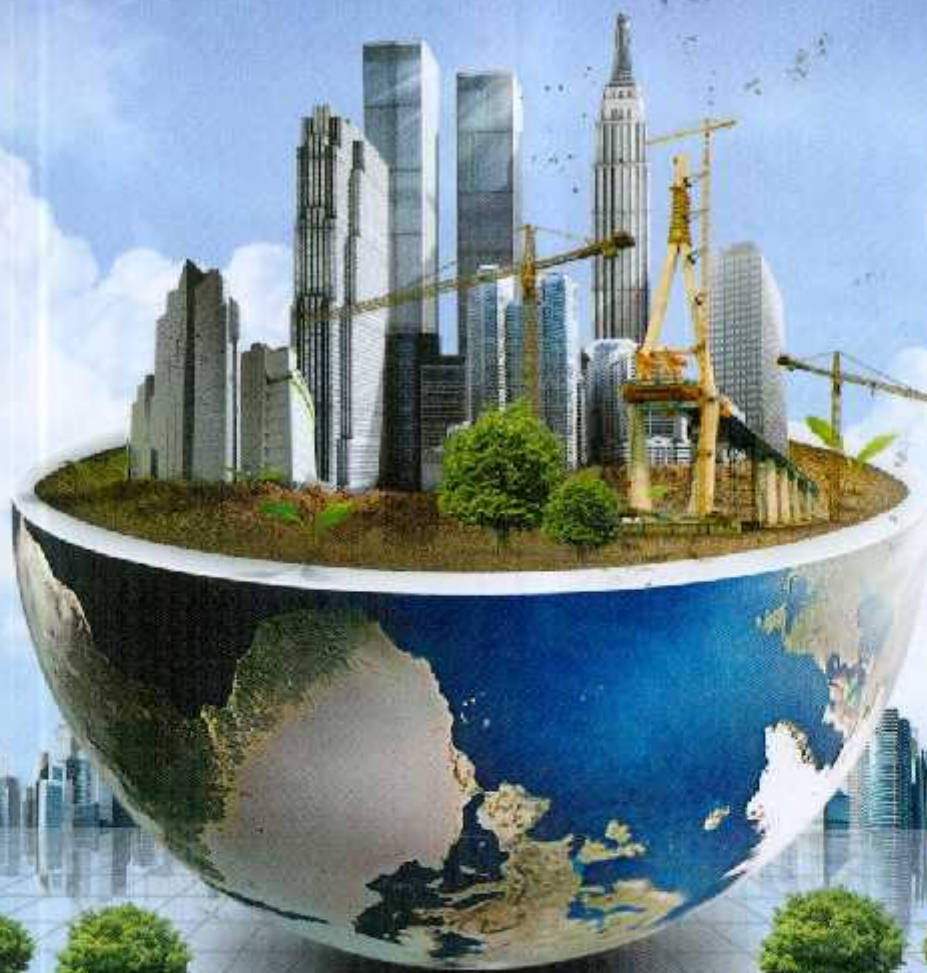




# การสำรวจรังวัด ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้



วิชัย เยี่ยงวีรชน



# การสำรวจรังวัด : ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้

วิชัย เยี่ยงวีรชน

เลขทะเบียน M 0150813

วันลงทะเบียน 7 ส.ค. 2560

เลขเรียกหนังสือ

526.9

75427

2560



สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2559

450.-

# วิจัย เชียงวีรชน

การสำรวจรังวัด : ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ / วิจัย เชียงวีรชน

1. การสำรวจ 2. การรังวัด

526.9

ISBN 978-974-03-3342-5

ปกถ. 910/8



ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ ผู้จัดพิมพ์  
www.ChulaPress.com  
Knowledge to All

ลิขสิทธิ์ของสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ครั้งที่ 1 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2548

พิมพ์ครั้งที่ 2 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2549

พิมพ์ครั้งที่ 3 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2552

พิมพ์ครั้งที่ 4 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2553

พิมพ์ครั้งที่ 5 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2554

พิมพ์ครั้งที่ 6 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2555

พิมพ์ครั้งที่ 7 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2558

พิมพ์ครั้งที่ 8 จำนวน 1,000 เล่ม พ.ศ. 2559

การผลิตและการออกเล่มหนังสือเล่มนี้ ได้ปฏิบัติตาม ใต้งานลิขสิทธิ์ที่ได้รับ

อนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**ผู้จัดจำหน่าย** ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10930

