

**BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
PHÂN HIỆU**

**ĐỀ TÀI
NGHIÊN CỨU CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY SẠT LỖ VÀ ĐỀ XUẤT CÁC
GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ KHU VỰC HỒ BÀU TRẮNG**

Mã số:

**BÁO CÁO CHUYÊN ĐỀ
ĐO ẢNH ĐIỆN XÁC ĐỊNH CÁC MẶT TRƯỢT
VÀ QUAN TRẮC RUNG ĐỘNG BỜ HỒ**

TP. Hồ Chí Minh, Tháng 07/2024



**CÔNG TY TNHH GEG THẢO NGUYÊN
203/2 Đặng Văn Bi, Phường Trường Thọ, TP. Thủ Đức, TP. HCM**

**BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
PHÂN HIỆU**

ĐỀ TÀI
**NGHIÊN CỨU CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY SẠT LỞ VÀ ĐỀ XUẤT CÁC
GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ KHU VỰC HỒ BÀU TRẮNG**

Mã số:

BÁO CÁO CHUYÊN ĐỀ
**ĐO ẢNH ĐIỆN XÁC ĐỊNH CÁC MẶT TRƯỢT VÀ
QUAN TRẮC RUNG ĐỘNG BỜ HỒ**

CHỦ ĐẦU TƯ

ĐƠN VỊ THỰC HIỆN
CÔNG TY TNHH GEG THẢO NGUYÊN



TP. Hồ Chí Minh, Tháng 07/2024



CÔNG TY TNHH GEG THẢO NGUYÊN
203/2 Đặng Văn Bi, Phường Trường Thọ, TP. Thủ Đức, TP. HCM

**BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC THỦY LỢI
PHÂN HIỆU**

ĐỀ TÀI
**NGHIÊN CỨU CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY SẠT LỞ VÀ ĐỀ XUẤT CÁC
GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ KHU VỰC HỒ BÀU TRẮNG**

Mã số:

BÁO CÁO CHUYÊN ĐỀ
**ĐO ẢNH ĐIỆN XÁC ĐỊNH CÁC MẶT TRƯỢT VÀ
QUAN TRẮC RUNG ĐỘNG BỜ HỒ**

Chủ nhiệm đề tài:

TS. Lê Ngọc Thanh

Chủ nhiệm chuyên đề:

ThS. Nguyễn Quang Dũng

Các thành viên thực hiện:

TS. Đặng Hoài Trung

CN. Nguyễn Văn Sỹ

TP. Hồ Chí Minh, Tháng 07/2024



CÔNG TY TNHH GEG THẢO NGUYÊN
203/2 Đặng Văn Bi, Phường Trường Thọ, TP. Thủ Đức, TP. HCM

MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC HÌNH	2
DANH MỤC CÁC BẢNG	3
I. MỤC TIÊU, NHIỆM VỤ	4
II. PHƯƠNG PHÁP VÀ KỸ THUẬT NGHIÊN CỨU	5
2.1. Phương pháp ảnh điện hai chiều (2D)	5
2.2. Phương pháp đo rung động	7
2.2.1. Sự lan truyền sóng trong môi trường liên tục đàn hồi	7
2.2.2. Kỹ thuật và thiết bị đo rung động	8
2.3. Phương pháp Radar xuyên đất (GPR)	9
2.3.1. Nguyên lý hoạt động của GPR	9
2.3.2. Kỹ thuật và thiết bị đo GPR	11
2.4. Khối lượng và thời gian thực hiện	11
2.4.1. Khối lượng	11
2.4.2. Thời gian thực hiện	11
III. KẾT QUẢ	12
3.1. Minh giải tài liệu ảnh điện và tài liệu GPR	12
3.1.1. Khu vực bờ hồ Bàu Bà	12
3.1.2. Khu vực cuối hồ Bàu Bà	14
3.1.3. Khu vực đầu hồ Bàu Ông	16
3.2. Đánh giá ảnh hưởng rung động đến sạt lở bờ hồ Bàu bà	17
3.2.1. Xác lập các nguồn rung động	17
3.2.2. Vận tốc và gia tốc rung động tại điểm quan trắc	17
3.2.3. Sự tương quan giữa rung động và nền đất/cát hồ Bàu Bà	19
VI. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	22
4.1. Kết luận	22
4.2. Kiến nghị	22
TÀI LIỆU THAM KHẢO	24
PHỤ LỤC 1: CÁC HỒ KHOAN HK1, HK2, HK3	25
PHỤ LỤC 2: CÁC MẶT CẮT RADAR XUYỀN ĐẤT	27
PHỤ LỤC 3: ĐỒ THỊ VẬN TỐC VÀ GIA TỐC RUNG ĐỘNG TẠI ĐIỂM QUAN TRẮC HỒ BÀU BÀ	31

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 2.1. Sơ đồ bố trí đo ảnh điện

Hình 2.2. Hệ thiết bị thăm dò điện SAS 4000 và Lund

Hình 2.3. Sơ đồ đo rung động khu vực sạt lở bờ hồ Bàu Bà

Hình 2.4. Sơ đồ khối hệ thống GPR

Hình 2.5. Thiết bị Zond 12e với anten 150 MHz không màn chắn (bên trái) và phần mềm thu thập – xử lý dữ liệu

Hình 3.1. Sơ đồ tuyến đo AD1, tuyến đo L1 – L8, hố khoan và cung trượt

Hình 3.2. Mặt cắt ảnh điện tuyến AD1

Hình 3.3. Mặt cắt GPR tuyến L4

Hình 3.4. Sơ đồ tuyến đo AD2 (dọc đường tỉnh ĐT 716B)

Hình 3.5. Mặt cắt ảnh điện tuyến AD2

Hình 3.6. Sơ đồ vị trí tuyến đo ảnh điện AD3

Hình 3.7. Mặt cắt ảnh điện tuyến AD3

Hình 3.8. a) Hoạt động của xe bán tải b) Du khách chụp hình và ngắm cảnh

Hình 3.9. Mối quan hệ giữa lực dính và gia tốc

Hình 3.10. Mối quan hệ giữa hệ số rỗng và gia tốc dao động

Hình 3.11. Sự biến đổi biên độ rung động theo chiều sâu của sóng mặt

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 2.1. Giá trị điện trở suất của các vật liệu trong vùng cát khô tỉnh Bình Thuận

Bảng 2.2. Vận tốc truyền sóng dọc của các vật liệu trong vùng cát khô tỉnh Bình Thuận

Bảng 2.3. Các đại lượng của sóng điện từ được dùng trong GPR

Bảng 2.4 Tính chất điện từ của một số loại vật liệu phổ biến

Bảng 3.1. Thống kê vận tốc và gia tốc rung động cực đại tại điểm quan trắc

I. MỤC TIÊU, NHIỆM VỤ

Chuyên đề này trình bày kết quả thực hiện Nội dung 2.2: Đo đạc, xử lý số liệu địa vật lý ảnh điện và Nội dung 2.7: Quan trắc rung động bờ hồ. Cả 02 mục nội dung trên nằm trong Nội dung 2: *Khảo sát đặc điểm tự nhiên và kinh tế - xã hội khu vực nghiên cứu* thuộc Đề tài: “Nghiên cứu các nguyên nhân gây sạt lở và đề xuất các giải pháp bảo vệ bờ khu vực hồ Bàu Trắng” thực hiện từ 12/2023 đến 06/2024.

Nội dung 2.2 bao gồm Đo ảnh điện theo cấu hình Wenner:

- Khảo sát vạch 03 tuyến đo vuông góc với bờ hồ theo hướng đông bắc – tây nam; mỗi tuyến dài 400 m.
- Đo ảnh điện trên 03 tuyến đã xác định
- Minh giải số liệu đo ảnh điện để xác định các mặt trượt.
- Thành lập 03 mặt cắt ảnh điện.

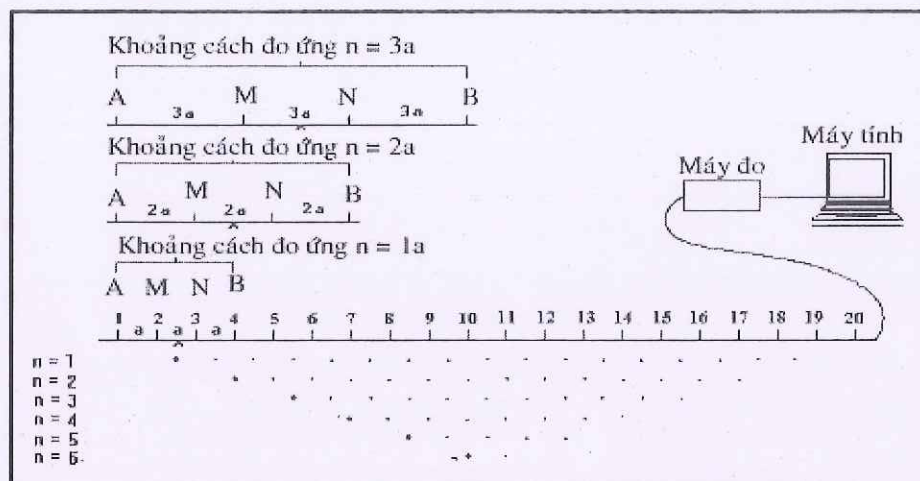
Nội dung 2.7 bao gồm Quan trắc rung động bờ hồ:

- Đo tự động rung động bờ hồ do các nguồn nhân tạo (trong 08 ngày; 10 giờ mỗi ngày từ 8h - 18h).
- Nghiên cứu sự tương quan giữa rung động và nền đất/cát bờ hồ.
- Xác lập các nguồn rung động ảnh hưởng đến sạt lở bờ hồ.

II. PHƯƠNG PHÁP VÀ KỸ THUẬT NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp ảnh điện hai chiều (2D)

Áp dụng hệ thiết bị đo sâu Wenner với bước đi trên tuyến $a = 5\text{ m}$. Sơ đồ bố trí các điện cực đo trên tuyến để thiết lập một mặt cắt ảnh điện, được thực hiện như Hình 2.1 dưới đây:



Hình 2.1. Sơ đồ bố trí đo ảnh điện 2D

Đây là những kiểu đo ảnh điện thường được áp dụng nhiều nhất trong thực tế khảo sát các cấu trúc địa chất và hạn chế được các nhiễu đo đặc do lợi thế của thiết bị Wenner có tỷ số giữa tín hiệu có ích trên nhiễu là lớn nhất so với các hệ thiết bị khác.

Giá trị điện trở suất ứng với mỗi khoảng mở theo hệ thiết bị Wenner được tính theo công thức sau:

$$\rho_K = K \cdot \Delta V / I \quad (1)$$

Trong đó:

ρ_K : Giá trị điện trở suất tính toán theo công thức (1), Ωm ;

K: Hệ số thiết bị, $K = 2\pi a$ đối với hệ thiết bị Wenner; a là khoảng cách giữa các điện cực thu, phát tương ứng với số lần mở rộng thiết bị đo;

ΔV : Thế đọc trên máy khi phát dòng điện I vào môi trường đất đá, mV;

I : Dòng phát vào môi trường đất đá tại mỗi cự ly đo sâu, mA.

Tại thực địa, ứng với mỗi cự ly ($a = 5\text{ m}$) của thiết bị đo sâu điện, đo ảnh điện tương ứng, đọc các giá trị dòng điện phát (I , mA) vào môi trường đất đá qua các điện cực phát AB, đồng thời ghi nhận các giá trị thế thứ cấp (ΔV , mV) thu được qua các điện cực thu MN. Biết các giá trị thế đo, dòng điện phát và hệ số K tương ứng với từng khoảng mở của thiết bị AB, MN tương ứng với hệ thiết bị Wenner, sẽ tính được các giá trị điện trở suất theo công thức (1) trên đây.

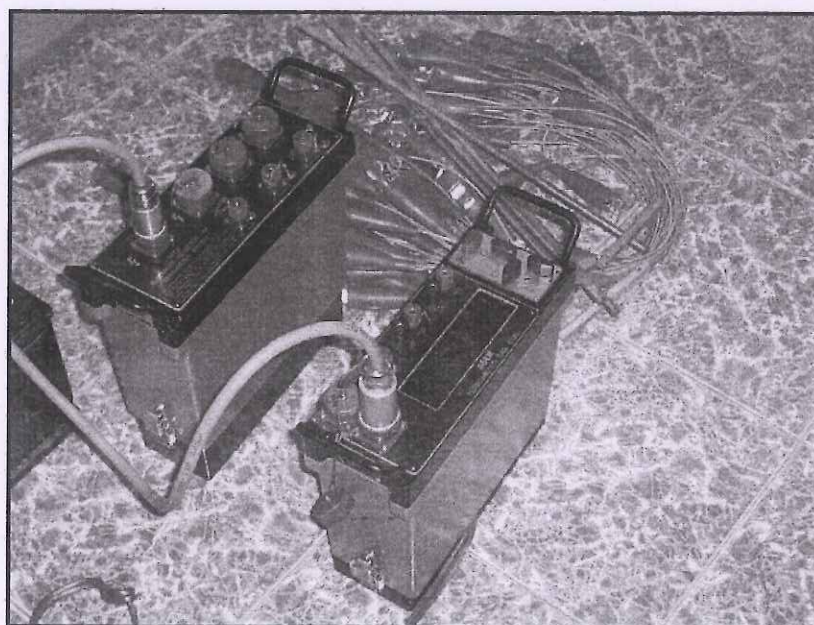
Máy sử dụng trong thi công các phương pháp trên tại thực địa là loại máy đo kỹ thuật số, nhãn hiệu SAS4000, do Thụy Điển chế tạo. Đây là loại máy thăm dò điện dòng một chiều có nhiều tính năng nổi trội như có dải đo thế, đo dòng rộng, có thể đo được

các giá trị dòng điện phát và thể thứ cấp dao động trong khoảng rộng với độ chính xác cao. Đặc biệt, tính năng nổi trội của loại máy này là mức độ tự động cao trong việc điều tiết chế độ thẩm thấu của mật độ dòng điện phát theo độ sâu và điều kiện tiếp địa để có thể khảo sát địa tầng theo chế độ tăng dần, không bị nhảy vọt độ sâu khảo sát.

Riêng đối với các loại phụ kiện đi kèm thiết bị đo như hệ thống cáp, các điện cực thu phát, được gia công theo tiêu chuẩn ngành, trong đó, các điện cực phát được làm bằng thép inox, có độ dài đủ lớn để có thể đâm sâu qua lớp đất bề mặt khô, xốp, bỏ rời tới lớp có độ ẩm cao hơn, nhằm làm giảm điện trở tiếp xúc của các điện cực, tăng dòng điện phát. Các điện cực thu được làm bằng chì, có độ trơn cao, diện tích tiếp xúc nhỏ, có khả năng giảm được tới mức tối thiểu các nhiễu phân cực tự nhiên của môi trường lên các điện cực thu. Đối với hệ thống cáp đo, sử dụng cấu hình cáp đo riêng, không theo cấu hình đi kèm máy đo SAS4000, với lý do có thể khảo sát được các độ sâu lớn theo ý muốn mà không bị ràng buộc bởi cấu hình mặc định của nhà sản xuất (Hình 2.2).

Các số liệu của phương pháp đo ảnh điện được lập thành các file số liệu (*.dat) theo định dạng phù hợp với cấu hình của hệ thiết bị Wenner. Các file số liệu sau đó được chạy tự động trên máy tính với phần mềm RES2DINV. Đây là chương trình giải bài toán ngược trong thăm dò điện với các số liệu của toàn bộ một tuyến đo sâu ảnh điện trong môi trường 2D. Ưu điểm nổi bật của phần mềm này là sử dụng thuật toán “Bình phương tối thiểu - Least Squares Method” để tính các giá trị điện trở suất các lớp địa điện. Kết quả thu được các mặt cắt đẳng trị điện trở suất thật, dạng ảnh, trên đó khu trú ra một cách rõ nét các dị thường cực đại cũng như cực tiểu điện trở suất, làm cơ sở dự báo một cách khá chính xác các cấu trúc địa chất sâu dưới bề mặt địa hình, so với phương pháp đo sâu điện thẳng đứng thông thường, khi trường dữ liệu được nội suy chủ yếu theo một hướng thẳng đứng (môi trường 1D).

Một ưu điểm khác của phần mềm RES2DINV là có tính năng thể hiện địa hình các cọc đo ảnh điện. Các mặt cắt ảnh điện với yếu tố địa hình có được sự liên hệ gần hơn với thực tế, việc giải thích địa chất các mặt cắt này thuận lợi hơn vì có thêm thông tin trên mặt cắt.



Hình 2.2. Hệ thiết bị thăm dò điện SAS 4000 và Lund

Để tạo cơ sở khoa học và thực tiễn cho việc minh giải tài liệu đo ảnh điện, các nghiên cứu trước đây của chúng tôi (Nguyễn Văn Giảng, Nguyễn Bá Duẩn, Lại Cao Khiêm, Lê Ngọc Thanh và Nguyễn Quang Dũng, 2006; Nguyễn Văn Giảng, Lê Ngọc Thanh, 2007) đã nhận được các giá trị độ dẫn điện của đất đá đặc trưng trong vùng nghiên cứu (Bảng 2.1).

Bảng 2.1. Giá trị điện trở suất của các vật liệu trong vùng cát khô tỉnh Bình Thuận

Vật liệu	Điện trở suất (Ωm)
Cát đỏ khô	1.500 – 2.500
Cát đỏ ẩm	300 – 600
Cát đỏ bão hoà nước	80 – 150
Cát trắng khô	1.000 – 1.600
Cát trắng ẩm	200 – 400
Cát trắng bão hoà nước	40 – 100
Sét ẩm	20 – 40
Đá granit khô	3.000 – 30.000
Đá granit nứt nẻ chứa nước	500 – 2.500

2.2. Phương pháp đo rung động

2.2.1. Sự lan truyền sóng trong môi trường liên tục đàn hồi

Rung động phát sinh từ cả yếu tố tự nhiên và yếu tố con người. Yếu tố tự nhiên như động đất, núi lửa phun trào là các hiện tượng tai biến tự nhiên, năng lượng giải phóng ra truyền bên dưới mặt đất tạo nên các rung động ở nhiều cấp độ khác nhau. Yếu tố con người gồm có các nguồn phát sinh rung động gây ra như hoạt động giao thông đường bộ, đường sắt; vận hành các thiết bị công nghiệp như các máy nghiền sàng, máy quay ly tâm, bơm thủy lực; hoạt động xây dựng sử dụng búa máy đóng cọc bê tông vào nền móng công trình; các vụ nổ trong khai thác khoáng sản.

Sự rung động của nền đất do chuyển động của phương tiện vận tải gây nên, so với chấn động do lực động đất là rất yếu. Tuy nhiên, do tác động kéo dài nên chúng có thể gây nên độ lún của nền đất và hoá lỏng đất bờ rời do rung động, vì khi có tác động rung động lâu dài và gia tăng gia tốc chấn động, thì sức chống trượt của đất bờ rời, đặc biệt là đất không dính giảm đi rõ rệt, còn giá trị hệ số rỗng của đất tăng lên cùng với sự tăng lên của chấn động do sự nén rung của nền đất.

Việc nghiên cứu lý thuyết của quá trình sóng sinh ra trong đất khi có tác động động lực (hoạt động của thiết bị không cân bằng, động đất, xe/phương tiện vận chuyển,...) dựa trên cơ sở nghiên cứu các mô hình, trong đó được sử dụng nhiều hơn cả là mô hình môi trường liên tục đàn hồi. Trong mô hình này, sóng đàn hồi lan truyền gồm hai loại sóng độc lập với nhau: một là sự chuyển dịch lan truyền theo phương truyền sóng là sóng dọc với vận tốc v_s , và sóng còn lại lan truyền vuông góc với phương truyền sóng là sóng ngang với vận tốc v_p .

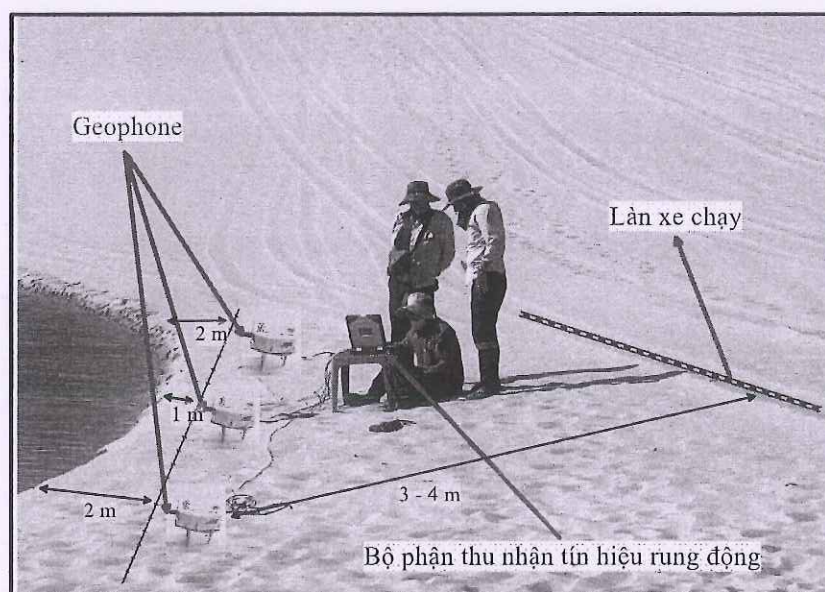
Sóng dọc lan truyền trong môi trường đàn hồi liên tục với tốc độ lớn hơn tốc độ của sóng ngang ($v_s > v_p$). Bảng 2.2 trình bày giá trị tốc độ lan truyền của sóng dọc của các vật liệu trong vùng cát khô tỉnh Bình Thuận.

Bảng 2.2. Vận tốc truyền sóng dọc của các vật liệu trong vùng cát khô tỉnh Bình Thuận

Vật liệu	Vận tốc truyền sóng dọc (m/s)
Cát khô	468 – 915
Cát ướt	610 – 1.830
Sét	915 – 2.750
Nước biển	1.460 – 1.530
Cát kết	1.830 – 3.970
Đá phiến sét	2.750 – 4.270
Granit	4.580 – 5.800
Đá biến chất	3.050 – 7.020

2.2.2. Kỹ thuật và thiết bị đo rung động

Nhằm quan trắc rung động lan truyền đến bờ hồ đã sạt lở, chúng tôi đã sử dụng geophone (địa chấn kế) 3 chiều (3D) theo các trục XYZ với dải tần số tự nhiên từ 4,5 - 150 Hz. Trong đó, phương X song song với bờ hồ, phương Y vuông góc với bờ hồ và phương Z là phương thẳng đứng. Hệ thiết bị đo rung động bố trí dọc theo và cách bờ hồ từ 1 - 2 m. Khoảng cách giữa các geophone 3D là 5 m; cách làn xe chạy từ 2 – 3 m, khoảng cách xe chạy đến bờ hồ từ 3 đến 4 m (Hình 2.3). Tọa độ điểm đo: 11° 3'54.86"N; 108°25'29.48"E.



Hình 2.3. Sơ đồ đo rung động khu vực sạt lở bờ hồ Bàu Bà

Máy đo chấn động U6 do Hãng Labjack (Hoa Kỳ) sản xuất được sử dụng để đo rung động bờ hồ. Máy gồm có 2 bộ phận:

- *Bộ phận điều khiển và ghi nhận dữ liệu:* gồm một máy tính xách tay với phần mềm điều khiển, thông qua máy tính có thể điều khiển các chức năng của hệ thống ghi tín hiệu bằng các lệnh hiển thị trên màn hình máy tính và lưu trữ dữ liệu. Chúng tôi đã cài đặt khoảng thời gian đo ghi tín hiệu là 0,2 s.

- *Bộ phận ghi tín hiệu:* được thiết kế bằng các mạch tích hợp với công nghệ kỹ thuật cao, bao gồm bộ biến đổi A/D 12 bit. Tín hiệu điện ghi được cho 03 thành phần chuyển vị X, Y và Z của dao động được biểu diễn qua đơn vị Volt (V).

Các geophone được sử dụng geophone 3D gồm 01 geophone dọc SM-6/U-B 4,5Hz và 02 geophone ngang SM-6/H-B 4,5Hz; các geophone này có độ nhạy 28,8 Vs/m $\pm$ 2,5%.

2.3. Phương pháp Radar xuyên đất (GPR)

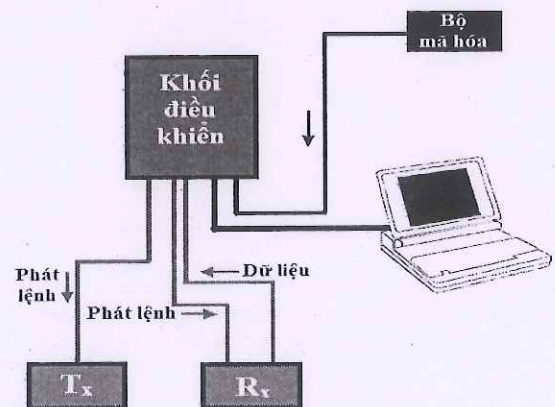
2.3.1. Nguyên lý hoạt động của GPR

Radar xuyên đất (Ground Penetrating Radar - GPR) là phương pháp địa vật lý sử dụng sóng điện từ (thông thường trong dải tần số từ 10 – 2.000 MHz) để nghiên cứu các cấu trúc tầng nông dưới mặt đất nhằm mục đích dự báo sạt lở, sụt lún, vẽ bản đồ công trình ngầm đô thị, khảo cổ, các công trình giao thông, xây dựng, quân sự,... Hệ thống GPR gồm có thiết bị thu phát tín hiệu, anten phát và anten thu, các thiết bị hiển thị, thiết bị ghi và cổng ghép với máy tính (Hình 2.4).

GPR hoạt động theo nguyên tắc sau: sóng điện từ phát ra từ một anten phát dưới dạng xung, lan truyền trong vật chất với vận tốc được quyết định chủ yếu bởi tính chất điện của vật liệu. Khi sóng lan truyền vào vật chất bên dưới mặt đất, nếu gặp các bất đồng nhất hoặc các mặt ranh giới giữa các môi trường có tính chất điện khác nhau, một phần năng lượng sóng sẽ phản xạ hoặc tán xạ trở lại mặt đất trong khi phần năng lượng còn lại tiếp tục di chuyển xuống phía dưới. Sóng phản xạ lại được ghi nhận bởi anten thu và lưu trữ

trong bộ nhớ của thiết bị để sử dụng cho việc xử lý và phân tích về sau. Thông qua vận tốc truyền sóng ta có thể biết được độ sâu thẩm thấu của dị thường. Các đại lượng vật lý sử dụng trong GPR và mối liên quan của chúng với môi trường được trình bày trong Bảng 2.3.

Màn hình hiển thị dữ liệu chỉ hiển thị tín hiệu số thông qua biên độ và được gọi là đường ghi, một đường ghi gồm có năng lượng xung phát, theo sau là năng lượng xung thu ghi nhận từ sự phản xạ của các vật thể hoặc các mặt ranh giới. Khi anten di chuyển dọc theo tuyến khảo sát, một loạt các đường ghi được tập hợp ở các thời điểm rời rạc và được sắp xếp cạnh nhau để hình thành mặt cắt trên màn hình. Dữ liệu có thể được lọc



Hình 2.4. Sơ đồ khối hệ thống GPR

để loại trừ nhiễu ở thực địa, hoặc có thể được lưu trữ dưới dạng thô và xử lý loại trừ nhiễu sau đó.

Bảng 2.3. Các đại lượng của sóng điện từ được dùng trong GPR

Sự truyền sóng điện từ	Sự truyền sóng điện từ trong môi trường có độ dẫn thấp	Ý nghĩa
$v = \frac{\omega}{a}$	$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$	Vận tốc truyền sóng chỉ phụ thuộc vào $\epsilon_r, \mu_r = 1$
$\lambda = \frac{2\pi}{a}$	$\lambda = \frac{1}{f \sqrt{\epsilon \mu}}$	Bước sóng phụ thuộc vào vận tốc
$\delta = \frac{1}{b}$	$\delta = \frac{2}{\sigma} \sqrt{\frac{\epsilon}{\mu}}$	Độ sâu lớp mặt giảm khi độ dẫn tăng
$B = 20 \log_{10}(e)$	$B = 1636,01 * \sigma \sqrt{\frac{\mu_r}{\epsilon_r}}$	Hệ số tắt dần không phụ thuộc vào tần số

Trong đó, c là vận tốc ánh sáng, ϵ_r là độ điện thẩm, μ_r là độ từ thẩm, xấp xỉ bằng đơn vị (1) cho phần lớn các điều kiện quan sát trong môi trường địa chất, σ là độ dẫn điện, ω là tần số, a và b là các đại lượng đặc trưng cho số sóng.

