

## รายการอ้างอิง

### ภาษาไทย

- ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ. ยีออเดซี. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ. หลักการวิธีการทำงานของเครื่องรับสัญญาณ GPS แบบสองความถี่. (ม.ป.ท.), 2539. (อัดสำเนา)
- ชูเกียรติ วิเชียรเจริญ. เอกสารประกอบการฝึกอบรม การสำรวจรังวัดด้วยดาวเทียมระบบ GPS. (ม.ป.ท.), 2538. (อัดสำเนา)
- ที่ดิน, กรม. พื้นหลักฐานอ้างอิงของประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กรมที่ดิน, (ม.ป.ป.) (อัดสำเนา)
- วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. ศัพท์วิทยาการวิศวกรรมสำรวจ. กรุงเทพมหานคร: นำอักษร, 2518.
- สวัสดิชัย เกียรติเกรียงเพชร. เส้นโครงแผนที่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.
- สุรพงษ์ รัชชีสมบัติศิริ. การประยุกต์ใช้งานรังวัดดาวเทียมจีพีเอสสำหรับหมุดควบคุมทางตั้งในโครงการสร้างอ่างเก็บน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2537.
- อภิชาติ แสงรุ่งเรือง. การศึกษาเปรียบเทียบความเหมาะสมระหว่างพื้นหลักฐานอินเดีย 2518 กับพื้นหลักฐานอินเดีย 2497. วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิตภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2527.

### ภาษาอังกฤษ

- Balasubramania, N. Definition and realization of a global vertical datum. Report No. 427. Columbus: Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, 1994.
- BitWise Ideas. GeoLab user's guide. Ottawa, Canada: GEOsurv, 1993.
- BitWise Ideas. The GPS Environment for GeoLab user's manual. Ottawa, Canada: GEOsurv, 1994.

- Blitzkow, D. NASA (GSFC)/NIMA model evaluation. *International Geoid Service No.6*: 71-81.
- Bretreger, K. Reference surfaces and ellipsoids for geodetic use. *The Australian Surveyor* 36 (September 1991): 213-226.
- Collins, J. Fundamentals of GPS baseline and height determinations. *Journal of Surveying Engineering* 115 (May 1989): 223-235.
- Fiedler, J. Orthometric heights from Global Positioning System. *Journal of Surveying Engineering* 118 (August 1992): 70-79.
- Gilliland, J.R. Geoid undulations and GPS heights in the Melbourne region. *Australian Journal of Geodesy Photogrammetry and Surveying No.61* (December 1994): 41-48.
- Heiskanen, W.A., and Moritz, H. *Physical geodesy*. San Francisco: W.H.Freeman, 1967.
- Kearsley, A.H.W., Ahmad, Z., and Chan, A. National height datums, levelling, GPS heights and geoids. *Australian Journal of Geodesy Photogrammetry and Surveying No.59* (December 1993): 53-88.
- King, R.W., Masters, E.G., Rizos, C., Stolz, A., and Collins, J. *Surveying with GPS*. New South Wales: School of Surveying, The University of New South Wales, 1985.
- Leick, A. *GPS satellite surveying*. New York: John Wiley & Sons, 1990.
- Mikhail, E.M., and Ackermann, F. *Observations and least squares*. New York: Harper & Row, 1976.
- Milbert, D.G. Computing GPS-derived orthometric heights with the GEOID90 geoid height model. In *Technical Papers of the 1991 ASCM-ASPRS Fall Convention*, pp. A46-55. Atlanta, Oct. 28 to Nov. 1, 1991. Washington: ASCM, 1991.
- Milbert, D.G. Improvement of a high resolution geoid height model in the United States by GPS height on NAVD88 benchmarks. In *New geoids in the world*, pp.13-27. Toulouse Cedex, France: International Institution of the International Association of Geodesy, 1995.

- Pearse, M.B. Analysis of EGM models in New Zealand. *International Geoid Service* No.6: 203-211.
- Rapp, R.H., and Balasubramania, N. *A conceptual formulation of a world height system*. Report No. 421. Columbus: Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, 1992.
- Rapp, R.H., and Rummel, R. *Methods for the computation of detailed geoids and their accuracy*. Report No. 233. Columbus: Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, 1975.
- Rapp, R.H., Wang, Y.M., and Pavlis, N.K. *The Ohio State 1991 geopotential and sea surface topography harmonic coefficient models*. Report No. 410. Columbus: Department of Geodetic Science and Surveying, The Ohio State University, 1991.
- Schwarz, K.P., Sideris, M.G., and Forsberg, R. Orthometric heights without leveling. *Journal of Surveying Engineering* 113 (February 1987): 28-40.
- Sombat Subsuantaeng. *A PC-based GPS data processing software package*. Master's Thesis, School of Surveying, Faculty of Engineering, The University of New South Wales, 1990.
- Torge, W. *Geodesy*. Berlin: Walter de Gruyter, 1980.
- Trimble Navigation Limited. *GPS surveying general reference*. California: Trimble Navigation Ltd., 1994.
- Trimble Navigation Limited. *TRIMCONTOUR user's manual*. California: Trimble Navigation Ltd., 1996.
- Zilkoski, D.B., and Hothem, L.D. GPS satellite surveys and vertical control. *Journal of Surveying Engineering* 115 (May 1989): 262-281.

ภาคผนวก



## ภาคผนวก ก

### มาตรฐานความถูกต้องและคุณลักษณะเฉพาะของ งานวางหมุดหลักฐานทางดิ่ง

เพื่อให้มาตรฐานของการปฏิบัติงานสำรวจวางหมุดหลักฐานทางดิ่งเป็นสากล อีกทั้งยังให้สอดคล้องกับมาตรฐานของคณะกรรมการควบคุมยี่ห้อเดซีแห่งชาติสหรัฐอเมริกา (Federal Geodetic Control Committee or FGCC) กองยี่ห้อเดซีและยี่ห้อฟิสิกส์ กรมแผนที่ทหาร ประเทศไทย จึงได้กำหนดระเบียบว่าด้วยการสำรวจวางหมุดหลักฐานทางดิ่ง พ.ศ. 2539 ซึ่งสามารถสรุปในรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### ก.1 การจำแนกประเภทงานสำรวจระดับ (Classification for Levelling)

การจำแนกประเภทของงานสำรวจระดับ แบ่งออกเป็นงานชั้นที่หนึ่ง (First-order) งานชั้นที่สอง (Second-order) และงานชั้นที่สาม (Third-order) รวมถึงงานระดับชั้นรองลงไป (Lower levelling-order) ความแตกต่างอยู่ที่รายละเอียดในแต่ละชั้นของงาน ซึ่งได้รับการปรับปรุงให้เหมาะสม และสอดคล้องกับสถานะของงานสำรวจระดับในปัจจุบัน ดังต่อไปนี้

##### ก.1.1 งานชั้นที่หนึ่ง

งานระดับชั้นที่หนึ่ง ใช้ในการจัดทำโครงข่ายระดับ เพื่อเป็นหลักฐานอ้างอิงทั่วประเทศ หรือโครงข่ายควบคุมหลักแห่งชาติ (National network) สายการระดับ (Levelling line) ทุกเส้น จะเชื่อมโยงกับหมุดหลักฐานการระดับชั้นที่หนึ่ง ประกอบกันเป็นวงจรปิด (Loop) หรือโครงข่ายระดับ ภายในสายการระดับแต่ละเส้น จะถูกแบ่งออกเป็นส่วนๆ ยาว 1 ถึง 2 กิโลเมตร เรียกส่วนนี้ว่า ตอนการระดับ (Section) แต่ละตอนการระดับ จะมีการทำระดับไป-กลับ (Double-run) จนเข้าบรรจบจุดแรกของตอนการระดับนั้นๆ ผลต่างระหว่างค่าต่างระดับที่ได้จากการทำระดับไป-กลับ หรือค่าคลาดเคลื่อนบรรจบ (Misclosure) จะต้องไม่เกิน 3 มิลลิเมตร  $\sqrt{K}$  สำหรับตอนการระดับของสายการระดับชั้นที่หนึ่ง ประเภทที่หนึ่ง (First-class) และไม่เกิน 4 มิลลิเมตร  $\sqrt{K}$  สำหรับตอนการระดับของสายการระดับชั้นที่หนึ่ง ประเภทที่สอง (Second-class) เมื่อ K คือระยะทางของตอนการระดับ เป็นกิโลเมตร