**สาขา**

ศาลาพระตำหนัก โทร. 0-2218-7000-3 โทรสาร 0-2255-4441

สยามสแควร์ โทร. 0-2218-9881-2 โทรสาร 0-2254-9495

นวมินทร์ อ.พินธุโยก โทร. 0-5526-0152-4 โทรสาร 0-5526-0165

มณฑปโถงยี่สิบเก้า อ.นครราชสีมา โทร. 0-4421-6131-4 โทรสาร 0-4421-6155

น.บูรพา อ.หนองบัว โทร. 0-3839-4855-9 โทรสาร 0-3839-3239

โรงเรียนนายร้อย อ.ป. อ.นครราชสีมา โทร. 0-3739-3023 โทรสาร 0-3739-3023

นวมินทร์ อ.พินธุโยก โทร. 0-5446-6799-800 โทรสาร 0-5446-6798

จัตุรัสจามจุรี (CHAMCHUKI SQUARE) ชั้น 4 โทร. 0-2160-5300-2 โทรสาร 0-2160-5304

มณฑปโถงยี่สิบเจ็ด อ.นครราชสีมา โทร. 0-4492-2632-3 โทรสาร 0-4492-2561

มือถือ 08-6592-7785

Call Center (จัดส่งทั่วประเทศ) โทร. 0-2255-4433 <http://www.chulabook.com>

และเครือข่าย

**ร้านค้า หนังสือเข้าข้างเรียน** ติดต่อขอหมายสั่งซื้อ โทรสาร โทร. 0-2950-5406-9

โทรสาร 0-2950-5405

**มีจำหน่ายที่**

ร้านหนังสือทุกสาขา ร้านขายสินค้าทุกสาขา และร้านหนังสือชั้นนำทั่วประเทศ

**กองบรรณาธิการ :** ววิวรรณ์ คำจันทร์

**ออกแบบปก :** ชรินทร์ นามบุญคุณ **ออกแบบรูปเล่ม :** รองศาสตราจารย์ วิจัย เชียงวีรชน

**พิมพ์ที่ :** โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (5910-105) โทร. 0-2218-3548-50 โทรสาร 0-2218-3551

<http://www.cuprnt.chula.ac.th>

## คำนำครั้งที่ 8

หนังสือการสำรวจรังวัด : ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ เล่มนี้ได้แต่งและเรียบเรียงขึ้นมา เพื่อเป็นหนังสือเรียนขั้นพื้นฐานในวิชาการสำรวจทั่วไปโดยเป็นความตั้งใจของผู้เขียนที่จะให้เป็นหนังสือที่มีเนื้อหาครอบคลุมองค์ความรู้ที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนในสาขาวิศวกรรมโยธา สาขาวิชา สิ่งแวดล้อม ภูมิศาสตร์ ภูมิสถาปัตย์ นักแผนที่ นักภูมิศาสตร์ รวมถึงผู้ที่ทำงานทางด้านแผนที่และระบบภูมิสารสนเทศ ตั้งแต่การรังวัดบนระนาบ การรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ รวมไปถึงการประยุกต์ใช้ในงานรังวัดภาคสนาม การแก้ปัญหาขั้นพื้นฐาน การรังวัดโค้ง นอกจากนี้ ยังได้รวบรวมเนื้อหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับศาสตร์ทางด้าน การสำรวจรังวัดเบื้องต้น เช่น การฉายแผนที่ การรังวัดหักคดโค้งด้วยระบบความเทียม การสำรวจด้วยภาพถ่ายทางอากาศ และระบบภูมิสารสนเทศ เหมาะสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอนในชั้นต้น หากท่านใดพบข้อผิดพลาดในหนังสือเล่มนี้ สามารถติดต่อผ่านทาง facebook ได้ที่ <https://www.facebook.com/pages/Vichai-Yiengyeerachon/329244667166609?ref=hl> หรือทางจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ที่ [vichai.y@chula.ac.th](mailto:vichai.y@chula.ac.th)

