เทคโนโลยีสมัยใหม่การสำรวจเพื่อการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน

สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา

กรมชลประทาน

เทคโนโลยีสมัยใหม่ของ สสธ. และการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน

- เทคโนโลยีสมัยใหม่ = เทคโนโลยีสมัยใหม่ของ สสธ.
- Digital base = ข้อมูลตัวเลข ทำแบบจำลองได้ ต่อยอดได้
- การบริหารจัดการน้ำ = ดำเนินการโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ สำนักอุทก และ สำนักชลประทานที่ 1-17
- สสธ. ผลิตข้อมูลแผนที่รายละเอียดสูงและข้อมูลวิชาการ โดยใช้เทคโนโลยีก้าวหน้าสมัยใหม่และใช้นวัตกรรมกระบวนการที่บูรณาการขึ้นเอง สำหรับให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง นำไปใช้เป็นข้อมูลบริหารจัดการน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพและยั่งยืน

ที่มา

- กรมชลประทาน มีภารกิจจัดสร้างแหล่งน้ำและเพิ่มพื้นที่ชลประทาน
- ปัจจุบัน ๓๐ กว่าล้านไร่ จากเป้าหมาย ๖๐ ล้านไร่
- การสร้างเขื่อนใหม่อ่างใหม่ มีข้อจำกัด อีกเกือบ ๓๐ ล้านไร่ เป็นไปได้ยาก
- อ่างฯเก่า ใช้งานไม่เต็มศักยภาพ ไม่แน่ใจในสภาพเขื่อน ณ ปัจจุบัน
- ความแข็งแรง แน่นทึบ และทรุดตัวของแกนดิน
- หากทราบสภาพเขื่อน ณ ปัจจุบันแล้ว ก็สามารถบริหารจัดการน้ำ หรือเสริมศักยภาพความจุของอ่างฯ ให้สามารถเก็บน้ำได้เต็มศักยภาพหรือมากขึ้น

นวัตกรรมการตรวจสภาพเขื่อนดินถม

- สำนักสำรวจ สร้างนวัตกรรมการตรวจสภาพเขื่อนดินถม เพื่อตอบคำถามเรื่องสภาพเขื่อนที่เป็นปัจจุบัน
- ต่อไปนี้ ขอเชิญพบกับ นวัตกรรมการตรวจสภาพเขื่อนดินถม โดยวิธีธรณีฟิสิกส์
- โดย นายนพดล ภูมิวิเศษ ผู้อำนวยการส่วนธรณีวิทยา

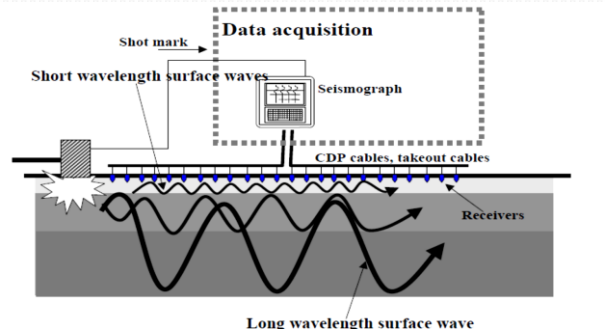
นวัตกรรมการตรวจสภาพเขื่อนดินถม

- วิธีที่ดีที่สุดคือการเจาะเก็บตัวอย่างดินตามตำแหน่งต่าง ๆของเขื่อน พร้อมทดสอบคุณสมบัติด้าน ปฐพีวิศวกรรม
- แต่ผู้รับผิดชอบเขื่อน ต้องการวิธีที่ไม่กระทบกระเทือนตัวเขื่อน
- International Committee On Large Dam หรือ ICOLD ได้ระบุแนะนำให้ใช้ การวัดค่าทางธรณีฟิสิกส์ สำหรับแปลความหมายเทียบเคียงไปถึงสภาพตัวเขื่อน
- ICOLD ไม่ได้ระบุในรายละเอียด เรื่องเทคนิควิธีการและเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาตัดสิน

นวัตกรรมการตรวจสภาพเขื่อนดินถม

- เป้าประสงค์ใช้องค์ความรู้ทางด้านธรณีฟิสิกส์ ศึกษาสภาพเขื่อนใน 3 ประการ คือ แข็งแรง ความแน่นทึบเป็นเนื้อเดียวกัน และการทรุดตัวของแกนดินถม
- บูรณาการเทคนิคการสำรวจธรณีฟิสิกส์ 3 วิธี
  - การวัดคลื่นไหวสะเทือนชนิดคลื่นเฉือนแบบ MASW → แข็งแรง
  - การวัดคลื่นไฟฟ้าแบบไดโพลไดโพล → เนื้อเดียว แน่นทึบ
  - การวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าแบบเรดาร์หยั่งลึก (GPR) → ทรุดตัว

1.วิธีวัดความเร็วคลื่นไหวสะเทือนแบบคลื่นเฉือน (Seismic survey; Shear wave velocity)



Park, C., B., 1990

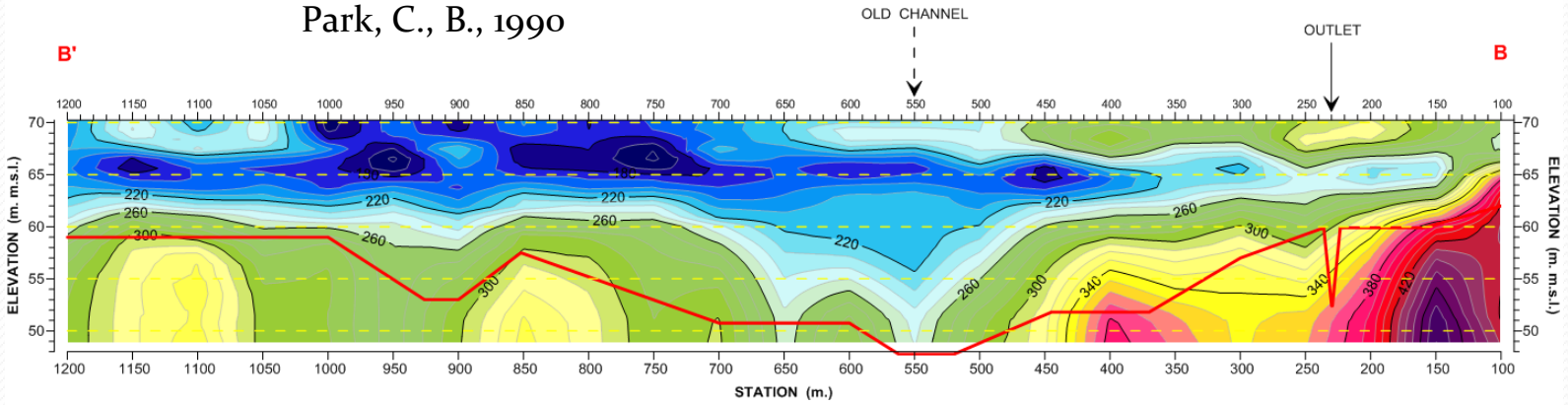
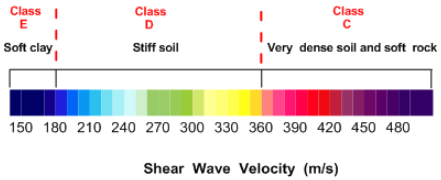
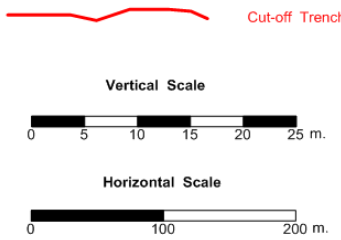


Table 1: Soil profile type classification for seismic amplification (BSSC, 2003)

Soil type NEHRP	General description	Average shear wave velocity to 30 m (m/s)
A	Hard rock	> 1500
B	Rock	760 < Vs ≤ 1500
C	Very dense soil and soft rock	360 < Vs ≤ 760
D	Stiff soil 15 ≤ N ≤ 50 or 50 kPa ≤ Su ≤ 100 kPa	180 ≤ Vs≤ 360
E	Soil or any profile with more than 3 m of soft clay defiled as soil with PI > 20, w ≥ 40%, and Su < 25 kPa.	≤ 180
F	Soils requiring site-specific evaluations	

N: SPT blow count, Su: Undrained shear strenghth
PI: Plasticity index, w: water content





<u>จุดเด่น</u> ระบุความแน่นของดินถมจากค่า Vs30 ซึ่งแสดงนัยของความแข็งแรงและเสถียรภาพของตัวเขื่อน

เกณฑ์อ้างอิงจาก Building Seismic Safety Council 2003 Publications

Table 1 Site soil classes as per the recent NEHRP editions (BSSC 1995, 1998, 2004)

Pre-1994 site class (approximate)	New NEHRP site class	Description	v_S (m/s)	SPT blow count, N	S_u (kPa)
S1	A	Hard rock	> 1 500	–	–
	B	Rock	760 – 1 500	–	–
S1 and S2	C	Soft rock / very dense soil	360 – 760	> 50	> 100
	D	Stiff soil	180 – 360	15 – 50	50 – 100
S3 and S4	E	Soft soil	< 180	< 15	< 50
	F	Soils requiring site-specific study	–	–	–

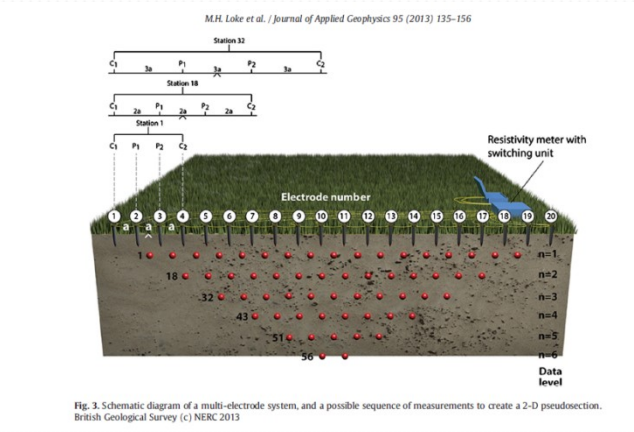
แข็งแรงมาก

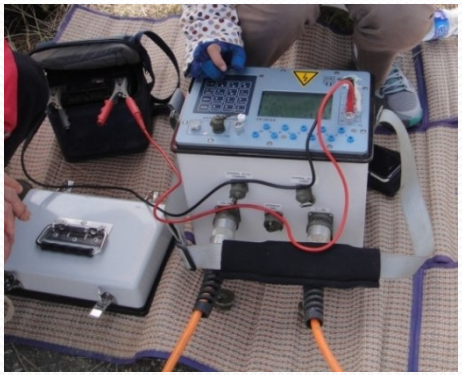
แข็งแรงน้อย

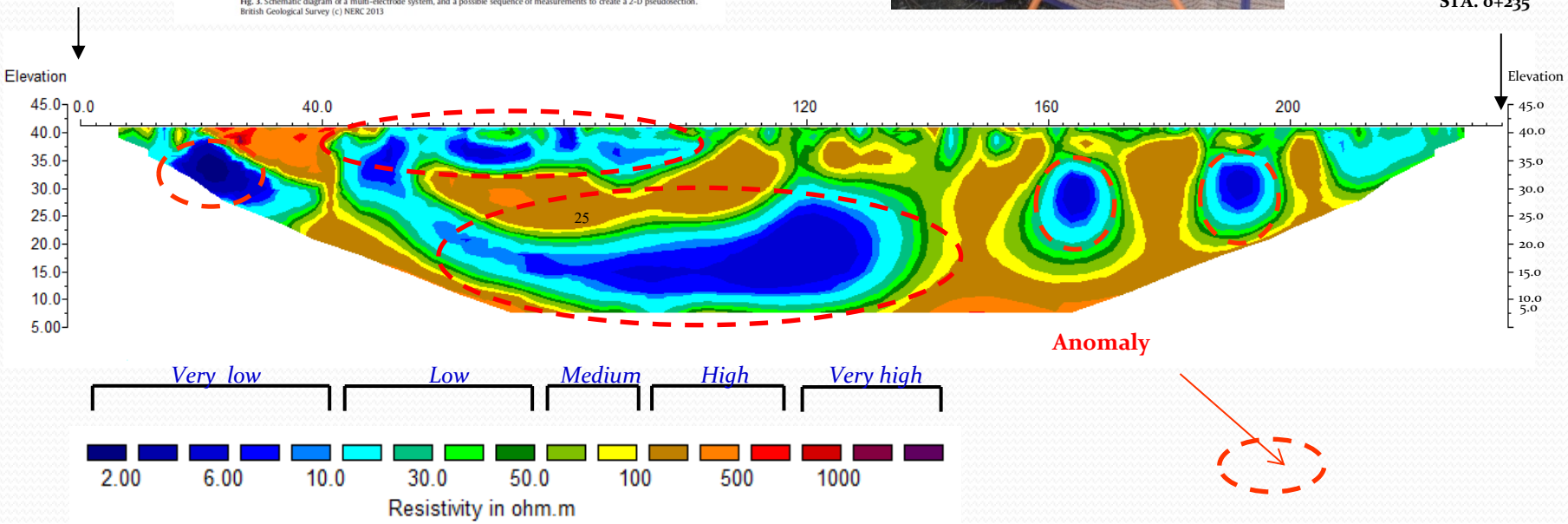
(National Earthquake Hazards Reduction Program, soil class.)

2. วิธีวัดความต้านทานไฟฟ้าจำเพาะ (Resistivity survey)

ได้รับการจัดสรรจากเงินทุนหมุนเวียน ฯ ปี 2556



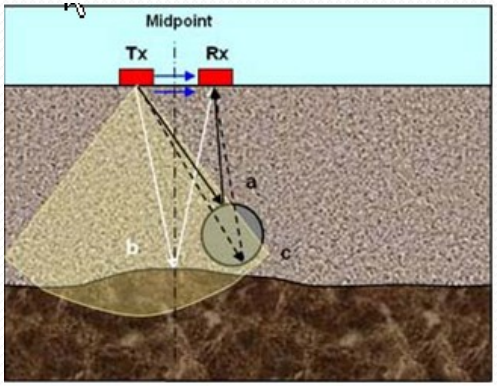


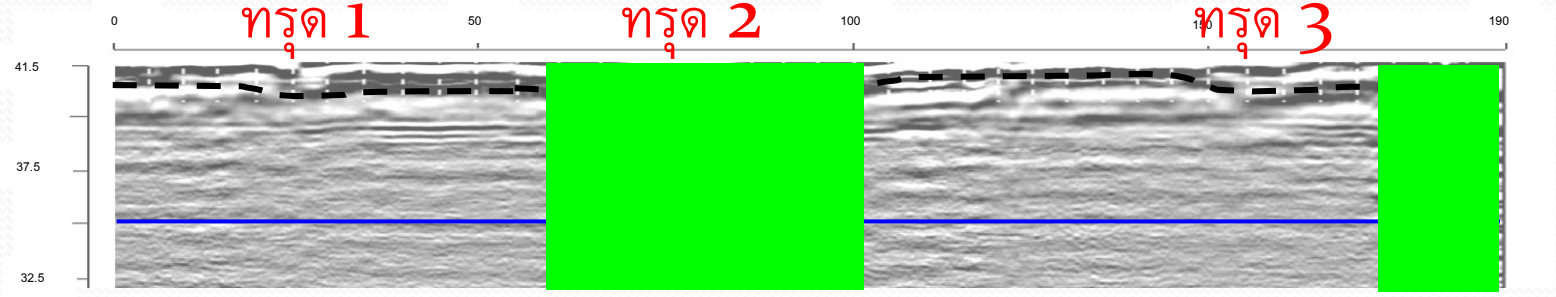


<u>จุดเด่น</u> หารูโพรง รอยแตก การรั่วซึมของน้ำ ประเมินความเป็นเนื้อเดียวกันของแกนดินถม (10-100 Ω.m)
รวมถึงสภาพความทึบน้ำของแกนดินถมและฐานราก

3. วิธีเรดาร์หยั่งลึก (Ground penetrating radar)

ได้รับการจัดสรรจากเงินทุนหมุนเวียน ฯ ปี 2557





ประโยชน์

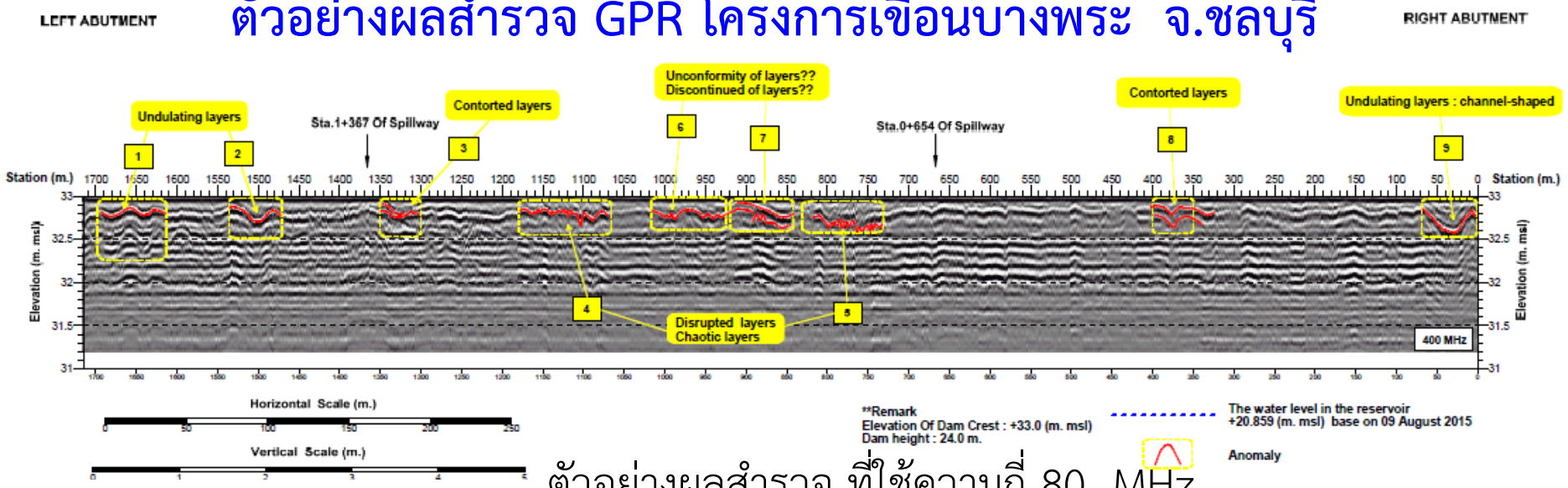
หารอยแตก รู โพรงใต้ผิวดิน วัสดุที่ถูกฝังอยู่ใต้ดิน

การทรุดตัวของดินถมเขื่อน ร่องรอยและขอบเขตการรั่วซึมของน้ำในระดับตื้น

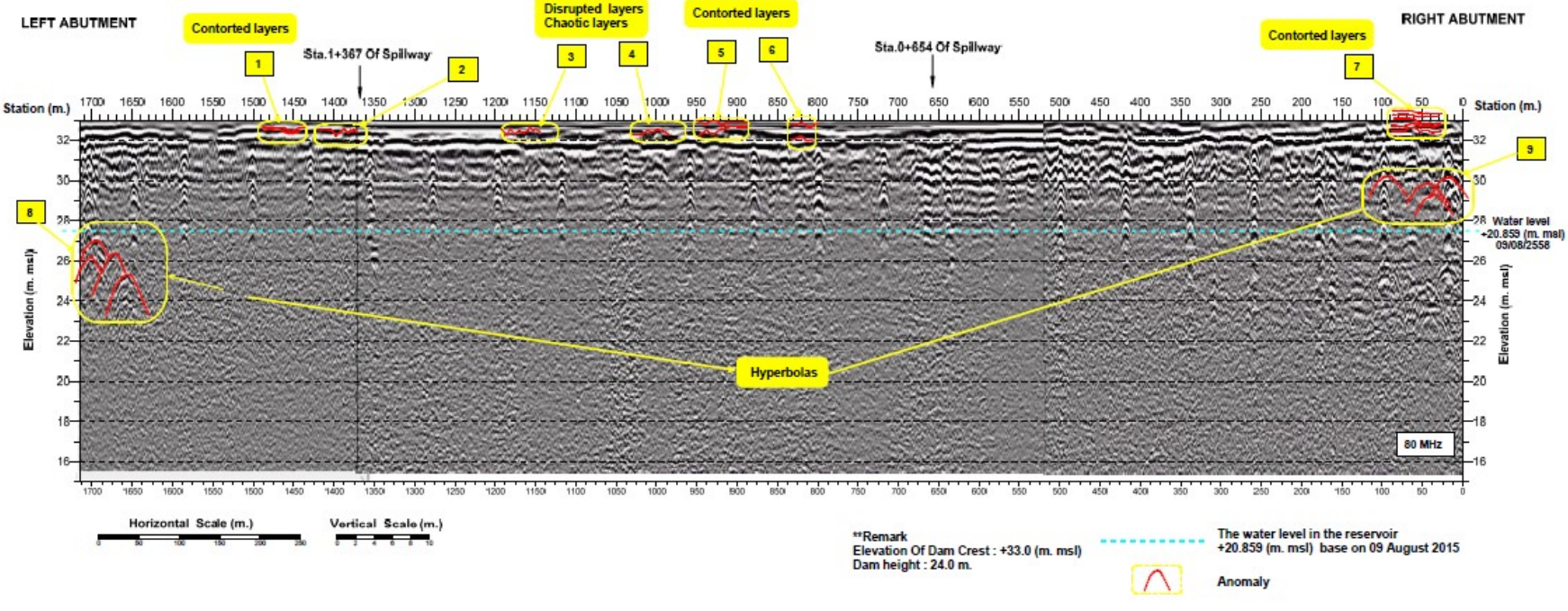
❑ *จุดเด่น*

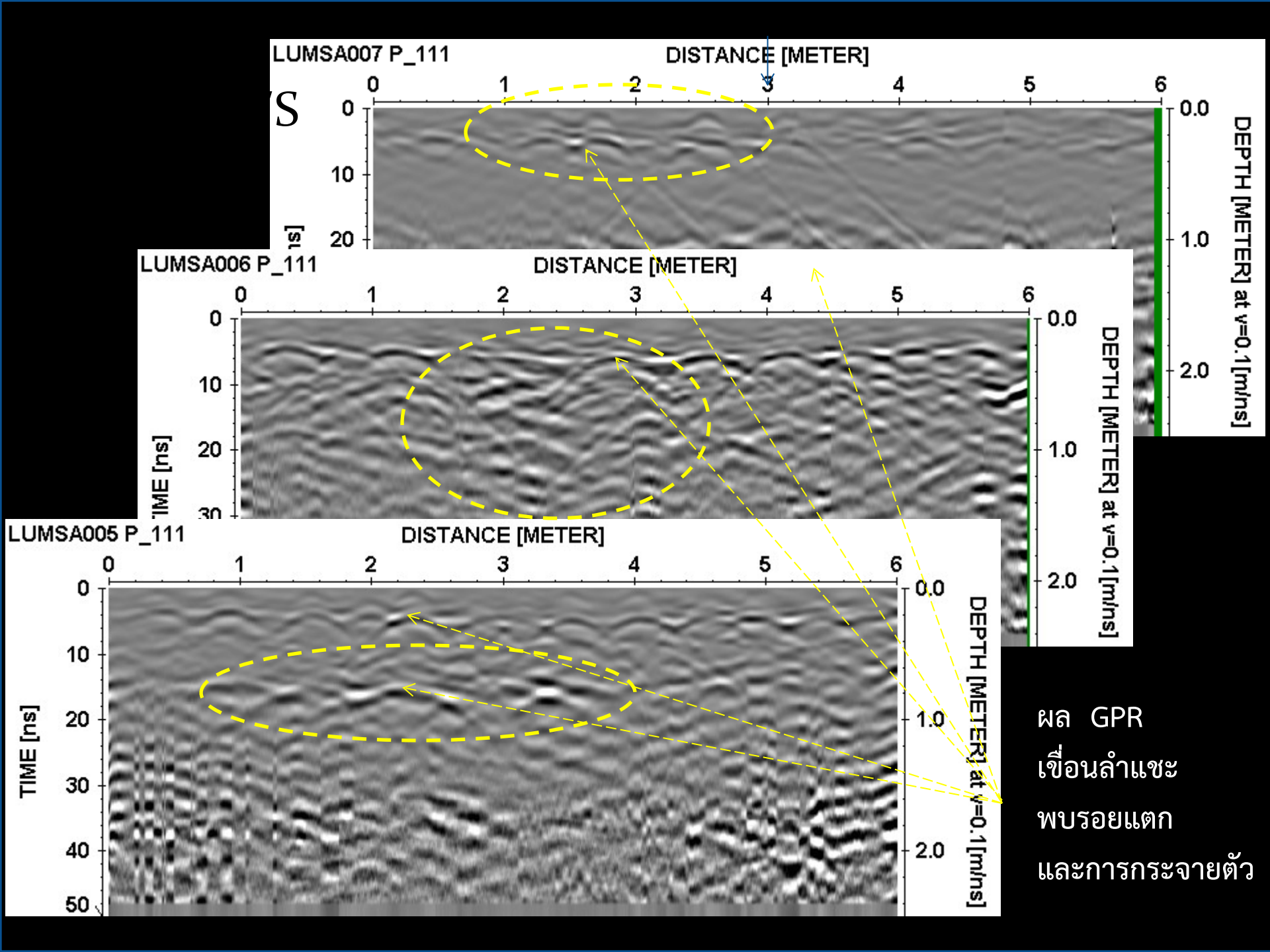
ภาพเสมือนจริงใต้พื้นผิว สะดวก รวดเร็ว สำรวจบนพื้นผิว ไม่ทำลายสิ่งที่ทดสอบ