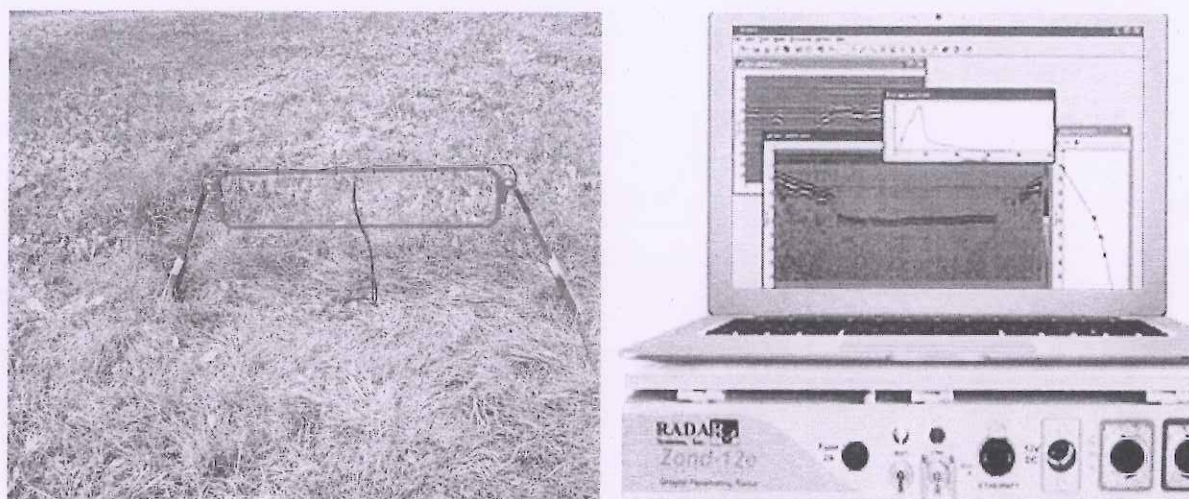
Sóng radar có thể truyền qua một số chất lỏng, nhưng khả năng truyền và mức độ suy giảm của sóng radar phụ thuộc vào các yếu tố độ dẫn điện, điện môi và khả năng hấp thụ của chất lỏng đó. Bảng 2.4 dưới đây trình bày kết quả thu được về tính chất điện từ của một số loại vật liệu thường gặp với tần số sử dụng 100 MHz.

Bảng 2.4 Tính chất điện từ của một số loại vật liệu phổ biến

Vật chất	ϵ_r	v, (m/ns)	σ , (mS/m)	B, (dB/m)
Không khí	1	0,3	0	0
Nước nhạt	80	0,033	0,5	0,1
Nước biển	80	0,01	30.000	1000
Cát khô	3 - 7,5	0,1 - 0,2	0,01	0,01 - 0,14
Cát ướt	20 - 31	0,05 - 0,08	0,1 - 1,0	0,03 - 0,5
Cát cuội sỏi khô	3,5 - 6,5	0,09 - 0,13	0,01 - 0,06	0,01 - 0,1
Cát cuội sỏi ướt	15,0 - 17,5	0,06	0,7 - 9	0,03 - 0,5
Đất sét khô	2,5 - 5,0	0,09 - 0,12	2 - 20	0,28 - 300
Đất sét ướt	15 - 40	0,05 - 0,07	20 - 1000	1 - 500
Bùn khô	2,5 - 5,0	0,09 - 0,12	1 - 100	1 - 300
Bùn ướt	22 - 30	0,05 - 0,07	50 - 100	1 - 500
Nước bùn (nhạt)	60 - 80	0,03 - 0,06	20 - 40	0,3

2.3.2. Kỹ thuật và thiết bị đo GPR

Chúng tôi đã sử dụng thiết bị Zond-12e do hãng Georadar Systems (Latvia) sản xuất. Zond-12e được thiết kế để hoạt động trong phạm vi rộng như địa kỹ thuật, địa chất thiết bị Zond-12e ghi nhận thông tin theo thời gian thực và biểu diễn dưới dạng biểu đồ thời khoảng. Phần mềm dùng để thu thập và xử lý dữ liệu là Prism có khóa cứng đính kèm. Loại anten được sử dụng là anten không màn chắn ở tần số 150 MHz; độ sâu khảo sát đến 20 m (Hình 2.5).



Hình 2.5. Thiết bị Zond 12e với anten 150 MHz không màn chắn (bên trái) và bộ phận thu thập, hiển thị dữ liệu

2.4. Khối lượng và thời gian thực hiện

2.4.1. Khối lượng

Công tác địa vật lý được thực hiện trên các tuyến thiết kế:

1) *Phương pháp ảnh điện 2D*: thực hiện 03 tuyến đo; tổng chiều dài 1.200 m, gồm các tuyến:

- Tuyến AD1 trong khu vực sạt lở, dài 300 m.
- Tuyến AD2 dọc đường DT716B phía cuối hồ Bàu Bà, dài 750 m.
- Tuyến AD3 ở phía đầu hồ Bàu Ông, dài 200 m.

2) *Phương pháp đo GPR*: thực hiện trong khu vực sạt lở của hồ Bàu Bà, gồm 08 tuyến đo, ký hiệu L1 đến L8; các tuyến cách nhau từ 5 - 10 m; chiều dài từ 80 – 125 m; tổng cộng các tuyến đo GPR dài 760 m. Trong đó tuyến L4 trùng với tuyến AD1.

3) *Phương pháp đo rung động*: thực hiện quan trắc rung động trong 08 ngày; điểm quan trắc đặt sát bờ hồ Bàu Bà đã sạt lở.

2.4.2. Thời gian thực hiện

Công việc đo ảnh điện 2D và đo GPR thực hiện trong khoảng thời gian từ ngày 01/12/2023 đến ngày 02-03/3/2024.

Riêng quan trắc rung động bao gồm 04 đợt; mỗi đợt 02 ngày thứ bảy và chủ nhật; mỗi ngày quan trắc từ 08h – 16h30.

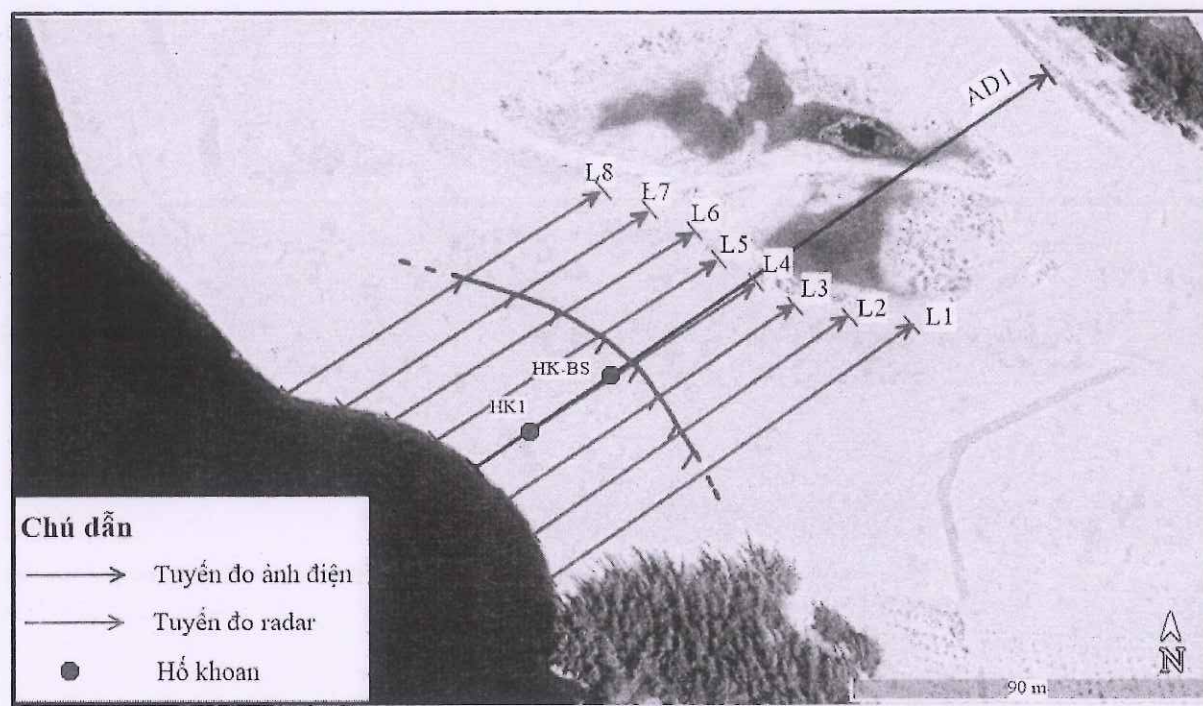
- Đợt 1: ngày 01 - 02/12/2023 (thời gian đưa xe địa hình).
- Đợt 2: ngày 27 - 28/01/2024 (trước Tết Âm lịch Giáp Thìn).
- Đợt 3: ngày 24 - 25/02/2024 (sau tết Âm lịch Giáp Thìn).
- Đợt 4: ngày 02 - 03/03/2024 (sau tết Âm lịch Giáp Thìn).

III. KẾT QUẢ

3.1. Minh giải tài liệu ảnh điện và tài liệu GPR

3.1.1. Khu vực bờ hồ Bàu Bà

Tuyến đo ảnh điện AD1 được bố trí tại khu vực sạt lở, chiều dài 300 m, bắt đầu từ bờ hồ vào bên trong khu đồi cát theo hướng tây nam – đông bắc (Hình 3.1).



Hình 3.1. Sơ đồ tuyến đo AD1, tuyến đo L1 – L8, hố khoan và cung trượt

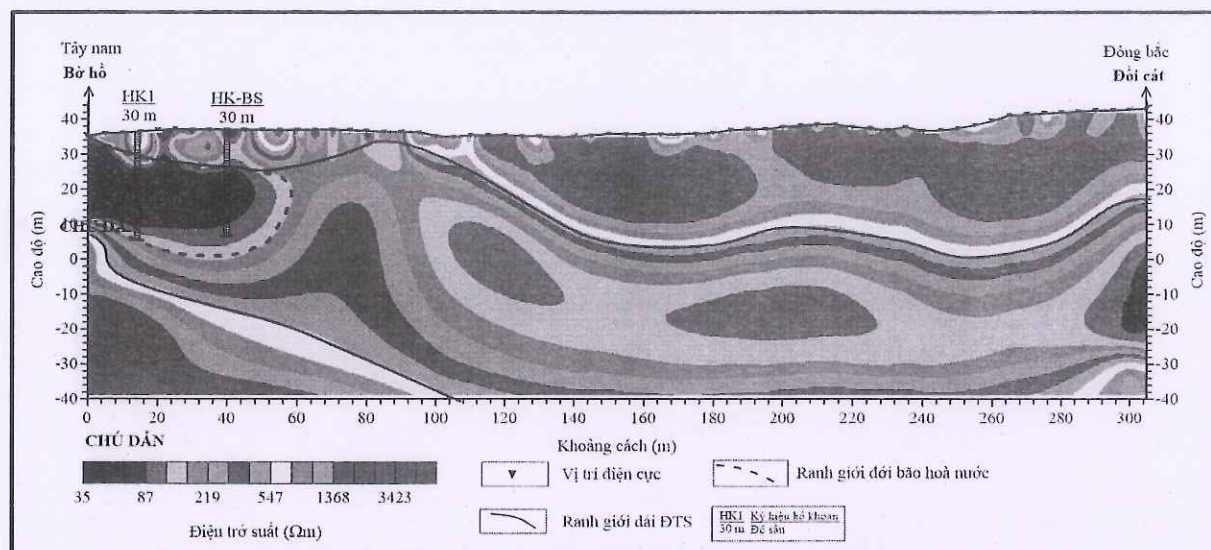
1) Trên mặt cắt ảnh điện, có thể phân biệt 03 dải điện trở suất (Hình 3.2):

- Dải 1: có điện trở suất nhiều thay đổi khác nhau. Dải này phân bố từ bờ hồ vào trong khoảng 50 m theo phương ngang; chiều dày khoảng 10 m tính từ mặt đất.

- Dải 2: có điện trở suất 35 - 500 Ωm (màu xanh nhạt đến xanh dương). Dải này phân bố suốt tuyến và có xu thế chìm dần từ bờ hồ vào trong đất liền; độ sâu từ 10 – 70 m; dự đoán là tầng chứa nước. Ở đó, từ đầu tuyến vào trong 50 m đới bão hoà nước, phần đới còn lại là đới ngầm nước.

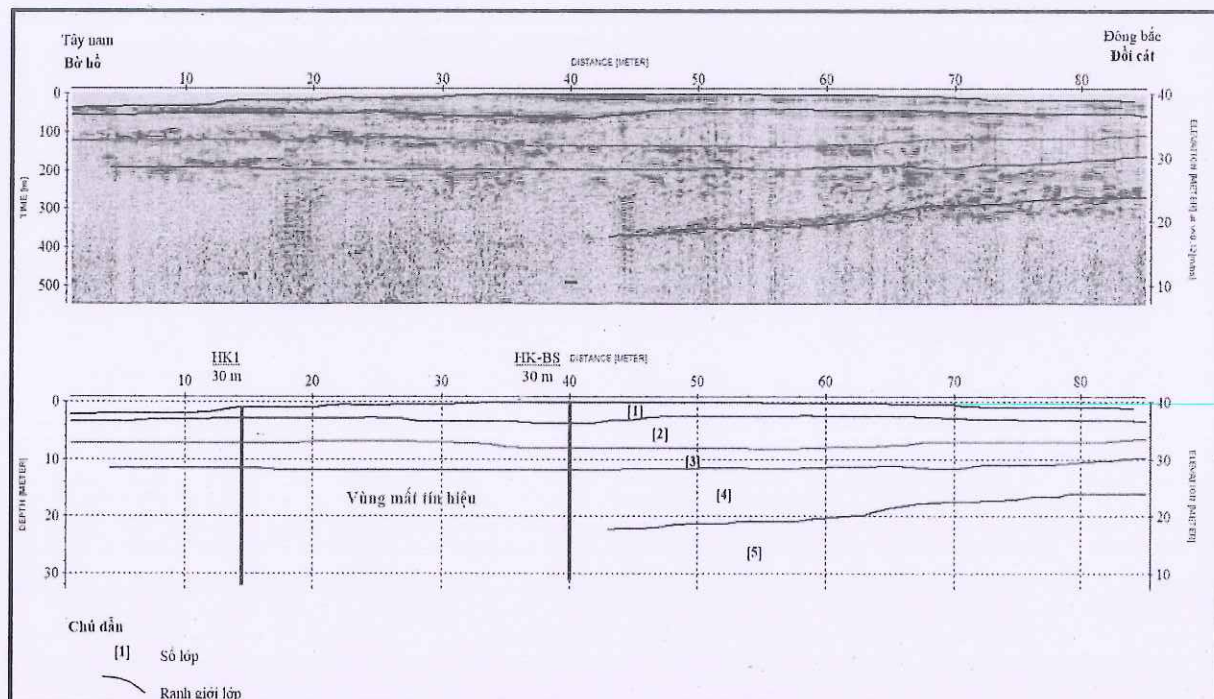
- Dải 3: có điện trở suất $> 500 \Omega m$. Dải điện trở suất này phân bố trong 02 đới: đới thứ nhất từ mét thứ 100 đến cuối tuyến, bề dày đến 30 m; và đới thứ hai từ đầu tuyến đo đến mét thứ 100, độ sâu từ 25 m tính từ mặt đất.

Mặt cắt ảnh điện AD1 chạy qua 02 hố khoan HK1 và HK-BS. Kết quả khoan chỉ ra rằng mực nước ngầm ở độ sâu 1,93 m, và hiện diện tầng chứa nước ở độ sâu từ 20 m.



Hình 3.2. Mặt cắt ảnh điện tuyến AD1

2) Trên tất cả 08 mặt cắt GPR có thể nhận ra cấu trúc phân lớp ngang gồm 06 lớp với độ sâu đạt đến 30 m (Hình 3.3 và Phụ lục 1), vận tốc truyền sóng thay đổi từ 0,06 – 0,12 m/ns. Đáng quan tâm là từ tuyến L3 đến tuyến L8, các tín hiệu GPR bị suy giảm mạnh và hoàn toàn mất tín hiệu trong Lớp 4 và Lớp 5 từ đầu tuyến (bờ hồ Bàu Bà) kéo vào trong dài từ 40 – 50 m, độ sâu từ 10 m. Hình 3.3 là thí dụ minh họa hiện tượng trên với mặt cắt GPR của tuyến L4 (trùng với tuyến ảnh điện AD1).



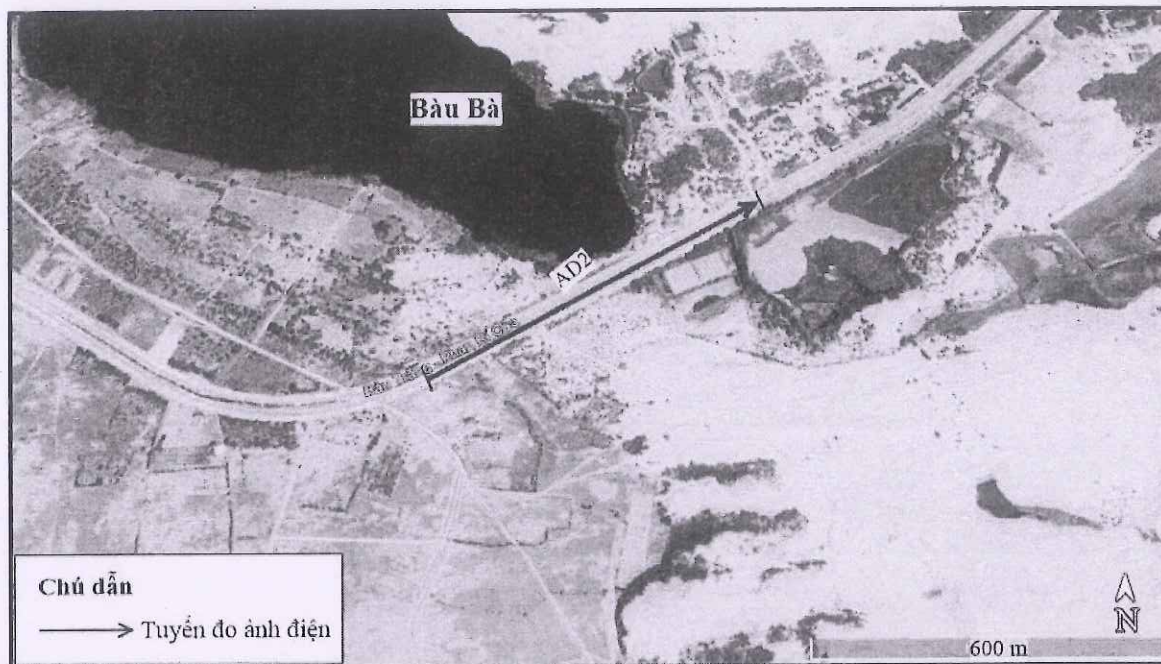
Hình 3.3. Mặt cắt GPR tuyến L4

Tổng hợp kết quả đo ảnh điện, đo GPR và khoan ĐCCT chứng tỏ tồn tại một đới bão hoà nước từ bờ hồ Bàu Bà kéo dài vào trong 40 – 50 m theo hướng tây nam – đông bắc, ở độ sâu từ 20 - 30 m. Đới bão hoà nước này tiếp tục trở thành đới ngấm nước kéo dài và chìm dần cho đến hết tuyến đo AD1 về hướng đông bắc.

Trên cơ sở đó, chúng tôi dự báo một cung trượt trong khu vực bờ hồ Bàu Bà bắt đầu từ tuyến L8 đến tuyến L3, song song và cách bờ hồ từ 40 - 45 m theo hướng tây bắc – đông nam (Hình 3.1).

3.1.2. Khu vực cuối hồ Bàu Bà

Tuyến đo ảnh điện AD2 được bố trí dọc theo đường tỉnh ĐT 716B, cuối hồ Bàu Bà theo hướng tây nam – đông bắc; chiều dài 750 m, bắt đầu từ khu dân cư (trên dốc đường) đến cổng Khu Du lịch Như Trung (Hình 3.4).



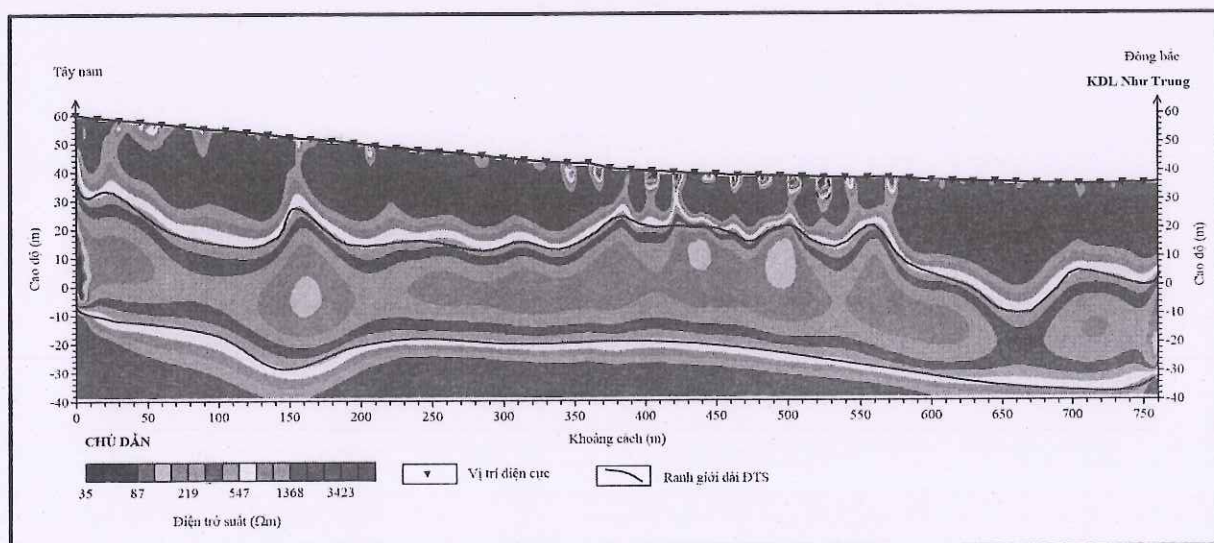
Hình 3.4. Sơ đồ tuyến đo AD2 (dọc đường tỉnh ĐT 716B)

Dọc theo mặt cắt có thể phân biệt 02 dải điện trở suất chủ yếu (Hình 3.5):

- Dải 1: có điện trở suất $< 150 \Omega m$ (màu xanh dương - xanh đậm), phân bố suốt tuyến đo ở độ sâu từ 20 – 60 m tính từ mặt đất. Theo kết quả phân tích 03 hố khoan HK1, HK2 và HK3 thì các loại cát có cấp phối chặt vừa đến rất chặt. Dự đoán đây là lớp cát có khả năng chứa nước kém.

- Dải 2: có điện trở suất từ 150 - $> 500 \Omega m$ (màu đỏ), phân bố trong 02 đới: đới thứ nhất từ mặt đất đến độ sâu khoảng 10 m, dày từ 20 – 30 m, dự đoán đây là lớp phủ cát khô; và đới thứ hai xuất hiện ở độ sâu khoảng 70 m tính từ mặt đất, dự đoán đây là vật liệu phong hóa của đá gốc.

Từ kết quả minh giải tuyến đo ảnh điện AD2 có thể giả định rằng nước mặt xuất lộ từ hồ Bàu Bà thấm và thoát ra theo hướng tây bắc – đông nam xuyên ngang qua toàn tuyến đo AD2 và xuất lộ lần nữa tại Vũng Môn.



Hình 3.5. Mặt cắt ảnh điện tuyến AD2

3.1.3. Khu vực đầu hồ Bàu Ông

Tuyến đo ảnh điện AD3 được bố trí khu vực đầu và cách bờ hồ Bàu Ông 110 m về phía tây bắc, dài 200 m theo hướng tây nam – đông bắc, bắt đầu từ đường tỉnh DT 716 đến Trạm quan trắc mực nước ngầm (Hình 3.6). Hố khoan HK3 đặt trên tuyến đo AD3 tại mét thứ 120.

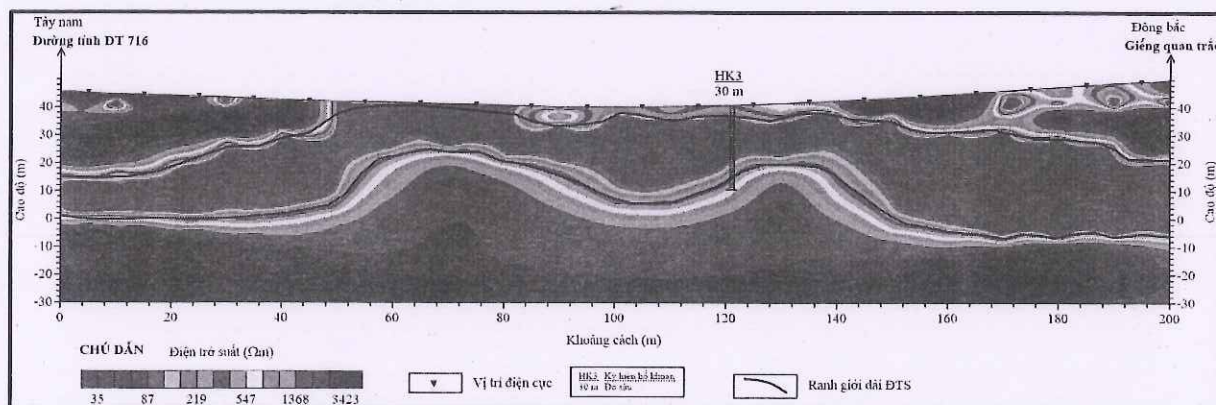


Hình 3.6. Sơ đồ vị trí tuyến đo ảnh điện AD3

Trên mặt cắt ảnh điện tuyến AD3, có thể phân biệt 02 dải điện trở suất chủ yếu (Hình 3.7):

- Dải 1: tương tự như trên tuyến ảnh điện AD2, dải 1 có điện trở suất $< 150 \Omega m$ (màu xanh dương đến xanh đậm), phân bố suốt tuyến đo ở độ sâu từ gần mặt đất đến độ sâu 60 m tính từ mặt đất. Hố khoan HK3 sâu 30 m tính từ mặt đất nằm chủ yếu trong dải 1 gồm các loại cát cấp phối kém, kết cấu chặt vừa đến rất chặt. Dự đoán đây là lớp cát chứa nước kém.

- Dải 2: có điện trở suất từ $150 - > 500 \Omega m$ (màu đỏ - nâu), phân bố trong 03 đới: đới thứ nhất từ đầu tuyến đến mét thứ 40, từ mặt đất đến độ sâu khoảng 30 m, dày từ 20 – 30 m; đới thứ hai từ mét thứ 140 đến cuối tuyến, dày từ 20 – 30 m; dự đoán đây là hai lớp phủ cát khô; và đới thứ ba kéo dài suốt tuyến xuất từ độ sâu hơn 30 m tính từ mặt đất, dự đoán đây là vật liệu phong hóa của đá gốc.