รองศาสตราจารย์ชัย เย็นจิรวงศ์  
ภาควิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
สิงหาคม 2559

# สารบัญ

คำนำครั้งที่ 8

คำนำครั้งที่ 5

คำนำครั้งที่ 2

คำนำครั้งที่ 1

สารบัญ

0

## บทที่ 1 บทนำการสำรวจ

1

1.1 นิยามการสำรวจ / 1.2 ประวัติการสำรวจ / 1.3 ประเภทการสำรวจ / 1.4  
ชั้นความถูกต้องงานสำรวจ / 1.5 เส้นฐานโลก / 1.6 การวัดในงานสำรวจ / 1.7  
หน่วยการวัด / 1.8 เลขมือสำคัญ / 1.9 การปัดเศษตัวเลข / 1.10 แบบฝึกหัด

## บทที่ 2 ทฤษฎีการวัดและความคลาดเคลื่อน

15

2.1 การวัดและมาตรฐาน / 2.2 การวัด โดยตรงและโดยอ้อม / 2.3 ความคลาด  
เคลื่อนของการวัด / 2.4 ความคลาดเคลื่อนมีระบบ / 2.5 ความคลาดเคลื่อน  
บังเอิญ / 2.6 ค่าเฉลี่ย / 2.7 ทฤษฎีการวัด / 2.8 องค์ประกอบการวัด / 2.9  
ความแม่นยำและความถูกต้องของการวัด / 2.10 ธรรมชาติทางสถิติของความ  
คลาดเคลื่อนสุ่ม / 2.11 การแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนสุ่ม / 2.12 การ  
แพร่กระจายความคลาดเคลื่อนสุ่มกรณีต่างๆ / 2.13 น้าหนักของการวัด /  
2.14 แบบฝึกหัด

## บทที่ 3 การวัดระยะทาง

33

3.1 ค่าความถูกต้องของการวัดระยะทาง / 3.2 วิธีวัดระยะ / 3.3 ประเภท  
ของเทป / 3.4 การวัดระยะด้วยเทป / 3.5 ความคลาดเคลื่อนในการวัดระยะ  
ด้วยเทป / 3.6 การตรวจแก้ความคลาดเคลื่อนมีระบบของการวัดระยะด้วย  
เทป / 3.7 ความคลาดเคลื่อนสุ่มในการวัดระยะด้วยเทป / 3.8 สรุปความคลาด  
เคลื่อนที่เกิดขึ้นได้ในการวัดระยะด้วยเทป / 3.9 การใช้เทปในงานรังวัด / 3.10  
การรังวัดแผนที่ด้วยเทป / 3.11 แบบฝึกหัด

**บทที่ 4 การระดับ**

55

4.1 ความโค้งของผิวโลกและการหักเหของรังสีแสง / 4.2 วิธีการหาค่าระดับ  
ความสูง / 4.3 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการวัดค่าระดับด้วยกล้องระดับ /  
4.4 กล้องระดับ / 4.5 ส่วนประกอบกล้องระดับ / 4.6 การปรับระดับกล้อง /  
4.7 การหาค่าระดับความสูงด้วยกล้องระดับ / 4.8 การระดับโดยวิธีหาค่าต่าง  
ระดับ / 4.9 ข้อกำหนดชั้นงานระดับ / 4.10 การอ่านไม้ระดับ / 4.11 การจด  
บันทึกข้อมูลสนาม / 4.12 สภาพการณ์กล้องระดับและการวัดสอบ / 4.13  
ความคลาดเคลื่อนในงานระดับ / 4.14 ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในงานระดับ /  
4.15 ข้อระมัดระวังในการทำงานระดับ / 4.16 การรังวัดระดับจุดต่างๆ / 4.17  
การประยุกต์ใช้งานระดับ / 4.18 การรังวัดรูปตัดตามแนว / 4.19 การรังวัดรูป  
ตัดขวาง / 4.20 การรังวัดไม้ระดับกลับหัว / 4.21 การคำนวณปรับแก้ความ  
คลาดเคลื่อนงานระดับ / 4.22 การระดับแบบสองกล้อง / 4.23 กล้องระดับ  
ความละเอียดสูง / 4.24 กล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์ / 4.25 ประเภทกล้อง  
ระดับอิเล็กทรอนิกส์ / 4.26 หลักการทำงานกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์ / 4.27  
การวัดสอบแนวตั้งกล้องระดับอิเล็กทรอนิกส์ / 4.28 คุณสมบัติทั่วไปกล้อง  
ระดับอิเล็กทรอนิกส์ / 4.29 ข้อแนะนำในการรังวัดระดับด้วยกล้องระดับ  
อิเล็กทรอนิกส์ / 4.30 แบบฝึกหัด

