

# THỬ NGHIỆM KHẢ NĂNG XỬ LÝ TRỊ ĐO PHA TRÊN NỬA BƯỚC SÓNG CỦA CÁC PHẦN MỀM THƯƠNG MẠI

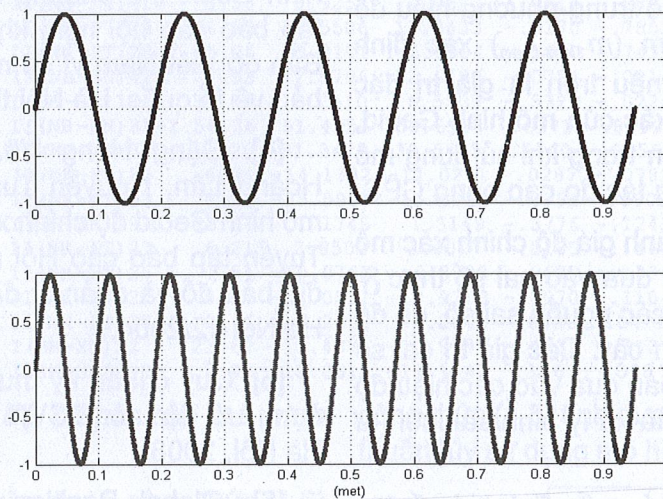
TS. NGUYỄN NGỌC LÂU  
KS. DƯƠNG TUẤN VIỆT  
Đại học Bách Khoa TP. HCM

## Tóm tắt:

Bài báo thử nghiệm việc xử lý các trị đo pha GPS trên nửa bước sóng khi dùng bốn phần mềm thương mại có sẵn trên thị trường. Chúng tôi đã thu thập dữ liệu trên những đường đáy xen kẽ giữa các loại máy thu GPS trắc địa (nguyên bước sóng) với các máy thu GPS rẻ tiền (nửa bước sóng). Kết quả xử lý cho thấy phần mềm LGO của Leica và Ashtech Solution của Thales cho kết quả tốt nhất. Độ chính xác mặt bằng của đường đáy có thể đạt vài cm.

## 1. Giới thiệu

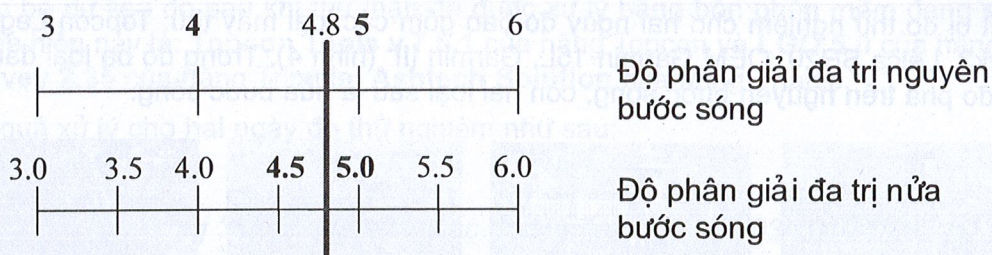
**K**hác với các máy thu GPS trắc địa thông thường cung cấp trị đo pha có bước sóng  $\lambda_1 = 19$  cm trên tần số L1, một số máy thu GPS rẻ tiền như của hãng Garmin cũng cung cấp trị đo pha nhưng trên bước sóng chỉ bằng một nửa  $\lambda_1 = 9.5$ cm [1, 2].



Hình 1: Trị đo pha nguyên bước sóng (trên) và nửa bước sóng (dưới)

Những máy thu này áp dụng các kỹ thuật giải mã đơn giản có nguồn gốc từ kỹ thuật bình phương (squaring) [6]. Nhiều nghiên cứu trong và ngoài nước đã sử dụng trị đo pha từ những máy thu loại này cho các ứng dụng chính xác [1, 2, 3, 4, 5]. Trong đó các tác giả đã xử lý bằng các phần mềm chuyên dụng như P4 [1, 2] hoặc GUST [3] và nhận được kết quả lạc quan. Ưu điểm của trị đo pha trên nửa bước sóng là ít bị ảnh hưởng đa đường hơn trị đo pha nguyên bước sóng. Tuy nhiên việc sửa chữa trượt chu kỳ pha và giải đa trị trên trị đo này lại khó khăn gấp đôi [6].





