

# การเปรียบเทียบการใช้จีพีเอสกับกล้องประมวลผลรวมในการกำหนดตำแหน่งเสาเข็ม ของสถานีรถไฟ

## Comparison between using GPS and Total Station to position stake point of Columns of Railway station

ประชา อัครวัชรกุล<sup>1</sup> และ ผศ.อาทร จูปราง<sup>2</sup>

<sup>1</sup>นักศึกษาปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

<sup>2</sup>อาจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

เลขที่2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120 โทรศัพท์: 0-2287-9637

E-mail: <sup>1</sup>pracha\_data1@hotmail.com, <sup>2</sup>arthornju@gmail.com

### บทคัดย่อ

การรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมจีพีเอส โดยวิธีการรังวัดแบบจลนในทันที(RTK) มีวิธีการรังวัดที่รวดเร็ว สามารถวัดหาค่าพิกัดได้ทันทีที่เสมือนการรังวัดด้วยกล้องประมวลผลรวม และยังสามารถทำการกำหนดตำแหน่งได้ ทางผู้ทำการวิจัยจึงได้ทดลองทำการกำหนดตำแหน่งเสาเข็มด้วยเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสโดยวิธีRTK แล้วนำมาเปรียบเทียบกับการให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวมเดิม พบว่า การใช้การรังวัดด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมโดยวิธีRTK สามารถให้ตำแหน่งเสาเข็มได้โดยมีความถูกต้องเป็นที่ยอมรับได้ มีความรวดเร็วในการทำงาน ประหยัดเวลา งบประมาณและบุคลากร รวมไปถึงสามารถทำงานได้เป็นอย่างดีในพื้นที่เปิดโล่ง สามารถลดขั้นตอนในการทำงานได้เป็นอย่างดี

คำสำคัญ: การให้ตำแหน่ง,RTK,เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม

### Abstract

Surveying with GPS satellite receiver (RTK) is a way to fast. Can measure the coordinates immediately as a survey with the Total Station. You can also setting out by GPS. Of the research was to determine the pile with a GPS receiver using RTK. Then be compared with the position of the Total Station, the processor includes surveyors found that using a satellite receiver using RTK. Can be made by piling position accuracy is acceptable. Were quick to save time, budget and personnel . To work well in open space. Can reduce the process to work well .

### 1 บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตที่ผ่านมาการให้ตำแหน่งเสาเข็มของสถานีรถไฟ จะต้องใช้กล้องประมวลผลรวม ในการให้ตำแหน่ง ซึ่งต้องใช้วิศวกรสำรวจ รวมไปถึงทรัพยากรบุคคลที่เกี่ยวข้องกับการให้ตำแหน่งจำนวนมาก และผู้ร่วมงานจะต้องมีความชำนาญในการเดินตามแนวของกล้องสามารถสื่อสารกับวิศวกรได้ และจะต้องมีอุปกรณ์เสริม เช่น วิทยุสื่อสาร เป็นต้น ซึ่งเพิ่มภาระค่าใช้จ่ายในการทำงาน และปัญหาด้านแรงงาน ค่าแรงขั้นต่ำที่ปรับตัวสูงขึ้นตามนโยบายของภาครัฐ ทางผู้ทำการวิจัยได้พิจารณาว่า การใช้ จีพีเอส ในการกำหนดตำแหน่งเสาเข็มของสถานีรถไฟน่าจะตอบโจทย์ปัญหาเหล่านั้นได้ รวมไปถึงการให้ตำแหน่งด้วยจีพีเอส มีความรวดเร็ว ถูกต้อง เป็นที่ยอมรับในแวดวงการทำงานด้านวิศวกรรมสำรวจ จึงเกิดเป็นแนวคิดที่จะทำการศึกษาถึงความถูกต้องของการให้ตำแหน่งด้วย จีพีเอส โดยวิธี RTK ว่ามีความถูกต้องเป็นที่ยอมรับในการก่อสร้างรถไฟได้หรือไม่

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาความถูกต้องของการให้ตำแหน่งด้วย จีพีเอส โดยวิธี RTK

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบการใช้แรงงานด้านวิศวกรรมสำรวจ ในการให้ตำแหน่งด้วย จีพีเอส กับกล้องประมวลผลรวม