**บทที่ 5 มุม แบริ่งส์ และ แอซิมัท**

93

5.1 ประเภทของการวัดมุม / 5.2 การวัดมุมราบ / 5.3 การวัดมุมโค้ง / 5.4 ทิศ  
ของเส้น / 5.5 ระบบการบอกทิศ / 5.6 ความสัมพันธ์ทั้งไปและกลับของเส้น  
/ 5.7 ความสัมพันธ์ระหว่างทิศแบริ่งส์และแอซิมัท / 5.8 การคำนวณทิศของ  
เส้นจากค่ามุม / 5.9 เข็มทิศ / 5.10 ชนิดเข็มทิศ / 5.11 มุมป่ายบนแนวแม่เหล็ก /  
5.12 แรงดึงดูดท้องถิ่น / 5.13 สาเหตุของความคลาดเคลื่อนในการวัดด้วยเข็มทิศ  
/ 5.14 ระบบที่คิดบนระนาบและการคำนวณค่าพิคัต / 5.15 แบบฝึกหัด

**บทที่ 6 กล้องวัดมุม**

111

6.1 ความเข้าใจในการวัดมุมราบ / 6.2 กล้องทรีโอโคไลต์ / 6.3 การตั้งกล้องที่  
โอโคไลต์ / 6.4 การส่องกล้องที่โอโคไลต์ / 6.5 ตำแหน่งกล้อง / 6.6 การวัด

มุมมอง / 6.7 การวัดมุมตั้ง / 6.8 สภาพาทงเรขาคณิตของกล้องวัดมุม / 6.9 การวัดสอบสภาวะกล้องวัดมุม / 6.10 ความขนาดเส้นขนของค่าวัดมุม / 6.11 กล้องวัดมุมอิเล็กทรอนิกส์ / 6.12 ตำแหน่งการวัดทิศทางกล้องวัดมุมอิเล็กทรอนิกส์ / 6.13 ค่าความถูกต้องในการวัดมุม / 6.14 การวัดระยะวิธีแทลลิโอนิทธิ / 6.15 การคำนวณจากระดับจากดาวรังวัดประเทศไทย / 6.16 การหาความสูงตัวของท่อน้ำ / 6.17 ความถูกต้องของการวัดแบบประเทศไทย / 6.18 การปฏิบัติงานสนาม / 6.19 การรังวัดหาตำแหน่งที่ดินและความสูงด้วยวิธีการวัดมุม / 6.20 การเล็งสกัดจากสองจุด / 6.21 การเล็งสกัดย้อนจาก 3 จุด / 6.22 ทฤษฎีงานระดับตรีโกณมิติ / 6.23 การวัดมุมงานระดับตรีโกณมิติ / 6.24 การคำนวณแก้ผลกระทบจากความโค้งผิวโลกและความหักเหของแสง / 6.25 กรณีต่าง ๆ ของงานระดับตรีโกณมิติ / 6.26 การวัดระดับตรีโกณมิติเพื่อหาความสูงของจุดที่เข้าไม่ถึง / 6.27 การใช้ประโยชน์กล้องวัดมุม / 6.28 แบบฝึกหัด

