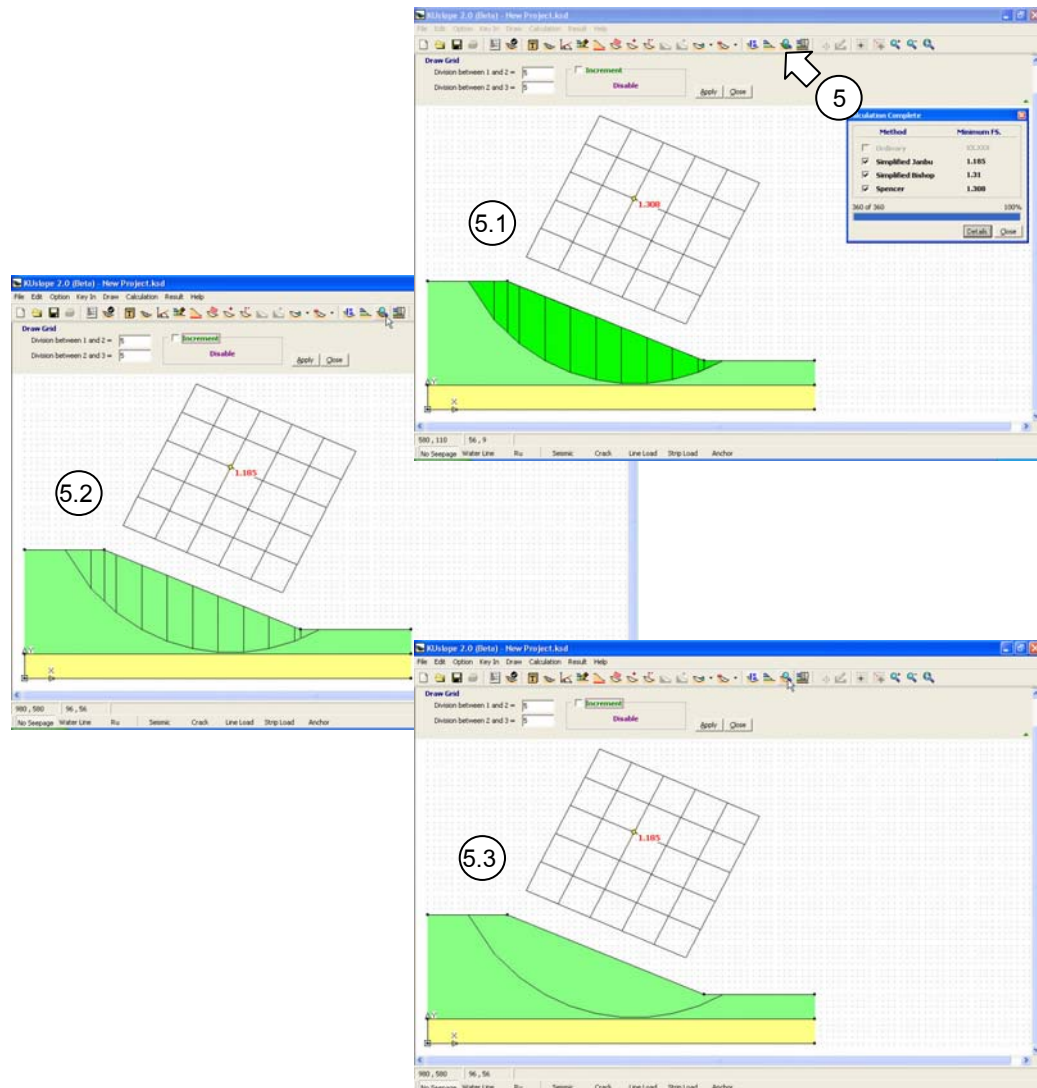
สามารถแสดงผิวการพังทลายได้ 3 แบบ คือ

5.1 ผิวการพังทลายและตำแหน่งการแบ่งมวลดิน (Interslice) พร้อมแสดงสีที่แตกต่างกับชั้นดิน

5.2 ผิวการพังทลายและตำแหน่งการแบ่งมวลดิน (Interslice)

5.3 เฉพาะผิวการพังทลาย

โดยผู้ใช้คลิกปุ่มแสดงผิวการพังทลาย



6. การขยายภาพเข้า (Zoom IN)