#### 1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 พื้นที่ศึกษา โครงการรถไฟฟ้าสายสีแดง(เข้ม) บริเวณสถานีกลางบางซื่อ(Grand Station)

1.3.2 กล้องประมวลผลรวม ยี่ห้อ TOPCON รุ่น 751

1.3.3 เครื่องรับสัญญาณจีพีเอส ยี่ห้อ TOPCON (พร้อมอุปกรณ์ทั้งตัว Base และ ตัวรับ)

1.3.4 เป้าวัดระยะ TOPCON

1.3.5 เป้าวัดระยะแบบมินิ TOPCON

#### 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ทราบถึงวิธีการที่เหมาะสมในการให้ตำแหน่งเสาเข็ม

## 2. วิธีการศึกษา

2.1 ทำการให้ตำแหน่งเสาเข็มด้วยเครื่องรับสัญญาณจีพีเอส โดยวิธี RTK

2.2 ใช้กล้องประมวลผลรวมให้ตำแหน่งเสาเข็ม

2.3 เปรียบเทียบค่าพิกัดที่ได้โดยจีพีเอสและค่าพิกัดที่ได้จากการให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวมกับค่าพิกัดที่ออกแบบ

2.4 เปรียบเทียบการใช้แรงงาน เวลา โดยวิธีทั้งสอง

## 3. ขั้นตอนการดำเนินงาน

### 3.1 ให้ตำแหน่งด้วย GPS โดยวิธี RTK

(1) ตั้งเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสโดยขาตั้งแบบสามขา(Tripod) ที่จุดที่ทราบค่าพิกัด เพื่อใช้เป็นสถานีฐาน(Base Station) พร้อมทั้งเชื่อมต่อกับ Tesla เพื่อใช้ตั้งค่าต่างๆ

(2) ติดตั้งเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสอีกตัวเข้ากับ Pole เพื่อใช้เป็นสถานีจร (Rover Station) พร้อมทั้งเชื่อมต่อ Tesla ทางสัญญาณวิทยุ เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องรับทั้งตัวที่เป็นสถานีฐาน และ สถานีจร

(3) ใช้ฟังก์ชัน Stake ในโปรแกรม Magnet field บน Tesla ในการให้ตำแหน่งเสาเข็มที่ต้องการ

(4) เดินตามทิศทางที่แสดงบนหน้าจอของ Tesla จนกว่าค่าพิกัด N,E จะเท่ากับศูนย์ ( N0.000,0.000E )

### 3.2 ให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวม

การให้ตำแหน่งฯ โดยการใช้กล้องประมวลผลรวม จะต้องมียุทธวิธีในการให้ตำแหน่งดังต่อไปนี้ คือ กล้องประมวลผลรวม เป้าปฐิมิที่ทราบค่าคงที่แน่นอน เป้าปฐิมิมี Pole ขาดังกล้องชนิดไม้ ขาดังกล้องชนิดอลูมิเนียม วิทยุสื่อสาร(อย่างน้อย3 เครื่อง) โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

3.2.1 ก่อนทำการให้ตำแหน่งเสาเข็ม จะต้องมีข้อมูลตำแหน่งเสาเข็มซึ่งเป็นค่าพิกัดฉาก (N,E) ที่ได้จากการออกแบบการก่อสร้าง และค่าหมุดควบคุมทางราบอย่างน้อย2จุด

3.2.2 ทำการป้อนค่าพิกัดฉาก(N,E)ตำแหน่งเสาเข็มลงในกล้องประมวลผลรวม โดยมีขั้นตอนการป้อนดังนี้

ก) เปิดกล้องประมวลผลรวม เข้าไปที่แอฟริเคน TOPSURV ที่หน้าจอหลัก แล้วตั้ง JOP

ข) เข้าไปที่ ฟังก์ชัน Edit > Point > Add Point หลังจากนั้นป้อนค่าพิกัดฉากที่ได้จากข้อที่ 1.1

ค) ตั้งกล้อง(ด้วยขาไม้)ที่หมุดควบคุมที่ทราบค่าพิกัดแน่นอนและปรับแก้ความถูกต้องเรียบร้อยแล้ว และตั้งเป้า(ด้วยขาอลูมิเนียม)ที่หมุดควบคุมทางราบอีกจุดหนึ่งที่ทราบค่าพิกัดที่แน่นอนและมีการปรับแก้ความถูกต้อง