### ก.1.2 งานชั้นที่สอง

งานระดับชั้นที่สอง แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือประเภทที่หนึ่ง และประเภทที่สอง มีรายละเอียดดังนี้คือ งานชั้นที่สอง ประเภทที่หนึ่ง จะเป็นมาตรฐานในการสร้างโครงข่ายหมุดระดับชั้นรองถัดจากงานชั้นที่หนึ่ง และใช้เป็นโครงข่ายเพื่อเพิ่มเติมจำนวนหมุดหลักฐานการระดับในเขตมหานคร ให้มีความหนาแน่นเพิ่มขึ้น สายการระดับมีลักษณะเชื่อมโยงกับหมุดหลักฐานการระดับชั้นที่หนึ่ง หรืองานชั้นเดียวกัน โดยประกอบกันเป็นวงจรมัด สายการระดับทุกเส้น แบ่งออกเป็นตอนการระดับ ยาวประมาณ 1 ถึง 2 กิโลเมตร ในแต่ละตอนการระดับ ให้ทำการเดินระดับไป-กลับ ค่าแตกต่างระหว่างการเดินระดับสองเที่ยว ไม่เกิน 6 มิลลิเมตร  $\sqrt{K}$  สำหรับงานชั้นที่สอง ประเภทที่สอง จะใช้ในการแบ่งซอยวงจรมัดต่างๆ ของงานชั้นที่หนึ่ง และงานชั้นที่สอง ประเภทที่หนึ่ง เพื่อการวางหมุดหลักฐานการระดับให้เต็มพื้นที่โดยทั่วไป สายการระดับของงานประเภทนี้ ควรเชื่อมโยงกับหมุดหลักฐานการระดับที่ละเอียดกว่าหรือเท่าเทียมกัน โดยประกอบกันเป็นวงจรมัด ในกรณีที่การเชื่อมโยงไม่เป็นไปตามลักษณะดังกล่าว สายการระดับไม่ควรยาวเกินกว่า 50 กิโลเมตร สำหรับสายการระดับที่มีระยะสั้น อนุโลมให้เดินระดับเที่ยวเดียว (Single-run) แต่ถ้กรณีที่มีระยะทางมากกว่า 25 กิโลเมตร ให้เดินระดับสองเที่ยว ในการเดินระดับแบบทำไป-กลับนั้น ควรจะแบ่งสายการระดับออกเป็นตอนการระดับ ด้วยระยะทาง 1 ถึง 3 กิโลเมตร ในแต่ละตอนการระดับ ค่าต่างระดับที่ได้จากการเดินระดับสองเที่ยว จะต่างกันได้ไม่เกิน 8 มิลลิเมตร  $\sqrt{K}$

### ก.1.3 งานชั้นที่สาม

งานระดับชั้นที่สาม จะใช้ในการแบ่งซอยวงจรมัดต่างๆ ของงานชั้นที่หนึ่ง และชั้นที่สอง ในกรณีที่ต้องการสร้างหมุดหลักฐานเพิ่มเติม เพื่อใช้ในการพัฒนาในระดับท้องถิ่น สายการระดับของงานชั้นที่สาม อาจได้จากการเดินระดับเที่ยวเดียวก็ได้ แต่จะต้องบรรจบกันในลักษณะวงจรมัด และมีการโยงยึดกับหมุดระดับชั้นที่ละเอียดกว่า หรือชั้นเดียวกัน ในกรณีนี้ค่าคลาดเคลื่อนบรรจบ จะต้องไม่เกินเกณฑ์ 12 มิลลิเมตร  $\sqrt{K}$  สายการระดับที่มีการเดินระดับเที่ยวเดียวดังกล่าว ไม่ควรมีระยะทางเกิน 10 กิโลเมตร แต่ถ้าเป็นงานสำรวจทำแผนที่มาตราส่วน 1:24,000 หรือเล็กกว่า รวมทั้งงานระดับในพื้นที่ภูเขา (Mountainous area) ซึ่งไม่ต้องการความละเอียดสูงมากนัก อาจอนุโลมให้สายการระดับยาวได้ถึง 25 กิโลเมตร

### ก.1.4 งานชั้นรองลงไป

งานระดับชั้นรองลงไป อาจจำแนกได้เป็น งานระดับตรีโกณมิติ งานระดับบารอเมตริก และงานระดับเพื่อการสำรวจเบื้องต้น เป็นงานระดับชั้นที่ 4 หรือต่ำกว่า มาตรฐานสำหรับงานเหล่านี้ไม่อยู่ในขอบเขตของระเบียบนี้ ค่าระดับสูงของงานเหล่านี้ โดยปกติจะเป็นข้อมูล

ประกอบกับงานสำรวจอื่น ไม่ถือว่าเป็นค่าระดับสูงเพื่องานวางหมุดหลักฐานทางดิ่ง

## ก.2 มาตรฐานของเครื่องมือ (Instrument Standards)

### ก.2.1 งานสำรวจระดับชั้นที่หนึ่ง

ในงานสำรวจระดับชั้นที่หนึ่ง ควรใช้กล้องระดับอัตโนมัติ (Automatic levels) หรือกล้องเอียงขวา (Tilting levels) ซึ่งมีแผ่นขนานอ่านเศษมาตรา (Parallel plate micrometers) หรือกลไกอื่นที่สามารถทำหน้าที่ได้ทัดเทียมกัน หลอดระดับฟองยาวของกล้องระดับ ควรมีความไวในเกณฑ์ 10 ฟิลิปดา คุณภาพของระบบทัศนควรอยู่ในขั้นดี สามารถช่วยให้การอ่านค่าขีดส่วแบ่งบนไม้วัดระดับซึ่งอยู่ห่าง 50 เมตร (ในสภาวะอากาศปกติ) ได้ละเอียดถึง 0.2 มิลลิเมตร กล้องระดับควรมีความมั่นคงในสภาวะลมแรงปานกลาง (ความเร็วไม่เกิน 20 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) และมีการแก้ดวงได้เอง เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง ไม้วัดระดับที่ใช้ต้องเป็นชนิดทำด้วยโลหะอินวาร์ ยึดด้วยแรงดึงมาตรฐาน มีไม้หรือโลหะเป็นโครงรองรับ และมีหลอดระดับฟองกลมติดกับไม้วัดระดับ เพื่อสังเกตในการตั้งไม้วัดระดับให้อยู่ในแนวดิ่ง การแบ่งขีดส่วแบ่ง (Scale) บนไม้วัดระดับ ควรมีความละเอียดถูกต้องถึง 0.1 มิลลิเมตร

### ก.2.2 งานสำรวจระดับชั้นที่สอง

ในงานสำรวจระดับชั้นที่สอง ถึงแม้จะไม่กำหนดให้ใช้แผ่นขนานอ่านเศษมาตรา แต่ก็จะเป็นการดีถ้าใช้ประกอบด้วย กล้องระดับที่ใช้ ควรเป็นกล้องระดับอัตโนมัติ หรือกล้องระดับยี่ห้อเดติกชนิด 3 สายใย ไม้วัดระดับที่ใช้ ต้องเป็นชนิดทำด้วยโลหะอินวาร์ การแบ่งขีดส่วแบ่งบนไม้วัดระดับควรละเอียดถูกต้องถึง 0.2 มิลลิเมตร

### ก.2.3 งานสำรวจระดับชั้นที่สาม

ในงานสำรวจระดับชั้นสาม จะใช้กล้องระดับยี่ห้อเดติกชนิด 3 สายใย และสามารถอ่านค่าบนไม้วัดระดับที่สายใยกลางของกล้องก็เพียงพอ ถ้าผู้รังวัดมีความชำนาญ

## ก.3 โครงข่ายหมุดหลักฐานทางดิ่ง (Vertical Control Network)

ความคลาดเคลื่อนของค่าระดับสูง จะแพร่ออกไปจากจุดบังคับของโครงข่าย โดยมีค่าเป็นปฏิภาคกับรากที่สองของระยะทางตามสายการระดับ ด้วยเหตุนี้ในการสำรวจระดับทั่วประเทศ จึงจำเป็นต้องมีโครงข่ายอ้างอิงที่มีความละเอียดถูกต้องสูงเป็นหลัก โครงข่ายหมุดหลักฐานทางดิ่งแห่งชาติ ทำหน้าที่เป็นโครงสร้างหลักซึ่งเป็นหลักฐานอ้างอิงให้แก่โครงข่ายงานระดับชั้นที่สอง และ