Hình 2: Minh họa quá trình giải đa trị khi xử lý trị đo pha nguyên và nửa bước sóng

Hình 2 minh họa cho quá trình giải đa trị của trị đo pha. Với giá trị thực của tham số đa trị ước lượng là 4.8, ta dễ dàng chọn ra số nguyên gần nó nhất là 5 với độ tin cậy cao trên bước sóng nguyên (khoảng cách đến 5 là 0.2 nhỏ hơn nhiều so với khoảng cách 0.8 đến 4). Trong trường hợp nửa bước sóng, việc giải đa trị là thất bại vì chọn 4.5 hay 5.0 đều không cho thấy sự vượt trội so với ứng viên còn lại. Do đó dùng các phần mềm GPS thông thường để xử lý trị đo pha nửa bước sóng thường cho kết quả có độ chính xác thấp chủ yếu do quá trình sửa chữa trượt chu kỳ và giải đa trị thất bại.

Chúng ta đang có một số phần mềm thương mại xử lý trị đo pha GPS, như Topcon Tools của hãng Topcon, Leica Geomatics Office (LGO) của hãng Leica, GPSurvey của hãng Trimble, Ashtech Solution của hãng Thales, vv. Đặc điểm chung của các phần mềm này là:

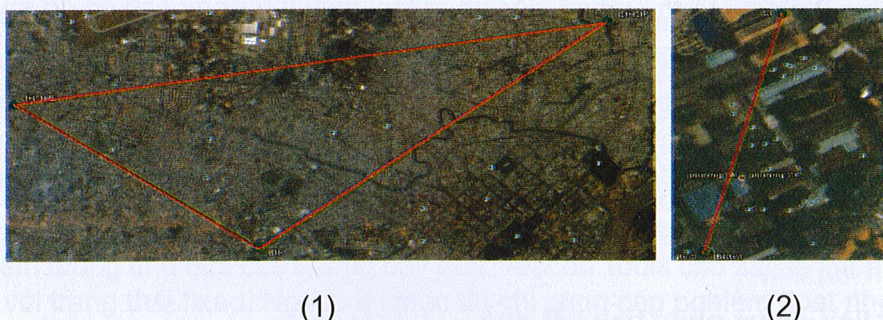
- \* Có giao diện thân thiện cùng với những tính năng đơn giản giúp người sử dụng có thể tiếp cận nhanh nhất.

- \* Xử lý tốt nhất các trị đo từ máy thu chính hãng. Các máy thu này cung cấp trị đo pha nguyên bước sóng.

Trong bài báo này, chúng tôi muốn xem xét khả năng xử lý trị đo pha nửa bước sóng của các phần mềm thương mại nêu trên, nhằm mục đích tiến đến khai thác các máy thu GPS rẻ tiền trong công tác trắc địa mà không cần dùng đến các phần mềm chuyên dụng.

## 2. Thiết kế bãi đo thực nghiệm và quá trình thu thập dữ liệu

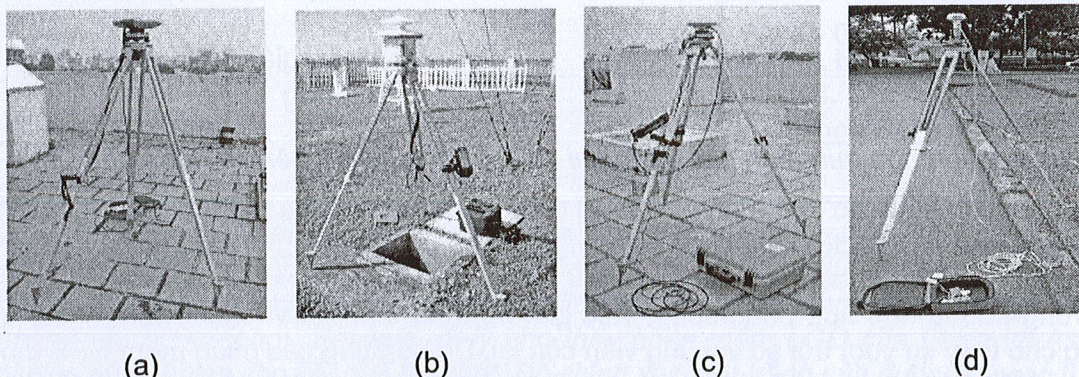
Chúng tôi tiến hành thu thập dữ liệu đo thử nghiệm trong hai ngày: 03/03/2010 và 28/12/2010 tại khu vực Tp. HCM với đồ hình dạng tam giác và đường đáy đơn tương ứng. Vị trí của các điểm được đánh dấu trên phần mềm Google Earth, trong đó đường đáy dài nhất là 8.8 km và ngắn nhất là 300 m.