เป็นการขยายภาพให้ใหญ่ขึ้น โดยคลิกปุ่มขยายเข้า



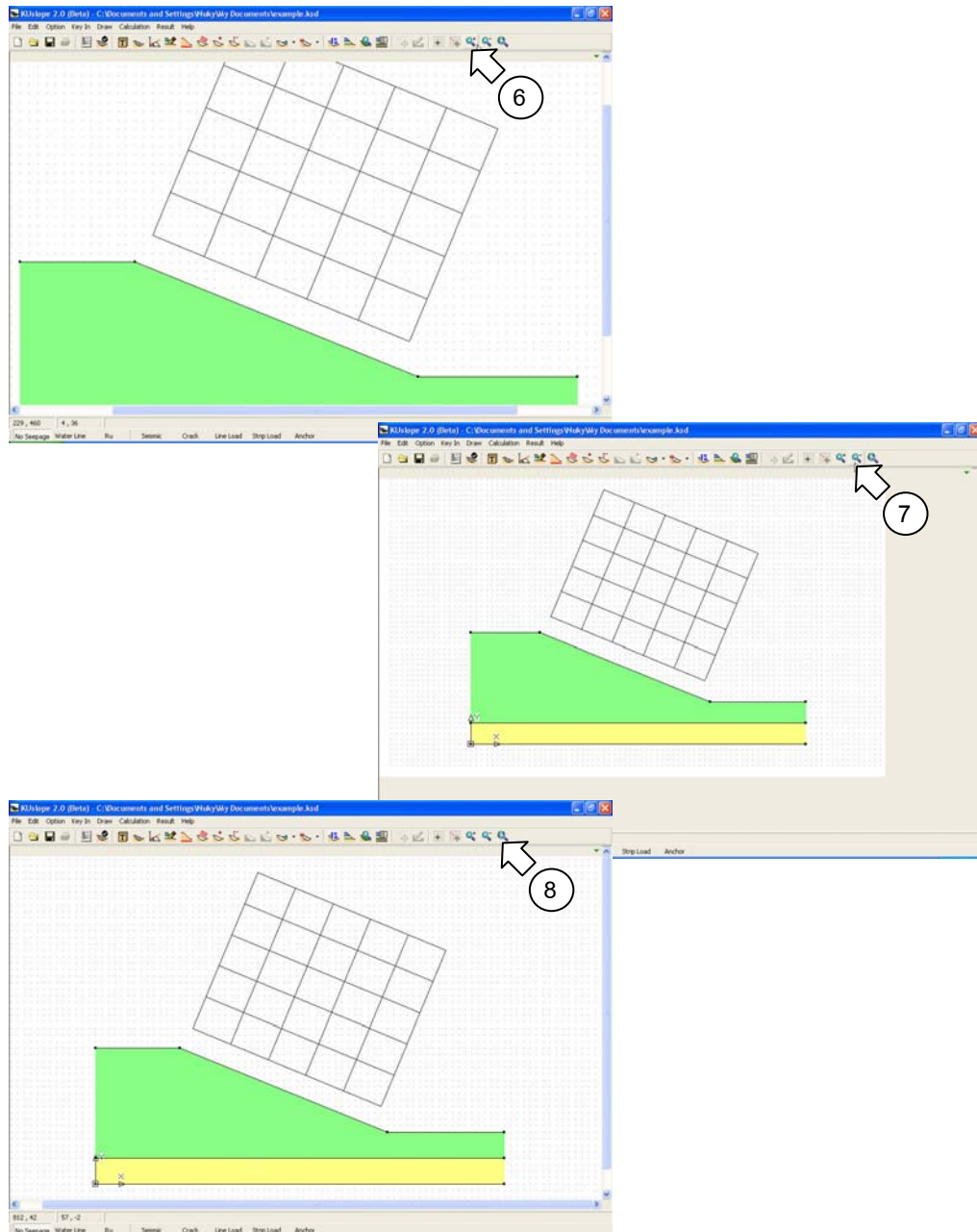
7. การเลื่อนภาพออก (Zoom OUT)