ง) ทำการ Back Sight โดยใช้ฟังก์ชัน Setting > Back Sight จากนั้นป้อน จุดตั้งกล้อง และจุดตั้งเป้า ทำการยิงวัดระยะ เช็กระยะที่คำนวณได้จากค่าพิกัดฉากกับค่าที่ได้จากการวัดโดยกล้องประมวลผลรวมว่าอยู่ในค่าที่ยอมรับได้หรือไม่ (ระยะอยู่ในช่วงไม่เกิน  $\pm 1\text{cm}$ ) จากนั้นทำการบันทึกค่า Back Sight แล้วกลับมาที่หน้าจอหลักของ JOP

จ) เข้าไปที่ฟังก์ชัน Stake > point แล้วเลือกจุดที่ต้องการให้ตำแหน่ง จากนั้นกล้องจะแสดง ระยะทางที่ห่างจากกล้อง และทิศทางที่ต้องหมุนกล้องไปยังจุดที่ต้องการให้ตำแหน่ง

ด) แจ้งผู้ถือ Pole Prism หรือเป้าชนิดมินิ แล้วแต่ความเหมาะสมของหน้างาน ว่าต้องอยู่บริเวณใด ห่างจากกล้องมากแค่ไหน เมื่อเป้าตรงตามแนวของกล้องแล้วทำการวัดระยะ จากนั้นที่หน้าจอจะแสดงผลของการวัดระยะว่าจะต้องเดินหน้าหรือถอยหลังมากน้อยแค่ไหน แล้วทำการแจ้งผู้ถือเป้าให้ขยับจากตำแหน่งเดิมตามที่แสดงที่หน้าจอ เมื่อได้ตำแหน่งที่ถูกต้องแล้วทำการมาร์กตำแหน่งต่อไป

### 3.3 เปรียบเทียบการทำงานของทั้งสองวิธี

3.4.3.1 เปรียบเทียบค่าที่ได้จากการให้ตำแหน่งด้วยจีพีเอสกับค่าออกแบบ และค่าที่ได้จากการให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวมกับค่าที่ออกแบบไว้

3.4.3.2 เปรียบเทียบระยะเวลาการทำงานงบประมาณ จำนวนบุคลากร รวมไปถึงการเปรียบเทียบความเหมาะสมของทั้งสองวิธี ว่าพื้นที่ใดควรใช้วิธีไหนเหมาะสมที่สุด

## 4. ผลการดำเนินการ

จากการทดสอบความสามารถของการรังวัดแบบจลน์ในทันที (RTK)และการให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวม โดยใช้พื้นที่โครงการก่อสร้างรถไฟฟ้าขานเมืองสายสีแดงเข้มเป็นพื้นที่ตัวอย่าง ในการศึกษาแบ่งออกเป็นการศึกษาการให้ตำแหน่งด้วยGPS และกล้องประมวลผลรวมในพื้นที่ๆแตกต่างกัน และนำมาเปรียบเทียบการให้ตำแหน่งในแต่ละวิธี ทั้งเรื่องของความถูกต้อง การใช้แรงงานระยะเวลาในการทำงาน รวมไปถึง งบประมาณที่ใช้ในการทำงาน

### 4.1 การให้ตำแหน่งด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม โดยวิธีการรังวัดแบบจลน์ในทันที (RTK)

การให้ตำแหน่งด้วยเครื่องรับสัญญาณดาวเทียม ทำการรังวัดให้ตำแหน่งโดยการตั้งเครื่องรับสัญญาณที่หมุด GNR-05 เป็นสถานีฐาน(Base) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีสภาพภูมิประเทศเปิดโล่ง สามารถรับสัญญาณได้ดี และเป็นหมุดควบคุมทางราบและทางตั้งที่ได้รับมอบจากผู้สัญญา และตั้งเครื่องรับสัญญาณสถานีฐาน(Rover) เชื่อมต่อ Tesla กับตัวสถานีฐานและสถานีจรเพื่อทำการเริ่มต้นรับสัญญาณแล้วทำการตรวจสอบความถูกต้องของสถานีจรโดยการตั้งเครื่องรับสัญญาณสถานีจรมุมที่ทราบค่าแน่นอน หลังจากนั้นทำการให้