## บทที่ 7 เครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์และโททอลสเตชัน

155

7.1 ประเภทเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ / 7.2 หลักการทำงานของเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ / 7.3 ความคลาดเคลื่อนมีระบบของเครื่องวัดระยะ / 7.4 การวัดระยะของเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ / 7.5 การตรวจแก้ระยะเนื่องจากสภาพอากาศ / 7.6 กล้องโททอลสเตชัน / 7.7 ประเภทของกล้องโททอลสเตชัน / 7.8 การวัดสอบกล้องโททอลสเตชัน / 7.9 ตัวเลขยกความเที่ยงกล้องชนิดสองแกน / 7.10 ความถูกต้องในการวัดมุม / 7.11 โปรแกรมพื้นฐานในกล้องโททอลสเตชัน / 7.12 โปรแกรมการรังวัดอื่น ๆ / 7.13 ข้อควรปฏิบัติในการใช้กล้องโททอลสเตชัน / 7.14 การรังวัดอิเล็กทรอนิกส์แทลลิโอนิทธิ / 7.15 แบบฝึกหัด

## บทที่ 8 งานวงรอบ

181

8.1 ความเข้าใจในการรังวัดปิดตำแหน่ง / 8.2 ความสัมพันธ์ระหว่างมุมและระยะทาง / 8.3 การแพร่กระจายความคลาดเคลื่อนของค่าพิกัด / 8.4 ประเภท

ของวงรอบ / 8.5 การวัดมุมวงรอบ / 8.6 การเลือกสถานีวงรอบ / 8.7  
 ข้อกำหนดงานรังวัดวงรอบ / 8.8 การคำนวณตรวจสอบแก้สถานะทางมุมของ  
 วงรอบ / 8.9 ระยะเหนือและระยะตะวันออก / 8.10 การคำนวณตรวจสอบ  
 สถานะทางระยะทางของวงรอบ / 8.11 ความถูกต้องของงานวงรอบ / 8.12  
 การคำนวณปรับแก้ความคลาดเคลื่อนบรรจบของวงรอบ / 8.13 การคำนวณ  
 ด้วยกฎเข็มนาฬิกา / 8.14 การคำนวณด้วยกฎทรานซิท / 8.15 การคำนวณระยะ  
 และทิศเส้นวงรอบ / 8.16 สรุปขั้นตอนการคำนวณงานวงรอบ / 8.17 การหา  
 ตำแหน่งผิดพลาดของงานวงรอบ / 8.18 การคำนวณพื้นที่วงรอบปิด / 8.19  
 แบบฝึกหัด

**บทที่ 9 เส้นชั้นความสูง**

213

9.1 คำจำกัดความที่เกี่ยวข้อง / 9.2 คุณลักษณะเส้นชั้นความสูง / 9.3 ลักษณะ  
 เส้นชั้นความสูงตามภูมิประเทศต่างๆ / 9.4 ประเภทเส้นชั้นความสูง / 9.5  
 การกำหนดช่วงเส้นชั้นความสูง / 9.6 การเขียนเส้นชั้นความสูง / 9.7 การใช้  
 ประโยชน์จากเส้นชั้นความสูง / 9.8 แบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศเชิงเลข /  
 9.9 ชนิดข้อมูลจุดระดับความสูง / 9.10 การสร้างแบบจำลองพื้นผิวภูมิ  
 ประเทศเชิงเลข / 9.11 แบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศชนิดตารางกริด / 9.12  
 สมการโพลีโนเมียลที่ใช้ในการแสดงพื้นผิว / 9.13 แบบจำลองพื้นผิวภูมิ  
 ประเทศชนิดสามเหลี่ยม / 9.14 การเขียนเส้นชั้นความสูงจากแบบจำลอง  
 พื้นผิวภูมิประเทศ / 9.15 การปรับความเรียบของเส้นชั้นความสูง / 9.16  
 ลักษณะสำคัญในการสร้างแบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศ / 9.17 การบูรณา  
 การเส้น Break Lines บนแบบจำลองพื้นผิวภูมิประเทศแบบ TIN / 9.18  
 แบบฝึกหัด

**บทที่ 10 พื้นที่และปริมาตร**

243

10.1 การคำนวณหาพื้นที่ / 10.2 การคำนวณจากการนับตารางกริด / 10.3 การ  
 คำนวณโดยใช้สูตรทางเรขาคณิตและตรีโกณมิติ / 10.4 การคำนวณโดยใช้  
 กฎพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู / 10.5 การคำนวณโดยใช้กฎหัมป์ตัน / 10.6 การ  
 คำนวณจากค่าพิคัต / 10.7 การคำนวณโดยใช้โปรแกรมช่วยเขียนแบบ / 10.8