ตัวอย่างผลสำรวจ GPR โครงการเขื่อนบางพระ จ.ชลบุรี



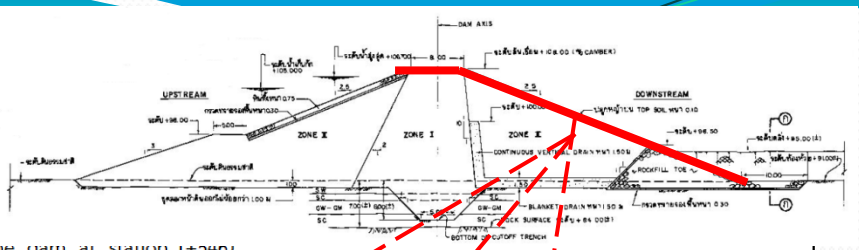
ตัวอย่างผลสำรวจ ที่ใช้ความถี่ 80 MHz



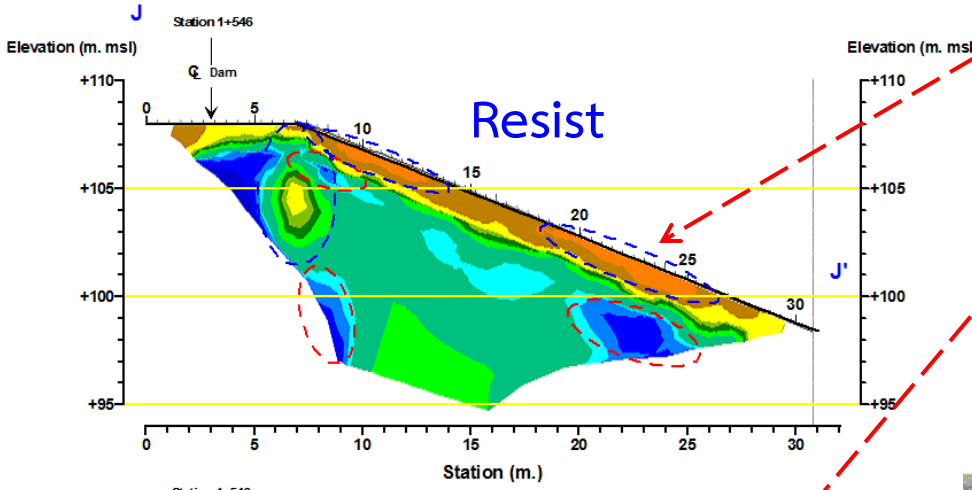


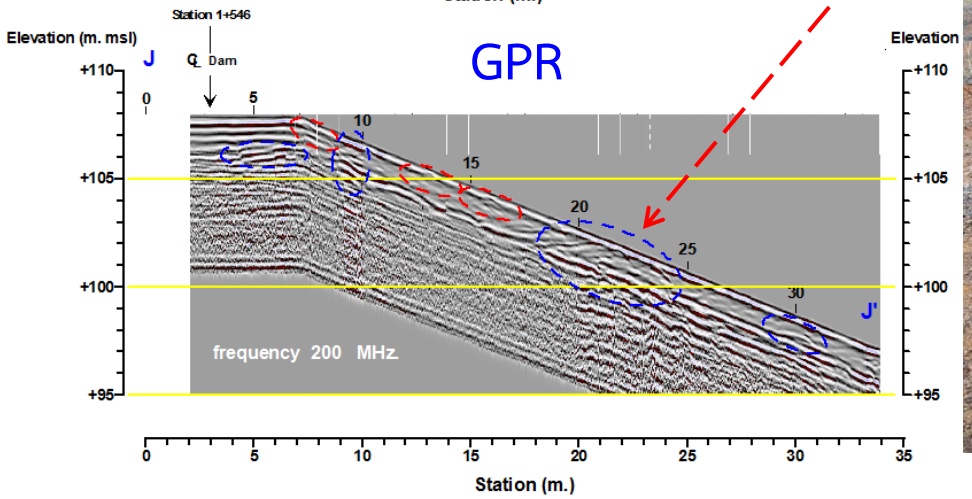
ผล GPR เชื่อนลำแชะ พบรอยแตก และการกระจายตัว

บูรณาการผล Resistivity และ GPR เขื่อนห้วยยาง จ. สระแก้ว



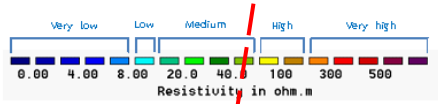
A Comparision Results of Apparent Resistivity Pseudos
Along Line J-J' (cross to center line dam at station 1+546)
Looking Left Abutment
Scale is attached on the profile





Anomaly (very low resistivity)

Anomaly (very high resistivity)



Scale
0 2 4 6 8 10 m.

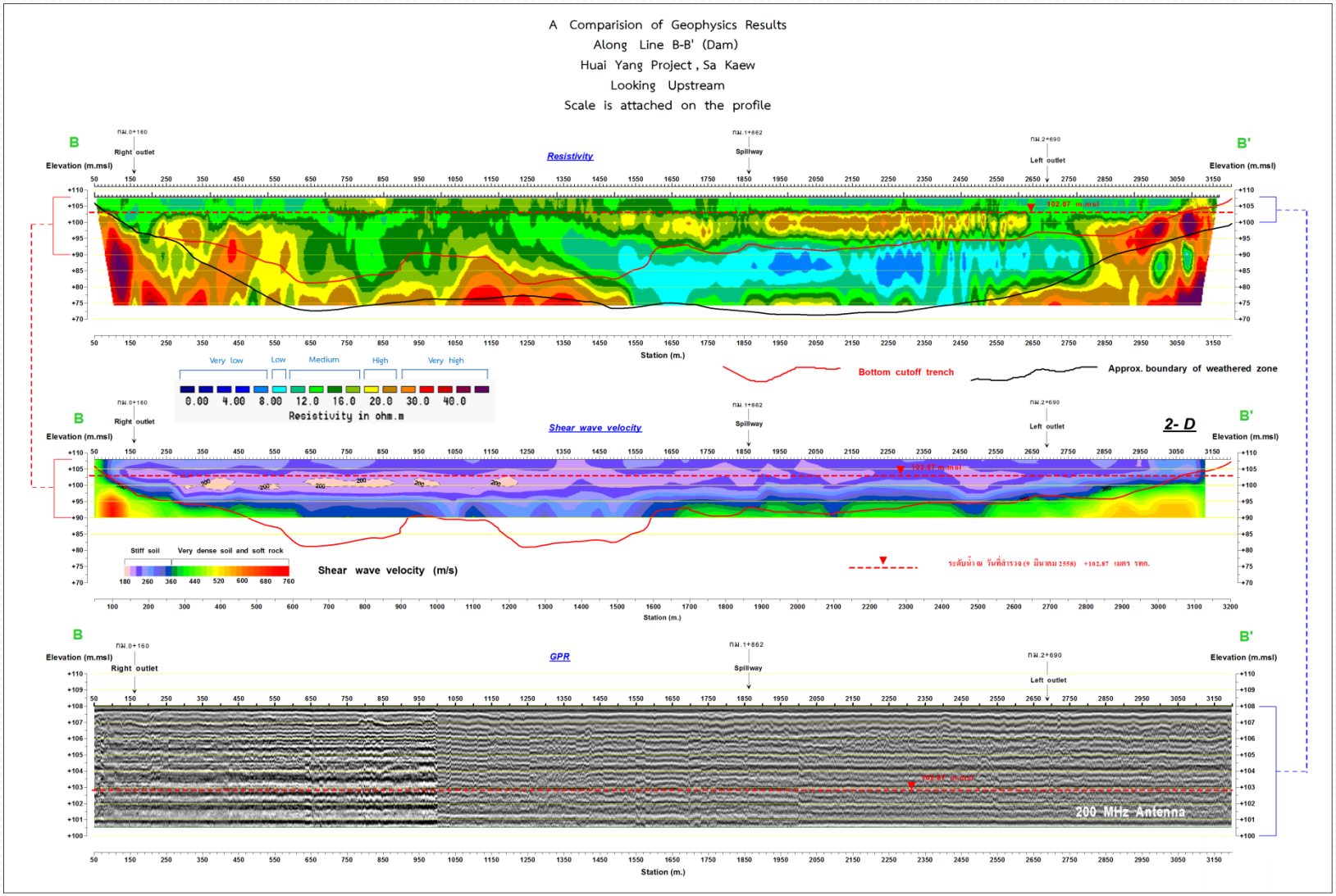
ประมวลผลและแปลความหมายโดย
นางสาวอัญชลี คงสุข นักธรณีวิทยาชำนาญการพิเศษ
นายธนพล สุขลิ้ม นักธรณีวิทยาปฏิบัติการ

บูรณาการ 3 วิธี ในการแปลความหมาย (เชื่อนห้วยยาง)

แน่นทึบ

แข็งแรง

ทรุดตัว



ผู้ใช้งาน ต้องชดเชยมาตราส่วนความลึกขณะใช้งาน

ตารางที่ 1 เกณฑ์การสำรวจภาคสนาม จากงานวิจัย

วิธีการ	ความลึกของการสำรวจ	หมายเหตุ
ความต้านทานไฟฟ้า	1.5 เท่าความสูงเขื่อน	ระยะห่างแท่งรับส่งกระแสไฟฟ้า ≤ 5 ม. Current ≥2.5 Ah
ความเร็วคลื่นเฉือน Vs (30)	30 ม.	ความถี่ ≤ 20 เฮิรตซ์ ทั้งระบบ
เรดาร์หยั่งลึก(GPR)	ระยะ Freeboard เป็นอย่างต่ำ	ตามแนวยาวและแนวขวางของสันทำนบ

นพดล ภูมิวิเศษ และคณะ (2558)

ตารางที่ 2 เกณฑ์ประมวลผล/คณิตศาสตร์ ทางธรณีฟิสิกส์ ซอฟท์แวร์เฉพาะทางที่ใช้

วิธีการ	เกณฑ์ประมวลผล	ซอฟท์แวร์
ความต้านทานไฟฟ้า	Inversion modeling; Pseudo depth	RES2DINV ; M.H.Loke Or equivalence
ความเร็วคลื่นเฉือน (Vs30)	Picking on dispersion curve และ Inversion modeling; Interval velocity (m/s)	ParkSeis SeisImager ; OYO Or equivalence
เรดาร์หยั่งลึก GPR	Post-stacked processing; Pseudo depth section	RADAN7 ; GSSI Or equivalence

นพดล ภูมิวิเศษ และคณะ (2558)

ตารางที่ 3 เกณฑ์การแปลความหมายเบื้องต้น

วิธีการ	ความผิดปกติด้านต่ำ	ช่วงค่าปกติ (Background)	ความผิดปกติด้านสูง	หมายเหตุ
ความต้านทานไฟฟ้า	ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีความชื้น/น้ำ มาเกี่ยวในปริมาณที่มากกว่าบริเวณปกติ	ผลสำรวจแสดงว่าความต้านทานของดินบดอัด คือ 10 – 100 โอห์มเมตร	เนื้อวัสดุหลวม มีวัสดุแปลกปลอม หรืออากาศแทรกปะปน ฐานราก	มีนัยถึงรอยแตก รู โพรง ที่มีน้ำ (ค่าต่ำ) และอากาศ (ค่าสูง) ปน หากสูงมากแปลความเป็นหินฐาน
ความเร็วคลื่นเฉือน (Vs30)	ดินไม่แน่น - หลวม	Vs30 แกนดินถมบดอัดที่ดี มีค่าระหว่าง 180 – 360 เมตร/วินาที (Stiff-very stiff clay)	ดินแข็งมากถึงหินฐานที่อ่อน (Very dense soil and soft rock)	Vs30 180-360 m/s = SPT 15 ≤ N ≥ 50 , or 50 kpa ≤ Su ≥ 100 kpa , (BSSC, 2003)
เรดาร์หยั่งลึกGPR	ภาพเบลอ - รอยแตก รู โพรง วัสดุที่มีความชื้น/น้ำ เข้ามาแทรก	แนวระนาบเหมือนขนมชั้น และต่อเนื่อง	มีรอยยุบ โก่ง ฉีก โค้ง ไฮเปอร์โบลา - รอยแตก รู โพรง วัสดุที่มีอากาศแทรก	เป็นมโนภาพ เสมือนจริง

นพดล ภูมิวิเศษ และคณะ (2558)

ตารางที่ 4 ความเชื่อมโยงของเกณฑ์ทั้งหลายเชิงคุณภาพ

วิธีการ	ความผิดปกติด้านต่ำ	ช่วงค่าปกติ (Background)	ความผิดปกติด้านสูง	หมายเหตุ
ความต้านทานไฟฟ้า	ไม่เป็นเนื้อเดียวกัน มีความชื้น/น้ำ มาเกี่ยว ในปริมาณที่มากกว่าบริเวณปกติ	ผลสำรวจแสดงว่าความต้านทานของดินบดอัด คือ 10 – 100 โอห์มเมตร	เนื้อวัสดุหลวม มีวัสดุแปลกปลอม หรืออากาศแทรกปะปน ฐานราก	มีนัยถึงรอยแตก รู โพรง ที่มีน้ำ (ค่าต่ำ) และอากาศ (ค่าสูง) ปน หากสูงมากแปลความเป็นหินฐาน
ความเร็วคลื่นเฉือน (Vs30)	ดินไม่แน่น - หลวม	Vs30 แกนดินถมบดอัดที่ดี มีค่าระหว่าง 180 – 360 เมตร/วินาที (Stiff-very stiff clay)	ดินแข็งมากถึงหินฐานที่อ่อน (Very dense soil and soft rock)	Vs30 180-360 m/s = SPT 15 ≤ N ≥ 50 , or 50 kpa ≤ Su ≥ 100 kpa , (BSSC, 2003)
เรด้าห์หยั่งลึกGPR	ภาพเบลอ - รอยแตก รู โพรง วัสดุที่มีความชื้น/น้ำเข้ามาแทรก	แนวระนาบเหมือนขนมชั้น และต่อเนื่อง	มีรอยยุบ โก่ง ฉีก โค้งไฮเปอร์โบลา - รอยแตก รู โพรง วัสดุที่มีอากาศแทรก	เป็นมโนภาพ เสมือนจริง

นพดล ภูมิวิเศษ และคณะ (2558)

ตารางที่ 5 เกณฑ์คุณภาพการทับซ้อนสิ่งผิดปกติ กับการเชื่อมโยงเข้าระบบคะแนน

เกณฑ์ตัวเลขที่เชื่อมโยง กับเกณฑ์คุณภาพ (ในวงเล็บ)	ความต้านทานไฟฟ้า	คลื่นเฉือน Vs30 ≤180 m/s	เรด้าร์หยั่งลึก	การทับซ้อนกันของความผิดปกติ
1 (ดีมาก)	บริเวณผิดปกติ ≤10 %	ไม่มีค่าความเร็วต่ำกว่า 180 ม./วิ.	พบลักษณะผิดปกติ ≤ 10 %	ไม่พบ
0.75 (ดี)	10 – 30 %	≤ 1 - 5 %	พบ 10 - 20 %	พบ 1 วิธี
0.5 (ปานกลาง)	30 – 50 %	5 - 15 %	พบ 20 - 30 %	2 วิธี
0.25 (แย่)	50-70 %	15 - 25 %	พบ 30 - 40 %	3 วิธี
0 (แย่มาก)	≥ 70 % และ/หรือ ค่าความต้านทานไฟฟ้าของแกนดินส่วนที่ควรปรากฏในสี่เหลี่ยมคางหมู ไม่สามารถรักษารูปทรงเดิมของแกนดินตามที่ได้ออกแบบไว้เดิมได้แล้ว	≥ 25 % และ/หรือ ค่า Vs30 ที่ต่ำกว่า 180 เมตร/วินาที มีความสัมพันธ์เชิงตำแหน่ง/ความลึก/รูปทรง อย่างมีนัยสำคัญ	≥ 40 % และ/หรือ พบค่า Vs30 ที่ต่ำกว่า 180 เมตร/วินาที มีความสัมพันธ์เชิงตำแหน่ง/ความลึก/รูปทรง อย่างมีนัยสำคัญ	3 วิธี ≥ 25 % ต่อหน่วยพื้นที่

นพดล ภูมิวิเศษ และคณะ (2558)

การสร้างดัชนีสภาพเขื่อน (Condition index of dam by geophysics; CDI) โดยวิธีธรณีฟิสิกส์ (เชิงปริมาณ)

สามารถเชื่อมโยงเป็นสมการ ดังนี้

$$CDI_{GP} = C_r RR + C_s RS + C_g RG + C_o RO$$

โดยที่ CDI_{GP} = ดัชนีสภาพเขื่อนโดยวิธีธรณีฟิสิกส์

RR = การให้คะแนนจากผลสำรวจค่าความต้านทาน

RS = การให้คะแนนจากผลสำรวจค่าความเร็วคลื่นเฉือน Vs(30)

RG = การให้คะแนนจากผลสำรวจเรด้าร์หยั่งลึก

Ro = การให้คะแนนจากการพิจารณาพื้นที่ความผิดปกติทับซ้อน

C_{isgo} = ค่าคงที่แสดงน้ำหนักเกณฑ์ทั้งสาม

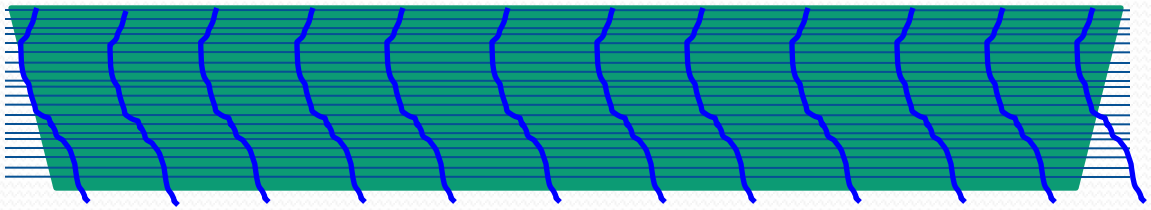
นพดล ภูมิวิเศษ และคณะ (2558)

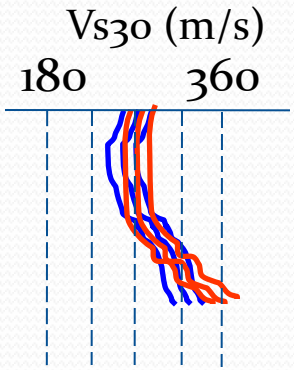
ตารางที่ ๕ ดัชนีสภาพเขื่อน โดยวิธีธรณีฟิสิกส์ และข้อแนะนำเบื้องต้น

KPI_{GOPH}	สภาพเขื่อน	ข้อแนะนำเบื้องต้น
4	Excellence	ยกระดับน้ำ เพิ่มความจุ
3 – 3.5	Good	ยกระดับน้ำ สู่ระดับเก็บกัก
2.0 - 2.5	Fair	ปรับปรุงบางส่วน ยกระดับน้ำ
1.5 – 2.0	Poor	ปรับปรุง
0 – 1.5	Very poor	ปรับปรุงเร่งด่วน / ซ่อมใหญ่

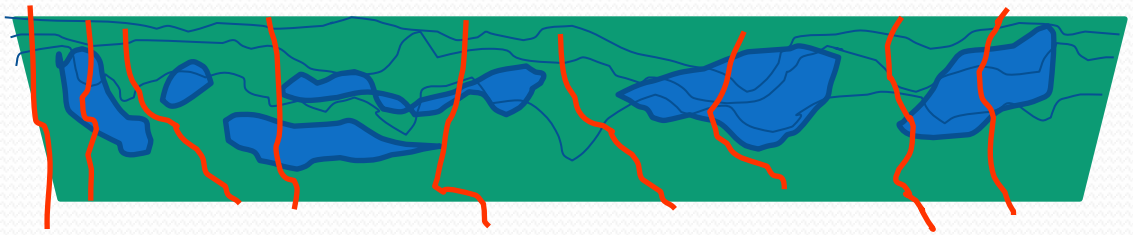
นพดล ภูมิวิเศษ และคณะ (2558)

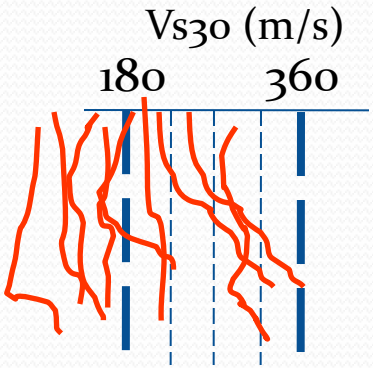
มโนคติ – ดัชนีสภาพเขื่อนโดยวิธีธรณีฟิสิกส์ = 4





มโนคติ – ดัชนีสภาพเขื่อนโดยวิธีธรณีฟิสิกส์ = 0





ตัวอย่าง - ดัชนีสภาพ ๙ เขื่อน / ข้อแนะนำ

เขื่อน	แข็งแรง	แน่นทึบ	ทรุดตัวร้าว	ความผิดปกติทับซ้อน	ดัชนีสภาพ	ข้อแนะนำ
ป่าสัก	1	1	0	0.5	2.5	ปรับปรุง
ประแสร์	1	1	1	0.5	3.5	ปรับปรุง/เพิ่มน้ำ
แม่กวง	1	0.5	1	0.5	3	ปรับปรุง/เพิ่มน้ำ
แม่งัด	1	0.5	1	0.5	3	ปรับปรุง/เพิ่มน้ำ
แม่ออน	1	1	1	1	4	เพิ่มน้ำ
ห้วยยาง	1	1	0	0.5	2.5	ต้องปรับปรุง
พระปรง	1	1	1	1	4	เพิ่มน้ำ
สียัด	1	1	1	1	4	เก็บน้ำเต็มความจุ
บางพระ	1	1	0.5	0.5	3	ซ่อม/เพิ่มน้ำ