ตำแหน่งในพื้นที่ทำการทดลอง คือบริเวณพื้นที่ 35 ไร่ ถนน  
กำแพงเพชร 6 ซึ่งเป็นตำแหน่งที่จะก่อสร้างจริง ค่าพิกัดที่จะทำการให้  
ตำแหน่งมาจากแบบแปลนที่มีการตรวจสอบและจะใช้งานจริง และมี  
วิศวกรมาตรวจงานจริง

ในการลงปฏิบัติงานในการให้ตำแหน่งจริงในพื้นที่ก่อสร้าง  
นั้น ได้มีการเก็บค่าพิกัดที่ตำแหน่งที่ทำการให้ตำแหน่งด้วย ซึ่งเพื่อ  
นำมาใช้เพื่อตรวจสอบกับค่าที่ออกแบบ โดยได้มีการนำข้อมูลออกจาก  
เครื่องมือในไฟล์นามสกุล .csv ซึ่งมาในรูปของตาราง Excel แล้ว  
หลังจากนั้นได้นำมาเปรียบเทียบกับที่ออกแบบจริง(ตารางที่ 4.1)

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองเปรียบเทียบผลการให้ตำแหน่งแบบ RTK กับค่าออกแบบ (Design)

point	RTK_stk		Design		$\Delta$	
	N	E	N	E	N	E
223	1527945.370	667779.602	1527945.358	667779.600	0.012	0.002
224	1527944.766	667779.787	1527944.772	667779.768	0.006	0.019
233	1527930.942	667783.725	1527930.937	667783.726	0.005	0.001
234	1527930.345	667783.909	1527930.351	667783.894	0.006	0.015
243	1527916.511	667787.866	1527916.520	667787.866	0.009	0.000
244	1527915.932	667788.041	1527915.934	667788.035	0.002	0.006
253	1527902.101	667792.012	1527902.108	667792.022	0.007	0.010
254	1527901.506	667792.199	1527901.522	667792.191	0.016	0.008
261	1527890.573	667795.363	1527890.578	667795.347	0.005	0.016
262	1527890.002	667795.525	1527889.992	667795.516	0.010	0.009
263	1527887.686	667796.188	1527887.695	667796.179	0.009	0.008
264	1527887.108	667796.331	1527887.109	667796.348	0.001	0.017
271	1527876.169	667799.502	1527876.164	667799.500	0.005	0.002
272	1527875.563	667799.665	1527875.577	667799.668	0.014	0.003
281	1527861.547	667802.968	1527861.551	667802.961	0.004	0.007
282	1527860.960	667803.094	1527860.954	667803.090	0.006	0.004
311	1527817.567	667812.458	1527817.565	667812.461	0.002	0.003
312	1527816.966	667812.580	1527816.969	667812.590	0.003	0.010
313	1527814.631	667813.105	1527814.633	667813.095	0.002	0.010
314	1527814.028	667813.220	1527814.036	667813.223	0.008	0.003
315	1527811.679	667813.696	1527811.691	667813.700	0.012	0.004
316	1527811.104	667813.819	1527811.093	667813.822	0.011	0.003
317	1527808.756	667814.280	1527808.746	667814.283	0.010	0.003
318	1527808.152	667814.407	1527808.147	667814.401	0.005	0.006
319	1527805.807	667814.844	1527805.803	667814.863	0.003	0.019
320	1527805.203	667814.984	1527805.204	667814.981	0.001	0.003
321	1527802.873	667815.435	1527802.859	667815.444	0.014	0.009

จากตารางที่ 4.1 เป็นค่าที่ได้จากการให้ตำแหน่งด้วยเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสโดยวิธี RTK และค่าที่ออกแบบไว้ จำนวน 59 ตำแหน่ง ใช้แรงงานจำนวนสองคน และใช้เวลาในการให้ตำแหน่ง 2 ชั่วโมงโดยประมาณ จะเห็นได้ว่าค่าความแตกต่างระหว่างค่าที่ออกแบบกับค่าที่ทำการให้ตำแหน่งมีค่าตั้งแต่  $\Delta N = 0.001\text{m}$  –  $0.014\text{m}$  และ  $\Delta E = 0.001\text{m}$  –  $0.019\text{m}$  ซึ่งเป็นค่าที่น่าพอใจและสามารถยอมรับได้ในการให้ตำแหน่งเสาเข็มในงานเสาเข็ม และทำงานได้ในปริมาณที่มากพอสมควรในการปฏิบัติงานจริง มีการก่อสร้างจริง มีลักษณะเป็นแนวยาวตามถนนกำแพงเพชร 6 ไม่มีหมุดควบคุมทางราบในพื้นที่ก่อสร้าง และภูมิประเทศที่ค่อนข้างลำบากในการให้ตำแหน่งเนื่องจากเป็นดินโคลน

