

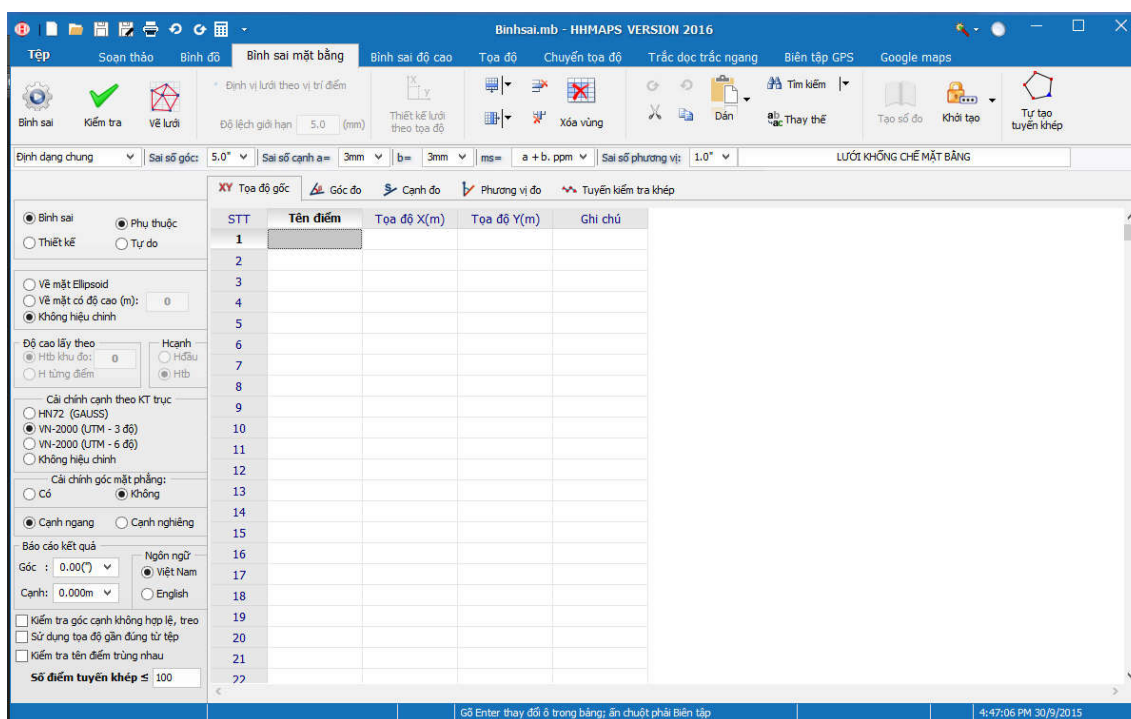
## MỤC LỤC

<b>MỤC LỤC</b> .....	<b>i</b>
<b>1. CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CÁC PHẦN MỀM XỬ LÝ BÌNH SAI</b> .....	<b>2</b>
1.1 <i>GIỚI THIỆU CHUNG</i> .....	2
1.2 <i>QUY ĐỊNH VỀ CẤP LƯỚI THỦY CÔNG</i> .....	4
1.3 <i>CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO LƯỚI THỦY CÔNG</i> .....	5
1.3.1 Phương pháp đo lưới tam giác thủy công.....	6
1.3.2 Phương pháp đo lưới thủy chuẩn thủy công .....	7
1.4 <i>PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ LƯỚI THỦY CÔNG</i> .....	7
1.4.1 Xử lý lưới tam giác thủy công.....	7
1.4.2 Xử lý lưới thủy chuẩn thủy công .....	8
1.5 <i>QUY TRÌNH XÂY DỰNG LƯỚI TAM GIÁC THỦY CÔNG</i> .....	9
1.6 <i>TÍNH CHUYỂN TỌA ĐỘ GPS LƯỚI TAM GIÁC THỦY CÔNG</i> .....	10
1.6.1 Tính chuyển về độ cao mặt chiếu công trình .....	10
1.6.2 Tính chuyển khử biến dạng do phép chiếu phẳng UTM.....	10
<b>2. CHƯƠNG 2. XÂY DỰNG PHẦN MỀM XỬ LÝ BÌNH SAI LƯỚI THỦY CÔNG CÓ KHẢ NĂNG XUẤT KẾT QUẢ SONG NGỮ ANH – VIỆT</b> .....	<b>11</b>
2.1 <i>QUY TRÌNH XÂY DỰNG LƯỚI TAM GIÁC THỦY CÔNG</i> .....	11
2.2 <i>BÌNH SAI TỰ DO KẾT HỢP TRỊ ĐO TOÀN ĐẶC VÀ GPS CHO LƯỚI TAM GIÁC THỦY CÔNG</i> .....	12
2.2.1 Trọng số của trị đo.....	12
2.2.2 Phương pháp bình sai tự do .....	12
<b>3. CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM PHƯƠNG PHÁP BÌNH SAI TỰ DO TRONG XÂY DỰNG LƯỚI THỦY CÔNG CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN ALIN B2</b> .....	<b>16</b>
3.1 <i>KHÁI QUÁT VỀ CÔNG TRÌNH</i> .....	16
3.2 <i>ĐẶC ĐIỂM, QUY MÔ, TÍNH CHẤT CỦA CÔNG TRÌNH</i> .....	17
3.3 <i>KHỐI LƯỢNG KHẢO SÁT CÔNG TRÌNH</i> .....	20
3.4 <i>MÁY MÓC SỬ DỤNG</i> .....	20
3.5 <i>XỬ LÝ SỐ LIỆU</i> .....	21
<b>KẾT LUẬN</b> .....	<b>23</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	<b>24</b>
<b>PHỤ LỤC</b> .....	<b>25</b>

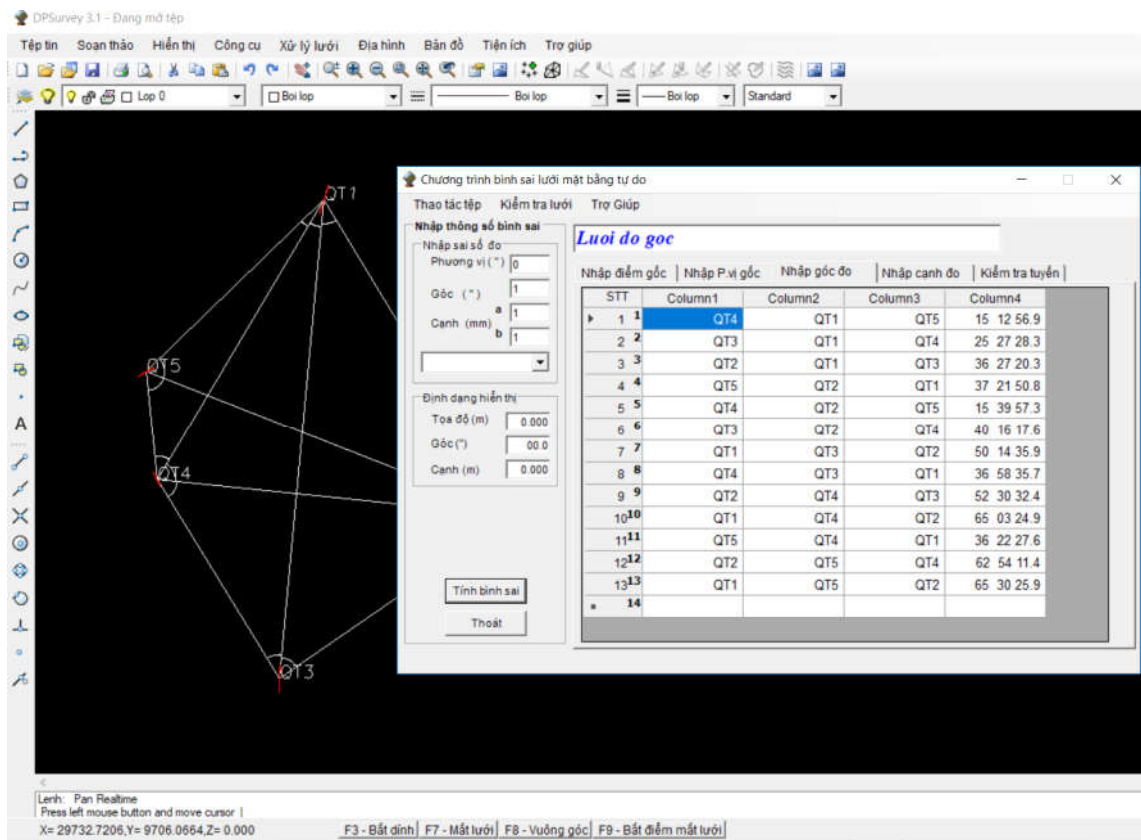
## CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ CÁC PHẦN MỀM XỬ LÝ BÌNH SAI

### 1.1 GIỚI THIỆU CHUNG

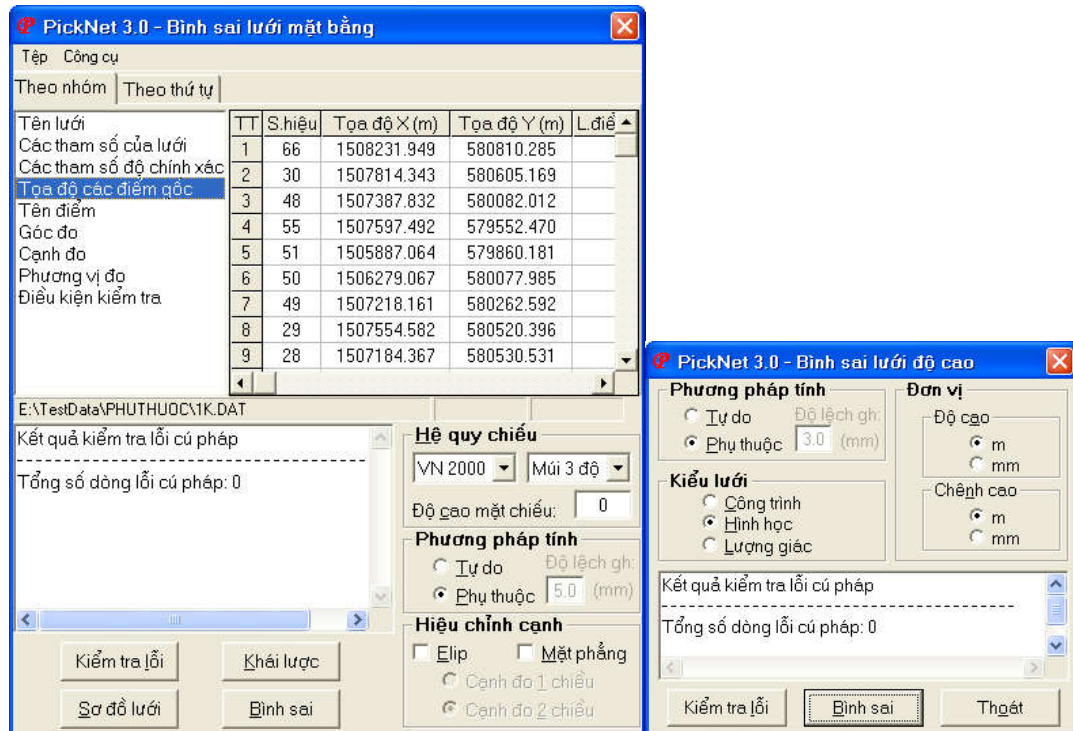
Ở nước ta hiện có khá nhiều phần mềm bình sai lưới như: PickNet của nhóm Pick (tác giả Trần Khánh, Trần Thùy Dương, Nguyễn Thế Công) thuộc trường Đại học Mỏ - Địa chất; Phần mềm DPSurvey của tác giả Nguyễn Kim Lai; Phần mềm HHMaps của tác giả Dương Ngọc Hiền; Phần mềm ProNet của tác giả Nguyễn Quang Khánh, Apnet2012 của tác giả Trần Trung Anh. Các phần mềm này đều dựa trên nguyên lý số bình phương nhỏ nhất, một số phần mềm cũng xuất kết quả Việt – Anh nhưng đa số là riêng biệt;