ความเร็ว Vs30/ความต้านทาน ในเกณฑ์=1, หลุดเกณฑ์=0, ก้ำกึ่ง=0.5,
การทรุดตัวน้อย=1, มาก=0, ปานกลาง=0.5 , ทับซ้อนส่วนใหญ่ 1=0, 2=0.5, 3=0

ผลงานการตรวจสภาพ ๒๕๕๘-๖๐

ค่าสำรวจธรณีฟิสิกส์ เพื่อตรวจสภาพเขื่อนดินถม และแผนการใช้จ่ายงบประมาณ 2558-2560

			ความยาวแนวสำรวจ (เมตร)	รวมเงินทั้งสิ้น (บาท)	หมายเหตุ
	ปีงบประมาณ 2558				
	ครงการเขือน แม่กวง	เชียงใหม่	1,905	389,400	รวมระยะเวลา 3 ปี
	ครงการเขือน แม่งัด	เชียงใหม่	1,950	394,300	รวมจำนวนทั้งสิน 21 เขือน
	ครงการเขือน แม่ออน	เชียงใหม่	880	304,700	ตามแผนงานหลัก (Master plan)
	ครงการเขือน บางพระ	ชลบุรี	1,720	349,900	ที่ได้รับอนุมัติหลักการจาก
	ครงการเขือน ห้วยยาง	สระแก้ว	3,200	521,500	ท่าน รธว. เมือ 4 ก.พ.57
	ครงการเขือน พระปรง	สระแก้ว	443	267,800	
	ครงการเขือน คลองสียัด	ฉะเชิงเทรา	2,000	392,900	
		รวม	12,098	2,620,500	๙,๖๘๕,๕๐๐ บ.
	ปีงบประมาณ 2559				
	ครงการเขือน ลำปาว	กาฬสินธุ์	7,800	1,010,300	
	ครงการเขือน กิวคอหมา	ลำปาง	500	296,400	
	ครงการเขือน ท่าแพ	สุโขทัย	834	279,400	
	ครงการเขือน ลำปลายมาศ	นครราชสีมา	1,100	352,000	
	ครงการเขือน ลำพระเพลิง	นครราชสีมา	575	226,900	
	ครงการเขือน มูลบน	นครราชสีมา	880	298,900	
	ครงการเขือน แม่ตำ	พะเยา	1,820	377,200	
	ครงการเขือน ห้วยหลวง	อุดรธานี	4,900	653,500	
		รวม	18,409	3,494,600	
	ปีงบประมาณ 2560				
	ครงการเขือน แก่งกระจาน	เพชรบุรี	759	263,300	
	ครงการเขือน นำอูน	สกลนคร	3,300	538,000	
	ครงการเขือน ลำนางรอง	บุรีรัมย์	1,500	322,500	
	ครงการเขือน กระเสียว	สุพรรณ	4,250	636,600	
	ครงการเขือน ทับเสลา	อุทัยธานี	3,375	530,900	
	ครงการเขือน ปราณบุรี	ประจวบฯ	1,500	322,500	
	ครงการเขือน ห้วยหลวง	ลำปาง	663	251,600	
23	โครงการเขือน ลำตะคอง	นครราชสีมา	521	290,500	
24	โครงการเขือน ลำแซะ	นครราชสีมา	2,500	414,500	
		รวม	18,368	3,570,400	

สรุป (ธรณีฟิสิกส์)

- MASW, Resistivity imaging, และ GPR ให้ผลการสำรวจที่มีนัยถึงความแข็งแรง ความแน่นทึบ และการทรุดตัว ได้จริง
- ค่าความเร็วคลื่นเฉือนจาก MASW สามารถเทียบได้เป็นค่า Undrain shear strength หรือค่าความสามารถในการรับน้ำหนัก ได้ระดับหนึ่ง
- เกณฑ์งานสนาม การประมวลผล เกณฑ์แปลความหมาย และเกณฑ์ความเชื่อมโยง สามารถใช้ในการตรวจสภาพเขื่อนดินเก่ากรมชลประทานได้
- ดัชนีสภาพ สามารถระบุสภาพแกนดินปัจจุบันได้ และคำแนะนำใช้เป็นแนวทางให้ผู้เกี่ยวข้องตระหนักถึงความเข้มข้นการปรับปรุง ซ่อมแซม แก้ไข ที่ควรจะดำเนินการ

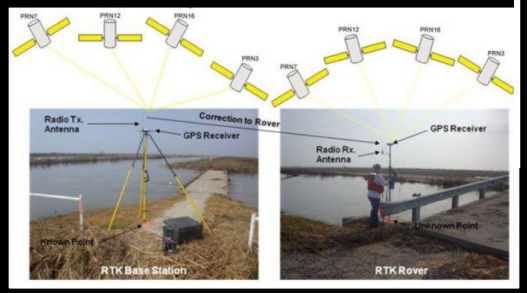
ขอบคุณครับ

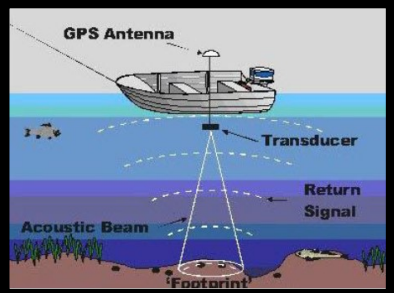
npoomvises@gmail.com

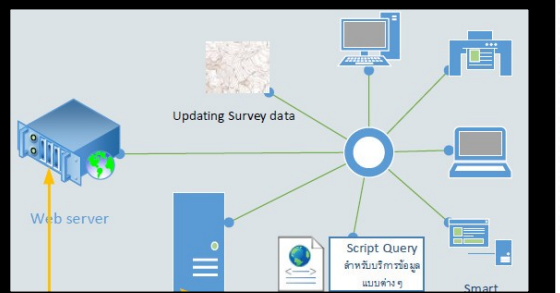
- ที่ระดับเก็บกัก นั้นๆ กรมชลประทานจะได้น้ำจริงๆ กี่คิว
- กราฟโค้งความจุของอ่างเก็บน้ำ ที่ทำไว้ด้วยเทคโนโลยีเก่าเมื่อ 20-30 ปี ยังถูกต้องแม่นยำเหมือนเดิม เชื่อถือได้ระดับใด
- ตอบคำถามเรื่องปริมาณน้ำในอ่างที่เป็นปัจจุบันที่ระดับต่างๆ โดยเทคโนโลยีการสำรวจสมัยใหม่
- โดยคุณปรีชา เสาร์เขียว หัวหน้าฝ่ายวิศวกรรม ส่วนสำรวจทำแผนที่ภาคพื้นดิน

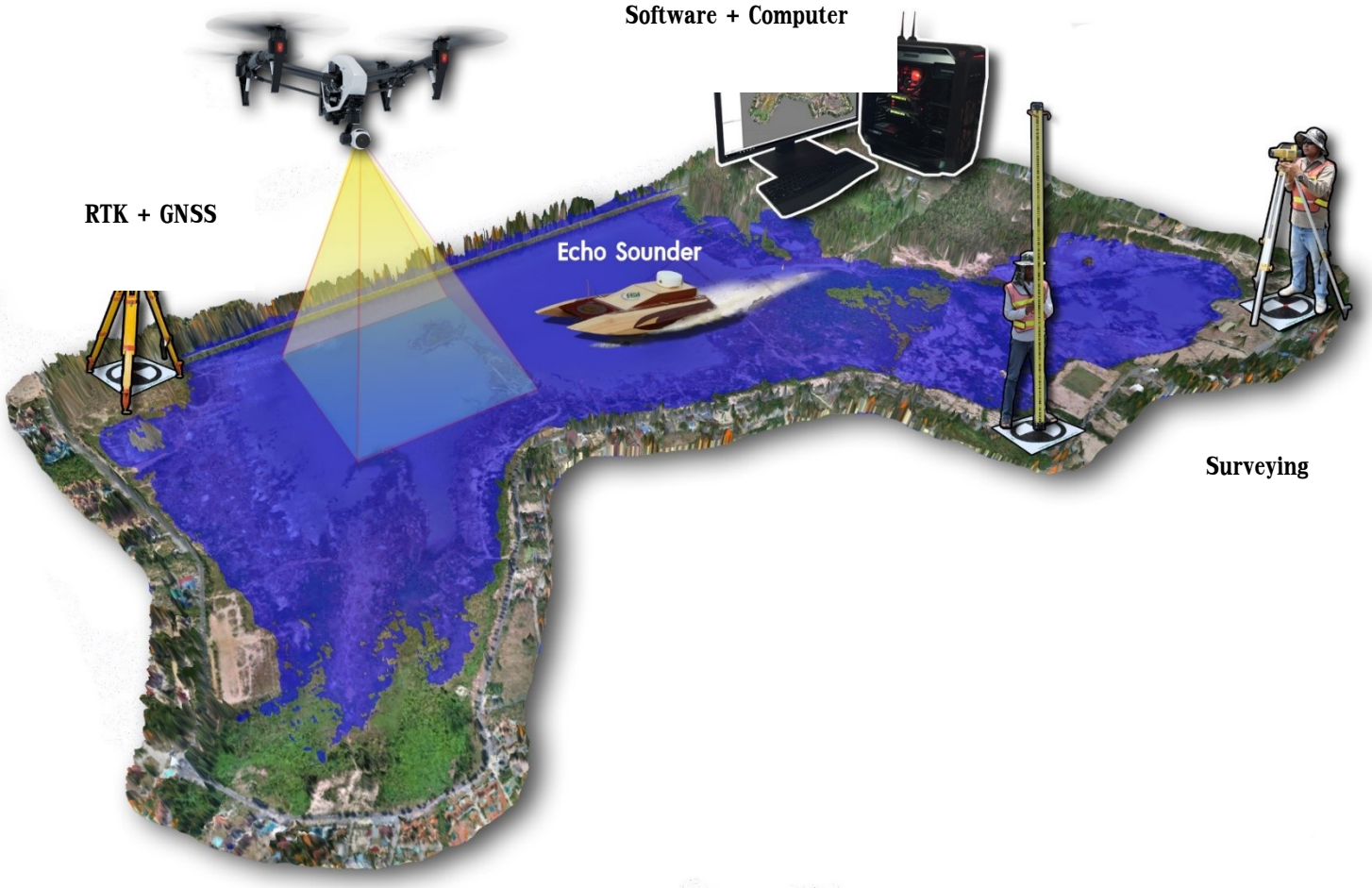
ชุดโปรแกรมพร้อมอุปกรณ์ควบคุมอากาศยานไร้คนขับแบบปีกหมุน และเรือสำรวจหยั่งลึกน้ำสำหรับการสำรวจทำแผนที่ภูมิประเทศความละเอียดสูง

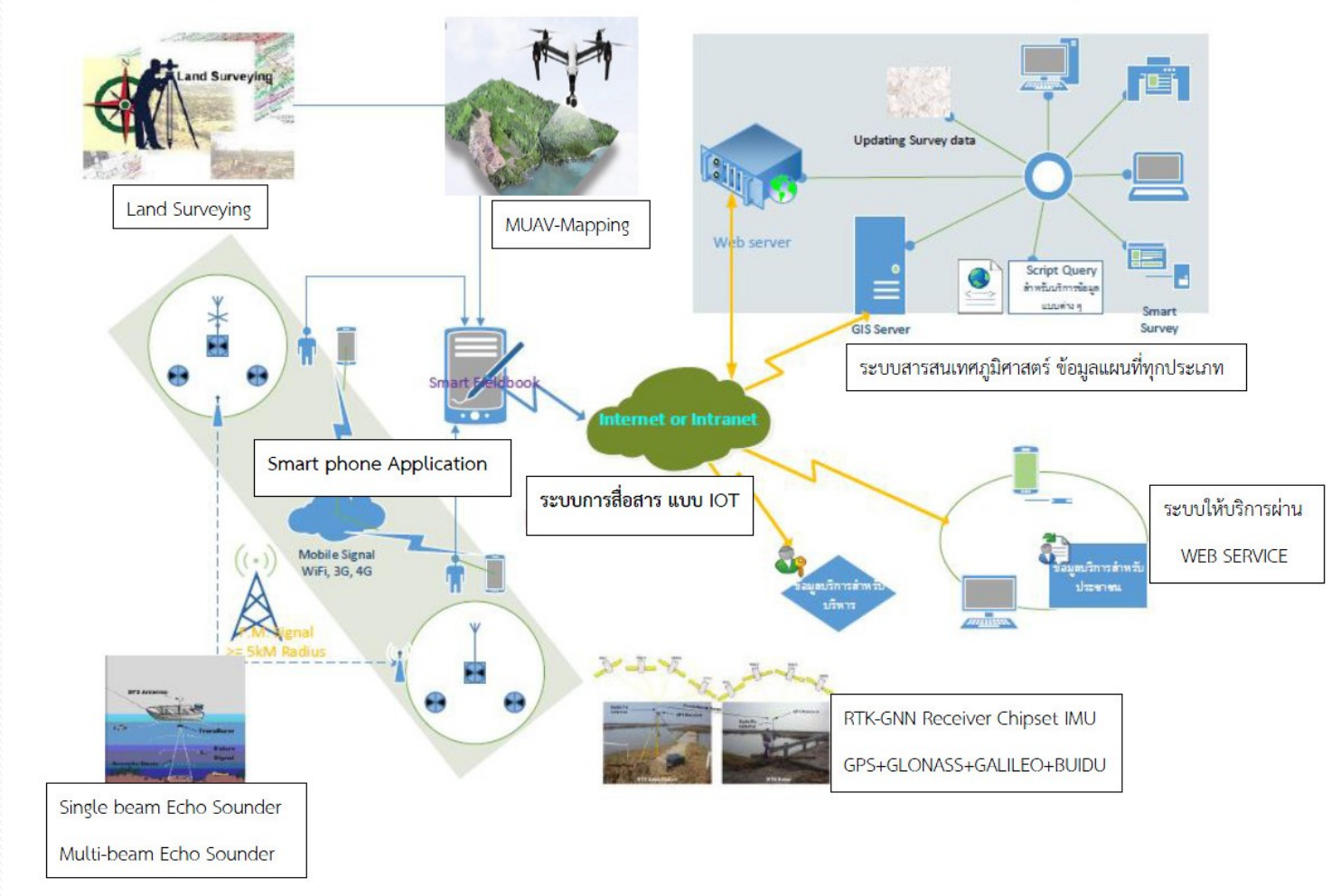
INNOVATION



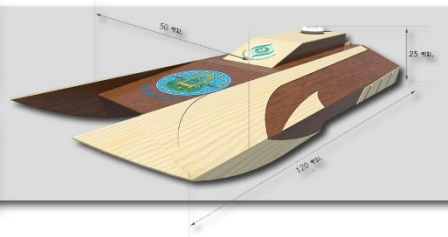





Software + Computer
RTK + GNSS
Echo Sounder
Surveying


Land Surveying
Land Surveying
MUAV-Mapping
Updating Survey data
Web server
GIS Server
Script Query
Smart Survey
ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ ข้อมูลแผนที่ทุกประเภท
Smart Fieldbook
Internet or Intranet
Smart phone Application
ระบบการสื่อสาร แบบ IOT
Mobile Signal
WiFi, 3G, 4G
ระบบให้บริการผ่าน
WEB SERVICE
>= 5kM Radius
RTK-GNN Receiver Chipset IMU
GPS+GLONASS+GALILEO+BUIDU
Single beam Echo Sounder
Multi-beam Echo Sounder

ต้นแบบเรือสำรวจหยั่งความลึกน้ำอัตโนมัติ ควบคุมด้วยรีโมทคอนโทรล พร้อมระบบโปรแกรมสร้างแผนที่ภูมิประเทศ ในงานวิศวกรรมชลประทานและทุกประเภท



- ขนาด กว้าง 50 cm. ยาว 120 cm. สูง 25 cm.
- น้ำหนัก 10 กก.
- วัดความลึกน้ำได้ตั้งแต่ 0.30 - 300 ม.
- ใช้ความเร็วในการทำงาน 20 - 60 กม./ชม.

GPS

ไมโครคอลโทรลเลอร์ พร้อมระบบ Firmware

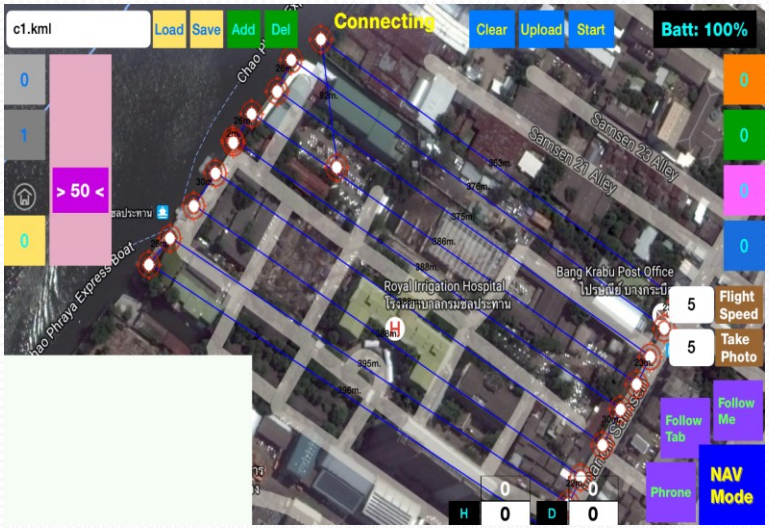
Echo Sounder (Singel Beam)

การทำงานสำรวจทำแผนที่ภูมิประเทศใต้น้ำ แบบเดิม ความละเอียดข้อมูล 80x40 เมตร 1 ตร.กม. ใช้เวลา 7 วัน

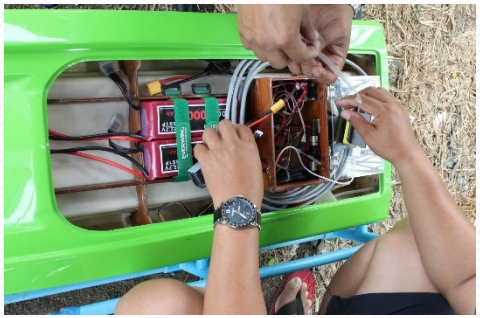
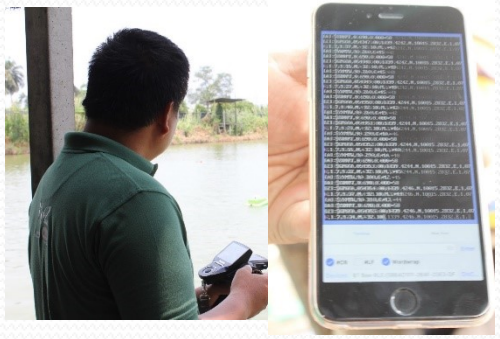
การทำงานสำรวจฯ ใต้น้ำ ใช้นวัตกรรมเครื่องมือสำรวจชลประทาน ความละเอียดข้อมูล 20x5 ม. (ความละเอียดเพิ่มขึ้น 400 เท่า) 1 ตร.กม. ใช้เวลา 1 วัน

การพัฒนาต่อยอดเทคโนโลยี
1.Multi beam Echo sounder
2.MUAV mapping
3.Beidu Sattellites system CHAINA for surveying
4.Software surveying 64 bit
5.4G communication systems

พัฒนาโปรแกรมควบคุมการบิน อากาศยานไร้คนขับแบบปีกหมุน

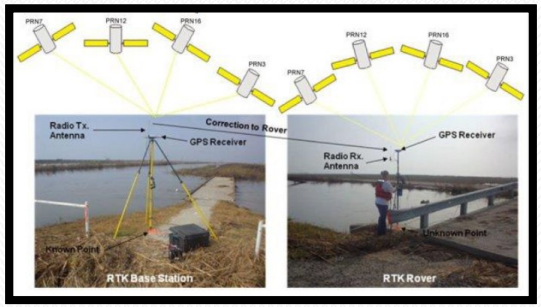


พัฒนาอุปกรณ์หยั่งลึกน้ำอัตโนมัติ (Echo Sounder+GPS+Software+Hardware)

แสดงอุปกรณ์วัดความลึกของน้ำด้วยเครื่องมือวัดความลึกแบบสะท้อนคลื่นเสียงติดท้องเรือ
ประกอบการหาพิกัดด้วยเครื่องมือหาพิกัดด้วยดาวเทียมแบบอัตโนมัติ พัฒนาโดยกรมชลประทาน