#### 4.2 การให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวม

ในการให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวมนั้น ได้ทำการทดสอบในบริเวณพื้นที่ Grand Station ของสถานีรถไฟฟ้ามหานคร ซึ่งมีการตั้งกล้องและการตั้งเป้าสะท้อนแสงหลายครั้งด้วยในการให้ตำแหน่งที่เปลี่ยนไป เนื่องจากสภาพทางกายภาพนั้นอาจจะไม่เอื้ออำนวยในการทำงาน เพราะฉะนั้นขั้นตอนในการให้ตำแหน่งก็จะเพิ่มขึ้นไปด้วย รวมไปถึงระยะห่างของตำแหน่งที่จะวางนั้นอาจจะไกลจากตัวกล้องซึ่งมีผลต่อการให้ตำแหน่งมากทั้งในเรื่องความถูกต้องและความสามารถในการเล็งแนวของผู้ทำการรังวัดเอง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองเปรียบเทียบผลการให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวมกับค่าออกแบบ

point	ETS_stk		Design		$\Delta$	
	N	E	N	E	N	E
EP-15	1526396.538	667250.830	1526396.552	667250.833	0.014	0.000
EP-14	1526359.306	667236.263	1526359.301	667236.259	0.005	0.000
EP-13	1526322.488	667220.498	1526322.509	667220.503	0.021	0.000
EP-12	1526286.598	667202.950	1526286.582	667202.918	0.016	0.000
EP-11	1526250.217	667185.848	1526250.186	667185.828	0.031	0.000
EP-10	1526212.670	667172.068	1526212.628	667172.047	0.042	0.000
EP-9	1526176.168	667155.456	1526176.161	667155.459	0.007	0.000
EP-8	1526149.512	667125.627	1526149.508	667125.633	0.004	0.000
EP-7	1526122.863	667095.810	1526122.851	667095.803	0.012	0.000
EP-6	1526096.192	667065.995	1526096.184	667065.989	0.008	0.000
EP-5	1526069.551	667036.176	1526069.518	667036.147	0.033	0.000
EP-4	1526042.497	667006.615	1526042.532	667006.647	0.035	0.000
EP-3	1526015.035	666977.595	1526015.025	666977.586	0.010	0.000
EP-2	1525986.676	666949.356	1525986.635	666949.318	0.041	0.000
EP-1	1525962.926	666916.892	1525962.902	666916.871	0.024	0.000

จากตารางที่ 4.2 เป็นการให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวม (Total Station) จะเห็นว่าค่าความต่างนั้นสามารถให้ได้ถึงระดับ 0 มิลลิเมตร(จากค่าที่ออกแบบไว้)

แต่การให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวมนี้ต้องใช้บุคลากร ด้านวิศวกรรมสำรวจอย่างน้อย 3-4 คนต่อการทำงานในแต่ละครั้ง และเวลาที่ใช้ในการให้ตำแหน่งนี้ใช้เวลา 1 วัน เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการเปิดหน้าดิน และมีเครื่องจักรหนักเข้าทำงาน จึงเป็นอุปสรรคต่อการทำงานอย่างมาก ต้องมีการทำหมุดเพิ่มเพื่อที่จะสามารถให้ตำแหน่งที่ห่างแลออกไปหรือ ในบริเวณที่มีสิ่งกีดขวาง

#### 4.3 ความถูกต้องของการให้ตำแหน่งด้วยวิธี RTK และ กล้องประมวลผลรวม

จากการศึกษาพบว่า ค่าการออกแบบนั้นได้มีการกำหนดค่าพิกัดเป็นระบบ Assume และมีการเปลี่ยนเป็นระบบ UTM และมีค่า Factor เท่ากับ 1 และมีการกำหนดค่า Scale Factor ในการให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวมมีค่าเท่ากับ 1

