



การประมวลผลข้อมูล

สำหรับเนื้อหาในบทนี้จะเกี่ยวข้องกับผลของการประมวลผลข้อมูลด้วยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ที่มีความน่าเชื่อถือสูง โดยในส่วนแรกจะกล่าวถึงลักษณะของข้อมูลนำมาประมวลผล ว่ามีลักษณะอย่างไรและได้มาอย่างไร ส่วนที่สองจะกล่าวถึงผลที่ได้จากการประมวลผลทั้งที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นและที่ได้จากซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์ (SKI-Pro version 2.5) โดยแสดงผลลัพธ์ที่ได้อยู่ในตารางเดียวกันเพื่อให้เห็นถึงความแตกต่าง และในส่วนสุดท้ายจะแสดงถึงผลลัพธ์ที่ได้เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน โดยรายละเอียดในหัวข้อต่าง ๆ มีดังนี้

4.1 ข้อมูลนำเข้า

ในความเป็นจริงแล้วข้อมูลที่ได้จากการรับสัญญาณด้วยระบบดาวเทียมจีพีเอสนั้นค่อนข้างมีความหลากหลาย มีทั้งข้อมูลที่มีค่าความคลาดเคลื่อนแฝงอยู่เพียงเล็กน้อย จนถึงข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนต่างๆ แฝงอยู่มาก ในการทดสอบเพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงผลลัพธ์ของซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนาขึ้นนั้น ได้นำข้อมูลเฉพาะที่ไม่มีมีความคลาดเคลื่อนจากคลื่นหลุดแฝงอยู่เลย (จำนวนดาวเทียมเท่ากันตลอดช่วงที่ประมวลผล) ข้อมูลเฉพาะที่ไม่มีมีความคลาดเคลื่อนจากคลื่นหลุดแฝงอยู่ (จำนวนดาวเทียมไม่เท่ากันตลอดช่วงที่ประมวลผล) ข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากคลื่นหลุด (Cycle Slip) แฝงอยู่ และข้อมูลการรังวัดแบบสถิติมาทำการทดสอบ

การที่จำนวนดาวเทียมไม่เท่ากันตลอดช่วงที่ประมวลผลหมายความว่า การที่ระยะเวลาในช่วงแรกของการประมวลผลนั้นมีจำนวนดาวเทียมจำนวนหนึ่ง สมมติว่าเท่ากับ 5 ดวง แต่ในขณะเวลาถัดไปมีจำนวนดาวเทียมที่เพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งจะเท่ากับ 7 ดวงหรือ 4 ดวง เป็นต้น ซึ่งจะทำให้จำนวนตัวแปรในแต่ละขณะเวลามีขนาดไม่เท่ากัน

โดยในส่วนของข้อมูลที่มีจำนวนดาวเทียมไม่เท่ากันตลอดช่วงที่ประมวลผลนั้นได้มาจากการแก้ไขข้อมูล (ลบดาวเทียมออกในบางช่วงเวลา) ในจุดที่มีจำนวนดาวเทียมเท่ากันตลอด และในส่วนของข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากคลื่นหลุดแฝงอยู่นั้น ได้มาจากการสร้างข้อมูลให้มีความคลาดเคลื่อนจากคลื่นหลุดขึ้น และเพื่อให้เห็นว่าซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นมีความถูกต้องเพียงใด จึงได้ทำการทดสอบข้อมูลเดียวกันนี้กับซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกัน ซึ่งข้อมูลจีพีเอสที่นำมาประมวลผลเส้นฐานแต่ละเส้นจะมีความยาว 10 นาที และมีอัตราถี่ของการเก็บข้อมูลที่ 10 วินาทีและ 15 วินาที โดยรายละเอียดของข้อมูลแต่ละชุดมีดังนี้

4.1.1 ข้อมูลที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนจากคลื่นหลุดแฝงอยู่ (จำนวนดาวเทียมเท่ากัน)

- ข้อมูลชุดที่ 1 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR399 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 870 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 2 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Ashtech รุ่น Z-XII ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 215 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 3 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR530 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 1,975 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 4 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR530 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 8,850 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 5 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR530 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 7,100 เมตร

4.1.2 ข้อมูลที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนจากคลื่นหลุดแฝงอยู่ (จำนวนดาวเทียมไม่เท่ากัน)