Hình 1.1 Giao diện phần mềm Hhmaps



Hình 2.2 Giao diện phần mềm DPSurvey



Hình 1.3 Giao diện phần mềm PickNet

## 1.2 QUY ĐỊNH VỀ CẤP LƯỚI THỦY CÔNG

Theo quyết định số 16/2005/NĐ-CP ngày 07/02/2005 của Thủ tướng chính phủ: Tất cả các công trình thủy điện nhóm A và nhóm B trước khi thi công đều phải xây dựng lưới không chế thi công chuyên dụng gọi là lưới tam giác thủy công và thủy chuẩn thủy công [3,4].

**Lưới tam giác thủy công, thủy chuẩn thủy công được xây dựng với mục đích làm cơ sở toạ độ, độ cao gốc thống nhất cho công trình phục vụ thi công, hoàn công công trình như:**

- Đưa tim các hạng mục công trình thiết kế ra thực địa;
- Bố trí, theo dõi, điều chỉnh lắp đặt các cấu kiện cơ khí, công nghệ;
- Là cơ sở theo dõi, kiểm tra, bổ sung, điều chỉnh và khôi phục các tim, trục, các đường biên công trình trong quá trình thi công, lắp máy, hoàn công và nghiệm thu công trình;
- Đo vẽ các bản đồ tỉ lệ lớn, các mặt cắt địa hình để chính xác hoá khối lượng thi công...
- Là cơ sở để xây dựng các lưới quan trắc biến dạng công trình cũng như nâng cấp, cải tạo sửa chữa sau này.

Các công trình thủy điện nói chung khi thi công độ ổn định của mốc bị ảnh hưởng rất lớn bởi công tác thi công như nổ mìn, san ủi, đào đắp ... Vì vậy nhiệm vụ đặt ra là cần xây dựng một hệ thống mốc tam giác thủy công và thủy chuẩn thủy công thống nhất cho các khu vực nêu trên. Các mốc phải đảm bảo độ bền vững và tính ổn định trong suốt quá trình từ khi khởi công đến lúc hoàn thiện công trình.

Căn cứ theo quy định Xây dựng lưới tam giác thủy công, lưới thủy chuẩn thủy công phục vụ thi công và quản lý vận hành các công trình thủy điện, ban hành theo quyết định số 4389/CV-EVN-TĐ ngày 26/8/2005 của Tổng Công ty Điện lực Việt Nam thì cấp hạng và độ chính xác của hệ thống lưới tam giác và thủy chuẩn thủy công cần phải xây dựng theo các tiêu chuẩn sau [4]:

*Bảng 1.1: Cấp thiết kế của công trình và cấp hạng của lưới thủy công*

Cấp thiết kế của công trình	Công suất nhà máy điện (MW)	Cấp hạng của lưới tam giác thủy công	Cấp hạng của lưới thủy chuẩn thủy công
I	$\geq 300$	I	I
II	$50 \div 300$	II	I
III ÷ IV ÷ V	$< 50$	III	II

Căn cứ vào cấp thiết kế của công trình thủy điện, từ đó xác định độ chính xác của lưới tam giác thủy công và thủy chuẩn thủy công tương ứng.

*Bảng 1.2: Cấp hạng của lưới tam giác thủy công*

Cấp hạng lưới tam giác thủy công	Chiều dài cạnh (km)	SSTP đo góc (")	Sai số khép tam giác (")	Sai số chiều dài cạnh yếu nhất (ms/S)
I	$0.5 \div 1,5$	$\pm 1,0$	$\pm 3,5$	$1/200.000$
II	$0.3 \div 1,0$	$\pm 1,5$	$\pm 5,0$	$1/150.000$
III	$0.2 \div 0,8$	$\pm 2,0$	$\pm 7,5$	$1/70.000$

*Bảng 1.3: Cấp hạng của lưới thủy chuẩn thủy công*

Cấp hạng lưới thủy chuẩn thủy công	Sai số khép tuyến thủy chuẩn (mm)	Ghi chú
I	$\pm 5\sqrt{L}$	L là chiều dài tuyến khép thủy chuẩn tính bằng đơn vị Km
II	$\pm 10\sqrt{L}$	

### 1.3 CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐO LƯỚI THỦY CÔNG

Theo quy định: việc đo lưới thủy công phải phù hợp với cấp hạng đã xác định theo quy mô của công trình thủy điện. Trong thời gian 2 năm đầu thi công công trình, hệ thống mốc tam giác thủy công và thủy chuẩn thủy công phải được định kỳ đo lại 1 lần/năm để kiểm tra, đánh giá độ ổn định, phát hiện các biến dạng của các mốc do thiên nhiên hoặc con người nhằm hiệu chỉnh kịp thời và xây dựng mới. Trong suốt quá trình thi công công trình, nếu phát hiện dấu hiệu dịch chuyển vị trí các mốc bằng mắt thường (do tác động của động đất, nổ mìn, đào đắp, trượt lở...) của điểm nào trong hệ thống lưới tam giác thủy công, thủy chuẩn thủy công

thì cần đo lại ngay lưới đó, hoặc thông báo để loại bỏ các điểm bị dịch chuyển không được sử dụng.

### 1.3.1 Phương pháp đo lưới tam giác thủy công

Do lưới được thiết kế dọc 2 bờ sông, để tránh những sai số chiết quang ảnh hưởng đến chất lượng đo đạc cần chọn thời điểm đo cạnh, đo góc cho thích hợp. Đối với ngày nắng to khoảng thời gian: Sáng, trước khi mặt trời mọc 1 giờ. Chiều, sau khi mặt trời lặn 1 giờ là tốt nhất. Hoặc nên lựa những ngày nắng, gió nhẹ.

*a. Đo cạnh:* Mỗi cạnh của lưới được đo đi và đo về mỗi lượt 6 lần đo.

Đồng thời khi đo cạnh, đo cả góc thiên đỉnh các hướng với 1 vòng đo.

*b. Đo góc:* Các góc ngang được đo toàn vòng với một trong các máy TCR1201, TC1700, TC 1800, TC-2003. Quy định về đặt vị trí bàn độ trong các vòng đo tuân thủ theo như qui phạm hiện hành.

*c. Đo GPS:* Các máy được bố trí đo đồng thời tạo thành các đồ hình phù hợp.

Trước khi đo phải lập lịch vệ tinh theo yêu cầu:

Số vệ tinh tối thiểu quan sát được 5 vệ tinh

Hệ số suy giảm độ chính xác PDOP  $\leq 4$

Thời gian đo tối thiểu là 2h.



Hình 1.6 Đo lưới tam giác thủy công bằng GPS và toàn đạc [10]

### 1.3.2 Phương pháp đo lưới thủy chuẩn thủy công

Công tác đo thủy chuẩn thủy công chỉ được triển khai khi đã có hệ thống giao thông tương đối thuận tiện trong khu vực công trình vì đây là lưới thủy chuẩn có độ chính xác cao, các tuyến đo được thiết kế dọc theo các đường thi công.

Lưới sẽ được đo tạo thành các vòng khép kín tạo bởi các điểm nút. Công tác đo đạc lưới thủy chuẩn thủy công theo qui trình đo thủy chuẩn hạng II Nhà nước. Đo bằng phương pháp thủy chuẩn trạm máy giữa, có đo đi đo về, các chỉ tiêu phải đạt theo cấp hạng đã thiết kế.



Hình 1.7 Đo lưới thủy chuẩn thủy công thủy điện Alin B2 [10]

## 1.4 PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ LƯỚI THỦY CÔNG

### 1.4.1 Xử lý lưới tam giác thủy công

Lưới tam giác thủy công có yêu cầu độ chính xác cao hơn nhiều so với lưới đo vẽ bản đồ, tuy nhiên tọa độ mốc thủy công phải phù hợp với hệ thống khống chế đã có. Để thỏa mãn yêu cầu trên khi tính toán bình sai lưới, các số liệu đo nối với mạng lưới cũ và điểm tọa độ cơ sở chỉ dùng làm số liệu góc cần thiết tối thiểu để định vị lưới vào hệ thống tọa độ công trình đang sử dụng. Các số liệu đo nối với lưới khống chế đo vẽ bản đồ mặt cắt chỉ mang tính chất định vị. Để các số liệu này không ảnh hưởng đến cấu trúc nội tại của lưới, yêu cầu sử dụng phương pháp bình sai lưới tự do.

Việc xử lý số liệu lưới tam giác thủy công là khá phức tạp, cần chú ý đến độ cao mặt chiếu lựa chọn của công trình thủy điện, sự biến dạng của phép chiếu phẳng hệ quy chiếu tọa độ. Trong đó trị đo toàn đạc (góc, cạnh) chỉ đo được các điểm thông hướng, trị đo GPS đo tất cả các điểm và sẽ lấy trị đo những cạnh không đo được trực tiếp bằng toàn đạc. Vấn đề kết hợp trị đo toàn đạc và trị đo GPS trong bình sai tự do. Đây là vấn đề được trình bày trong chương 2.