โครงข่ายงานระดับชั้นที่สอง ก็จะทำหน้าที่ควบคุมโครงข่ายงานระดับชั้นที่ต่ำกว่า ได้แก่ งานระดับท้องถิ่น หรือโครงการทำแผนที่ โดยในลักษณะนี้ จะเป็นระบบของหมุดหลักฐานทางดิ่งที่หนาแน่นเพียงพอที่จะอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้โดยทั่วไป โครงข่ายหมุดหลักฐานทางดิ่ง ประกอบด้วย

#### ก.3.1 โครงข่ายระดับมูลฐาน ก และมูลฐาน ข

โครงข่ายระดับทั้งสองชนิดนี้ จะครอบคลุมทั่วประเทศ โครงข่ายระดับมูลฐาน ก ประกอบด้วยสายการระดับชั้นที่หนึ่ง ประเภทที่หนึ่ง ในลักษณะวงจรสี่เหลี่ยมต่อเนื่อง ระยะห่างของสายการระดับจะอยู่ในช่วง 100-300 กิโลเมตร โครงข่ายระดับนี้ จัดเป็นระบบอ้างอิงหลัก ส่วนโครงข่ายระดับมูลฐาน ข ประกอบด้วยสายการระดับชั้นที่หนึ่ง ประเภทที่สอง ทำหน้าที่แบ่งซอยวงจรของโครงข่ายระดับมูลฐาน ก เพื่อลดระยะห่างของสายการระดับให้เหลือเพียง 50-100 กิโลเมตร

#### ก.3.2 โครงข่ายระดับรอง

โครงข่ายระดับนี้ ประกอบด้วยสายการระดับชั้นที่สอง ประเภทที่หนึ่ง ซึ่งจะทำให้ระยะห่างระหว่างสายการระดับเหลือเพียง 25-50 กิโลเมตร ช่วยให้หมุดหลักฐานการระดับอ้างอิงมีอยู่หนาแน่นทั่วประเทศ ส่วนงานระดับชั้นที่สอง ประเภทที่สอง ซึ่งโยงยึดอยู่กับโครงข่ายแห่งชาติ จะมีระยะห่างระหว่างสายการระดับสั้นเข้ามาอีก และจะเป็นหลักอ้างอิงสำหรับงานเฉพาะถิ่นได้อย่างสะดวก

## ภาคผนวก ข

### การใช้โปรแกรมประยุกต์ Geoid Manager

#### ข.1 กล่าวนำ

Geoid Manager เป็นโปรแกรมประยุกต์โปรแกรมหนึ่งในซอฟต์แวร์ GeoLab ซึ่งจะมีหน้าที่หลัก เกี่ยวกับการจัดการด้านความสูงย็อยย ได้แก่

- ข.1.1 การแปลงแฟ้มข้อมูลความสูงย็อยยในรูปแบบอื่นให้เป็นรูปแบบของ GeoLab (Foreign format geoid files to GeoLab-format)
- ข.1.2 การแบ่งส่วนของแฟ้มข้อมูลความสูงย็อยยให้เป็นแฟ้มข้อมูลใหม่ (Subset of a GeoLab geoid file to a new GeoLab geoid file)
- ข.1.3 การแบ่งส่วนของแฟ้มข้อมูลความสูงย็อยย ให้เป็นระเบียบข้อมูล GEOI (Subset of a GeoLab geoid file to GeoLab GEOI records)
- ข.1.4 การหาค่าความสูงย็อยยจากแฟ้มข้อมูลความสูงย็อยยแบบโต้ตอบ (Interactive sampling of a GeoLab geoid file)

#### ข.2 การใช้โปรแกรมประยุกต์ Geoid Manager

เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Geoid Manager จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ (Dialog box) ของเมนูหลัก ดังแสดงในภาพที่ ข.1

การใช้เมนูต่างๆ ใน Geoid Manager มีดังต่อไปนี้คือ

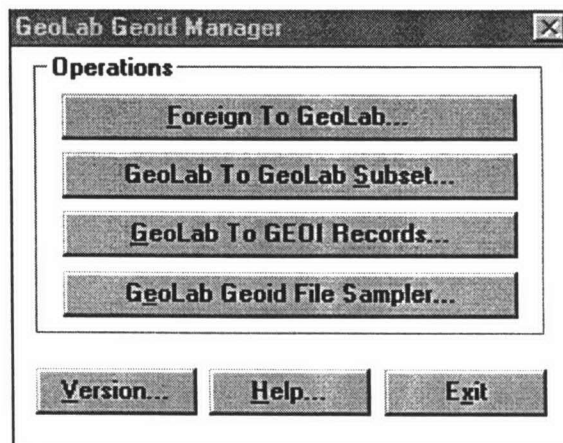
##### ข.2.1 เมนู Foreign To GeoLab

เป็นเมนูที่ใช้ในการแปลงแฟ้มข้อมูลความสูงย็อยยในรูปแบบอื่น (Foreign-format geoid file) ให้เป็นรูปแบบของ GeoLab (GeoLab-format geoid file) โดยแฟ้มข้อมูลความสูงย็อยยในรูปแบบอื่น จะต้องมีลักษณะดังนี้

##### ข.2.1.1 เป็นแฟ้มข้อมูลแบบไบนารี

##### ข.2.1.2 อาจจะมีหรือไม่มีส่วนหัว (Header section) ณ ตำแหน่งเริ่มต้นของ

แฟ้มข้อมูล



ภาพที่ ข.1 เมนูหลักใน Geoid Manager

ข.2.1.3 ในเพิ่มข้อมูลจะต้องมีขนาดของระเบียนข้อมูล (Record) คงที่ โดยเริ่มต่อจากส่วนหัว

ข.2.1.4 มีค่าความสูงย่อยซึ่งระบุไว้ด้วยระยะห่างของกริด (Grid interval) ที่คงที่ทางละติจูด และลองจิจูด (ระยะห่างทางละติจูดและลองจิจูด อาจจะแตกต่างกันได้)

ข.2.1.5 มีค่าความสูงย่อยซึ่งระบุไว้ด้วยเงื่อนไขดังนี้คือ ค่าลองจิจูดทั้งหมดสำหรับค่าละติจูดเริ่มต้น ตามด้วยค่าลองจิจูดทั้งหมดสำหรับค่าละติจูดถัดไป จนกระทั่งถึงค่าลองจิจูดทั้งหมดสำหรับค่าละติจูดสุดท้าย (หมายถึงเริ่มที่ค่าละติจูดเริ่มต้น ไกลไปตามระยะห่างของกริดจนกระทั่งถึงค่าละติจูดสุดท้าย)

ข.2.1.6 มีระยะห่างของกริดเป็นบวกในทางลองจิจูด ยกตัวอย่างเช่น ค่าลองจิจูดเริ่มต้นจะมีค่าน้อยกว่าค่าลองจิจูดสุดท้าย

สำหรับเพิ่มข้อมูลความสูงย่อยในรูปแบบของ GeoLab นั้น จะมีส่วนขยายเป็น GEO

ข.2.2 เมนู GeoLab To GeoLab Subset

เป็นเมนูที่ใช้ในการแบ่งส่วน หรือสร้างสับเซตของเพิ่มข้อมูลความสูงย่อยในรูปแบบของ GeoLab (.GEO) ให้เป็นเพิ่มข้อมูลใหม่ในรูปแบบ GEO เพื่อเป็นการลดขนาดของเพิ่มข้อมูลเดิมบนฮาร์ดดิสก์

ข.2.3 เมนู GeoLab To GEOI Records

เป็นเมนูที่ใช้ในการแปลงเพิ่มข้อมูลความสูงย่อยในรูปแบบ GEO ให้เป็นเพิ่มข้อมูลแบบแอสกี (ASCII file) ที่แสดงรายการของระเบียนข้อมูล GEOI

### ข.2.4 เมนู GeoLab Geoid File Sampler

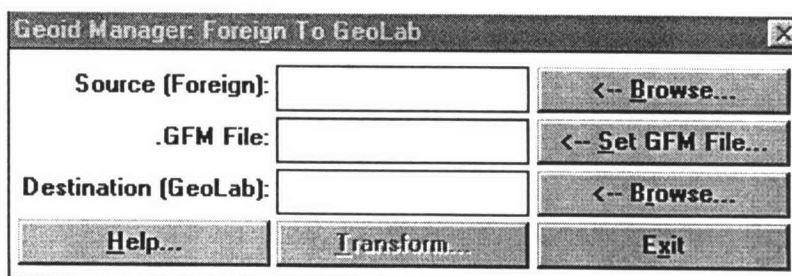
เป็นเมนูที่ใช้เพื่อหาค่าความสูงยี่ออยสำหรับจุดใดๆ ในลักษณะของการโต้ตอบ (Interactive) มีประโยชน์ในกรณีที่ต้องการหาค่าความสูงยี่ออย ณ จุดเดี่ยว (Single point) หรือเพื่อตรวจสอบการแปลงเพิ่มข้อมูลความสูงยี่ออยในรูปแบบอื่น (ในข้อ ข.2.1) ว่าได้กระทำอย่างถูกต้องหรือไม่