- ข้อมูลชุดที่ 1 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR399 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 870 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 2 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Ashtech รุ่น Z-XII ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 215 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 3 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR530 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 1,975 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 4 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR530 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 8,850 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 5 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR530 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 7,100 เมตร

4.1.3 ข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนจากคลื่นหลุด

- ข้อมูลชุดที่ 1 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR399 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 870 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 2 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Ashtech รุ่น Z-XII ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 215 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 3 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR530 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 1,975 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 4 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR530 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 8,850 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 5 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR530 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 7,100 เมตร

และเพื่อให้เห็นว่าซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีความสามารถในการที่จะประมวลผลข้อมูลในลักษณะแบบสถิติได้ จึงได้ทำการทดสอบกับข้อมูลจีพีเอสที่มีความยาว 60 นาที และมีอัตราการเก็บข้อมูลที่ 15 วินาที โดยรายละเอียดของข้อมูลแต่ละชุดมีดังนี้

4.1.4 ข้อมูลแบบสถิติมีความยาวของข้อมูล 60 นาที

- ข้อมูลชุดที่ 1 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR530 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 9,870 เมตร
- ข้อมูลชุดที่ 2 ใช้เครื่องรับยี่ห้อ Leica รุ่น SR530 ความยาวเส้นฐานโดยประมาณ 7,460 เมตร

4.2 ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผล

ผลที่ได้สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 5.1 ถึงตารางที่ 5.4 คอลัมน์แรกของตารางจะเป็นชุดข้อมูลที่นำมาประมวลผลคอลัมน์ที่สองจะเป็นการระบุซอฟต์แวร์ที่ใช้ประมวลผลว่าใช้ซอฟต์แวร์ SKI-Pro หรือซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น คอลัมน์ที่สามถึงห้าจะเป็นค่าความยาวเส้นฐานตามแกน X, Y และ Z ตามลำดับส่วนคอลัมน์ที่หกจะเป็นค่าความยาวเส้นฐาน

ผลที่ได้จากการประมวลผลเส้นฐานแต่ละเส้นด้วยซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5 ปรากฏใน ภาคผนวก ก และผลที่ได้จากการประมวลผลเส้นฐานแต่ละเส้นด้วยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น ปรากฏใน ภาคผนวก ข

4.2.1 ข้อมูลที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนชนิดคลิ่นหลุดแฝงอยู่ (จำนวนดาวเทียมเท่ากัน)

ตารางที่ 4.1 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลชุดต่างๆ ด้วยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

ข้อมูลชุดที่	ซอฟต์แวร์ที่ใช้ประมวลผล	dx (m.)	dy (m.)	dz (m.)	ความยาวเส้นฐาน (ม.)
1	SKI-Pro	44.2165	525.0665	692.8947	870.4901
	พัฒนาขึ้น	44.2150	525.0675	692.8947	870.4906
2	SKI-Pro	-50.9140	-136.2463	-159.5912	215.9275
	พัฒนาขึ้น	-50.9193	-136.2439	-159.5888	215.9254
3	SKI-Pro	285.2082	521.9946	-1883.3194	1975.0225
	พัฒนาขึ้น	285.2084	521.9978	-1883.3190	1975.0230
4	SKI-Pro	5212.5281	2723.5753	-6611.4304	8848.6905
	พัฒนาขึ้น	5212.5194	2723.5720	-6611.4301	8848.6841
5	SKI-Pro	3158.6496	-1118.1959	6254.7745	7095.7475
	พัฒนาขึ้น	3158.6495	-1118.1896	6254.7712	7095.7436

4.2.2 ข้อมูลที่ไม่มี ความคลาดเคลื่อนชนิดคลื่นหลุดแฝงอยู่ (จำนวนดาวเทียมไม่เท่ากัน)

ตารางที่ 4.2 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลชุดต่างๆ ด้วยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

ข้อมูลชุดที่	ซอฟต์แวร์ที่ใช้ประมวลผล	dx (m.)	dy (m.)	dz (m.)	ความยาวเส้นฐาน (ม.)
1	SKI-Pro	44.2150	525.0664	692.8944	870.4897
	พัฒนาขึ้น	44.2150	525.0675	692.8947	870.4906
2	SKI-Pro	-50.9161	-136.2459	-159.5901	215.9269
	พัฒนาขึ้น	-50.9193	-136.2439	-159.5888	215.9254
3	SKI-Pro	285.2118	521.9977	-1883.3191	1975.0236
	พัฒนาขึ้น	285.2084	521.9971	-1883.3196	1975.0234
4	SKI-Pro	5212.5237	2723.5629	-6611.4327	8848.6858
	พัฒนาขึ้น	5212.5196	2723.5712	-6611.4300	8848.6840
5	SKI-Pro	3158.6490	-1118.1862	6254.7717	7095.7433
	พัฒนาขึ้น	3158.6508	-1118.1885	6254.7718	7095.7446