ในการทำงานด้วย GPS นั้นมีการกำหนด Datum ในการทำงานคือ WGS-1984 มีการคำนวณค่าพิกัดบนพื้นโค้งที่มีค่า Scale Factor แล้วในแต่ละพื้นที่นั้นมีค่า Scale Factor ที่แตกต่างกันในแต่ละจุด ซึ่งค่า Factor นี้มีผลต่อระยะทางในการให้ตำแหน่งด้วย GPS และจะส่งผลต่อการให้ตำแหน่งโดยตรง กล่าวคือ ตำแหน่งที่ได้จากการให้

ตำแหน่งด้วย GPS อาจจะไม่ใช้ตำแหน่งเดียวกันกับตำแหน่งที่  
ออกแบบ

การหาค่า Scale Factor(S.F.) นั้นผู้ทำการศึกษาได้ใช้  
ข้อมูลพิกัดที่หมุดตั้งสถานีฐาน(Base Station) และบริเวณของสถานี  
จร(Rover)(เคลื่อน) มาหาค่าจากโปรแกรมแปลงที่โปรแกรมในการหาค่า  
S.F. เพื่อนำมาเปรียบเทียบผลของค่า S.F. ที่มีผลต่อระยะทางของจีพี  
เอส

The screenshot shows the 'Gazza's Geodetics Calculator' interface. It is configured for UTM projection, WGS 1984 datum, and UTM Zone 47. The base station coordinates are 13° 48' 28.6867" N, 100° 52' 52.7474" E. The rover coordinates are 13° 48' 53.1817" N, 100° 52' 9.3491" E. The calculated scale factor for the base station is 0.99994633, and for the rover, it is 0.99994837. The central scale factor is 0.9996.

ภาพที่ 4.1 หาค่า S.F. จากค่าพิกัด(ที่มา : [homepages.ihug.co.nz](http://homepages.ihug.co.nz))

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองเปรียบเทียบระยะทางที่ได้จากการคิดค่า Scale Factor

S.F. ระยะทาง(m)	1	0.99994633 (Base)	0.99994837 (Rover)	0.9996 (Central S.F.)
100	100	99.994633	99.994837	99.9600
200	200	199.989266	199.989674	199.9200
300	300	299.983899	299.984511	299.8800
400	400	399.978532	399.979348	399.8400
500	500	499.973165	499.974185	499.8000
600	600	599.967798	599.969022	599.7600
700	700	699.962431	699.963859	699.7200
800	800	799.957064	799.958696	799.6800
900	900	899.951697	899.953533	899.6400
1000	1000	999.946330	999.948370	999.6000
2000	2000	1999.892660	1999.896740	1999.2000
3000	3000	2999.838990	2999.845110	2998.8000
4000	4000	3999.785320	3999.793480	3998.4000
5000	5000	4999.731650	4999.741850	4998.0000

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่า เมื่อ Scale Factor เปลี่ยนไป  
ระยะทางที่วัดได้นั้นก็จะแตกต่างกันออกไป หากระยะทางน้อยๆนั้น  
Scale Factor อาจจะไม่มีผลต่อระยะทางมากนัก แต่ถ้าหากระยะทาง  
เพิ่มมากขึ้น Scale Factor ก็จะมีผลต่อระยะทางเพิ่มมากขึ้นไปด้วย  
ดังนั้นในการทำงานด้วย GPS จึงควรตระหนักถึงระยะห่างระหว่าง  
สถานีฐาน(Base) และสถานีจร(Rover) ให้มีระยะห่างที่เหมาะสมและ  
ไม่มีผลกระทบต่อการทำงานหรือมีผลน้อยที่สุด

#### 4.4 การใช้แรงงานด้านวิศวกรรมสำรวจในการให้ตำแหน่งด้วยจีพี เอส และกล้องประมวลผลรวม

จากการศึกษาพบว่า การให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวล  
ผลรวมมีการใช้บุคลากรจำนวนมากเพื่อที่จะให้การทำงานได้ตาม  
ปริมาณที่ต้องการ และต้องใช้อุปกรณ์หลายๆชุด แต่การให้ตำแหน่ง  
ด้วยเครื่องรับสัญญาณจีพีเอสโดยวิธี RTK นั้นสามารถตอบสนองการ  
ทำงานในปริมาณที่มากได้ในเวลาอันรวดเร็วและมีปริมาณการใช้  
บุคลากรด้านสำรวจที่น้อยกว่า

ในตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นได้ว่าการให้ตำแหน่งด้วยจีพี  
เอนั้น ใช้บุคลากรด้านวิศวกรรมสำรวจ ประมาณ 2คน ในขณะที่การ  
ให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวมต้องใช้อย่างน้อยประมาณ 3-4  
คน ระยะเวลาที่ใช้ในการให้ตำแหน่งรวดเร็วและได้ปริมาณมากกว่าใน  
การทำงาน และใช้งบประมาณในเรื่องของแรงงานที่น้อยกว่า

ตารางที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบในการทำงานด้านต่างๆในบริเวณพื้นที่โล่ง

วิธีการ ด้าน	การให้ตำแหน่งด้วยจีพีเอส	การให้ตำแหน่งด้วย กล้องประมวลผลรวม
ด้านบุคคล	-ใช้จำนวนคนในการให้ตำแหน่ง ประมาณ 2 คน ดังนี้ 1.คนเดินสถานีจร(Rover) 2.คนปักตำแหน่ง	-ใช้จำนวนคนในการกำหนดตำแหน่ง ประมาณ 3-4 คน ดังนี้ 1.คนกล้อง 2.คนตั้งเป้าBack sight 3.คนเดินโพล 4.คนปักตำแหน่ง
ปริมาณงาน	ประมาณ 200 ตำแหน่งต่อวัน	ประมาณ 50ตำแหน่งต่อวัน
งบประมาณ (ด้านแรงงาน)	คิดจากค่าแรงขั้นต่ำ300 บาท/วัน = $2 \times 300 = 600$ บาท/วัน	คิดจากค่าแรงขั้นต่ำ300 บาท/วัน = $4 \times 300 = 1,200$ บาท/วัน
ระยะเวลา	ประมาณ 1-2นาที่ ต่อ 1ตำแหน่ง	ประมาณ 5-10นาที่ ต่อ 1ตำแหน่ง
งบประมาณ ด้านเครื่องมือ	<1,000,000บาท/ชุด	>1,000,000บาท/ชุด

## 5.สรุปผล

จากการศึกษารวบรวมข้อมูล ตลอดจนการปฏิบัติงานในภาคสนามเพื่อศึกษาวิธีการที่เหมาะสมในการให้ตำแหน่ง ตลอดจนเปรียบเทียบการทำงานในด้านต่างๆทั้ง ด้านแรงงาน ด้านงบประมาณที่เกิดจากการปฏิบัติงาน ด้านเวลา และปริมาณงานที่ได้ จากการให้ตำแหน่งด้วยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมโดยวิธีการรังวัดแบบจลน์ในทันที(RTK) และการให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวม(Total Station) สามารถที่จะสรุปได้ดังต่อไปนี้

### 5.1 สรุปผลการศึกษา

5.1.1 จากการให้ตำแหน่งด้วยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมโดยวิธีการรังวัดแบบจลน์ในทันที(RTK) พบว่าการให้ตำแหน่งโดยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการให้ตำแหน่งเสาเข็มสถานีรถไฟฯ ได้เนื่องจากเครื่องรับสัญญาณดาวเทียมสามารถทำงานให้ตำแหน่งได้มีความถูกต้องสามารถ

เป็นที่ยอมรับได้ เมื่อระยะห่างระหว่างสถานีฐาน และสถานีจรรนั้น มีระยะทางที่ไม่ไกลเกินไป

5.1.2 การให้ตำแหน่งด้วยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม โดยวิธีการรังวัดแบบจลน์ในทันที(RTK) เหมาะสมสำหรับพื้นที่ที่เปิดโล่ง ไม่มีสิ่งปลูกสร้างหรือต้นไม้บดบังการรับสัญญาณของสถานีจรรซึ่งมีผลต่อความถูกต้องของตำแหน่งทั้งทางราบและทางตั้ง

5.1.3 การให้ตำแหน่งโดยใช้กล้องประมวลผลรวม มีขั้นตอนการทำงานที่ยุ่งยากและซับซ้อน บริเวณที่ปฏิบัติงานมีเครื่องจักรหนักเข้าทำงาน จึงเป็นอุปสรรคต่อการทำงานอย่างมากทำให้ใช้เวลาในการปฏิบัติงานที่นานกว่า

5.1.4 การให้ตำแหน่งด้วยใช้เครื่องรับสัญญาณดาวเทียม โดยวิธีการรังวัดแบบจลน์ในทันที(RTK) ใช้คน เวลา และงบประมาณที่น้อยกว่าการให้ตำแหน่งด้วยกล้องประมวลผลรวม