#### **1.4.2 Xử lý lưới thủy chuẩn thủy công**

Công việc tính toán xử lý số liệu được tiến hành theo 2 bước:

**Bước 1:** Kiểm tra, tính khái lược ngoại nghiệp

- Đánh giá chất lượng đo ngoại nghiệp, xác định sai số trung phương của các đoạn chênh cao đo được.

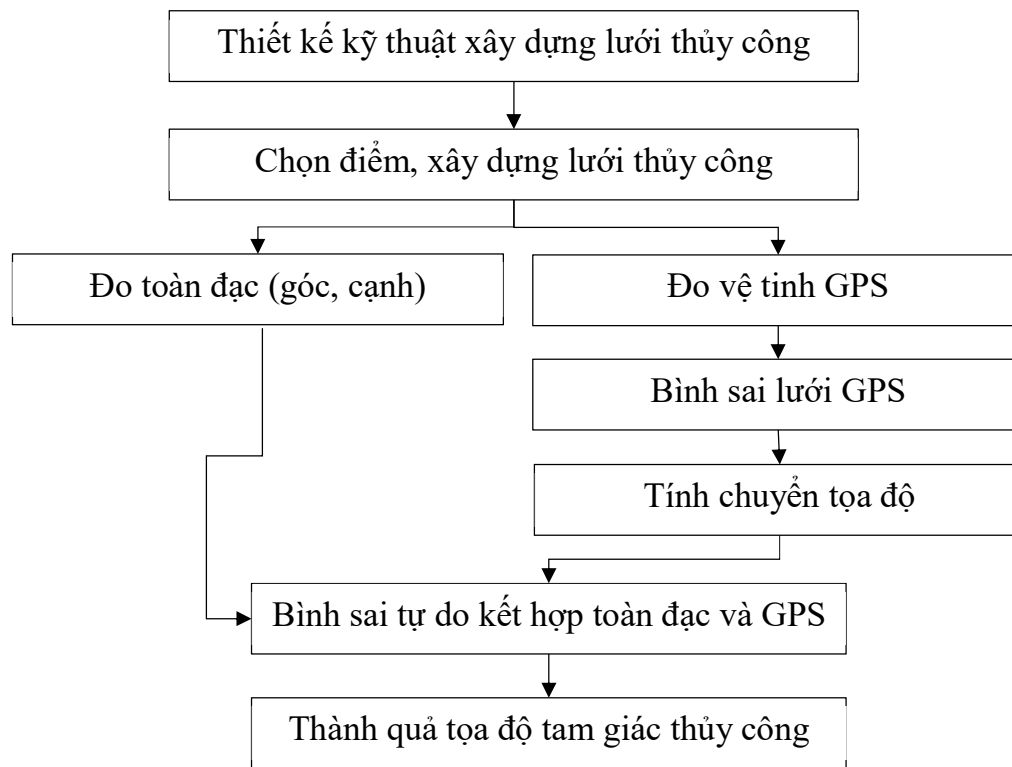
- Kiểm tra sơ bộ sai số khép vòng, khép tuyến.

**Bước 2:** Tiến hành công tác bình sai chặt chẽ.

Bình sai chặt chẽ theo phương pháp bình sai gián tiếp theo nguyên lý số bình phương nhỏ nhất bằng phần mềm chuyên dụng. Các điểm độ cao cũ đo nối được dùng như điểm độ cao khởi tính và để kiểm tra. Sau khi cân bằng hệ thống độ cao sẽ chọn độ cao chuẩn cho công trình. Đối với lưới thủy chuẩn thủy công chỉ cần bình sai theo phương pháp phụ thuộc. Vấn đề xử lý khá đơn giản với phần mềm chuyên dụng.



## 1.5 QUY TRÌNH XÂY DỰNG LƯỚI TAM GIÁC THỦY CÔNG



Hình 2.1 Quy trình xây dựng lưới tam giác thủy công

Trong quy trình ở hình 2.1, các bước thiết kế kỹ thuật, chọn điểm xây mốc, việc đo toàn đạc (các điểm có khả năng thông hướng) và đo vệ tinh GPS (với tất cả các điểm thủy công) đã được trình bày trong chương 1. Việc bình sai GPS theo phương pháp xử lý lưới đo tương đối tĩnh hoặc tĩnh nhanh thông thường bằng các phần mềm TBC, Compass... với điểm gốc là các điểm địa chính cơ sở các cấp hạng, hoặc là các điểm mốc đã sử dụng trong giai đoạn khảo sát dự án đo đạc bản đồ. Sau khi xử lý bình sai GPS sẽ nhận được tọa độ, độ cao của các điểm tam giác thủy công, giá trị tọa độ này chỉ là cơ sở có ý nghĩa định vị ban đầu đối với lưới tam giác thủy công.

Đến đây một số vấn đề xử lý lưới đặt ra các yêu cầu cho độ chính xác cao như: tính chuyển tọa độ về hệ cân bằng (nhưng vẫn thuộc hệ tọa độ quốc gia đã khảo sát ở giai đoạn đo vẽ bản đồ, không làm ảnh hưởng đến cấu trúc nội tại của lưới và tôn trọng trị đo toàn đạc phục vụ thi công).

## 1.6 TÍNH CHUYỂN TỌA ĐỘ GPS LƯỚI TAM GIÁC THỦY CÔNG

### 1.6.1 Tính chuyển về độ cao mặt chiếu công trình

Sau khi nhận được thành quả tọa độ từ bình sai GPS, cần tính chuyển tọa độ này về hệ cân bằng quốc gia, điều này cần xác định độ cao mặt chiếu của công trình và điểm trọng tâm lưới (trong thiết kế kỹ thuật). Có thể sử dụng độ cao GPS làm cơ sở để tính toán.

Số cải chính độ cao mặt chiếu dựa trên công thức sau [11]:

$$\Delta S_h = -\frac{h}{R}S$$

Trong đó:  $h$  là độ cao trung bình của cạnh;

$S$  là cạnh đo GPS của điểm thủy công so với điểm trọng tâm, hoặc các cạnh đo GPS trực tiếp;

$R=6378000$  (m) là bán kính trái đất;

### 1.6.2 Tính chuyển khử biến dạng do phép chiếu phẳng UTM

Việc cải chính trị đo cạnh GPS để khử đi sự biến dạng của phép chiếu phẳng UTM được xác định theo công thức như sau [11]:

$$S_c = 0.9999 \left( 1 + \frac{Y_{tb}^2}{2R^2} \right) S$$

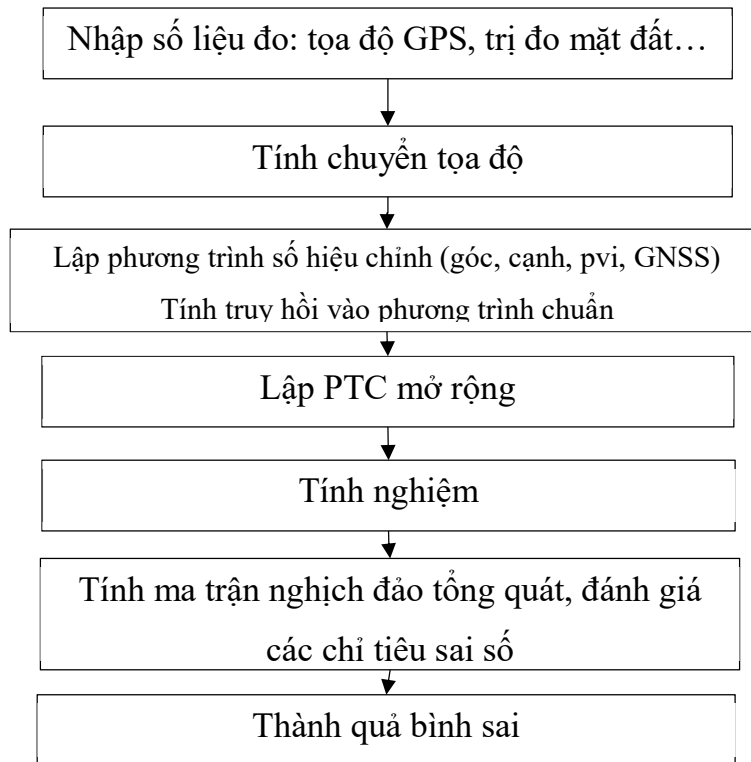
Trong đó:  $Y_{tb}$  là tọa độ trung bình của cạnh;

$S$  là cạnh đo GPS của điểm thủy công so với điểm trọng tâm, hoặc các cạnh đo GPS trực tiếp;

$R=6378000$  (m) là bán kính trái đất;

## CHƯƠNG 2. XÂY DỰNG PHẦN MỀM XỬ LÝ BÌNH SAI LƯỚI THỦY CÔNG CÓ KHẢ NĂNG XUẤT KẾT QUẢ SONG NGỮ ANH – VIỆT

### 2.1 QUY TRÌNH XÂY DỰNG LƯỚI TAM GIÁC THỦY CÔNG



Hình 2.1 Quy trình xây dựng lưới tam giác thủy công

Trong quy trình ở hình 2.1, các bước thiết kế kỹ thuật, chọn điểm xây mốc, việc đo toàn đạc (các điểm có khả năng thông hướng) và đo vệ tinh GPS (với tất cả các điểm thủy công) đã được trình bày trong chương 1. Việc bình sai GPS theo phương pháp xử lý lưới đo tương đối tĩnh hoặc tĩnh nhanh thông thường bằng các phần mềm TBC, Compass... với điểm gốc là các điểm địa chính cơ sở các cấp hạng, hoặc là các điểm mốc đã sử dụng trong giai đoạn khảo sát dự án đo đạc bản đồ. Sau khi xử lý bình sai GPS sẽ nhận được tọa độ, độ cao của các điểm tam giác thủy công, giá trị tọa độ này chỉ là cơ sở có ý nghĩa định vị ban đầu đối với lưới tam giác thủy công.

Đến đây một số vấn đề xử lý lưới đặt ra các yêu cầu cho độ chính xác cao như: tính chuyển tọa độ về hệ cân bằng (nhưng vẫn thuộc hệ tọa độ quốc gia đã

khảo sát ở giai đoạn đo vẽ bản đồ, không làm ảnh hưởng đến cấu trúc nội tại của lưới và tôn trọng trị đo toàn đạc phục vụ thi công).