4.2.3 ข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนชนิดคลื่นหลุดแฝงอยู่

ตารางที่ 4.3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลชุดต่างๆ ด้วยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

ข้อมูลชุดที่	ซอฟต์แวร์ที่ใช้ประมวลผล	dx (m.)	dy (m.)	dz (m.)	ความยาวเส้นฐาน (ม.)
1	SKI-Pro	44.2133	525.0701	692.8942	870.4917
	พัฒนาขึ้น	44.2150	525.0675	692.8947	870.4906
2	SKI-Pro	-50.9140	-136.2463	-159.5912	215.9275
	พัฒนาขึ้น	-50.9193	-136.2439	-159.5888	215.9254
3	SKI-Pro	285.2082	521.9946	-1883.3194	1975.0225
	พัฒนาขึ้น	285.2084	521.9978	-1883.3190	1975.0230
4	SKI-Pro	5212.5281	2723.5739	-6611.4309	8848.6905
	พัฒนาขึ้น	5212.5194	2723.5720	-6611.4301	8848.6841
5	SKI-Pro	3158.6493	-1118.1937	6254.7759	7095.7483
	พัฒนาขึ้น	3158.6495	-1118.1896	6254.7712	7095.7436

4.2.4 ข้อมูลแบบสถิติมีความยาวของข้อมูล 60 นาที

ตารางที่ 4.4 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลข้อมูลชุดต่างๆ ด้วยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

ข้อมูลชุดที่	ซอฟต์แวร์ที่ใช้ประมวลผล	dx (m.)	dy (m.)	dz (m.)	ความยาวเส้นฐาน (ม.)
1	SKI-Pro	2821.9049	2738.7543	-9048.9242	9866.4558
	พัฒนาขึ้น	2821.9057	2738.7544	-9048.9270	9866.4587
2	SKI-Pro	3480.9236	-951.2676	6528.6592	7459.5663
	พัฒนาขึ้น	3480.9196	-951.2685	6528.6591	7459.5645

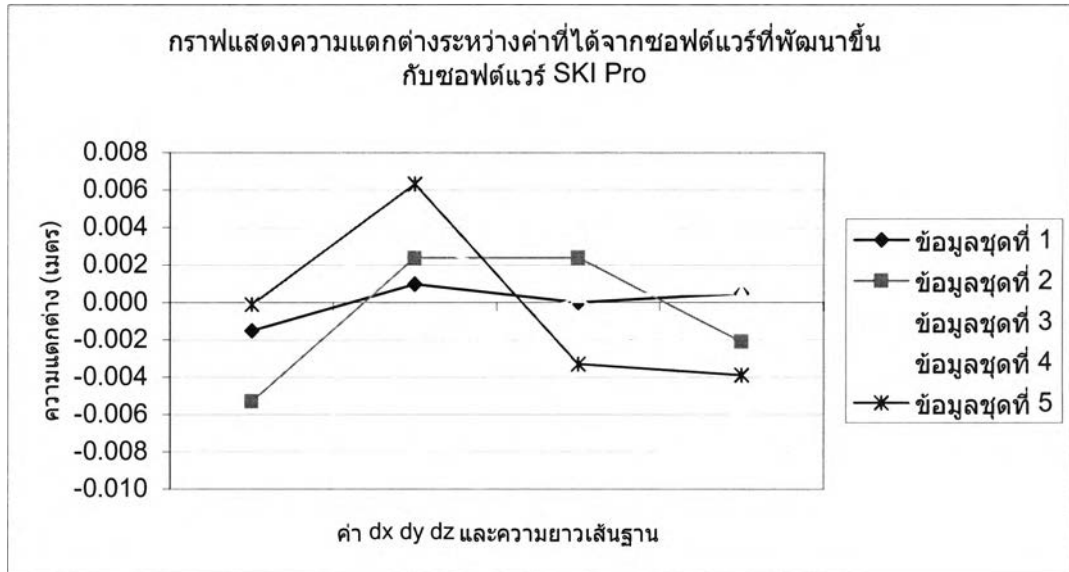
4.3 สรุปผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลเมื่อเทียบกับซอฟต์แวร์เชิงพาณิชย์

