DGS-INV2DERT v1.41: Manual

Data Space Occam's Inversion for direct current resistivity data

Chatchai Vachiratienchai
chatchai.vac@dgs.in.th
March 30, 2026

สารบัญ

1 บทนำ 3

1.1 จุดประสงค์ 3

1.2 ขอบเขต 3

1.3 กลุ่มผู้ใช้งาน 3

1.4 คำจำกัดความและตัวย่อ 3

2 การเปิดใช้งานโปรแกรม (Program Activation) 4

2.1 การแสดงหน้าต่างเปิดใช้งาน 4

2.2 รหัสเปิดใช้งาน (Activation Code) 4

2.3 การยกเลิกการลงทะเบียน 4

2.4 ข้อมูลที่ใช้ในการเปิดใช้งานโปรแกรม 4

3 การใช้งานโปรแกรมในส่วน Inversion 5

3.1 โครงสร้างเมนูของแถบ Inversion 5

3.2 การแสดงข้อมูลภายหลังการเลือกไฟล์ 5

3.3 การเริ่มต้นกระบวนการอินเวอร์ชัน 6

3.4 ประเภทไฟล์ข้อมูลที่รองรับ (Supported Data File Types) 8

3.4.1 รูปแบบไฟล์ข้อมูลชนิด DAT (DAT-file Format) 8

3.4.2 รูปแบบไฟล์ข้อมูลชนิด CEG (ceg-file Format) 11

3.4.3 รูปแบบข้อมูลตำแหน่ง 13

3.5 การปรับแก้ข้อมูล (Data Correction) 14

3.5.1 การปรับแก้ข้อมูลแบบอัตโนมัติ (Automatic Correction) 14

3.5.2 การปรับแก้ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าแบบ TRN (Correct Electrode Position (TRN)) 14

3.5.3 การปรับแก้ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าแบบ UTM (Correct Electrode Position (UTM)) 15

3.5.4 การระบบลบข้อมูลเบื้องต้น (Filter data with value) 15

3.5.5 การระบบลบขั้วไฟฟ้า (Remove Electrode) 16

3.6 การตั้งค่าแบบจำลองตั้งต้น 16

3.6.1 การเลือกแบบจำลองอ้างอิง (Prior Model) 16

3.6.2 การเพิ่มความละเอียดของกริดในแนวดิ่ง (Increase Vertical Resolution) 17

3.6.3 โหมดอัตโนมัติ (Automatic Increase) 17

3.6.4 การตั้งค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของแบบจำลองตั้งต้น 18
3.7 การตั้งค่าอินเวอร์ชันพารามิเตอร์ 18
3.7.1 การตั้งค่าแลมบ์ดา (Lambda Setting) 18
3.7.2 เงื่อนไขการหยุดโปรแกรมอินเวอร์ชัน 19
3.7.3 การปรับโหมดการรันอินเวอร์ชัน 19
3.7.4 ตั้งชื่อไฟล์ที่ใช้ในการจัดเก็บผลอินเวอร์ชัน 19
3.7.5 ตั้งชื่อโฟลเดอร์ที่ใช้ในการจัดเก็บผลอินเวอร์ชัน 20
3.8 โหมดการรันอินเวอร์ชัน 20
3.8.1 การรันอินเวอร์ชันแบบปกติ 20
3.8.2 การรันอินเวอร์ชันแบบ Multi-Data-Single-Model 20
3.8.3 การรันแบบ Pattern-Constrained 21
3.8.4 การรันแบบ Time-Lapse 22
4 การใช้งานโปรแกรมในส่วน Plotting 24
4.1 การเข้าถึงและการใช้งานเมนู (Menu Accessibility) 24
4.1.1 นำเสนอข้อมูล (Data Plot หรือ Response Plot) 25
4.1.2 นำเสนอแบบจำลอง (Model Plot) 26
4.1.3 นำเสนอข้อมูลทั้ง Data และ Response ในรูปเดียวกัน (Data and Response Plot) 29
4.1.4 นำเสนอข้อมูลทั้ง Data, Response และ Model ในรูปเดียวกัน (Data, Response and Model Plot) 29

1 บทนำ

1.1 จุดประสงค์

เอกสารฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่ออธิบายวิธีการใช้งานโปรแกรม DGS-INV2DERT อย่างเป็นระบบ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดำเนินกระบวนการอินเวอร์ชันและการแสดงผลข้อมูลได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

1.2 ขอบเขต

คู่มือนี้ครอบคลุมขั้นตอนการติดตั้ง การเปิดใช้งาน การเตรียมข้อมูล การใช้งานโมดูล **Inversion** และ **Plotting** รวมถึงการจัดเก็บและการตีความผลลัพธ์จากโปรแกรม

1.3 กลุ่มผู้ใช้งาน

เอกสารฉบับนี้เหมาะสำหรับผู้ใช้งานที่มีความรู้พื้นฐานด้านการสำรวจธรณีฟิสิกส์ วิศวกร นักวิจัย และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลข้อมูลความต้านทานไฟฟ้า

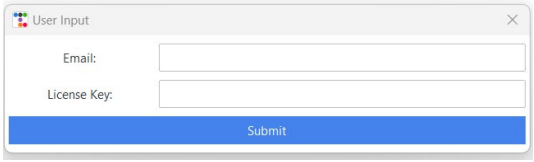
1.4 คำจำกัดความและตัวย่อ

คำศัพท์	คำอธิบาย
Inversion	กระบวนการคำนวณย้อนกลับเพื่อประมาณค่าคุณสมบัติใต้ผิวดิน
RMS	**Root Mean Square** แสดงระดับความคลาดเคลื่อนของข้อมูล
Observed Data	ข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม
Model Response	ข้อมูลสังเคราะห์จากแบบจำลอง

2 การเปิดใช้งานโปรแกรม (PROGRAM ACTIVATION)

2.1 การแสดงหน้าต่างเปิดใช้งาน

เมื่อทำการเปิดโปรแกรม DGS-INV**2**DERT เป็นครั้งแรก ระบบจะแสดงหน้าต่างสำหรับกรอกข้อมูลรหัสเปิดใช้งาน (Activation Code) ดังแสดงในรูปที่ 1 เพื่อใช้ในการลงทะเบียนและยืนยันสิทธิ์การใช้งานโปรแกรม



รูปที่ 1 แสดงหน้าต่างสำหรับกรอกรหัสเปิดใช้งาน เมื่อทำการเปิดใช้โปรแกรม **DGS-INV2DERT** ครั้งแรก

2.2 รหัสเปิดใช้งาน (ACTIVATION CODE)

รหัสเปิดใช้งานจะถูกจัดส่งไปยังที่อยู่อีเมลที่ผู้ใช้งานได้ทำการลงทะเบียนไว้ในขั้นตอนการจัดซื้อโปรแกรม โดยรหัสเปิดใช้งานมีคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- สามารถใช้งานได้เพียงหนึ่งครั้งเท่านั้น
- ถูกผูกกับคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเปิดใช้งานโปรแกรม
- ไม่สามารถโอนย้ายไปใช้งานกับอุปกรณ์อื่นได้

2.3 การยกเลิกการลงทะเบียน

ในกรณีที่ผู้ใช้งานมีความประสงค์จะยกเลิกการลงทะเบียนการใช้งานโปรแกรม หรือมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ที่ใช้งาน ผู้ใช้งานจะต้องติดต่อเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลระบบโดยตรง ผ่านทางอีเมล chatchai.vac@dgs.in.th

2.4 ข้อมูลที่ใช้ในการเปิดใช้งานโปรแกรม

ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการเปิดใช้งานโปรแกรมประกอบด้วย

- รหัสเปิดใช้งาน (Activation Code)
- ที่อยู่อีเมลของผู้ใช้งาน

ที่อยู่อยู่อีเมลของผู้ใช้งานจะถูกใช้เป็นช่องทางหลักในการติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่ ทั้งในด้านการสนับสนุนทางเทคนิคและการให้บริการหลังการขาย โดยสามารถใช้อีเมลเดียวกับที่ใช้ในการจัดซื้อโปรแกรม หรืออีเมลอื่นตามที่ผู้ใช้งานกำหนด

โปรแกรม **DGS-INV2DERT** ถูกออกแบบให้มีโครงสร้างการใช้งานแบ่งออกเป็น 2 แถบหลัก (รูปที่ **2**) ได้แก่

1. แถบ **Inversion** ใช้สำหรับดำเนินกระบวนการอินเวอร์ชัน (Inversion Process) และ
2. แถบ **Plotting** ใช้สำหรับการสร้างและแสดงผลภาพกราฟิกต่าง ๆ

รูปที่ 2 หน้าต่างโปรแกรม DGS-INV**2**DERT

3 การใช้งานโปรแกรมในส่วน INVERSION

3.1 โครงสร้างเมนูของแถบ INVERSION

แถบ Inversion ประกอบด้วยเมนูการทำงานทั้งหมด 4 เมนูหลัก โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- File ใช้สำหรับเลือกไฟล์ข้อมูลเพื่อเริ่มต้นกระบวนการอินเวอร์ชัน
- Data Tools ใช้สำหรับการปรับแต่งและจัดการข้อมูลก่อนการประมวลผล
- Model Tools ใช้สำหรับกำหนดค่าแบบจำลองตั้งต้น (Initial Model) ที่ใช้ในกระบวนการอินเวอร์ชัน
- Inversion ใช้สำหรับกำหนดค่าที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอินเวอร์ชัน ซึ่งประกอบด้วยการตั้งค่าหลักดังต่อไปนี้
    - การตั้งค่าพารามิเตอร์ Lambda
    - การตั้งค่าเงื่อนไขในการหยุดกระบวนการอินเวอร์ชัน
    - การตั้งค่าโหมดการประมวลผล
    - การตั้งค่าตำแหน่งสำหรับจัดเก็บผลลัพธ์ของการอินเวอร์ชัน
    - เมนูสำหรับเริ่มต้นกระบวนการอินเวอร์ชัน

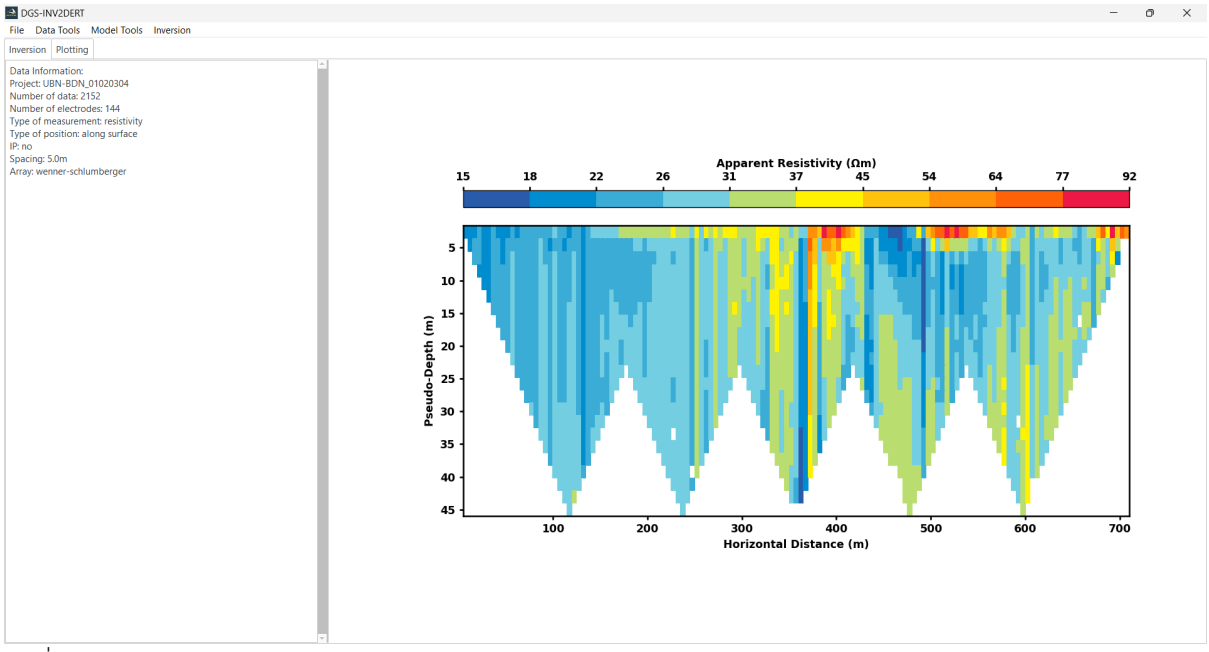
3.2 การแสดงข้อมูลภายหลังการเลือกไฟล์

ภายหลังจากที่ผู้ใช้งานทำการเลือกไฟล์ข้อมูลเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องทางด้านซ้ายของหน้าต่างโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วย

1. ชื่อโปรไฟล์ที่เลือก
2. จำนวนข้อมูล
3. จำนวนขั้วไฟฟ้า
4. ประเภทของข้อมูล
5. ประเภทของตำแหน่งตามแนวนอน
6. ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าที่น้อยที่สุด (Minimum Electrode Spacing)
7. รูปแบบการจัดวางขั้วไฟฟ้า

พร้อมกันนี้ โปรแกรมจะแสดงภาพตัดขวางเทียม (Pseudo Section) ของข้อมูลที่ผู้ใช้งานเลือกไว้ทางด้านขวาของหน้าต่าง ดังแสดงในรูปที่ 3