## 2.2 BÌNH SAI TỰ DO KẾT HỢP TRỊ ĐO TOÀN ĐẠC VÀ GPS CHO LƯỚI TAM GIÁC THỦY CÔNG

### 2.2.1 Trọng số của trị đo

Công tác xử lý số liệu lưới tam giác thủy công được tiến hành theo phương pháp bình sai tự do với trị khởi tính là tọa độ bình sai vệ tinh sau khi tính chuyển cùng trị đo toàn đạc điện tử kết hợp với trị đo cạnh vệ tinh (cho những cạnh không thể đo trực tiếp bằng toàn đạc). Với trọng số được tính trên cơ sở sai số đo theo thông số kiểm định của máy như sau:

Bảng 2.1 Thông số kiểm định máy đo toàn đạc và vệ tinh

Trị đo	Thông số kiểm định	Trọng số	Ghi chú
Góc toàn đạc	$M_g = 1''$	$P_g = 1$	$C = M_g$ , TCR1201
Cạnh toàn đạc	$M_d = 1\text{mm} + 1.5\text{ppm}$	$P_d = 1/M_d^2$	$C = M_g$ , TCR1201
Cạnh vệ tinh	$M_{vt} = 3\text{mm} + 0.1\text{ppm}$	$P_{vt} = 1/M_{vt}^2$	$C = M_g$ , Trimble R4

Việc kết hợp trị đo mặt đất vệ tinh đảm bảo độ hình chặt chẽ vì địa hình vùng núi bị chia cắt, khó đảm bảo tầm thông hướng đến tất cả các điểm. Quá trình xử lý bình sai đạt khi độ lệch của tọa độ thủy công khởi tính so với tọa độ thủy công sau bình sai đúng theo yêu cầu kỹ thuật. Do vậy phải xử lý bình sai lặp như sau

Lần 1: khởi tính tọa độ vệ tinh đã tính chuyển, trị đo góc toàn đạc (góc, cạnh), trị đo cạnh vệ tinh (đã tính chuyển).

Lần 2: khởi tính tọa độ bình sai của lần 1, trị đo góc toàn đạc (góc, cạnh), trị đo cạnh vệ tinh (đã tính chuyển).

Lần 3,4: nếu cần thiết...

Trong thực tế xử lý ở các công trình thủy điện, chỉ cần tính bình sai 2 lần là đạt độ chính xác cao.

### 2.2.2 Phương pháp bình sai tự do

Trong bình sai tự do thì giá trị tọa độ gốc chỉ có ý nghĩa là hệ tham khảo, không ảnh hưởng đến thành quả bình sai. Điều này phù hợp với lưới tam giác thủy công, có thể dùng để đánh giá độ chuyển dịch của tọa độ, định vị phù hợp nhất với thực tế, tôn trọng trị đo và bình sai tự do chủ yếu giải quyết mâu thuẫn của điều kiện trị đo.

Về lý thuyết bình sai tự do được GS Tao Benzao trình bày trong cuốn sách mà nhóm dịch giả do PGS.TS Phan Văn Hiến dịch thuật ở cuốn sách Bình sai tự

do và Phân tích biến dạng [1]. Trong báo cáo học thuật này, tác giả trình bày phương pháp bình sai tự do sử dụng thông dụng nhất là Bình sai tự do khuyết hạng với nghiệm chuẩn nhỏ nhất và bình sai tự do tựa ổn định khi đánh giá sự ổn định của lưới tam giác thủy công. Mô hình của bài toán được trình bày như sau:

### ***Bình sai tự do khuyết hạng***

Bước 1. Lập phương trình sai số:  $V = AX - L$  với trọng số P

Trong đó: V là số hiệu chỉnh của trị đo (góc, cạnh, phương vị);

X là ẩn số, là số hiệu chỉnh của tọa độ điểm;

A là ma trận hệ số, các giá trị đạo hàm riêng của ẩn số;

L là số hạng tự do là sự chênh lệch giữa trị đo và trị gần đúng tính từ giá trị gần đúng của tọa độ điểm;

P là trọng số của trị đo.

Các giá trị này có thể tham khảo trong tài liệu [2]

Bước 2. Lập phương trình chuẩn:  $NX = A^T P L$

Trong đó  $N = A^T P A$  là ma trận phương trình chuẩn;

N không tồn tại ma trận nghịch đảo Cayley  $N^{-1}$  vì bị suy biến, ma trận N có hạng r (rank) nhỏ hơn số ẩn n (do vậy gọi là khuyết hạng), dẫn tới nghiệm X không phải là duy nhất;

Trong bình sai tự do khuyết hạng, nếu chỉ tìm nghiệm của ẩn số theo nguyên tắc số bình phương nhỏ nhất như bình sai kinh điển, thì sẽ không được nghiệm duy nhất. Để có được nghiệm duy nhất, trên nguyên tắc cơ bản của bình sai (nguyên tắc số bình phương nhỏ nhất), cần phải có thêm điều kiện, các điều kiện này phải đảm bảo nghiệm tìm được của các ẩn số là nghiệm tối ưu. Nghiệm tối ưu và duy nhất đó chính là nghiệm chuẩn (norm hay modul nhỏ nhất của phương trình chuẩn);

Giả thiết  $X = (x_1 \ x_2 \ \dots \ x_n)^T$  là một nghiệm thỏa mãn phương trình chuẩn thì căn bậc hai của tổng bình phương của nó là:

$$\|X\| = (X^T X)^{\frac{1}{2}} = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2}$$

Gọi là chuẩn (norm hay module) của vector X, ý nghĩa hình học là chiều dài (độ lớn) của vector X. Nếu trong nghiệm chung của phương trình chuẩn có 1 nghiệm

X thỏa mãn chuẩn nhỏ nhất, thì nghiệm đó gọi là nghiệm chuẩn nhỏ nhất, điều kiện thỏa mãn chuẩn nhỏ nhất gọi là điều kiện chuẩn nhỏ nhất, được biểu thị:

$$\|X\| = \min \text{ hoặc } X^T X = \min$$

Từ điều kiện này, ta áp dụng để tìm nghịch đảo tổng quát, giúp có nghiệm duy nhất;

Bước 3. Tính  $(NN)^-$  và  $N_m^- = N(NN)^-$

Ma trận  $N_m^-$  gọi là nghịch đảo chuẩn nhỏ nhất;

Ma trận  $(NN)^-$  được tính như sau:

- Tính  $r = \text{Rank}(NN)$ ; và thường thì  $r < n$ ;

- Lấy ma trận con cấp  $r$  bên trái phía trên của  $NN$  có định thức khác 0, ta được  $M = (NN)_r$ , tồn tại nghịch đảo  $M^{-1}$ ;

- Ta tính  $(NN)^- = \begin{bmatrix} M^{-1} & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$  với 0 là các phần tử 0 lấp đầy ma trận để có

kích thước  $n \times n$ ;

- Từ đó ta tính ma trận nghịch đảo chuẩn nhỏ nhất  $N_m^-$ ;

Bước 4. Tính nghiệm  $X = N_m^-(A^T P L)$

Bước 5. Kết quả bình sai  $X_{bs} = X_0 + X$

Bước 6. Đánh giá độ chính xác:

Sai số trung phương trọng số đơn vị:  $\hat{\sigma}_0 = \pm \sqrt{\frac{V^T P V}{n-r}}$

Ma trận hiệp trọng số đảo của X được tính như sau:

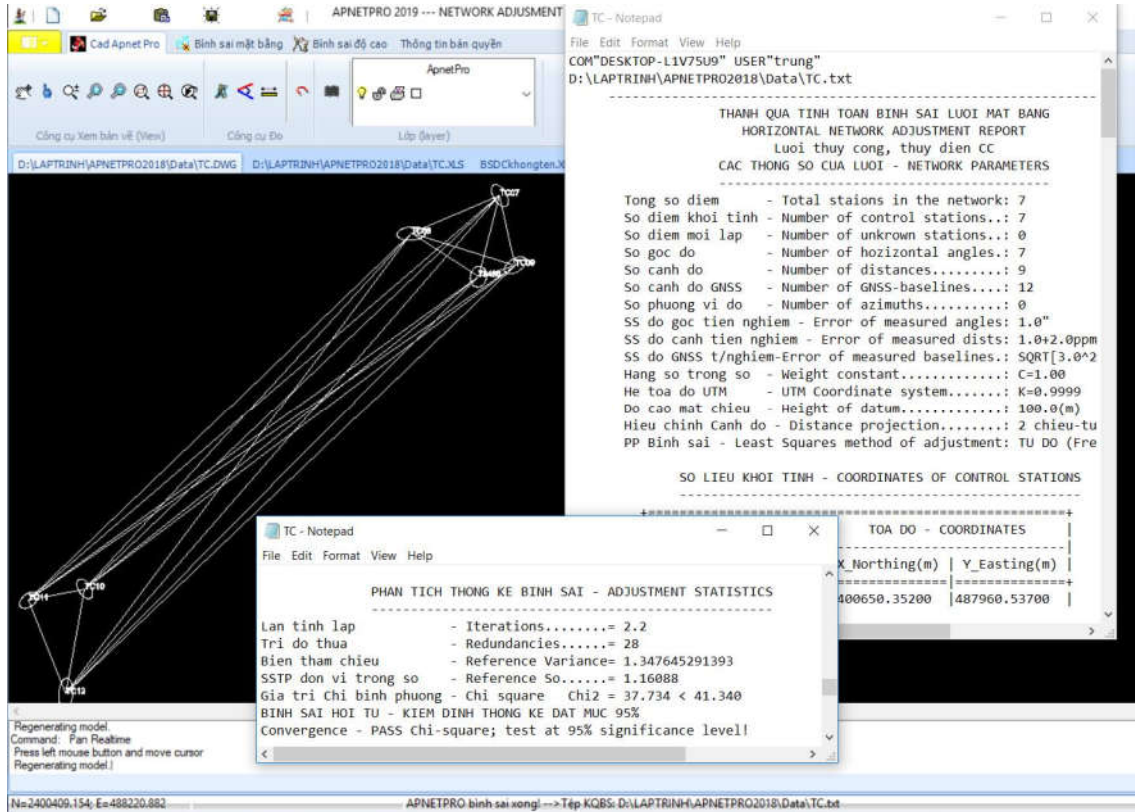
$$Q_{xx} = N_m^- N_m^- N = N^+$$

Ma trận  $N^+$  có thể dùng tìm nghiệm X cũng được, cũng như dùng để đánh giá độ chính xác của ẩn số X và các tham số khác trong lưới khi lập hàm trọng số;

Trên cơ sở thuật toán trên, tác giả xây dựng phần mềm xử lý số liệu APNETPRO có các chức năng: bình sai lưới mặt bằng (phụ thuộc, tự do), bình sai lưới độ cao (phụ thuộc, tự do), tính chuyển hệ tọa độ....