เป็นการย่อภาพให้เล็กลง โดยคลิกปุ่มเลื่อนออก



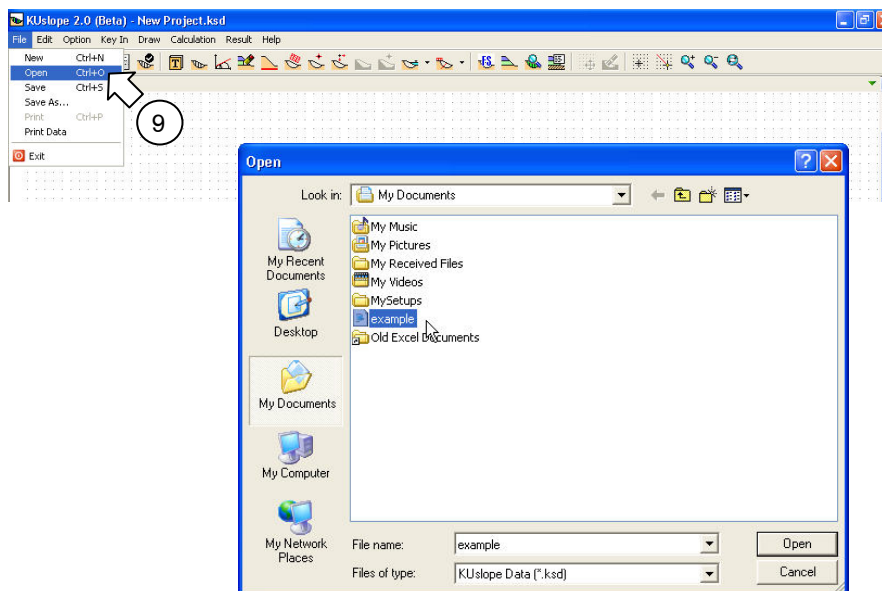
8. การขยายพอดี้ (Zoom Extent)

กรณีที่ต้องการจัดให้ทุกส่วนของภาพอยู่ตรงกลาง และขยายให้พอดี้กับพื้นที่ทำงาน สามารถทำได้โดยคลิกปุ่มขยายพอดี้  โปรแกรมจะปรับจำนวนกริดต่อหน่วย (Grid Size/1Unit) และพื้นที่ทำงาน (Working Area) ให้เหมาะสมกับภาพโดยอัตโนมัติ



9. การเปิดไฟล์ข้อมูล (Open)

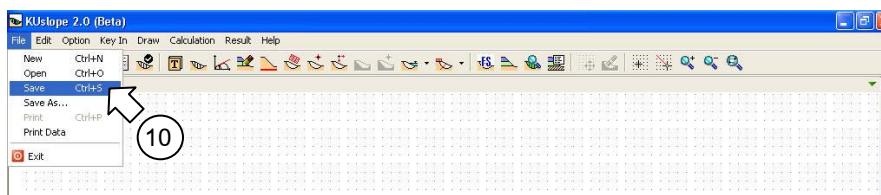
เลือกคำสั่งเปิด (Open) ในเมนูแฟ้ม (File) หรือคลิกปุ่มเปิด (Open)  บนเมนูหลัก หรือกด Ctrl+O แล้วเลือกไฟล์ที่ต้องการเปิด (*.ksd) โดยโปรแกรมสามารถเปิดไฟล์ที่บันทึกจากโปรแกรม KUslope 1.18 ได้เองโดยอัตโนมัติ



10. การบันทึกข้อมูล (Save)