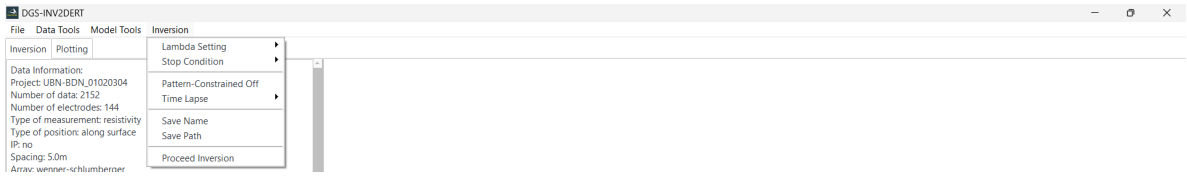
ในกรณีที่ข้อมูลที่แสดงไม่ถูกต้องหรือไม่สอดคล้องกับค่าที่ใช้จริง อาจแสดงว่าไฟล์ข้อมูลที่เลือกมีความผิดปกติ ผู้ใช้งานควรทำการตรวจสอบความถูกต้องของไฟล์ข้อมูลอีกครั้งก่อนดำเนินการต่อ



รูปที่ 3 แสดงหน้าต่างของโปรแกรม **DGS-INV2DERT** หลังจากทำการเลือกไฟล์ข้อมูล

3.3 การเริ่มต้นกระบวนการอินเวอร์ชัน

เมื่อไม่พบความผิดปกติของข้อมูล ผู้ใช้งานสามารถเริ่มต้นกระบวนการอินเวอร์ชันได้โดยเลือกเมนู Inversion ⟶ Proceed Inversion ดังแสดงในรูปที่ **4**

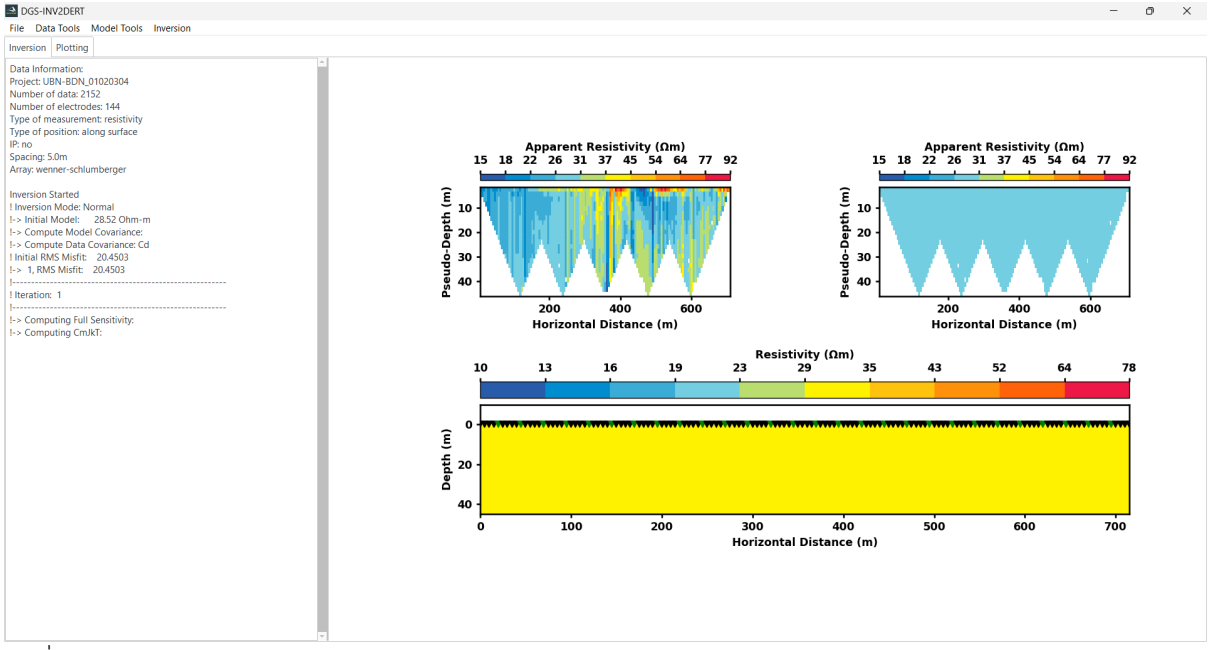


รูปที่ 4 เมนู Proceed Inversion สำหรับคำสั่งให้กระบวนการอินเวอร์ชันเริ่มทำงาน

เมื่อกระบวนการอินเวอร์ชันเริ่มต้นขึ้น โปรแกรมจะรายงานข้อมูลและอัปเดตสถานะการทำงานผ่านทางหน้าต่างด้านซ้าย ขณะเดียวกัน หน้าต่างด้านขวาจะแสดงผลลัพธ์ของการอินเวอร์ชันในแต่ละรอบการคำนวณ โดยมีรายละเอียดดังนี้

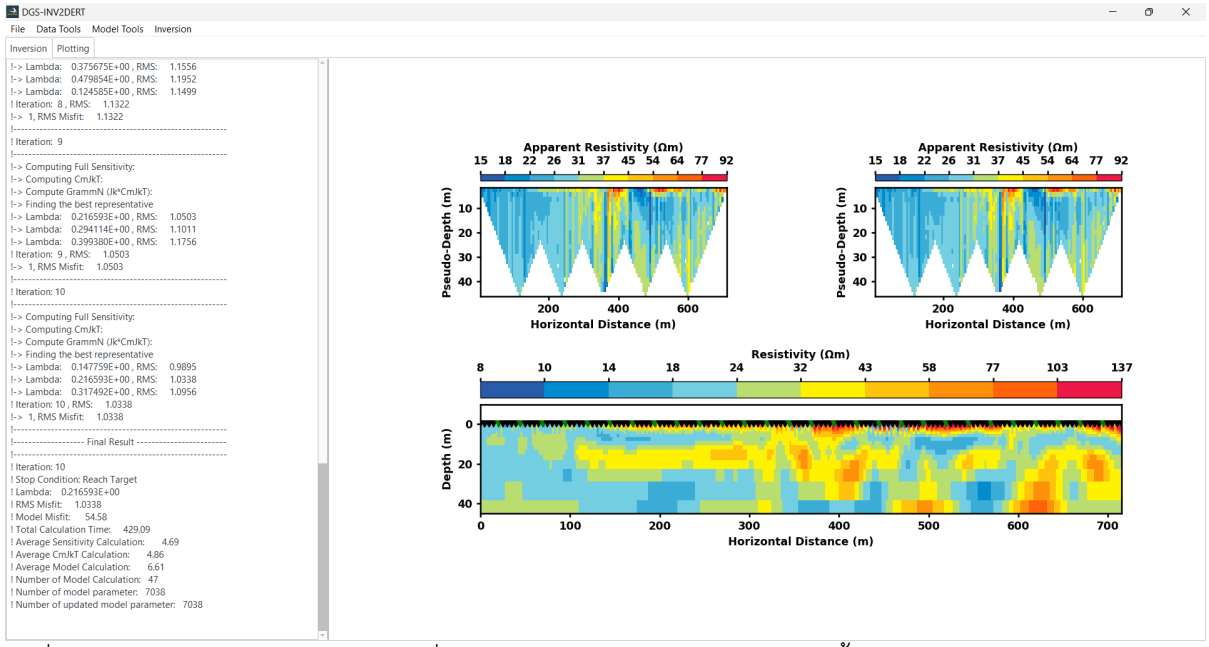
- แถวบนด้านซ้าย แสดงภาพตัดขวางเทียมของข้อมูลจากการสำรวจ (Observed Data)
- แถวบนด้านขวา แสดงภาพตัดขวางเทียมของข้อมูลที่ได้จากการตอบสนองของแบบจำลอง (Model Response)
- แถวล่าง แสดงแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากกระบวนการอินเวอร์ชัน (Inverted Model)

รายละเอียดของผลลัพธ์ดังกล่าวแสดงไว้ในรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงหน้าต่างโปรแกรมขณะกระบวนการอินเวอร์ชันกำลังทำงาน โดยโปรแกรมจะทำการรายงานข้อมูลและอัพเดตสถานะของโปรแกรมผ่านทางหน้าต่างด้านซ้ายมือ ในขณะที่หน้างต่างด้านขวาจะแสดงผลอินเวอร์ชันในแต่ละรอบ โดยแสดงภาพตัดขวางเทียมของที่ได้จากการสำรวจ (observed data) ที่แถวบนซ้ายของหน้าต่าง แสดงภาพตัดขวางเทียมของข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้า (model response) ที่แถวบนขวาของหน้าต่าง และแสดงแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้า (inverted model) ที่แถวล่างของหน้าต่าง

เมื่อกระบวนการอินเวอร์ชันเสร็จสิ้น โปรแกรมจะดำเนินการสรุปผลการอินเวอร์ชันทั้งหมด และเลือกนำเสนอผลการอินเวอร์ชันในรอบที่มีค่า RMS (Root Mean Square) ต่ำที่สุด ดังแสดงในรูปที่ **6**



รูปที่ 6 แสดงหน้าต่างโปรแกรม หลังจากที่กระบวนการอินเวอร์ชันได้ทำงานเสร็จสิ้น

ค่า RMS เป็นตัวชี้วัดระดับความแตกต่างระหว่างข้อมูลจากการสำรวจภาคสนาม (Observed Data: *d*) และข้อมูลสังเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลอง (Response Data: *r*) ซึ่งสะท้อนถึงระดับความสอดคล้องกันของข้อมูลทั้งสองประเภท โดยค่า RMS ที่ต่ำแสดงถึงความสอดคล้องกันของข้อมูลที่สูงขึ้น และบ่งชี้ถึงคุณภาพของผลการอินเวอร์ชันที่ดีขึ้นตามลำดับ ในการประเมินระดับความแตกต่างของข้อมูล โปรแกรมใช้ค่าฟังก์ชันความคลาดเคลื่อนของข้อมูล χ_d ซึ่งคำนวณตามสมการที่ (1)

$$\chi_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (r_i^2 - d_i^2) / e_i^2}{N}} \quad (1)$$

เมื่อ e_i คือ ความคลาดเคลื่อนของข้อมูล และ N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

ผลอินเวอร์ชันทั้งหมดจะถูกจัดเก็บไว้ในโฟลเดอร์ที่ผู้ใช้งานกำหนดไว้ ในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่ได้กำหนด โปรแกรมจะสร้างโฟลเดอร์ <filename>_inv ไว้ที่เดียวกับไฟล์ข้อมูลที่เลือก

3.4 ประเภทไฟล์ข้อมูลที่รองรับ (SUPPORTED DATA FILE TYPES)

ไฟล์ข้อมูลที่สามารถใช้งานร่วมกับโปรแกรม DGS-INV2DERT ประกอบด้วยไฟล์ข้อมูล 2 ประเภท ได้แก่

- ไฟล์นามสกุล .dat ซึ่งเป็นไฟล์ข้อมูลที่ได้จากโปรแกรม PROSYS II
- ไฟล์นามสกุล .ceg ซึ่งเป็นไฟล์ข้อมูลที่ได้รับการออกแบบมาเพื่อรองรับการใช้งานกับโปรแกรม DGS-INV2DERT โดยเฉพาะ

3.4.1 รูปแบบไฟล์ข้อมูลชนิด DAT (DAT-FILE FORMAT)

3.4.1.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ไฟล์ข้อมูลชนิด DAT เป็นไฟล์ที่สร้างขึ้นโดยตรงจากโปรแกรม PROSYS II ไฟล์ข้อมูลดังกล่าวมีโครงสร้างและรูปแบบเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในหัวข้อนี้ รูปแบบตัวอย่างแสดงไว้ในรูปที่ 7
หมายเหตุ คำอธิบายที่ปรากฏในรูปประกอบใช้เพื่อการอธิบายเท่านั้น และไม่เป็นส่วนหนึ่งของไฟล์ข้อมูล

3.4.1.2 โครงสร้างไฟล์ข้อมูล

ไฟล์ข้อมูลชนิด DAT ประกอบด้วยข้อมูลแบบข้อความ (text-based) โดยมีการจัดเรียงข้อมูลเป็นบรรทัดตามลำดับดังต่อไปนี้

บรรทัดที่ 1 ระบุชื่อแนวสำรวจ ซึ่งผู้ใช้งานเป็นผู้กำหนด

บรรทัดที่ 2 ระบุค่าระยะห่างต่ำสุดของขั้วไฟฟ้าที่ใช้ในการสำรวจ หน่วยเป็นเมตร

บรรทัดที่ 3 ระบุรูปแบบของไฟล์ว่าเป็นรูปแบบของ PROSYS II

บรรทัดที่ 4 ระบุชนิดการวางขั้วไฟฟ้า (*electrode configuration*) โดยค่าที่รองรับมีดังนี้

- 1 : Wenner-Alpha
- 3 : Dipole–Dipole

- 7 : Wenner–Schlumberger หรือ Reciprocal Schlumberger
- 15 : Gradient

บรรทัดที่ 5 ระบุคำอธิบายของชนิดข้อมูลที่กำหนดในบรรทัดที่ 6 บรรทัดนี้

บรรทัดที่ 6 ระบุชนิดข้อมูลที่ใช้ในการสำรวจ โดยกำหนดค่าได้ดังนี้

- 0 : ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ (apparent resistivity)
- 1 : ค่าความต้านทานไฟฟ้า (resistance)

บรรทัดที่ 7 ระบุจำนวนข้อมูลทั้งหมดในไฟล์

บรรทัดที่ 8 ระบุประเภทของตำแหน่งในแนวแกน x โดยกำหนดค่าได้ดังนี้

- 1 : ตำแหน่งตามแนวราบ (*true horizontal*)
- 2 : ตำแหน่งตามพื้นผิว (*along surface*)

ตำแหน่งตามพื้นผิวใช้ในกรณีที่แนวสำรวจอยู่บนพื้นที่ที่มีความลาดชันหรือภูมิประเทศซับซ้อน โดยระยะที่วัดได้ตามพื้นผิวอาจมีค่ามากกว่าตำแหน่งตามแนวราบ

บรรทัดที่ **9** ระบุการมีอยู่ของข้อมูลอินดิวซ์โพลาไรเซชัน (*induced polarization; IP*) โดยกำหนดค่าได้ดังนี้