การใช้เครื่องวัดพื้นที่ / 10.9 การคำนวณปริมาตร / 10.10 วิธีเฉลี่ยหน้าตัด  
ทั้งหมด / 10.11 วิธีเฉลี่ยหน้าตัดหัวท้าย / 10.12 วิธีสูตรปริสมอยต์ / 10.13  
การคำนวณปริมาตรจากเส้นชั้นความสูง / 10.14 การคำนวณปริมาตรจาก  
ข้อมูลตารางกริด / 10.15 การคำนวณปริมาตรจากพื้นผิวแบบจำลองสามมิติ  
แบบสามเหลี่ยม / 10.16 เทคนิคการคำนวณปริมาตร TIN / 10.17 แบบฝึกหัด

### บทที่ 11 การรังวัดแผนที่ภูมิประเทศ

261

11.1 มาตรฐานแผนที่ / 11.2 ความถูกต้องแผนที่ / 11.3 ขั้นตอนการรังวัด  
แผนที่ภูมิประเทศ / 11.4 การสำรวจเชิงแปล / 11.5 การสำรวจรังวัดหมุด  
ควบคุม / 11.6 การสำรวจรังวัดเก็บรายละเอียด / 11.7 การเขียนแผนที่ภูมิ-  
ประเทศ / 11.8 การตรวจสอบความถูกต้องข้อมูลแผนที่ภูมิประเทศ / 11.9  
สรุปขั้นตอนการดำเนินงาน / 11.10 แบบฝึกหัด

### บทที่ 12 การรังวัดโค้ง

277

12.1 ประเภทของโค้ง / 12.2 โค้งวงกลม / 12.3 องค์ประกอบของโค้งวงกลม  
/ 12.4 สูตรความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบโค้งวงกลม / 12.5 การคำนวณ  
และการรังวัดตำแหน่งแนวโค้งวงกลม / 12.6 การรังวัดตำแหน่งโค้งเมื่อมีสิ่ง  
กีดขวาง / 12.7 โค้งผสมและโค้งซ้อนทาง / 12.8 โค้งเปลี่ยนแนว / 12.9 การ  
ออกแบบโค้งเปลี่ยนแนว / 12.10 องค์ประกอบของโค้งเปลี่ยนแนวไปรีค /  
12.11 การรังวัดโค้งเปลี่ยนแนว / 12.12 โค้งทางตั้งหรือแนวตั้ง / 12.13  
ประเภทโค้งทางตั้ง / 12.14 องค์ประกอบโค้งทางตั้งชนิดสมมาตร / 12.15  
สูตรการคำนวณโค้งทางตั้ง / 12.16 การออกแบบโค้งทางตั้ง / 12.17 การ  
คำนวณโค้งทางตั้งชนิดสมมาตร / 12.18 สูตรโค้งทางตั้งชนิดอสมมาตร /  
12.19 การคำนวณโค้งทางตั้งชนิดอสมมาตร / 12.20 แบบฝึกหัด

**บทที่ 13 ระบบพิกัด UTM**

325

13.1 ระบบพิกัดภูมิศาสตร์ / 13.2 ระบบพิกัดขั้วโลก / 13.3 ระบบพิกัดฉาก / 13.4 เส้นจียอดเล็ก / 13.5 การฉายแผนที่ / 13.6 มาตราส่วนและสเกลแฟกเตอร์ / 13.7 การฉายแผนที่แบบคงรูป / 13.8 ระบบพิกัด UTM / 13.9 การแปลงพิกัดระหว่างระบบพิกัดฉาก UTM และระบบพิกัดขั้วโลก / 13.10 การแปลงพิกัดภูมิศาสตร์เป็นพิกัดฉาก UTM / 13.11 การแปลงพิกัดฉาก UTM เป็นพิกัดภูมิศาสตร์ / 13.12 มุมสทอมเบร็เดียน / 13.13 สเกลแฟกเตอร์ (Scale Factor) / 13.14 การคำนวณสเกลแฟกเตอร์สำหรับเส้นยาว / 13.15 การคำนวณค่าตรงแนว (e-T) / 13.16 การคำนวณงานรังวัดโดยใช้ระบบพิกัดบนระนาบ / 13.17 การคำนวณปัญหาตรงของงานรังวัดขั้วโลก / 13.18 การคำนวณปัญหาอื่นของงานรังวัดขั้วโลก / 13.19 แบบฝึกหัด