Hình 3: Sơ đồ lưới GPS: (1) – Ngày đo 03/03/2010, (2) – Ngày đo 28/12/2010



Thiết bị đo thử nghiệm cho hai ngày đo bao gồm các loại máy thu: Topcon Legacy E, Promark3, Leica SR20, OEM Garmin 15L, Garmin III\* (hình 4). Trong đó ba loại đầu cung cấp trị đo pha trên nguyên bước sóng, còn hai loại sau là nửa bước sóng.



Hình 4: Các loại máy thu đã sử dụng trong thu thập số liệu: (a)- Topcon Legacy E, (b)- Promark3, (c)- Leica SR20, (d)- OEM Garmin 15L

Các ca đo được bố trí theo bảng 1, góc cao vệ tinh giới hạn là 5°, tốc độ thu dữ liệu là 5 giây. Sau khi kết thúc ngày đo, dữ liệu được trút vào máy tính và chuyển sang định dạng RINEX để tiện cho việc xử lý. Riêng Garmin III\* và OEM Garmin 15L, chúng tôi sử dụng chương trình RINEXlogger [3] để lấy dữ liệu mã và pha trên tần số L1.

Bảng 1: Lịch ca đo GPS

Ngày đo	Ca đo	Máy thu				Thời gian đo (phút)	Đường đáy
		Thales Promark3	Leica SR20	Garmin 15L	Garmin III*		
03/03/2010	1	DHOP		HOME	BK	120	DHOP-->BK: 6.5km HOME-->BK: 4.5km HOME-->BK: 8.8km
	2	DHOP	BK	HOME		120	

Ngày đo	Ca đo	Máy thu				Thời gian đo (phút)	Đường đáy
		Topcon LegacyE	Topcon LegacyE	Garmin 15L	Garmin III*		
28/12/2010	1	C5		BKIV1		60	C5--> BKIV1: 0.3km
	2			BKIV1	C5	60	C5--> BKIV1: 0.3km
	3	C5	BKIV1			60	C5--> BKIV1: 0.3km

Nhìn vào bảng 2 chúng ta thấy rằng việc bố trí loại máy thu trong các ca đo nhằm thay đổi sự đánh cặp giữa các máy thu: nguyên bước sóng – nguyên bước sóng, nguyên bước sóng – nửa bước sóng, và nửa bước sóng – nửa bước sóng. Trong ba trường hợp đã nêu, trường hợp đầu là chuẩn. Hai trường hợp còn lại cần khảo sát vì chúng đều tạo ra trị đo pha hiệu đôi trên nửa bước sóng.

Cần lưu ý rằng chúng tôi không có và không áp dụng mô hình sai số cho ăngten của các máy thu Garmin. Điều này có thể làm cho thành phần độ cao của đường đáy có chứa máy thu này sai đến vài dm.

### 3. Xử lý dữ liệu đo và phân tích kết quả



Toàn bộ dữ liệu đo sau khi thu thập đã được xử lý bằng bốn phần mềm đang sử dụng phổ biến hiện nay là: **Topcon Tools v.7.5.1** của hãng Topcon và **LGO 5.0** của hãng Leica, **GPSurvey 2.35** của hãng Trimble, **Ashtech Solution** của hãng Thales.

Kết quả xử lý cho hai ngày đo thử nghiệm như sau:

\* Ngày 03/03/2010:

*Bảng 3: Kết quả xử lý các đường dây ngày 03/03/2010*

Phần mềm	Ca đo	Đường dây	North (m)	East (m)	Up (m)	Kh/cách (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	RMS (m)	Nghiệm
Topcon Tools v.7.5.1	1	BK-DHOP	3934.461	5154.691	-11.613	6484.567	0.097	0.396	0.408	Code Diff
		BK-HOME	2460.704	-3606.309	-8.836	4365.863	0.265	1.212	1.240	Code Diff
		DHOP-HOME	-1474.018	-8761.987	0.622	8885.032	0.014	0.026	0.029	Fixed,L1
	2	BK-DHOP	3933.437	5155.242	-12.771	6484.388	0.002	0.005	0.006	Fixed,L1
		BK-HOME	2459.463	-3606.659	-12.135	4365.461	0.004	0.009	0.010	Fixed,L1
		DHOP-HOME	-1473.975	-8761.916	0.597	8884.955	0.004	0.009	0.010	Fixed,L1
LGO 5.0	1	BK-DHOP	3933.606	5155.092	-11.988	6484.338	0.006	0.041	0.042	Fixed,L1
		BK-HOME	2459.648	-3606.485	-11.959	4365.399	0.001	0.005	0.005	Fixed,L1
		DHOP-HOME	-1473.950	-8761.928	0.645	8884.939	0.011	0.024	0.026	Fixed,L1
	2	BK-DHOP	3933.439	5155.245	-12.755	6484.388	0.001	0.003	0.003	Fixed,L1
		BK-HOME	2459.466	-3606.672	-12.142	4365.460	0.002	0.004	0.005	Fixed,L1
		DHOP-HOME	-1473.990	-8761.953	0.615	8884.957	0.004	0.010	0.011	Fixed,L1
GPSurvey 2.35	1	BK-DHOP	3933.452	5155.245	-12.709	6484.396	0.003	0.006	0.007	L1 Float
		BK-HOME	-2459.500	3606.647	-12.062	4365.462	0.005	0.005	0.007	L1 Float
		DHOP-HOME	-1473.952	-8761.888	0.650	8884.919	0.003	0.004	0.007	L1 Float
	2	BK-DHOP	3933.445	5155.251	-12.765	6484.397	0.001	0.004	0.004	Fixed,L1
		BK-HOME	-2459.488	3606.622	-12.118	4365.442	0.005	0.003	0.006	L1 Float
		DHOP-HOME	-1473.951	-8761.891	0.621	8884.921	0.006	0.004	0.007	L1 Float
Ashtech Solution	1	BK-DHOP	3933.433	5155.226	-12.685	6484.389	0.031	0.023	0.038	L1 Float
		BK-HOME	-2459.485	3606.610	-12.035	4365.443	0.027	0.035	0.044	L1 Float
		DHOP-HOME	1473.948	8761.836	0.650	8884.893	0.028	0.041	0.050	L1 Float
	2	BK-DHOP	-3933.426	-5155.225	-12.756	6484.384	0.021	0.016	0.026	L1 Fixed
		BK-HOME	-2459.458	3606.661	-12.156	4365.470	0.026	0.025	0.036	L1 Float
		DHOP-HOME	1473.968	8761.886	0.600	8884.952	0.038	0.030	0.048	L1 Float

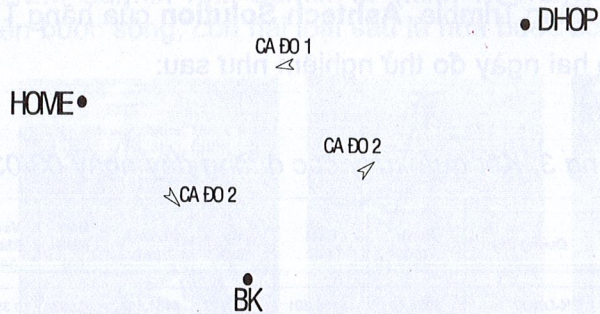
Theo kết quả bảng 3, tất cả các phần mềm đều cung cấp nghiệm chính xác (Fixed,L1) trên đường dây BK-DHOP nối giữa hai máy thu có trị đo pha nguyên bước sóng. Tuy nhiên kết quả xử lý các đường dây còn lại (có ít nhất một máy thu nửa bước sóng) thường là L1 Float – nghiệm pha có độ chính xác kém nhất. Duy nhất phần mềm **LGO** là cho toàn bộ nghiệm fix, trong khi **Topcon Tools** lại cho nghiệm xử lý mã xen kẽ với nghiệm fix.

Để kiểm tra độ chính xác xử lý các đường dây đơn, chúng tôi thử tính sai số khép tam giác dùng cạnh DHOP-HOME ở ca đo 1 và 2 cạnh HOME-BK, BK-DHOP ở ca đo 2 (xem hình 5). Kết quả tính sai số khép được thể hiện trong bảng 4.

Bảng 4 cho thấy sai số khép từ phần mềm LGO và Ashtech Solution là hợp lý với trạng thái nghiệm tương ứng của các đường dây đơn. Topcon Tools cho sai số khép khá lớn không phù hợp với trạng thái fixed. Ngược lại mặc dù chỉ cung cấp nghiệm float nhưng GPSurvey lại cho sai số khép rất nhỏ.