- 0 : ไม่มีข้อมูล IP
- 1 : มีข้อมูล IP

หมายเหตุ ปัจจุบันโปรแกรม DGS-INV2DERT ไม่รองรับการประมวลผลข้อมูล IP

บรรทัดที่ 10 ระบุข้อมูลการวัด ซึ่งประกอบด้วย

- จำนวนขั้วไฟฟ้าที่ใช้ในการวัด
- ตำแหน่งในแนวแกน x และ z ของขั้วไฟฟ้า C1, C2, P1 และ P2
- ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าหรือค่าความต้านทานไฟฟ้า ตามที่ระบุไว้ในบรรทัดที่ 6

ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ผู้ใช้งานระบุค่า **0** จำนวน 4 ค่า เรียงต่อท้ายชุดข้อมูลการวัด ตามที่แสดงในรูปที่ **7** หากผู้ใช้งานประสงค์จะเพิ่มข้อมูลสภาพภูมิประเทศ ดำเนินการได้โดยเพิ่มข้อมูลสภาพภูมิประเทศต่อท้ายข้อมูลบรรทัดสุดท้าย ตามรูปแบบที่แสดงในรูปที่ 8

การระบุข้อมูลสภาพภูมิประเทศ เริ่มต้นด้วยการระบุจำนวนข้อมูลสภาพภูมิประเทศทั้งหมด ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 8 มีข้อมูลสภาพภูมิประเทศจำนวน 168 ค่า จากนั้นระบุข้อมูลสภาพภูมิประเทศในรูปแบบสองคอลัมน์ โดยคอลัมน์ที่หนึ่งเป็นตำแหน่งในแนวแกน x และคอลัมน์ที่สองเป็นตำแหน่งในแนวแกน z เมื่อระบุข้อมูลสภาพภูมิประเทศครบถ้วนแล้ว ผู้ใช้งานใส่ค่า 0 จำนวน 4 ค่า เรียงต่อท้ายชุดข้อมูล เพื่อระบุจุดสิ้นสุดของไฟล์ข้อมูล

```
Model01.dat                                  | Profile name
5                                            | Unit electrode spacing
11                                           | Array type (11 for general array)
7                                            | Sub-array type
Type of measurement (0=app. resistivity,1=resistance) | Header
0                                            | 0 type of measurement
529                                          | Number of data
2                                            | Indicator for type of x-location
0                                            | No IP values, 1 if IP present
4 0 0 15 0 5 0 10 0 9.799872e+02             | The format for each data point is
4 5 0 20 0 10 0 15 0 1.000812e+03            | Number of electrodes used in
4 10 0 25 0 15 0 20 0 1.001997e+03           | measurement, x- and z-location of
4 15 0 30 0 20 0 25 0 1.002259e+03           | C1 electrode, x- and z-location of
4 20 0 35 0 25 0 30 0 1.002350e+03           | C2 electrode, x- and z-location of
4 25 0 40 0 30 0 35 0 1.002391e+03           | P1 electrode, x- and z-location of
4 30 0 45 0 35 0 40 0 1.002415e+03           | P2 electrode, apparent resistivity
4 35 0 50 0 40 0 45 0 1.002433e+03           | or resistance value.
.
.
.
4 0 0 235 0 115 0 120 0 1.228035e+03         | Last data point
0                                            | Enter four 0s at
0                                            | end of the file
0                                            |
0                                            |
```

รูปที่ 7 แสดงตัวอย่างไฟล์ข้อมูลชนิด dat-file พร้อมคำอธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละบรรทัด

```
4 784.5 1.5 808.8 0 794.5 0.5 799.0 1.0 32.76
4 784.5 1.5 799.0 1 789.5 0.5 794.5 0.5 32.94
4 789.5 0.5 813.2 0 799.0 1.0 803.7 1.0 41.79   | Last four data points
4 789.5 0.5 803.7 1 794.5 0.5 799.0 1.0 36.86   | with x-location and z-location
4 794.5 0.5 808.8 0 799.0 1.0 803.7 1.0 57.95   | of the data point, and
4 799.0 1.0 813.2 0 803.7 1.0 808.8 0.0 53.43   | measured apparent resistivity values
168                 | Number of topography data points
0.0 3.5             | Horizontal and vertical coordinates of 1st data point
5.1 3.5             | Horizontal and vertical coordinates of 2nd data point
10.1 4.0            |
15.1 4.0            |
20.1 4.0            |
25.2 4.0            |
.
.
.
803.7 1.0           |
808.8 0.0           |
813.2 0.0           | Last topography data point
0
0
0
0
```

รูปที่ 8 แสดงตัวอย่างการใส่ข้อมูลสภาพภูมิประเทศใน dat-file

3.4.2 รูปแบบไฟล์ข้อมูลชนิด CEG (CEG-FILE FORMAT)

3.4.2.1 ข้อกำหนดทั่วไป

ไฟล์ข้อมูลชนิด CEG เป็นไฟล์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับโปรแกรม DGS-INV**2**DERT โดยจุดเด่นของข้อมูลไฟล์ชนิดนี้คือ ง่ายในการแก้ไขตำแหน่งขั้วไฟฟ้า และสามารถใส่ข้อมูลความคลาดเคลื่อนของข้อมูลแต่ละจุด ไฟล์ข้อมูลดังกล่าวมีโครงสร้างและรูปแบบเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในหัวข้อนี้ รูปแบบตัวอย่างแสดงไว้ในรูปที่ 9 หมายเหตุ คำอธิบายที่ปรากฏในรูปประกอบใช้เพื่อการอธิบายเท่านั้น และไม่เป็นส่วนหนึ่งของไฟล์ข้อมูล

```
Survey Type: DCR2D                          | Type of survey
Profile Name: Model01.dat                   | Profile name
Array Type: Wenner-Schlumberger             | Array Type
Electrode Spacing: 5                        | Unit eletrode spacing
Number of Data: 527                         | Number of data
Number of Electrode: 48                     | Number of electrode
RHO Type: resistivity                       | Type of measurement
IP Include: no                              | IP data is not included
Error Include: yes                          | Data Error is included
Position Type: along surface                | Type of x-location
Data Pattern: EC1 EP1 EP2 EC2 RHO ERR       | Pattern of Data

Electrode Position                          | Header for electrode position
1 0 0                                       | Electrode number, x-location and
2 5 0                                       | z-location
3 10 0                                      |
4 15 0                                      |
.
.
.
48 235 0                                    | The last electrode position

List                                        | Header for data
1 2 3 4 9.799872e+02 9.799872e+00           | Electrode number of C1 electrode,
2 3 4 5 1.000812e+03 1.000812e+01           | P1 electrode, P2 electrode,
3 4 5 6 1.001997e+03 1.001997e+01           | C2 electrode, apparent resistivity
4 5 6 7 1.002259e+03 1.002259e+01           | or resistance value and data error
5 6 7 8 1.002350e+03 1.002350e+01           |
.
.
.
1 24 25 48 1.228035e+03 1.228035e+01        | The last data point
```

รูปที่ 9 แสดงตัวอย่างไฟล์ข้อมูลชนิด ceg-file พร้อมคำอธิบายความหมายของข้อมูลในแต่ละบรรทัด

3.4.2.2 โครงสร้างไฟล์ข้อมูล

ไฟล์ข้อมูลชนิด CEG ประกอบด้วยข้อมูลแบบข้อความ (text-based) โดยมีการจัดเรียงข้อมูลเป็นบรรทัดตามลำดับดังต่อไปนี้

บรรทัดที่ 1 แสดงประเภทของการสำรวจ สำหรับโปรแกรม DGS-INV**2**DERT ให้ระบุว่าเป็นการสำรวจประเภท DCR2D เสมอ

บรรทัดที่ 2 แสดงชื่อของแนวสำรวจ

บรรทัดที่ 3 ระบุชนิดการวางขั้วไฟฟ้า (*electrode configuration*) โดยค่าที่รองรับมีดังนี้

- Wenner-Alpha
- Dipole-Dipole
- Wenner-Schlumberger
- Gradient

บรรทัดที่ 4 ระบุค่าระยะห่างต่ำสุดของขั้วไฟฟ้าที่ใช้ในการสำรวจ หน่วยเป็นเมตร

บรรทัดที่ 5 ระบุจำนวนข้อมูลทั้งหมดในไฟล์

บรรทัดที่ 6 ระบุจำนวนขั้วไฟฟ้าทั้งหมด

บรรทัดที่ 7 ระบุชนิดข้อมูลที่ใช้ในการสำรวจ โดยกำหนดค่าได้ดังนี้

- Resistivity: ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ
- Resistance: ค่าความต้านทานไฟฟ้า

บรรทัดที่ 8 ระบุการมีอยู่ของข้อมูลอินดิวซ์โพลาไรเซชัน (*induced polarization; IP*) โดยกำหนดค่าได้ดังนี้

- No: ไม่มีข้อมูล IP
- Yes: มีข้อมูล IP

หมายเหตุ ปัจจุบันโปรแกรม DGS-INV2DERT ไม่รองรับการประมวลผลข้อมูล IP

บรรทัดที่ 9 ระบุการมีอยู่ของข้อมูลความคลาดเคลื่อนของข้อมูล (*Data Error*) โดยกำหนดค่าได้ดังนี้

- No: ไม่มีข้อมูลความคลาดเคลื่อน
- Yes: มีความคลาดเคลื่อน

บรรทัดที่ 10 ระบุประเภทของตำแหน่งในแนวแกน **x** โดยกำหนดค่าได้ดังนี้

- true horizontal: ตำแหน่งตามแนวราบ
- along surface: ตำแหน่งตามพื้นผิว

บรรทัดที่ 11 ระบุลำดับของข้อมูล

บรรทัดที่ 13 ระบุตำแหน่งเริ่มต้นในการอ่านตำแหน่งขั้วไฟฟ้า

บรรทัดที่ 14-61 ระบุตำแหน่งขั้วไฟฟ้า ซึ่งประกอบไปหมายเลขของขั้วไฟฟ้า ตำแหน่งในแนวแกน x และ z (จำนวนบรรทัดต้องเท่ากับจำนวนขั้วไฟฟ้าที่ระบุไว้ในบรรทัดที่ 6)

บรรทัดที่ 63 ระบุตำแหน่งเริ่มต้นในการอ่านข้อมูลการสำรวจ

บรรทัดที่ 64-590 ระบุข้อมูลการวัด ประกอบด้วย

- หมายเลขขั้วไฟฟ้า C1, P1, P2 และ C2
- ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏ หรือค่าความต้านทานไฟฟ้า ตามที่ระบุไว้ในบรรทัดที่ 7
- ค่าความคลาดเคลื่อน ตามที่ระบุไว้ในบรรทัดที่ 9

การระบุข้อมูลสภาพภูมิประเทศ เริ่มต้นด้วยการระบุจำนวนข้อมูลสภาพภูมิประเทศทั้งหมด ตัวอย่างเช่น ในรูปที่ 10 มีข้อมูลสภาพภูมิประเทศจำนวน 144 ค่า จากนั้นระบุข้อมูลสภาพภูมิประเทศในรูปแบบสองคอลัมน์ โดยคอลัมน์ที่หนึ่งเป็นตำแหน่งในแนวแกน x และคอลัมน์ที่สองเป็นตำแหน่งในแนวแกน z

```
 138 139 140 141 82.75 0.83 | Last four data points
 139 140 141 142 51.81 0.52 | with electrode numbers,
 140 141 142 143 69.33 0.69 | measured apparent resistivity value and
 141 142 143 144 52.65 0.53 | data error
144                         | Number of topography data
0.00 9.00                   | Horizontal and vertical coordinate of 1st data
4.96 9.50                   | Horizontal and vertical coordinate of 2nd data
9.93 9.50
14.94 9.50
19.90 9.50
24.80 8.50
.
.
.
693.30 5.50
698.23 6.00
703.09 6.50                 | Horizontal and vertical coordinate of the last data
```

รูปที่ 10 แสดงตัวอย่างการใส่ข้อมูลสภาพภูมิประเทศใน ceg-file

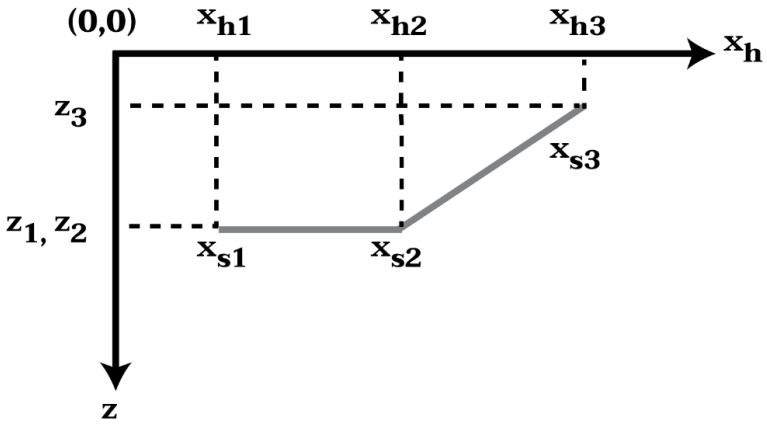
3.4.3 รูปแบบข้อมูลตำแหน่ง

ข้อมูลตำแหน่งขั้วไฟฟ้าและข้อมูลสภาพภูมิประเทศ จำเป็นต้องถูกระบุอย่างถูกต้อง เนื่องจากมีความสำคัญต่อความถูกต้องของการประมวลผลข้อมูล การระบุข้อมูลตำแหน่งแยกออกเป็นสองแกน ได้แก่ ตำแหน่งในแกนนอน (horizontal axis หรือแกน x) และตำแหน่งในแกนตั้ง (vertical axis หรือแกน z)