ผลต่างที่ได้จากการประมวลผลด้วยซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นเองกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5 นั้น แสดงดังตารางที่ 5.5 ถึง ตารางที่ 5.8 และรูปที่ 5.1 ถึงรูปที่ 5.4 ซึ่งเห็นได้อย่างเด่นชัดว่า ค่าความยาวเส้นฐานที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น มีความใกล้เคียงกับค่าความยาวเส้นฐานที่ได้จากซอฟต์แวร์ SKI-Pro ในระดับมิลลิเมตร

4.3.1 ข้อมูลที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนชนิดคลิ่นหลุดแฝงอยู่ (จำนวนดาวเทียมเท่ากัน)

ตารางที่ 4.5 แสดงผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

ข้อมูลชุดที่	Δx (m.)	Δy (m.)	Δz (m.)	ความแตกต่างของความยาวเส้นฐาน (ม.)
1	-0.0015	0.0010	0.0000	0.0005
2	-0.0053	0.0024	0.0024	-0.0021
3	0.0002	0.0032	0.0004	0.0005
4	-0.0087	-0.0033	0.0003	-0.0064
5	-0.0001	0.0063	-0.0033	-0.0039



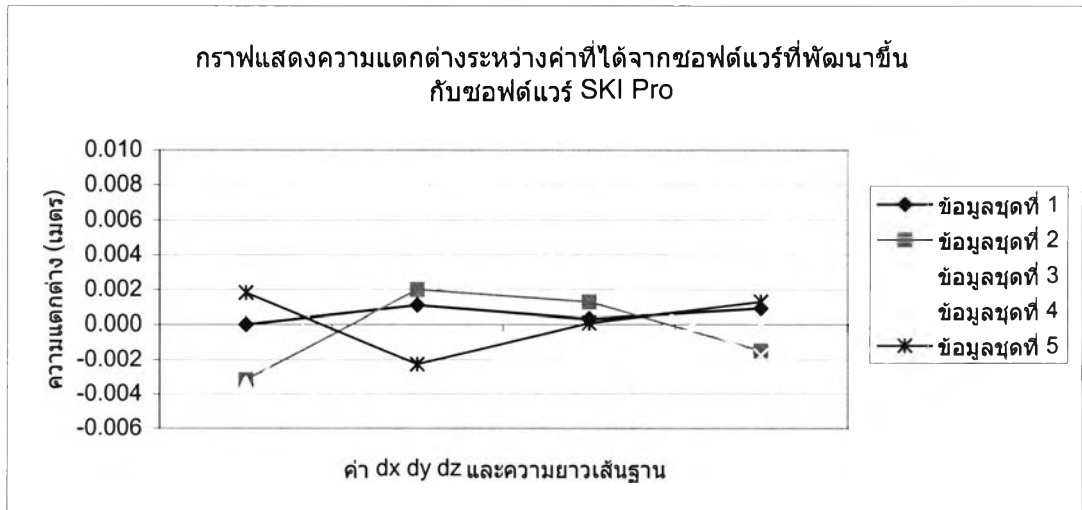
รูปที่ 4.1 แสดงผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

จากรูปที่ 4.1 เป็นกราฟที่แสดงความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5 โดยนำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.5 มาทำการสร้างกราฟแล้วทำการแทนค่าชุดข้อมูลแต่ละชุดด้วยกราฟแต่ละเส้นแยกกัน มีแนวโน้มแทนค่าผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5 แสดงค่าโดยแบ่งออกเป็นค่าความแตกต่างทางแกน x, y, z และความยาวเส้นฐาน ส่วนแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างที่ได้โดยมีหน่วยเป็นเมตร ซึ่งผลของความแตกต่างที่ได้จะเห็นได้ว่ามีขนาดอยู่ในช่วง -0.0087 ถึง 0.0063 เมตร

4.3.2 ข้อมูลที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนชนิดคลิ่นหลุดแฝงอยู่ (จำนวนดาวเทียม ไม่เท่ากัน)

