

# NGHIÊN CỨU THÀNH LẬP CHƯƠNG TRÌNH XỬ LÝ SỐ LIỆU QUAN TRẮC VÀ DỰ BÁO ĐỘ LÚN CÔNG TRÌNH

BÙI ĐỨC CÔNG<sup>(1)</sup>, NGUYỄN NGỌC DOAN<sup>(1)</sup>  
BÙI VĂN KHÁNH<sup>(2)</sup>, NGUYỄN PHI THẮNG<sup>(3)</sup>, VŨ THỊ HẢO<sup>(3)</sup>,  
NGUYỄN VĂN KHOA<sup>(3)</sup>, TRẦN ANH VĂN<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup>Xí nghiệp Trắc địa bản đồ 305

<sup>(2)</sup>Công ty TNHH SGMC

<sup>(3)</sup>Lớp: Trắc Địa C-K57

## **Tóm tắt:**

Tính toán và xử lý số liệu quan trắc lún công trình là một công tác đòi hỏi yêu cầu độ chính xác và cung cấp số liệu nhanh chóng trong quá trình thi công và sử dụng công trình. Bởi vậy, việc nghiên cứu thành lập chương trình xử lý số liệu quan trắc và dự báo độ lún công trình đáp ứng các yêu cầu trên là việc làm cần thiết, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao. Bài báo giới thiệu kết quả nghiên cứu của nhóm tác giả về xây dựng phần mềm Eng-Survey nhằm giải quyết một số vấn đề của công tác trắc địa trong đó có tính năng xử lý số liệu đo lún công trình.

## **1. Mở đầu**

Sự tiến bộ của khoa học cùng với sự phát triển không ngừng của nền kinh tế đã thúc đẩy tiến trình xây dựng với quy mô, hình dáng các công trình cơ sở hạ tầng ngày càng lớn, đòi hỏi yêu cầu về kỹ thuật càng cao. Trong quá trình thi công và vận hành công trình do tính chất, tình trạng nền móng của công trình cùng với sự tác động của con người khiến cho các công trình xây dựng xảy ra hiện tượng lún. Nếu độ lún của công trình trong giới hạn của quy định, quy phạm cho phép thì không ảnh hưởng đến quá trình vận hành công trình, ngược lại nếu vượt quá giá trị giới hạn thì có thể làm hư hỏng công trình, gây nguy hiểm cho người sử dụng và môi trường xung quanh. Vì thế cần phải tiến hành quan trắc lún công trình bằng những máy móc, thiết bị và phương pháp trắc địa để phân tích và dự báo kịp thời tình trạng lún của công trình, nhằm đảm bảo an toàn cho công trình, người sử dụng và môi trường xung quanh.

Công tác xử lý số liệu trắc địa cần phải

đảm bảo tính đúng đắn của kết quả tính toán đồng thời tăng nhanh tốc độ tính toán. Tính đúng đắn của quá trình tính toán được đảm bảo nhờ việc lựa chọn thuật toán và quy trình xử lý đúng. Còn để tăng nhanh tốc độ tính toán thì giải pháp tốt nhất chính là áp dụng các tiến bộ của công nghệ tin học. Vì vậy, việc nghiên cứu thuật toán thành lập chương trình xử lý số liệu quan trắc lún đồng thời dự báo lún công trình là một việc làm cần thiết có ý nghĩa khoa học và thực tiễn cao trong giai đoạn hiện nay.

## **2. Cơ sở lý thuyết**

### **2.1. Tiêu chuẩn đánh giá độ ổn định mốc độ cao cơ sở**

Dựa theo công thức tổng quát, thành phần ảnh hưởng của mỗi cấp lưới đến độ chính xác xác định lún công trình [1]:

$$m_{s_i} = \frac{m_0 \cdot K^{i-1}}{\sqrt{1 + K^2 + \dots + K^{2(n-1)}}} \quad (2.1)$$

$$m_{s_1} = \frac{m_0}{\sqrt{1 + K^2}} \quad (\text{đối với lưới cơ sở})$$

Ngày nhận bài: 09/8/2016, ngày chuyển phân biện: 15/8/2016, ngày chấp nhận phân biện: 14/9/2016, ngày chấp nhận đăng: 16/9/2016

$$m_{s_2} = \frac{m_0 \cdot K}{\sqrt{1+K^2}} \quad (\text{đối với lưới quan trắc})$$