สำหรับตำแหน่งในแกนนอน ผู้ใช้งานสามารถเลือกระบุได้หนึ่งในสองรูปแบบ ได้แก่ (1) ตำแหน่งตามแนวราบ (*true horizontal*, x_h) และ (2) ตำแหน่งตามพื้นผิว (*along surface*, x_s)

ในกรณีที่แนวสำรวจอยู่บนพื้นที่ราบ ค่าตำแหน่งทั้งสองรูปแบบมีค่าเท่ากัน อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ภูมิประเทศมีความซับซ้อน ค่าตำแหน่งทั้งสองมีความแตกต่างกัน ดังแสดงในรูปที่ 11

ตำแหน่งตามพื้นผิวสามารถวัดได้โดยตรงจากเทปวัดระยะในระหว่างการเก็บข้อมูลภาคสนาม ในกรณีที่ผู้ใช้งานเลือกใช้ตำแหน่งตามแนวราบ (*true horizontal*) ในไฟล์ข้อมูล ผู้ใช้งานต้องทำการคำนวณค่าตำแหน่งดังกล่าว โดยใช้สมการที่ (2)



รูปที่ 11 แสดงระบบพิกัดตำแหน่งที่ใช้ในโปรแกรม โดย x_h แสดงค่าตำแหน่งตามแนวราบ (***true horizontal***), x_s แสดงค่าตำแหน่งตามแนวพื้นผิว (***along surface***) และ **z** แสดงค่าตำแหน่งในแนวดิ่ง (***vertical axis***) โดยเส้นทึบสีเทาแสดงลักษณะของผิวภูมิประเทศ

$$x_{h3} = x_{h2} + \sqrt{dx_s^2 - dz^2} \quad (2)$$

โดยที่ค่า dx_s คือผลต่างของตำแหน่งตามพื้นผิวของสองตำแหน่งที่สนใจ $(x_{s3} - x_{x2})$ และ dz คือผลต่างของความสูงของสองตำแหน่งที่สนใจ $(z_3 - z_2)$

สำหรับตำแหน่งในแกนตั้ง หรือในแนวแกน z ค่าตำแหน่งมีค่าเพิ่มขึ้นตามความลึก โดยค่าตำแหน่งที่จุดสูงสุดของแนวสำรวจมีค่าเป็น 0 เสมอ ดังที่แสดงในรูปที่ 11

3.5 การปรับแก้ข้อมูล (DATA CORRECTION)

โปรแกรม DGS-INV2DERT ได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับการปรับแก้ข้อมูลอย่างเป็นระบบ ประกอบด้วยฟังก์ชันหลัก ดังต่อไปนี้:

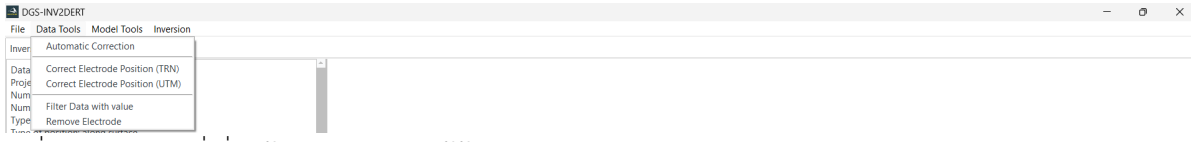
(1) ระบบปรับแก้ข้อมูลอัตโนมัติ (Automatic Correction)

(2) ระบบปรับแก้ตำแหน่งขั้วไฟฟ้า (Electrode Position Correction)

(3) ระบบคัดกรองข้อมูลตามค่าที่กำหนด (Data Filtering by Value)

(4) ระบบลบขั้วไฟฟ้า (Remove Electrode)

ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงและใช้งานเครื่องมือดังกล่าวได้ผ่านเมนู Data Tools ภายในโปรแกรม **(**รูปที่ 12**)** ทั้งนี้ การดำเนินการปรับแก้ข้อมูลควรเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนด เพื่อให้มั่นใจในความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลการประมวลผล



รูปที่ 12 แสดงเมนูที่เกี่ยวข้องกับการปรับแก้ข้อมูล

3.5.1 การปรับแก้ข้อมูลแบบอัตโนมัติ (AUTOMATIC CORRECTION)

การปรับแก้ข้อมูลแบบอัตโนมัติเป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพข้อมูลโดยอาศัยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ (Observed Data) และข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้า (Model Response)

กระบวนการปรับแก้ข้อมูลจะดำเนินการโดยพิจารณาค่าความแตกต่างของข้อมูลเป็นเกณฑ์หลัก โดยข้อมูลที่มีค่าความแตกต่างสูงจะถูกดำเนินการก่อน ทั้งนี้ ค่าข้อมูลดังกล่าวจะถูกแทนที่ด้วยค่าเฉลี่ยเชิงลอการิทึมของจุดข้อมูลข้างเคียง ทั้งในแนวโปรไฟล์และแนวความลึก เพื่อให้ค่าข้อมูลมีความต่อเนื่องและสอดคล้องกับลักษณะเชิงพื้นที่

ภายหลังการปรับแก้ ค่าเบี่ยงเบนหรือค่าความคาดเคลื่อนของข้อมูล (Data Error) จะถูกกำหนดให้มีค่าเท่ากับร้อยละ 10 ของค่าข้อมูล การปรับแก้ข้อมูลแบบอัตโนมัติรองรับเฉพาะไฟล์ข้อมูลนามสกุล ***.**ceg เท่านั้น

3.5.2 การปรับแก้ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าแบบ TRN (CORRECT ELECTRODE POSITION (TRN))

การปรับแก้ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าแบบ TRN เป็นกระบวนการปรับปรุงความถูกต้องของตำแหน่งและค่าระดับของขั้วไฟฟ้าตามแนวสำรวจ โดยอาศัยข้อมูลพิกัดตามแนวสำรวจ (x) และค่าระดับ (elevation) ของขั้วไฟฟ้าแต่ละตำแหน่ง

ข้อมูลตำแหน่งและค่าระดับของขั้วไฟฟ้าจะถูกจัดเก็บในไฟล์นามสกุล ***.**trn (รูปที่ 13) ซึ่งใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการปรับแก้ ทั้งนี้ การปรับแก้ตำแหน่งจะต้องดำเนินการให้สอดคล้องกับข้อมูลในไฟล์ดังกล่าว เพื่อให้มั่นใจในความถูกต้องของตำแหน่งเชิงพื้นที่และความสอดคล้องของผลการประมวลผล ผู้ใช้งานต้องตรวจสอบความครบถ้วนและความถูกต้องของข้อมูลในไฟล์ *.trn ก่อนดำเนินการ

```
; TRN File       ! Header
unit=meters      ! Unit
2                ! (1) True Horizontal, (2) Along Surface
0,366.401        ! The format of each datum is
4,366.444        ! (1) x position
8,366.487        ! (2) Elevation
12,367.104
```

รูปที่ 13 แสดงตัวอย่างไฟล์ข้อมูลชนิด **trn-file** พร้อมคำอธิบายความหมาย สำหรับการปรับแบบ TRN

3.5.3 การปรับแก้ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าแบบ UTM (CORRECT ELECTRODE POSITION (UTM))

การปรับแก้ตำแหน่งขั้วไฟฟ้าแบบ UTM เป็นกระบวนการปรับปรุงความถูกต้องของแนวสำรวจ โดยคำนึงถึงผลกระทบจากความคดโค้งของแนวสำรวจในเชิงพิกัดภูมิศาสตร์ ทั้งนี้ การปรับแก้จะอาศัยค่าพิกัดตะวันออก (Easting) และค่าพิกัดเหนือ (Northing) ของขั้วไฟฟ้าแต่ละตำแหน่งเป็นข้อมูลหลักในการคำนวณ

ข้อมูลพิกัดและค่าระดับ (Elevation) ของขั้วไฟฟ้าจะถูกจัดเก็บในไฟล์นามสกุล ***.**csv (รูปที่ 14) ซึ่งใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการปรับแก้ตำแหน่ง โดยผู้ใช้งานต้องตรวจสอบความถูกต้องและความครบถ้วนของข้อมูลก่อนดำเนินการ

```
Peg,Easting,Northing,Elevation  ! Header
1,537770.40,1757327.26,94.00    ! Electrode number,
2,537771.61,1757322.45,93.53    ! Easting, Northing
3,537772.88,1757317.65,93.35    ! Elevation of each electrode
4,537774.32,1757312.85,93.33
5,537775.38,1757308.00,93.41
```

รูปที่ 14 แสดงตัวอย่างไฟล์ข้อมูลชนิด csv-file พร้อมคำอธิบายความหมาย สำหรับการปรับแบบ UTM

ข้อมูลพิกัดและตำแหน่งของขั้วไฟฟ้าที่จัดเก็บในไฟล์นามสกุล *.csv จะถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงในการปรับแก้ค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏ (apparent resistivity) ที่ได้จากการสำรวจภาคสนาม

ภายหลังการปรับแก้ ข้อมูลค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏจะถูกนำไปประมวลผลภายใต้สมมติฐานว่าแนวสำรวจมีลักษณะเป็นเส้นตรง (linear profile) ทั้งนี้ ตำแหน่งของขั้วไฟฟ้าบนแนวสมมุติดังกล่าวจะถูกกำหนดโดยอ้างอิงจากระยะทางตามแนวราบ (horizontal distance) ระหว่างขั้วไฟฟ้าแต่ละตำแหน่ง

3.5.4 การระบบลบข้อมูลเบื้องต้น (FILTER DATA WITH VALUE)

ในบางกรณี อาจพบข้อมูลที่มีลักษณะผิดปกติ (outliers) ซึ่งมีค่าความต้านทานไฟฟ้าปรากฏสูงหรือต่ำผิดไปจากแนวโน้มของข้อมูลโดยรวม อันอาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของผลการประมวลผล

โปรแกรมได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับการคัดกรองและลบข้อมูลเบื้องต้น โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดเงื่อนไขในการคัดกรองข้อมูลตามช่วงค่าที่ต้องการ (threshold-based filtering) เช่น การลบข้อมูลที่มีค่ามากกว่า 10,000 โอห์มเมตร หรือมีค่าน้อยกว่า 1 โอห์มเมตร การกำหนดเงื่อนไขดังกล่าวต้องพิจารณาให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลและพื้นที่สำรวจ เพื่อให้มั่นใจว่าการคัดกรองข้อมูลไม่ส่งผลกระทบต่อความสมบูรณ์ของข้อมูล และยังคงรักษาความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของผลการประมวลผล

3.5.5 การระบบลบขั้วไฟฟ้า (REMOVE ELECTRODE)

ในบางกรณี อาจพบข้อมูลที่มีลักษณะผิดปกติอันเนื่องมาจากความผิดพลาดของขั้วไฟฟ้า เช่น การชำรุดของสายสัญญาณหรือการเชื่อมต่อที่ไม่สมบูรณ์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความถูกต้องของข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

โปรแกรมได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับการลบขั้วไฟฟ้าที่มีปัญหาออกจากชุดข้อมูล โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดเงื่อนไขในการคัดเลือกขั้วไฟฟ้าที่ต้องการลบได้ เช่น การระบุหมายเลขขั้วไฟฟ้า (electrode ID) เท่ากับ 26

การดำเนินการลบขั้วไฟฟ้าต้องพิจารณาอย่างรอบคอบ และควรมีการตรวจสอบความถูกต้องก่อนและหลังการดำเนินการ เพื่อให้มั่นใจว่าข้อมูลที่เหลืออยู่ยังคงมีความสมบูรณ์ ความน่าเชื่อถือ และสามารถสอบกลับ (traceability) ได้อย่างเหมาะสม

3.6 การตั้งค่าแบบจำลองตั้งต้น

โปรแกรม DGS-INV2DERT ได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับการกำหนดแบบจำลองตั้งต้นสำหรับกระบวนการอินเวอร์ชัน ประกอบด้วยฟังก์ชันหลัก ดังต่อไปนี้

(1) การเลือกแบบจำลองอ้างอิง (Prior Model)

(2) การเพิ่มความละเอียดของกริดในแนวดิ่ง (Increase Vertical Resolution)

(3) การตั้งค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของแบบจำลองตั้งต้น (Initial Resistivity)

ผู้ใช้งานสามารถเข้าถึงและใช้งานเครื่องมือดังกล่าวได้ผ่านเมนู Model Tools ภายในโปรแกรม (รูปที่ 15) ทั้งนี้การดำเนินการปรับแก้ข้อมูลควรเป็นไปตามขั้นตอนที่กำหนด เพื่อให้มั่นใจในความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของผลการประมวลผล

รูปที่ 15 แสดงเมนูที่เกี่ยวข้องกับการตั้งค่าแบบจำลองตั้งต้น

3.6.1 การเลือกแบบจำลองอ้างอิง (PRIOR MODEL)

ตามหลักการของกระบวนการอินเวอร์ชัน แบบจำลองผลลัพธ์จะถูกประมาณค่าภายใต้เงื่อนไขที่ให้ความแตกต่างระหว่างข้อมูลที่คำนวณได้จากแบบจำลอง (Model Response) และข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ (Observed Data) มีค่าน้อยที่สุด ขณะเดียวกันจะควบคุมให้แบบจำลองผลลัพธ์มีความแตกต่างจากแบบจำลองอ้างอิง (Prior Model) อยู่ในระดับที่เหมาะสม

ดังนั้น แบบจำลองอ้างอิงจึงเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความเสถียรและความน่าเชื่อถือของผลลัพธ์จากกระบวนการอินเวอร์ชัน

ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการกำหนดแบบจำลองอ้างอิงเฉพาะ ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้งานแบบจำลองดังกล่าวผ่านเมนู Prior Model ภายในโปรแกรม โดยระบบรองรับเฉพาะไฟล์นามสกุล *.m2d เท่านั้น