พัฒนาอุปกรณ์และระบบ Real Time Kinematic (RTK) Diagram



GPS Receiver Board

Microcontroller Board

Communication Unit

RF/
BLUE TOOTH/
WIFI

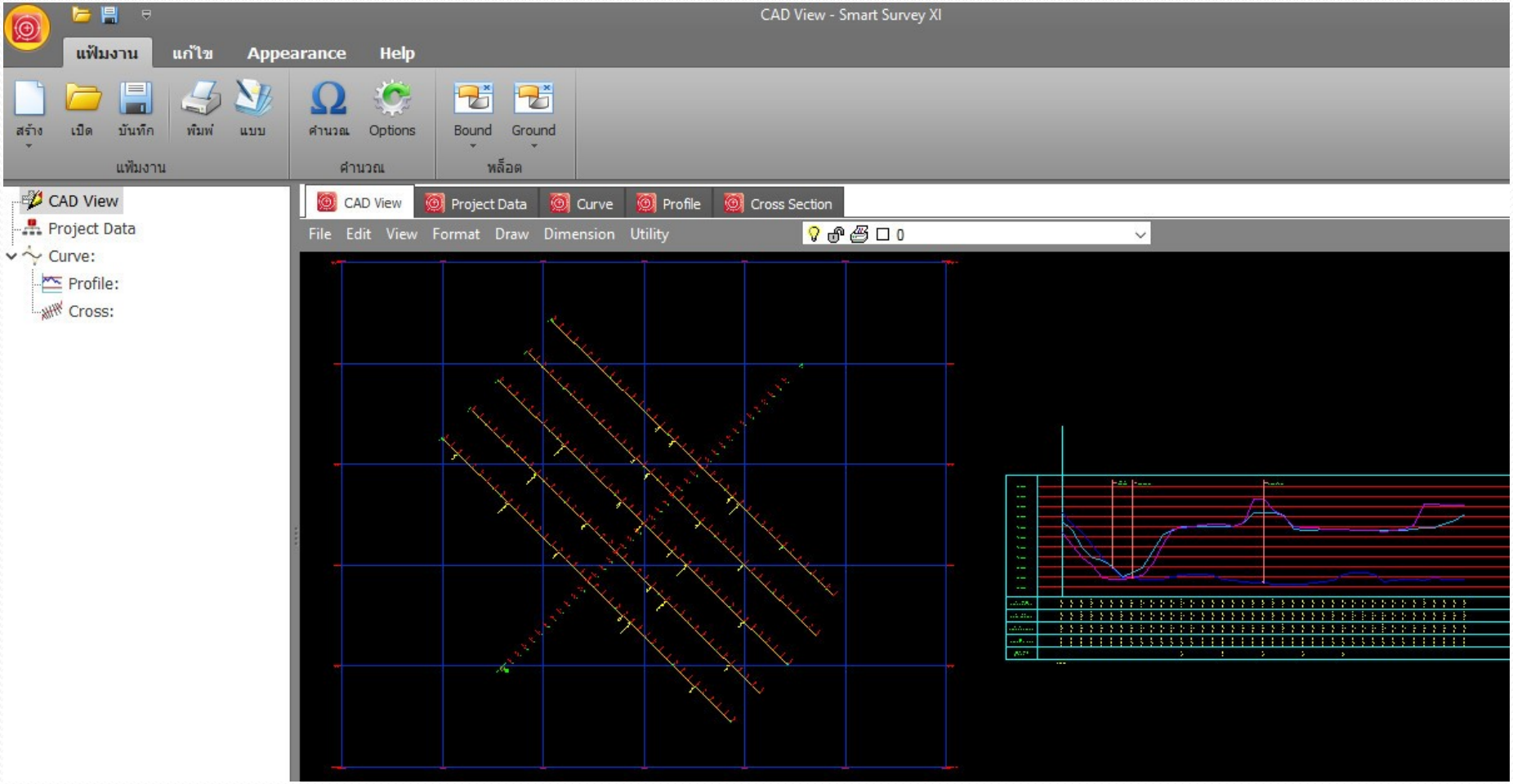
Communication Unit

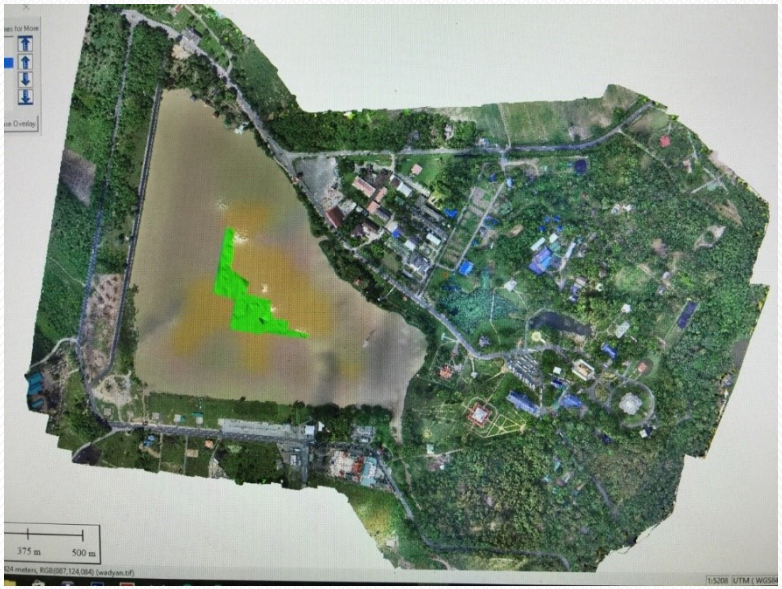
GPS Receiver Board

Microcontroller Board

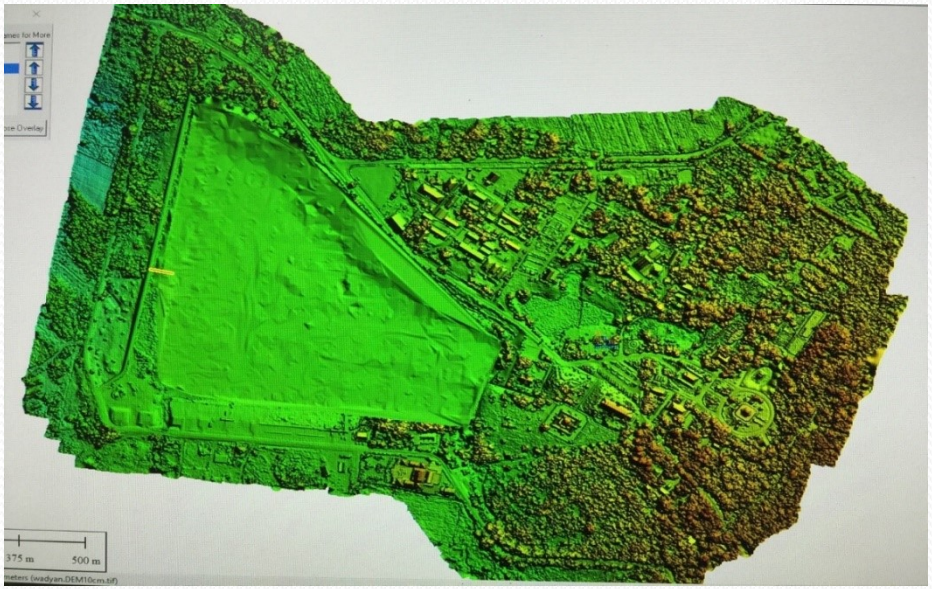
Base Station

Rover Station

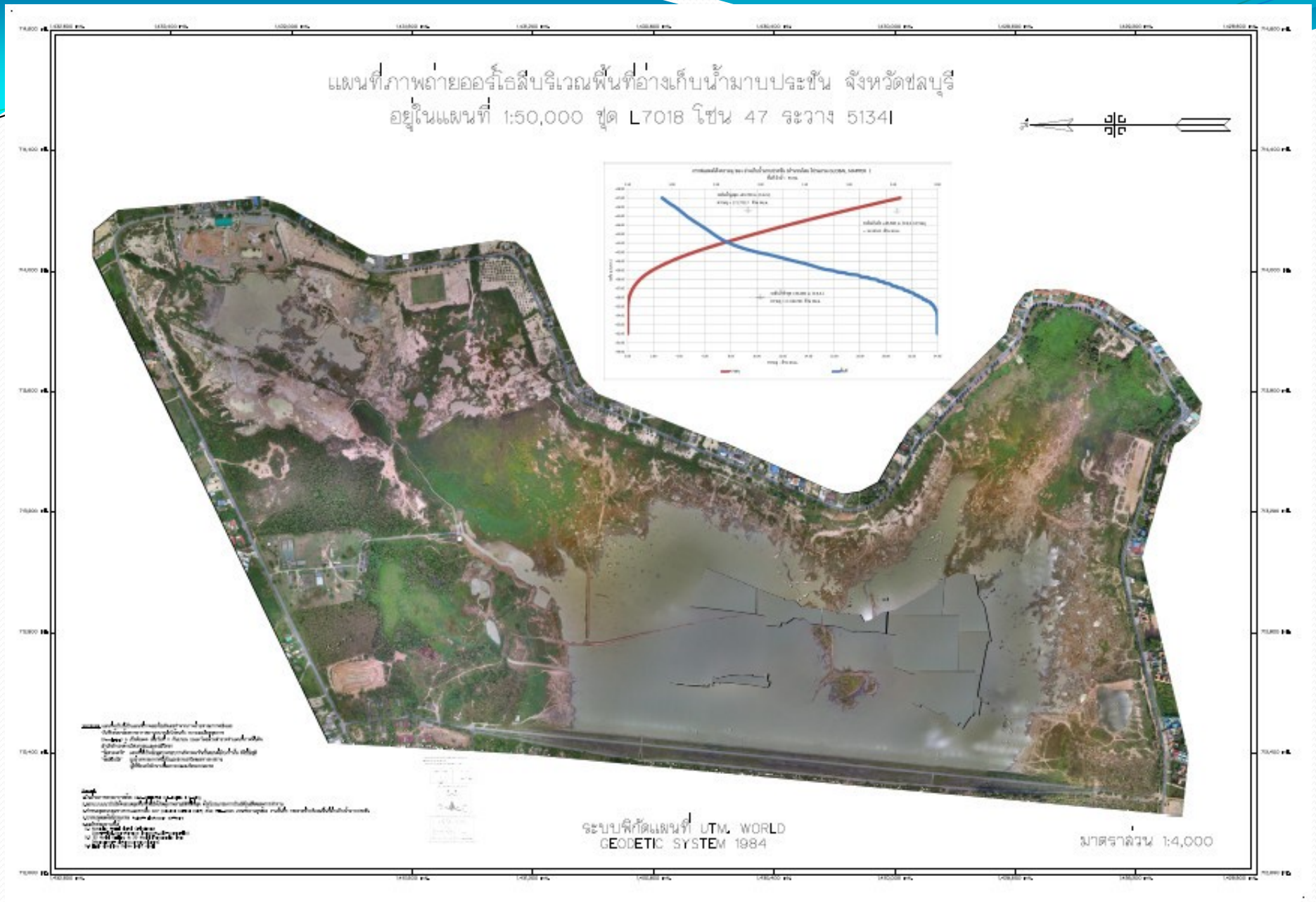

CAD View - Smart Survey XI
แฟ้มงาน
แก้ไข
Appearance
Help
สร้าง
เปิด
บันทึก
พิมพ์
แบบ
คำนวณ
Options
Bound
Ground
แฟ้มงาน
คำนวณ
หล็อต
CAD View
Project Data
Curve:
Profile:
Cross:
CAD View
Project Data
Curve
Profile
Cross Section
File
Edit
View
Format
Draw
Dimension
Utility
0



แผนที่ภูมิประเทศแบบจำลองความสูง ซ้อนทับกับภาพถ่ายทางอากาศ



แบบจำลองความสูงบริเวณอ่างเก็บน้ำ ความละเอียด 0.05 เมตร


แผนที่ภาพถ่ายออร์โธสีบริเวณพื้นที่อ่างเก็บน้ำมาบประชัน จังหวัดชลบุรี
อยู่ในแผนที่ 1:50,000 ชุด L7018 โซน 47 ระวาง 5134I
ระบบพิกัดแผนที่ UTM, WORLD GEODETIC SYSTEM 1984
มาตราส่วน 1:4,000

การสอบเทียบโค้งความจุสระเก็บน้ำพระราม 9 อันเนื่องมาจากพระราชดำริ โดยใช้นวัตกรรมเครื่องมือสำรวจ ชลประทาน

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ทราบปริมาณน้ำที่แท้จริง สำหรับการบริหารจัดการน้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

วิธีการ

1.การสำรวจค่าพิกัด โดยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมแบบจลน์ (RTK GNSS)

2.การบินถ่ายภาพด้วยอากาศยานไร้คนขับแบบปีกหมุน (MUAV)

3.การสำรวจภูมิประเทศ หยั่งความลึกใต้น้ำโดยเครื่องสะท้อนด้วยคลื่นเสียง (Echo Sounder)

4.ประมวลผล ประกอบแผนที่ คำนวนโค้งความจุ

RTK GNSS

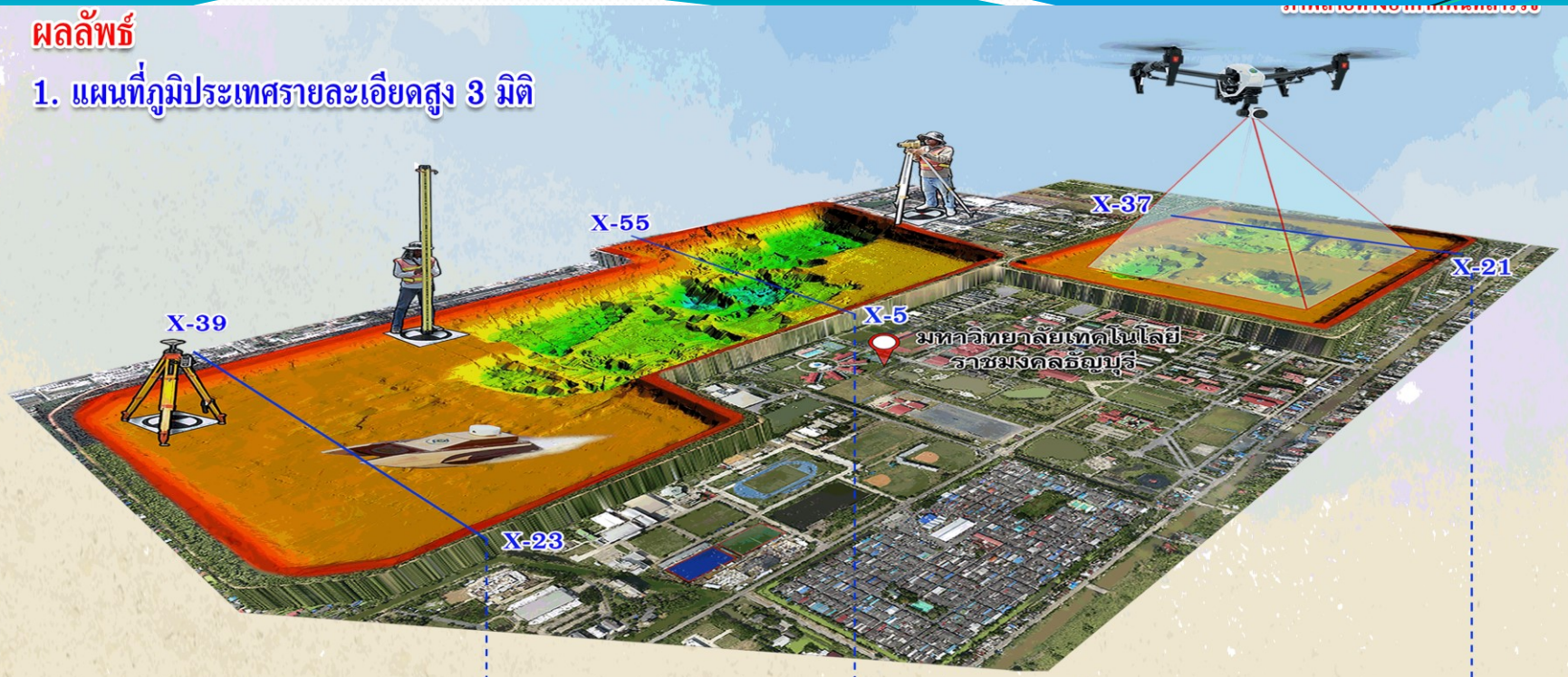
MUAV

Echo Sounder

ภาพถ่ายทางอากาศพื้นที่สำรวจ

ผลลัพธ์

1. แผนที่ภูมิประเทศรายละเอียดสูง 3 มิติ

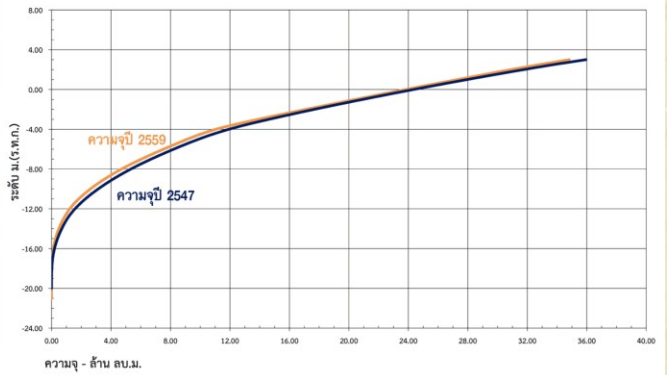


เปรียบเทียบรูปตัดขวางสระเก็บน้ำ (X-39 - X-23) ปี 2547 กับ ปี 2559

เปรียบเทียบรูปตัดขวางสระเก็บน้ำ (X-55 - X-5) ปี 2547 กับ ปี 2559

เปรียบเทียบรูปตัดขวางสระเก็บน้ำ (X-37 - X-21) ปี 2547 กับ ปี 2559

. กราฟแสดงโค้งความจุ



กราฟแสดงโค้งความจุ เปรียบเทียบระหว่างปี 2547-2559

เปรียบเทียบผลสำรวจกราฟโค้งความจุปี 2547 กับปี 2559

ปีที่ดำเนินการ	ความจุ (ล้าน ม.^{3}) ที่ระดับ +3.000 ม.ร.ท.ก.	ความจุ (ล้าน ม.^{3}) ที่ระดับ -4.000 ม.ร.ท.ก.	ปริมาณน้ำที่ใช้ได้จริง (ล้าน ม.^{3})
2547	35.946	11.930	24.016
2559	34.827	11.049	23.778
ปริมาณน้ำแตกต่าง			-0.238

รางวัล Special Prize กลุ่มสิ่งประดิษฐ์เพื่อการใช้งานในอนาคต
และรางวัล The Best of Special Prize ในงานวันนักประดิษฐ์
ประจำปี 2559

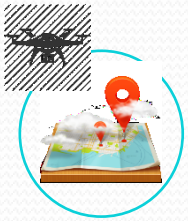
รางวัลดีเด่น สาขาวิจัยและพัฒนา (R & D)
รางวัลดีเด่น สาขาโปรแกรมฝังสมองกล (Embedded Application & Tool)
จากการประกวดงานรางวัล "เจ้าฟ้าไอที รัตนราชสุดา สารสนเทศ" ครั้งที่ 11
วันที่ 18 มกราคม 2560

รางวัลชนะเลิศประเภท Research and Development
จากการประกวด Thailand ICT Awards 2016

การพัฒนาต่อยอดนวัตกรรมเครื่องมือสำรวจชลประทาน

พัฒนาเครื่องหาพิกัดแบบ RTK Positioning ที่สามารถรับสัญญาณดาวเทียมได้ทั้ง อเมริกา ยุโรป จีน และระบบอื่นๆ (GPS+GLONASS+GALILEO+BUIDU)

พัฒนาอุปกรณ์หยั่งความลึกแบบหลายความถี่ (Multi-beam Echo sounder)



พัฒนากระบวนการทำแผนที่เชิงวิศวกรรม โดยใช้อากาศยานไร้คนขับ (MUAV Multi-rotors)

พัฒนาระบบสารสนเทศของแผนที่ แบบ ราสเตอร์และแบบเวคเตอร์ ของสำนักสำรวจ ฯ ให้สมบูรณ์พร้อมให้บริการทั้งหน่วยงายภายในและภายนอกผ่านระบบ Web service

พัฒนานวัตกรรม กระบวนการทบทวนโค้งความจุของอ่างเก็บน้ำเพื่อใช้ในวิศวกรรมชลประทาน สามารถนำข้อมูลไปออกแบบเพื่อเพิ่มความจุของอ่างเก็บน้ำได้ทันที แบบ 3 มิติ

พัฒนาอุปกรณ์พร้อมโปรแกรมประยุกต์ระบบการสื่อสารข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ขึ้น สามารถนำไปใช้พัฒนาและเชื่อมโยงกับระบบติดต่อสื่อสารระยะไกลได้ สามารถประยุกต์ใช้กับระบบอื่นๆ ในอนาคตได้

จบการนำเสนอ

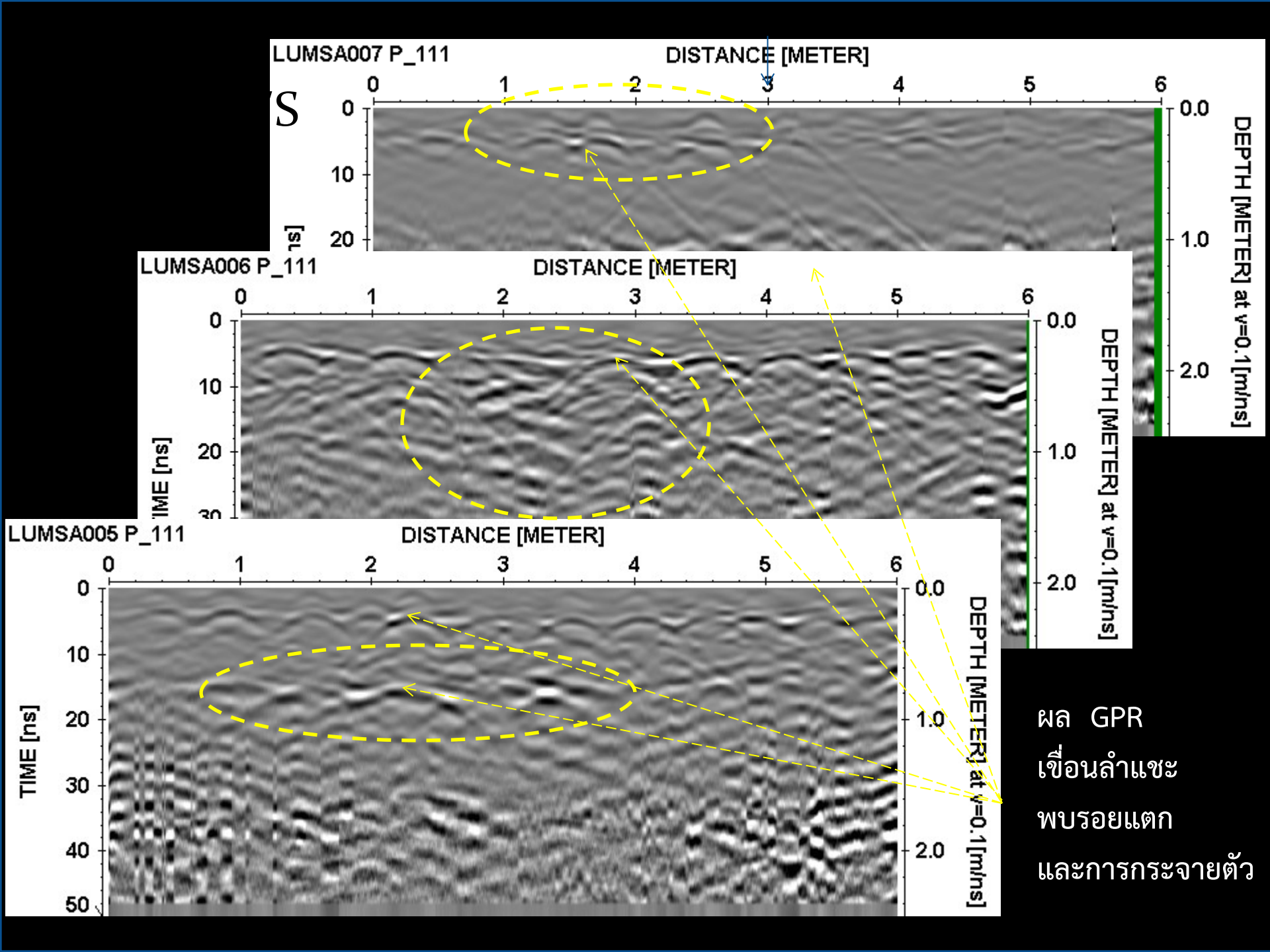
สำนักสำรวจด้านวิศวกรรมและธรณีวิทยา กรมชลประทาน

ประโยชน์ของข้อมูลสำรวจ
(ด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่)
ด้านการวางแผนและการวิเคราะห์ตรวจสอบ

ความสำคัญของการสำรวจในงานชลประทาน

-การวางแผน วิเคราะห์ ออกแบบ ในโครงการชลประทาน ขึ้นอยู่กับข้อมูลการสำรวจ

-การดำเนินงานของโครงการชลประทาน จะถูกสร้างขึ้นตามเส้นและจุดที่กำหนดโดย การสำรวจ



ผล GPR เชื่อนลำแชะ พบรอยแตก และการกระจายตัว

พิสูจน์ทราบผลที่ ลำแซะ

2-D SHEAR WAVE VELOCITY PROFILE ALONG CENTER LINE OF DAM

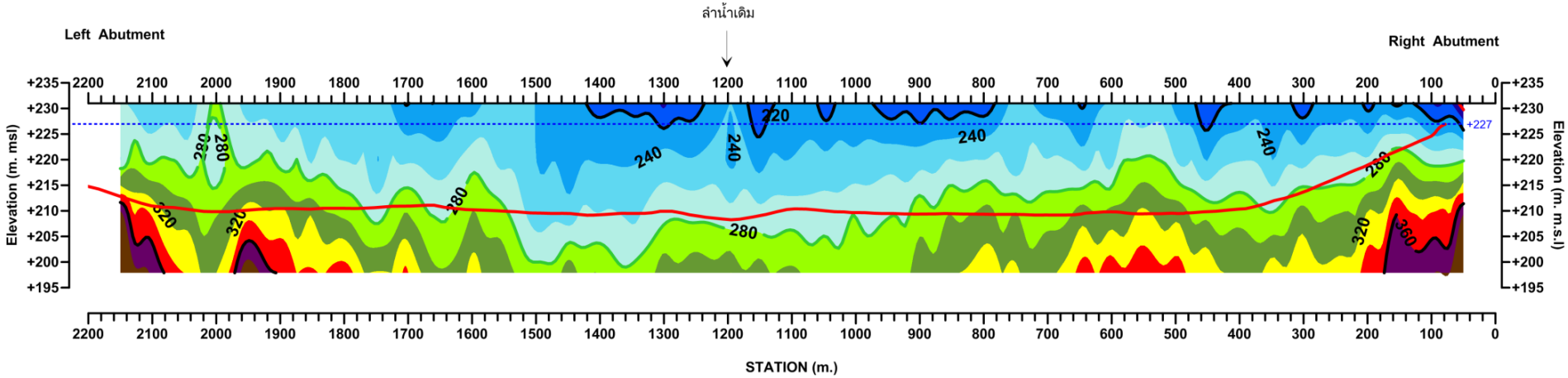
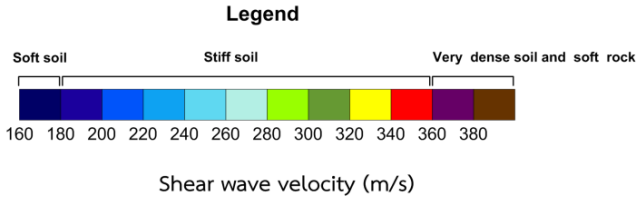
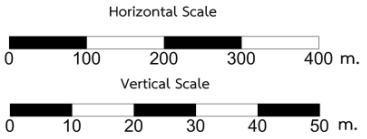