Các bảng biểu, báo cáo kết quả bình sai được xuất ở dạng song ngữ Anh – Việt, cụ thể như phần thực nghiệm. Từ thông số lưới, bảng tính chuyển tọa độ,

đánh giá độ ổn định mốc, các trị đo bình sai, đánh giá chất lượng từng trị đo dựa vào kiểm định thống kê (phát hiện sai số thô).



Hình 2.2 Giao diện phần mềm ApnetPro

### **CHƯƠNG 3. THỰC NGHIỆM PHƯƠNG PHÁP BÌNH SAI TỰ DO TRONG XÂY DỰNG LƯỚI THỦY CÔNG CÔNG TRÌNH THỦY ĐIỆN ALIN B2**

#### **3.1 KHÁI QUÁT VỀ CÔNG TRÌNH**

Dự án thủy điện Thác Cá 1, 2 và thủy điện Đồng Sung nằm trên suối Ngòi Thia, thuộc địa phận xã An Lương, huyện Văn Chấn và một số xã thuộc huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái. Cách Hà Nội 210 km về phía Tây Bắc.

Thủy điện Thác Cá 1 có tuyến đập đầu mối được xây dựng tại khu vực ngã ba suối Nà Tát và suối Ngòi Thia, cách đập tràn về phía thượng lưu khoảng 250m. Vị trí địa lý vùng dự kiến xây dựng công trình có tọa độ như sau:

+ Tuyến đập: 21<sup>0</sup>41'05" độ vĩ Bắc, 104<sup>0</sup>36'42" độ kinh Đông.

+ Tuyến nhà máy: 21<sup>0</sup>41'05" độ vĩ Bắc, 104<sup>0</sup>36'42" độ kinh Đông.

Thủy điện Thác Cá 2 có tuyến đập đầu mối và nhà máy nằm trên suối Ngòi Thia đoạn thuộc thôn Cánh Tiên 2, xã Mỏ Vàng, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái. Cách vị trí nhà máy dự kiến của thủy điện Thác Cá 1 khoảng 6,3km về phía hạ lưu suối Ngòi Thia.

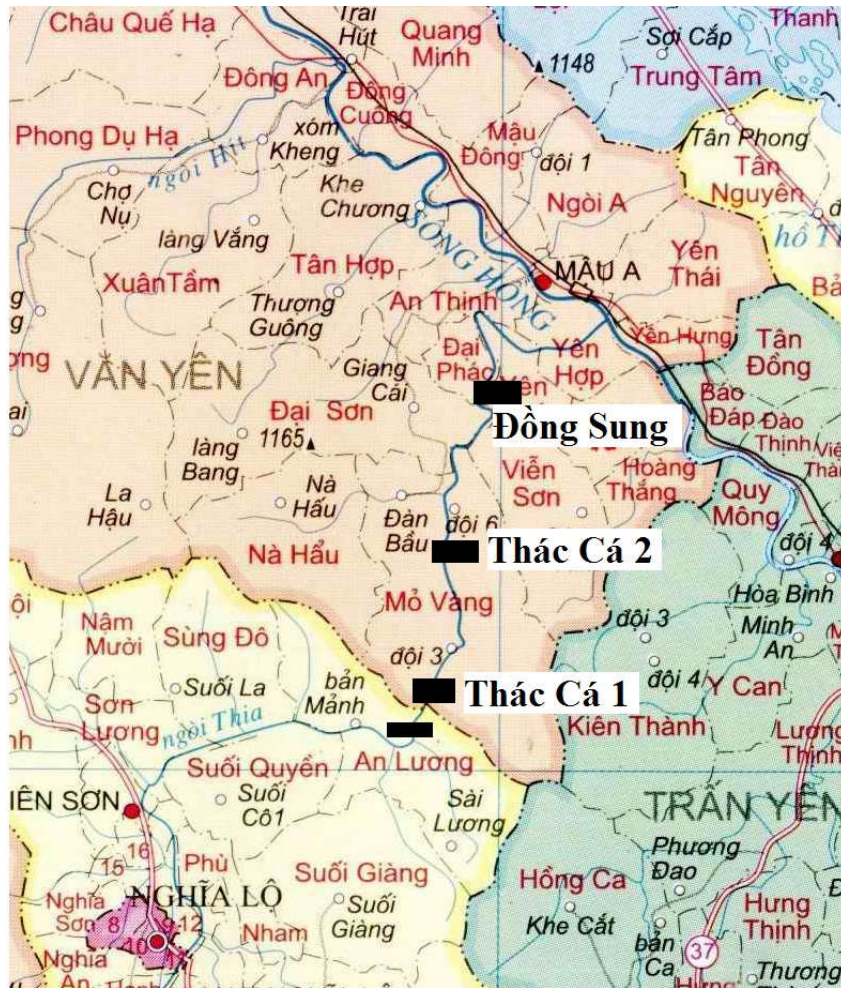
Thủy điện Đồng Sung có tuyến đập đầu mối, đường ống áp lực và nhà máy nằm trên suối Ngòi Thia đoạn thuộc thôn Đồng Sung, xã Viễn Sơn, huyện Văn Yên, tỉnh Yên Bái. Cách vị trí nhà máy dự kiến của thủy điện Thác Cá 2 khoảng 10,5 km về phía hạ lưu suối Ngòi Thia.

Lưu vực Ngòi Thia nằm trong vùng núi cao, thuộc sườn phía Bắc của dãy núi Hoàng Liên Sơn, có độ cao biến đổi rất mạnh từ 2200m÷400m. Độ cao trung bình lưu vực khoảng 907m, địa hình lưu vực có xu thế giảm dần từ thượng lưu về hạ lưu theo hướng chảy của sông. Đây là vùng núi có địa hình biến đổi khá phức tạp, lưu vực dốc. Sông suối trong lưu vực phân bố theo dạng lá cây, mật độ lưới sông khá dày so với các lưu vực khác.

Rừng trên lưu vực Ngòi Thia bị chặt phá khá nhiều do việc đốt rừng làm nương rẫy, do khai thác gỗ không có kế hoạch: tỷ lệ rừng chiếm khoảng 30-40% diện tích lưu



vực, tập trung ở khu vực thượng lưu lưu vực. Ở phần trung và hạ lưu lưu vực hầu như không còn rừng. Trong các thung lũng thấp có cây lương thực như lúa nước, hoa màu.



Hình 3.1. Bản ảnh vị trí khu dự án

### 3.2 ĐẶC ĐIỂM, QUY MÔ, TÍNH CHẤT CỦA CÔNG TRÌNH

Cụm công trình thủy điện Thác Cá 1, Thác Cá 2 và Đồng Sung có đặc điểm cùng khai thác trên sông Ngòi Thia, là các cụm thủy điện bậc thang có quy mô công trình cấp III, IV, V (<50 MW). Các thông số chính của cụm dự án thủy điện được trình bày trong các bảng sau:

#### Các thông số chính của dự án thủy điện Thác Cá 1

STT	Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
<b>I</b>	<b>Nhiệm vụ của công trình</b>			
1	Công suất lắp máy	N <sub>LM</sub>	MW	27,0
2	Điện lượng năm	E <sub>0</sub>	10 <sup>6</sup> .kWh	88,593

<b>II</b>	<b>Thông số công trình</b>			
<b>A</b>	<b>Hồ chứa nước</b>			
1	Diện tích lưu vực F <sub>IV</sub>		km <sup>2</sup>	
2	MNDBT		m	114,0
3	MNC		m	112,0
4	Dung tích toàn bộ		10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	6,243
5	Dung tích hữu ích		10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1,236
<b>B</b>	<b>Đập dâng nước</b>			
1	Chiều dài đập dâng bờ phải, kết cấu đập đất.		m	111,0
2	Chiều cao lớn nhất đập dâng bờ phải		m	23,5
3	Chiều dài đập dâng bờ trái BTTL		m	62,0
4	Chiều cao lớn nhất đập dâng bờ trái BTTL		m	29,5
5	Đập tràn lòng sông kiểu Ôphixêrôp không chân không		m	4x15,0x14,5
6	Cao trình ngưỡng tràn		m	100,0
<b>C</b>	<b>Tuyến năng lượng</b>			
1	Cửa lấy nước có cao trình ngưỡng		m	100,5
2	Đường hầm dẫn nước dài		m	2424,45
<b>D</b>	<b>Nhà máy</b>			
1	Nhà máy thủy điện tua bin Kaplan		Tổ máy	2
2	Trạm phân phối			110KV

### Các thông số chính của dự án thủy điện Thác Cá 2

STT	Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
<b>I</b>	<b>Nhiệm vụ của công trình</b>			
1	Công suất lắp máy	N <sub>LM</sub>	MW	17,4
2	Điện lượng năm	E <sub>0</sub>	10 <sup>6</sup> .kWh	61,705
<b>II</b>	<b>Thông số công trình</b>			
<b>A</b>	<b>Hồ chứa nước</b>			
1	Diện tích lưu vực F <sub>IV</sub>		km <sup>2</sup>	1420
2	MNDBT		m	78,0

3	MNC		m	76,5
4	Dung tích toàn bộ		$10^6\text{m}^3$	5,286
5	Dung tích chết		$10^6\text{m}^3$	4,295
6	Dung tích hữu ích		$10^6\text{m}^3$	0,991
<b>B</b>	<b>Đập dâng nước</b>			
1	Chiều dài đập dâng phần đập BTTL		m	73.4
2	Chiều cao lớn nhất phần đập BTTL		m	27.0
3	Chiều dài đập dâng phần đập đất		m	26
4	Chiều cao lớn nhất phần đập đất		m	9.5
5	Đập tràn lòng sông cửa van phẳng nxB		m	5x12
6	Cao trình ngưỡng tràn			64,5m

### Các thông số chính của dự án thủy điện Đồng Sung

STT	Thông số	Ký hiệu	Đơn vị	Giá trị
<b>I</b>	<b>Nhiệm vụ của công trình</b>			
1	Công suất lắp máy	$N_{LM}$	MW	20,0
2	Điện lượng năm	$E_0$	$10^6.kWh$	68,565
<b>II</b>	<b>Thông số công trình</b>			
<b>A</b>	<b>Hồ chứa nước</b>			
1	Diện tích lưu vực $F_{IV}$		$\text{km}^2$	1513
2	MNDBT		m	62,0
3	MNC		m	61,5
4	Dung tích toàn bộ		$10^6\text{m}^3$	5,982
5	Dung tích chết		$10^6\text{m}^3$	4,924
6	Dung tích hữu ích		$10^6\text{m}^3$	1,058
<b>B</b>	<b>Đập dâng nước</b>			
1	Chiều dài đập dâng bờ phải BTTL		m	42,5
2	Chiều cao lớn nhất đập dâng bờ phải BTTL		m	25,5
3	Chiều dài đập dâng bờ trái BTTL		m	15,0
4	Chiều cao lớn nhất đập dâng bờ trái BTTL		m	24,5
5	Đập tràn lòng sông cửa van phẳng nxB		m	5x12
6	Cao trình ngưỡng tràn		m	47,0