3.6.2 การเพิ่มความละเอียดของกริดในแนวดิ่ง (INCREASE VERTICAL RESOLUTION)

ในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่ได้กำหนดแบบจำลองอ้างอิง (Prior Model) ระบบจะดำเนินการสร้างกริดของแบบจำลองทั้งในแนวนอนและแนวดิ่งโดยอัตโนมัติ โดยอ้างอิงค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ภายในโปรแกรม

อย่างไรก็ตาม การกำหนดกริดโดยอัตโนมัติดังกล่าวอาจส่งผลให้การแบ่งชั้นของแบบจำลองไม่สอดคล้องกับข้อมูลสนับสนุนอื่น ๆ ดังนั้น โปรแกรมจึงจัดเตรียมฟังก์ชันสำหรับการเพิ่มความละเอียดของกริดในแนวดิ่ง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมโครงสร้างของแบบจำลองได้อย่างเหมาะสม

3.6.3 โหมดอัตโนมัติ (AUTOMATIC INCREASE)

ในโหมดอัตโนมัติ โปรแกรมจะวิเคราะห์ระยะห่างระหว่างขั้วไฟฟ้าที่มากที่สุดในชุดข้อมูล และใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดความละเอียดของกริดในแนวดิ่ง โดยกำหนดช่วงความลึกและระยะห่างของกริดดังนี้:

- ช่วงความลึก 0 – 20 เมตร: เพิ่มกริดทุกระยะ 1 เมตร
- ช่วงความลึก 20 – 40 เมตร: เพิ่มกริดทุกระยะ 2 เมตร
- ช่วงความลึก 40 – 80 เมตร: เพิ่มกริดทุกระยะ 4 เมตร
- ช่วงความลึก 80 – 120 เมตร: เพิ่มกริดทุกระยะ 8 เมตร
- ช่วงความลึกมากกว่า 120 เมตร: เพิ่มกริดทุกระยะ 16 เมตร

3.6.3.1 โหมดกำหนดเอง (MANUAL)

ในกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการกำหนดระดับความลึกของกริดในแนวดิ่งด้วยตนเอง สามารถดำเนินการผ่านโหมดกำหนดเอง (**Manual**) โดยต้องจัดเตรียมไฟล์ข้อมูลนามสกุล *.txt ซึ่งระบุค่าความลึกของกริด (หน่วย: เมตร) ดังที่แสดงในรูปที่ 16

```
nsgrid: 3 | The number of grid
5         | Vertical Grid in meter
6
7
```

รูปที่ 16 แสดงตัวอย่างไฟล์ข้อมูลชนิด **txt-file** สำหรับการเพิ่มกริดในแนวดิ่ง

จากรูปตัวอย่างโปรแกรมจะทำการเพิ่มกริดในแนวดิ่งที่ระดับความลึกที่เมตรที่ 5.0 6.0 และ 7.0 วัดเทียบกับจุดสูงสุดของแบบจำลอง

3.6.4 การตั้งค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของแบบจำลองตั้งต้น

ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าของแบบจำลองตั้งต้นเป็นปัจจัยที่มีผลต่อผลลัพธ์ของกระบวนการอินเวอร์ชัน โดยเฉพาะในบริเวณที่มีความหนาแน่นของข้อมูลต่ำหรือมีข้อมูลครอบคลุมไม่เพียงพอ ซึ่งอาจส่งผลต่อความเสถียรและความน่าเชื่อถือของแบบจำลองผลลัพธ์

ดังนั้น การประเมินความน่าเชื่อถือของแบบจำลองสามารถดำเนินการได้โดยการประมวลผลข้อมูลด้วยค่าความต้านทานไฟฟ้าตั้งต้นหลายค่า (Sensitivity Analysis) เพื่อพิจารณาความคงตัวของโครงสร้างสภาพต้านทานไฟฟ้าที่ปรากฏในแบบจำลอง

ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าความต้านทานไฟฟ้าตั้งต้นได้ผ่านเมนู Initial Resistivity ภายในโปรแกรม

ในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่ได้กำหนดค่าเริ่มต้น ระบบจะดำเนินการคำนวณค่าความต้านทานไฟฟ้าตั้งต้นโดยอัตโนมัติ โดยใช้ค่าเฉลี่ยเชิงลอการิทึม (logarithmic mean) ของข้อมูลทั้งหมดเป็นค่าเริ่มต้น

3.7 การตั้งค่าอินเวอร์ชันพารามิเตอร์

โปรแกรม DGS-INV2DERT ได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอินเวอร์ชัน (รูปที่ 17) ดังต่อไปนี้

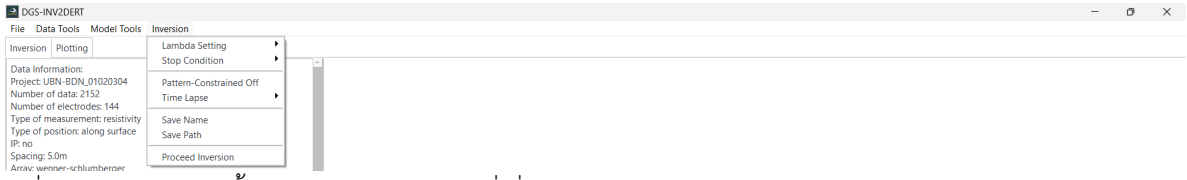
(1) ตั้งค่า Lambda

(2) เงื่อนไขการหยุดโปรแกรมอินเวอร์ชัน

(3) การปรับโหมดการรันอินเวอร์ชัน

(4) ตั้งชื่อไฟล์ที่ใช้ในการจัดเก็บผลอินเวอร์ชัน

(5) ตั้งชื่อโฟลเดอร์ที่ใช้ในการจัดเก็บผลอินเวอร์ชัน



รูปที่ 17 แสดงเมนูการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการอินเวอร์ชัน

3.7.1 การตั้งค่าแลมบ์ดา (LAMBDA SETTING)

ค่าแลมบ์ดาเป็นพารามิเตอร์ควบคุมที่มีผลโดยตรงต่อกระบวนการอินเวอร์ชัน โดยทำหน้าที่กำหนดสมดุลระหว่างความสอดคล้องของข้อมูล (Data Misfit) และความเรียบของแบบจำลอง (Model Smoothness)

โดยทั่วไป ค่าแลมบ์ดาจะถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าโดยผู้พัฒนาโปรแกรม อย่างไรก็ตาม สำหรับอัลกอริทึมประเภท Occam ค่าแลมบ์ดาจะถูกกำหนดโดยอัตโนมัติผ่านกระบวนการค้นหา (Searching Process) เพื่อให้ได้ค่าที่เหมาะสมที่สุดในแต่ละรอบการคำนวณ

ผู้ใช้งานสามารถกำหนดค่าเริ่มต้นของการค้นหาค่าแลมบ์ดาได้ผ่านเมนู Initial Value และสามารถควบคุมรูปแบบการใช้งานค่าแลมบ์ดาได้ผ่านเมนู Searching โดยมีเงื่อนไขดังนี้:

- Searching On: ระบบจะดำเนินการค้นหาค่าแลมบ์ดาโดยอัตโนมัติในแต่ละรอบของกระบวนการอินเวอร์ชัน
- Searching Off: ระบบจะใช้ค่าแลมบ์ดาคงที่ค่าเดียวตลอดกระบวนการอินเวอร์ชัน

3.7.2 เงื่อนไขการหยุดโปรแกรมอินเวอร์ชัน

โปรแกรมอินเวอร์ชันจะสิ้นสุดการทำงานเมื่อเข้าเงื่อนไขอย่างน้อยหนึ่งในเงื่อนไขต่อไปนี้:

3.7.2.1 เงื่อนไขค่าความคลาดเคลื่อน (RMS MISFIT CRITERION)

ระบบจะหยุดการทำงานเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนรากกำลังสองเฉลี่ย (Root Mean Square; RMS) อยู่ในช่วง 0.95 ถึง 1.05 ซึ่งถือเป็นช่วงค่าที่แสดงถึงความสอดคล้องที่ยอมรับได้ระหว่างข้อมูลจากการสำรวจและข้อมูลจากแบบจำลอง

3.7.2.2 เงื่อนไขการเบี่ยงเบนของค่า RMS (RMS DIVERGENCE CRITERION)

ระบบจะหยุดการทำงานเมื่อพบว่าค่า RMS มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากค่าที่ต่ำที่สุดที่เคยได้ โดยค่าเริ่มต้นระบบกำหนดให้หยุดเมื่อค่า RMS เพิ่มขึ้นต่อเนื่องเป็นจำนวน 1 รอบการคำนวณ

เงื่อนไขดังกล่าวเหมาะสมสำหรับกรณีที่ข้อมูลมีคุณภาพดี อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่ข้อมูลมีสัญญาณรบกวนหรือมีคุณภาพต่ำ ค่า RMS อาจมีการปรับตัวเพิ่มขึ้นชั่วคราวก่อนลดลงอีกครั้ง ดังนั้น ผู้ใช้งานสามารถปรับจำนวนรอบที่อนุญาตให้ค่า RMS เพิ่มขึ้นได้ผ่านเมนู Stop Condition ⟶ Maximum Diverge

3.7.2.3 เงื่อนไขจำนวนรอบสูงสุด (MAXIMUM ITERATION CRITERION)

ระบบจะหยุดการทำงานเมื่อดำเนินการครบจำนวนรอบสูงสุดที่กำหนดไว้ โดยค่าเริ่มต้นโปรแกรมกำหนดจำนวนรอบสูงสุดไว้ที่ **20** รอบ

ผู้ใช้งานสามารถปรับจำนวนรอบสูงสุดได้ผ่านเมนู Stop Condition ⟶ Maximum Iteration เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะของข้อมูลและความต้องการในการวิเคราะห์

3.7.3 การปรับโหมดการรันอินเวอร์ชัน

นอกจากการรันอินเวอร์ชันแบบปกติ โปรแกรมมีโหมดการรันในใช้งานอีก 3 โหมด อันได้แก่ (1) Multi-Data-Single-Model เป็นโหมดการรันอินเวอร์ชันที่นำข้อมูลจากหลายไฟล์ข้อมูลมาประมวลผลอินเวอร์ชันร่วมกัน (2) Pattern-Constrained Inversion เป็นโหมดการรันที่เปลี่ยนรูปแบบการวัดสัญญาณจากความแตกต่างของข้อมูลเป็นการวัดความแตกต่างของรูปแบบสัญญาณ ซึ่งช่วยทำให้ได้แบบจำลองที่มีค่าความเชื่อถือ เมื่อข้อมูลถูกปนเปื้อนด้วยสัญญาณรบกวนจำนวนมาก และ (3) Time-lapse Inversion เป็นโหมดการรันเพื่อให้ได้มาของความแตกต่างของแบบจำลอง สำหรับรายละเอียดในการใช้งานจะอธิบายในหัวข้อโหมดการรันอินเวอร์ชัน

3.7.4 ตั้งชื่อไฟล์ที่ใช้ในการจัดเก็บผลอินเวอร์ชัน

ผู้ใช้งานสามารถกำหนดชื่อไฟล์ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการอินเวอร์ชันผ่านเมนู Save Name ภายในโปรแกรม

ในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่ได้กำหนดชื่อไฟล์ ระบบจะดำเนินการตั้งชื่อไฟล์โดยอัตโนมัติ โดยใช้ชื่อไฟล์ข้อมูลต้นฉบับร่วมกับอักขระ “**_**” เพื่อใช้เป็นชื่อไฟล์ผลลัพธ์จากกระบวนการอินเวอร์ชัน

3.7.5 ตั้งชื่อโฟลเดอร์ที่ใช้ในการจัดเก็บผลอินเวอร์ชัน

ผู้ใช้งานสามารถกำหนดโฟลเดอร์สำหรับจัดเก็บผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการอินเวอร์ชันผ่านเมนู Save Path ภายในโปรแกรม

ในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่ได้กำหนดโฟลเดอร์ ระบบจะดำเนินการสร้างโฟลเดอร์โดยอัตโนมัติ ณ ตำแหน่งเดียวกับไฟล์ข้อมูลต้นฉบับ โดยกำหนดชื่อโฟลเดอร์ในรูปแบบ <filename>_inv เพื่อใช้สำหรับจัดเก็บไฟล์ผลลัพธ์จากกระบวนการอินเวอร์ชัน

3.8 โหมดการรันอินเวอร์ชัน

โปรแกรม DGS-INV2DERT มีโหมดการรันอินเวอร์ชันทั้งสิ้น 4 แบบ ดังต่อไปนี้

1) การรันอินเวอร์ชันแบบปกติ
2) การรันแบบ Multi-Data-Single-Model
3) การรันแบบ Pattern-Constrained
4) การรันแบบ Time-lapse Inversion

3.8.1 การรันอินเวอร์ชันแบบปกติ

การดำเนินการอินเวอร์ชันแบบปกติในโปรแกรม DGS-INV2DERT สามารถดำเนินการได้ตามขั้นตอนมาตรฐานดังต่อไปนี้:

1. ผู้ใช้งานต้องเปิดไฟล์ข้อมูลที่ต้องการประมวลผลผ่านเมนู File ⟶ Open Data
2. ภายหลังจากโหลดข้อมูลเรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้งานสามารถเริ่มกระบวนการอินเวอร์ชันผ่านเมนู Inversion ⟶ Proceed Inversion

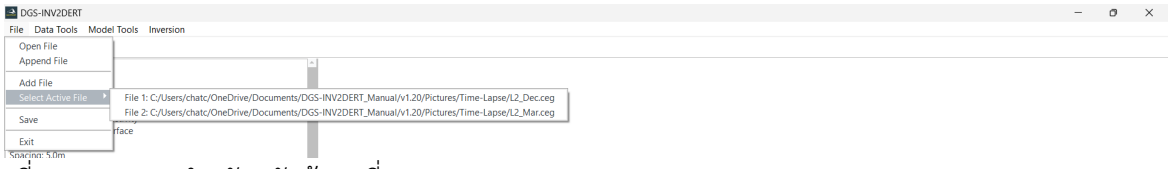
3.8.2 การรันอินเวอร์ชันแบบ MULTI-DATA-SINGLE-MODEL