Hình 5: Sơ đồ tính sai số khép ngày đo 03/03/2010



Bảng 4: Sai số khép tam giác

Phần mềm	$f_N$ (m)	$f_E$ (m)	$f_S$ (m)	$f_h$ (m)
LGO 5.0	0.023	-0.012	0.026	0.032
Topcon Tools	-0.044	-0.086	0.097	-0.014
GPSurvey 2.35	0.005	-0.015	0.016	0.003
Ashtech Solution	0.011	0.015	0.019	0.091

\* Ngày 28/12/2010:

Bảng 5: Kết quả xử lý đường đáy C5-BK1V1

Phần mềm	Ca đo	North (m)	East (m)	Up (m)	Kh/cách (m)	Horz RMS (m)	Vert RMS (m)	RMS (m)	Trạng thái
Topcon Tools v.7.5.1	1	-305.625	-80.118	-20.605	316.726	0.009	0.016	0.019	Fixed,L1
	2	-306.070	-78.855	-20.245	316.711	0.009	0.024	0.025	Fixed,L1
	3	-305.723	-80.169	-20.917	316.749	0.001	0.001	0.001	Fixed
LGO 5.0	1	-305.727	-80.204	-20.530	316.735	0.001	0.002	0.002	Fix all
	2	-305.744	-80.140	-20.802	316.754	0.001	0.002	0.002	Fix all
	3	-305.722	-80.170	-20.891	316.746	0.000	0.001	0.001	Fix all
GPSurvey 2.35	1	-305.730	-80.163	-20.747	316.743	0.005	0.003	0.006	L1 Float
	2	-305.655	-79.986	-20.854	316.633	0.066	0.049	0.082	L1 Float
	3	-305.722	-80.168	-20.913	316.748	0.001	0.001	0.001	L1 Fixed
Ashtech Solution	1	-305.736	-80.178	-20.753	316.754	0.065	0.067	0.093	L1 Float
	2	-305.735	-80.175	-20.719	316.751	0.013	0.018	0.022	L1 Float
	3	-305.717	-80.168	20.899	316.743	0.001	0.002	0.002	L1 Fixed

Ca đo 3 được đo bằng máy thu 2 tần số **Topcon Legacy E** nên cho kết quả xử lý rất tốt. So sánh các phần mềm ta thấy chúng chỉ lệch nhau vài mm ở mặt bằng và cm ở độ cao. Nếu coi kết quả xử lý ca đo 3 làm chuẩn, chúng ta tính được độ lệch với ca đo 1 và ca đo 2 ở bảng 6.



**Bảng 6: Độ lệch giữa hai ca đo 1, 2 với ca đo 3**

Phần mềm	Ca đo	North (m)	East (m)	Up (m)	S (m)
Topcon Tools v.7.5.1	1	0.098	0.051	0.312	-0.023
	2	-0.347	1.314	0.672	-0.038
LGO 5.0	1	-0.004	-0.033	0.361	-0.011
	2	-0.022	0.030	0.089	0.008
GPSurvey 2.35	1	-0.008	0.005	0.166	-0.005
	2	0.067	0.182	0.059	-0.115
Ashtech Solution	1	-0.019	-0.010	0.146	0.011
	2	-0.018	-0.007	0.180	0.008

Bảng 5 và 6 cho thấy phần mềm LGO và Ashtech Solution vẫn cho kết quả phù hợp nhất về mặt bằng lẫn độ cao. Trong đó dù chỉ cung cấp nghiệm float ở cả hai ca đo, Ashtech Solution vẫn cho độ lệch nhỏ nhất về mặt bằng và độ cao. Topcon Tools cho độ lệch mặt bằng lớn nhất (>1m ở ca đo 2) hoàn toàn không phù hợp với trạng thái nghiệm fixed tương ứng. Độ lệch về độ cao ở tất cả các phần mềm mang tính hệ thống và khá lớn (vài dm). Điều này đã được dự báo trước là do không áp dụng mô hình sai số của anten Garmin.

#### **4. Kết luận**

Qua việc thử nghiệm dùng một số phần mềm thương mại để xử lý các trị đo pha trên nửa bước sóng, chúng tôi có những kết luận sau:

- \* Phần mềm LGO cho kết quả xử lý đường đáy tốt nhất. Sai số khép và độ lệch với đường đáy chính xác phù hợp với trạng thái nghiệm. Có thể phần mềm đã được trang bị khả năng xử lý các trị đo pha nửa bước sóng.