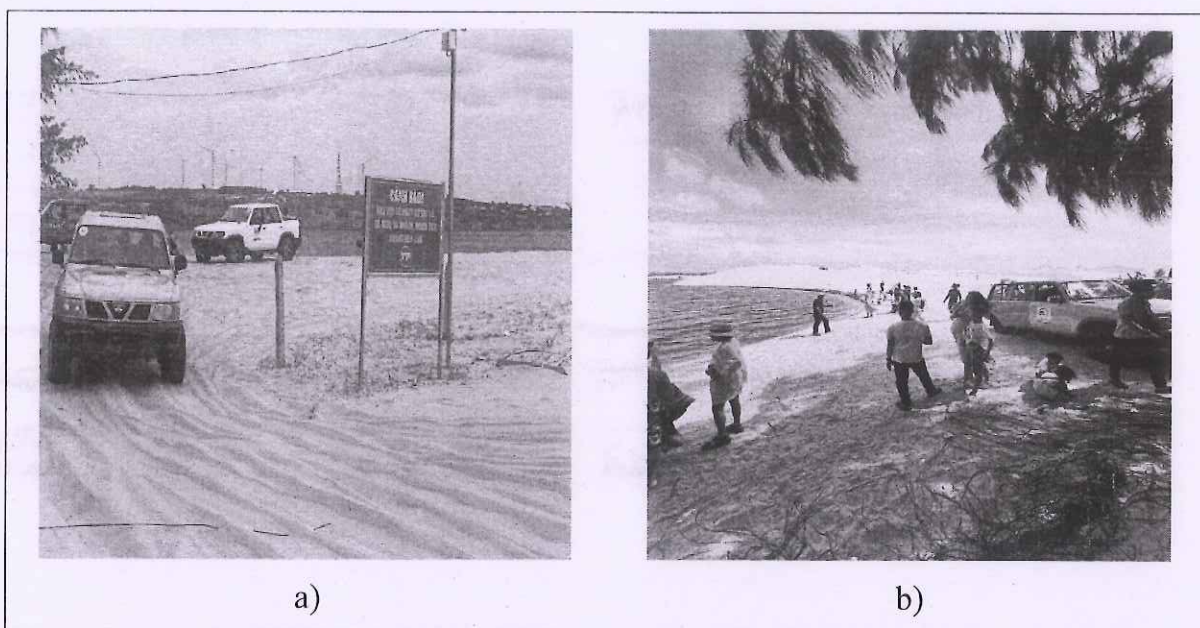
Hình 3.7. Mặt cắt ảnh điện tuyến AD3

3.2. Đánh giá ảnh hưởng rung động đến sạt lở bờ hồ Bàu bà

3.2.1. Xác lập các nguồn rung động

Điểm quan trắc rung động (gồm 03 geophone) được đặt cách bờ hồ Bàu Bà từ 1 – 2 m (Hình 2.3). Trong thời gian quan trắc chúng tôi nhận thấy từ 9h00 – 12h30 là thời gian có rất nhiều loại xe bán tải và xe địa hình chạy ngang qua hoặc dừng lại cách điểm quan trắc từ 2 - 3 m. Tốc độ các chúng ước lượng từ 30 – 50 km/h. Trọng lượng xe bán tải từ 2,0 - 2,4 tấn, và xe địa hình từ 400 – 500 kg. Ngoài ra, nhiều du khách đi lại ngắm cảnh hoặc chụp hình tại khu vực này, đặc biệt lượng du khách tăng lên khá đông trong các ngày lễ, thứ bảy và chủ nhật (Hình 3.8a,b).

Điều đó cho thấy các loại xe bán tải và xe địa hình là nguồn rung động chủ yếu ở khu vực bờ hồ Bàu Bà.



Hình 3.8. a) Hoạt động của xe bán tải b) Du khách chụp hình và ngắm cảnh

3.2.2. Vận tốc và gia tốc rung động tại điểm quan trắc

Vận tốc dao động của nền đất/cát được tính theo công thức:

$$v = S/G$$

Trong đó: v là vận tốc dao động của nền đất (m/s); S – tín hiệu điện đo được (V) bằng máy đo chấn động U6 và G – độ nhạy của thiết bị ($= 28,8 \text{ Vs/m}$).

Khi đó, gia tốc dao động a của nền đất được xác định bởi:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Kết quả tính toán vận tốc v và gia tốc a từ số liệu đo tại điểm quan trắc được trình bày trong Phụ lục 2. Bảng 3.1 dưới đây trình bày các giá trị cực đại của vận tốc và gia tốc trong thời gian đo.

Có thể thấy gia tốc rung động cực đại đạt giá trị lớn nhất là $a = 0,01439 \text{ m/s}^2$ vào ngày 25/02/2024.

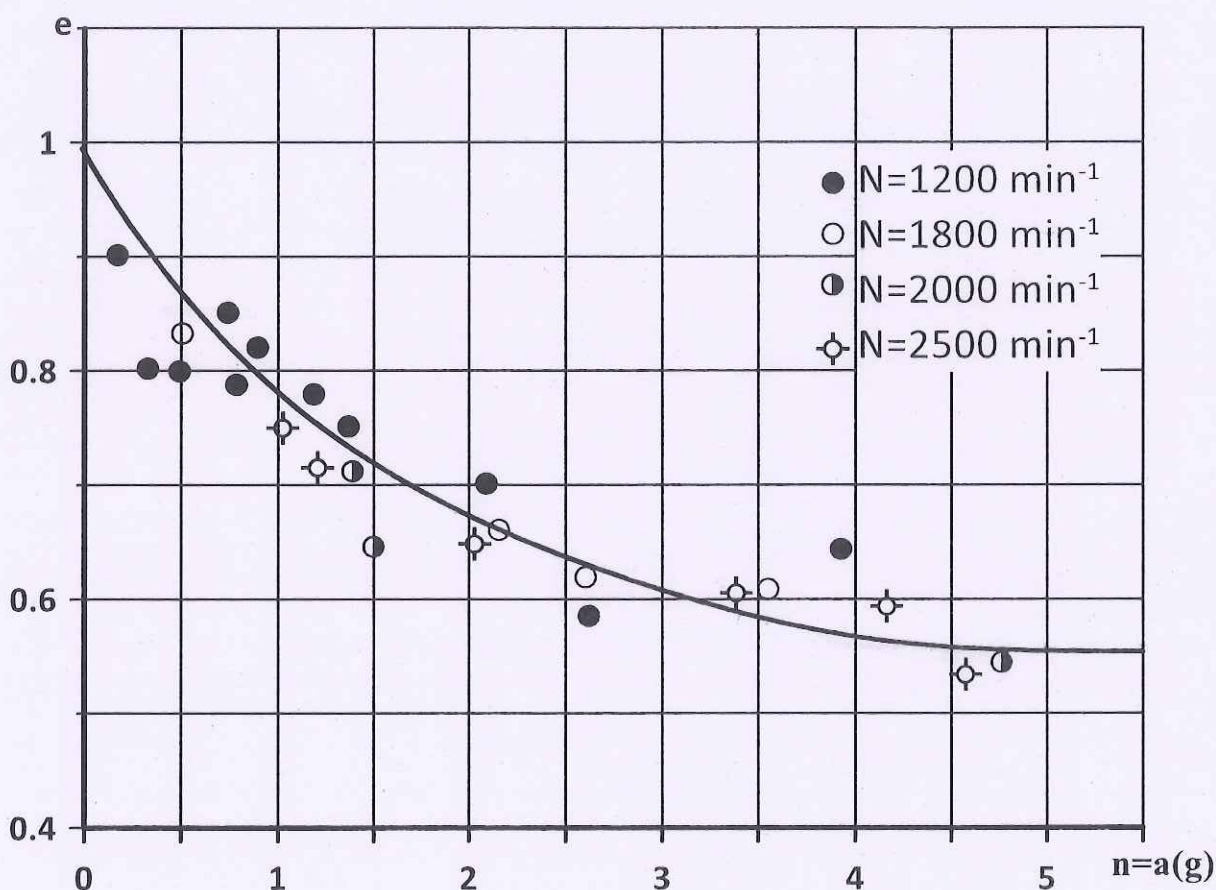
Bảng 3.1. Thống kê vận tốc và gia tốc rung động cực đại tại điểm quan trắc

TT	Ngày/tháng/ năm đo	Giờ đo	Thành phần vận tốc cực đại (m/s)			Vận tốc cực đại (m/s ²)	Thành phần gia tốc cực đại (m/s ²)			Gia tốc cực đại (m/s ²)
			V _x	V _y	V _z		a _x	a _y	a _z	
1	01/12/2023	09h30 - 12h15	0,00025	0,00014	0,00015	0,00029	0,00116	0,00062	0,00066	0,00147
2	02/12/2023	09h30 - 12h16	0,00019	0,000158	0,00016	0,000241	0,00086	0,000685	0,000709	0,00104
3	27/01/2024	09h05 - 11h45	0,00032	0,00029	0,000303	0,000467	0,001	0,001429	0,001511	0,00245
4	28/01/2024	10h00 - 12h00	0,0001215	0,0001671	0,0001587	0,000188	0,0005946	0,000825	0,0007932	0,00129
5	24/02/2024	10h00 - 11h00	0,001093	0,001018	0,000463	0,00142	0,005441	0,005046	0,002308	0,00777
6	25/02/2024	10h05 - 11h05'	0,00213	0,00106	0,00164	0,00289	0,01062	0,00531	0,00816	0,01439
7	02/3/2024	09h30 - 11h30	0,00024	0,00038	0,00039	0,00050	0,00117	0,00188	0,00191	0,00291
8	03/3/2024	09h20 - 12h20	0,000447	0,000223	0,000218	0,000500	0,002181	0,001102	0,001041	0,002445

3.2.3. Sự tương quan giữa rung động và nền đất/cát hồ Bàu Bà

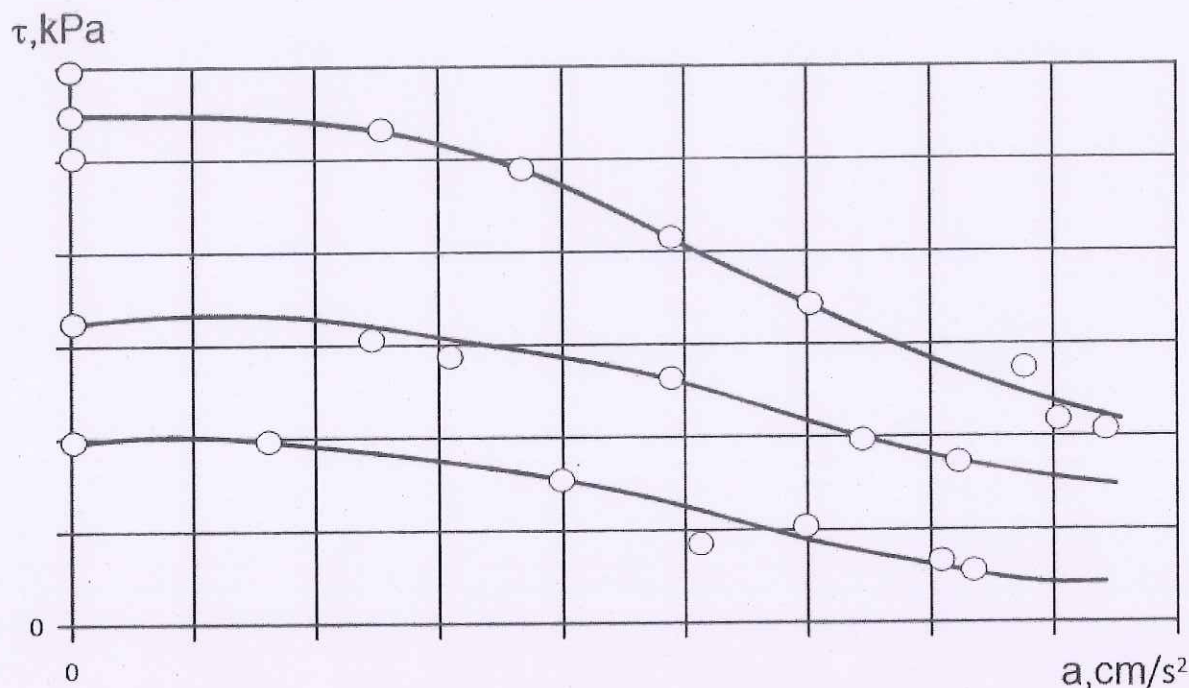
Tác dụng động lực có ảnh hưởng đáng kể đến tính chất của đất không dính (bở rời) và ảnh hưởng ít hơn một chút đối với đất dính (sét). Sự rung động làm giảm ma sát giữa các hạt đất và giảm sức chống trượt toàn phần của chúng (làm sức chịu tải của đất kém đi); tác động xung có giá trị trung bình (khi gia tốc nhỏ hơn gia tốc trọng lực) gây nên lún và lún sụt, còn xung giá trị lớn – phá huỷ cấu trúc của đất và làm mất độ bền của đất.

Sự giảm sức chống trượt khi có rung động là yếu tố chủ yếu ảnh hưởng đến tính bền của đất. Các nghiên cứu đã xác định rằng hệ số ma sát trong của đất phụ thuộc vào năng lượng dao động, khi năng lượng dao động tăng lên nó bị giảm đi, song chỉ tới một giới hạn nào đó. Còn đối với đất dính, ảnh hưởng của rung động tới sức chống trượt sẽ càng nhỏ khi lực dính của đất càng lớn (Hình 3.9).



Hình 3.9. Mối quan hệ giữa lực dính và gia tốc

Dưới tác động rung, các trầm tích đất bờ rời, đặc biệt là đất không có lực dính, có thể cho độ lún lớn do biến đổi độ rỗng của đất trong quá trình rung. Đôi khi độ lún của nền đất gần các nguồn gây rung đạt đến vài chục centimét.



Hình 3.10. Mối quan hệ giữa hệ số rỗng và gia tốc dao động

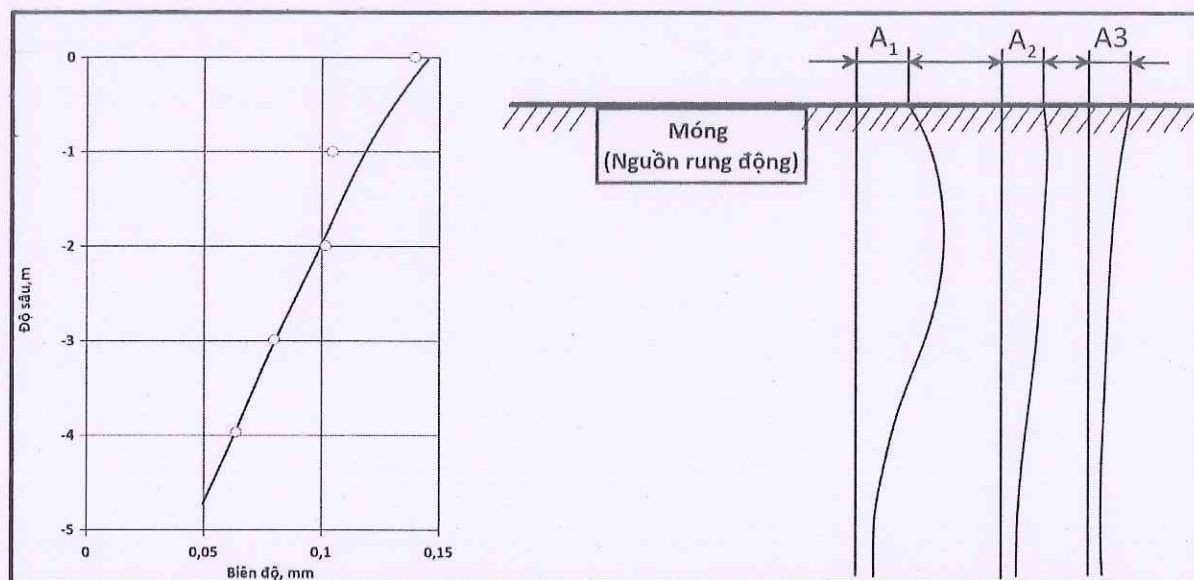
Các nghiên cứu chứng tỏ giữa hệ số rỗng của đất (biến đổi của nó gây nên độ lún của nền đất) và gia tốc dao động có quan hệ với nhau (Hình 3.10).

Hình 3.10 cho thấy với sự gia tăng của gia tốc tương đối a (tỉ số của gia tốc rung và gia tốc trọng lực g), hệ số rỗng của đất cát bị giảm đi theo quan hệ đường cong với các giá trị khác nhau của tần số dao động N đều nằm trên cùng một đường cong.

Các kết quả nghiên cứu về rung nén chặt đất cũng cho thấy:

- 1) Khi không có tải trọng ngoài ($P = 0$), sự nén chặt đất bỏ rời bắt đầu khi có rung yếu và luôn kết thúc bởi sự nén chặt gần như hoàn toàn, hơn nữa sự nén chặt này đạt được với gia tốc rung a từ 0,2 - 1,2(g) đối với cát khô, từ 0,5 - 2,0 (g) đối cát bão hoà nước, và 2(g) đối với cát ẩm.
- 2) Khi có tải trọng bên ngoài ($P \neq 0$), sự nén chặt đất không xảy ra cho đến một gia tốc tới hạn nào đó, và khi gia tốc có giá trị lớn hơn (đối với đất cát > 0,1 - 0,4(g)) thì xảy ra nén chặt rung, và khi gia tốc tiếp tục tăng thì sự nén chặt rung đạt ổn định tới một độ rỗng e' hoặc độ chặt động lực I_D' nào đó.

Các sóng phát sinh từ các nguồn chấn động ở gần mặt đất có ý nghĩa quan trọng. Biên độ lớn nhất của chuyển vị trong các sóng đó được quan sát thấy ở gần nguồn dao động, nhưng ở cách xa nguồn một khoảng cách nào đó, chúng giảm đi đáng kể. Tốc độ lan truyền của sóng mặt V_s nhỏ hơn tốc độ của sóng dọc v_s một chút. Biên độ của sóng mặt biến đổi theo chiều sâu không đáng kể; tại độ sâu nhỏ, không vượt quá 0,2 - 0,3 bước sóng (Hình 3.11).



Hình 3.11. Sự biến đổi biên độ rung động theo chiều sâu của sóng mặt

VI. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

4.1. Kết luận

Qua kết quả khảo sát địa vật lý có thể rút ra các kết luận sau đây:

Xác định được đới điện trở suất thấp, xuất phát từ đầu tuyến AD1 (sát bờ hồ) có xu hướng ngấm sâu vào bên trong đất liền từ 40 – 50 m.

Theo kết quả đo Radar xuyên đất tại khu vực này cũng cho thấy từ độ sâu khoảng 10-11m thì tính hiệu Radar suy giảm rất mạnh và mất tính hiệu. Khu vực mất tín hiệu Radar xuyên đất bắt đầu từ tuyến L8 đến tuyến L2, từ bờ hồ vào trong đất liền khoảng 50m (hướng Tây nam- đông bắc), có bề rộng từ 50-60m.

Xác định một cung trượt trong khu vực bờ hồ Bàu Bà bắt đầu từ tuyến L8 đến tuyến L2, song song và cách bờ hồ từ 40 - 45 m theo hướng tây bắc – đông nam .

Kết quả quan trắc và đo đạc tại khu vực sạt lở cho thấy các tín hiệu rung chấn hầu hết do các hoạt động con người và xe chạy. Vận tốc dao động nền đất cực đại 0,00289 m/s và gia tốc cực đại 0,01439 m/s². Điều đó cho thấy các loại xe bán tải và xe địa hình là nguồn rung động chủ yếu ở khu vực bờ hồ Bàu Bà.

4.2. Kiến nghị

Trong khu vực sạt lở bờ hồ cần có biện pháp giảm bớt trọng tải, xe chạy qua. Tạo hành lang an toàn cho khách du lịch.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Nguyễn Cẩn, Nguyễn Đình Hòe, “Tai biến môi trường”, NXB ĐHQG Hà Nội, 2007.
2. Đỗ Kim Hoan và nnk, “Điều tra tai biến địa chất vùng ven biển Nam Trung Bộ (từ Khánh Hòa đến Bình Thuận)”, Viện Địa chất, 2007.
3. Trần Trọng Huệ và nnk, “Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các giải pháp phòng tránh”, Viện Địa chất, 2001.
4. Lê Ngọc Thanh, “Nghiên cứu tai biến địa chất những vùng có nguy cơ nứt đất, trượt lở đất, lũ quét. Đề xuất các giải pháp phòng tránh, giảm nhẹ thiệt hại trên địa bàn tỉnh Lâm Đồng”, Sở KHCN tỉnh Lâm Đồng, 2014.
5. Lê Ngọc Thanh và nnk, “Nghiên cứu các tai biến địa chất: nứt, sụt đất, trượt lở đất và đề xuất các biện pháp cảnh báo, ngăn ngừa và khắc phục trên địa bàn thành phố Đà Lạt, tỉnh Lâm Đồng”, Sở KHCN tỉnh Lâm Đồng, 2021.
6. Vũ Văn Vĩnh, “Nghiên cứu, dự báo nứt đất, trượt lở đất phục vụ cho việc phòng tránh, giảm thiểu thiệt hại, rủi ro do chúng gây ra ở khu vực Gia Nghĩa - Kiến Đức, tỉnh Đắk Nông”, Liên đoàn Bản đồ địa chất miền Nam, 2004.
7. Tiêu chuẩn quốc gia TCVN 9386:2012.

PHỤ LỤC 1

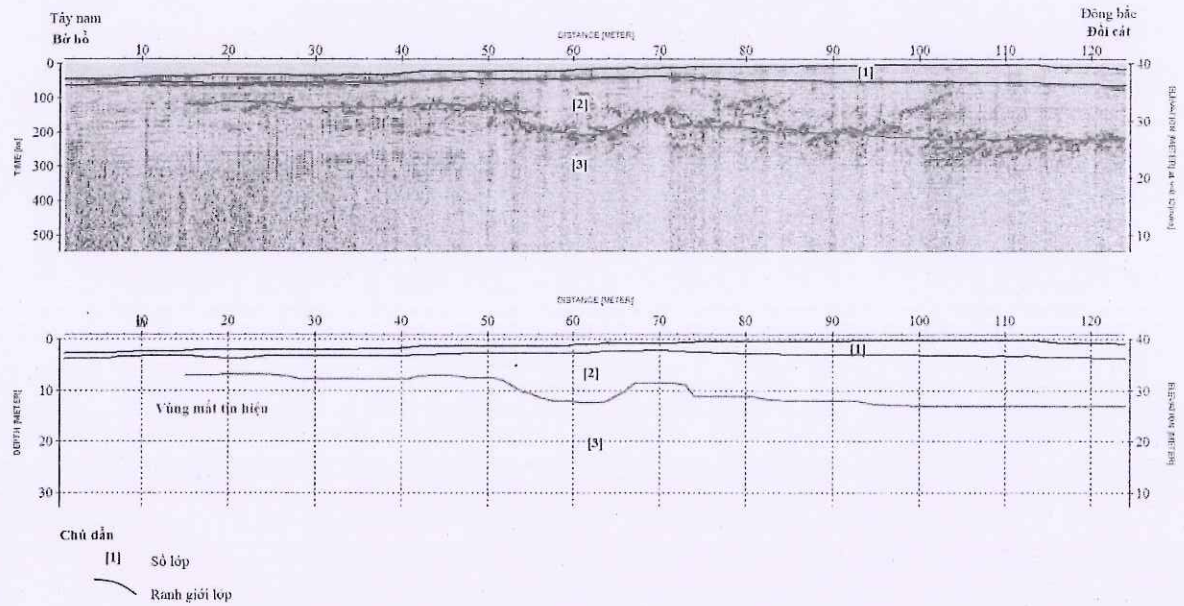
CÁC HỐ KHOAN HK1, HK2, HK3

VMEC-GEO COMPANY LIMITED										Borehole No. - Hố Khoan: HK1											
CÔNG TY TNHH VMEC-GEO										Sheet - tờ: 1/1											
BORING LOG - HÌNH TRỤ HỐ KHOAN																					
Project: NGHIÊN CỨU CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY SẬT LỎ VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ KHU VỰC ĐỒ LỘ: HỒ BÀU TRĂNG												Started date: Ngày bắt đầu: 29/5/2024									
Coordinate: Tọa độ: X = 1223570.72; Y = 491794.15												Elevation (m): Cao độ (m): 36.50									
Ended date: Ngày kết thúc: 30/5/2024																					
Drilling method: Phương pháp khoan: Rotary Xoay				Type: Loại máy: XY-1		Technician: Kỹ thuật viên: Cao Thành Phương				Hole diameter (mm): Đường kính HK (mm): 110											
Fluid drilling: Dung dịch khoan: Bentonite				GW level: Nước ngầm: 1.93 m		Operator: Thực hiện: Nguyễn Thành Thọ				Casing size (mm): Kích thước ống chống (mm): 127											
Depth Độ sâu (m)	Layer - Lớp	Thickness Độ dày (m)	Sampling depth Độ sâu lấy mẫu (m)	Type - Loại mẫu	Legend Ký hiệu địa tầng	Rock core Mẫu lõi đá			DESCRIPTION MÔ TẢ ĐỊA TẦNG	Standard penetration test Thử nghiệm SPT											
						TCP (%)	SCR (%)	RQC (%)		Depth Độ sâu (m)	Blow count Số búa			Diagram Biểu đồ							
						15cm	15cm	15cm	10		20	30	40		50						
2			HK1-01 1.5-2.0						Cát cấp phối kém, màu xám trắng, xám vàng, kết cấu rời rạc	2.0-2.45	3	4	5	9							
4	3.2	1	3.2																		
4	4.7	TKC1	1.5	HK1-02 3.5-4.0					Cát cấp phối kém, xám vàng xám trắng, chặt vừa	4.0-4.45	8	12	14	26							
6				HK1-03 5.5-6.0						6.0-5.45	3	2	3	5							
8				HK1-04 7.5-8.0					Cát cấp phối kém, màu xám trắng, xám vàng, kết cấu rời rạc	8.0-8.45	2	3	3	6							
10	11.0	1	6.3	HK1-05 9.0-10.0						10.0-10.45	3	3	4	7							
12				HK1-06 11.5-12.0					Cát cấp phối kém, màu xám trắng, xám vàng, kết cấu chặt vừa	12.0-12.45	5	6	7	13							
14	13.8	2	2.8	HK1-07 13.5-14.0					Cát cấp phối kém, xám đen, chặt vừa	14.0-14.45	9	14	17	31							
16	14.6	TKC2	0.8	HK1-08 15.5-16.0					Cát màu xám trắng, xám vàng, kết cấu chặt vừa	16.0-15.45	8	8	14	22							
18				HK1-09 17.5-18.0						18.0-18.45	8	9	15	24							
20	19.0	2	4.40	HK1-10 19.5-20.0						20.0-20.45	15	>50		>50							
22				HK1-11 21.5-22.0						22.0-22.45	18	>50		>50							
24				HK1-12 23.5-24.0					Cát màu xám trắng, xám vàng, kết cấu rất chặt	24.0-24.45	17	>50		>50							
26				HK1-13 25.5-26.0						26.0-26.45	16	>50		>50							
28				HK1-14 27.5-28.0						28.0-28.45	14	>50		>50							
30	30.0	3	11.02	HK1-15 29.5-30.0						30.0-30.45	30	50	>50	>50							
32									End of boring at 30m Kết thúc lỗ khoan tại độ sâu 30m												
34																					
Undisturbed sample - Mẫu nguyên dạng Disturbed sample - Mẫu xáo động SPT sample - Mẫu SPT Groundwater level - Mức nước ngầm										Logged by - Người mô tả: Date - Ngày: Checked by - Người kiểm tra: Date - Ngày:										REMARKS - GHI CHÚ	