โหมดการประมวลผลข้อมูลหลายชุดถูกออกแบบมาเพื่อรองรับกรณีที่ผู้ใช้งานต้องการนำข้อมูลจากหลายการสำรวจมาประมวลผลร่วมกัน ซึ่งอาจมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความหนาแน่นของข้อมูลในพื้นที่ศึกษา หรือเพื่อวิเคราะห์และเปรียบเทียบแบบจำลองจากข้อมูลที่ได้ในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน

การดำเนินการในโหมดนี้สามารถทำได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้:

1. ผู้ใช้งานต้องเปิดไฟล์ข้อมูลหลักผ่านเมนู File ⟶ Open Data
2. เพิ่มไฟล์ข้อมูลเพิ่มเติมที่ต้องการประมวลผลร่วมกันผ่านเมนู File ⟶ Add Data (รูปที่ 18)
3. ระบบจะแสดงรายการไฟล์ข้อมูลที่ถูกเพิ่มเข้ามา โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกไฟล์ที่ต้องการแสดงผลได้ผ่านเมนู File ⟶ Select Active File
4. เมื่อเลือกไฟล์ข้อมูลที่ต้องการแล้ว ผู้ใช้งานสามารถเริ่มกระบวนการอินเวอร์ชันผ่านเมนู Inversion ⟶ Proceed Inversion

ผลการประมวลผลอินเวอร์ชันจะแสดงตามไฟล์ข้อมูลที่ถูกกำหนดให้เป็นไฟล์หลัก (Active File) ในขณะนั้น ในกรณีที่ผู้ใช้งานไม่ได้กำหนดตำแหน่งจัดเก็บผลลัพธ์ ระบบจะดำเนินการจัดเก็บไฟล์ผลอินเวอร์ชันโดยอัตโนมัติในโฟลเดอร์ DATA_Inv ซึ่งจะถูกสร้างขึ้น ณ ตำแหน่งเดียวกับไฟล์ข้อมูลล่าสุดที่ถูกใช้งาน



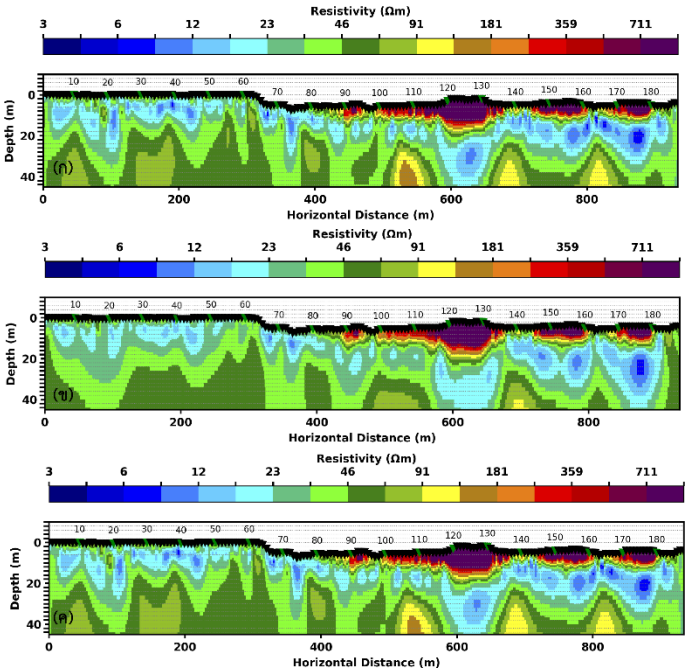
รูปที่ **18** แสดงเมนูสำหรับสลับข้อมูลที่แสดง

3.8.3 การรันแบบ PATTERN-CONSTRAINED

โหมดการประมวลผลแบบ Pattern-Constrained Inversion ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับกรณีที่ข้อมูลสำรวจมีสัญญาณรบกวนในระดับสูง ซึ่งส่งผลให้ข้อมูลจำนวนมากมีค่าความคลาดเคลื่อนสูง และอาจทำให้ผลลัพธ์จากการประมวลผลแบบปกติขาดความน่าเชื่อถือ (รูปที่ 19)

การใช้งานโหมดนี้ช่วยควบคุมรูปแบบของแบบจำลองให้มีความสอดคล้องเชิงโครงสร้างมากขึ้น ซึ่งเหมาะสมสำหรับข้อมูลที่มีคุณภาพต่ำหรือมีการปนเปื้อนของสัญญาณรบกวน

1. การดำเนินการสามารถทำได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้:
2. ผู้ใช้งานต้องเปิดไฟล์ข้อมูลผ่านเมนู File ⟶ Open Data
3. เปิดใช้งานโหมด Pattern-Constrained ผ่านเมนู Inversion ⟶ Pattern-Constrained Off
4. เมื่อเลือกเมนูดังกล่าวแล้ว ระบบจะเปลี่ยนสถานะเป็น Pattern-Constrained On เพื่อแสดงว่าโหมดดังกล่าวถูกเปิดใช้งาน
5. ผู้ใช้งานสามารถเริ่มกระบวนการอินเวอร์ชันผ่านเมนู Inversion ⟶ Proceed Inversion ได้ตามปกติ



รูปที่ 19 ตัวอย่างผลการทดสอบตัวการรันแบบ Pattern-Constrained (ก) แบบจำลองสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดลอง (ข) แบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการรันอินเวอร์ชันแบบปกติ และ (ค) แบบจำลองสภาพต้านทานไฟฟ้าที่ได้จากการรันแบบ Pattern-Constrained

3.8.4 การรันแบบ TIME-LAPSE

การประมวลผลแบบ Time-Lapse เป็นกระบวนการที่ใช้สำหรับติดตามการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างใต้ดินตามช่วงเวลา (รูปที่ 20) โดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการสำรวจหลายช่วงเวลา (temporal datasets) เพื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างของแบบจำลอง

ระบบรองรับการประมวลผลแบบ Time-Lapse จำนวน 2 รูปแบบ ได้แก่ (1) การกำหนดข้อมูลอ้างอิงโดยผู้ใช้งาน และ (2) การประมวลผลแบบอัตโนมัติ

3.8.4.1 การประมวลผลแบบกำหนดข้อมูลอ้างอิง (USER-DEFINED REFERENCE MODE)

การดำเนินการมีขั้นตอนดังต่อไปนี้:

1. เปิดไฟล์ข้อมูลผ่านเมนู File ⟶ Open Data
2. เลือกแบบจำลองอ้างอิงผ่านเมนู Model Tools ⟶ Prior Model
3. เลือกข้อมูลอ้างอิงผ่านเมนู Inversion ⟶ Time Lapse ⟶ Reference Data
4. เลือกข้อมูลตอบสนองจากแบบจำลองอ้างอิงผ่านเมนู Inversion ⟶ Time Lapse ⟶ Reference Response
5. เปิดใช้งานโหมด Time-Lapse ผ่านเมนู Inversion ⟶ Time Lapse ⟶ Time Lapse Off (สถานะจะเปลี่ยนเป็น Time Lapse On)
6. เริ่มกระบวนการอินเวอร์ชันผ่านเมนู Inversion ⟶ Proceed Inversion

3.8.4.2 การประมวลผลแบบอัตโนมัติ (AUTOMATIC MODE)

การดำเนินการมีขั้นตอนดังต่อไปนี้:

1. เปิดไฟล์ข้อมูลผ่านเมนู File ⟶ Open Data
2. เพิ่มไฟล์ข้อมูลที่ต้องการประมวลผลผ่านเมนู File ⟶ Add Data
3. เปิดใช้งานโหมด Time-Lapse ผ่านเมนู Inversion ⟶ Time Lapse ⟶ Time Lapse Off (สถานะจะเปลี่ยนเป็น Time Lapse On)
4. เริ่มกระบวนการอินเวอร์ชันผ่านเมนู Inversion ⟶ Proceed Inversion

ในโหมดนี้ ระบบจะดำเนินการประมวลผลข้อมูลชุดแรกด้วยกระบวนการอินเวอร์ชันแบบปกติหรือแบบ Pattern-Constrained จากนั้นจะนำผลลัพธ์ของข้อมูลชุดก่อนหน้ามาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงสำหรับการประมวลผล Time-Lapse ของข้อมูลชุดถัดไป

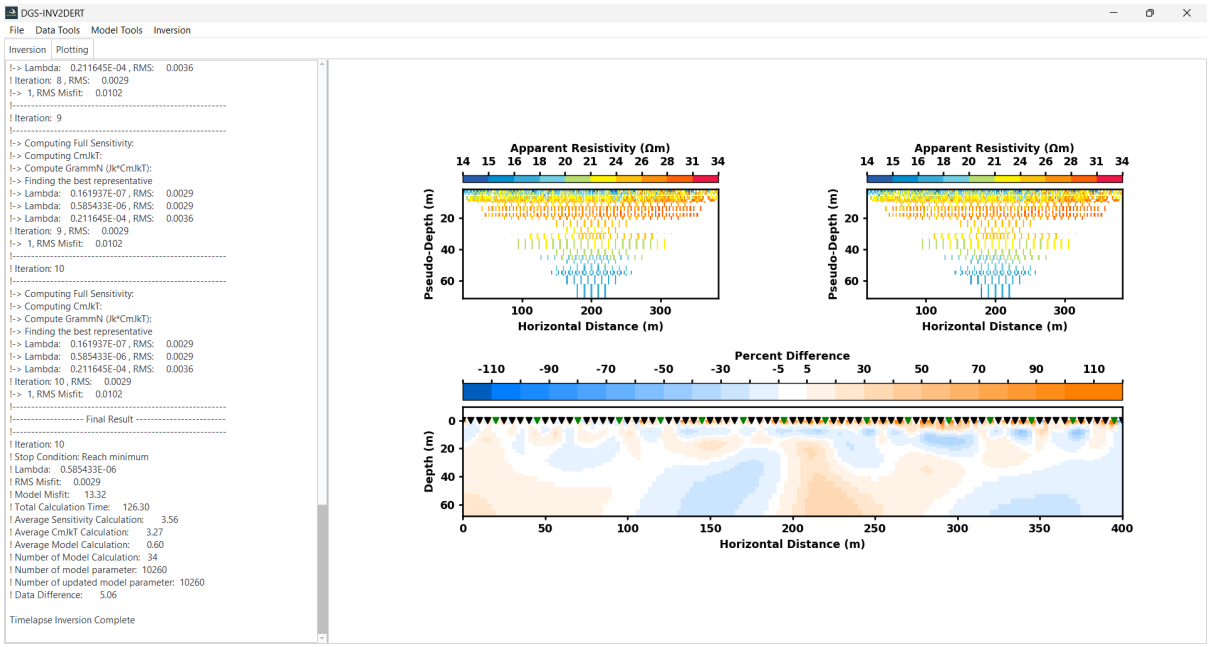
3.8.4.3 การจัดการความไม่สอดคล้องของข้อมูล (DATA CONSISTENCY HANDLING)

ในการสำรวจแบบ Time-Lapse อาจพบว่าข้อมูลจากแต่ละช่วงเวลามีความไม่สอดคล้องกัน ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถดำเนินการประมวลผลได้

เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว โปรแกรม DGS-INV2DERT ได้จัดเตรียมเครื่องมือสำหรับปรับแต่งข้อมูลให้มีความสอดคล้องกันโดยอัตโนมัติ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกโหมดการจัดการข้อมูลผ่านเมนู Inversion ⟶ Time Lapse ⟶ Time Lapse Mode ดังนี้:

- Repair Data: ระบบจะดำเนินการเติมค่าข้อมูลที่ขาดหายโดยใช้ค่าเฉลี่ยของข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- Remove Data: ระบบจะดำเนินการลบข้อมูลที่ไม่สอดคล้องออกจากกระบวนการประมวลผล

ค่าเริ่มต้นของระบบกำหนดให้เป็นโหมด Repair Data



รูปที่ 20 หน้าต่างโปรแกรมเมื่อทำการรันแบบ Time Lapse

4 การใช้งานโปรแกรมในส่วน PLOTTING

แถบการแสดงผล (Plotting) ถูกออกแบบมาเพื่อรองรับการนำเสนอผลการสำรวจและผลการประมวลผลในรูปแบบต่าง ๆ โดยในปัจจุบันรองรับรูปแบบการแสดงผลทั้งหมด 4 รูปแบบ ดังต่อไปนี้:

1. การแสดงผลข้อมูล (Data Plot หรือ Response Plot)
2. การแสดงผลแบบจำลอง (Model Plot)
3. การแสดงผลข้อมูลและผลตอบสนองร่วมกัน (Data and Response Plot)
4. การแสดงผลข้อมูล ผลตอบสนอง และแบบจำลองร่วมกัน (Data, Response and Model Plot)

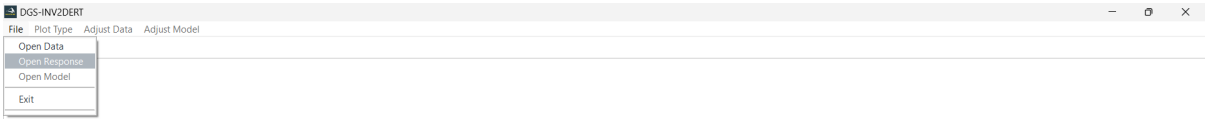
4.1 การเข้าถึงและการใช้งานเมนู (MENU ACCESSIBILITY)