Do đó, đánh giá tiêu chuẩn ổn định của các mốc cơ sở là sự thay đổi độ cao của chúng giữa hai thời điểm so sánh cần thỏa mãn bất đẳng thức sau đây:

$$\delta H_i \leq \frac{t \cdot m_0}{\sqrt{1+K^2}} \quad (2.2)$$

Trong đó: t là hệ số chuyển đổi từ sai số trung phương sai số giới hạn thường chọn  $t=2\div 3$ .

$m_0$ : là độ chính xác cần thiết của một chu kỳ quan trắc lún công trình.

$m_{s_1}, m_{s_2}$ : là thành phần ảnh hưởng của cấp lưới thứ nhất và cấp lưới thứ 2 đến độ chính xác xác định lún công trình.

K là hệ số giảm độ chính xác bậc lưới.

$\delta H_i$  là sự thay đổi độ cao của mốc thứ i giữa hai chu kỳ.

### 2.2. Xử lý lưới đo cao trong quan trắc lún công trình

Hệ thống lưới quan trắc lún được xử lý như sau:

Bước 1: Coi số hiệu chỉnh độ cao tất cả các điểm trong lưới là ẩn số, thành lập hệ phương trình số hiệu chỉnh đối với tập hợp trị đo trong lưới.

$$V = AX + L \quad (2.3)$$

Bước 2: Lập hệ phương trình chuẩn

$$RX + b = 0 \quad (2.4)$$

Với ( $R = A^T P A$ ;  $b = A^T P L$ )

Bước 3: Xác lập điều kiện định vị lưới

$$C^T X = 0 \quad (2.5)$$

Bước 4: Tính ma trận giả nghịch đảo

$$\tilde{R} = (R + CC^T)^{-1} - TT^T, \text{ với } T = B(C^T B)^{-1} \quad (2.6)$$

Ma trận  $B_i$  là ma trận chuyển đổi Helmert có dạng tổng quát:

$$B = [B_1 \ B_2 \ \dots \ B_n]^T \quad (2.7)$$

Bước 3 và 4 là bước sử dụng riêng cho bài toán phân tích độ ổn định mốc độ cao cơ sở do ma trận R bị suy biến còn đối với xử lý lưới quan trắc thì không có hai bước này.

Bước 5: Đánh giá độ chính xác lưới

- Sai số trung phương đơn vị trọng số

$$\mu = \sqrt{\frac{V^T P V}{n-k+d}} \quad (2.8)$$

- Sai số trung phương các hàm số

$$m_F = \mu \sqrt{\frac{1}{P_F}} \quad (2.9)$$

- Sai số độ cao điểm

$$m_{H_i} = \mu \sqrt{Q_{ii}} \quad (2.10)$$

trong đó:  $Q_{ii}$  là trọng số đảo của ẩn số

### 2.3. Dự báo biến dạng công trình

Dựa theo mô hình hàm đa thức theo các bước sau [1,3]

Bước 1: Chọn số bậc hàm đa thức

$$S_t = a_0 + a_1 \cdot t + a_2 \cdot t^2 + \dots + a_n \cdot t^n \quad (2.11)$$

Tính phương trình số hiệu chỉnh

$$V = B \cdot Z + S \quad (2.12)$$

Bước 2: Xác định vector tham số của mô hình

$$dZ = -(B^T B)^{-1} \cdot B^T S \quad (2.13)$$

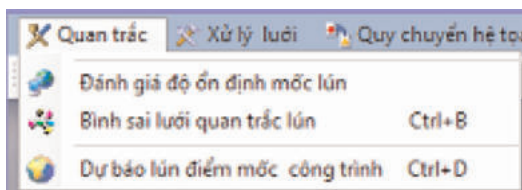
$$Z = Z^0 + dZ \cdot S \quad (2.14)$$

Bước 3: Tính sai số mô hình

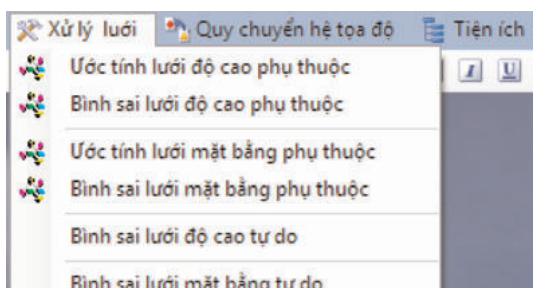
$$m_{MH} = \sqrt{\frac{[V^T P^2]}{n-k}} \quad (2.15)$$