- \* Mặc dù chỉ cung cấp nghiệm float cho các đường đáy đơn, Ashtech Solution vẫn cho các chỉ tiêu thống kê rất tốt (< 2cm ở mặt bằng) nên được xếp ở vị trí thứ hai.

- \* Kết quả xử lý của Topcon Tools ở hai tập dữ liệu đều không tin cậy vì cho độ lệch khá lớn không tương ứng với trạng thái nghiệm fix ở các đường đáy đơn

Do đó trong khi chưa có những phần mềm chuyên dụng để xử lý các trị đo pha nửa bước sóng từ các máy thu GPS rẻ tiền, chúng tôi kiến nghị nên sử dụng phần mềm LGO hay Ashtech Solution để thay thế. Độ chính xác mặt bằng có thể đạt khoảng vài cm. Về độ cao, cần phải áp dụng mô hình sai số của anten nếu muốn đạt được độ chính xác tốt hơn 1dm.○

#### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

[1]. Hill, C. J, Moore, T. and Dumville, (2000), "Carrier Phase Surveying with Garmin Handheld GPS Receivers", ION GPS 2000, 19-22 September, Salt Lake City, Utah.

[2]. Emily Cosser, Chris J Hill, Gethin W Roberts, Xiaolin Meng, Terry Moore and Alan H Dodson, (2004), "Bridge Monitoring with Garmin Handheld Receivers", 1st FIG International Symposium on Engineering Surveys for Construction Works and Structural Engineering Nottingham, United Kingdom, 28 June – 1 July 2004.

[3]. Nguyễn Ngọc Lâu, (2007), "Khai thác các máy định vị cầm tay GPS trong Trắc địa",



Tạp chí Địa Chính, V. 1, pp. 3-7.

[4]. Nguyễn Ngọc Lâu và Ung Lê Huy, (2008), "Khai thác trị đo pha của chip OEM GARMIN 25LP trong công tác trắc địa", Hội nghị khoa học lần thứ 11, Tháng 11 năm 2008.

[5]. Beran, T., S. Bisnath, R.B. Langley and L. Serrano, (2005), "High-Accuracy Point Positioning with Low-Cost GPS Receivers: How Good Can It Get?", Proceedings of ION GPS/GNSS 2005, 18th international Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation, Long Beach, CA, 13-16 September 2005, The Institute of Navigation, Alexandria, Virginia, U.S.A., pp. 1524-1534.

[6]. Chris Rizos, (1996), "Principles and Practice of GPS Surveying", Course Notes, School of Geomatic Engineering, The University of New South Wales, Australia.○

### Summary

EXPERIMENTS OF PROCESSING HALF-WAVELENGTH CARRIER PHASE MEASUREMENTS BY USING SOME COMERCIAL SOFTWARE PACKAGES

Dr. Nguyen Ngoc Lau

Eng. Duong Tuan Viet

Department of Geomatics Engineering the HCMC University of Technology

This paper presents some our experiments of processing GPS half-wavelength carrier phase measurements by using four available commercial GPS software packages. We collected GPS data on baselines between GPS surveying receivers (full wavelength) and low-cost receivers (half wavelength). Processing results show that software LGO from Leica and Ashtech Solution from Thales are the best. The horizontal accuracy of several cm can be achieved.○

### ĐÁNH GIÁ ĐỘ CHÍNH XÁC...

(Tiếp theo trang 29)

Singapore Land Authority Survey Service.  
June-2006.

[9]. Janssen V. Understanding  
Coordinate Reference System, Datums and

Transformations. International Journal of  
Geoinformatics, Volum 5. N.4. December  
2009.

[10]. Adam Lyszkowicz. Quasigeoid for  
the area of Poland computed by least  
squares collocation. Abbrev. Technical  
Sciences. No 13. Y.2010.○

### Summary

ACCURACY ESTIMATION OF GEOID MODELS

MSc. Nguyen Duy Do

Hanoi University of Natutal Resources and Environment

MSc. Sisomphone Insiengmay

National Geographic Department - Lao PDR

For purpose of GPS levelling, geoid models are used for transformation from ellipsoid height to orthometric height. Accuracy of the Geoid models are significant in GPS levelling. Based on the relation between ellipsoid height, levelling height and geoid undulation it is possible to evaluate the accuracy of Geoid models. In this paper, the accuracy EGM96 and EGM2008 Geoid models of Northern Area in Viet Nam were assesed.○