เมื่อเข้าสู่โหมด **Plotting** ระบบจะเปิดให้ใช้งานเฉพาะเมนูในส่วน **File** เท่านั้น โดยเมนูอื่น ๆ จะยังไม่สามารถใช้งานได้จนกว่าจะมีการโหลดข้อมูลเข้าสู่ระบบ

เมนูที่สามารถใช้งานได้มีเงื่อนไขดังต่อไปนี้:

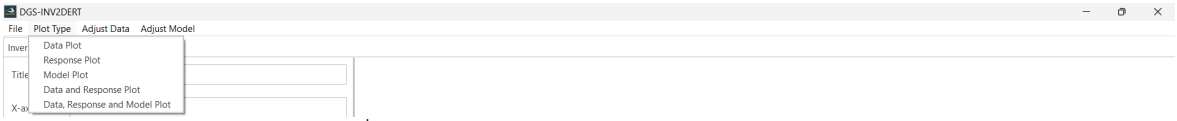
1. เมนู Open Data และ Open Response สามารถใช้งานได้ทันทีเมื่อเข้าสู่โหมด Plotting
2. เมนู Open Model จะสามารถใช้งานได้ต่อเมื่อมีการโหลดไฟล์ข้อมูล (Data) หรือไฟล์ผลตอบสนอง (Response) เรียบร้อยแล้ว

การกำหนดลำดับการเข้าถึงเมนูดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมความถูกต้องของข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล และลดความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการใช้งานที่ไม่สอดคล้องกับลำดับขั้นตอน (รูปที่ 21)

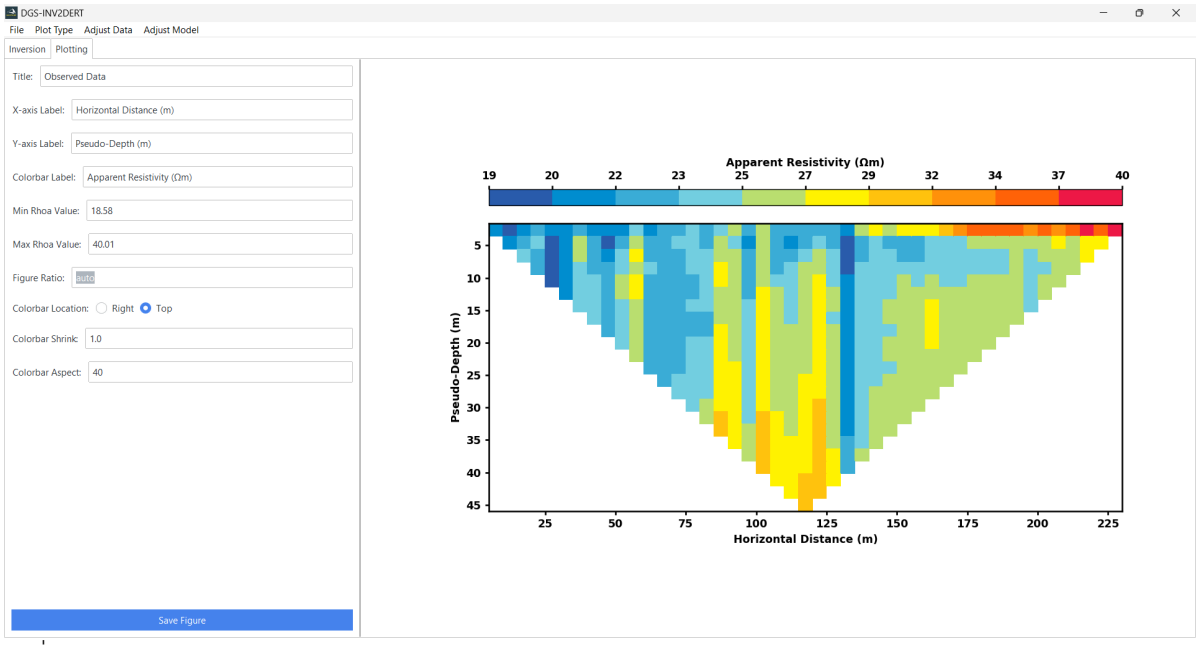


รูปที่ 21 แสดงเมนูที่เกี่ยวข้องกับการอ่านไฟล์ข้อมูล และแบบจำลอง

ผู้ใช้งานสามารถปรับรูปในการนำเสนอได้ผ่านทางเมนู Plot Type (รูปที่ 22) ในการปรับแต่งค่าต่าง ๆ ตัวอย่างเช่น Title, X Label, Y Label, ค่าแถบสีสูงสุดและต่ำสุด, สัดส่วนภาพ, ตำแหน่งของแถบสี และสัดส่วนของขนาดแถบสีเทียบกับขนาดภาพ ผู้ใช้งานสามารถปรับค่าต่าง ๆ ผ่านหน้าต่างของโปรแกรม หรือผ่านทางเมนู (รูปที่ 23)



รูปที่ 22 แสดงรูปแบบในการนำเสนอข้อมูลที่รับรองในปัจจุบัน



รูปที่ 23 แสดงหน้าต่างในการปรับแต่งภาพแบบ Data Plot และ Response Plot

4.1.1 นำเสนอข้อมูล (DATA PLOT หรือ RESPONSE PLOT)

ในการแสดงผลข้อมูล ผู้ใช้งานต้องดำเนินการโหลดไฟล์ข้อมูลเข้าสู่ระบบก่อน โดยสามารถเลือกใช้งานผ่านเมนู File ⟶ Open Data หรือ File ⟶ Open Response

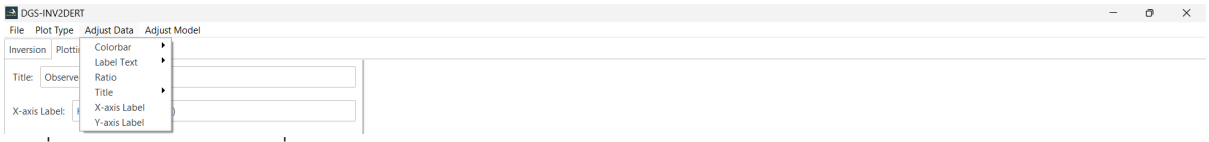
ภายหลังจากการโหลดข้อมูล ระบบจะแสดงผลภาพข้อมูลในหน้าต่างแสดงผลหลักทางด้านขวา (รูปที่ 23) ขณะที่หน้าต่างทางด้านซ้ายจะแสดงรายการพารามิเตอร์และตัวเลือกที่สามารถปรับแต่งได้สำหรับการแสดงผล

พารามิเตอร์ที่สามารถปรับแต่งได้ประกอบด้วยค่าที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการนำเสนอข้อมูล ประกอบด้วย

1. ชื่อ (Title)
2. คำบรรยายแกนนอน (X-axis Label)
3. คำบรรยายแกนตั้ง (Y-axis Label)
4. คำบรรยายแถบสี (Colorbar Label)
5. ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏต่ำสุด (Min Rhoa Value)
6. ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าปรากฏสูงสุด (Max Rhoa Value)
7. ปรับอัตราส่วนของภาพ (Figure Ratio)
8. ตำแหน่งของแถบสี (Colorbar Location)
9. ความยาวของแถบสีเทียบกับแกนนอนหรือแกนตั้งของภาพ (Colorbar Shrink)
10. ความหนาของแถบสี (Color Aspect)

ซึ่งผู้ใช้งานสามารถปรับแต่ค่าทั้งหมดนี้ผ่านทางเมนู Adjust Data ได้เช่นเดียวกัน (รูปที่ 24) นอกจากนี้ในเมนู Adjust Data ยังสามารถปรับค่าอื่น ๆ เพิ่มเติม ได้แก่

1. การปรับจำนวนสีในการนำเสนอ ซึ่งมีให้เลือก 10, 17 หรือ 18 สี
2. การปรับขนาดตัวอักษรของแถบสี



รูปที่ 24 แสดงเมนูต่าง ๆ ที่อยู่ในเมนู Adjust Data

4.1.2 นำเสนอแบบจำลอง (MODEL PLOT)

ในการแสดงผลแบบจำลอง ผู้ใช้งานต้องดำเนินการโหลดไฟล์แบบจำลองเข้าสู่ระบบก่อน โดยสามารถเลือกใช้งานผ่านเมนู File ⟶ Open Model

ภายหลังจากการโหลดแบบจำลอง ระบบจะแสดงผลภาพแบบจำลองในหน้าต่างแสดงผลหลักทางด้านขวา (รูปที่ 25) ขณะที่หน้าต่างทางด้านซ้ายจะแสดงรายการพารามิเตอร์และตัวเลือกที่สามารถปรับแต่งได้สำหรับการแสดงผล

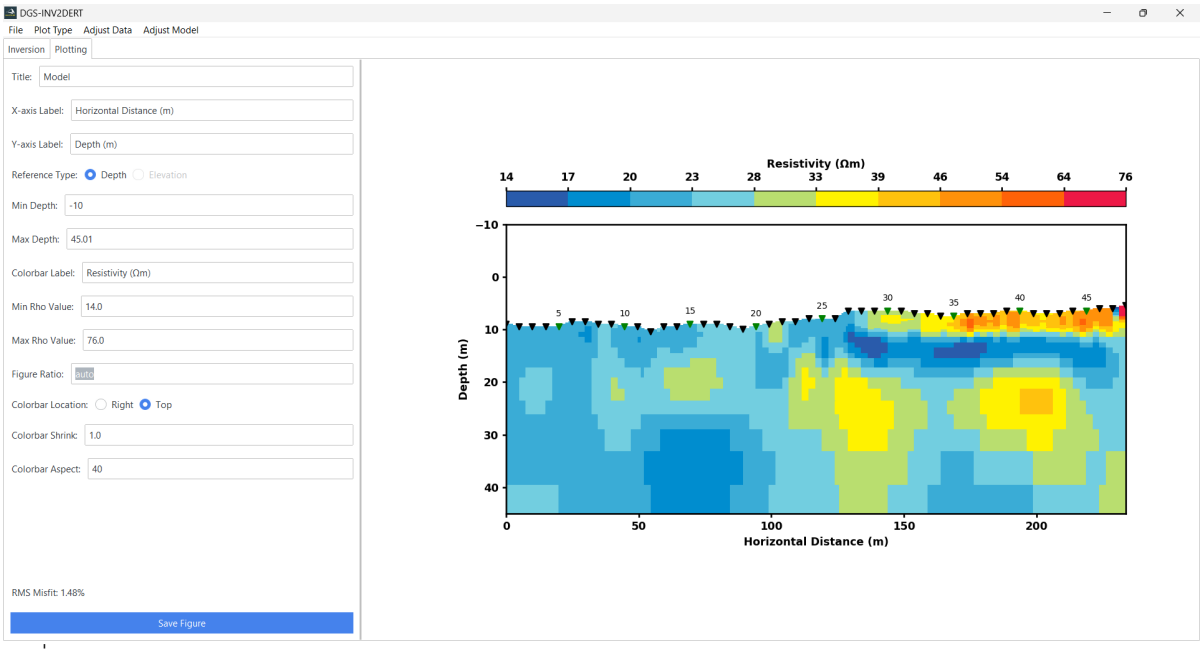
พารามิเตอร์ที่สามารถปรับแต่งได้ประกอบด้วยค่าที่เกี่ยวข้องกับรูปแบบการนำเสนอแบบจำลอง ประกอบด้วย

1. ชื่อ (Title)
2. คำบรรยายแกนนอน (X-axis Label)
3. คำบรรยายแกนตั้ง (Y-axis Label)
4. รูปแบบการอ้างอิงสำหรับปรับค่าแกนตั้ง (Reference Type) ซึ่งจะมีค่าเริ่มต้นเป็น Depth และไม่สามารถปรับค่าได้จนกว่าจะมีการระบุค่าระดับของขั้วไฟฟ้าที่ 1 ผ่านทางเมนู Adjust Model ⟶ 1st Electrode Elevation
5. ค่าความลึกที่น้อยที่สุดที่จะแสดง (Min Depth) ในกรณีที่ Reference Type เป็นชนิด Depth และเป็นค่าระดับที่สูงที่สุดที่จะแสดง (Max Elevation) ในกรณีที่ Reference Type เป็นชนิด Elevation
6. ค่าความลึกที่มากที่สุดที่จะแสดง (Max Depth) ในกรณีที่ Reference Type เป็นชนิด Depth และเป็นค่าระดับที่ต่ำที่สุดที่จะแสดง (Min Elevation) ในกรณีที่ Reference Type เป็นชนิด Elevation
7. คำบรรยายแถบสี (Colorbar Label)
8. ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าต่ำสุด (Min Rhoa Value)
9. ค่าสภาพต้านทานไฟฟ้าสูงสุด (Max Rhoa Value)
10. ปรับอัตราส่วนของภาพ (Figure Ratio)
11. ตำแหน่งของแถบสี (Colorbar Location)
12. ความยาวของแถบสีเทียบกับแกนนอนหรือแกนตั้งของภาพ (Colorbar Shrink)
13. ความหนาของแถบสี (Color Aspect)

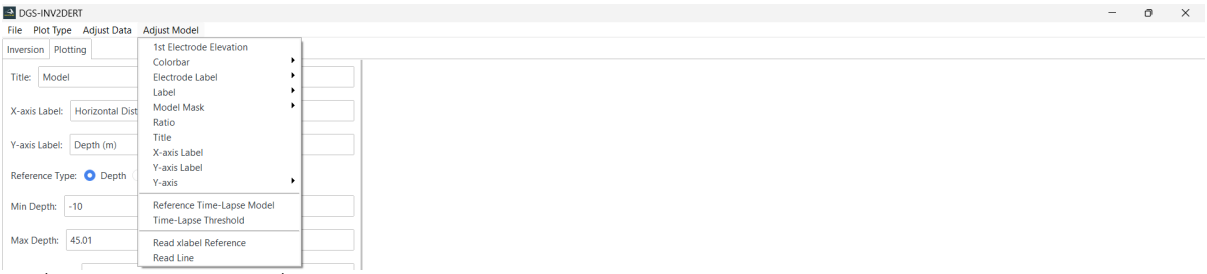
ซึ่งผู้ใช้งานสามารถปรับแต่ค่าทั้งหมดนี้ผ่านทางเมนู Adjust Model ได้เช่นเดียวกัน (รูปที่ 26) นอกจากนั้นในเมนู Adjust Model ยังสามารถปรับค่าอื่น ๆ เพิ่มเติมได้ อันได้แก่