ตารางที่ 4.6 แสดงผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

ข้อมูลชุดที่	Δx (m.)	Δy (m.)	Δz (m.)	ความแตกต่างของความยาวเส้นฐาน (ม.)
1	0.0000	0.0011	0.0003	0.0009
2	-0.0032	0.0020	0.0013	-0.0015
3	-0.0034	-0.0006	-0.0005	-0.0002
4	-0.0041	0.0083	0.0027	-0.0018
5	0.0018	-0.0023	0.0001	0.0013



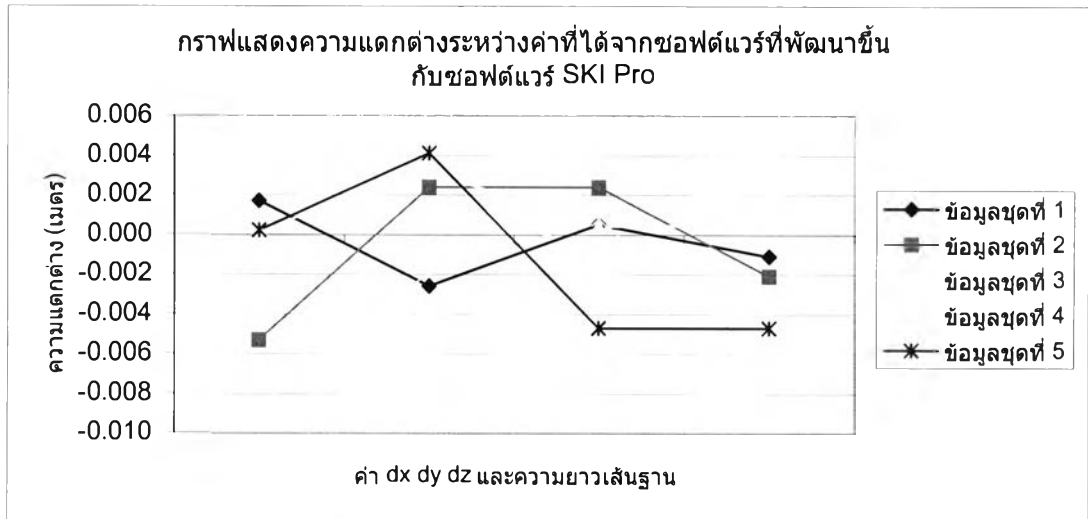
รูปที่ 4.2 แสดงผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

จากรูปที่ 4.2 เป็นกราฟที่แสดงความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5 โดยนำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.6 มาทำการสร้างกราฟ แล้วทำการแทนค่าชุดข้อมูลแต่ละชุดด้วยกราฟแต่ละเส้นแยกกัน มีแนวโน้มแทนค่าผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5 แสดงค่าโดยแบ่งออกเป็นค่าความแตกต่างทางแกน x, y, z และความยาวเส้นฐาน ส่วนแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างที่ได้โดยมีหน่วยเป็นเมตร ซึ่งผลของความแตกต่างที่ได้จะเห็นได้ว่ามีขนาดอยู่ในช่วง -0.0041 ถึง 0.0083 เมตร

4.3.3 ข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนชนิดคลื่อนหลุดแฝงอยู่

ตารางที่ 4.7 แสดงผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

ข้อมูลชุดที่	Δx (m.)	Δy (m.)	Δz (m.)	ความแตกต่างของความยาวเส้นฐาน (ม.)
1	0.0017	-0.0026	0.0005	-0.0011
2	-0.0053	0.0024	0.0024	-0.0021
3	0.0002	0.0032	0.0004	0.0005
4	-0.0087	-0.0019	0.0008	-0.0064
5	0.0002	0.0041	-0.0047	-0.0047