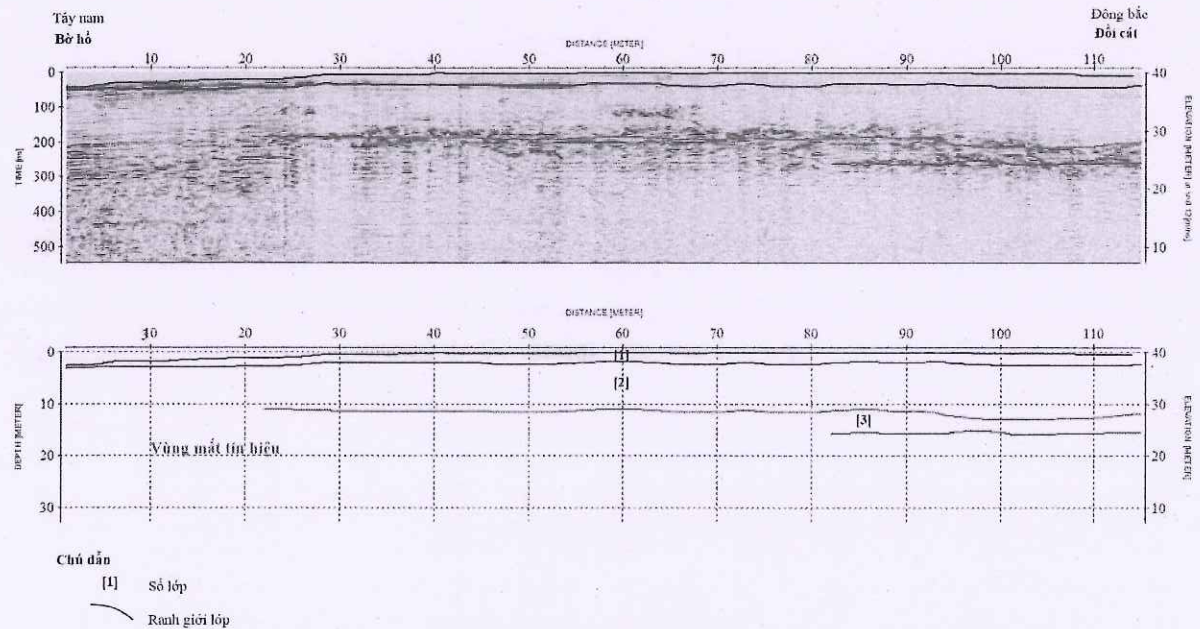
 VMEC-GEO COMPANY LIMITED CÔNG TY TNHH VMEC-GEO										Borehole No. - Hố khoan: HK3 Sheet - tờ: 1/1							
BORING LOG - HÌNH TRỤ HỐ KHOAN																	
Project: NGHIÊN CỨU CÁC NGUYÊN NHÂN GÂY SẠT LỎ VÀ ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP BẢO VỆ BỜ KHU VỰC Đề tài: HỒ BÀU TRẮNG								Started date: Ngày bắt đầu: 27/5/2024									
Coordinate: Tọa độ: X = 1225952.11; Y = 487001.58								Elevation (m): Cao độ (m): 40.51		Ended date: Ngày kết thúc: 27/5/2024							
Drilling method: Phương pháp khoan: Rotary Xoay			Type: Loại máy: XY-1		Technician: Kỹ thuật viên: Cao Thành Phương			Hole diameter (mm): Đường kính HK (mm): 110									
Fluid drilling: Dung dịch khoan: Bentonite			GWL level: Nước ngầm: 0.87 m		Operator: Thực hiện: Nguyễn Thành Thọ			Casing size (mm): Kích thước ống chống (mm): 127									
Depth Độ sâu (m)	Layer - Lớp	Thickness Bề dày (m)	Sampling depth Độ sâu lấy mẫu (m)	Type - Loại mẫu	Legend Ký hiệu địa tầng	Rock core Mẫu lõi đá			DESCRIPTION MÔ TẢ ĐỊA TẦNG	Standard penetration test Thí nghiệm SPT							
						TCR (%)	SCR (%)	RUC (%)		Depth Độ sâu (m)	Blow count Số búa			Diagram Biểu đồ			
											10cm	15cm	30cm				
0																	
2			HK3-01 1.5-2.0						Cát cấp phối kém, màu xám trắng, xám vàng, kết cấu rời rạc	2.0-2.45	2	3	3	6			
4	5.4	1	5.4							4.0-4.45	2	3	3	6			
6			HK3-03 5.5-6.0							6.0-6.45	4	6	7	13			
8			HK3-04 7.5-8.0							8.0-8.45	6	8	11	19			
10			HK3-05 9.5-10.0						Cát cấp phối kém, màu xám trắng, xám vàng, kết cấu chặt vừa	10.0-10.45	10	15	19	34			
12			HK3-06 11.5-12.0							12.0-12.45	7	13	19	32			
14			HK3-07 13.5-14.0							14.0-14.45	7	13	19	32			
16	17.2	2	11.0							16.0-16.45	11	16	21	27			
18			HK3-09 17.5-18.0							18.0-18.45	20	25	32	50			
20			HK3-10 19.5-20.0							20.0-20.45	18	25	35	50			
22			HK3-11 21.5-22.0							22.0-22.45	7	16	35	50			
24			HK3-12 23.5-24.0						Cát cấp phối kém, màu xám trắng, xám vàng, kết cấu rất chặt	24.0-24.45	11	20	37	50			
26			HK3-13 25.5-26.0							26.0-26.45	9	24	38	50			
28			HK3-14 27.5-28.0							28.0-28.45	9	26	40	50			
30	30.0	3	12.0							30.0-30.45	16	50	50	50			
32			HK3-15 29.5-30.0						End of boring at 30m Kết thúc lỗ khoan tại độ sâu 30m								
34																	
Undisturbed sample - Mẫu nguyên dạng Disturbed sample - Mẫu xáo động SPT sample - Mẫu SPT Groundwater level - Mức nước ngầm										Logged by - Người mô tả: Date - Ngày: Checked by - Người kiểm tra: Date - Ngày:			REMARKS - GHI CHÚ				

PHỤ LỤC 2

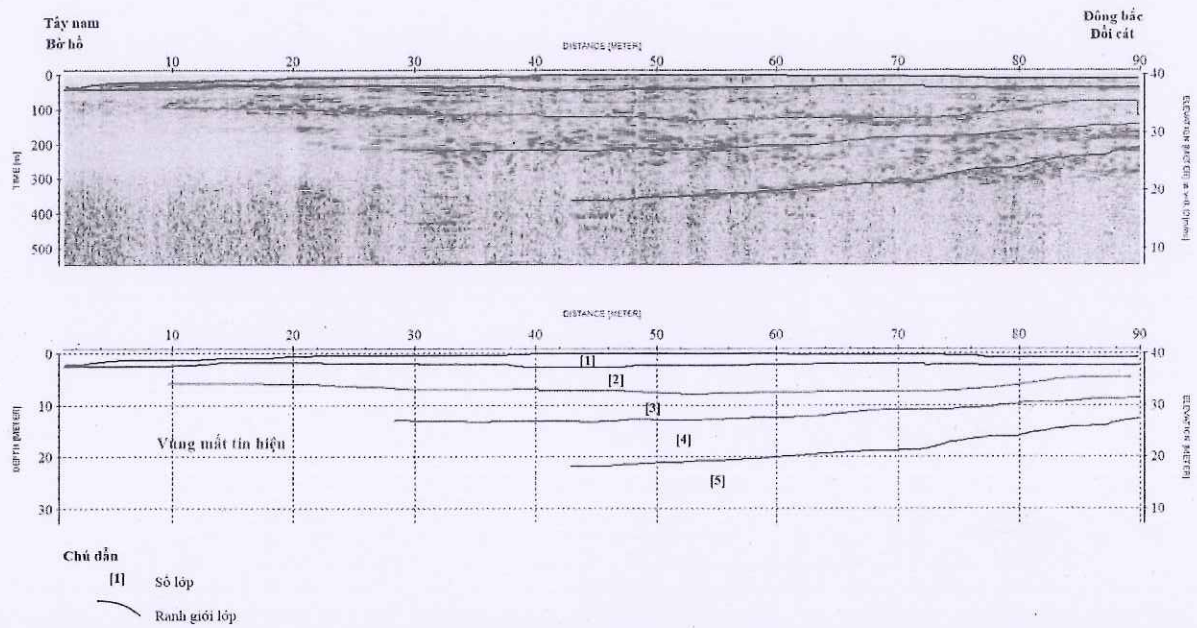
CÁC MẶT CẮT RADAR XUYỀN ĐẤT



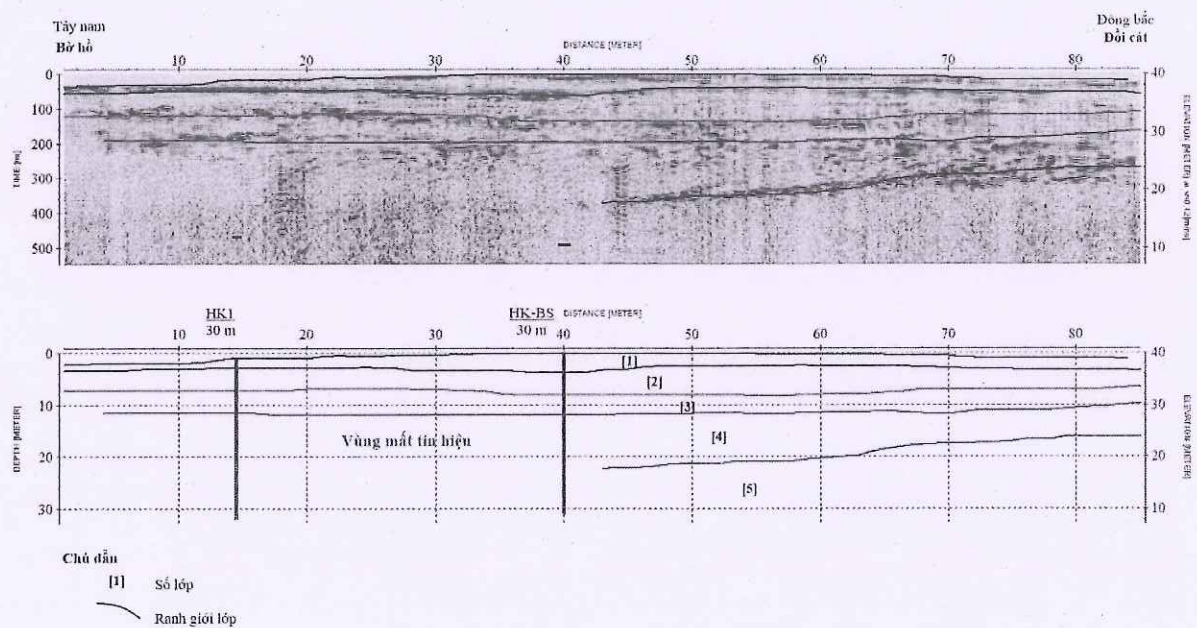
Mặt cắt GPR tuyến L1



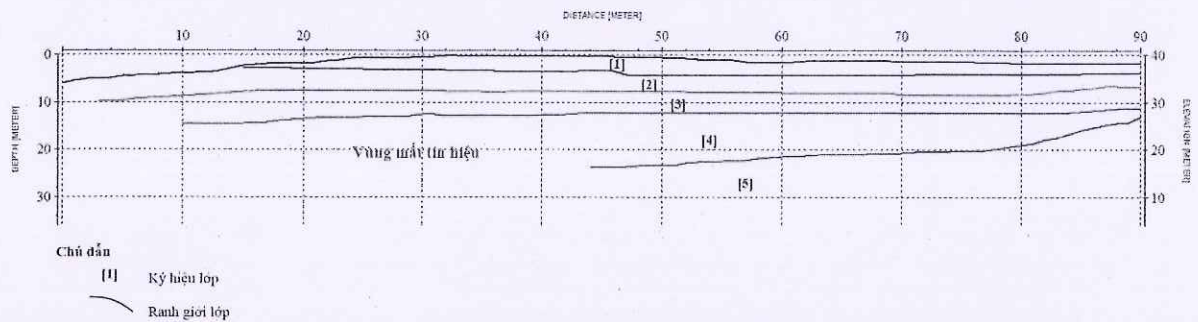
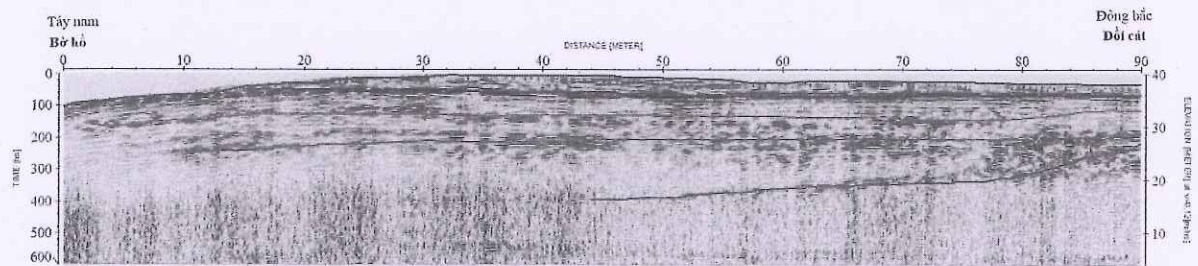
Mặt cắt GPR tuyến L2



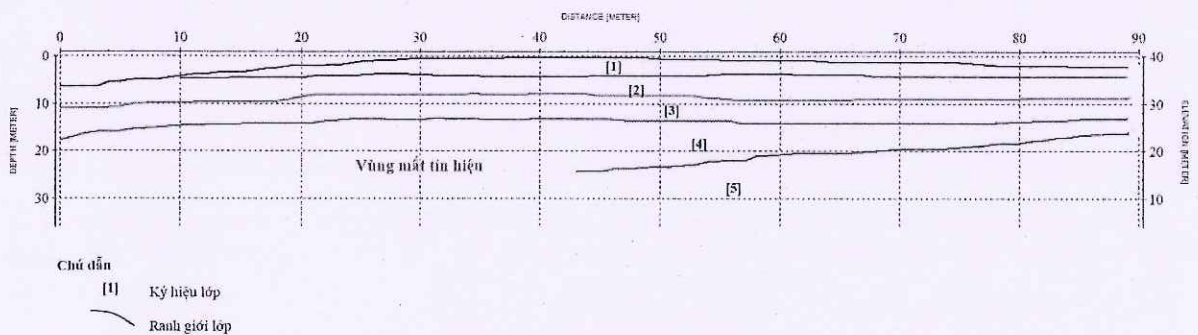
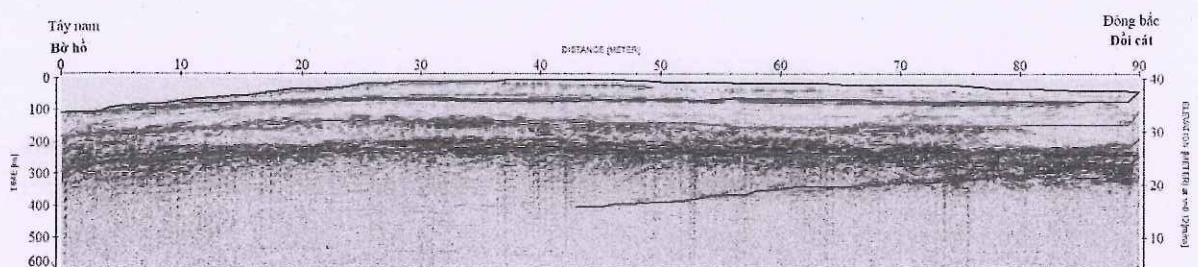
Mặt cắt GPR tuyến L3



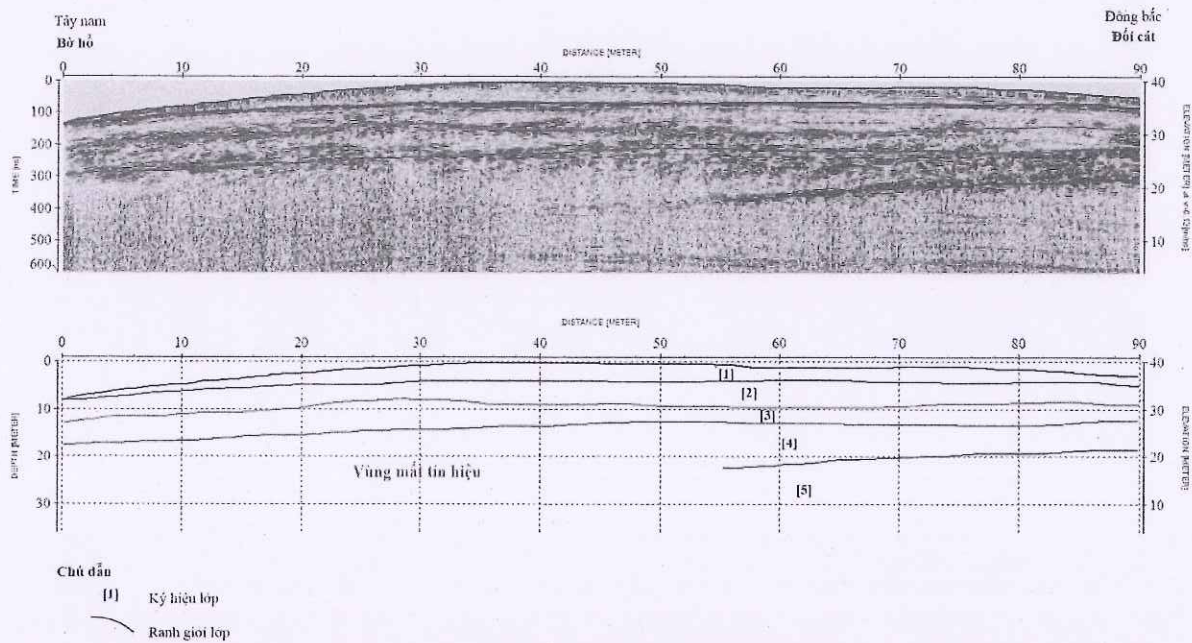
Mặt cắt GPR tuyến L4



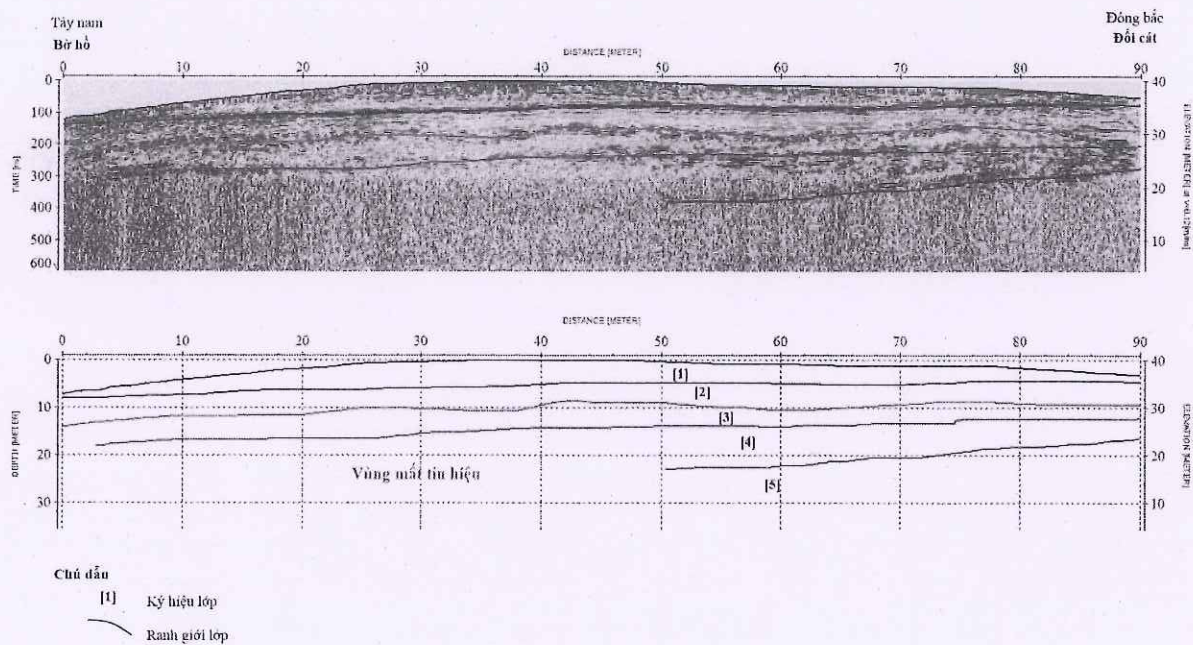
Mặt cắt GPR tuyến L5



Mặt cắt GPR tuyến L6



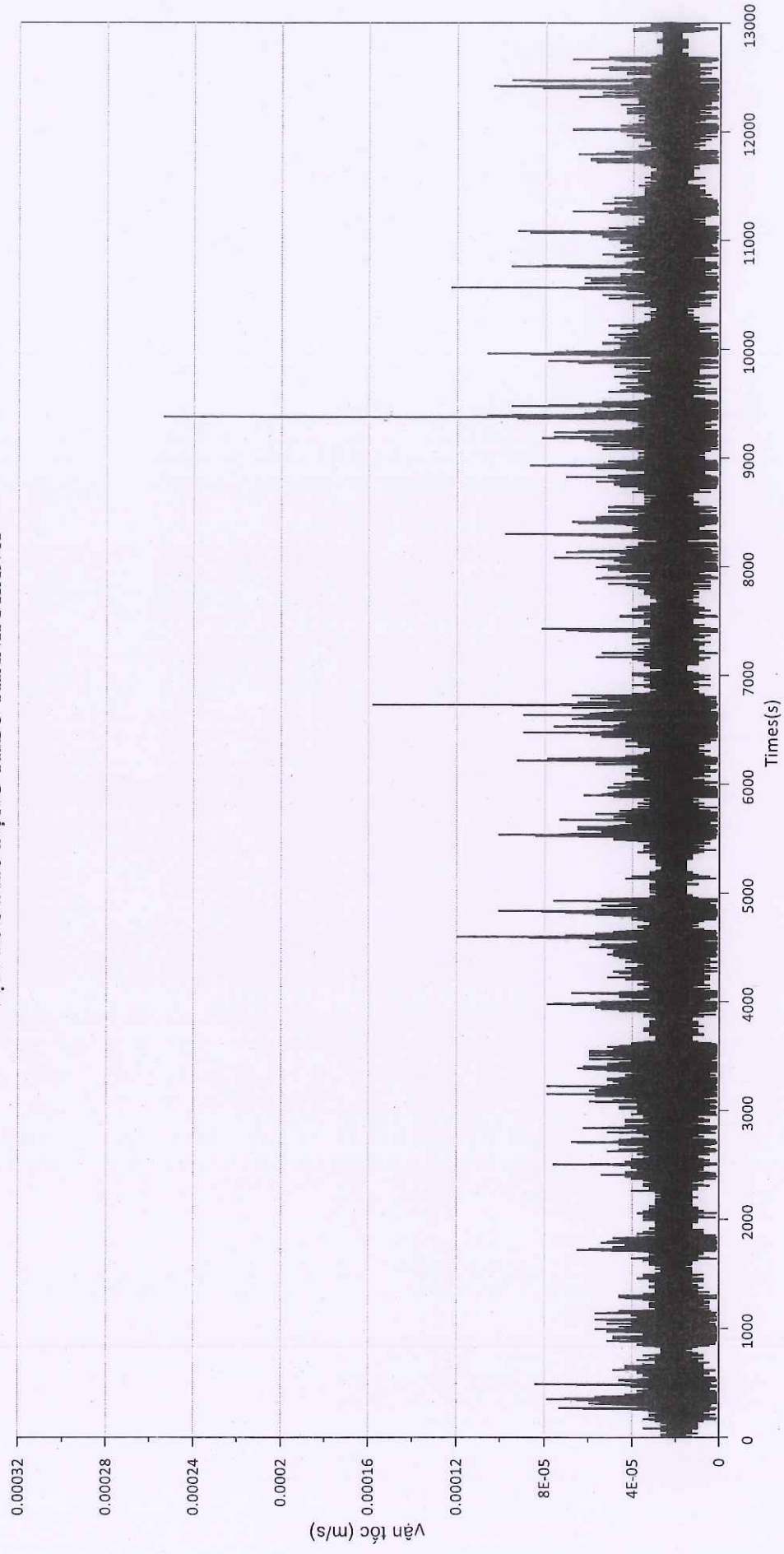
Mặt cắt GPR tuyến L7



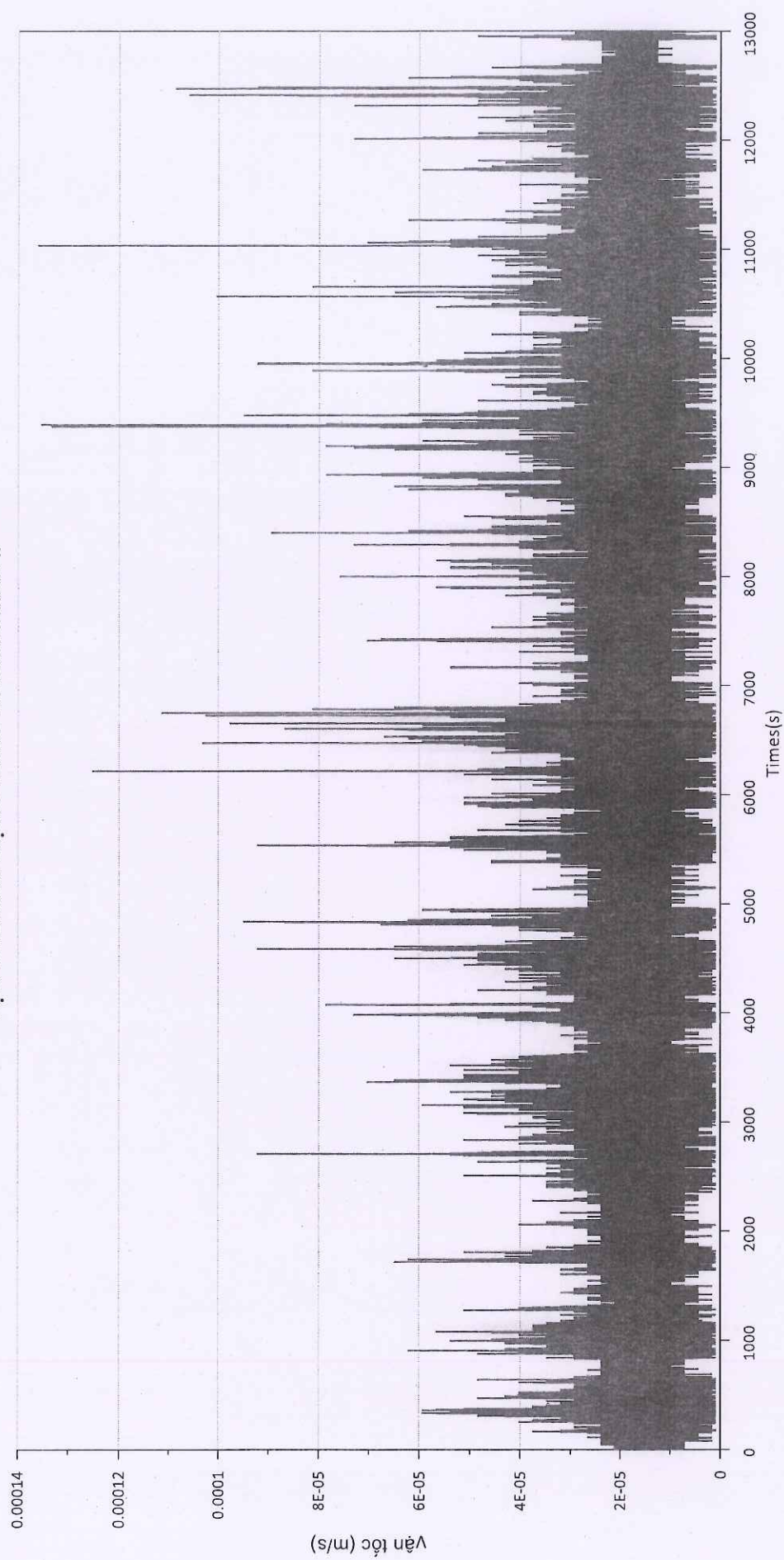
Mặt cắt GPR tuyến L8

PHỤ LỤC 3

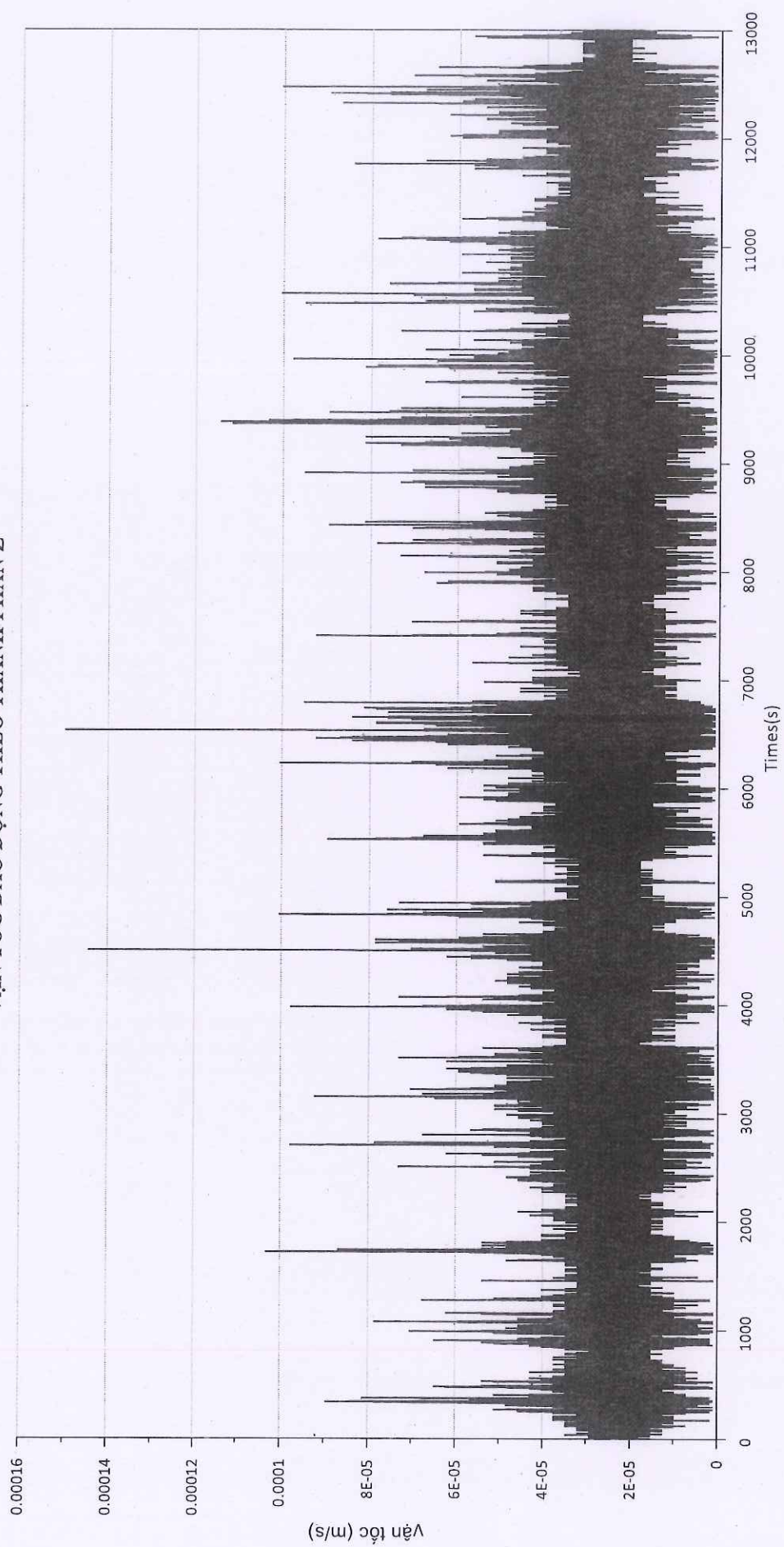
ĐO THỊ VẬN TỐC VÀ GIA TỐC RUNG ĐỘNG
TẠI ĐIỂM QUAN TRẮC HỒ BÀU BÀ
Ngày 01/12/2023
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