<b>C</b>	<b>Tuyến năng lượng</b>			
1	Cửa lấy nước có cao trình ngưỡng		m	48,0
2	Đường hầm dẫn nước dài		m	537,3
<b>D</b>	<b>Nhà máy</b>			
1	Nhà máy thủy điện tua bin Kaplan			
2	Trạm phân phối			110KV

### 3.3 KHỐI LƯỢNG KHẢO SÁT CÔNG TRÌNH

Căn cứ vào hợp đồng và phương án kỹ thuật khảo sát được duyệt, nhà thầu khảo sát đã tiến hành các công việc trên thực địa và ở trong phòng với khối lượng như sau:

TT	Nội dung công việc <b>KHẢO SÁT ĐỊA HÌNH</b>	Đơn vị tính	Khối lượng	
			Thực hiện	Ghi chú
1	Xây dựng mốc thủy công			
	- Mốc tam giác thủy công	Điểm	12	Đồng Sung (TC01, TC02, TC03), Thác Cá 2 (TC04, TC05, TC06), Thác Cá 1 khu nhà máy (TC07, TC08, TC09), Thác Cá 1 khu đập (TC10, TC11, TC12)
	- Mốc thủy chuẩn thủy công	Điểm	12	Đồng Sung (IV-01, IV-02, IV-03), Thác Cá 2 (IV-04, IV-05, IV-06), Thác Cá 1 khu nhà máy (IV-07, IV-08, IV-09), Thác Cá 1 khu đập (IV-10, IV-11, IV-12)
2	Đo lưới tam giác thủy công	Điểm	12	
3	Đo thủy chuẩn thủy công	Km	96	

### 3.4 MÁY MÓC SỬ DỤNG

TT	Tên máy	Thông số chính	Phụ kiện	Ghi chú
1	Máy thu định vị vệ tinh X20 (10 cái)	- Hãng sản xuất: CHC - Máy thu 1 tần - Độ chính xác: 5mm+1ppm	Đế máy có cân bằng bọt thủy	Máy và phụ kiện được kiểm định
2	Máy toàn đạc điện tử TCR1201	- Hãng sản xuất: Leica, Thụy Sĩ - Độ chính xác:	Đế gương có cân bằng bọt thủy, gương	Máy và phụ kiện được kiểm định

	(1 cái)	+ Đo góc: 1" + Đo cạnh: 1.5mm+1ppm	chuẩn Leica, Bộ đàm, thiết bị đo thông số khí tượng...	
3	Máy thủy bình tự động Leica DNA03	- Hãng sản xuất: Leica, Thụy Sĩ - Độ chính xác: 0,4mm/km đo đi - đo về	Chân máy, mia, cóc...	Máy và phụ kiện được kiểm định



Hình 3.2 Máy móc sử dụng TCR1201, Leica DNA K2 và phụ kiện

### 3.5 XỬ LÝ SỐ LIỆU

Bình sai GPS bằng phần mềm Compass Post Process;

Xử lý lưới thủy chuẩn bằng bình sai Apnet;

Xử lý lưới tam giác thủy công bằng bình sai tự do kết hợp trị đo toàn đạc và GPS bằng phần mềm Apnet;

The screenshot shows the APNET2012-FINAL10 software interface. The main window displays a table of points with the following data:

Chi dẫn	Tên điểm gốc	X(m)-Bắc	Y(m)-Đông	H(m)-(nếu có)	Chú ý
1	Tên lưới				
2	Thông số lưới	8	16	0	0
3	Sai số đo	1	0.15	0.1	0.1
4	1Điểm gốc	TC1	1814225.0079	521234.8005	332.366
5	2Điểm gốc	TC2	1814178.4691	521381.9533	311.272
6	3Điểm gốc	TC3	1814886.1528	523405.0855	271.694
7	4Điểm gốc	TC4	1815048.1858	523579.8588	204.193
8	5Điểm gốc	TC5	1815040.8119	523723.6390	201.34
9	6Điểm gốc	TC6	1814856.3115	523658.3125	226.802
10	7Điểm gốc	TC11	1814109.8647	521369.6870	343.575
11	8Điểm gốc	TC12	1814230.5583	521170.3984	362.3
12	1Điểm gốc	TC1	332.366		
13	2Điểm gốc	TC2	311.272		
14	3Điểm gốc	TC3	271.694		

The Notepad window shows the output data in a structured table format:

```

=====
S| TEN | TOA DO BINH SAI | DO LECH (m) | S
T|DIEM |-----|-----|-----|-----|
T| | X(m) | Y(m) | DX | DY | DP | π
=====
1| TC1|1814225.0080|521234.8005| 0.0001|-0.0000|0.0001|0.0
2| TC2|1814178.4691|521381.9533| 0.0000|-0.0000|0.0000|0.0
3| TC3|1814886.1527|523405.0855|-0.0001| 0.0000|0.0001|0.0
4| TC4|1815048.1858|523579.8588|-0.0000| 0.0000|0.0000|0.0
5| TC5|1815040.8120|523723.6389| 0.0001|-0.0001|0.0001|0.0
6| TC6|1814856.3116|523658.3126| 0.0001| 0.0001|0.0001|0.0
7| TC11|1814109.8647|521369.6870|-0.0000| 0.0000|0.0000|0.0
8| TC12|1814230.5582|521170.3984|-0.0001| 0.0000|0.0001|0.0
=====
Tieu chuan danh gia do lech: Smax = 0.0030

```

Hình 3.3 Phần mềm xử lý số liệu APNET

Các kết quả xử lý số liệu được kiểm chứng đạt độ chính xác cao, đã phục vụ công tác thi công, đào thông hầm đối hướng tốt cho thủy điện Alin B2.

Các kết quả cụ thể chi tiết được trình bày trong phụ lục.

## KẾT LUẬN

1. Lưới thủy công bao gồm lưới tam giác thủy công và thủy chuẩn thủy công có độ chính xác cao là cơ sở tọa độ, độ cao quan trọng trong thi công, vận hành công trình thủy điện. Do vậy cần thiết kế, thi công, xử lý số liệu lưới một cách chặt chẽ, cẩn thận để đạt độ chính xác cao.
2. Khi xử lý lưới tam giác thủy công, cần tính chuyển trị đo tọa độ về hệ cân bằng nhưng vẫn đảm bảo thuộc hệ thống tọa độ quốc gia. Các số cải chính cần tính đến là số cải chính cạnh về độ cao mặt chiếu trung bình đã lựa chọn của khu đo và hiệu chỉnh cạnh do phép chiếu UTM. Để cạnh đo toàn đạc lúc thi công được thuận lợi và độ chính xác tốt nhất.
3. Khi xử lý số liệu lưới tam giác thủy công, những trị đo bằng toàn đạc trực tiếp ở các điểm thông hướng và đo những điểm không thông hướng bằng GPS cần tính toán trọng số cho phù hợp để hài hòa độ chính xác trong lưới.
4. Phương pháp bình sai lưới tự do cho phép cân bằng các trị đo có độ chính xác tốt mà điểm gốc chỉ có ý nghĩa về định vị ban đầu, không ảnh hưởng đến kết cấu của lưới. Phương pháp bình sai tự do cho kết quả đánh giá độ chính xác khách quan của nội tại lưới, cho độ chính xác cao khi xây dựng lưới tam giác thủy công.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GS Tao Benzao, bản dịch tiếng Việt của Phan Văn Hiến và nnk (2017), Bình sai lưới tự do và phân tích biến dạng, Nhà xuất bản Tài nguyên Môi trường và Bản đồ Việt Nam.
- [2] Đặng Nam Chinh (chủ biên), 2015, Giáo trình Bình sai lưới Trắc địa, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
- [3] Nghị định số 16/2005/NĐ-CP ngày 07/02/2005 về quản lý đầu tư xây dựng công trình;
- [4] Quyết định số 4389/CV-EVN-TĐ ngày 26/8/2005 của Tổng Công ty Điện lực Việt Nam về Xây dựng lưới tam giác thủy công, lưới thủy chuẩn thủy công phục vụ thi công và quản lý vận hành các công trình thủy điện.
- [5] Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam TCXDVN 9398: 2012 - Công tác trắc địa trong xây dựng công trình - Yêu cầu chung.
- [6] Quy chuẩn Việt Nam: QCVN11:2008/BTNMT – quy chuẩn kỹ thuật Quốc Gia về xây dựng lưới độ cao.
- [7] Quy chuẩn Việt Nam: QCVN04:2009/BTNMT – quy chuẩn kỹ thuật Quốc Gia về xây dựng lưới tọa độ.
- [8] Tiêu chuẩn xây dựng Việt Nam: TCVN 9401: 2012 - kỹ thuật đo và xử lý số liệu GPS trong trắc địa công trình.
- [9] Thông tư 973/2001 TT-TCĐC ngày 20/6/2001 của Tổng cục Địa chính về hướng dẫn áp dụng hệ quy chiếu và hệ tọa độ quốc gia VN2000.
- [10] US Army Corps of Engineers (2009), Structural Deformation Surveying, EM 1110-2-1009;