Table 1: Soil profile type classification for seismic amplification (BSSC, 2003)

Soil type NEHRP	General description	Average shear wave velocity to 30 m (m/s)
A	Hard rock	> 1500
B	Rock	760 < Vs ≤ 1500
C	Very dense soil and soft rock	360 < Vs ≤ 760
D	Stiff soil 15 ≤ N ≤ 50 or 50 kPa ≤ Su ≤ 100 kPa	180 ≤ Vs ≤ 360
E	Soil or any profile with more than 3 m of soft clay defiled as soil with PI > 20, w ≥ 40%, and Su < 25 kPa.	≤ 180
F	Soils requiring site-specific evaluations	

N: SPT blow count, Su: Undrained shear strenghth
PI: Plasticity index, w: water content



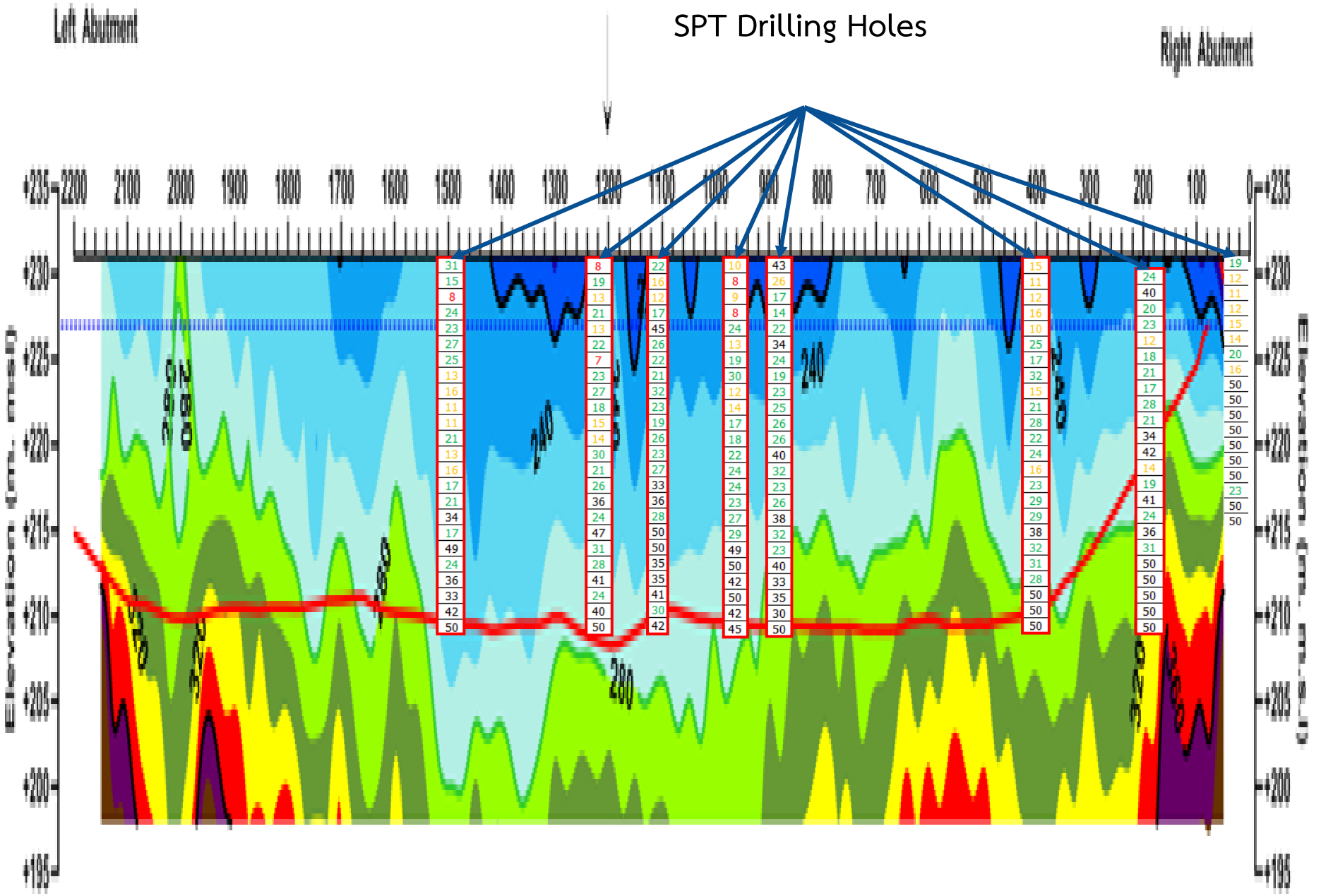


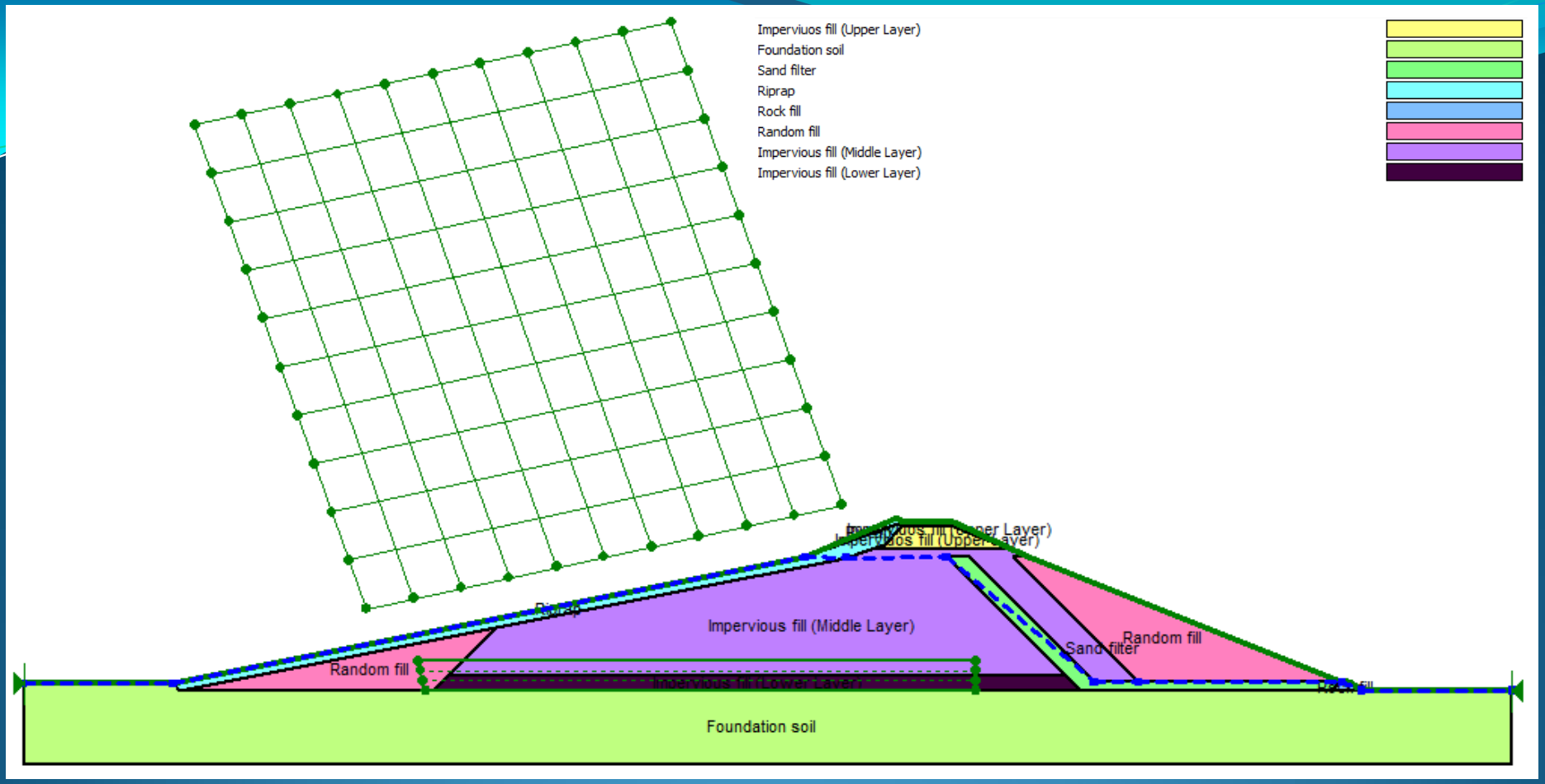
ระดับสันทำนบ +231 เมตร ร.ท.ก.

+227 ..... ระดับเก็บกัก (+227 ม. ร.ท.ก.)

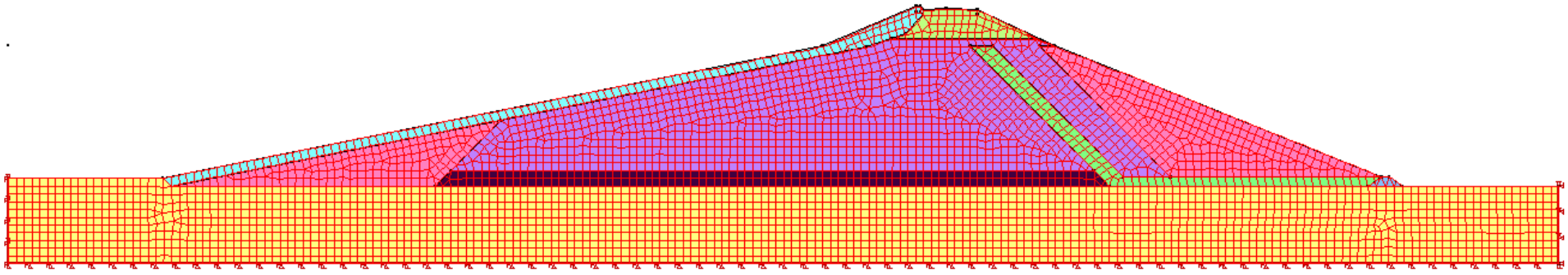
ระดับดินเดิมตามแนวศูนย์กลาง impervious cut off wall

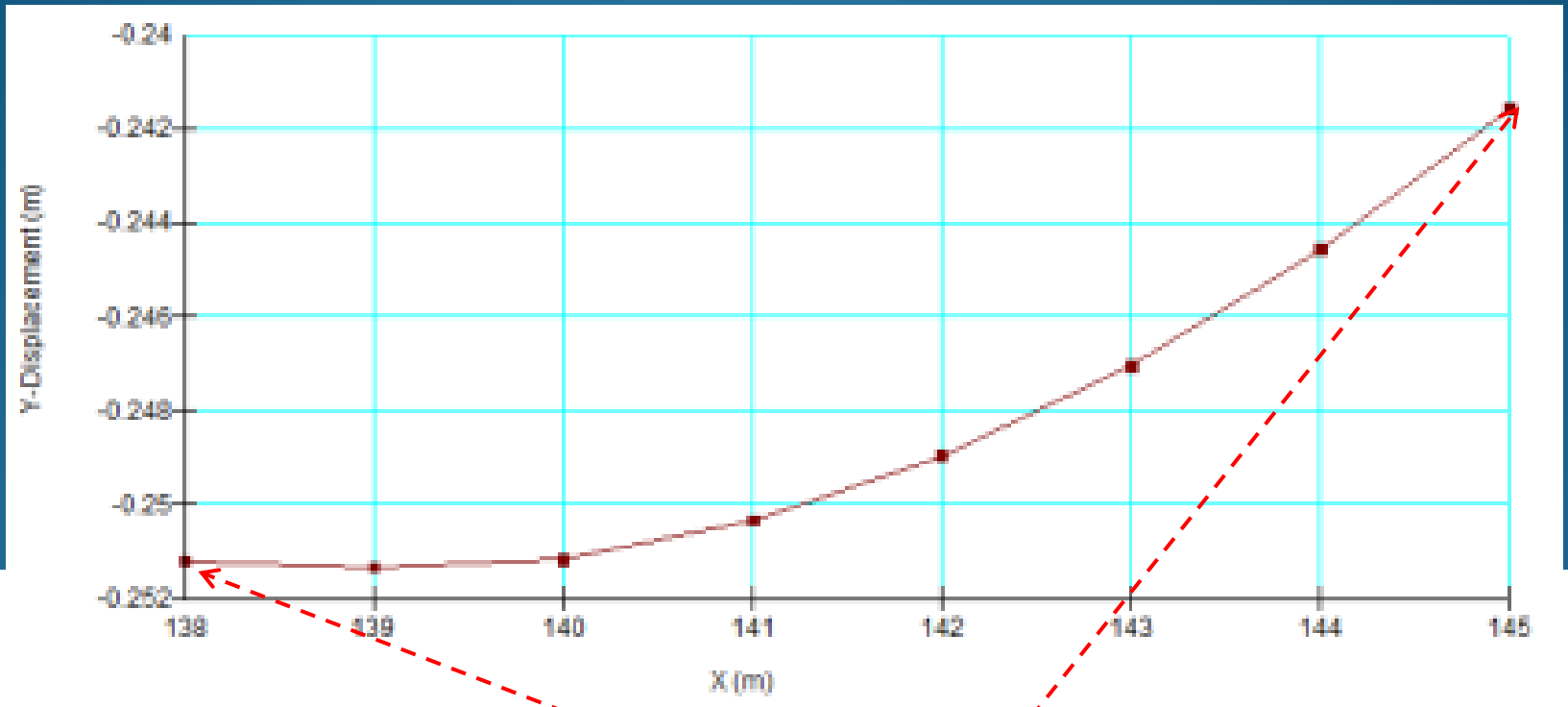
SPT Drilling Holes

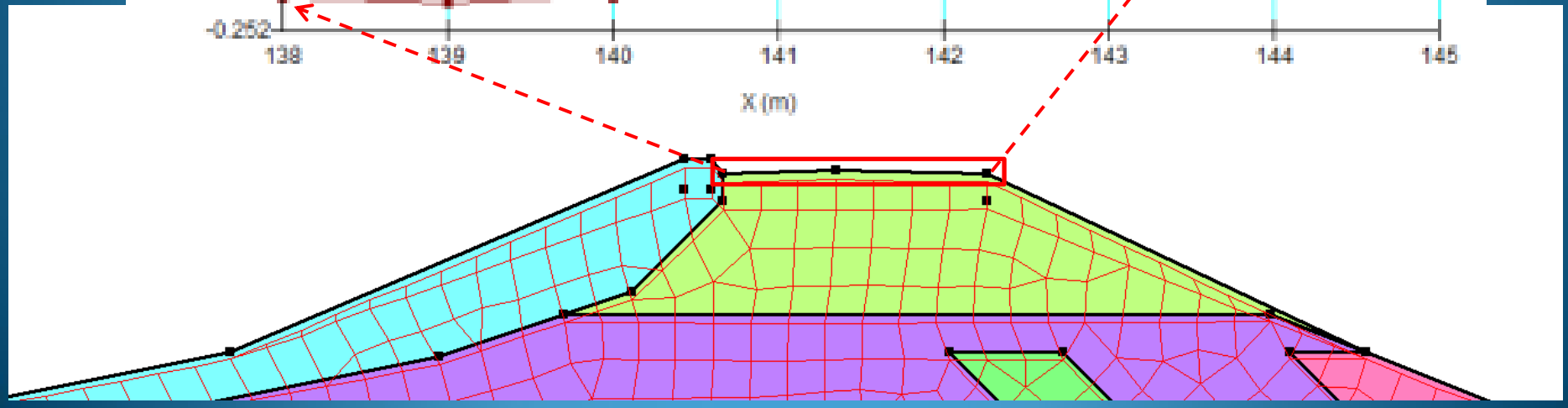


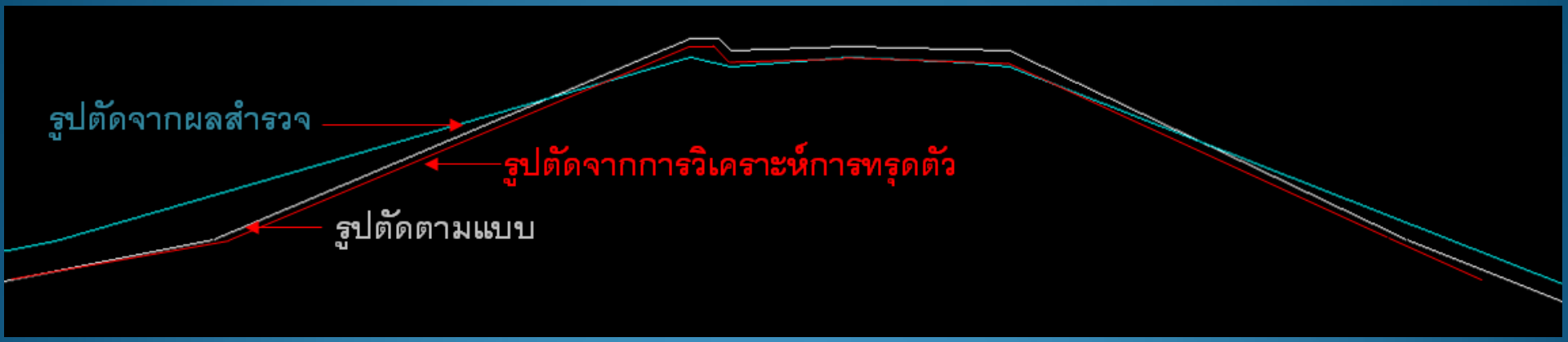


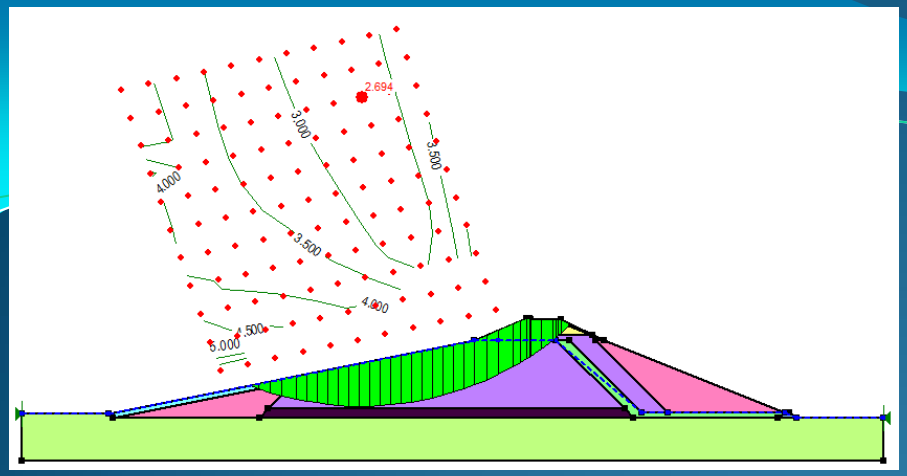
Material Types		Evaluated properties					Elevation
		c' (kPa)	ϕ' (deg)	γ_t (kN/cu.m)	E (Mpa)	poison ratio	
1	Impervious fill (Upper layer)	30.00	23.00	18.00	15	0.25	231-228
	Impervious fill (Middle layer)	40.00	25.00	19.00	25	0.25	228-211
	Impervious fill (Lower layer)	55.00	27.00	20.00	45	0.25	211-208
2	Processed sand filter	0.00	38.00	20.00	35	0.30	
4	Riprap slope protection	0.00	40.00	24.00	50	0.20	
7	Random fill	40.00	25.00	19.00	25	0.25	
8	Sandstone rockfill	0.00	40.00	24.00	50	0.20	



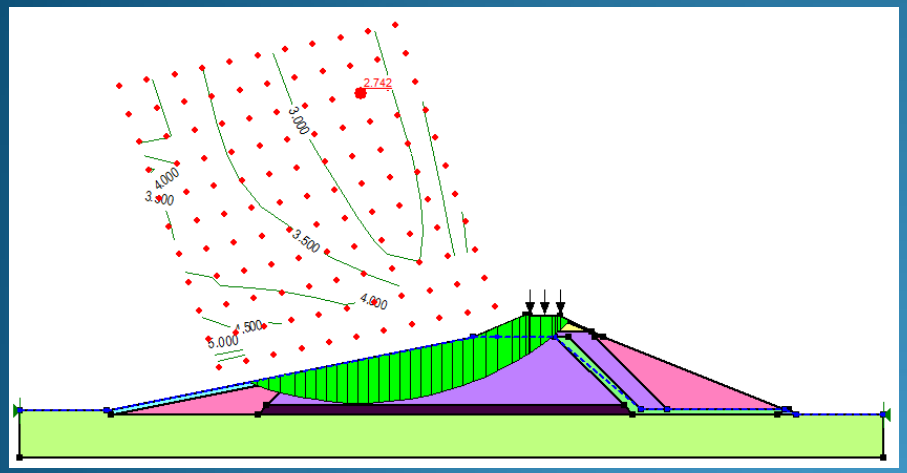

-0.24
-0.242
-0.244
-0.246
-0.248
-0.25
-0.252
Y-Displacement (m)
138
139
140
141
142
143
144
145
X (m)