1. การปรับจำนวนสีในการนำเสนอ ผ่านเมนู Colorbar ⟶ Number of Color ซึ่งมีให้เลือกแบบ 10, 17 หรือ 18 สี
2. การปรับขนาดตัวอักษรของแถบสี ผ่านเมนู Colorbar ⟶ Text Size

3. การปรับการแสดงหมายเลขขั้วไฟฟ้า
    a. หมายเลขขั้วไฟฟ้าที่ให้ทำการแสดงตัวอักษร ผ่านเมนู Electrode Label ⟶ Label Every
    b. ระยะห่างตามแนวดิ่งระหว่างตัวอักษรกับตำแหน่งจริง ผ่านเมนู Electrode Label ⟶ Label Offset
4. ทำการตัดขอบแบบจำลองด้วย Model Mask ผ่านเมนู Model Mask ⟶ Mask File และ Model Mask ⟶ Mask Level
5. เพิ่ม Minor Tick ในแนวแกนดิ่ง ผ่านเมนู Y-axis ⟶ Set Minor Tick ⟶ Interval
6. แสดง Minor Tick ในแนวแกนดิ่ง ผ่านเมนู Y-axis ⟶ Set Minor Tick ⟶ Display Tick
7. แสดงกริดในแนวแกนดิ่ง ผ่านเมนู Y-axis ⟶ Display Grid
8. เลือกแบบจำลองอ้างอิงเพื่อแสดงผลต่างแบบจำลอง Reference Time-Lapse Model
9. ปรับระดับความแตกต่างของแบบจำลองที่จะไม่ถูกแสดง Time-Lapse Threshold
10. ปรับการแสดงตำแหน่งตามแนวนอนจากระยะทางตามแนวราบ เป็นระยะทางในรูปแบบที่ผู้ใช้งานกำหนดเอง ผ่านทางเมนู Read xlabel Reference โดยผู้ใช้งานต้องสร้างไฟล์นามสกุล sta ที่ระบุหมายเลขอิเล็กโทรด และค่าที่ต้องการแสดง (รูปที่ 27)
11. ทำการเพิ่มเส้นในแบบจำลอง เพื่อใช้ประกอบการแปลความ ผ่านเมนู Read Line โดยผู้ใช้งานต้องสร้างไฟล์นามสกุล lin ที่ระบุตำแหน่งเริ่มต้น และสิ้นสุดของเส้น (รูปที่ 28)



รูปที่ 25 แสดงหน้าต่างในการปรับแต่งภาพแบบ Model Plot



รูปที่ 26 แสดงเมนูต่าง ๆ ที่อยู่ในเมนู Adjust Model

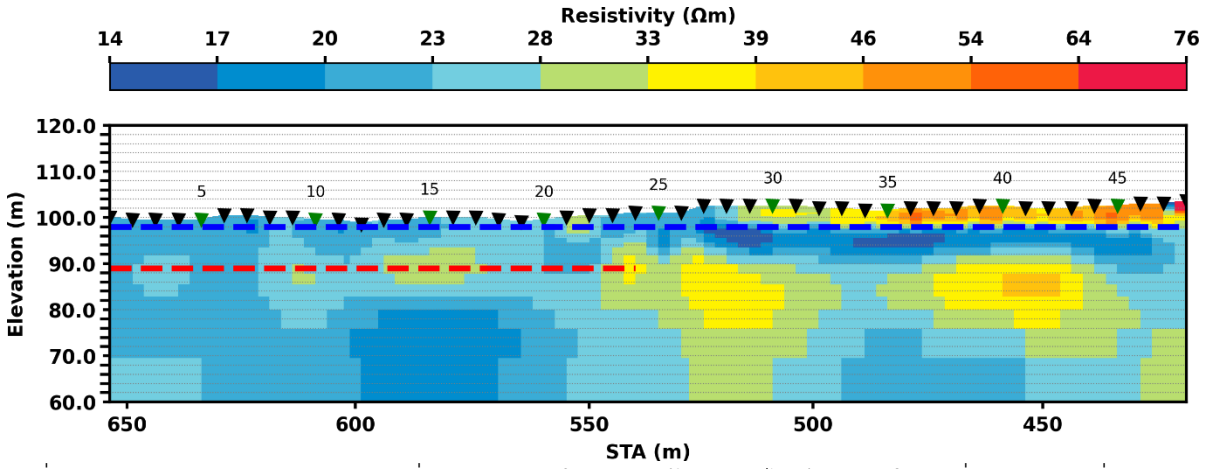
```
1.75    650        |      Electrode Number and new xlabel
11.75   600
22      550
31.75   500
41.75   450
```

รูปที่ 27 แสดงตัวอย่างไฟล์ sta ที่ใช้สำหรับปรับแก้ tick และ label ในแกนนอน

```
name: water_level       ! Name
color: b                ! Color
xpos: electrode         ! Position type in x-axis
zpos: elevation         ! Position type in y-axis
pos: [1 48 98 98]       ! 1st and 2nd values are position in x axis
                        ! 3rd and 4th values are position in y axis

name: pillar
color: r
xpos: electrode
zpos: depth
pos: [1 24 20 20]
```

รูปที่ 28 แสดงตัวอย่างไฟล์ **lin** ที่ใช้สำหรับวาดเส้นในแบบจำลอง



รูปที่ 29 แสดงตัวอย่างภาพแบบจำลองที่ผ่านการปรับ โดยอาศัยข้อมูลจากไฟล์ตัวอย่างในรูปที่ 27 และรูปที่ 28

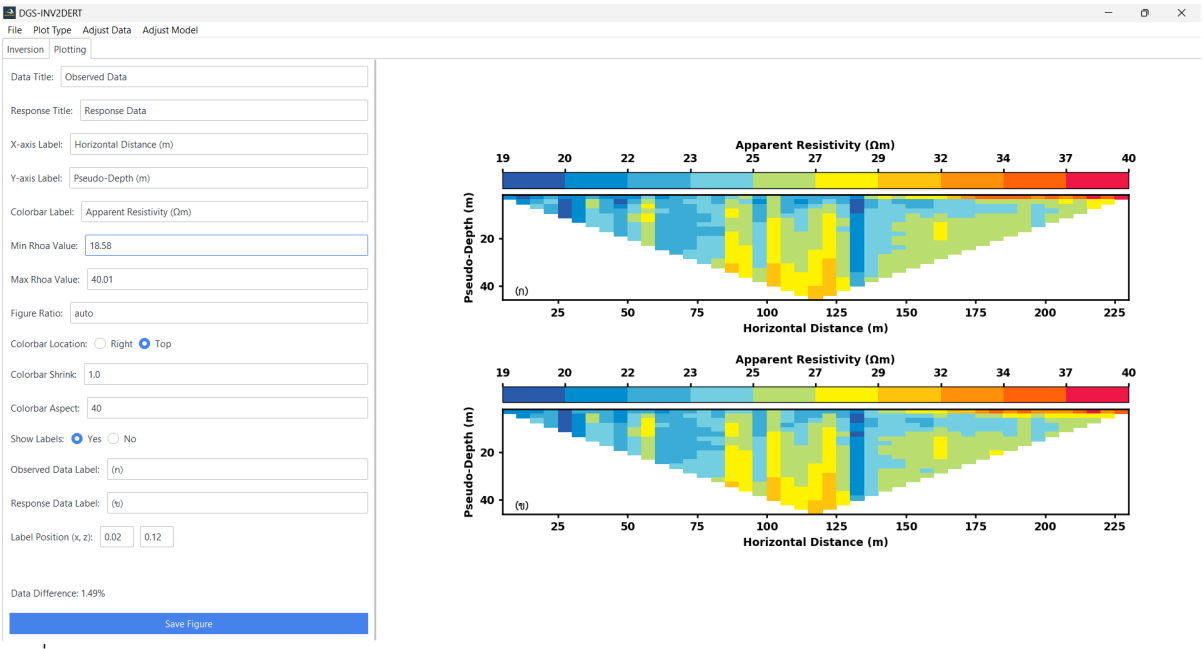
4.1.3 นำเสนอข้อมูลทั้ง DATA และ RESPONSE ในรูปเดียวกัน (DATA AND RESPONSE PLOT)

การแสดงผลในรูปแบบ Data and Response Plot เป็นการนำเสนอข้อมูลจากไฟล์ข้อมูล (Data File) และไฟล์ผลตอบสนอง (Response File) ในภาพเดียวกัน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างข้อมูลก่อนและหลังการปรับแก้ (รูปที่ 30)

รูปแบบการแสดงผลดังกล่าวช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถระบุบริเวณที่มีความแตกต่างของข้อมูลได้อย่างชัดเจน และสนับสนุนการประเมินคุณภาพของผลการประมวลผล

หน้าต่างการแสดงผลในโหมดนี้มีลักษณะคล้ายกับโหมด Data Plot หรือ Response Plot โดยมีการเพิ่มองค์ประกอบดังต่อไปนี้:

- การแสดงป้ายกำกับ (label) บริเวณมุมล่างซ้ายของภาพ เพื่อระบุประเภทของข้อมูลที่นำเสนอ
- การแสดงค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูล (data difference) เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนระหว่าง Data และ Response



รูปที่ 30 แสดงหน้าต่างในการปรับแต่ภาพแบบ Data and Response Plot

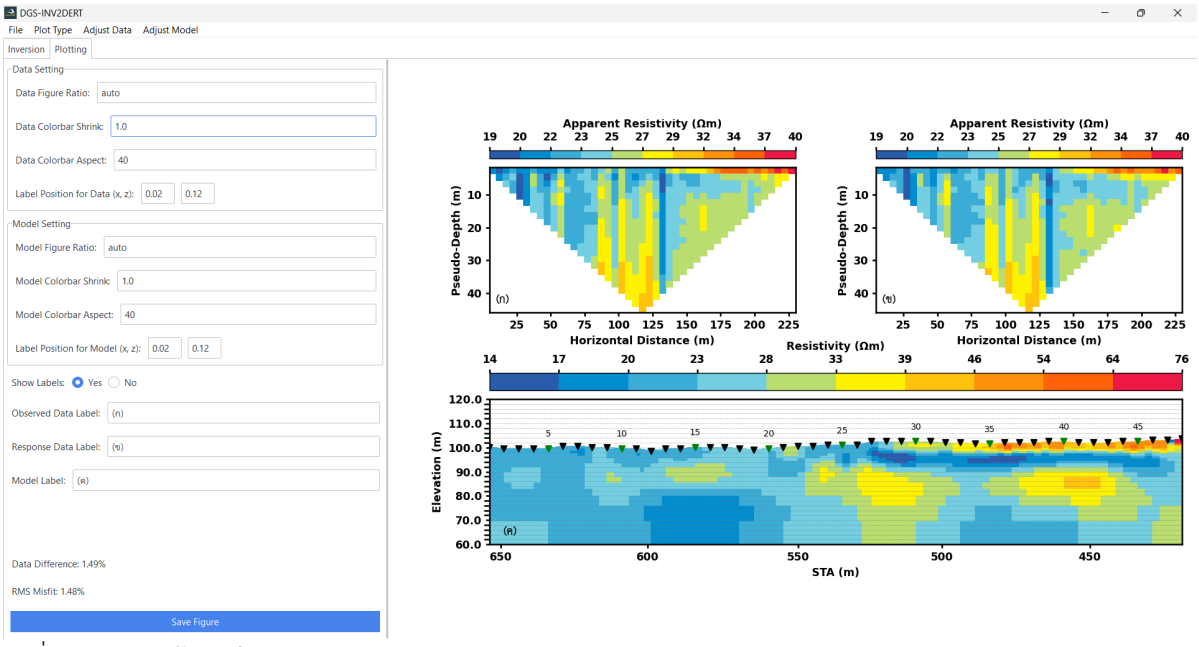
4.1.4 นำเสนอข้อมูลทั้ง DATA, RESPONSE และ MODEL ในรูปเดียวกัน (DATA, RESPONSE AND MODEL PLOT)

การแสดงผลในรูปแบบ Data, Response and Model Plot เป็นการนำเสนอข้อมูลจากไฟล์ข้อมูล (Data File) ไฟล์ผลตอบสนอง (Response File) และไฟล์แบบจำลอง (Model File) ภายในภาพเดียวกัน (รูปที่ 31) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบความสอดคล้องระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลสังเคราะห์ที่ได้จากแบบจำลอง

รูปแบบการแสดงผลดังกล่าวช่วยสนับสนุนการแปลความแบบจำลอง และการประเมินคุณภาพของผลลัพธ์จากกระบวนการอินเวอร์ชันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หน้าต่างการแสดงผลในโหมดนี้เป็นการผสานระหว่างโหมด Data Plot/Response Plot และโหมด Model Plot โดยมีการเพิ่มองค์ประกอบดังต่อไปนี้:

- การแสดงป้ายกำกับ (label) บริเวณมุมล่างซ้ายของภาพ เพื่อระบุประเภทของข้อมูลที่แสดง
- การแสดงค่าความแตกต่างระหว่างข้อมูลจริงและข้อมูลสังเคราะห์ (data difference)
- การแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของแบบจำลองในรูปของค่า RMS Misfit



รูปที่ 31 แสดงหน้าต่างในการปรับแต่ภาพแบบ Data, Response and Model Plot