## ข.3 การแปลงเพิ่มข้อมูลความสูงยี่ออยในรูปแบบอื่นให้เป็นรูปแบบของ GeoLab

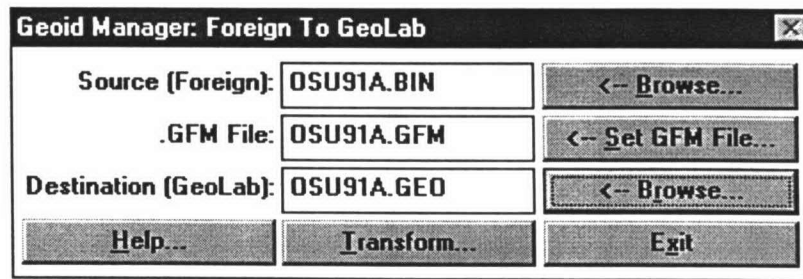
ในส่วนนี้ จะอธิบายลำดับขั้นตอนการแปลงเพิ่มข้อมูลความสูงยี่ออยที่อยู่ในรูปแบบอื่น ให้เป็นรูปแบบของ GeoLab โดยจะกล่าวเฉพาะแบบจำลองความสูงยี่ออย OSU91A ส่วนการแปลงเพิ่มข้อมูลของแบบจำลองอื่นๆ ซึ่งใช้ในการวิจัย ก็สามารถที่จะกระทำได้ด้วยวิธีการเดียวกัน

### ข.3.1 ตัวอย่างการแปลงเพิ่มข้อมูลของแบบจำลองความสูงยี่ออย OSU91A

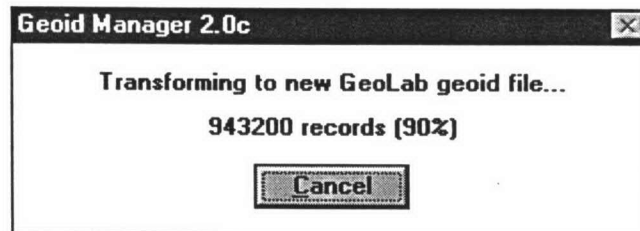
การแปลงเพิ่มข้อมูลความสูงยี่ออย OSU91A ในรูปแบบอื่น (OSU91A.BIN) ให้เป็นรูปแบบของ GeoLab (OSU91A.GEO) มีขั้นตอนคือ เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Geoid Manager เลือกเมนู Foreign To GeoLab จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ดังภาพที่ ข.2 ที่ Source (Foreign) ใช้ Browse เพื่อค้นหาชื่อเพิ่มข้อมูล OSU91A.BIN จากนั้นที่ .GFM File ใช้ Set GFM File จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ GFM File Editor (อธิบายในข้อ ข.3.2) เพื่อเปิดเพิ่มข้อมูลเทมเพลต (Template file) ชื่อ OSU91A.GFM ซึ่งอยู่ในไดเรกทอรี \GEOLAB2 และที่ Destination (GeoLab) ใช้ Browse เพื่อเปิดเพิ่มข้อมูลความสูงยี่ออยในรูปแบบของ GeoLab ในที่นี้คือ OSU91A.GEO พิจารณาภาพที่ ข.3 ประกอบ ในขั้นตอนสุดท้าย ให้เลือก Transform โปรแกรม Geoid Manager จะเริ่มทำการแปลงเพิ่มข้อมูล โดยปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์เพื่อแสดงการแปลงระเบียนข้อมูลที่อ่านเข้าไปจากค่าแรกจนถึงค่าสุดท้าย ดังภาพที่ ข.4 เมื่อการแปลงเพิ่มข้อมูลเสร็จสมบูรณ์ จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ดังภาพที่ ข.5



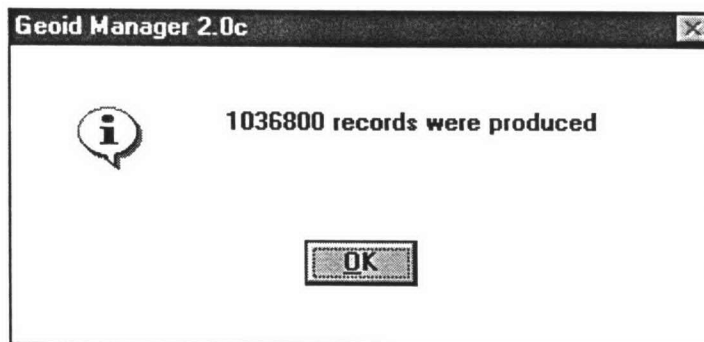
ภาพที่ ข.2 เมนู Foreign To GeoLab



ภาพที่ ข.3 เพิ่มข้อมูลที่ใช้สำหรับการแปลง



ภาพที่ ข.4 การแปลงระเบียบข้อมูล



ภาพที่ ข.5 การเสร็จสิ้นการแปลงเพิ่มข้อมูล

### ข.3.2 GFM File Editor

เพิ่มข้อมูลความสูงย้อยในรูปแบบอื่น ซึ่งจะถูกทำการแปลงให้เป็นรูปแบบของ GeoLab นั้น จำเป็นที่ต้องมีเพิ่มข้อมูลแบบแอสกีเพิ่มหนึ่งโดยเฉพาะ เพื่อให้สำหรับการแปลง เรียกว่า เพิ่มข้อมูล GFM (Geoid ForMat file) หรืออาจจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เพิ่มข้อมูลเทมเพลต (Template file) เพิ่มข้อมูลนี้จะประกอบด้วยรายละเอียด ซึ่งอธิบายลักษณะของการออกแบบเพิ่มข้อมูลความสูงย้อยในรูปแบบอื่น

โปรแกรม Geoid Manager มีเครื่องมือ (Tool) ในการสร้างเพิ่มข้อมูล GFM ได้โดยง่าย ด้วยการเลือก Set GFM File (อ้างถึงข้อ ข.3.1) จะปรากฏไดอะล็อกบ็อกซ์ GFM File



Editor ดังแสดงในภาพที่ ๑.6 เพื่อให้สามารถเรียก (Load) เพิ่มข้อมูล GFM ที่มีอยู่ หรือสร้างขึ้นใหม่ได้

ภาพที่ ๑.6 ไดอะล็อกบ็อกซ์ GFM File Editor

คำอธิบายรายการ (Item) ต่างๆ ที่ปรากฏอยู่ในไดอะล็อกบ็อกซ์ GFM File Editor มีดังนี้

### ๑.3.2.1 กลุ่ม Header ได้แก่

#### 1) Size (bytes) :

เพื่อให้ระบุจำนวนไบต์ของข้อมูลส่วนหัว (Header) ซึ่งนำหน้าข้อมูลความสูงยี่ออย สำหรับเพิ่มข้อมูลความสูงยี่ออยที่ไม่มีข้อมูลส่วนหัว ค่านี้จะเป็น 0 (ศูนย์) ขนาดจำนวนไบต์ จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1024

#### 2) Description :

เพื่อให้ระบุข้อความบรรยายรายละเอียดของเพิ่มข้อมูลความสูงยี่ออย โดยสามารถบรรจุจำนวนของตัวอักษรได้ 31 ตัว

### ข.3.2.2 กลุ่ม Undulation Values ได้แก่

#### 1) Bytes/Record :

เพื่อให้ระบุความยาวของ Record ของค่าความสูงย้อย ในรูปของจำนวนไบต์ โดยปกติ Record หนึ่งๆ จะบรรจุค่าความสูงย้อยเพียงค่าเดียวเท่านั้น แต่ในบางรูปแบบ อาจะบรรจุข้อมูลอื่นๆ ด้วย (เช่น ค่ามุมเบี่ยงเบนของเส้นดิ่ง) และสำหรับแฟ้มข้อมูลความสูงย้อยที่บรรจุเฉพาะค่าความสูงย้อยนั้น จะมีขนาดของ Record เหมือนกับขนาดชนิดของข้อมูล ซึ่งจะกล่าวถึงในกลุ่ม Type