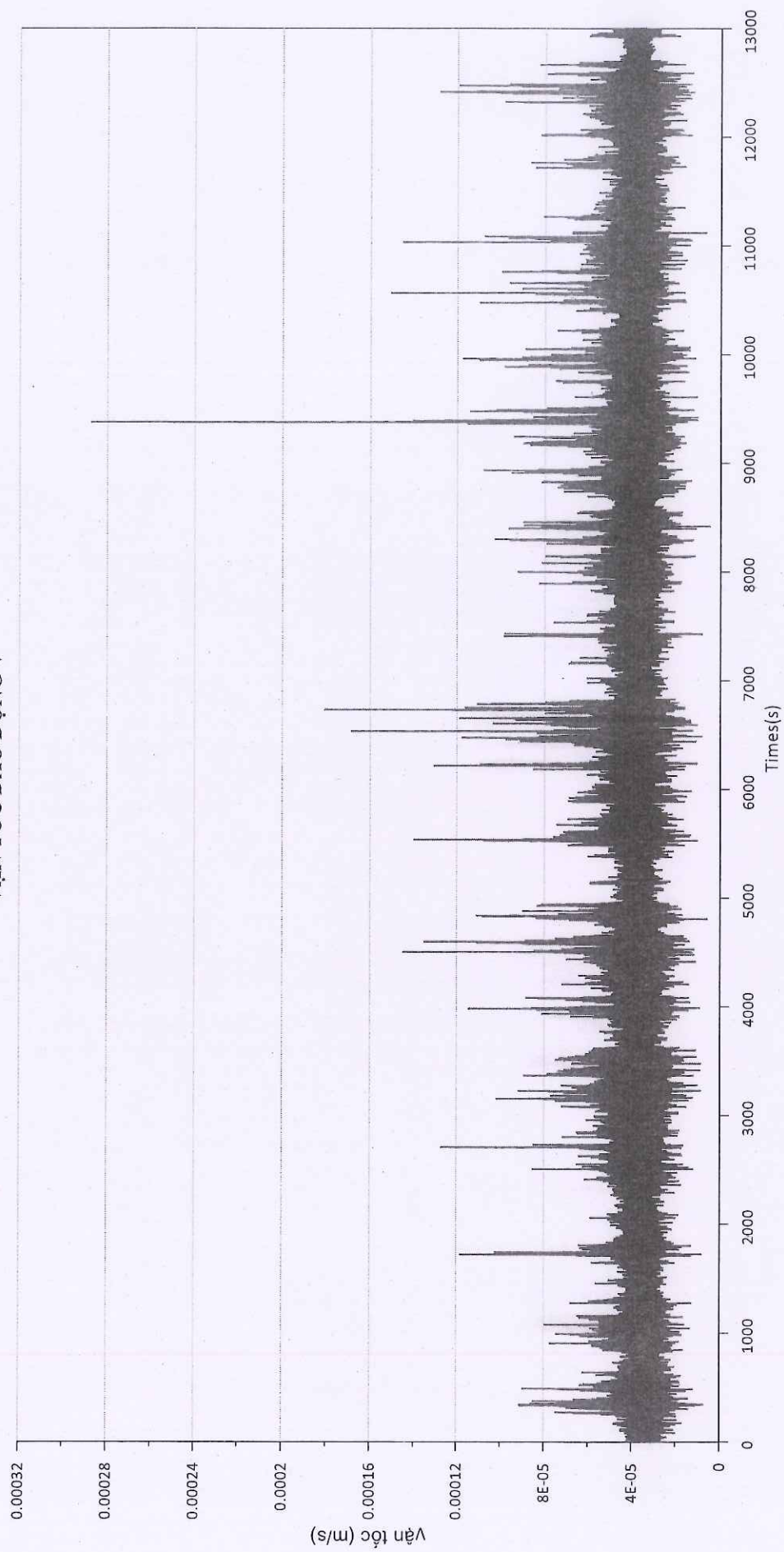
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



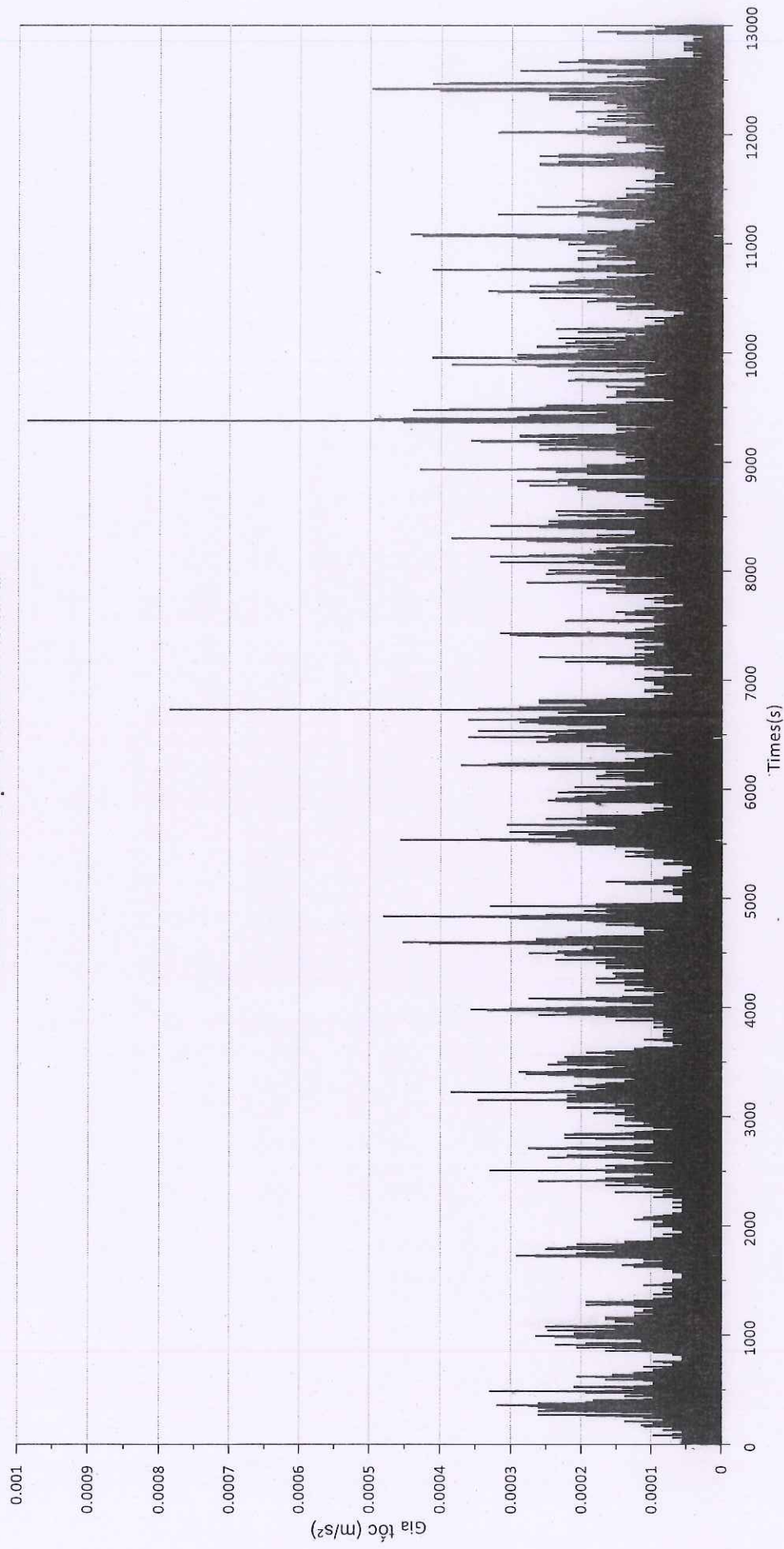
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



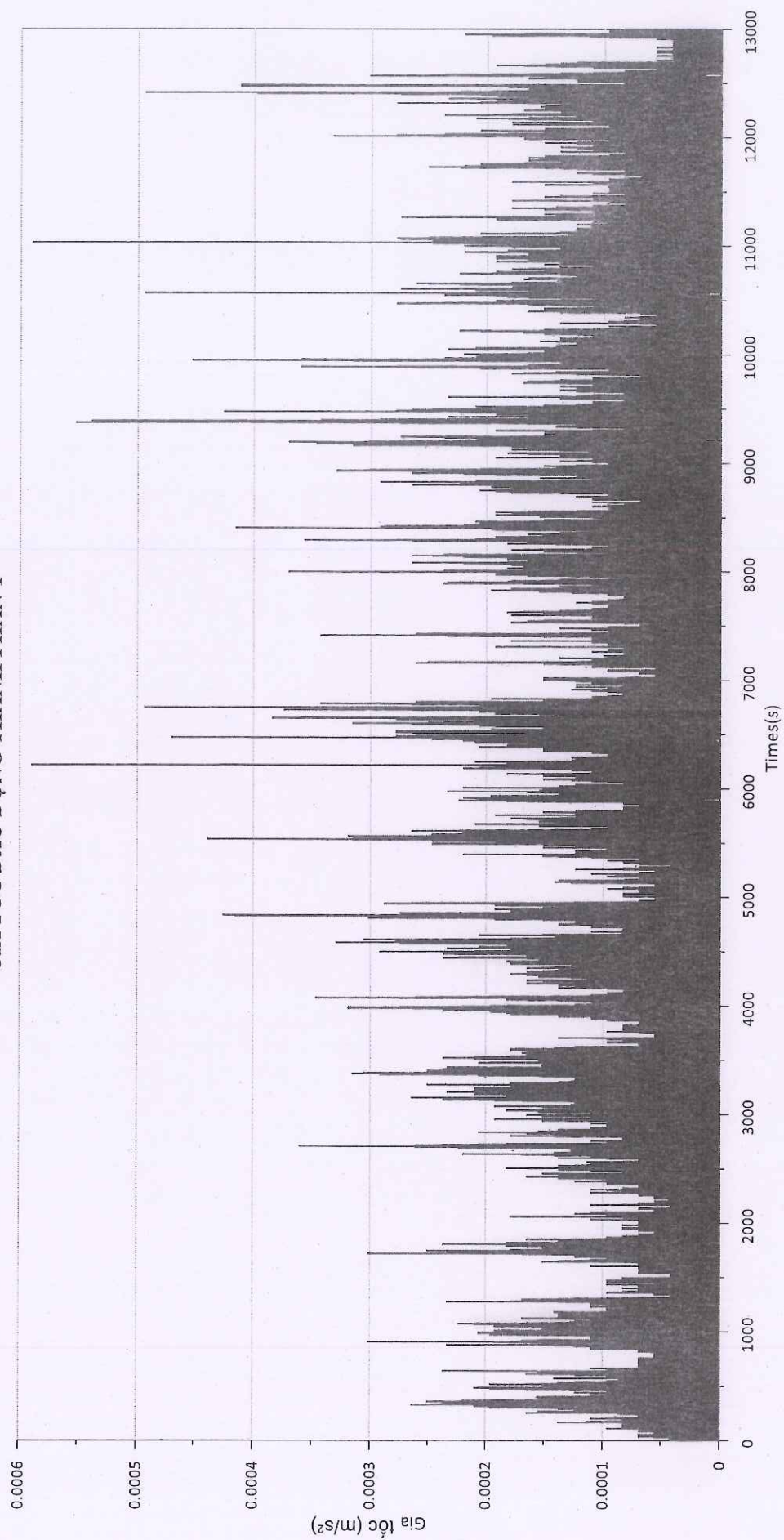
VẬN TỐC DAO ĐỘNG V



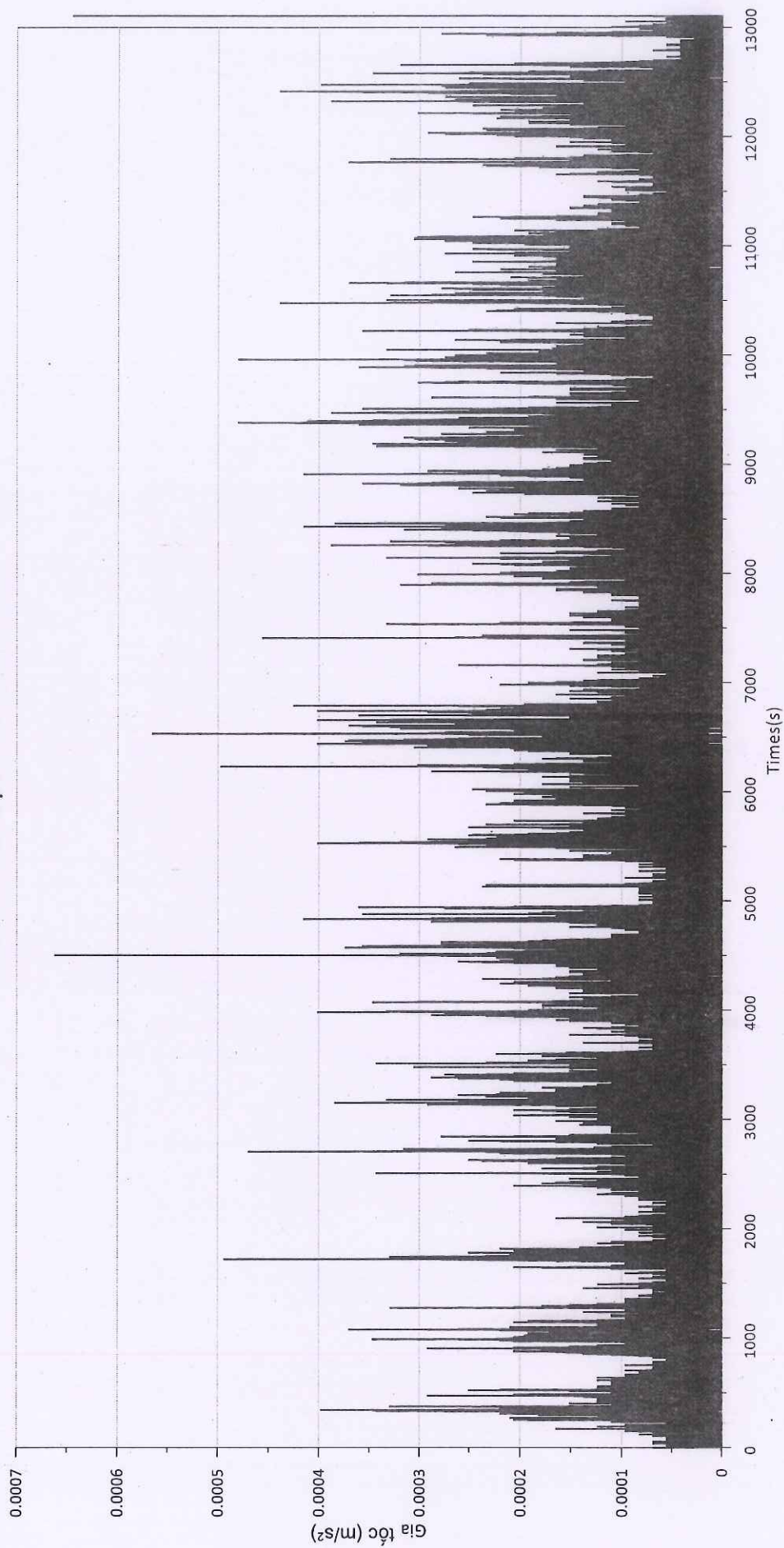
GIA TỐC DAO ĐỘNG THÀNH PHẦN X



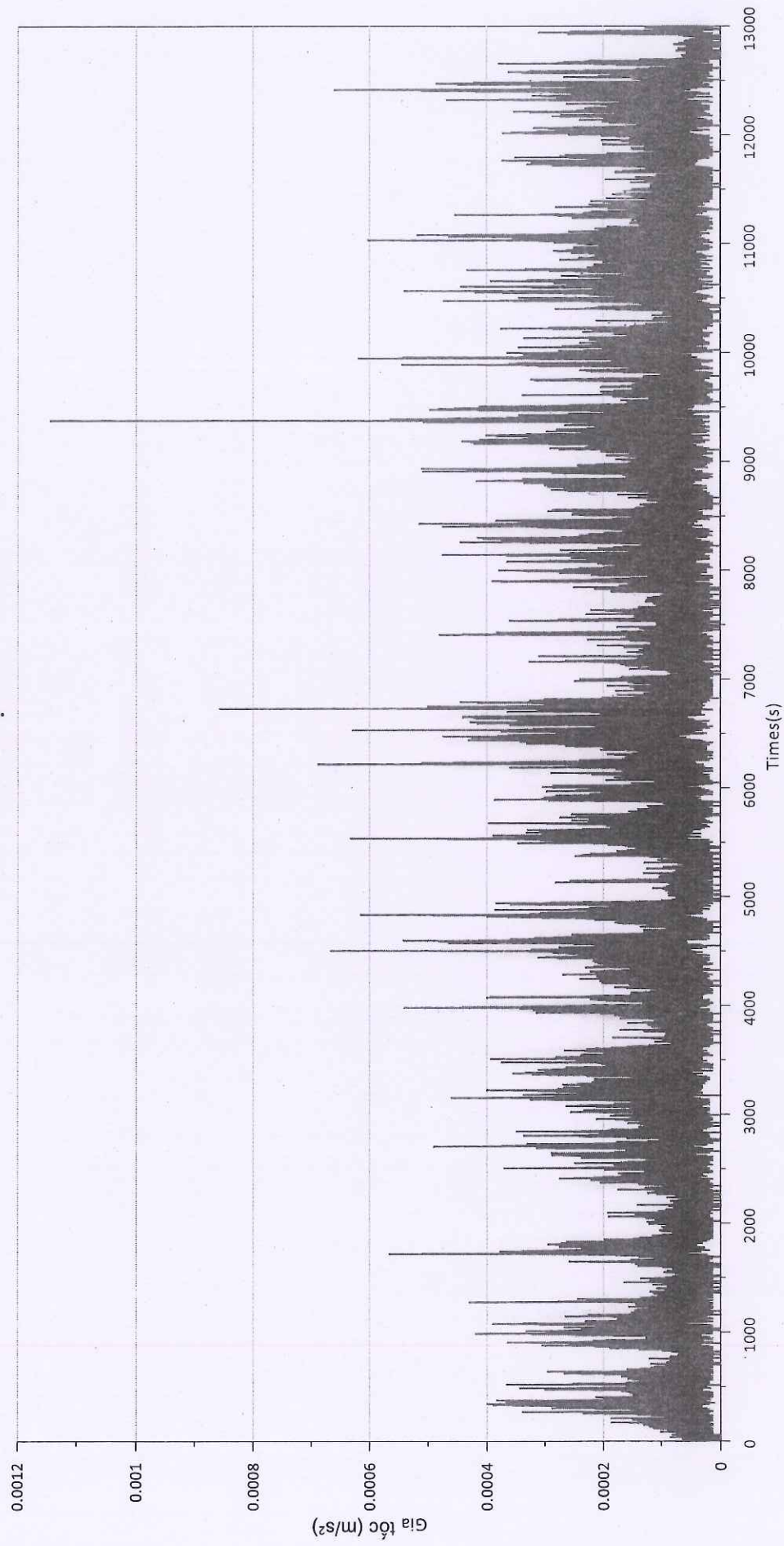
GIA TỐC DAO ĐỘNG THÀNH PHẦN Y



GIA TỐC DAO ĐỘNG THÀNH PHẦN Z

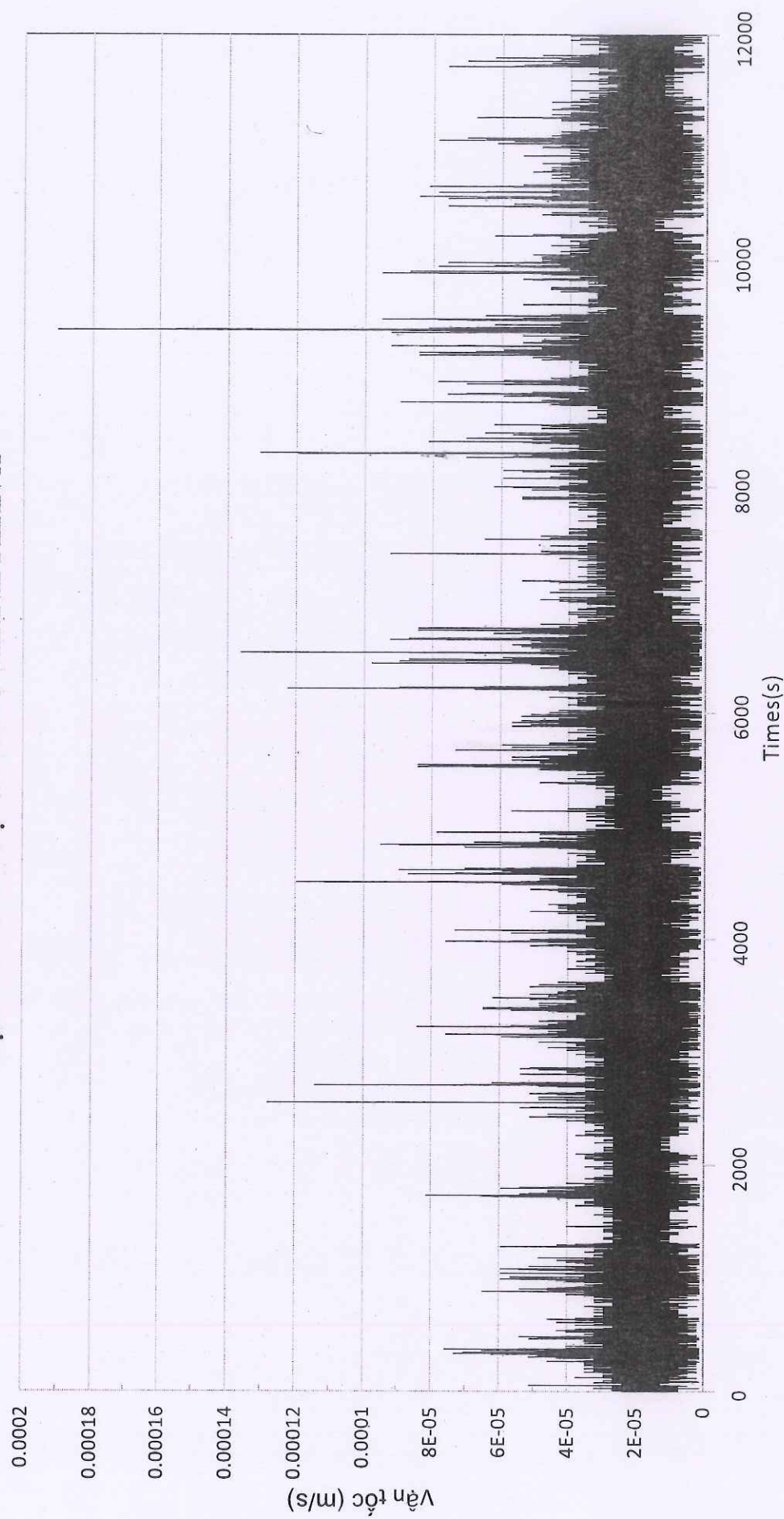


GIA TỐC DAO ĐỘNG A

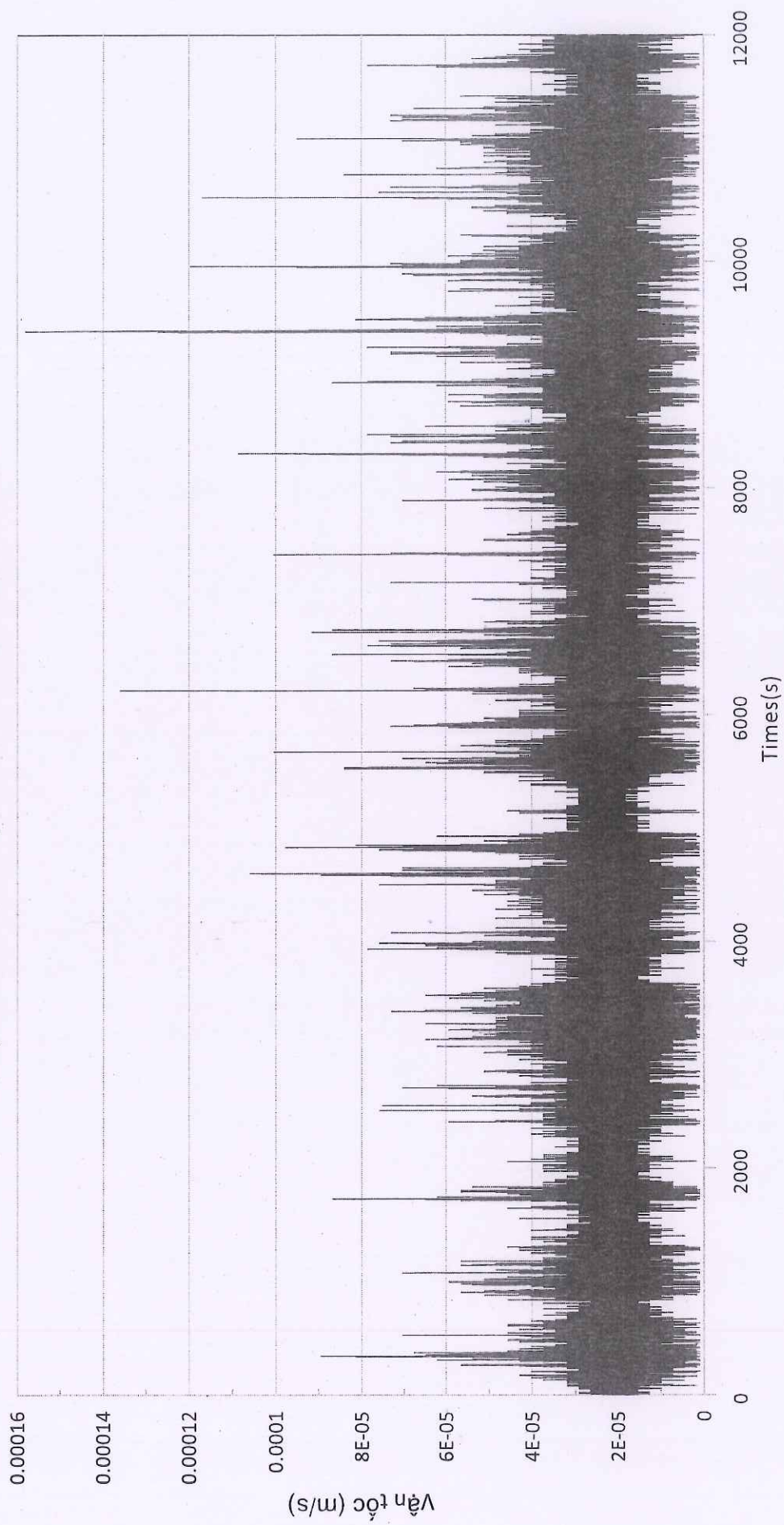


Ngày 02/12/2023

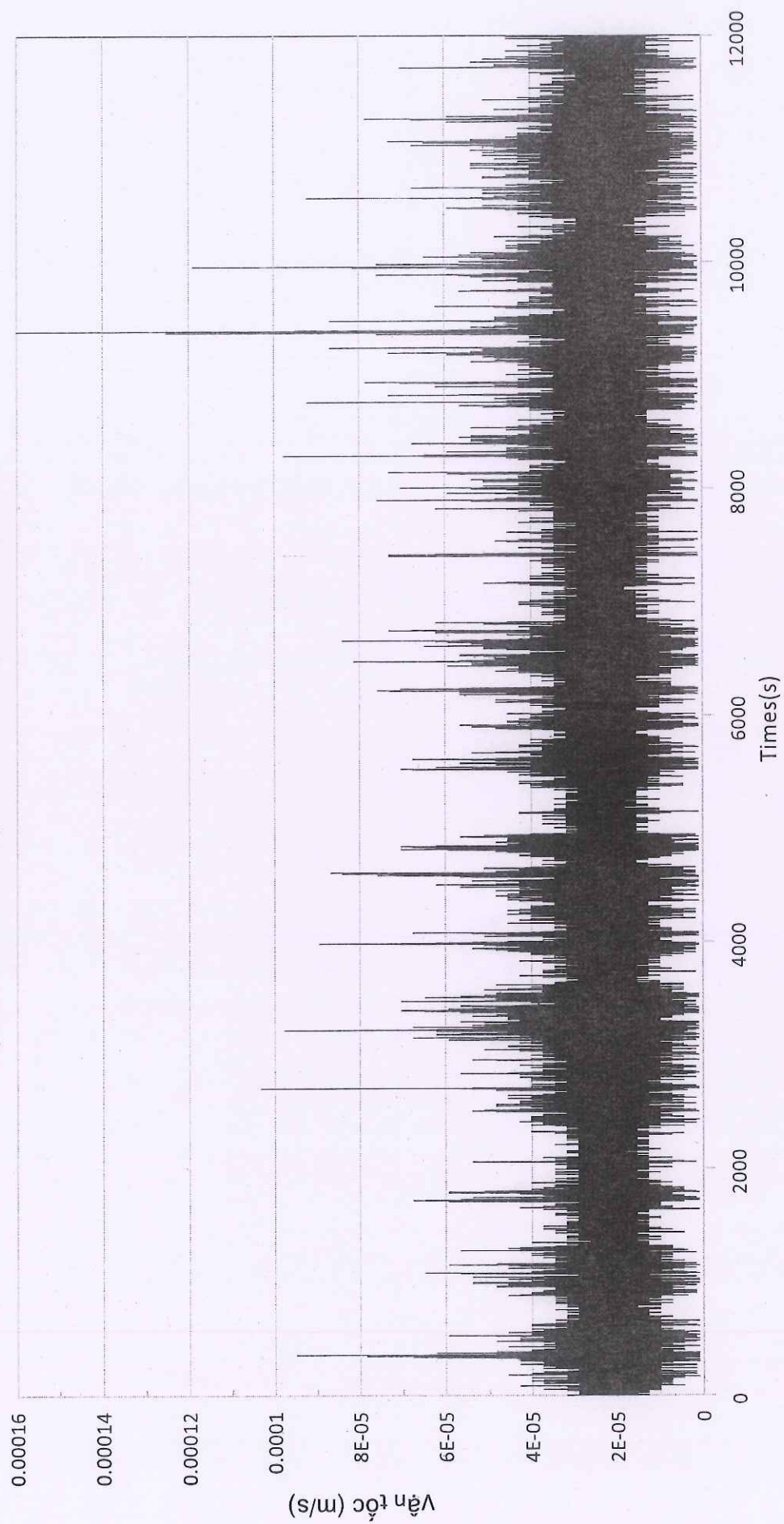
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