### 3. Xây dựng chương trình xử lý số liệu đo lún công trình

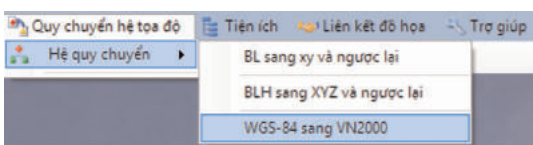
Chương trình được xây dựng trên ngôn ngữ Visual Basic.NET trong gói phần mềm Visual Studio 2013 Ultimate. Trong chương trình có một số module nhỏ như sau



Hình 1: Tab “Quan trắc”

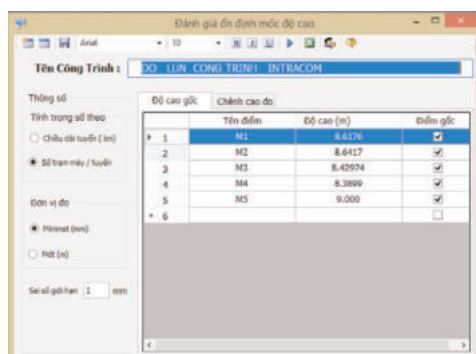


Hình 2: Tab “Xử lý lưới”

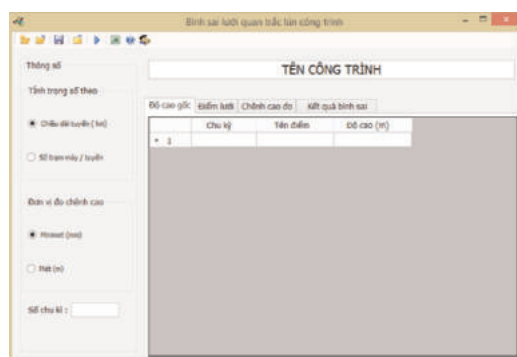


Hình 3: Tab “Quy chuyển hệ tọa độ”

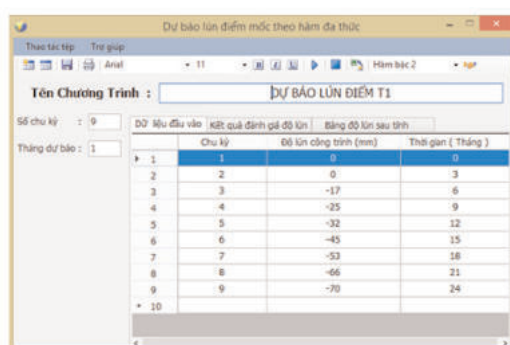
#### 3.1. Các tiện ích chính của chương trình xử lý số liệu đo lún công trình



Hình 4: Giao diện chương trình “Đánh giá độ ổn định mốc độ cao”



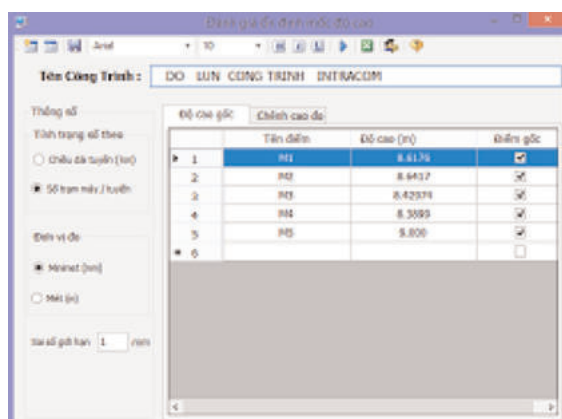
Hình 5: Giao diện chương trình “Bình sai lưới quan trắc”