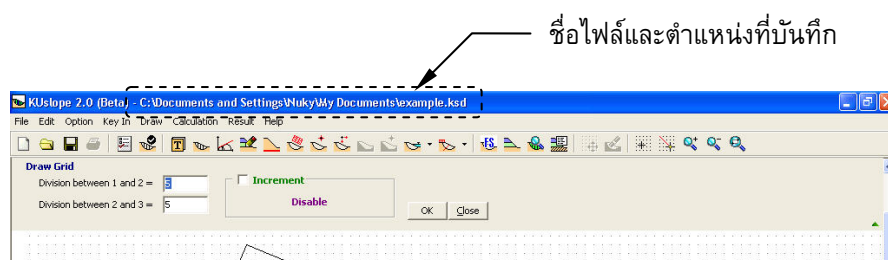
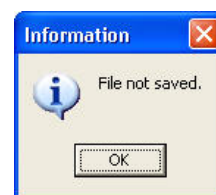
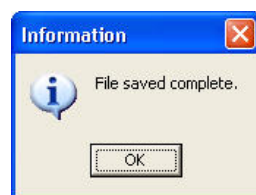
เลือกคำสั่งบันทึก (Save) ในเมนูแฟ้ม (File) หรือคลิกปุ่มบันทึก (Save)  บนเมนูหลัก หรือกด Ctrl+S แล้วใส่ชื่อไฟล์ที่ต้องการบันทึก โดยผู้ใช้สามารถเลือกรูปแบบการบันทึก (Save as Type) เป็นแบบ KUslope 2.0 หรือแบบ KUslope 1.18 เพื่อสามารถนำไปใช้กับโปรแกรม KUslope รุ่น 1.18

เมื่อโปรแกรมบันทึกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว จะปรากฏหน้าต่าง File saved complete. และแถบบนสุดของโปรแกรมจะแสดงชื่อไฟล์และตำแหน่งที่บันทึก แต่ถ้าไม่มีการบันทึกข้อมูลจะแสดงหน้าต่าง File not saved.



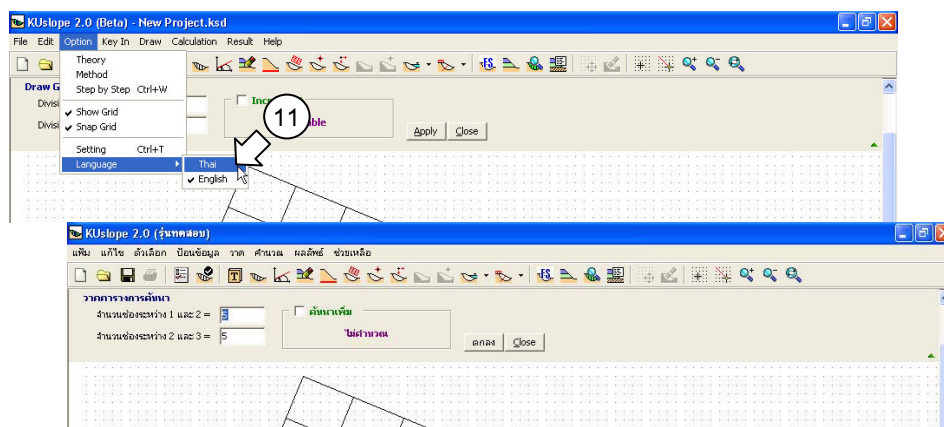
ข้อแนะนำ

การบันทึกไฟล์แบบ KUslope 1.18 นั้นจะมีการตัดข้อมูลบางส่วนทิ้งไป เช่น ใช้วิธี Simplified Bishop ในการคำนวณเพียงวิธีเดียว ลบข้อมูลการพิบัติแบบไม่เป็นส่วนโค้งของวงกลม เป็นต้น ดังนั้นไฟล์ที่บันทึกในรูปแบบดังกล่าวแล้ว ผู้ใช้จะต้องป้อนข้อมูลบางส่วนใหม่อีกครั้งเมื่อนำมาวิเคราะห์ด้วย KUslope 2.0



11. การเปลี่ยนภาษาในโปรแกรม (Language)

ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนภาษาเมนูและคำสั่งต่างๆในโปรแกรมได้โดยเลือกเมนู ตัวเลือก (Option) และคลิกที่คำสั่ง ภาษา (Language) ซึ่งสามารถเลือกได้ระหว่างภาษาไทย (Thai) และภาษาอังกฤษ (English)



12. การออกจากโปรแกรม (Exit)

เมื่อต้องการออกจากโปรแกรมให้เลือกคำสั่งจบการทำงาน (Exit) หรือคลิกปุ่มกากบาทมุมขวาบนของโปรแกรม โดยโปรแกรมจะทำการเตือนให้ผู้ใช้ตรวจสอบการบันทึกข้อมูลอีกครั้ง ให้กดตกลง (OK) เพื่อยืนยันการออกจากโปรแกรม หรือยกเลิกเมื่อต้องการทำงานต่อ