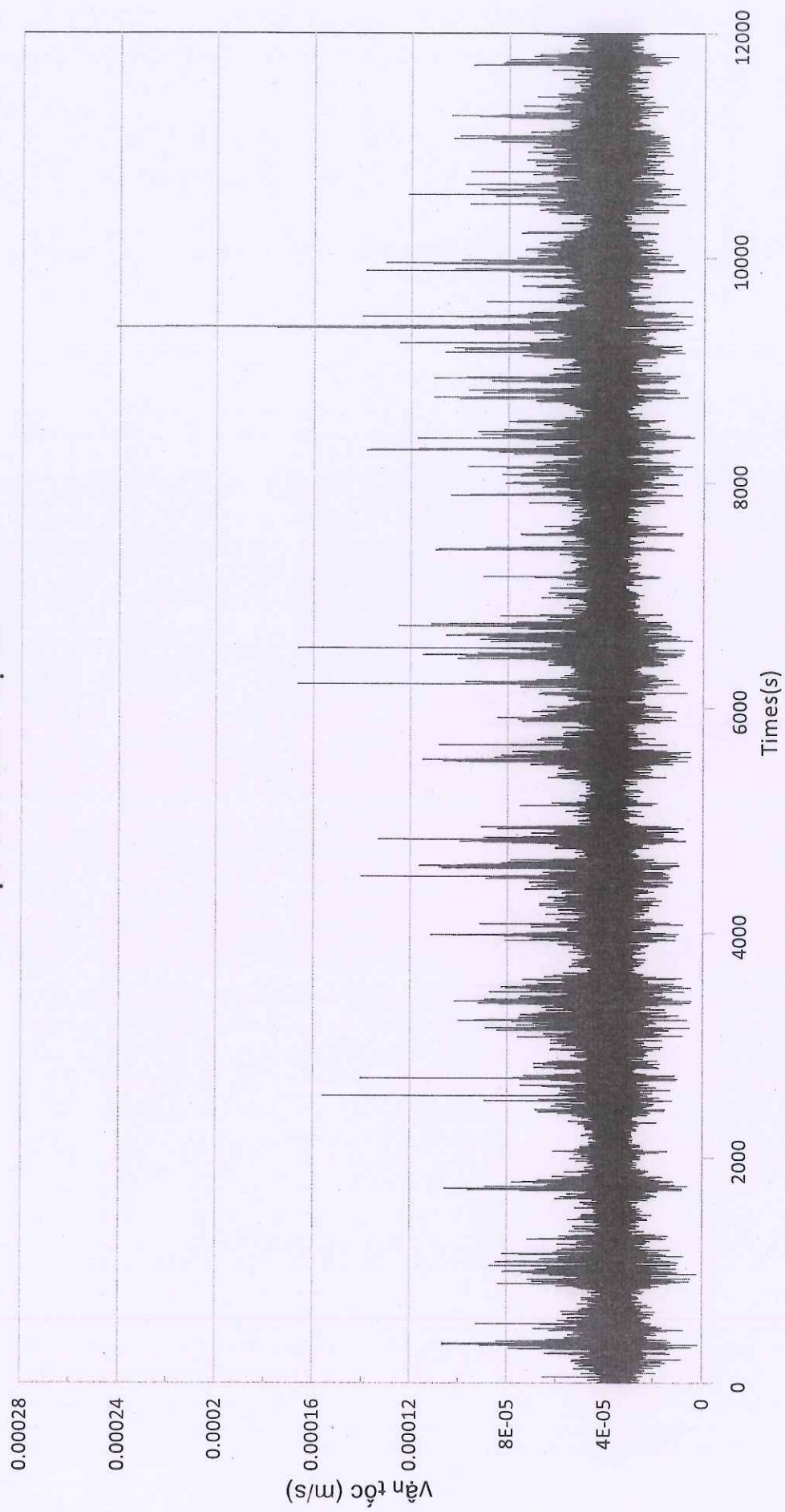
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



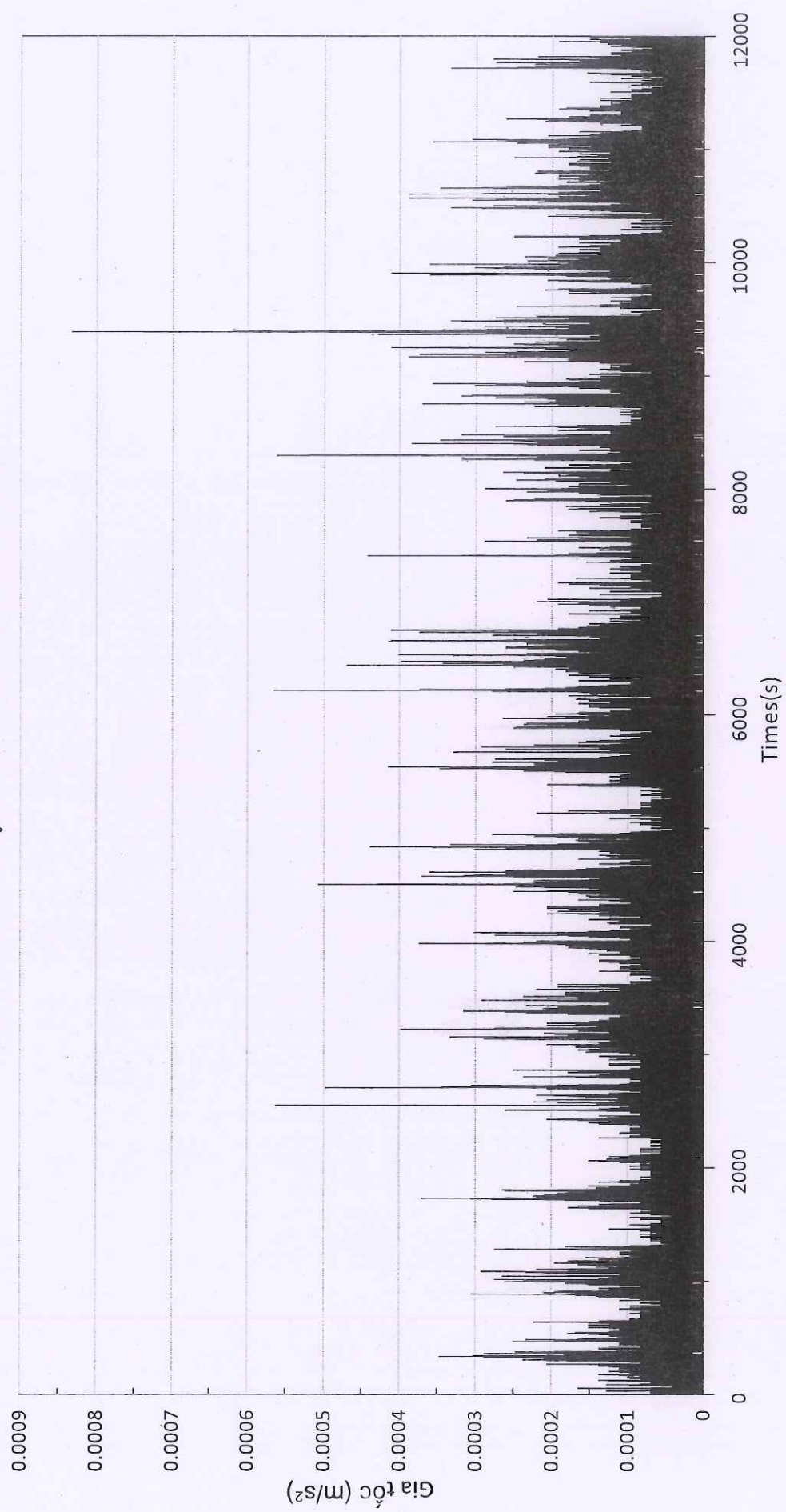
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



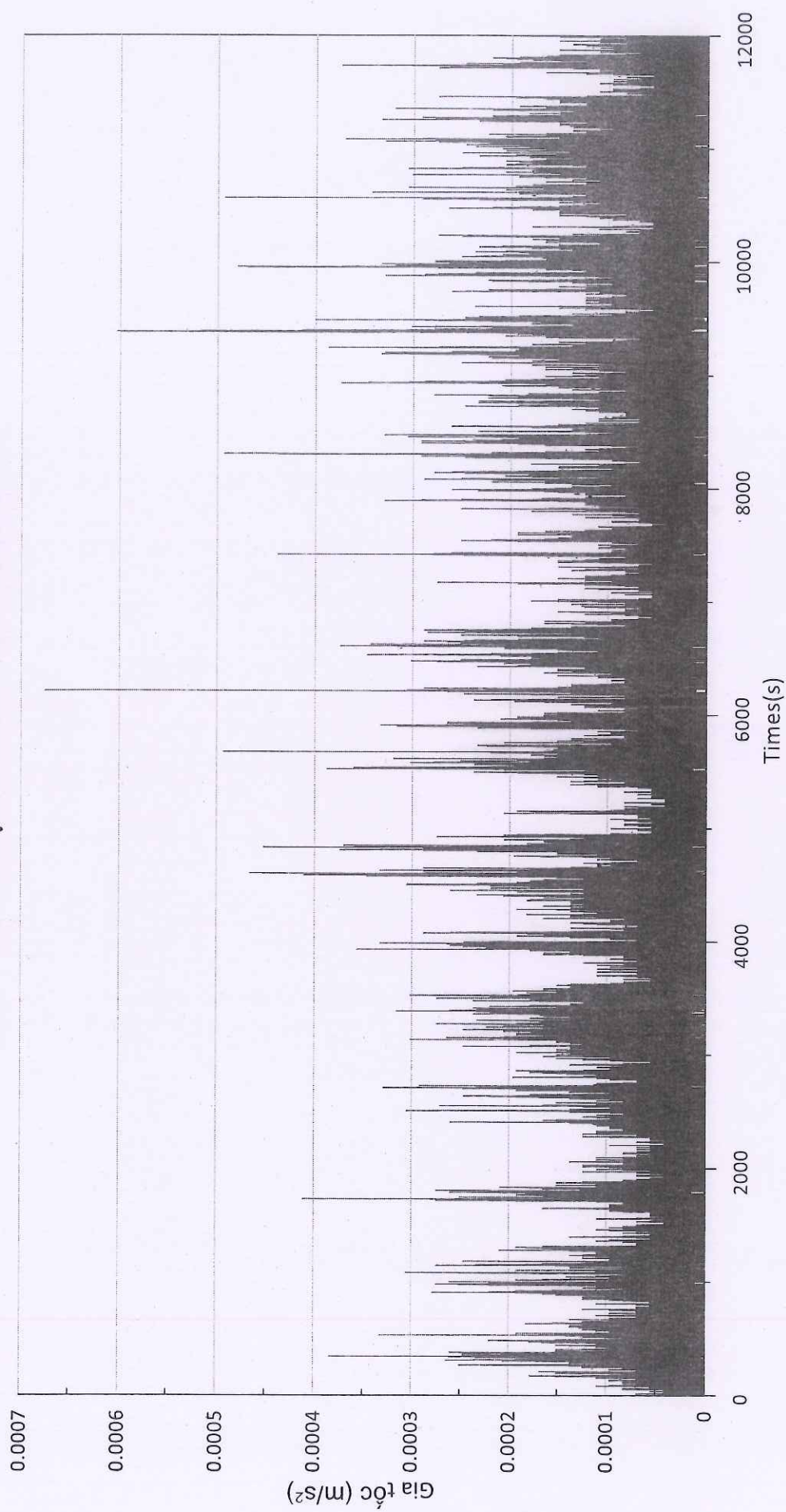
VẬN TỐC DAO ĐỘNG V



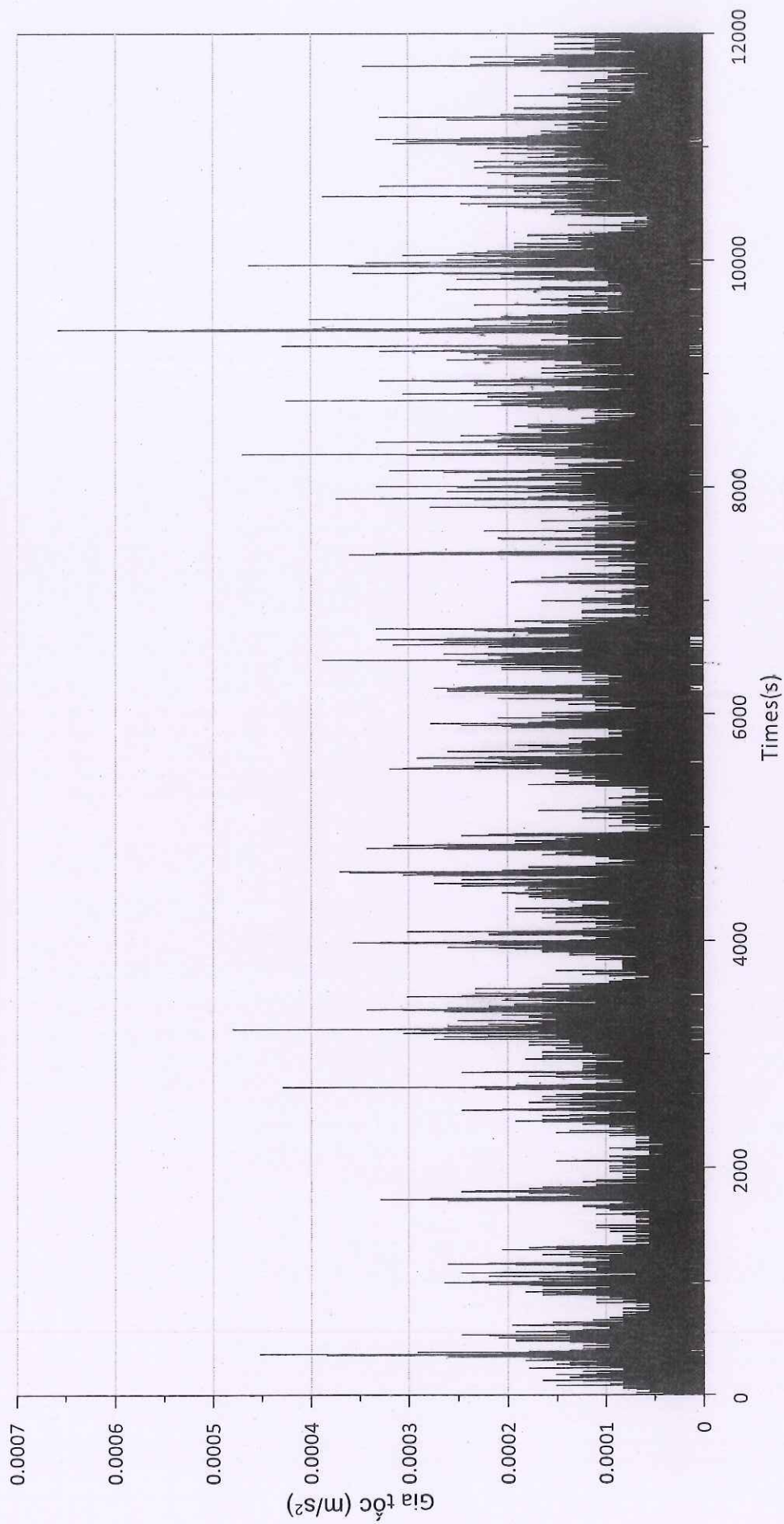
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



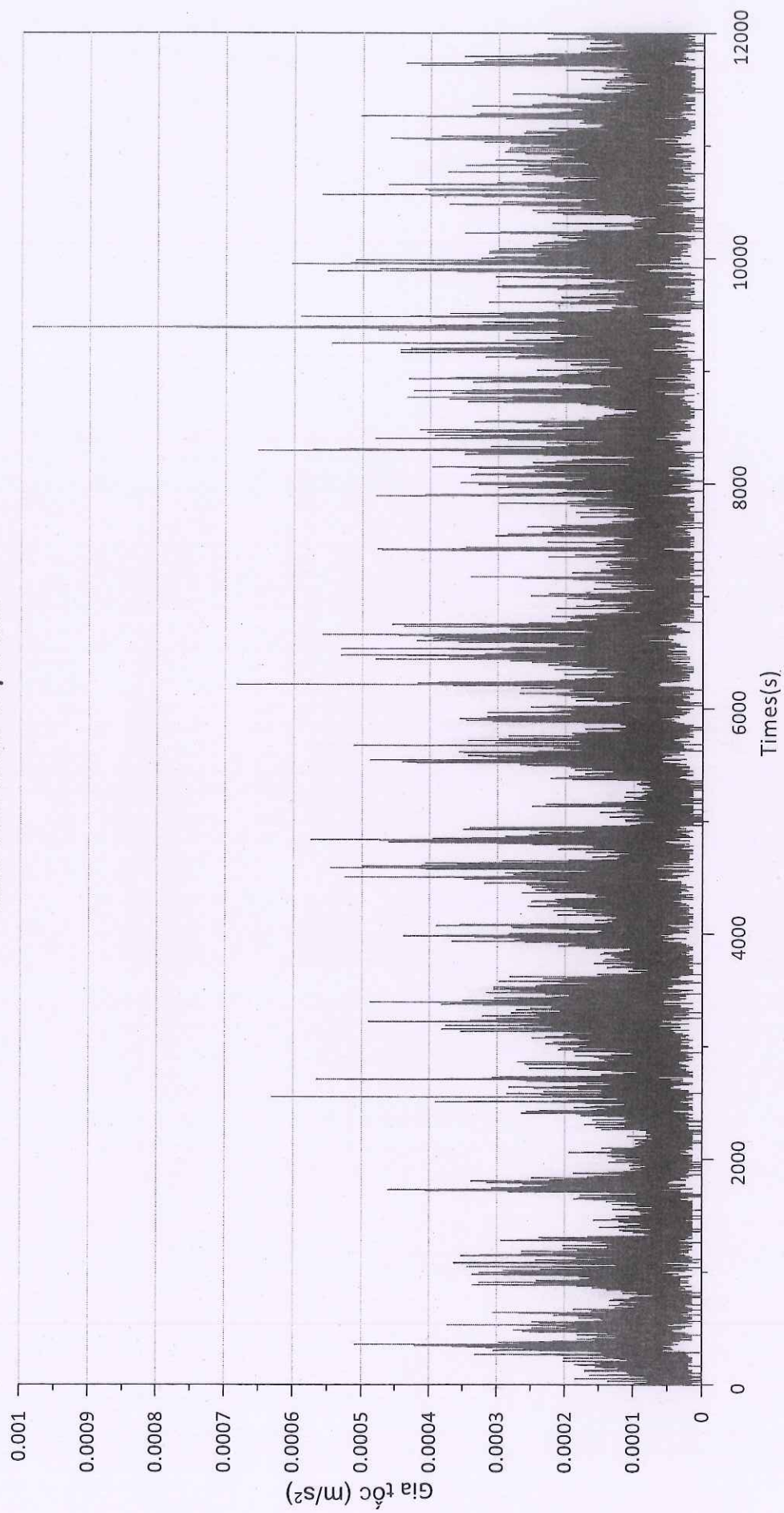
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y