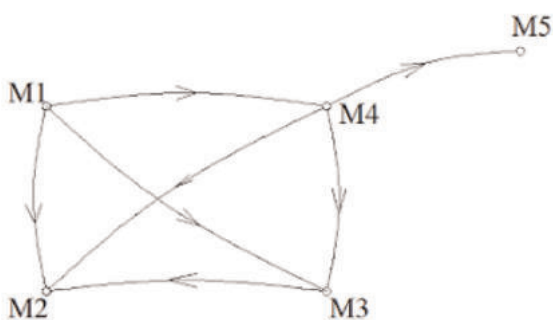
Hình 6: Giao diện chương trình dự báo lún

#### 3.2. Kết quả thực nghiệm tiện ích “Đánh giá độ ổn mốc độ cao cơ sở”

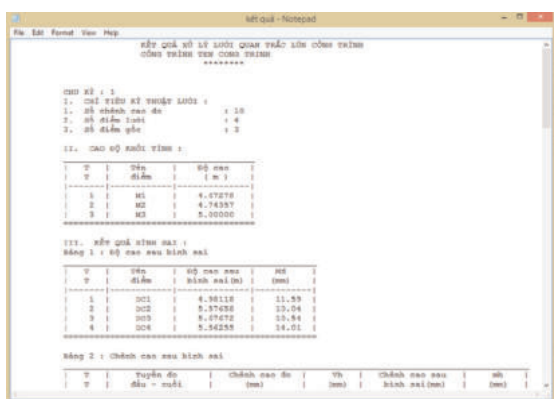
Thực hiện chạy chương trình với một tệp số liệu gồm: 5 điểm mốc cơ sở và 7 chênh cao đo nhập vào tiện ích và kết quả thu được như sau:



Hình 7: Giao diện nhập số liệu chương trình



Hình 8: Sơ đồ lưới đo các mốc độ cao cơ sở



Hình 9: Tập kết quả chạy chương trình

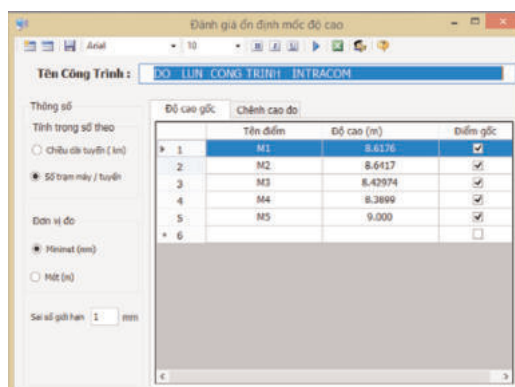
Ưu điểm của chương trình:

- Ngoài việc chọn điểm mốc độ cao ban đầu là các điểm ổn định để thực hiện tính toán còn có thêm tính năng chọn điểm gốc ban đầu thủ công, dựa trên quá trình phân tích đo đạc ngoại nghiệp mà ta chọn đánh dấu điểm gốc bằng các checkbox trong tab “Độ cao gốc”.

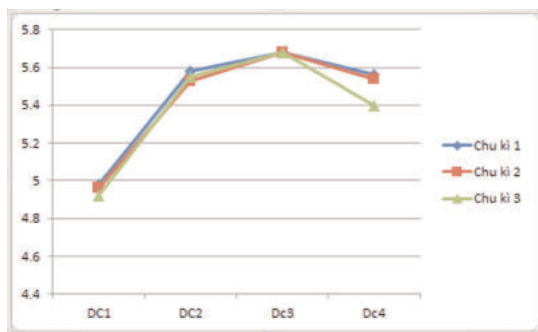
- Đánh giá đúng mức độ ổn định của lưới cơ sở, giảm thiểu đáng kể sai số số liệu gốc tới lưới quan trắc lún.