Bytes/Record มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 512

#### 2) Byte Offset :

เพื่อให้ระบุค่าไบต์ออฟเซต (หรือ Byte-index) ของค่าความสูงย้อยภายใน Record ถ้า Record บรรจุเฉพาะค่าความสูงย้อย จะตั้งค่าเป็น 0 (ศูนย์) ถ้ามีข้อมูลอื่นนำหน้าค่าความสูงย้อยภายใน Record จะถูกตั้งค่าให้เป็นขนาด (ไบต์) ของข้อมูลเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น ถ้าแต่ละ Record ประกอบด้วยจำนวนจริง (Real number) 4 ไบต์ แล้วตามด้วยค่าความสูงย้อยที่เป็นจำนวนเต็ม (Integer) 2 ไบต์ จะต้องตั้งค่าของ Byte Offset เป็น 4 (4 ไบต์ของข้อมูลที่นำหน้าค่าความสูงย้อยในแต่ละ Record)

Byte Offset มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 512

#### 3) Metres/Unit :

เพื่อให้ระบุหน่วยของค่าความสูงย้อย ถ้าค่าความสูงย้อยในแฟ้มข้อมูลรูปแบบอื่น (Foreign file) มีหน่วยเป็นเซนติเมตร Metres/Unit จะต้องตั้งค่าเป็น 0.01 แต่ถ้าค่าความสูงย้อยมีหน่วยเป็นเมตร Metres/Unit จะถูกตั้งค่าให้เป็น 1.0

Metres/Unit มีค่าอยู่ระหว่าง 0.0001 ถึง 1000.0

### ค.3.2.3 กลุ่ม Type

ในการระบุชนิดของข้อมูลทางคณิตศาสตร์ (Numeric type) ของค่าความสูงย้อยใน Foreign file สามารถที่จะกำหนดให้เป็นจำนวนเต็ม (Integer) 2 ไบต์ จำนวนเต็ม 4 ไบต์ จำนวนจริง (Real) 4 ไบต์ หรือจำนวนจริง 8 ไบต์

### ค.3.2.4 กลุ่ม Latitude (DMS) ได้แก่

#### 1) From :

เพื่อให้ระบุค่าละติจูดเริ่มต้น เช่นค่าละติจูดของกริดแรก (First grid point) ใน Foreign file ค่าละติจูดทางเหนือของเส้นศูนย์สูตร จะเป็นบวก และทางใต้ของเส้น

ศูนย์สูตร จะเป็นลบ โดยระบุเป็นค่าองศา ลิปดา และฟิลิปดา (ไม่เป็นทศนิยม) ในกรณีที่ เป็นค่าลบ จะต้องนำหน้าค่าแรกที่ไม่เป็น 0 (ศูนย์) ด้วยเครื่องหมายลบ “-”

2) To :

เพื่อให้ระบุค่าละติจูดสุดท้าย เช่นค่าละติจูดของกริดสุดท้าย (Last grid point) ใน Foreign file โดยระบุเป็นค่าองศา ลิปดา และฟิลิปดา (ไม่เป็นทศนิยม) ในกรณีที่ เป็นค่าลบ จะต้องนำหน้าค่าแรกที่ไม่เป็น 0 (ศูนย์) ด้วยเครื่องหมายลบ “-”

3) Spacing :

เพื่อให้ระบุระยะห่างของกริด (Grid interval) ทางละติจูด หรือค่าต่างระหว่างเส้นกริดทางละติจูด ค่านี้เป็นบวก ถ้ากริดใน Foreign file เริ่มจากทางใต้ไปสูเหนือ และเป็นลบ ถ้ากริดใน Foreign file เริ่มจากทางเหนือไปสู่ใต้ ในกรณีที่ เป็นค่าลบ จะต้องนำหน้าค่าแรกที่ไม่เป็น 0 (ศูนย์) ขององศา ลิปดา หรือฟิลิปดา ด้วยเครื่องหมาย “-”

ค่า Spacing จะไม่เป็นศูนย์(0 0 0)

#### ข.3.2.5 กลุ่ม Longitude (DMS) ได้แก่

1) From :

เพื่อให้ระบุค่าลองจิจูดเริ่มต้น เช่นค่าลองจิจูดของกริดแรกใน Foreign file ค่าลองจิจูด จะต้องระบุให้เป็นลองจิจูดตะวันออก (บวกไปทางตะวันออกของกรีนิช) และต้องเป็นค่าบวกเสมอ

2) To :

เพื่อให้ระบุค่าลองจิจูดสุดท้าย เช่นค่าลองจิจูดของกริดสุดท้าย ใน Foreign file ค่านี้จะต้องมากกว่าค่าของ From : ในกลุ่ม Longitude (DMS) และต้องเป็นค่าบวกเสมอ

3) Spacing :

เพื่อให้ระบุระยะห่างของกริดทางลองจิจูด หรือค่าต่างระหว่างเส้นกริดทางลองจิจูด ค่านี้จะ เป็นบวกเสมอ

#### ข.3.2.6 กลุ่ม Reference Ellipsoid

ในกลุ่มนี้ จะต้องนำเข้าค่าพารามิเตอร์ และค่าเลื่อนของจุดกำเนิด (Origin shift) ของรูปทรงรี ซึ่งแบบจำลองความสูงยึดอ้างอิงอยู่ ค่าความสูงยึดอ้างอิงที่จะทำการแปลงโดย Geoid Manager จะต้องอ้างอิงกับรูปทรงรี WGS84 เสมอ กลุ่ม Reference Ellipsoid นี้ ได้แก่

1) A :

เพื่อให้ระบุค่าครึ่งแกนยาว (Semi-major axis) ของรูปทรงรีอ้างอิง มีหน่วยเป็นเมตร และมีค่าอยู่ระหว่าง 6000000.0 ถึง 6500000.0

2) B :

เพื่อให้ระบุค่าครึ่งแกนสั้น (Semi-minor axis) ของรูปทรงรีอ้างอิง มีหน่วยเป็นเมตร และมีค่าอยู่ระหว่าง 6000000.0 ถึง 6500000.0

3) X0 :

เพื่อให้ระบุค่าเลื่อนทางแกน X (X-translation) ของจุดศูนย์กลาง (Geocenter) ของรูปทรงรีอ้างอิง มีหน่วยเป็นเมตร และมีค่าอยู่ระหว่าง -100000.0 ถึง 100000.0

3) Y0 :

เพื่อให้ระบุค่าเลื่อนทางแกน Y (Y-translation) ของจุดศูนย์กลางของรูปทรงรีอ้างอิง มีหน่วยเป็นเมตร และมีค่าอยู่ระหว่าง -100000.0 ถึง 100000.0

3) Z0 :

เพื่อให้ระบุค่าเลื่อนทางแกน Z (Z-translation) ของจุดศูนย์กลางของรูปทรงรีอ้างอิง มีหน่วยเป็นเมตร และมีค่าอยู่ระหว่าง -100000.0 ถึง 100000.0

ตัวอย่างของแฟ้มข้อมูล OSU91A.GFM (แฟ้มข้อมูลนี้อยู่ในไดเรกทอรี \GEOLAB2 และมาพร้อมกับซอฟต์แวร์ GeoLab) ซึ่งใช้ในการแปลงแฟ้มข้อมูลความสูงยี่ออยในรูปแบบอื่น หรือ OSU91A.BIN ให้เป็นรูปแบบของ GeoLab หรือ OSU91A.GEO แสดงได้ดังภาพที่ ข.7

แฟ้มข้อมูล GFM ที่สร้างขึ้นใหม่ ได้แก่ RTSD.GFM และ EGM96.GFM ใช้สำหรับการแปลงแฟ้มข้อมูลความสูงยี่ออยในรูปแบบอื่น คือ RTSD.BIN และ EGM96.BIN ให้เป็นรูปแบบของ GeoLab คือ RTSD.GEO และ EGM96.GEO ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ ข.8 และ ข.9

แฟ้มข้อมูลความสูงยี่ออยทั้งหมด ซึ่งใช้ในการวิจัย ได้ทำการสรุปไว้ ดังแสดงในตารางที่ ข.1