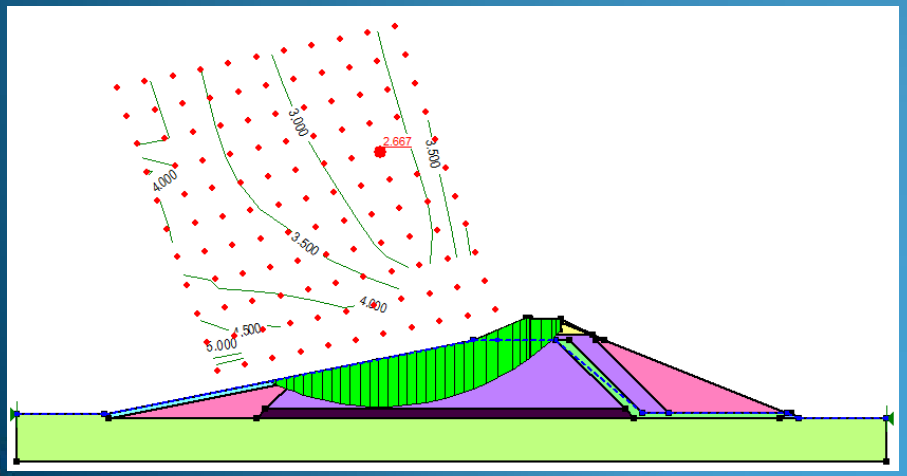

รูปตัดจากผลสำรวจ
รูปตัดจากการวิเคราะห์การทรุดตัว
รูปตัดตามแบบ



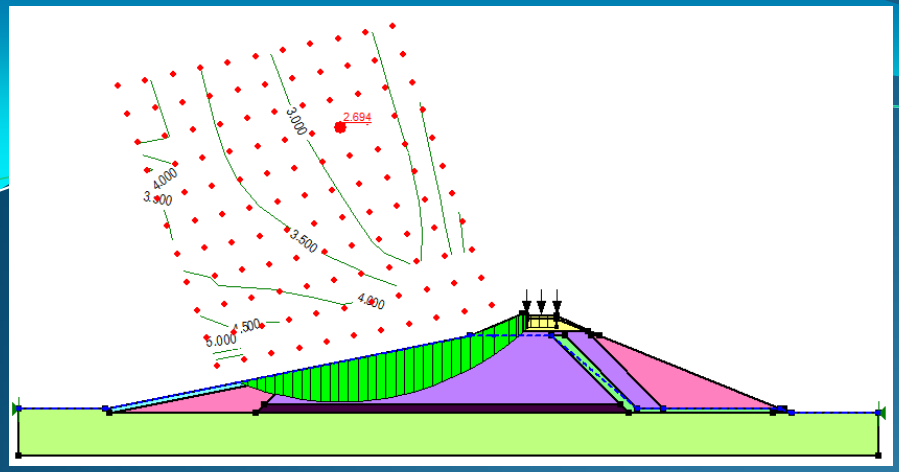
Rapid Drawdown



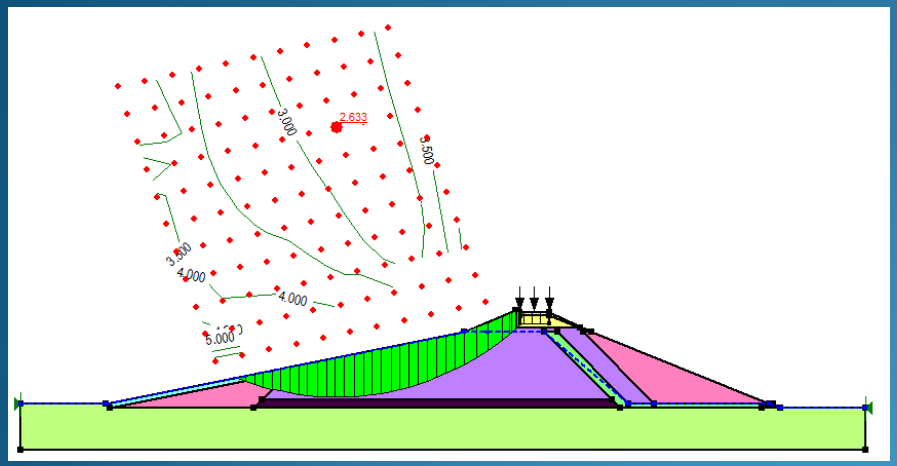
Rapid Drawdown
with L.L. (1 t/sq.m)



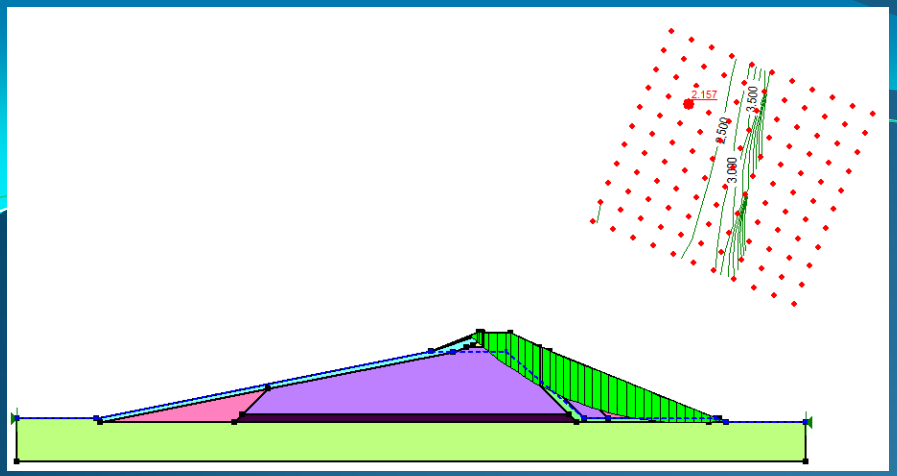
Rapid Drawdown
with Tension crack
(2 meter depth, 100% water fill)



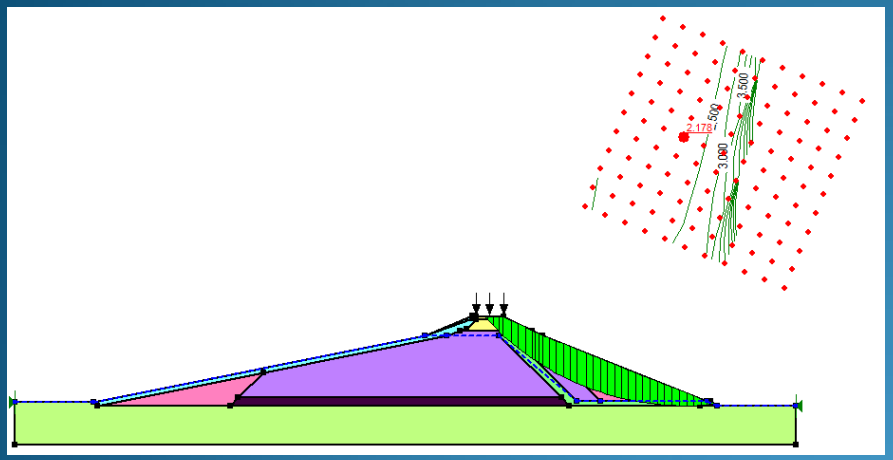
Rapid Drawdown
with L.L. and Tension crack



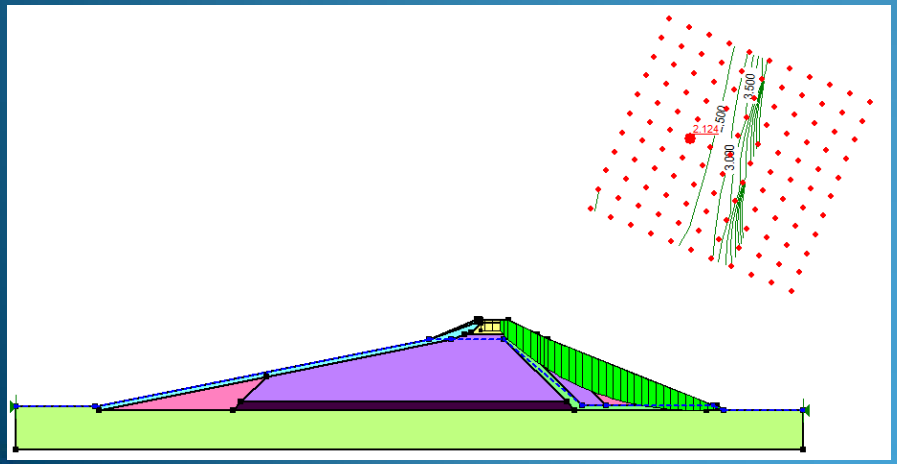
Rapid Drawdown
with L.L. and Tension crack
and earthquake (0.005g)



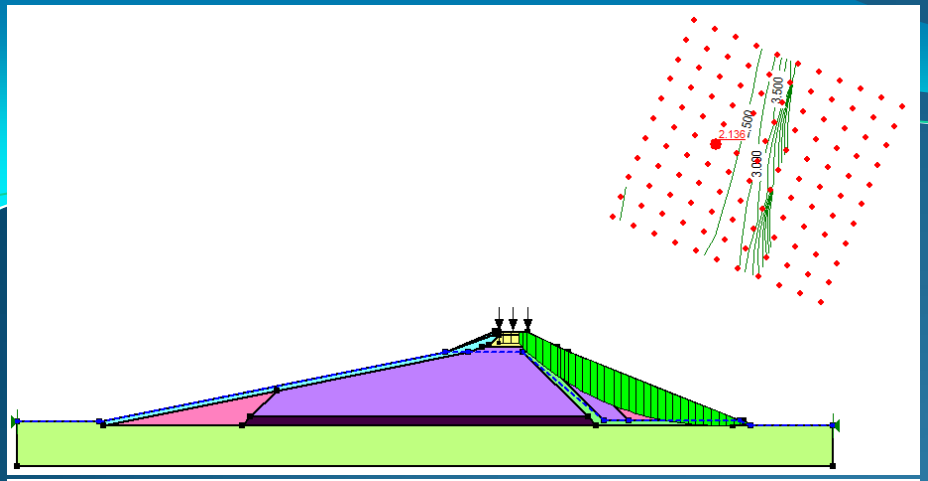
Rapid Drawdown



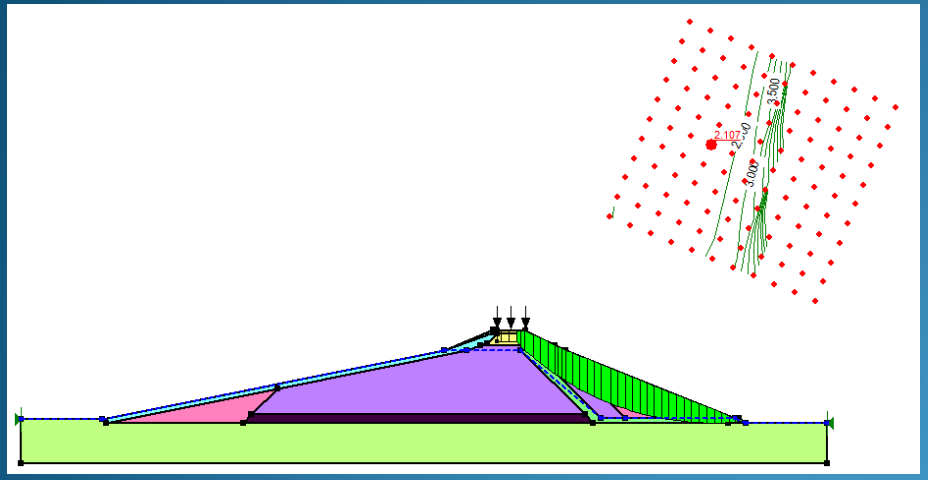
Rapid Drawdown
with L.L. (1 t/sq.m)



Rapid Drawdown
with Tension crack
(2 meter depth, 100% water fill)



Rapid Drawdown
with L.L. and Tension crack



Rapid Drawdown
with L.L. and Tension crack
and earthquake (0.005g)

Conclusions

Differential settlement,
Exaggerated settlement

↓

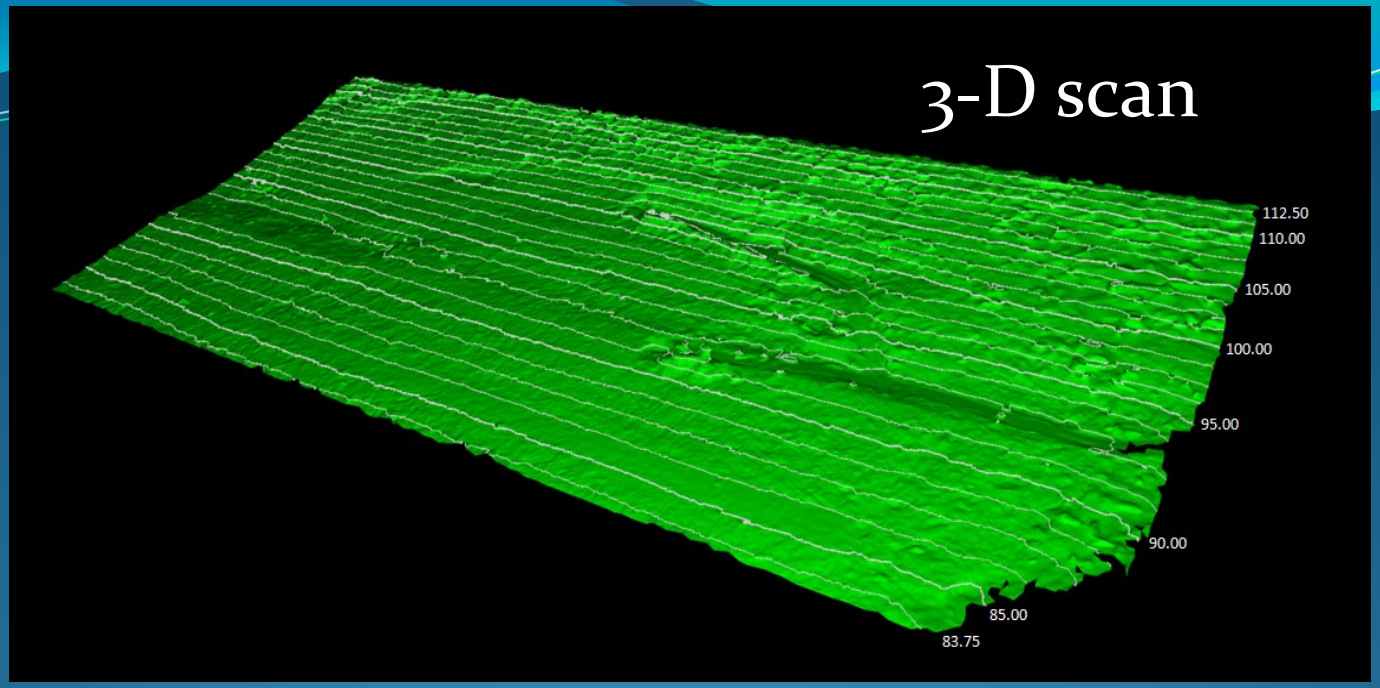
Longitudinal cracks at Center Line and Shoulder (2-3 meter in depth)

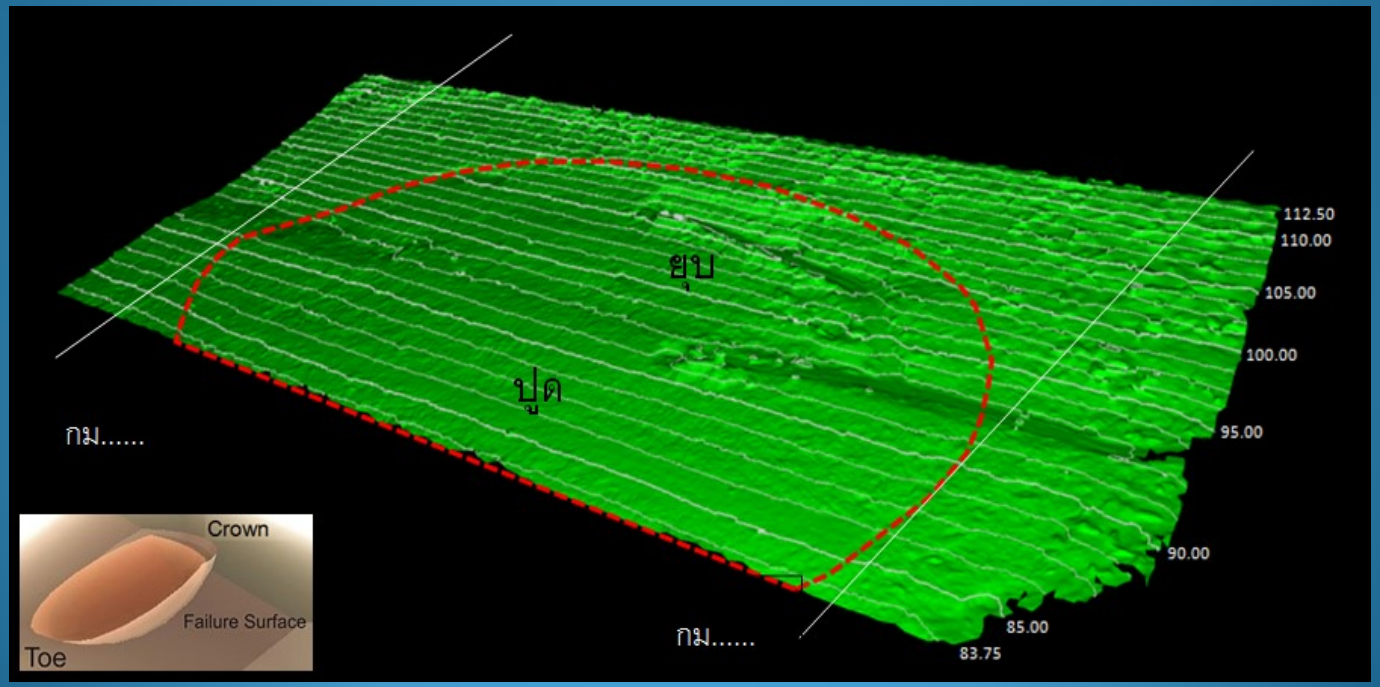
↓

Dam ‘s slope stability is OK.

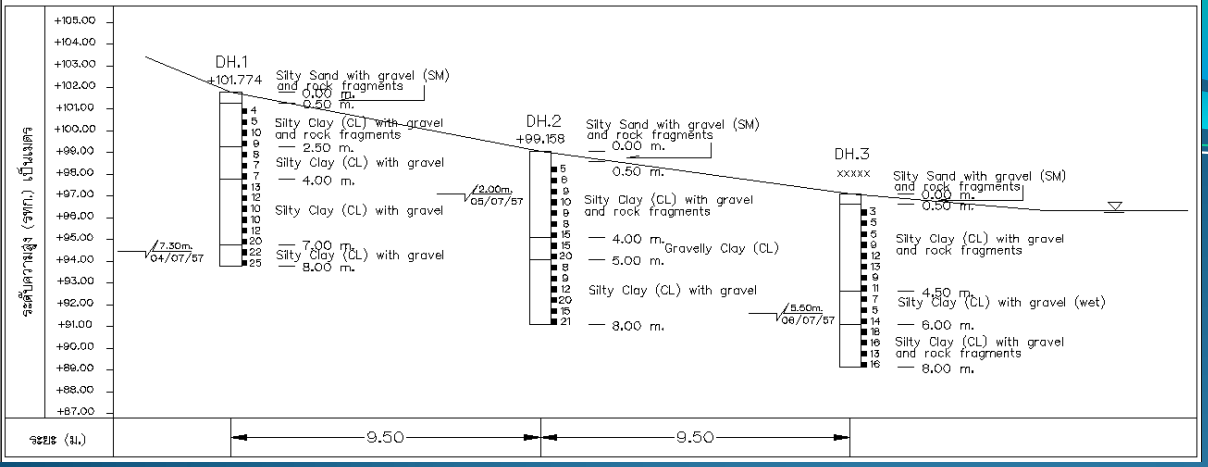
อ่างเก็บน้ำขนาดกลาง ภาคใต้

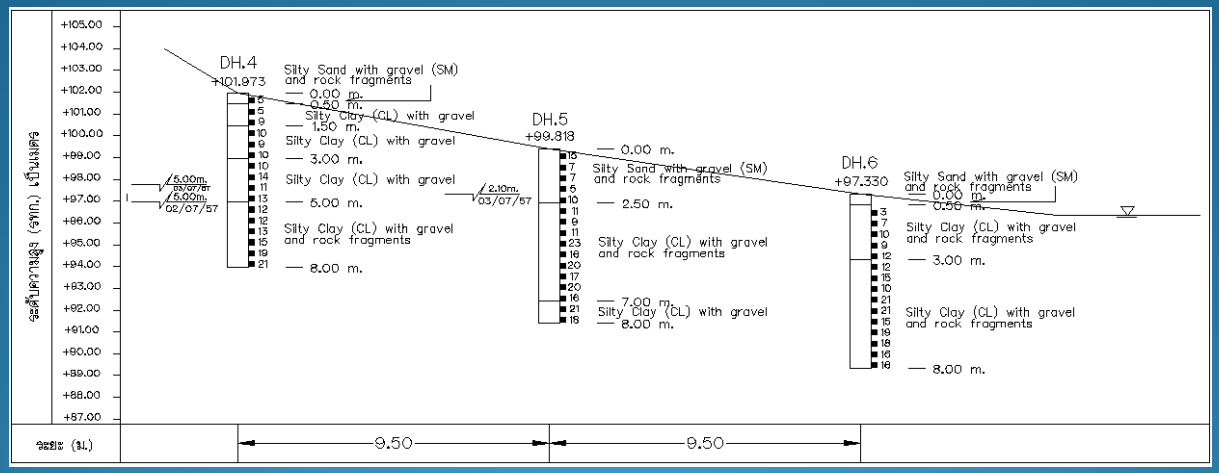
3-D scan

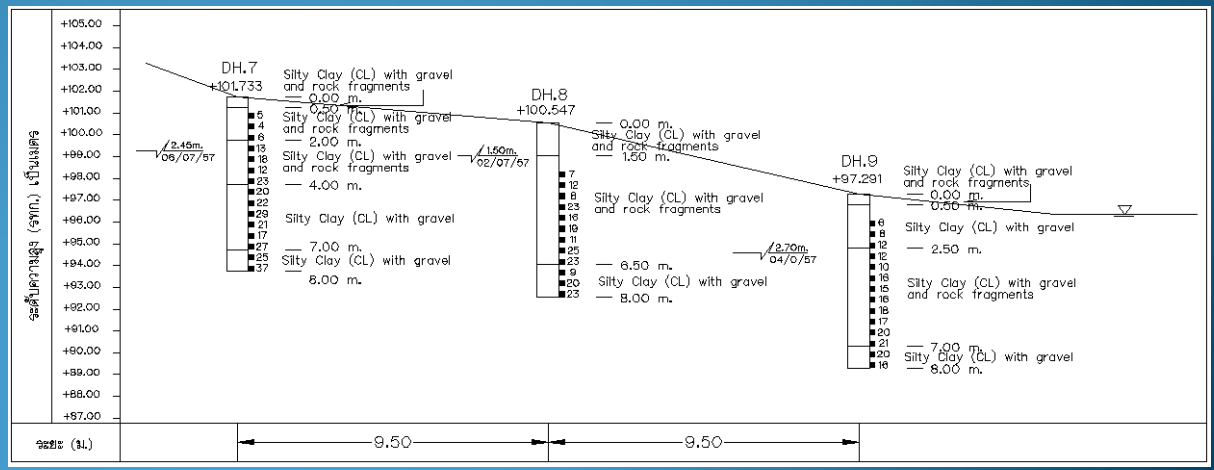

112.50
110.00
105.00
100.00
95.00
90.00
85.00
83.75

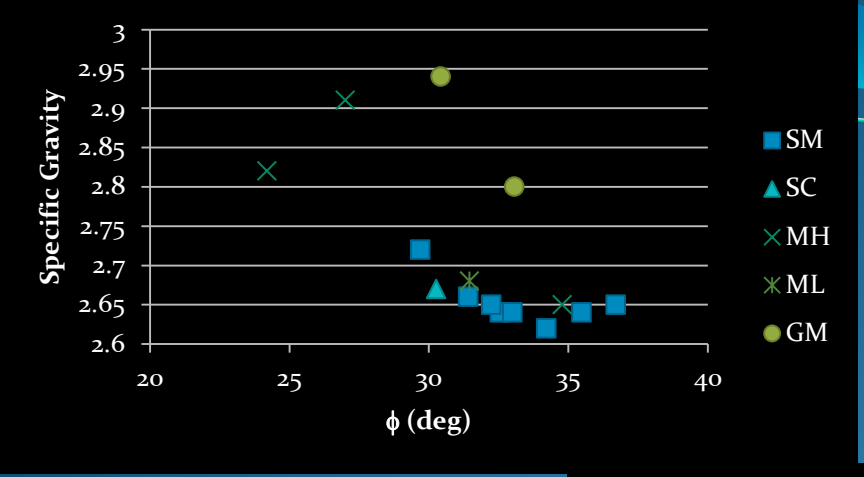

ยุบ
ปูด
กม.....
กม.....
Crown
Failure Surface
Toe
112.50
110.00
105.00
100.00
95.00
90.00
85.00
83.75