### 3.3. Kết quả thực nghiệm tiện ích “Bình sai lưới quan trắc lún”

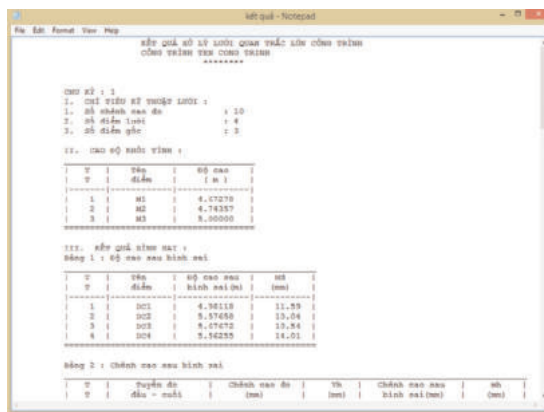
Thực hiện chạy tiện ích với một tập số liệu gồm: 3 chu kỳ đo với 1 điểm mốc cơ sở, 35 điểm cần xác định và 46 chênh cao đo, nhập vào tiện ích và kết quả thu được như sau:



Hình 10: Giao diện nhập số liệu chương trình



Hình 11: Mặt cắt lún công trình



Hình 12: Tập kết quả chạy chương trình

Ưu điểm của chương trình:

- Xử lý số liệu đồng thời nhiều chu kỳ đo mà các phần mềm khác ít có.

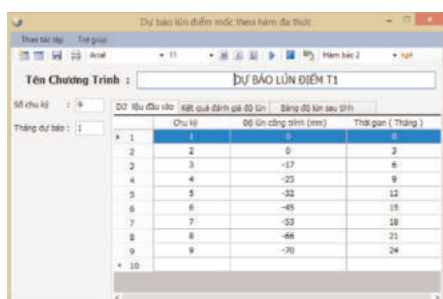
- Các chu kỳ đo được phân biệt rõ ràng, trực quan qua màu sắc khác nhau.

- Chống tình trạng máy bị treo, vòng lặp vô tận do chạy tập số liệu lỗi.

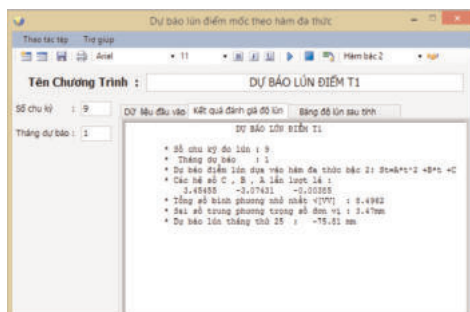
- Tiện ích liên kết chương trình với phần mềm Excel, tự động biên tập mất cắt lún công trình chỉ với một thao tác đơn giản.

### 3.3. Kết quả thực nghiệm tiện ích “Dự báo lún điểm mốc theo thời gian dựa hàm đa thức”

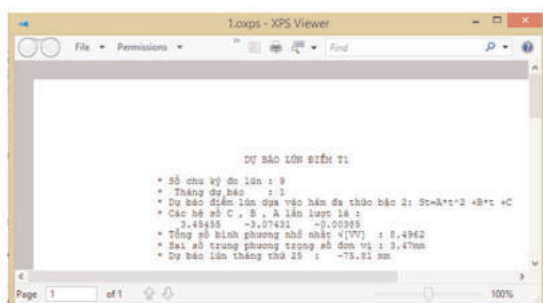
Thực hiện chạy chương trình với một tập số liệu gồm: 9 chu kỳ đo, 9 điểm độ lún công trình qua các tháng đo và cho dự báo độ lún chu kỳ 10 tháng thứ 25 của công trình.



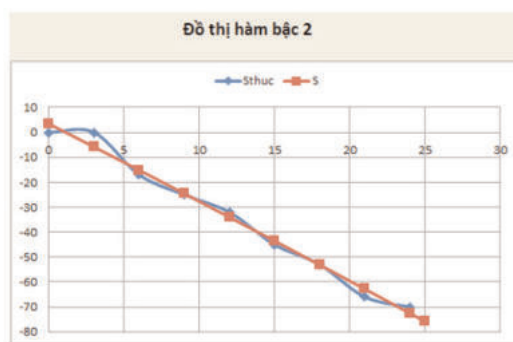
Hình 13: Giao diện nhập số liệu chương trình



Hình 14: Kết quả chạy chương trình



Hình 15: Tập kết quả in bằng máy in của máy tính hỗ trợ



Hình 16: Biểu đồ lún điểm mốc theo hàm đa thức bậc 2

Ưu điểm của chương trình:

- Giao diện trực quan, sinh động, dễ sử dụng.