**GFM File Editor**

**File**  
Name: OSU91A.GFM  
Buttons: New, Open, Save

**Header**  
Size (bytes): 0  
Description: OSU91A WOR

**Undulation Values**  
Bytes/Record: 2  
Byte Offset: 0  
Metres/Unit: 0.010000

**Type**  
 2-Byte Int    4-Byte Real  
 4-Byte Int    8-Byte Real

**Latitudes (DMS)**  
From: 89 52 30  
To: -89 -52 -30  
Spacing: 0 -15 0

**Longitudes (DMS)**  
From: 0 7 30  
To: 359 52 30  
Spacing: 0 15 0

**Reference Ellipsoid**  
A: 6378137.0000   B: 6356752.3142  
X0: 0.0000   Y0: 0.0000   Z0: 0.0000

Buttons: Help..., OK, Cancel

ภาพที่ ๑.๗ ไดอะล็อกบ็อกซ์ GFM File Editor แสดงเพิ่มข้อมูล OSU91A.GFM

**GFM File Editor**

**File**  
Name: RTSD.GFM  
Buttons: New, Open, Save

**Header**  
Size (bytes): 0  
Description: RTSD Geoidal

**Undulation Values**  
Bytes/Record: 8  
Byte Offset: 0  
Metres/Unit: 1.000000

**Type**  
 2-Byte Int    4-Byte Real  
 4-Byte Int    8-Byte Real

**Latitudes (DMS)**  
From: 14 24 0  
To: 17 30 0  
Spacing: 0 6 0

**Longitudes (DMS)**  
From: 102 06 0  
To: 105 18 0  
Spacing: 0 6 0

**Reference Ellipsoid**  
A: 6378137.0000   B: 6356752.3142  
X0: 0.0000   Y0: 0.0000   Z0: 0.0000

Buttons: Help..., OK, Cancel

ภาพที่ ๑.๘ ไดอะล็อกบ็อกซ์ GFM File Editor แสดงเพิ่มข้อมูล RTSD.GFM

**GFM File Editor**

<b>File</b> Name: <input type="text" value="EGM96.GFM"/> <input type="button" value="New"/> <input type="button" value="Open"/> <input type="button" value="Save"/>		<b>Header</b> Size (bytes): <input type="text" value="0"/> Description: <input type="text" value="Earth Geopote"/>	
<b>Undulation Values</b> Bytes/Record: <input type="text" value="8"/> Byte Offset: <input type="text" value="0"/> Metres/Unit: <input type="text" value="1.000000"/>		<b>Type</b> <input type="radio"/> 2-Byte Int <input type="radio"/> 4-Byte Real <input type="radio"/> 4-Byte Int <input checked="" type="radio"/> 8-Byte Real	
<b>Latitudes (DMS)</b> From: <input type="text" value="22 0 0"/> To: <input type="text" value="0 0 0"/> Spacing: <input type="text" value="0 -15 0"/>		<b>Longitudes (DMS)</b> From: <input type="text" value="0 0 0"/> To: <input type="text" value="360 0 0"/> Spacing: <input type="text" value="0 15 0"/>	
<b>Reference Ellipsoid</b> A: <input type="text" value="6378137.0000"/> B: <input type="text" value="6356752.3142"/> XO: <input type="text" value="0.0000"/> YO: <input type="text" value="0.0000"/> ZO: <input type="text" value="0.0000"/>			
<input type="button" value="Help..."/>		<input type="button" value="OK"/>	
<input type="button" value="Cancel"/>			

ภาพที่ ข.9 ไดอะล็อกบ็อกซ์ GFM File Editor แสดงเพิ่มข้อมูล EGM96.GFM

ตารางที่ ข.1 รูปแบบของแฟ้มข้อมูลความสูงย้อยที่ใช้ในการวิจัย

ลำดับที่ (No.)	รูปแบบของแฟ้มข้อมูล (Formats)			จำนวนระเบียบข้อมูล (Records)	แบบจำลองความสูงย้อย (Geoid Undulation Models)	ขอบเขต (Boundary)				ความละเอียด (Resolution) องศา x องศา		
	Foreign (* .BIN)	Geoid (* .GFM)	Geolab (* .GEO)			จาก DD-MM-SS	ถึง DD-MM-SS	จาก DD-MM-SS	ถึง DD-MM-SS			
1	OSU91A.BIN	OSU91A.GFM	OSU91A.GEO	1,036,800	OSU91A	89-52-30 N	89-52-30 S	00-07-30 E	359-52-30 E	DD-MM-SS	DD-MM-SS	0.25 x 0.25
2	RTSD.BIN	RTSD.GFM	RTSD.GEO	1,056	Indian 1975 datum	14-24-00 N	17-30-00 N	102-06-00 E	105-18-00 E	DD-MM-SS	DD-MM-SS	0.10 x 0.10
3	EGM96.BIN	EGM96.GFM	EGM96.GEO	128,249	EGM96	22-00-00 N	00-00-00	00-00-00	360-00-00 E	DD-MM-SS	DD-MM-SS	0.25 x 0.25
**	NOSU91A.BIN	NOSU91A.GFM	NOSU91A.GEO	1,056	New OSU91A	14-24-00 N	17-30-00 N	102-06-00 E	105-18-00 E	DD-MM-SS	DD-MM-SS	0.10 x 0.10
**	NRTSD.BIN	NRTSD.GFM	NRTSD.GEO	1,056	New Indian 1975 datum	14-24-00 N	17-30-00 N	102-06-00 E	105-18-00 E	DD-MM-SS	DD-MM-SS	0.10 x 0.10
**	NEGM96.BIN	NEGM96.GFM	NEGM96.GEO	1,056	New EGM96	14-24-00 N	17-30-00 N	102-06-00 E	105-18-00 E	DD-MM-SS	DD-MM-SS	0.10 x 0.10

\* แสดงพื้นที่การครอบคลุมโดยแบบจำลองความสูงย้อย คำมม (จาก - ถึง) จะบ่งบอกถึงลักษณะการกระจายระเบียบข้อมูล (Record) ของค่าความสูงย้อย

\*\* วิธีการสร้างแฟ้มข้อมูลความสูงย้อยในรูปแบบต่างๆ ของแบบจำลองความสูงย้อยที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่ มีลำดับขั้นตอนเหมือนกับแบบจำลองความสูงย้อย Indian 1975 datum (ในลำดับที่ 2) ทุกประการ

ภาคผนวก ค

การเปรียบเทียบค่าความสูงย็อยของกริด โดยการประยุกต์ใช้  
แบบจำลองความสูงย็อยที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่

ในการเปรียบเทียบค่าความสูงย็อยของกริด ได้ยกตัวอย่างของขอบเขตซึ่งเริ่มจาก  
ละติจูดที่ 15° N ถึง 17° N และลองจิจูดที่ 103° E ถึง 104° E มีระยะห่างของกริด (Grid  
Interval) เท่ากับ 6 ลิปดา ดังแสดงในตารางที่ ค.1

ตารางที่ ค.1 การเปรียบเทียบค่าความสูงย็อยของกริด โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลองความสูง  
ย็อยที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่

Station	Latitude (N)			Longitude (E)			New Geoid Undulation (m.)		
	°	'	"	°	'	"	NOSU91A	NRTSD	NEGM96
1	15	00	00	103	00	00	-21.691	-21.923	-21.801
2	15	00	00	103	06	00	-21.433	-21.650	-21.537
3	15	00	00	103	12	00	-21.175	-21.377	-21.273
4	15	00	00	103	18	00	-20.917	-21.104	-21.009
5	15	00	00	103	24	00	-20.659	-20.831	-20.745
6	15	00	00	103	30	00	-20.401	-20.558	-20.481
7	15	00	00	103	36	00	-20.143	-20.285	-20.217
8	15	00	00	103	42	00	-19.885	-20.012	-19.953
9	15	00	00	103	48	00	-19.627	-19.739	-19.689
10	15	00	00	103	54	00	-19.369	-19.467	-19.425
11	15	00	00	104	00	00	-19.111	-19.194	-19.161
12	15	06	00	103	00	00	-22.011	-22.252	-22.139
13	15	06	00	103	06	00	-21.742	-21.981	-21.872
14	15	06	00	103	12	00	-21.484	-21.708	-21.608
15	15	06	00	103	18	00	-21.226	-21.435	-21.344
16	15	06	00	103	24	00	-20.968	-21.162	-21.080
17	15	06	00	103	30	00	-20.710	-20.889	-20.816
18	15	06	00	103	36	00	-20.452	-20.616	-20.552



ตารางที่ ค.1 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าความสูงย้อยของกริด โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง  
ความสูงย้อยที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่