จากการเปรียบเทียบในทุกๆด้านของการทำงานของทั้งสองวิธี มีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับพื้นที่ที่ปฏิบัติงานจริง ซึ่งทางผู้จัดทำได้ทำตารางสรุปไว้ตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 แสดงการสรุปผลการทดลอง

ด้าน	กล้องประมวลผลรวม	GPS
- ความถูกต้อง	-มีความถูกต้องสูงเป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป	-ความถูกต้องขึ้นอยู่กับจำนวนดาวเทียมและระยะห่างระหว่างสถานีฐานและสถานีจร
- ราคา	-ราคาถูก(ขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องมือ)	-ราคาสูง(ขึ้นอยู่กับความสามารถของอุปกรณ์)
- เวลา	-ใช้เวลาในการทำงานมากมีขั้นตอนหลายขั้นตอน	-ใช้เวลาในการทำงานน้อย
-บุคลากร	-ใช้คนจำนวนมาก	-ใช้คนจำนวนน้อย
-ปริมาณงาน	-ทำงานได้ในปริมาณที่น้อยกว่า	- ทำงานได้มากกว่าเมื่อใช้เวลาเท่ากัน
- ความเหมาะสม	- ทำงานได้ทุกบริเวณตามที่ต้องการ	-เหมาะสำหรับพื้นที่เปิดโล่ง ไม่มีสิ่งปลูกสร้างหรือต้นไม้บดบังการรับสัญญาณ
- ความเหมาะสมด้านราคา	- สามารถใช้งานได้เต็มที่เมื่อเทียบกับราคา	- คุ่มทุนเมื่อเทียบกับการใช้งานระยะยาว

## 6. กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานวิจัยเรื่องการเปรียบเทียบการใช้จีพีเอสกับกล้องประมวลผลรวมในการกำหนดตำแหน่งเสาเข็มของสถานีรถไฟฟ้าComparison between using GPS and Total Station to position stake point of Columns of Railway station ประสบผลสำเร็จได้เนื่องจากได้รับคำแนะนำจากอาจารย์อาทร จุฬารัง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัยที่ให้คำแนะนำและคำปรึกษาตลอดการดำเนินโครงการจนประสบผลสำเร็จ

ขอขอบพระคุณบริษัท ยูนิค เอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนสตรัคชั่น จำกัด(มหาชน) ที่ให้โอกาสได้มาปฏิบัติสหกิจศึกษาและอนุเคราะห์อุปกรณ์เครื่องมือ ขอขอบพระคุณ คุณสุภา ศิริวงศ์ยิ่งเจริญ พี่ๆวิศวกรสำรวจ และพี่ๆsurveyor ทุกท่านที่ทำให้โครงงานวิจัยประสบผลสำเร็จสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายสุดนี้ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงงานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการก่อสร้างและทางด้านวิศวกรรมสำรวจ

## เอกสารอ้างอิง

[1] ก้องไกล สรโยธิน. 2555. เอกสารประกอบการสอน วิชาการรังวัดด้วยดาวเทียม. (มปท.).(อัดสำเนา).

[2] เฉลิมชนม์ สติระพจน์. 2546. การสำรวจรังวัดดาวเทียมจีพีเอสเบื้องต้น. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

[3] ปฐมพงษ์ พลิจัตต และพีรภาพ โพธิ์พงษ์. การทดสอบความสามารถของการรังวัดแบบจลน์ในทันทีและการรังวัดแบบจลน์ในทันทีโดยอาศัยระบบเครือข่ายสถานีฐานในการตรวจสอบในการตรวจสอบเสาเข็ม. วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสำรวจ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล กรุงเทพฯ,2556.

[4] ภาณุพงษ์ วชิระ. ช่างสำรวจ. สัมภาษณ์, 15 กันยายน 2556.

[5] วิชัย เยี่ยงวีรชน. 2553. การสำรวจรังวัดทฤษฎีและการประยุกต์ใช้. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์ มหาวิทยาลัย

[6] Gary Nicholson. **Gazza's Geodetics Calculator**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: <http://homepages.ihug.co.nz/~gazzanic/geodetics.html> (วันที่สืบค้นข้อมูล : 8 กันยายน 2556 ).