- In kết quả tính trực tiếp bằng máy in sẵn có.

- Ngoài việc dự báo lún còn có thể xuất đồ thị lún trên phần mềm Excel.

Nhận xét:

+ Sai số mô hình càng nhỏ thì độ chính xác đánh giá càng cao.

+ Hàm có số bậc càng lớn thì sai số mô hình càng nhỏ tuy nhiên khó đánh giá được quy luật lún của công trình. Để đánh giá đúng bản chất của công trình, người ta thường chọn một hàm nhất định dựa vào diễn biến lún công trình.

Kết quả so sánh: Tiện ích này đã được kiểm chứng với phần mềm thương mại trên thị trường thu được kết quả đáng tin cậy.

## 4. Kết luận

Chương trình xử lý số liệu lưới đo cao trong quan trắc và dự báo lún được xây dựng trên ngôn ngữ Visual Basic.NET.

- Kết quả tính toán thực nghiệm tốt chứng tỏ thuật toán sử dụng đúng đắn.

- Giao diện chương trình thân thiện, dễ sử dụng.

- Ứng dụng xử lý số liệu đo cao trong

công tác trắc địa.

- Cung cấp chuẩn dữ liệu đầu vào \*.SL hoặc \*.txt và chuẩn dữ liệu kết quả \*.KQ và liên kết được với dữ liệu \*.xlsx.○

### Tài liệu tham khảo

[1]. Trần Khánh, Nguyễn Quang Phúc. Quan trắc chuyển dịch và biến dạng công trình. NXB Giao thông vận tải. 2010.

[2]. Nguyễn Quang Phúc (2001), Nghiên cứu phương pháp xử lý số liệu đo lún công trình xây dựng, Tuyển tập các công trình

khoa học - Tập 32, Trường đại học Mỏ Địa Chất, Hà Nội.

[3]. Nguyễn Quang Phúc (2007), Quan trắc và phân tích biến dạng công trình, Bài giảng dùng cho học viên cao học, Trường đại học Mỏ Địa Chất, Hà Nội.

[4]. Trần Khánh (1996), Nghiên cứu ứng dụng bình sai tự do trong xử lý số liệu trắc địa công trình, Luận án PTS khoa học kỹ thuật, Trường đại học Mỏ Địa Chất, Hà Nội.

[5]. Phạm Đức Lập. Hướng dẫn lập trình VB.NET.○

### Summary

#### Research program processing observation and forecast work subsidence

*Bui Duc Cong, Nguyen Ngoc Doan, Bui Van Khanh, Nguyen Phi Thang, Vu Thi Hao, Nguyen Van Khoa, Tran Anh Van*

Calculate and process monitoring data subsidence needing accuracy and provide data quickly in the process of construction buildings. Therefore, the study software of processing and establishing data is important duties. This paper presents the research results of the authors wrote software Eng-Survey for processing engineering surveying data.○

---

### NGHIÊN CỨU CÁC ĐẶC TRƯNG CƠ BẢN.....

*(Tiếp theo trang 9)*

[19]. Stokes G.G.(1849). On the variation of gravity on the surface of the Earth. Transactions of the Cambridge Philosophical Society 8: 672 - 696.

[20]. Yurkina M. (1996). Gravity potential at the major vertical datum as primary geodetic constant. Studia geoph. et geoid. 40, 9 - 13, Prague.○

### Summary

#### Research of main characters of quasigeoid

*Ha Minh Hoa, Vietnam Institute of Geodesy and Cartography*

This scientific article researched using of principal equation of quasigeoid to solve many such tasks as determination of geopotential  $W_0$  of local geoid at zero tide gauge, conversion of global height anomaly model of the EGM, global mean dynamic topography model MDT from a global geoid to a local geoid for serving of construction of high accurate local quasigeoid, local mean dynamic topography model on a seas of state or region. Abovementioned research results had been experimentalised on practice in Vietnam.○