Station	Latitude (N)			Longitude (E)			New Geoid Undulation (m.)		
	°	'	"	°	'	"	NOSU91A	NRTSD	NEGM96
19	15	06	00	103	42	00	-20.194	-20.343	-20.288
20	15	06	00	103	48	00	-19.936	-20.071	-20.024
21	15	06	00	103	54	00	-19.678	-19.798	-19.760
22	15	06	00	104	00	00	-19.420	-19.525	-19.496
23	15	12	00	103	00	00	-22.347	-22.580	-22.481
24	15	12	00	103	06	00	-22.052	-22.312	-22.208
25	15	12	00	103	12	00	-21.794	-22.039	-21.944
26	15	12	00	103	18	00	-21.536	-21.766	-21.679
27	15	12	00	103	24	00	-21.278	-21.493	-21.415
28	15	12	00	103	30	00	-21.020	-21.220	-21.151
29	15	12	00	103	36	00	-20.762	-20.947	-20.887
30	15	12	00	103	42	00	-20.504	-20.675	-20.623
31	15	12	00	103	48	00	-20.246	-20.402	-20.359
32	15	12	00	103	54	00	-19.988	-20.129	-20.095
33	15	12	00	104	00	00	-19.730	-19.856	-19.831
34	15	18	00	103	00	00	-22.682	-22.908	-22.823
35	15	18	00	103	06	00	-22.371	-22.642	-22.545
36	15	18	00	103	12	00	-22.104	-22.370	-22.279
37	15	18	00	103	18	00	-21.846	-22.097	-22.015
38	15	18	00	103	24	00	-21.588	-21.824	-21.751
39	15	18	00	103	30	00	-21.330	-21.551	-21.487
40	15	18	00	103	36	00	-21.072	-21.279	-21.223
41	15	18	00	103	42	00	-20.814	-21.006	-20.959
42	15	18	00	103	48	00	-20.556	-20.733	-20.695
43	15	18	00	103	54	00	-20.298	-20.460	-20.431
44	15	18	00	104	00	00	-20.020	-20.167	-20.147
45	15	24	00	103	00	00	-23.017	-23.236	-23.165
46	15	24	00	103	06	00	-22.706	-22.970	-22.887
47	15	24	00	103	12	00	-22.414	-22.701	-22.614
48	15	24	00	103	18	00	-22.156	-22.428	-22.350

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าความสูงย้อยของกริด โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง  
ความสูงย้อยที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่

Station	Latitude (N)			Longitude (E)			New Geoid Undulation (m.)		
	°	'	"	°	'	"	NOSU91A	NRTSD	NEGM96
49	15	24	00	103	24	00	-21.898	-22.155	-22.086
50	15	24	00	103	30	00	-21.640	-21.883	-21.822
51	15	24	00	103	36	00	-21.382	-21.610	-21.558
52	15	24	00	103	42	00	-21.124	-21.337	-21.294
53	15	24	00	103	48	00	-20.866	-21.064	-21.030
54	15	24	00	103	54	00	-20.579	-20.762	-20.737
55	15	24	00	104	00	00	-20.228	-20.397	-20.380
56	15	30	00	103	00	00	-23.353	-23.564	-23.507
57	15	30	00	103	06	00	-23.042	-23.298	-23.229
58	15	30	00	103	12	00	-22.731	-23.031	-22.951
59	15	30	00	103	18	00	-22.465	-22.759	-22.685
60	15	30	00	103	24	00	-22.207	-22.487	-22.421
61	15	30	00	103	30	00	-21.950	-22.214	-22.157
62	15	30	00	103	36	00	-21.692	-21.941	-21.893
63	15	30	00	103	42	00	-21.434	-21.668	-21.629
64	15	30	00	103	48	00	-21.138	-21.358	-21.328
65	15	30	00	103	54	00	-20.786	-20.992	-20.971
66	15	30	00	104	00	00	-20.435	-20.626	-20.613
67	15	36	00	103	00	00	-23.688	-23.892	-23.849
68	15	36	00	103	06	00	-23.377	-23.625	-23.571
69	15	36	00	103	12	00	-23.066	-23.359	-23.293
70	15	36	00	103	18	00	-22.775	-23.091	-23.021
71	15	36	00	103	24	00	-22.517	-22.818	-22.756
72	15	36	00	103	30	00	-22.259	-22.545	-22.492
73	15	36	00	103	36	00	-22.001	-22.272	-22.228
74	15	36	00	103	42	00	-21.697	-21.953	-21.918
75	15	36	00	103	48	00	-21.345	-21.587	-21.561
76	15	36	00	103	54	00	-20.994	-21.221	-21.204
77	15	36	00	104	00	00	-20.642	-20.855	-20.847

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าความสูงย้อยของกริด โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง  
ความสูงย้อยที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่

Station	Latitude (N)			Longitude (E)			New Geoid Undulation (m.)		
	°	'	"	°	'	"	NOSU91A	NRTSD	NEGM96
78	15	42	00	103	00	00	-24.003	-24.201	-24.172
79	15	42	00	103	06	00	-23.712	-23.953	-23.913
80	15	42	00	103	12	00	-23.401	-23.687	-23.635
81	15	42	00	103	18	00	-23.091	-23.421	-23.357
82	15	42	00	103	24	00	-22.827	-23.149	-23.092
83	15	42	00	103	30	00	-22.569	-22.876	-22.828
84	15	42	00	103	36	00	-22.256	-22.548	-22.508
85	15	42	00	103	42	00	-21.904	-22.182	-22.151
86	15	42	00	103	48	00	-21.553	-21.816	-21.794
87	15	42	00	103	54	00	-21.201	-21.450	-21.437
88	15	42	00	104	00	00	-20.850	-21.084	-21.080
89	15	48	00	103	00	00	-24.090	-24.300	-24.279
90	15	48	00	103	06	00	-23.879	-24.127	-24.096
91	15	48	00	103	12	00	-23.669	-23.953	-23.913
92	15	48	00	103	18	00	-23.426	-23.749	-23.699
93	15	48	00	103	24	00	-23.137	-23.480	-23.427
94	15	48	00	103	30	00	-22.814	-23.143	-23.099
95	15	48	00	103	36	00	-22.463	-22.777	-22.742
96	15	48	00	103	42	00	-22.111	-22.411	-22.385
97	15	48	00	103	48	00	-21.760	-22.045	-22.027
98	15	48	00	103	54	00	-21.408	-21.679	-21.670
99	15	48	00	104	00	00	-21.057	-21.313	-21.313
100	15	54	00	103	00	00	-24.177	-24.400	-24.386
101	15	54	00	103	06	00	-23.966	-24.226	-24.203
102	15	54	00	103	12	00	-23.756	-24.052	-24.020
103	15	54	00	103	18	00	-23.546	-23.879	-23.837
104	15	54	00	103	24	00	-23.315	-23.671	-23.622
105	15	54	00	103	30	00	-22.969	-23.305	-23.259
106	15	54	00	103	36	00	-22.647	-22.980	-22.945
107	15	54	00	103	42	00	-22.319	-22.640	-22.618

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าความสูงย้อยของกริด โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง  
ความสูงย้อยที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่

Station	Latitude (N)			Longitude (E)			New Geoid Undulation (m.)		
	°	'	"	°	'	"	NOSU91A	NRTSD	NEGM96
108	15	54	00	103	48	00	-21.967	-22.274	-22.261
109	15	54	00	103	54	00	-21.616	-21.908	-21.904
110	15	54	00	104	00	00	-21.264	-21.543	-21.546
111	16	00	00	103	00	00	-24.264	-24.499	-24.492
112	16	00	00	103	06	00	-24.053	-24.326	-24.309
113	16	00	00	103	12	00	-23.841	-24.144	-24.118
114	16	00	00	103	18	00	-23.607	-23.903	-23.869
115	16	00	00	103	24	00	-23.373	-23.714	-23.674
116	16	00	00	103	30	00	-23.074	-23.408	-23.366
117	16	00	00	103	36	00	-22.717	-23.002	-22.960
118	16	00	00	103	42	00	-22.375	-22.671	-22.635
119	16	00	00	103	48	00	-22.033	-22.340	-22.310
120	16	00	00	103	54	00	-21.716	-22.017	-22.000
121	16	00	00	104	00	00	-21.403	-21.695	-21.693
122	16	06	00	103	00	00	-24.351	-24.599	-24.599
123	16	06	00	103	06	00	-24.133	-24.395	-24.386
124	16	06	00	103	12	00	-23.899	-24.135	-24.116
125	16	06	00	103	18	00	-23.665	-23.946	-23.921
126	16	06	00	103	24	00	-23.431	-23.756	-23.726
127	16	06	00	103	30	00	-23.185	-23.546	-23.510
128	16	06	00	103	36	00	-22.828	-23.137	-23.101
129	16	06	00	103	42	00	-22.470	-22.728	-22.692
130	16	06	00	103	48	00	-22.123	-22.368	-22.337
131	16	06	00	103	54	00	-21.781	-22.037	-22.012
132	16	06	00	104	00	00	-21.439	-21.706	-21.687
133	16	12	00	103	00	00	-24.425	-24.647	-24.654
134	16	12	00	103	06	00	-24.191	-24.378	-24.375
135	16	12	00	103	12	00	-23.957	-24.177	-24.168
136	16	12	00	103	18	00	-23.723	-23.988	-23.973
137	16	12	00	103	24	00	-23.489	-23.799	-23.777