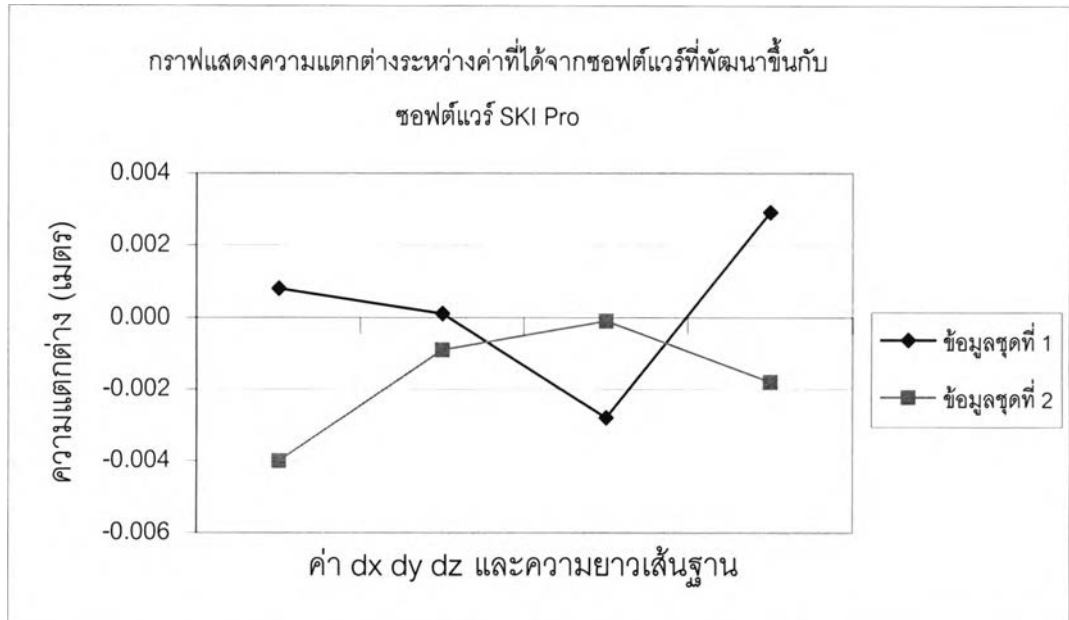
รูปที่ 4.3 แสดงผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

จากรูปที่ 4.3 เป็นกราฟที่แสดงความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5 โดยนำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.7 มาทำการสร้างกราฟ แล้วทำการแทนค่าชุดข้อมูลแต่ละชุดด้วยกราฟแต่ละเส้นแยกกัน มีแนวโน้มแทนค่าผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5 แสดงค่าโดยแบ่งออกเป็นค่าความแตกต่างทางแกน x, y, z และความยาวเส้นฐาน ส่วนแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างที่ได้โดยมีหน่วยเป็นเมตร ซึ่งผลของความแตกต่างที่ได้จะเห็นได้ว่ามีขนาดอยู่ในช่วง -0.0087 ถึง 0.0041 เมตร

4.3.4 ข้อมูลแบบสถิติมีความยาวของข้อมูล 60 นาที

ตารางที่ 4.8 แสดงผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

ข้อมูลชุดที่	Δx (ม.)	Δy (ม.)	Δz (ม.)	ความแตกต่างของความยาวเส้นฐาน (ม.)
1	0.0008	0.0001	-0.0028	0.0029
2	-0.0040	-0.0009	-0.0001	-0.0018



รูปที่ 4.4 แสดงผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5

จากรูปที่ 4.4 เป็นกราฟที่แสดงความแตกต่างระหว่างค่าที่ได้จากซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5 โดยนำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.8 มาทำการสร้างกราฟ แล้วทำการแทนค่าชุดข้อมูลทั้งสองชุดด้วยกราฟแต่ละเส้นแยกกัน มีแนวนอนแทนค่าผลต่างระหว่างซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้นกับซอฟต์แวร์ SKI-Pro version 2.5 แสดงค่าโดยแบ่งออกเป็นค่าความแตกต่างทางแกน x, y, z และความยาวเส้นฐาน ส่วนแนวตั้งแสดงถึงความแตกต่างที่ได้โดยมีหน่วยเป็นเมตร ซึ่งผลของความแตกต่างที่ได้จะเห็นได้ว่ามีขนาดอยู่ในช่วง -0.0040 ถึง 0.0029 เมตร

นอกจากที่ได้ทำการทดสอบกับข้อมูลที่มีความคลาดเคลื่อนจากคลื่นหลุดทั้ง 5 ชุดข้อมูลดังกล่าวแล้ว ยังได้ทดสอบกับชุดข้อมูลอื่น ๆ ที่มีความคลาดเคลื่อนจากคลื่นหลุดขนาดแตกต่างกัน ตั้งแต่ 1 ลูกคลื่นไปจนถึงขนาด 9 ลูกคลื่นแล้วพบว่า ซอฟต์แวร์ที่ได้พัฒนาขึ้นนั้นสามารถทำการตรวจหาและซ่อมแซมได้อย่างถูกต้อง