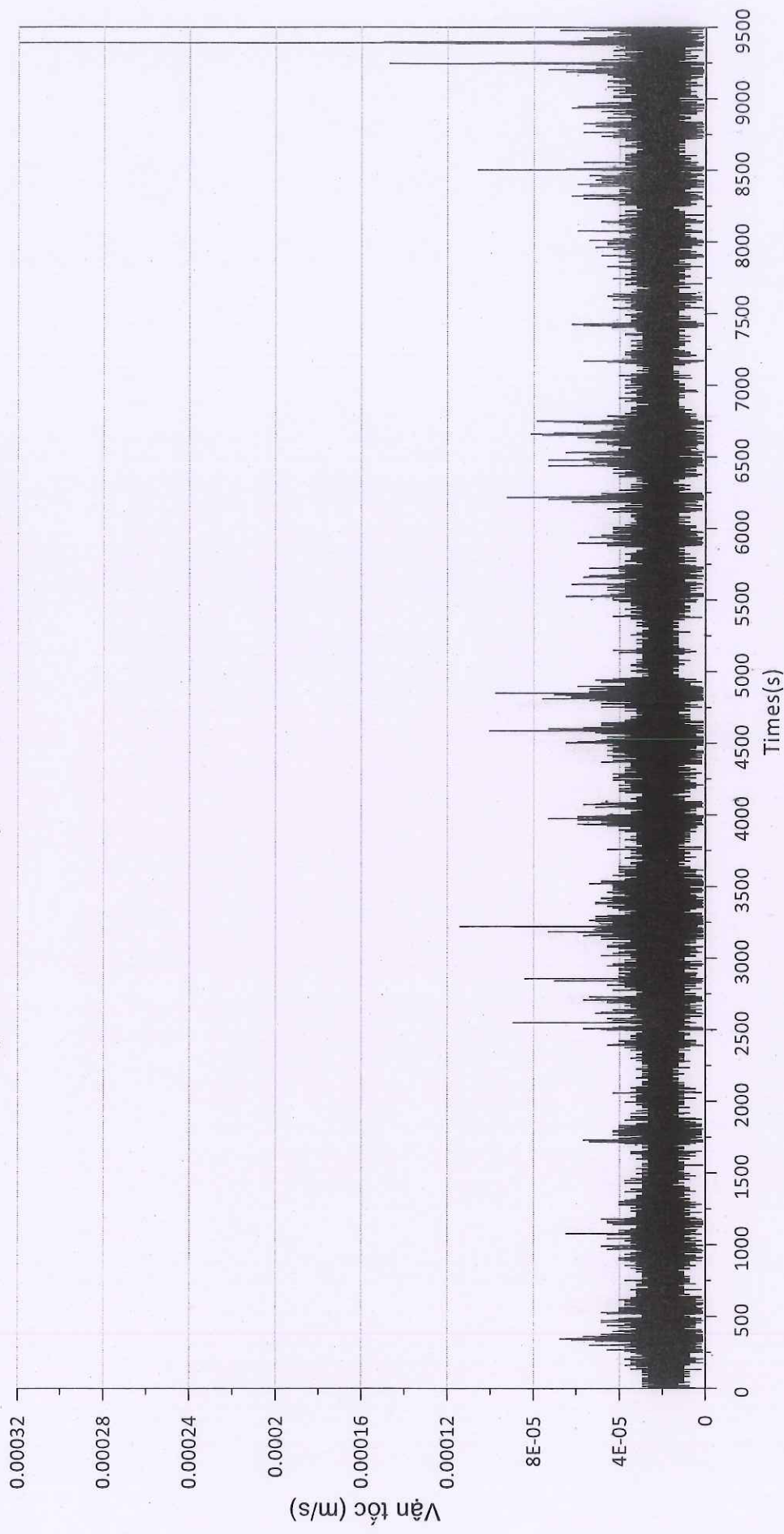


GIA TỐC DAO ĐỘNG A

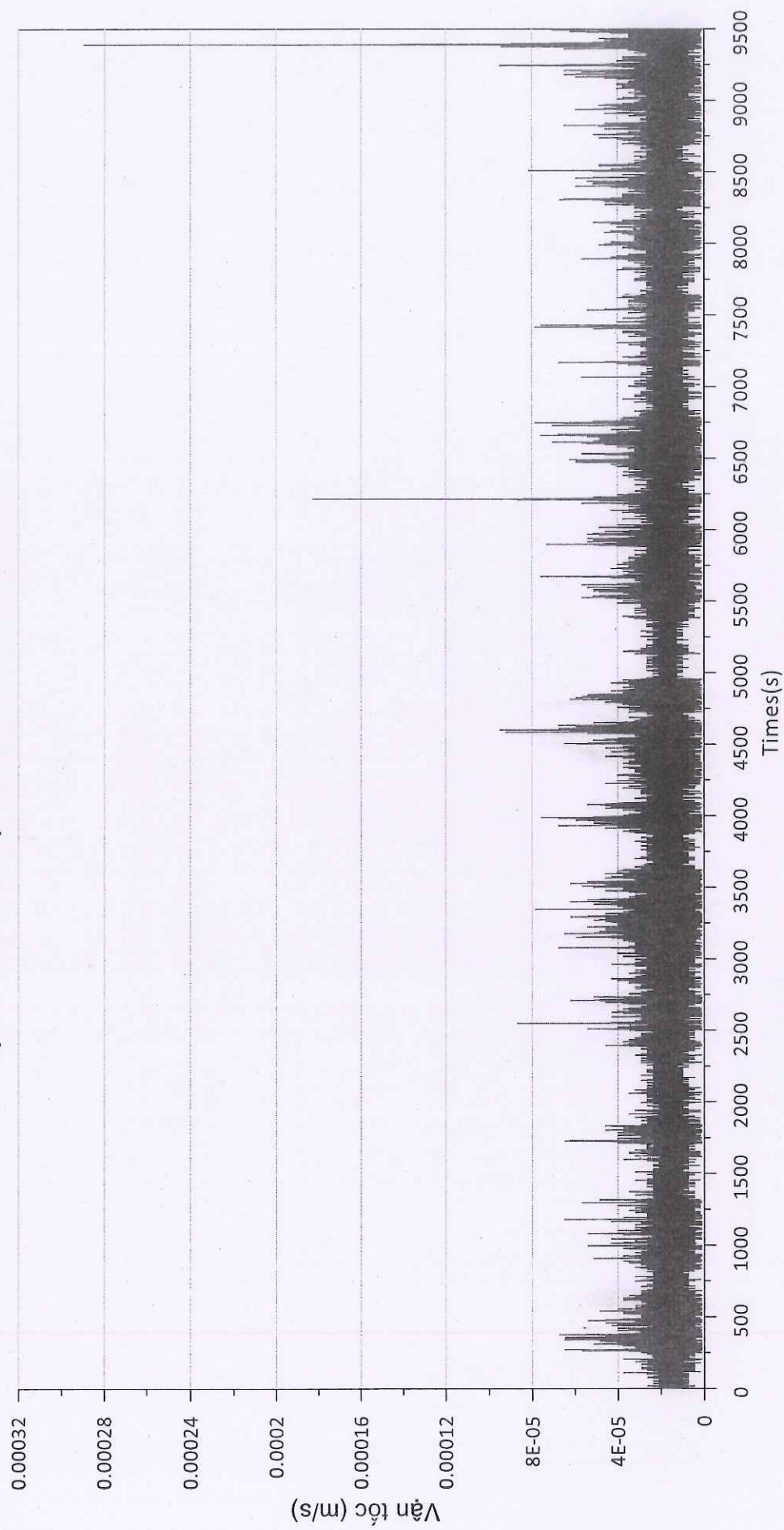


Ngày 27/01/2024

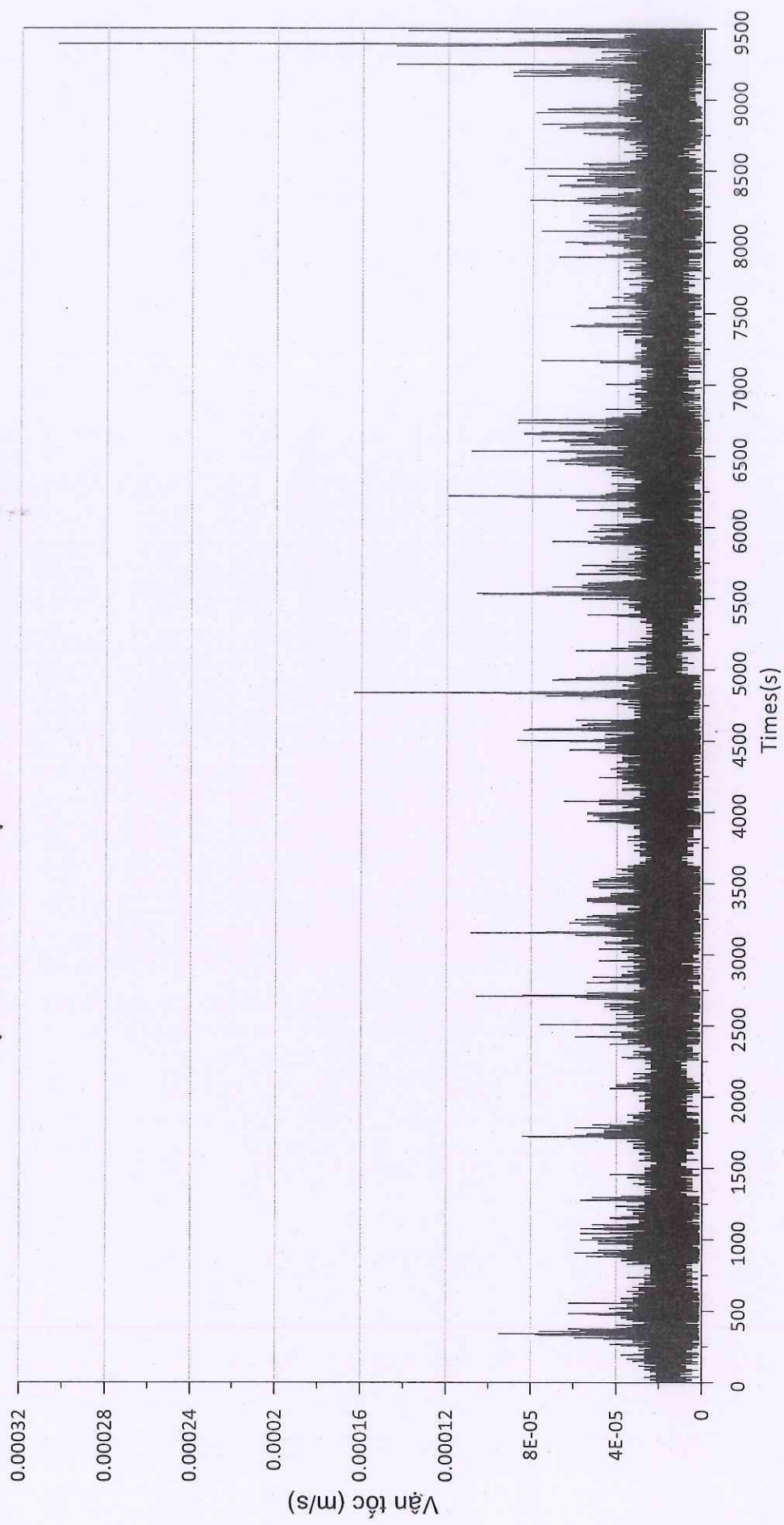
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



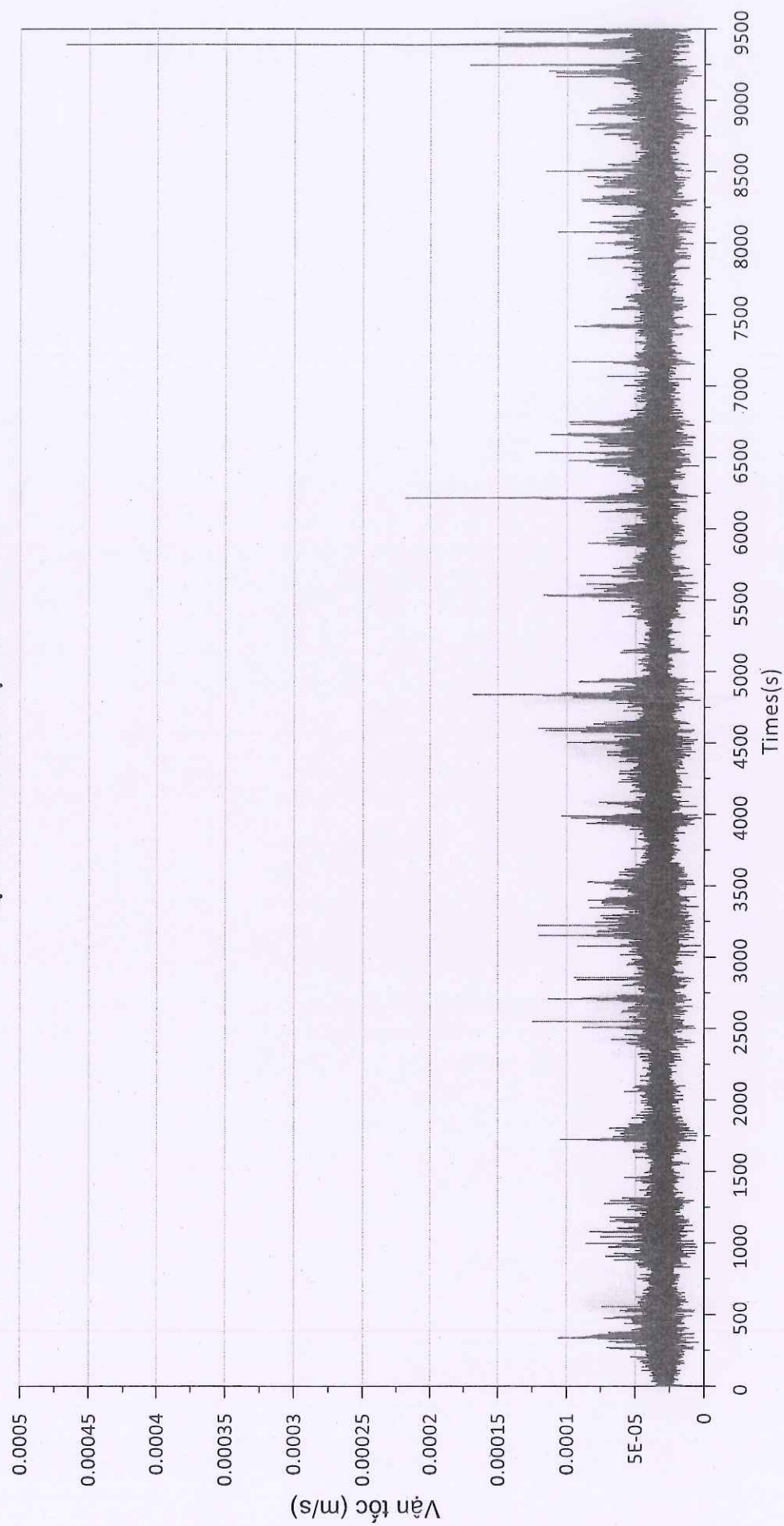
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



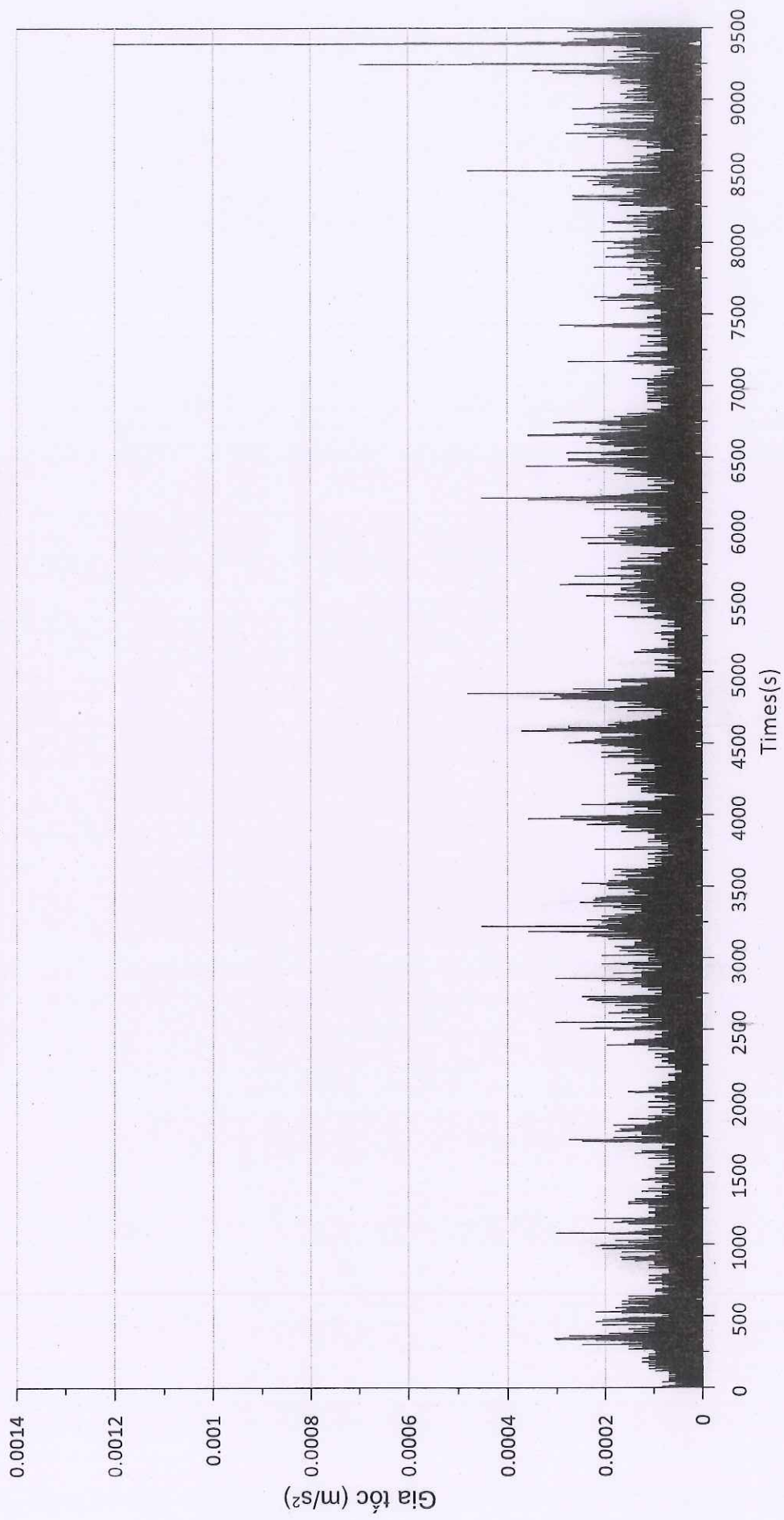
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



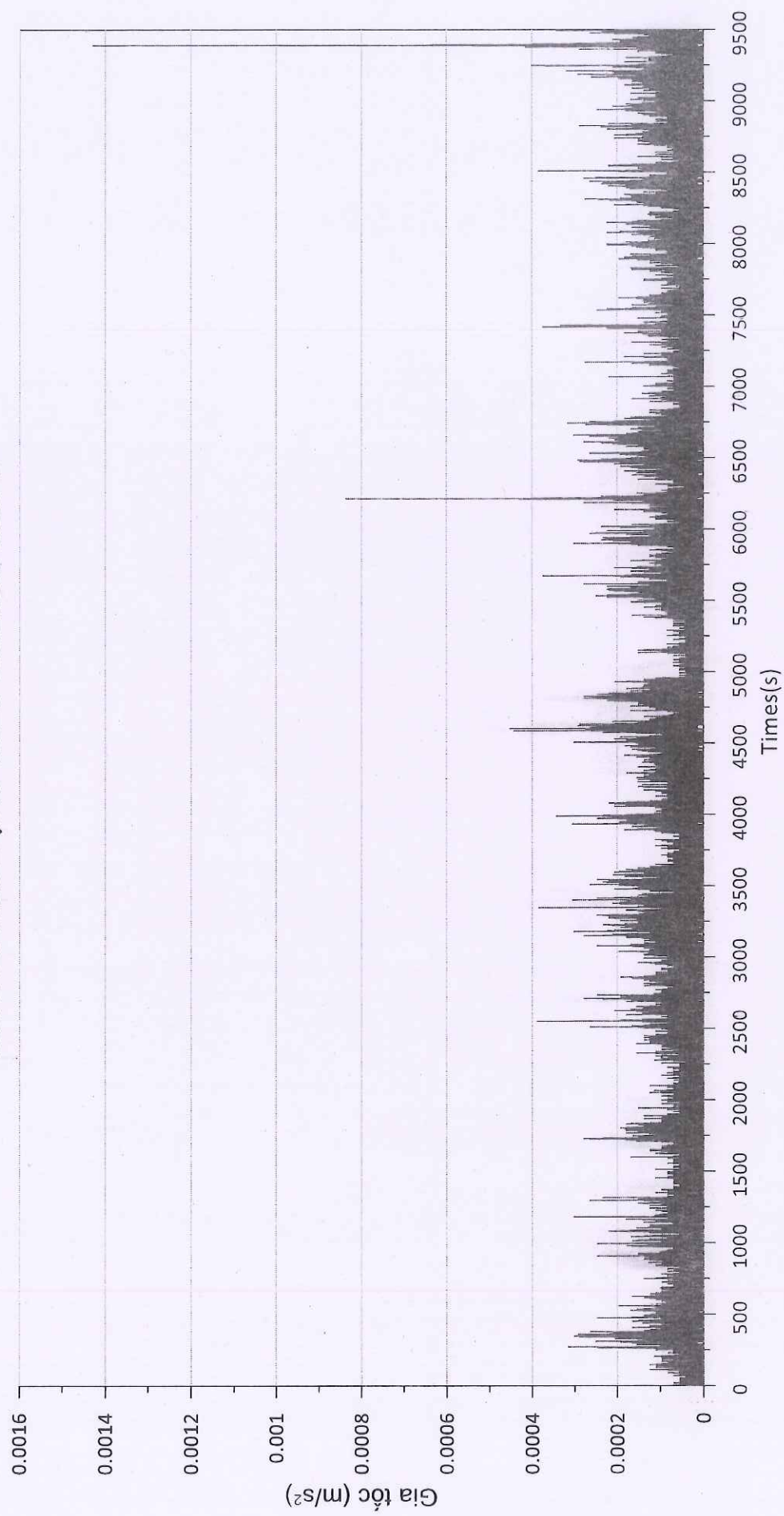
VẬN TỐC DAO ĐỘNG V



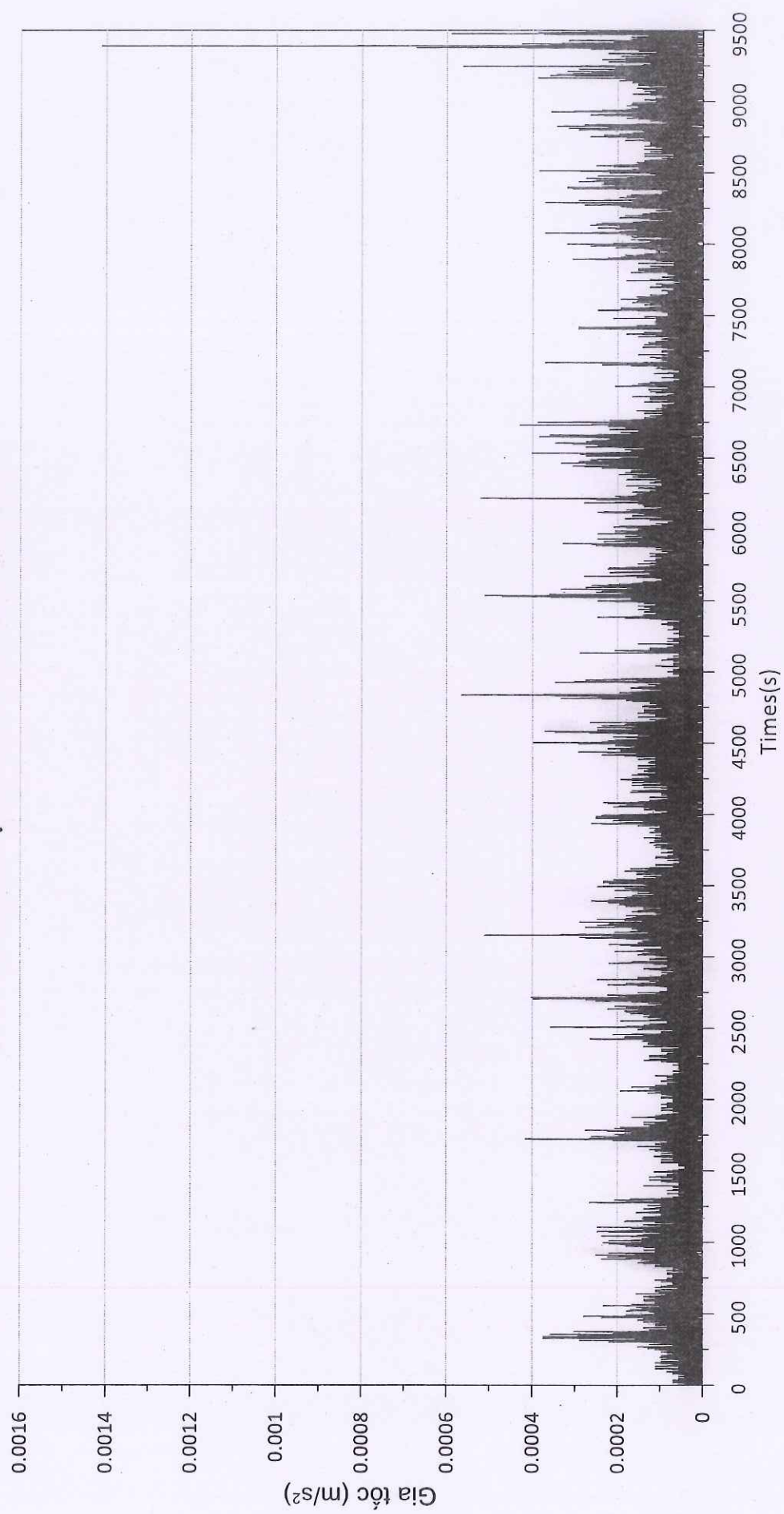
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



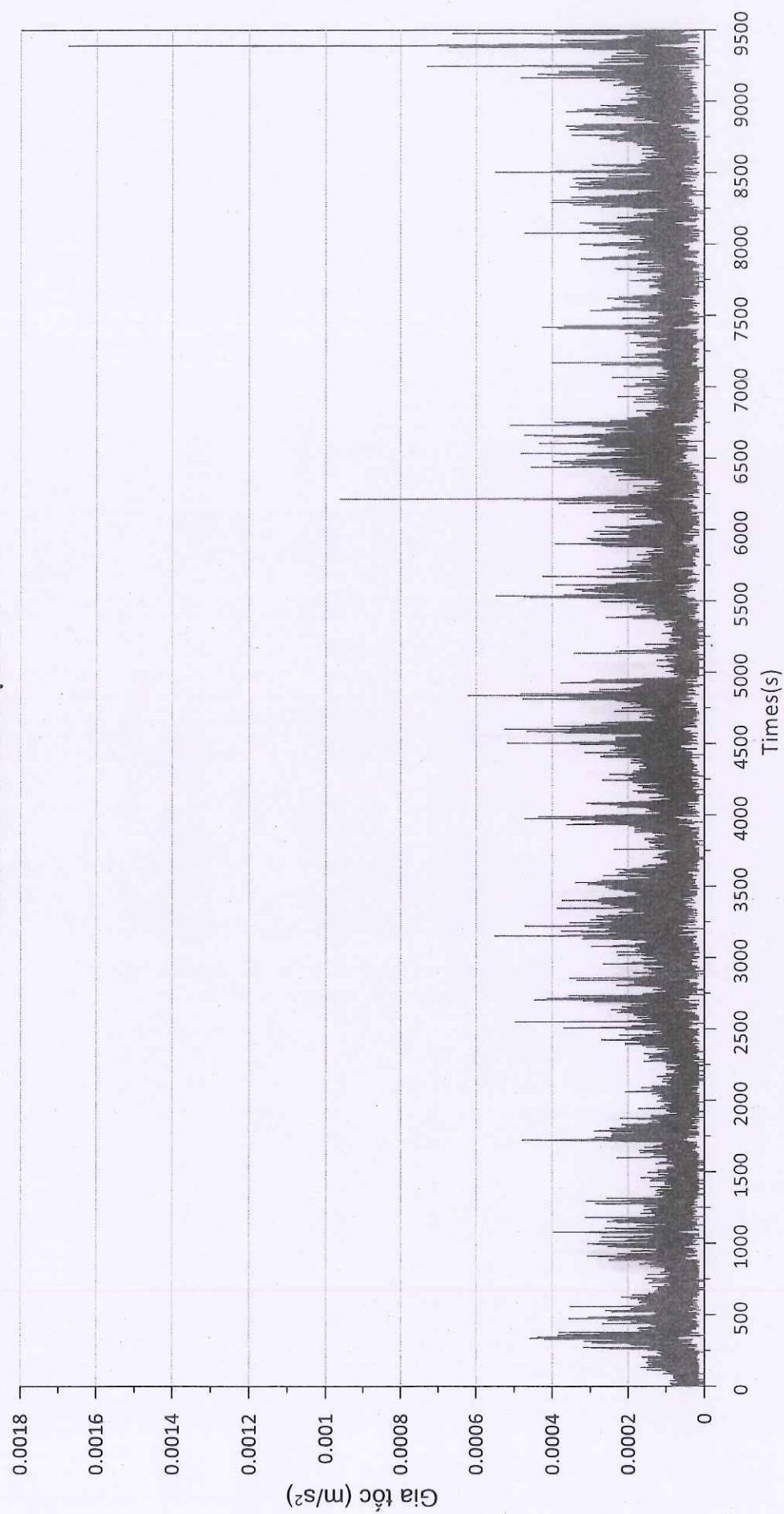
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z