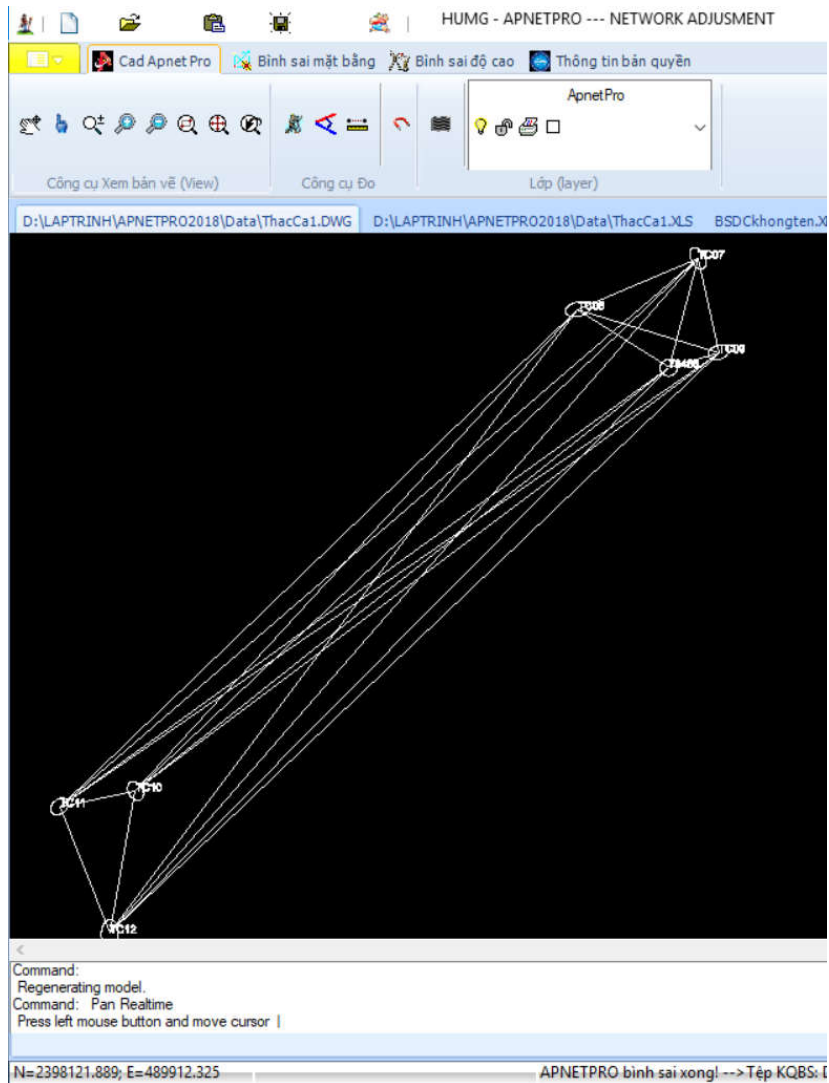


## PHỤ LỤC

The screenshot displays the APNETPRO software interface with several data tables. The main table is titled 'Số liệu đo lưới mặt bằng' (Planimetric network measurement data). It contains columns for station ID, coordinates (X, Y, H), and various measurements. Below the main table, there are smaller tables for 'Số liệu kiểm tra tuyến khép' (Closed traverse check data) and 'Số liệu trung phương đo góc tiền nghiệm' (Pre-measured angle data).

Tên công trình:	Luot thuy cong, thac ca, Yen Bai			
TT	Điểm	X (m)	Y (m)	H (m)
1	TC07	2400650.352	487940.537	
2	TC08	2400453.076	487498.63	
3	TC09	2400286.89	488040.582	
4	TC10	2398593.377	485791.582	
5	TC11	2398533.916	485498.608	
6	TC12	2398044.732	485691.999	
7	78486	2400228.025	487849.057	

Dữ liệu đo lưới thực nghiệm



Đồ hình lưới thực nghiệm

## Thành quả bình sai với báo cáo song ngữ Anh – Việt

COM"DESKTOP-L1V75U9" USER"trung"  
D:\LAPTRINH\APNETPRO2018\Data\ThacCa1.txt

----

THANH QUA TINH TOAN BINH SAI LUOI MAT BANG  
HORIZONTAL NETWORK ADJUSTMENT REPORT  
Luoai thuy cong, thac ca, Yen Bai  
CAC THONG SO CUA LUOI - NETWORK PARAMETERS

```

Tong so diem      - Total staions in the network: 7
So diem khoi tinh - Number of control stations...: 7
So diem moi lap   - Number of unkrown stations...: 0
So goc do        - Number of hozizontal angles.: 7
So canh do       - Number of distances.....: 9
So canh do GNSS  - Number of GNSS-baselines....: 12
So phuong vi do  - Number of azimuths.....: 0
SS do goc tien nghiem - Error of measured angles: 1.0"
SS do canh tien nghiem - Error of measured dists: 1.0+2.0ppm

```

(mm)

```

SS do GNSS t/nghiem-Error of measured baselines.:
SQRT[3.0^2+2.0^2*Skm^2] (mm)
Hang so trong so - Weight constant.....: C=1.00
He toa do UTM    - UTM Coordinate system.....: K=0.9999
Do cao mat chieu - Height of datum.....: 100.0(m)
Hieu chinh Canh do - Distance projection.....: 2 chieu-turns
PP Binh sai     - Least Squares method of adjustment: TU DO (Free
net)

```

SO LIEU KHOI TINH - COORDINATES OF CONTROL STATIONS

```

+=====+
|          |          |          |          |          |
|   STT    |   TEN DIEM |          |          |          |
|   ORDER  |   POINT NAME | X_Northing (m) | Y_Easting (m) |
+=====+=====+=====+=====+
|     1    |     TC07    | 2400650.35200 | 487960.53700 |
|     2    |     TC08    | 2400453.07600 | 487498.63000 |
|     3    |     TC09    | 2400286.89000 | 488040.58200 |
|     4    |     TC10    | 2398593.37700 | 485791.58200 |
|     5    |     TC11    | 2398533.91600 | 485498.60800 |
|     6    |     TC12    | 2398044.73200 | 485691.99900 |
|     7    |     78486   | 2400228.02500 | 487849.05700 |
+=====+=====+=====+=====+

```

TINH CHUYEN TOA DO KHOI TINH - COORDINATE TRANSFORMATION

```

TOA DO GOC - OLD COORDINATE SYSTEM
UTM K=0.9999
TOA DO TINH CHUYEN - TRANSFERED COORDINATE
HC =100.0m

```

```

+=====+
|          |          |          |          |          |          |
|   STT    |   TEN DIEM |          |          |          |          |
|   ORD    |   POINT NAME | old_X(m) | old_Y(m) | new_X(m) | new_Y(m) |
+=====+=====+=====+=====+=====+=====+
|     1    |     TC07    | 2400650.35200 | 487960.53700 | 2400650.47813 | 487960.65713 |
|     2    |     TC08    | 2400453.07600 | 487498.63000 | 2400453.17963 | 487498.69755 |
|     3    |     TC09    | 2400286.89000 | 488040.58200 | 2400286.97480 | 488040.71125 |
|     4    |     TC10    | 2398593.37700 | 485791.58200 | 2398593.26949 | 485791.45580 |
|     5    |     TC11    | 2398533.91600 | 485498.60800 | 2398533.80179 | 485498.44865 |
|     6    |     TC12    | 2398044.73200 | 485691.99900 | 2398044.56230 | 485691.86153 |
|     7    |     78486   | 2400228.02500 | 487849.05700 | 2400228.10308 | 487849.16443 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| T.T |CENTROID PT|2399541.48114| 486904.42786|2399541.48114| 486904.42786|

```

=====+

KIEM TRA SAI SO KHEP TAM GIAC  
CLOSURE ERROR OF TRIANGULATIONS

- 1.Tam giac-Triangulation: (TC08\_TC09\_TC07) Wg=-0.70"  
2.Tam giac-Triangulation: (TC12\_TC10\_TC11) Wg=-5.10"

KIEM TRA SAI SO KHEP GOC CO DINH  
CLOSURE OF CONTS ANGLES

- 1.Khep goc co dinh-closure err of conts angle:(TC09\_TC07\_78486)->Wc=-6.54"  
2.Khep goc co dinh-closure err of conts angle:(TC07\_TC08\_TC09)->Wc=-1.30"  
3.Khep goc co dinh-closure err of conts angle:(TC08\_TC09\_TC07)->Wc=1.83"  
4.Khep goc co dinh-closure err of conts angle:(TC12\_TC10\_TC11)->Wc=-2.18"  
5.Khep goc co dinh-closure err of conts angle:(TC10\_TC11\_TC12)->Wc=-0.47"

BANG THANH QUA TOA DO SAU BINH SAI - ADJUSTED COORDINATES

=====+

STT	TEN DIEM	TOA DO - ADJ.COORDINATE		SSTP-RMS.ERR(mm)			ERROR ELLIPSE(mm)			
ORD	POINT NAME	X_Nort(m)	Y_East(m)	Sx	Sy	Sp	Su	Sv	t	
1	TC07	2400650.48357	487960.65805	1.56	2.08	2.60	2.25	1.30	117°44'	
2	TC08	2400453.18269	487498.69222	2.43	1.44	2.82	2.46	1.38	11°00'	
3	TC09	2400286.97292	488040.71012	1.99	1.43	2.46	2.06	1.34	19°07'	
4	TC10	2398593.26997	485791.45556	1.54	1.79	2.36	1.93	1.36	122°06'	
5	TC11	2398533.80153	485498.44900	1.70	1.62	2.35	1.91	1.36	40°19'	
6	TC12	2398044.56166	485691.86123	1.63	2.62	3.09	2.63	1.63	85°34'	
7	78486	2400228.09687	487849.17016	1.70	1.62	2.35	1.72	1.59	25°36'	

=====+

BANG TUONG HO VI TRI DIEM - COVARIANT TERMS

=====+

Diem dau	Diem cuoi	S - Dist	Ms	Ms/S	Pvi	-Azimuth	M(a)	M(th)	
Occupied St	Sighted St	(m)	(mm)		o	'	"	"	
	TC09	372.22080	1.85	1/ 201554	167	34	50.15	1.58	3.40
	78486	436.85246	2.06	1/ 211663	194	47	9.10	1.54	3.86
TC07	TC12	3455.17988	2.90	1/1189718	221	2	37.85	0.20	4.49
	TC10	2989.57643	2.35	1/1274310	226	31	4.20	0.22	3.93
	TC11	3246.97032	2.69	1/1205723	229	18	55.47	0.18	3.96
	TC08	502.33462	1.91	1/ 263151	246	52	23.41	1.47	4.06
	TC07	502.33462	1.91	1/ 263151	66	52	23.41	1.47	4.06
	TC09	566.92953	1.89	1/ 300747	107	2	53.36	1.43	4.36
TC08	78486	416.53141	1.73	1/ 240080	122	42	34.58	1.69	3.82
	TC12	3010.99543	3.36	1/ 895779	216	52	31.65	0.21	4.55
	TC10	2524.66480	2.85	1/ 886010	222	32	57.13	0.23	3.99
	TC11	2772.18271	3.10	1/ 894603	226	10	54.65	0.19	4.01
	TC12	3247.38346	3.27	1/ 991748	226	19	40.91	0.19	4.39
	TC10	2815.63061	2.66	1/1059292	233	1	12.07	0.20	3.82
TC09	TC11	3088.15503	2.90	1/1064647	235	24	33.93	0.17	3.84
	78486	200.38449	1.50	1/ 133212	252	54	48.54	2.85	3.15
	TC08	566.92953	1.89	1/ 300747	287	2	53.36	1.43	4.36
	TC07	372.22080	1.85	1/ 201554	347	34	50.15	1.58	3.40
	TC08	2524.66480	2.85	1/ 886010	42	32	57.13	0.23	3.99
	TC07	2989.57643	2.35	1/1274310	46	31	4.20	0.22	3.93
TC10	78486	2628.08835	2.53	1/1039223	51	31	59.97	0.21	3.70
	TC09	2815.63061	2.66	1/1059292	53	1	12.07	0.20	3.82
	TC12	557.67359	1.94	1/ 288103	190	17	15.29	1.40	4.26
	TC11	298.98050	1.72	1/ 174263	258	31	37.64	1.57	2.85
	TC08	2772.18271	3.10	1/ 894603	46	10	54.65	0.19	4.01
	TC07	3246.97032	2.69	1/1205723	49	18	55.47	0.18	3.96
TC11	78486	2897.67608	2.81	1/1032454	54	13	3.41	0.17	3.73
	TC09	3088.15503	2.90	1/1064647	55	24	33.93	0.17	3.84
	TC10	298.98050	1.72	1/ 174263	78	31	37.64	1.57	2.85
	TC12	526.08359	1.92	1/ 273868	158	25	46.28	1.43	4.12
	TC10	557.67359	1.94	1/ 288103	10	17	15.29	1.40	4.26