**บทที่ 14 การหาพิกัดตำแหน่งด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม GPS**

351

14.1 ระบบการหาพิกัดด้วยดาวเทียม GPS / 14.2 ส่วนอวกาศ / 14.3 ส่วนควบคุม / 14.4 ส่วนผู้ใช้ / 14.5 หลักเบื้องต้นการทำงานของการทำงานของการหาดำแหน่งด้วยดาวเทียม / 14.6 การให้บริการของระบบ GPS / 14.7 การวัดระยะซูดเรนจ์ / 14.8 วิธีการวัดรหัส / 14.9 วิธีการวัดเฟส / 14.10 แหล่งกำเนิดความคลาดเคลื่อน / 14.11 เรขาคณิตดาวเทียม / 14.12 การรังวัดเส้นฐาน / 14.13 เทคนิคการรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบ GPS แบบรังวัด / 14.14 การใช้งานเครื่องหาพิกัดตำแหน่งด้วยดาวเทียมในปัจจุบัน / 14.15 การรังวัดค่าระดับความสูงด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบ GPS / 14.16 ระบบพิกัดดาวเทียม / 14.17 ค่าความถูกต้องทางตำแหน่งเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมระบบ GPS / 14.18 แบบฝึกหัด

**บทที่ 15 ภาพถ่ายทางอากาศ**

381

15.1 ภาพถ่ายทางอากาศ / 15.2 กล้องถ่ายภาพทางอากาศ / 15.3 การเขียนภาพแสดงองค์ประกอบทางทัศนมิติของรูปภาพถ่ายทางอากาศ / 15.4 มาตราส่วนภาพถ่ายลิ่ง / 15.5 ข้อมูลภาพถ่าย / 15.6 ระบบพิกัดภาพถ่าย / 15.7 การคำนวณค่าพิกัดพื้นดินจากภาพถ่ายทางอากาศ / 15.8 ผลกระทบจุดภาพจาก

ความสูงต่ำของพื้นที่ / 15.9 การรู้เรื่องภาพสามมิติ / 15.10 การสร้างภาพสามมิติ / 15.11 การถ่ายภาพทางอากาศ / 15.12 ระยะชัดของภาพคู่ซ้อน / 15.13 หลักการของจุดล่อง / 15.14 สัมการระยะเหลือม / 15.15 การหาค่าระดับความสูงจากคามต่างระยะเหลือม / 15.16 การนำร่องด้วยภาพถ่ายเชิงเลข / 15.17 หลักการสมการสภาวะร่วมเส้น / 15.18 แผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ / 15.19 การใช้ประโยชน์จากภาพถ่ายทางอากาศ / 15.20 แบบฝึกหัด

## บทที่ 16 ระบบภูมิสารสนเทศ

409

16.1 ระบบภูมิสารสนเทศ / 16.2 องค์ประกอบระบบภูมิสารสนเทศ / 16.3 ประเภทข้อมูลในระบบภูมิสารสนเทศ / 16.4 คำอธิบายข้อมูล / 16.5 การจัดการข้อมูลเชิงตำแหน่งบนเครื่องคอมพิวเตอร์ในระบบภูมิสารสนเทศ / 16.6 ทอพอโลยีของความสัมพันธ์เชิงตำแหน่ง / 16.7 การจัดเก็บข้อมูลในระบบภูมิสารสนเทศ / 16.8 ลักษณะโปรแกรมภูมิสารสนเทศ / 16.9 ขั้นตอนการพัฒนาภูมิสารสนเทศ / 16.10 วิวัฒนาการใช้งานระบบภูมิสารสนเทศ / 16.11 ตัวอย่างการใช้ประโยชน์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ / 16.12 แบบฝึกหัด

## บรรณานุกรม

431

## ดัชนี

435