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าความสูงย้อยของกริด โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง  
ความสูงย้อยที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่

Station	Latitude (N)			Longitude (E)			New Geoid Undulation (m.)		
	°	'	"	°	'	"	NOSU91A	NRTSD	NEGM96
138	16	12	00	103	30	00	-23.255	-23.609	-23.582
139	16	12	00	103	36	00	-22.939	-23.274	-23.245
140	16	12	00	103	42	00	-22.582	-22.865	-22.836
141	16	12	00	103	48	00	-22.224	-22.456	-22.427
142	16	12	00	103	54	00	-21.871	-22.066	-22.039
143	16	12	00	104	00	00	-21.529	-21.735	-21.714
144	16	18	00	103	00	00	-24.484	-24.630	-24.642
145	16	18	00	103	06	00	-24.250	-24.409	-24.414
146	16	18	00	103	12	00	-24.015	-24.220	-24.219
147	16	18	00	103	18	00	-23.781	-24.031	-24.024
148	16	18	00	103	24	00	-23.547	-23.841	-23.829
149	16	18	00	103	30	00	-23.313	-23.652	-23.634
150	16	18	00	103	36	00	-23.050	-23.412	-23.390
151	16	18	00	103	42	00	-22.693	-23.002	-22.981
152	16	18	00	103	48	00	-22.335	-22.593	-22.572
153	16	18	00	103	54	00	-21.978	-22.184	-22.162
154	16	18	00	104	00	00	-21.621	-21.775	-21.753
155	16	24	00	103	00	00	-24.542	-24.641	-24.661
156	16	24	00	103	06	00	-24.308	-24.452	-24.466
157	16	24	00	103	12	00	-24.073	-24.263	-24.271
158	16	24	00	103	18	00	-23.839	-24.073	-24.076
159	16	24	00	103	24	00	-23.605	-23.884	-23.881
160	16	24	00	103	30	00	-23.371	-23.694	-23.686
161	16	24	00	103	36	00	-23.137	-23.505	-23.491
162	16	24	00	103	42	00	-22.804	-23.140	-23.125
163	16	24	00	103	48	00	-22.447	-22.731	-22.716
164	16	24	00	103	54	00	-22.089	-22.322	-22.307
165	16	24	00	104	00	00	-21.732	-21.912	-21.898
166	16	30	00	103	00	00	-24.600	-24.684	-24.713
167	16	30	00	103	06	00	-24.366	-24.495	-24.518

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าความสูงย็อยของกริด โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง  
ความสูงย็อยที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่

Station	Latitude (N)			Longitude (E)			New Geoid Undulation (m.)		
	°	'	"	°	'	"	NOSU91A	NRTSD	NEGM96
168	16	30	00	103	12	00	-24.131	-24.305	-24.323
169	16	30	00	103	18	00	-23.897	-24.116	-24.128
170	16	30	00	103	24	00	-23.663	-23.926	-23.933
171	16	30	00	103	30	00	-23.429	-23.737	-23.738
172	16	30	00	103	36	00	-23.195	-23.547	-23.543
173	16	30	00	103	42	00	-22.915	-23.227	-23.269
174	16	30	00	103	48	00	-22.558	-22.868	-22.860
175	16	30	00	103	54	00	-22.201	-22.459	-22.451
176	16	30	00	104	00	00	-21.843	-22.050	-22.042
177	16	36	00	103	00	00	-24.658	-24.727	-24.765
178	16	36	00	103	06	00	-24.424	-24.537	-24.570
179	16	36	00	103	12	00	-24.189	-24.348	-24.375
180	16	36	00	103	18	00	-23.855	-24.158	-24.180
181	16	36	00	103	24	00	-23.721	-23.969	-23.985
182	16	36	00	103	30	00	-23.487	-23.779	-23.789
183	16	36	00	103	36	00	-23.253	-23.590	-23.594
184	16	36	00	103	42	00	-23.018	-23.400	-23.399
185	16	36	00	103	48	00	-22.669	-23.006	-23.004
186	16	36	00	103	54	00	-22.312	-22.596	-22.595
187	16	36	00	104	00	00	-21.954	-22.187	-22.186
188	16	42	00	103	00	00	-24.726	-24.798	-24.843
189	16	42	00	103	06	00	-24.482	-24.580	-24.622
190	16	42	00	103	12	00	-24.247	-24.390	-24.426
191	16	42	00	103	18	00	-24.013	-24.201	-24.231
192	16	42	00	103	24	00	-23.779	-24.011	-24.036
193	16	42	00	103	30	00	-23.545	-23.822	-23.841
194	16	42	00	103	36	00	-23.311	-23.632	-23.646
195	16	42	00	103	42	00	-23.076	-23.443	-23.451
196	16	42	00	103	48	00	-22.780	-23.143	-23.148
197	16	42	00	103	54	00	-22.423	-22.734	-22.739

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าความสูงย้อยของกริด โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง  
ความสูงย้อยที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่

Station	Latitude (N)			Longitude (E)			New Geoid Undulation (m.)		
	°	'	"	°	'	"	NOSU91A	NRTSD	NEGM96
198	16	42	00	104	00	00	-22.066	-22.325	-22.330
199	16	48	00	103	00	00	-24.827	-24.911	-24.949
200	16	48	00	103	06	00	-24.565	-24.695	-24.739
201	16	48	00	103	12	00	-24.308	-24.440	-24.485
202	16	48	00	103	18	00	-24.071	-24.243	-24.283
203	16	48	00	103	24	00	-23.837	-24.054	-24.088
204	16	48	00	103	30	00	-23.603	-23.864	-23.893
205	16	48	00	103	36	00	-23.369	-23.675	-23.698
206	16	48	00	103	42	00	-23.134	-23.486	-23.503
207	16	48	00	103	48	00	-22.891	-23.280	-23.293
208	16	48	00	103	54	00	-22.534	-22.871	-22.884
209	16	48	00	104	00	00	-22.177	-22.462	-22.474
210	16	54	00	103	00	00	-24.930	-24.999	-25.027
211	16	54	00	103	06	00	-24.666	-24.807	-24.844
212	16	54	00	103	12	00	-24.404	-24.591	-24.634
213	16	54	00	103	18	00	-24.147	-24.336	-24.381
214	16	54	00	103	24	00	-23.895	-24.096	-24.140
215	16	54	00	103	30	00	-23.661	-23.907	-23.945
216	16	54	00	103	36	00	-23.427	-23.717	-23.750
217	16	54	00	103	42	00	-23.192	-23.528	-23.555
218	16	54	00	103	48	00	-22.958	-23.339	-23.360
219	16	54	00	103	54	00	-22.645	-23.009	-23.028
220	16	54	00	104	00	00	-22.288	-22.600	-22.619
221	17	00	00	103	00	00	-25.033	-25.088	-25.105
222	17	00	00	103	06	00	-24.769	-24.895	-24.922
223	17	00	00	103	12	00	-24.505	-24.703	-24.739
224	17	00	00	103	18	00	-24.243	-24.487	-24.530
225	17	00	00	103	24	00	-23.986	-24.233	-24.276
226	17	00	00	103	30	00	-23.729	-23.978	-24.023
227	17	00	00	103	36	00	-23.485	-23.760	-23.801

ตารางที่ ค.1 (ต่อ) การเปรียบเทียบค่าความสูงย้อยของกริด โดยการประยุกต์ใช้แบบจำลอง  
ความสูงย้อยที่ได้พัฒนาขึ้นมาใหม่

Station	Latitude (N)			Longitude (E)			New Geoid Undulation (m.)		
	°	'	"	°	'	"	NOSU91A	NRTSD	NEGM96
228	17	00	00	103	42	00	-23.250	-23.571	-23.606
229	17	00	00	103	48	00	-23.016	-23.381	-23.411
230	17	00	00	103	54	00	-22.757	-23.146	-23.172
231	17	00	00	104	00	00	-22.399	-22.737	-22.763



## ประวัติผู้เขียน

ว่าที่ร้อยตรีธวัช สุขวิมลเสรี เกิดเมื่อวันที่ 20 กันยายน พ.ศ. 2514 ที่กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล ในปีการศึกษา 2536 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2537