=====+

		TC08 3010.99543  3.36 1/ 895779  36 52 31.65  0.21  4.55
	TC12	TC07 3455.17988  2.90 1/1189718  41 2 37.85  0.20  4.49
		78486 3069.49635  3.12 1/ 984468  44 39 13.82  0.20  4.29
		TC09 3247.38346  3.27 1/ 991748  46 19 40.91  0.19  4.39
		TC11  526.08359  1.92 1/ 273868 338 25 46.28  1.43  4.12
-----		
		TC07  436.85246  2.06 1/ 211663  14 47 9.10  1.54  3.86
		TC09  200.38449  1.50 1/ 133212  72 54 48.54  2.85  3.15
	78486	TC12 3069.49635  3.12 1/ 984468 224 39 13.82  0.20  4.29
		TC10 2628.08835  2.53 1/1039223 231 31 59.97  0.21  3.70
		TC11 2897.67608  2.81 1/1032454 234 13 3.41  0.17  3.73
		TC08  416.53141  1.73 1/ 240080 302 42 34.58  1.69  3.82

KET QUA DANH GIA DO CHINH XAC LUOI - ADJUSTMENT SUMMANY

- 1.SSTP Trong so don vi - Standard Deviation of Unit Weight= 1.45055
- 2.SSTP vi tri Diem yeu nhat - Max positional RMSE (TC12) = 3.09(mm)
- 3.SSTP vi tri Diem nho nhat - Min positional RMSE (78486) = 2.35 (mm)
- 4.SSTP tuong doi Canh yeu nhat - Max Relative Error (TC09\_78486): 1/133212
- 5.SSTP tuong doi Canh nho nhat - Min Relative Error (TC07\_TC10): 1/1274311
- 6.SSTP Phuong vi yeu nhat - Max azimuth RMSE (TC09\_78486): 2.85(")
- 7.SSTP Phuong vi nho nhat - Min azimuth RMSE (TC09\_TC11): 0.17(")

PHAN TICH THONG KE BINH SAI - ADJUSTMENT STATISTICS

Lan tinh lap - Iterations.....= 1.2

Tri do thua - Redundancies.....= 28

Bien tham chieu - Reference Variance= 2.104083862301

SSTP don vi trong so - Reference So.....= 1.45055

Gia tri Chi binh phuong - Chi square Chi2 = 58.914 > 41.340

BINH SAI PHAN KY - KIEM DINH THONG KE KHONG DAT 95%

Divergence - FAIL Chi-square; test at 95% significance level!

BANG TRI DO, SO HIEU CHINH VA TRI BINH SAI GOC  
ADJUSTED ANGLE OBSERVATIONS

STT	Ky hieu goc - ANGLE			Goc do	SHC	Goc sau b/s
ORD	-----			Obs.Angle	Residu	Adj.Angle
	trai-from	giua-OCcst	phai - To	o ' "	"	o ' "
1	TC09	TC07	78486	27 12 18.00	0.96	27 12 18.96
2	78486	TC07	TC08	52 5 15.90	-1.60	52 5 14.30
3	TC08	TC09	TC07	60 31 57.90	-1.12	60 31 56.78
4	TC07	TC08	TC09	40 10 27.50	2.46	40 10 29.96
5	TC12	TC10	TC11	68 14 20.70	1.65	68 14 22.35
6	TC10	TC11	TC12	79 54 7.30	1.34	79 54 8.64
7	TC11	TC12	TC10	31 51 26.90	2.11	31 51 29.01

BANG TRI DO, SO HIEU CHINH VA TRI BINH SAI CANH  
ADJUSTED DISTANCE OBSERVATIONS

STT	Ki hieu canh - DIST		Canh do	SoCC-Corect	SHC	Canh b/s
ORD	-----		Obs.Distance	---- (mm) ----	Residu	Adj.Distance
	Dau- from	Cuoi - To	(m)	Ellip	UTM	(m)
1	TC09	78486	200.38600	0.00	0.00	-1.51  200.38449
2	TC09	TC08	566.92700	0.00	0.00	2.53  566.92953
3	TC09	TC07	372.22600	0.00	0.00	-5.20  372.22080
4	TC07	TC08	502.33400	0.00	0.00	0.62  502.33462
5	TC08	78486	416.53400	0.00	0.00	-2.59  416.53141
6	TC07	78486	436.85300	0.00	0.00	-0.54  436.85246
7	TC10	TC11	298.98100	0.00	0.00	-0.50  298.98050
8	TC11	TC12	526.08400	0.00	0.00	-0.41  526.08359
9	TC12	TC10	557.67300	0.00	0.00	0.59  557.67359

BANG TRI DO, SO HIEU CHINH VA TRI BINH SAI CANH VE TINH  
ADJUSTED BASELINE OBSERVATIONS

```

+-----+
|STT|Ki hieu canh - BASLINE | So cai chinh |So hieu chinh| Canh binh sai | | | | |
|ORD|-----|corect baseline| Residual (mm)| Adj.baseline |
| | Dau-from | Cuoi - to |ccX(mm)|ccY(mm)| vDX | vDY | DX (m) | DY (m) |
+====+=====+=====+=====+=====+=====+=====+=====+
| 1| TC07| TC10|-233.65|-246.33| -4.95| -1.16|-2057.21360|-2057.21360|
| 2| TC07| TC11|-240.34|-279.48| -5.69| -0.57|-2116.68203|-2116.68203|
| 3| TC07| TC12|-295.84|-257.60| -6.07| -1.22|-2605.92190|-2605.92190|
| 4| TC08| TC10|-211.14|-193.74| -2.58| 5.09|-1859.91272|-1859.91272|
| 5| TC08| TC11|-217.83|-226.90| -3.32| 5.68|-1919.38116|-1919.38116|
| 6| TC08| TC12|-273.33|-205.01| -3.70| 5.03|-2408.62103|-2408.62103|
| 7| TC09| TC10|-192.31|-255.45| 2.36| 0.89|-1693.70295|-1693.70295|
| 8| TC09| TC11|-199.00|-288.60| 1.62| 1.48|-1753.17139|-1753.17139|
| 9| TC09| TC12|-254.50|-266.72| 1.24| 0.83|-2242.41126|-2242.41126|
|10| 78486| TC10|-185.60|-233.63| 6.69| -5.97|-1634.82690|-1634.82690|
|11| 78486| TC11|-192.29|-266.78| 5.95| -5.38|-1694.29534|-1694.29534|
|12| 78486| TC12|-247.79|-244.90| 5.58| -6.03|-2183.53521|-2183.53521|
+-----+

```

KIEM DINH TRI DO - TABLE OF t (Tau) 2.000 test at 95% significance level!

Kiem dinh tri do goc - Table of t (tau) angles check

```

+-----+
| STT| Ky hieu goc - ANGLE |gia tri t| Danh gia | |
| ORD|-----|t-student|Assessment|
| | trai-from |giua-OCCst | phai - To | |
+====+=====+=====+=====+=====+=====+
| 1| TC09| TC07| 78486| 0.793| |
| 2| 78486| TC07| TC08| 1.372| |
| 3| TC08| TC09| TC07| 1.032| |
| 4| TC07| TC08| TC09| 1.988| |
| 5| TC12| TC10| TC11| 1.521| |
| 6| TC10| TC11| TC12| 1.283| |
| 7| TC11| TC12| TC10| 1.666| |
+-----+

```

Kiem dinh tri do canh - Table of t (tau) distances check

```

+-----+
| STT| Ky hieu canh-DISTANCE |gia tri t| Danh gia | |
| ORD|-----|t-student|Assessment|
| | dau-from | cuoi-to | | |
+====+=====+=====+=====+=====+=====+
| 1| TC09| 78486| 1.107| |
| 2| TC09| TC08| 1.030| |
| 3| TC09| TC07| 3.007|***Warning|
| 4| TC07| TC08| 0.281| |
| 5| TC08| 78486| 1.285| |
| 6| TC07| 78486| 0.306| |
| 7| TC10| TC11| 0.320| |
| 8| TC11| TC12| 0.180| |
| 9| TC12| TC10| 0.249| |
+-----+

```

Kiem dinh tri do GNSS - Table of t (tau) baselines check

```

+-----+
| STT| Ky hieu canh-BASELINE | gia tri t | Danh gia | | |
| ORD|-----|-----|Assessment|
| | dau-from | cuoi-to |Tau DX|Tau DY| |
+====+=====+=====+=====+=====+=====+
| 1| TC07| TC10| 0.872| 0.214| |
| 2| TC07| TC11| 0.920| 0.094| |
| 3| TC07| TC12| 0.911| 0.198| |
| 4| TC08| TC10| 0.600| 1.100| |
| 5| TC08| TC11| 0.687| 1.086| |
| 6| TC08| TC12| 0.683| 0.943| |
| 7| TC09| TC10| 0.459| 0.169| |
| 8| TC09| TC11| 0.284| 0.250| |
+-----+

```

9	TC09	TC12	0.205	0.141	
10	78486	TC10	1.382	1.243	
11	78486	TC11	1.104	0.986	
12	78486	TC12	0.963	1.112	

+=====+

Ngày 2 tháng 6 năm 2019

1. Người do - Observing staff:

2. Người tính toán - Calculating staff:

Tính theo C.trình APNETPRO-FINAL1.0 (C) by Tran Trung Anh. REGISTERED  
VERSION