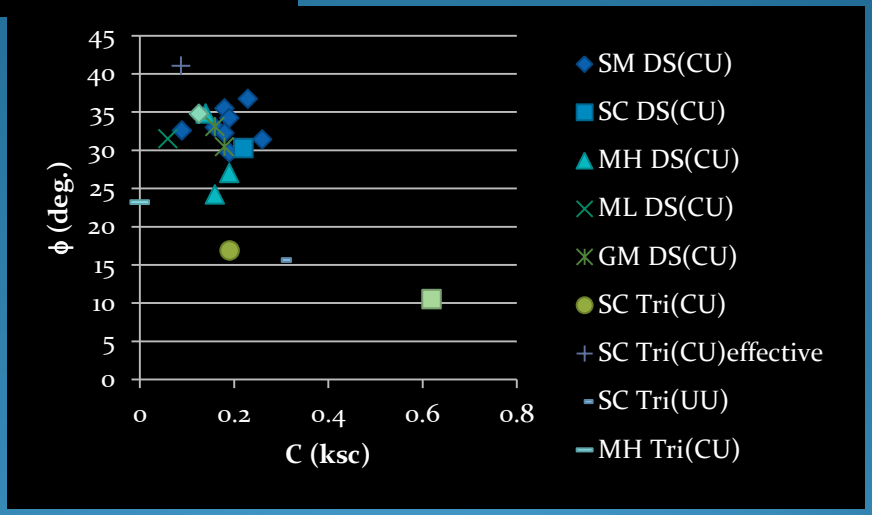
ผลการเจาะสำรวจปฐพีกลศาสตร์



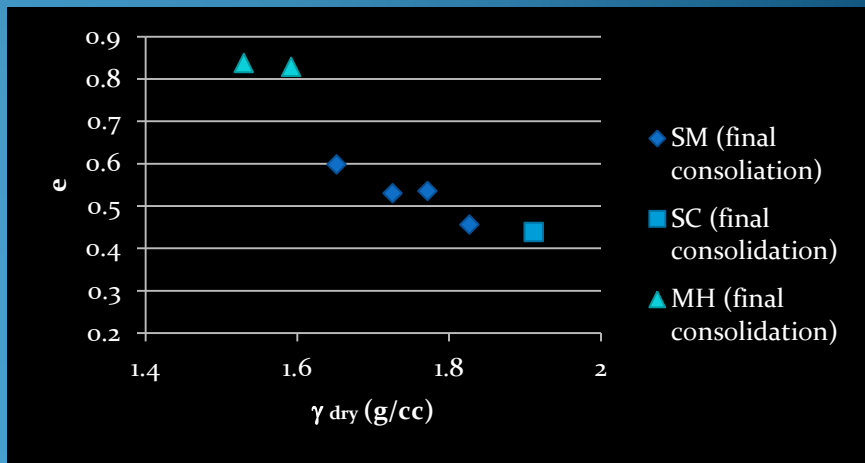


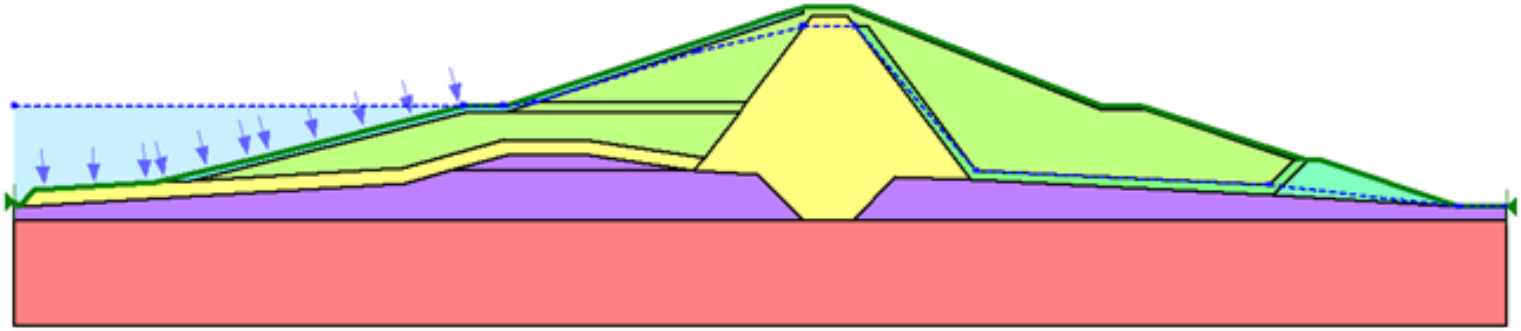






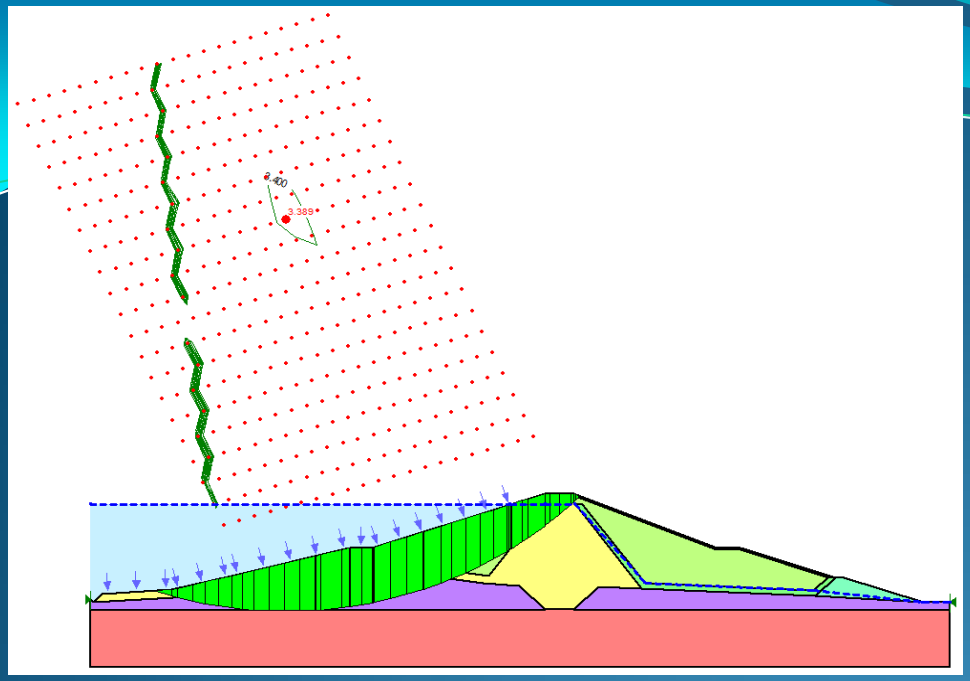
คุณสมบัติด้านวิศวกรรมของดินจากแหล่งบ่อยืมดินในพื้นที่อ่างเก็บน้ำ

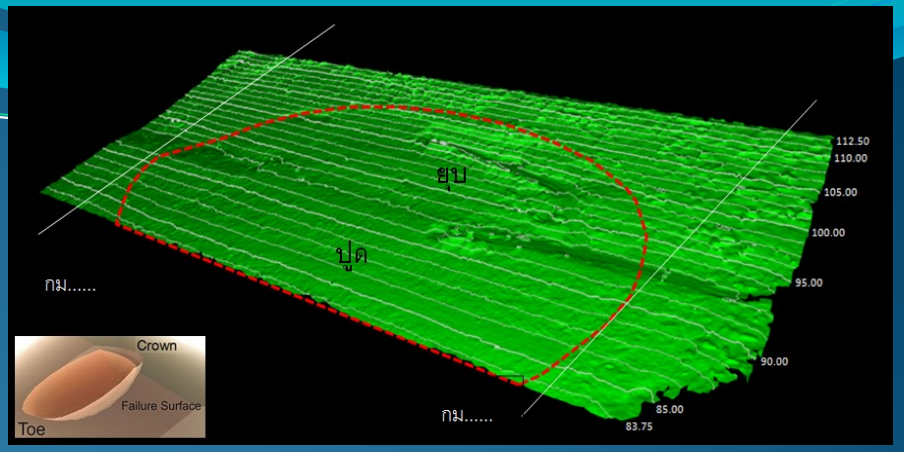




Materials	Evaluated properties			Remarks
	Unit weight (kN/m^3)	Cohesion (kPa)	Frictional angle (Deg.)	
Zone I	18	30	35	
Zone II	18	20	30	
Filter	20	0	30	
Rockfill toe	22	0	35	
Riprap	22	0	35	
Foundation	18	20	30	
Bed rock	-	-	-	

รูปตัดและคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของชั้นดินถมตัวเขื่อนและชั้นดินฐานราก
สำหรับการวิเคราะห์ตรวจสอบความมั่นคงเชิงลาด

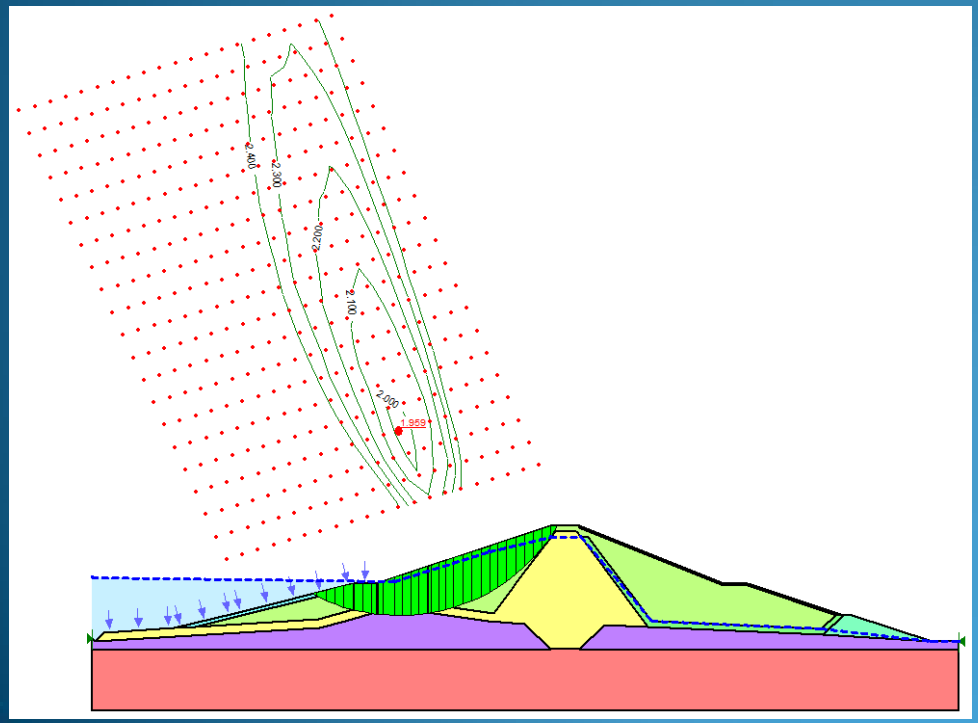




Full supply level

ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ +110.00 ม.(ร.ท.ก.)

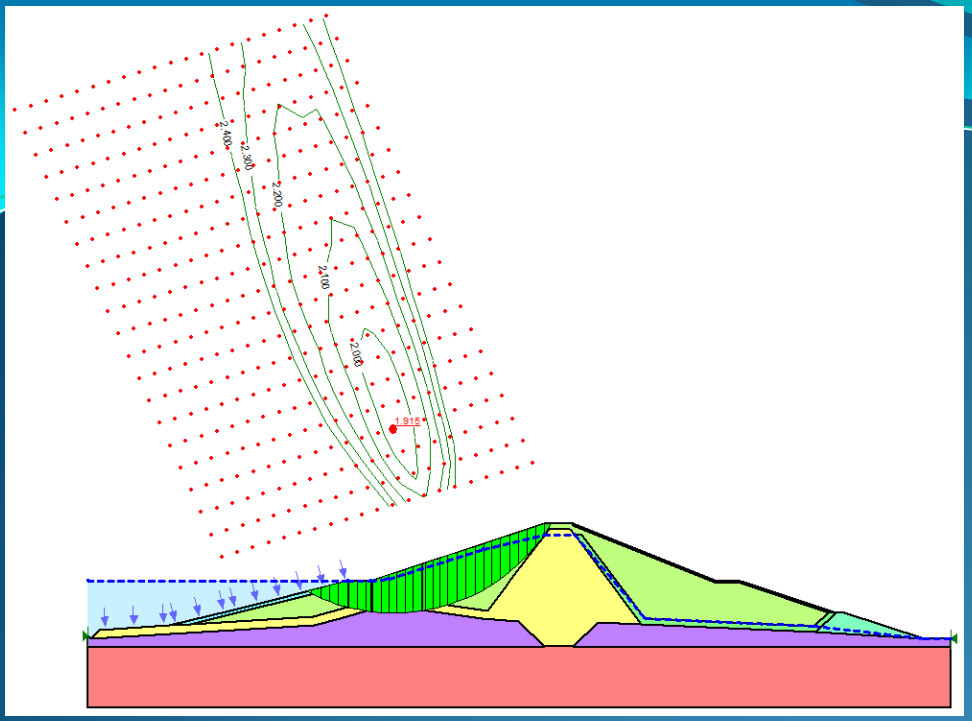
Min.F.S.=3.389

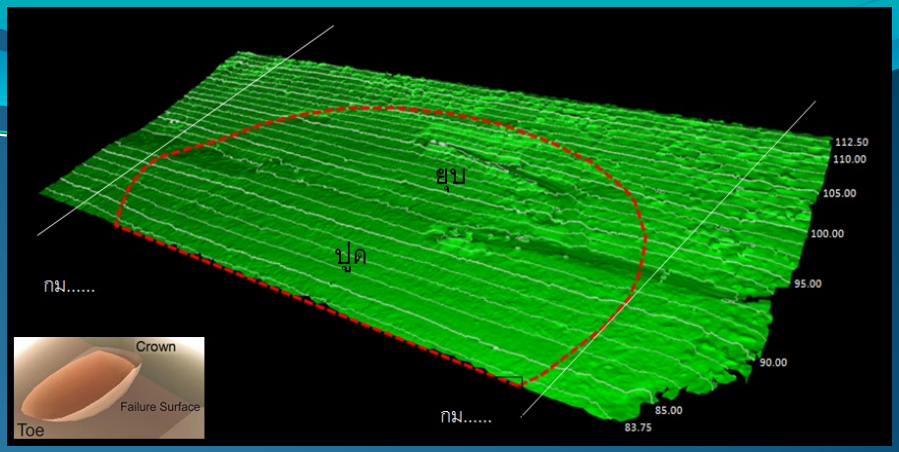


Rapid drawdown

ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ +96.00 ม.(ร.ท.ก.)

Min.F.S.=1.959

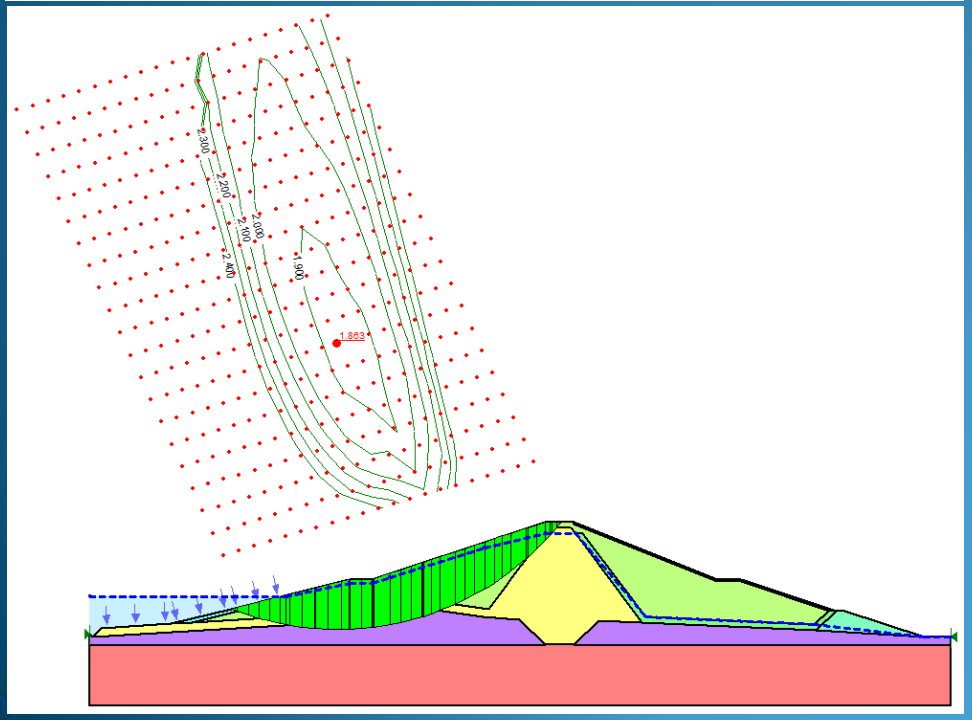




Rapid drawdown

ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ +94.00 ม.(ร.ท.ก.)

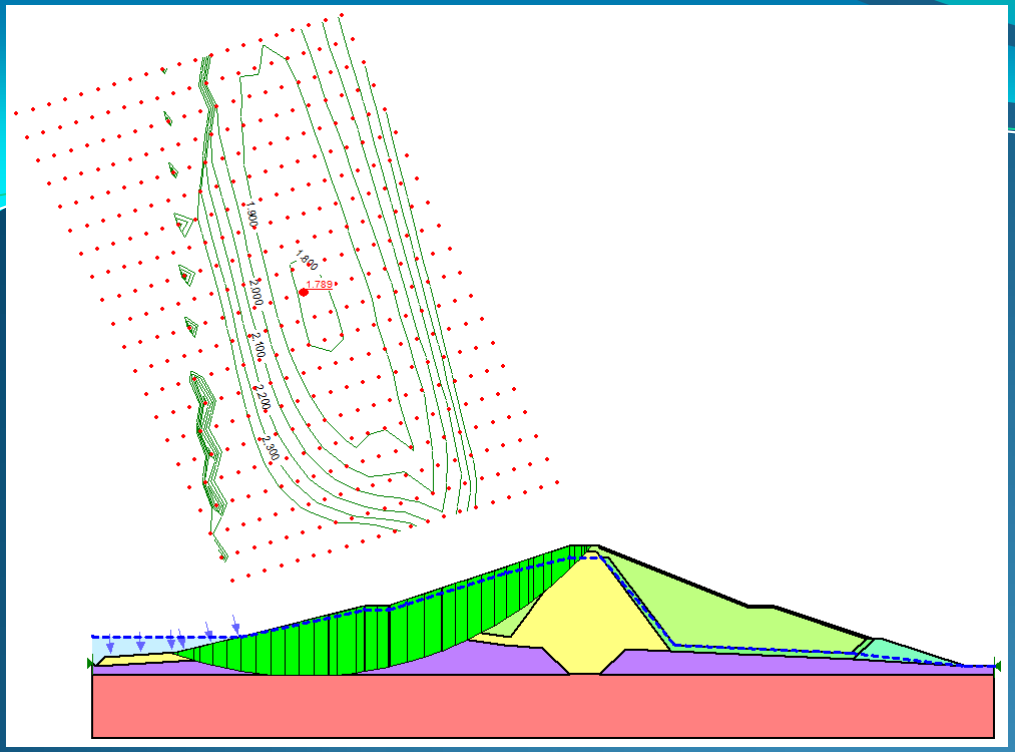
Min.F.S.=1.915

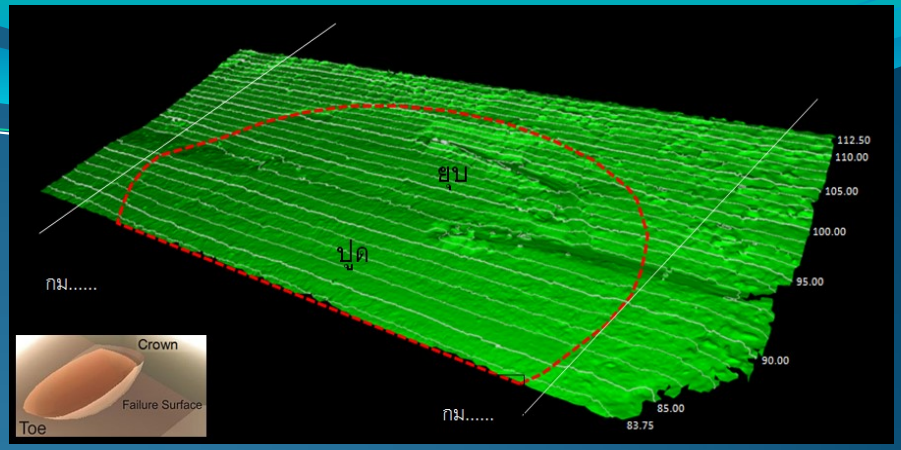


Rapid drawdown

ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ +88.00 ม.(ร.ท.ก.)

Min.F.S.=1.863





Rapid drawdown

ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ ร.น.ต. +83.75 ม.(ร.ท.ก.)

Min.F.S.=1.789

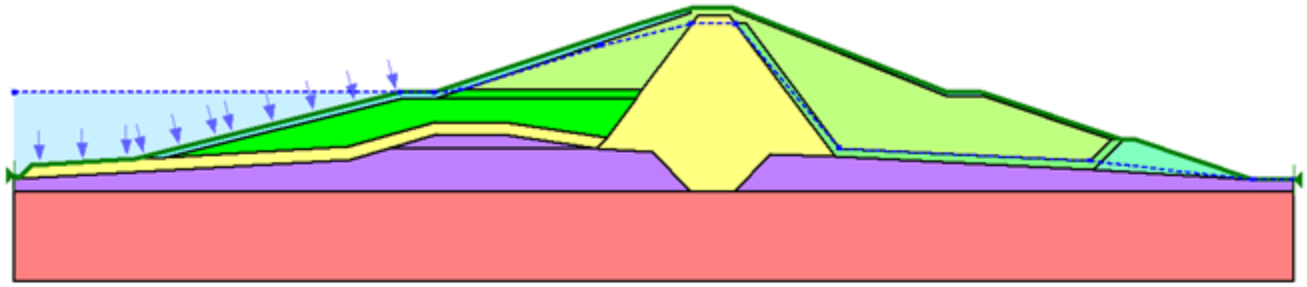
-ผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่าค่า Min. F.S.>1.30 ในทุกกรณี แสดงให้เห็นว่าลาดด้านเหนือน้ำของเขื่อนมีความมั่นคงดี หากคุณสมบัติของชั้นดินเป็นไปตามที่ได้ประเมินไว้จากผลการเจาะสำรวจปฐพีและธรณีวิทยา

-แนวโค้งของการเลื่อนตัวที่ให้ค่า Factor of safety ต่ำที่สุด ตัดที่บริเวณสันเขื่อน มีขนาดใหญ่ และลึกลงไปถึงชั้นดินฐานราก (Foundation) ซึ่งไม่สอดคล้องกับการทรุดตัวที่เกิดขึ้นจริง

การเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์
กับสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นจริง
(ข้อมูลการสำรวจด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่)

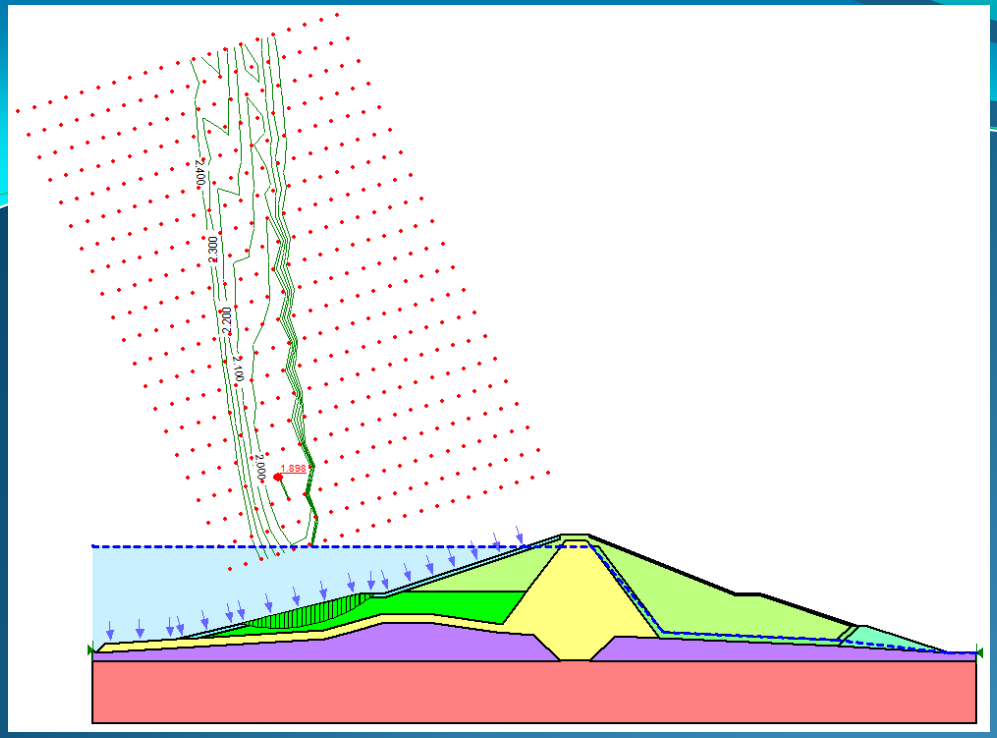
การวิเคราะห์ตรวจสอบปัจจัยที่ทำให้
เกิดการเลื่อนตัวของลาดเขื่อนด้านเหนือน้ำ

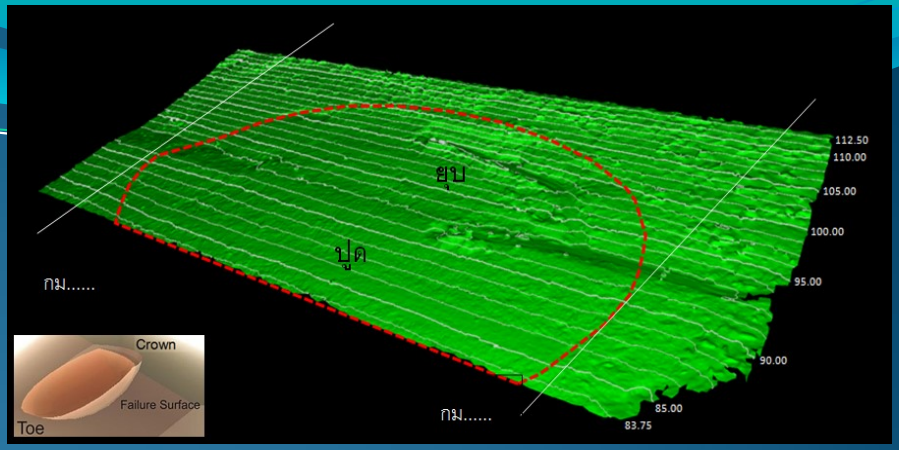
การสูญเสียกำลังของชั้นดินถม



Materials	Evaluated properties			Remarks
	Unit weight (kN/m^3)	Cohesion (kPa)	Frictional angle (Deg.)	
Zone I	18	30	35	
Zone II	18	20	30	
Zone II (Strength loss)	17	10	8	
Filter	20	0	30	
Rockfill toe	22	0	35	
Riprap	22	0	35	
Foundation	18	20	30	
Bed rock	-	-	-	

รูปตัดทำนบดิน และคุณสมบัติด้านวิศวกรรมของชั้นดิน กรณีเกิดการสูญเสียกำลังของชั้นดิน Zone II

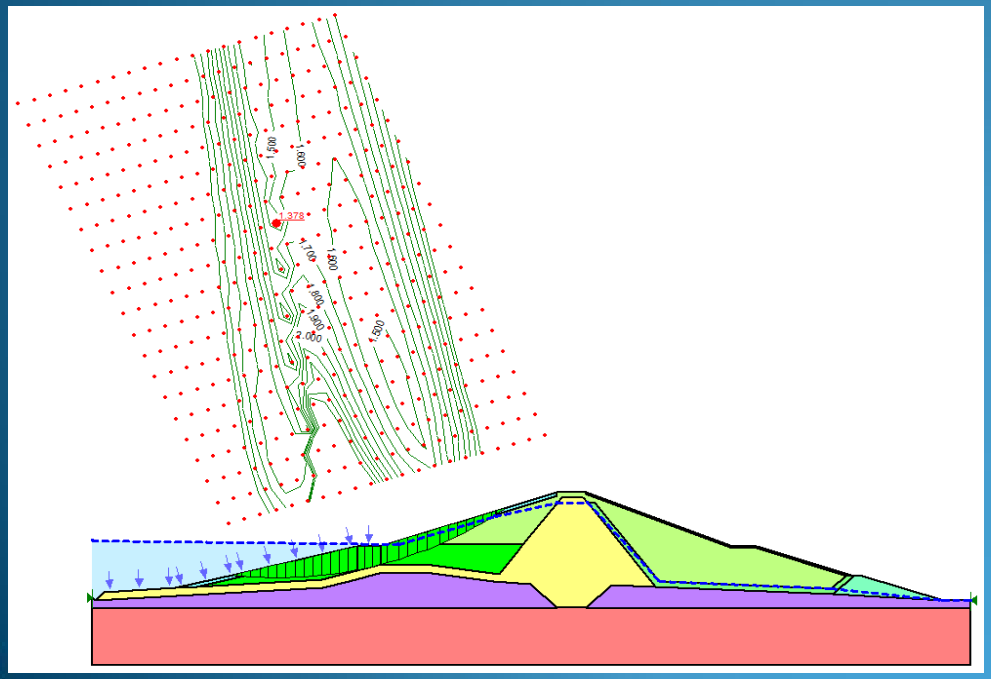




Full supply level

ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ +110.00 ม.(ร.ท.ก.)

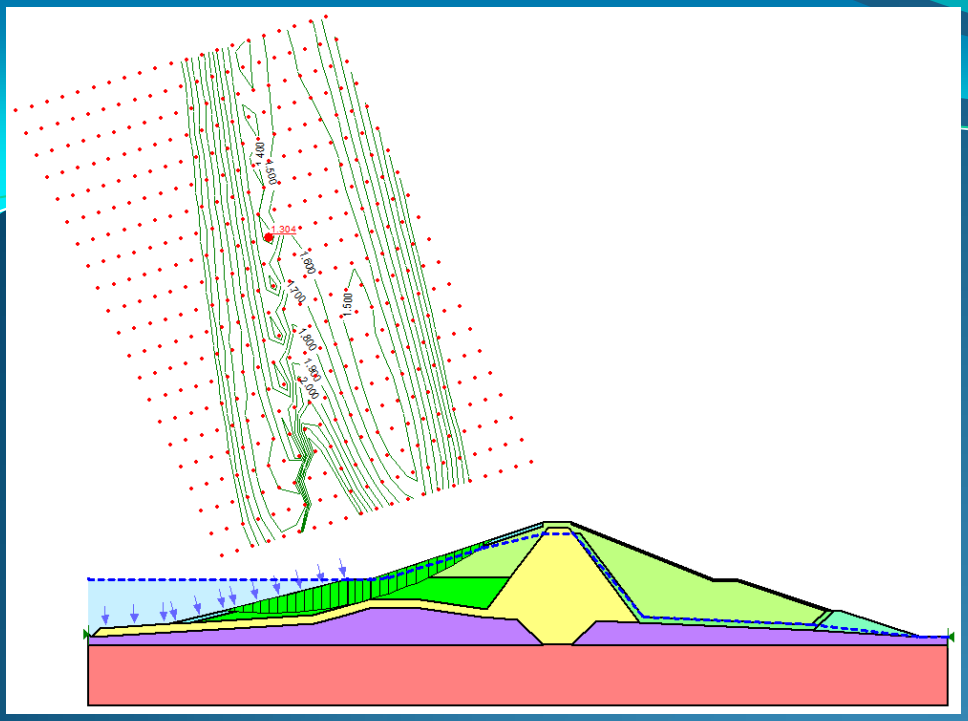
Min.F.S.=1.898

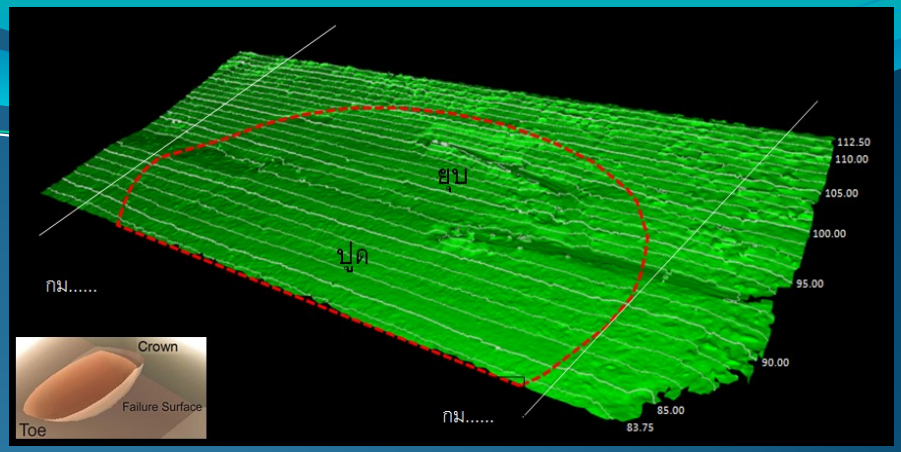


Rapid drawdown

ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ +96.00 ม.(ร.ท.ก.)

Min.F.S.=1.378

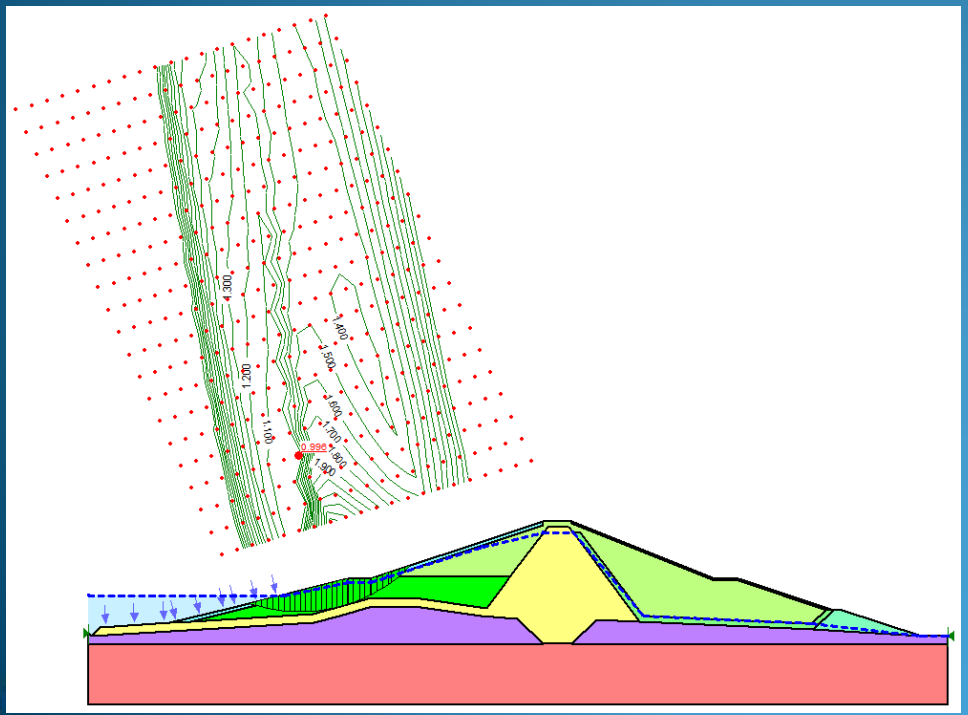




Rapid drawdown

ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ +94.00 ม.(ร.ท.ก.)

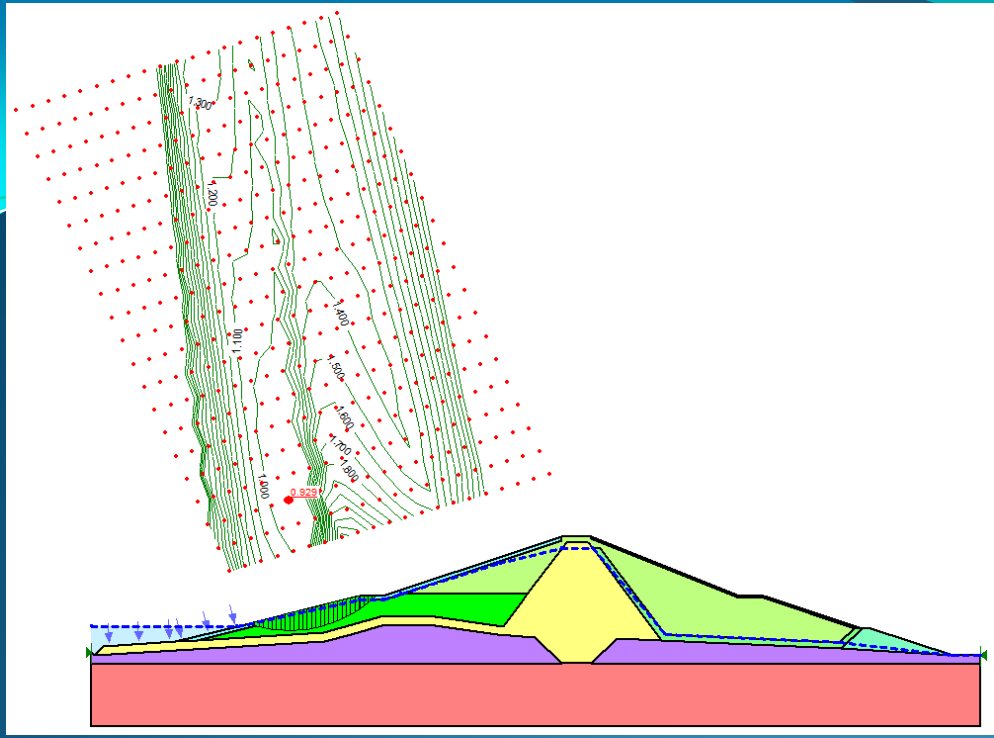
Min.F.S.=1.304

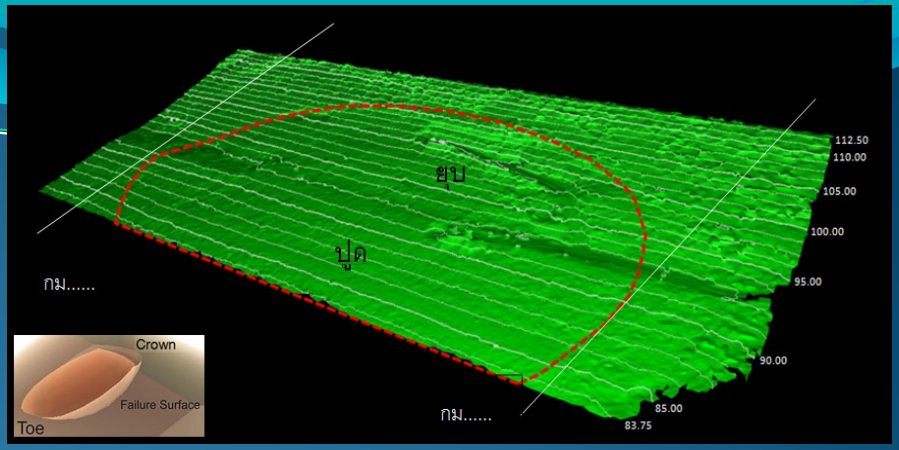


Rapid drawdown

ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ +88.00 ม.(ร.ท.ก.)

Min.F.S.=0.996





Rapid drawdown

ระดับน้ำในอ่างเก็บน้ำอยู่ที่ ร.นต. +83.75 ม.(ร.ท.ก.)

Min.F.S.=0.923

สรุป

-ในกรณีที่ชั้นดินถมตัวเขื่อนเกิดการสูญเสียกำลัง การวิเคราะห์เสถียรภาพเชิงลาดให้ผลสอดคล้องกับลักษณะของการทรุดตัวที่เกิดขึ้นจริง ในกรณีที่น้ำในอ่างลดระดับลงต่ำกว่าระดับ +94.00 ม.(ร.ท.ก.)

-แนวโค้งการทรุดตัวจะตัดตัวเขื่อนที่ระดับ +106.00 ม.(ร.ท.ก.) และแนวโค้งการทรุดตัวระดับต่ำสุดอยู่ที่แนวรอยต่อของชั้นดินถมตัวเขื่อนและชั้นดินฐานราก

Thank you

การสำรวจด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน

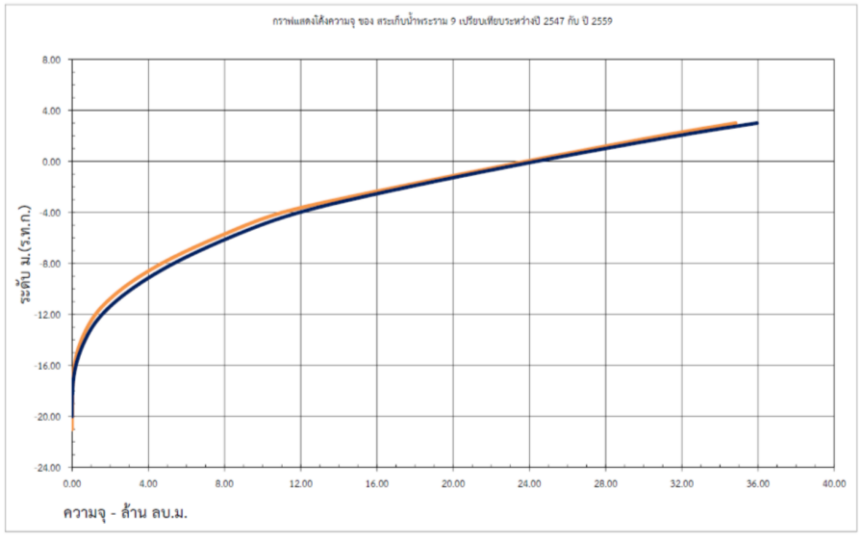
การสำรวจด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่เพื่อการบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน

-การเพิ่มศักยภาพ

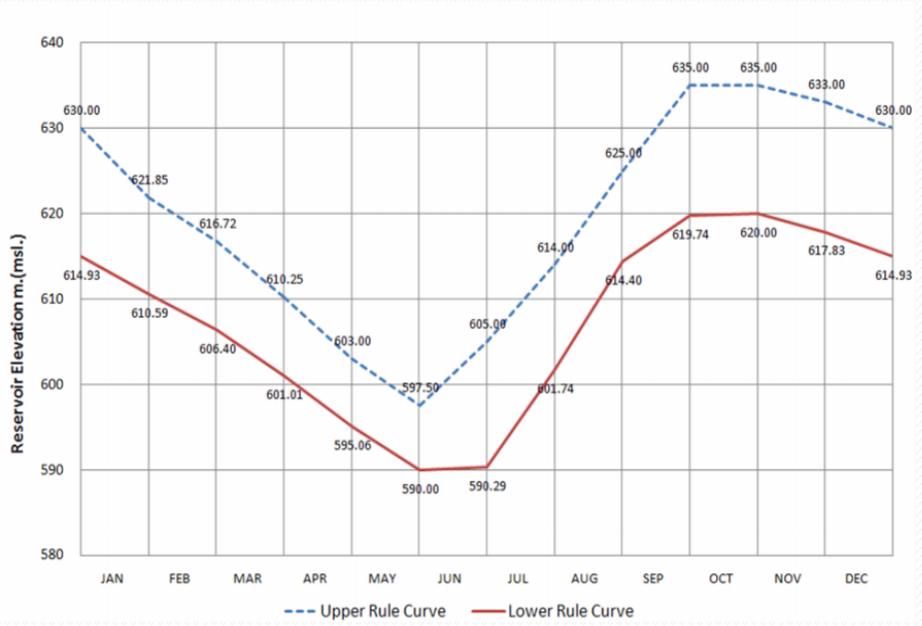
ดัชนีสภาพเขื่อน+โค้งความจุใหม่

-การบำรุงรักษา

กราฟโค้งความจุใหม่ที่ถูกต้องแม่นยำกว่า นำไปสู่กราฟบริหารจัดการน้ำที่ถูกต้องแม่นยำกว่า ประสิทธิภาพดีกว่าเดิม



กราฟโค้งความจุที่มีความถูกต้องแม่นยำและเป็นปัจจุบัน



โค้งปฏิบัติการอ่างเก็บน้ำ ที่มีความถูกต้องแม่นยำ

จะเห็นว่าการสำรวจด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ของ สสธ. นั้น จะได้มาซึ่งจำนวนข้อมูลและความถูกต้องที่มากขึ้นสำหรับการวางแผน วิเคราะห์ ออกแบบ ในโครงการชลประทาน ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลด้านปฐพีและธรณีวิทยาจากนวัตกรรมการตรวจสภาพเขื่อนดินถมสำหรับการพิจารณาเรื่องการเพิ่มศักยภาพการเก็บกักหรือเพื่อการบำรุงรักษา และ/หรือข้อมูลด้านภูมิประเทศจากนวัตกรรม ชุดโปรแกรมพร้อมอุปกรณ์ควบคุมอากาศยานไร้คนขับแบบปีกหมุนและเรือสำรวจหยั่งลึกน้ำสำหรับการสำรวจทำแผนที่ภูมิประเทศความละเอียดสูง ที่จัดทำโค้งความจุที่เป็นปัจจุบันเพื่อการจัดทำ **Rule Curve** สำหรับการบริหารจัดการน้ำ ที่แม่นยำและมีประสิทธิภาพ อันเป็นองค์ประกอบหนึ่งของ”การบริหารจัดการน้ำอย่างยั่งยืน” ที่มีความหมายโดยรวมคือ “วิถีการบริหารจัดการที่เน้นให้รู้ถึงคุณค่าของน้ำ เพื่อให้ทรัพยากรน้ำมีใช้อย่างทั่วถึง เกิดประสิทธิภาพอย่างเต็มที่ มีความสมดุลทั้งปริมาณและคุณภาพ ซึ่งในการพัฒนาและการใช้ประโยชน์จะต้องให้เป็นไปในลักษณะควบคู่ไปกับการอนุรักษ์และฟื้นฟู **CR..**อ.ปราโมทย์ ไม้กลัด”

ทุกวันนี้ สสธ.ของเราทำงานเชิงรุก แต่เราจะไม่ทิ้งมรดกที่บรรพบุรุษของพวกเราทำไว้ให้ เราจะเดินไปข้างหน้าตามยุทธศาสตร์ของกรมชลประทาน โดยไม่ลืมที่จะมองย้อนหลังไปยังสิ่งที่พวกเรามีอ

สสธ. ใช้เงิน 1,000,000 บาท /อ่าง

- ยกระดับน้ำ 1 เมตร
- 1 ตารางกิโลเมตร ได้น้ำเพิ่ม 1,000,000 ลูกบาศก์เมตร
- น้ำลูกบาศก์ละ 0.5 บาท
- ขายน้ำเพิ่มได้ 500,000 บาท/ปี
- 2 ปี 1,000,000 บาท คุ้มทุน
- 5 ปี 2,500,000 บาท
- 10 ปี 5,000,000 บาท

ส่งท้าย

- Digital base
- Robotech
- Innovative & self service
- Added value economy

Thailand 4.0 ?

ข้าพระพุทธเจ้า ขอตั้งจิตปณิธานมั่น
จะทุ่มเท แรงกาย ใจ ปัญญา และชีวิต
ปฏิบัติราชการอย่างเต็มกำลังความสามารถ
ให้สมกับได้เกิดเป็นข้าราชการกรมชลประทาน
ภายใต้ฝ่าละอองธุลีพระบาท ปกเกล้า ปกกระหม่อม..