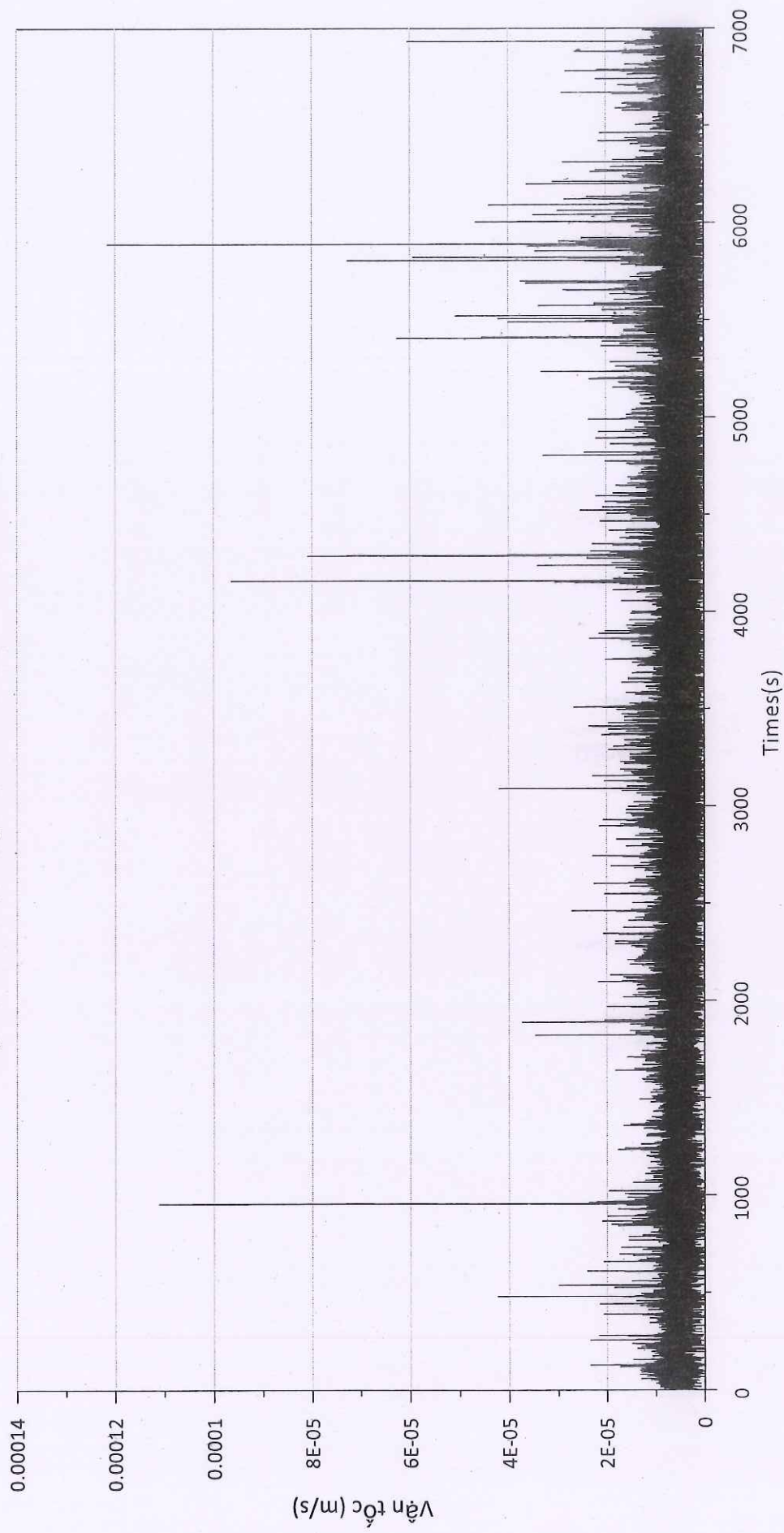


GIA TỐC DAO ĐỘNG A

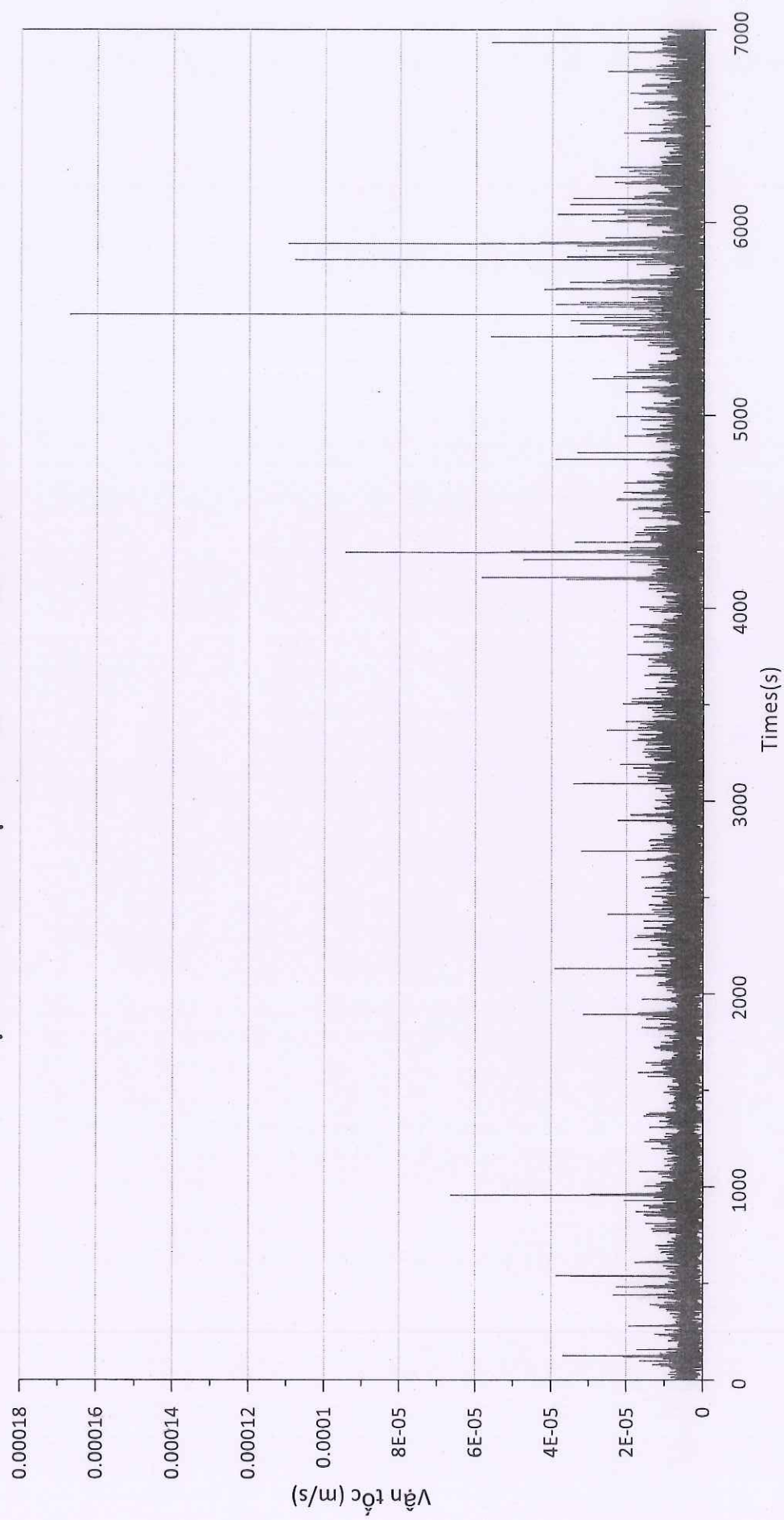


Ngày 28/01/2024

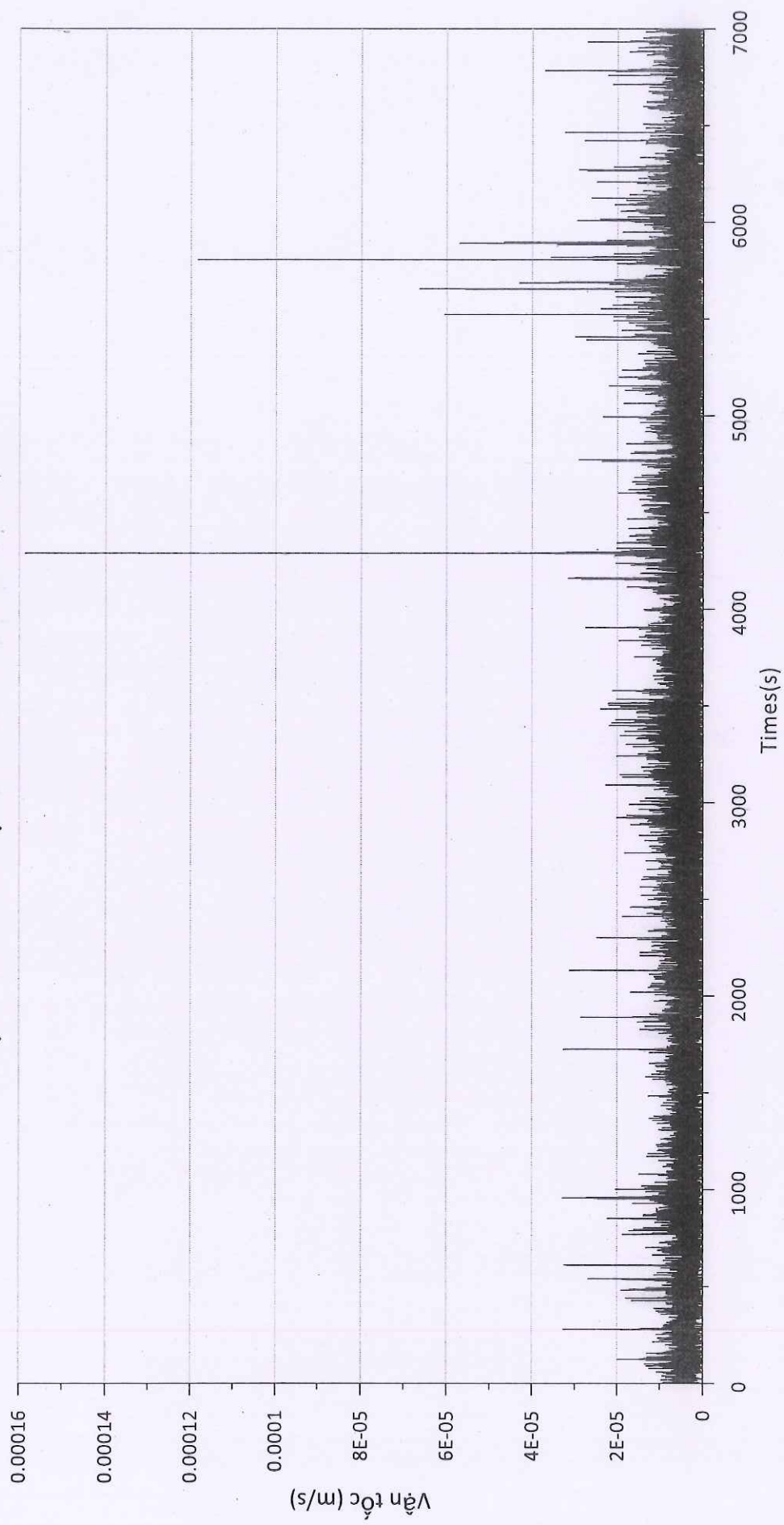
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



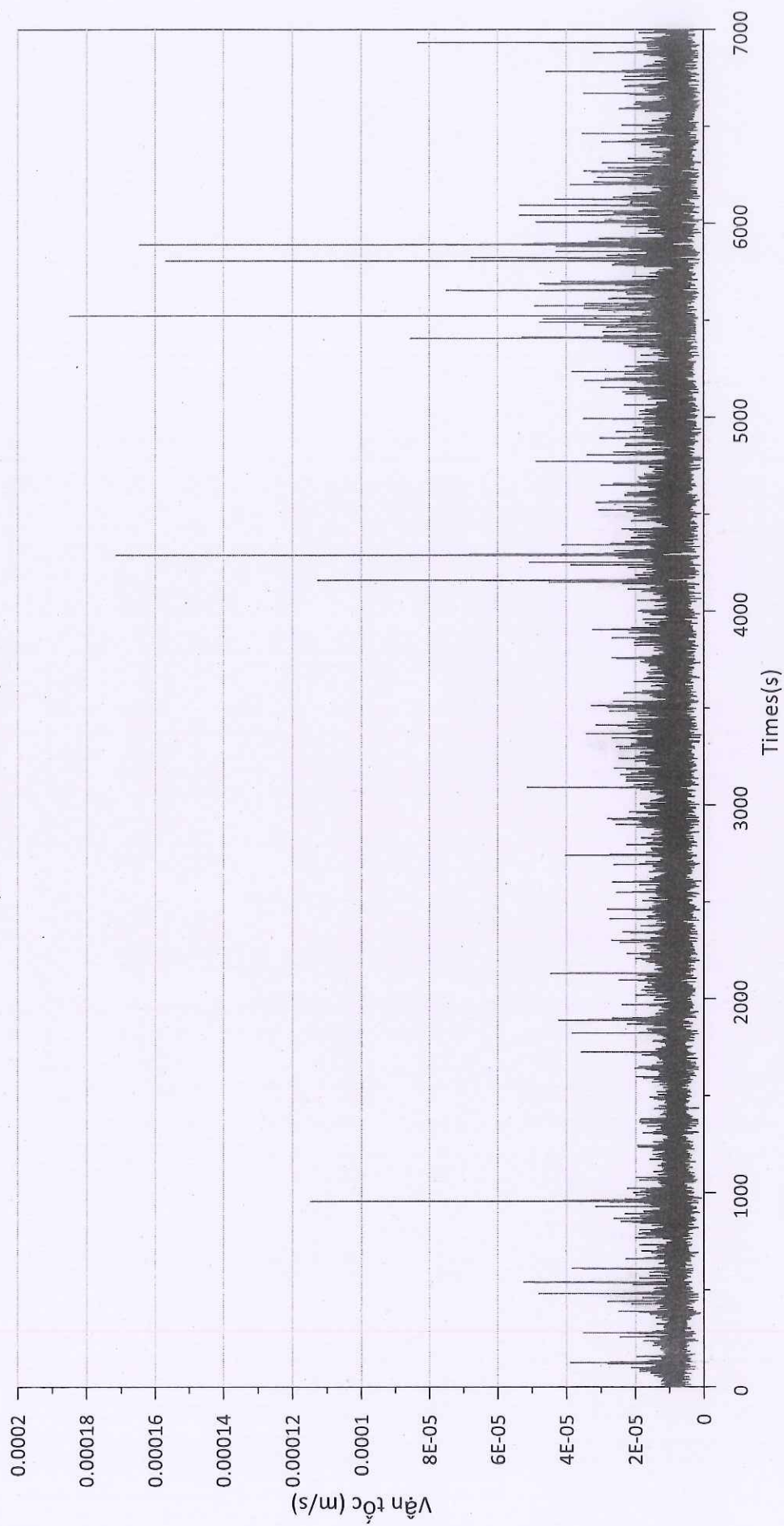
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



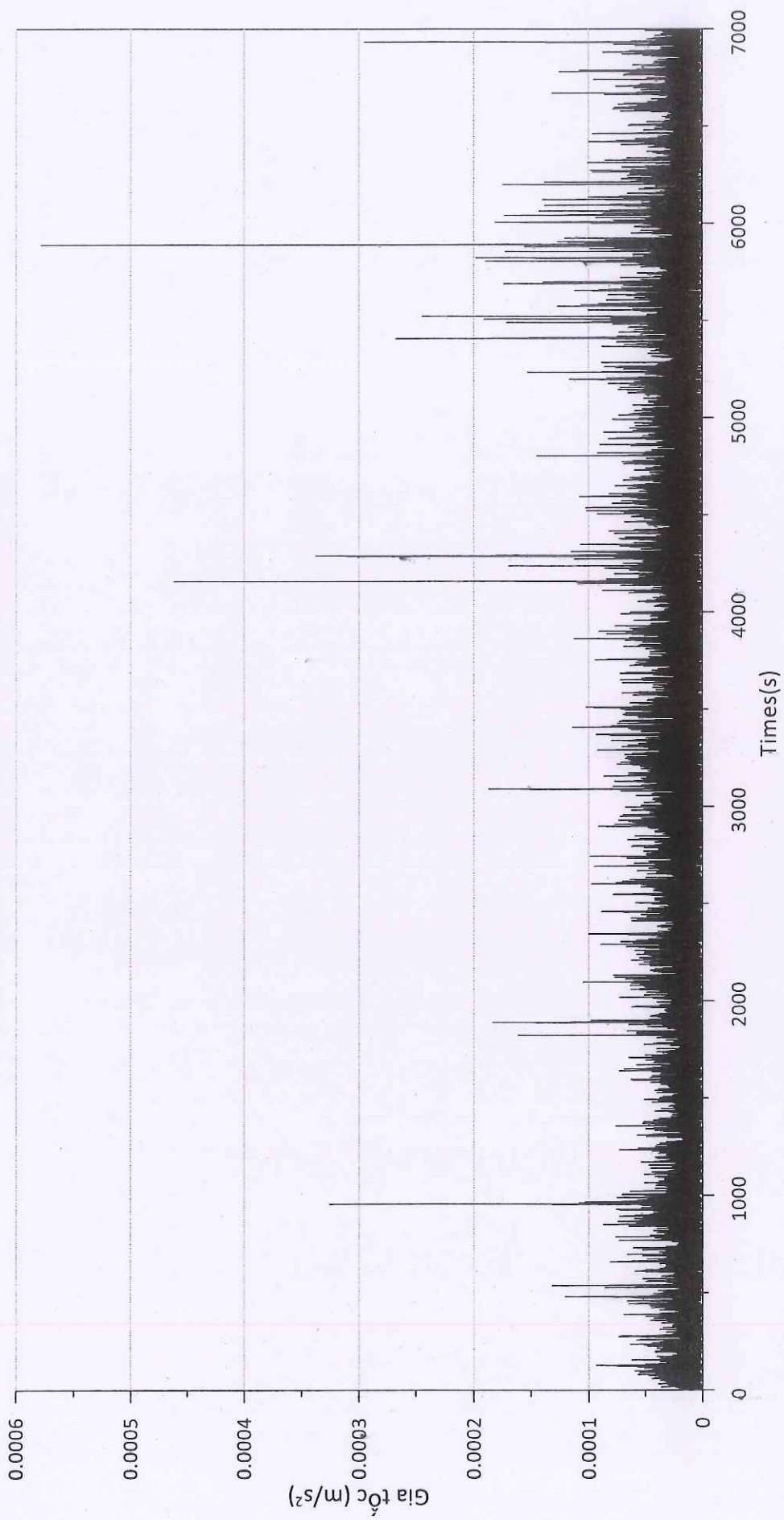
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



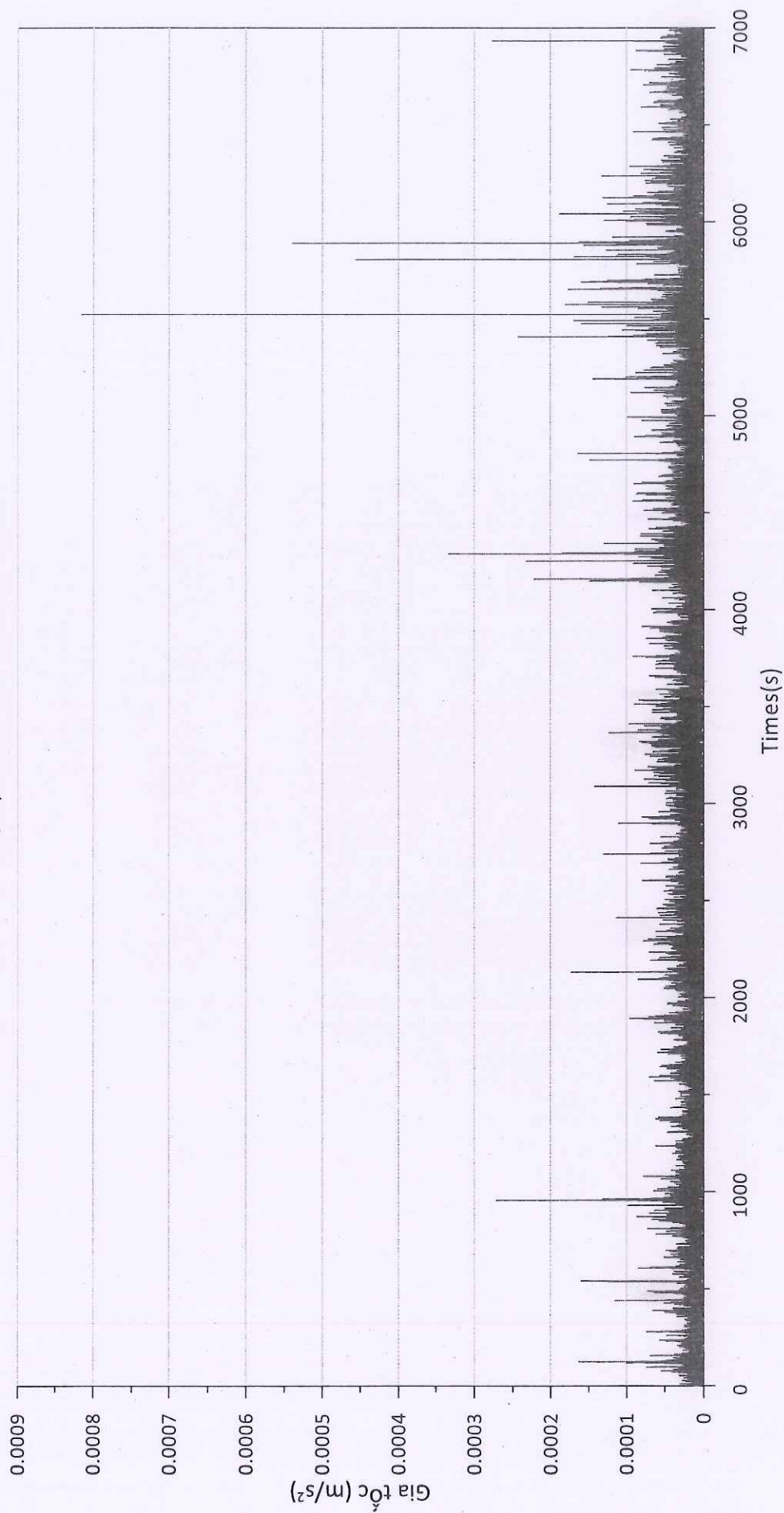
VẬN TỐC DAO ĐỘNG V



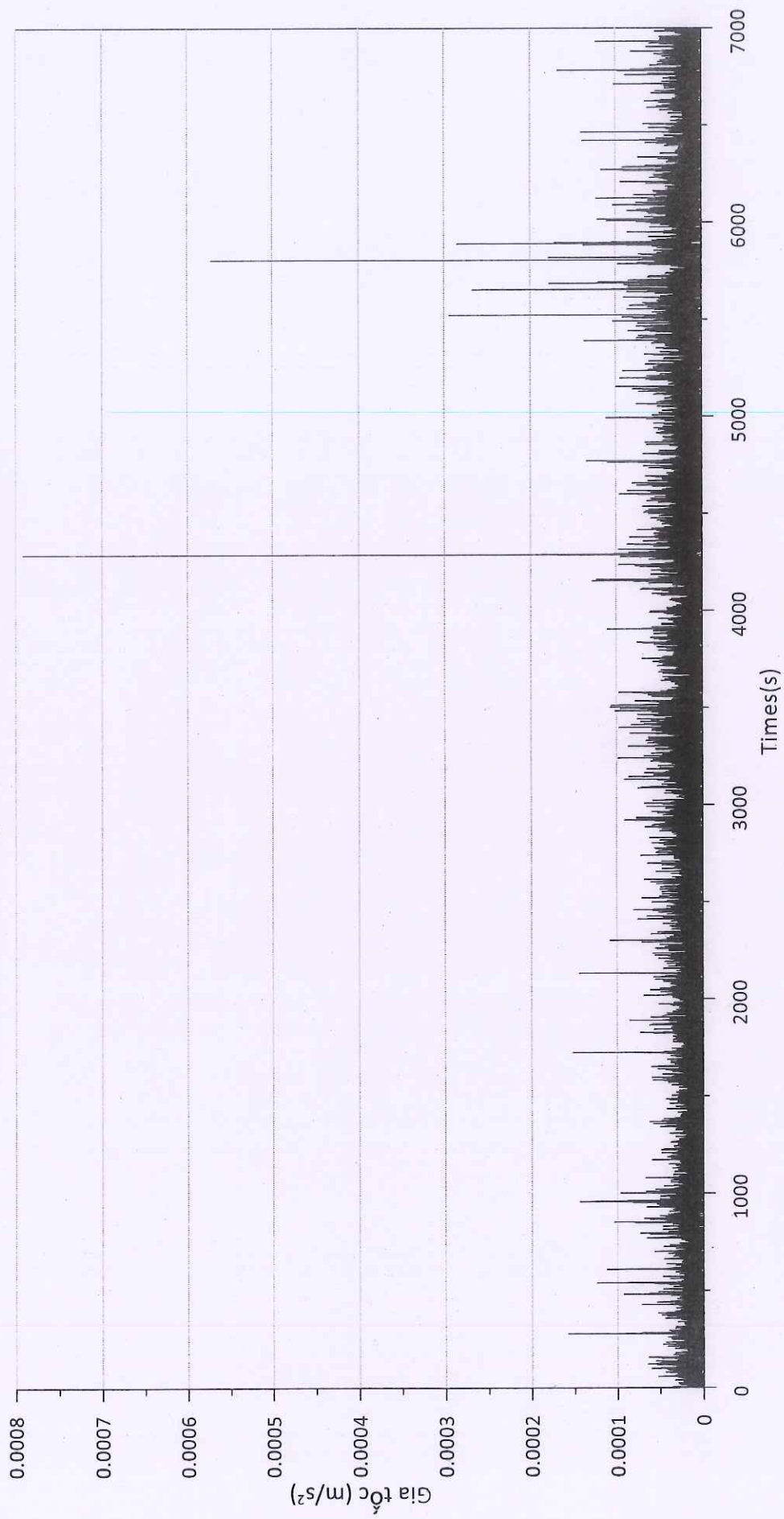
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



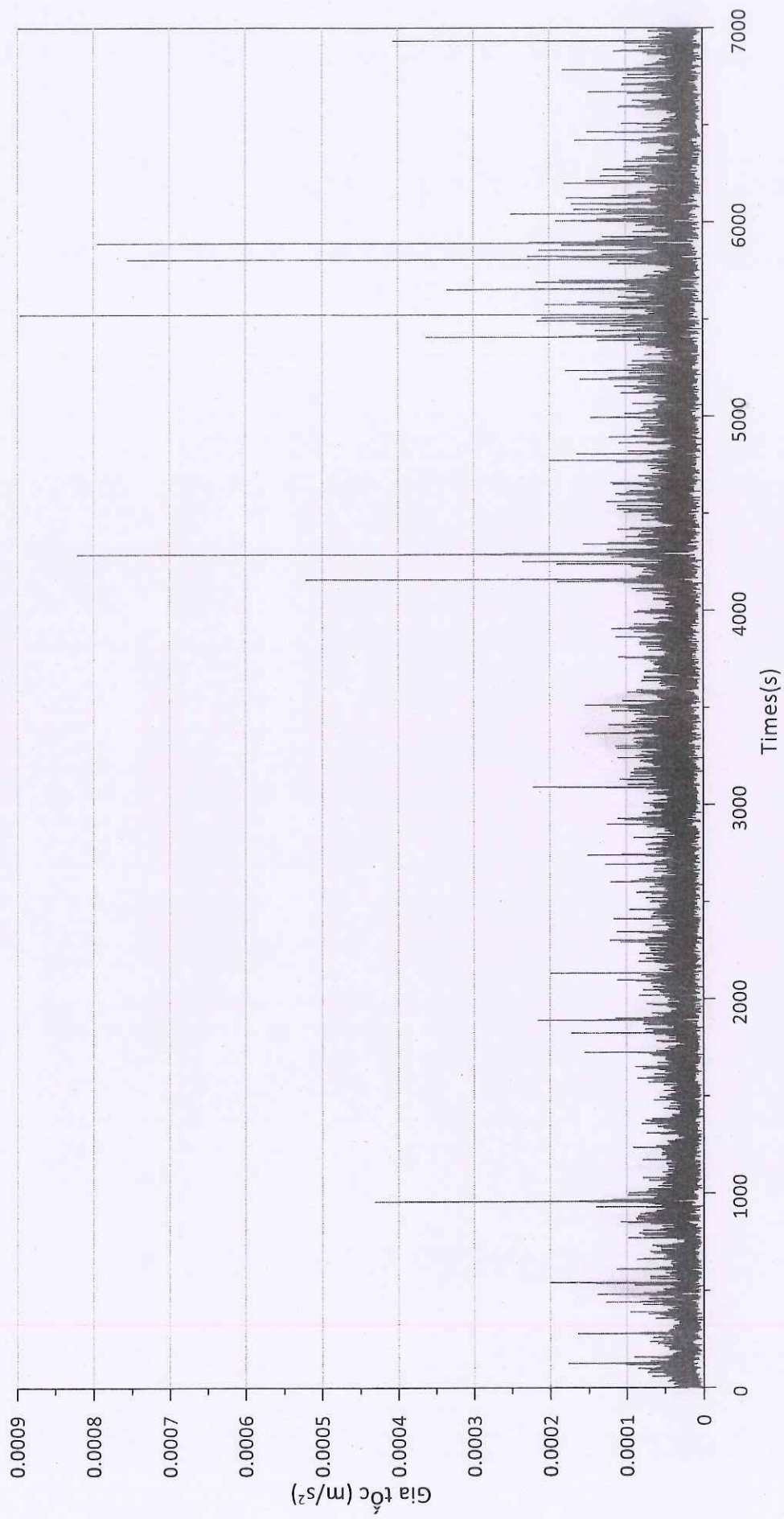
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



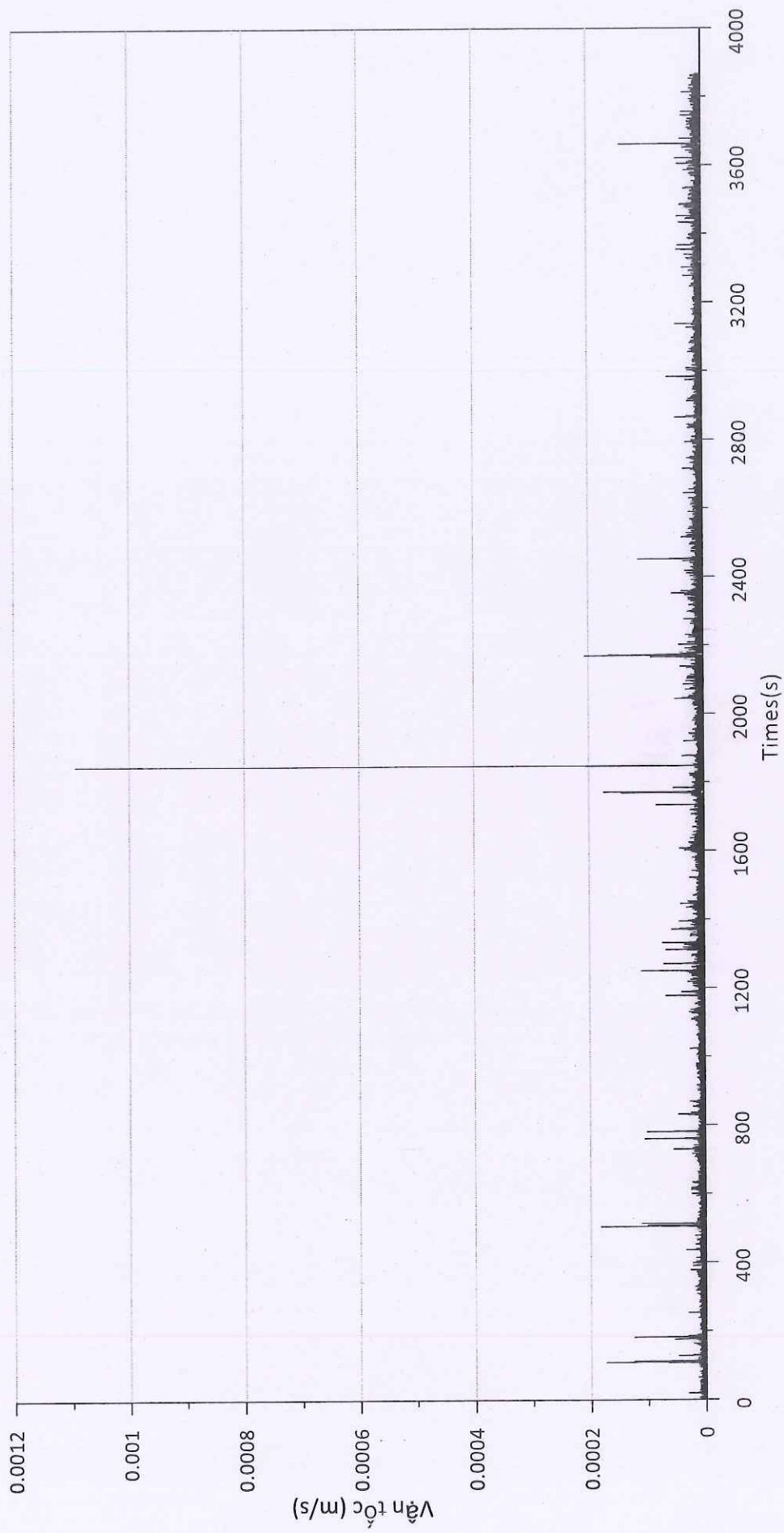
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



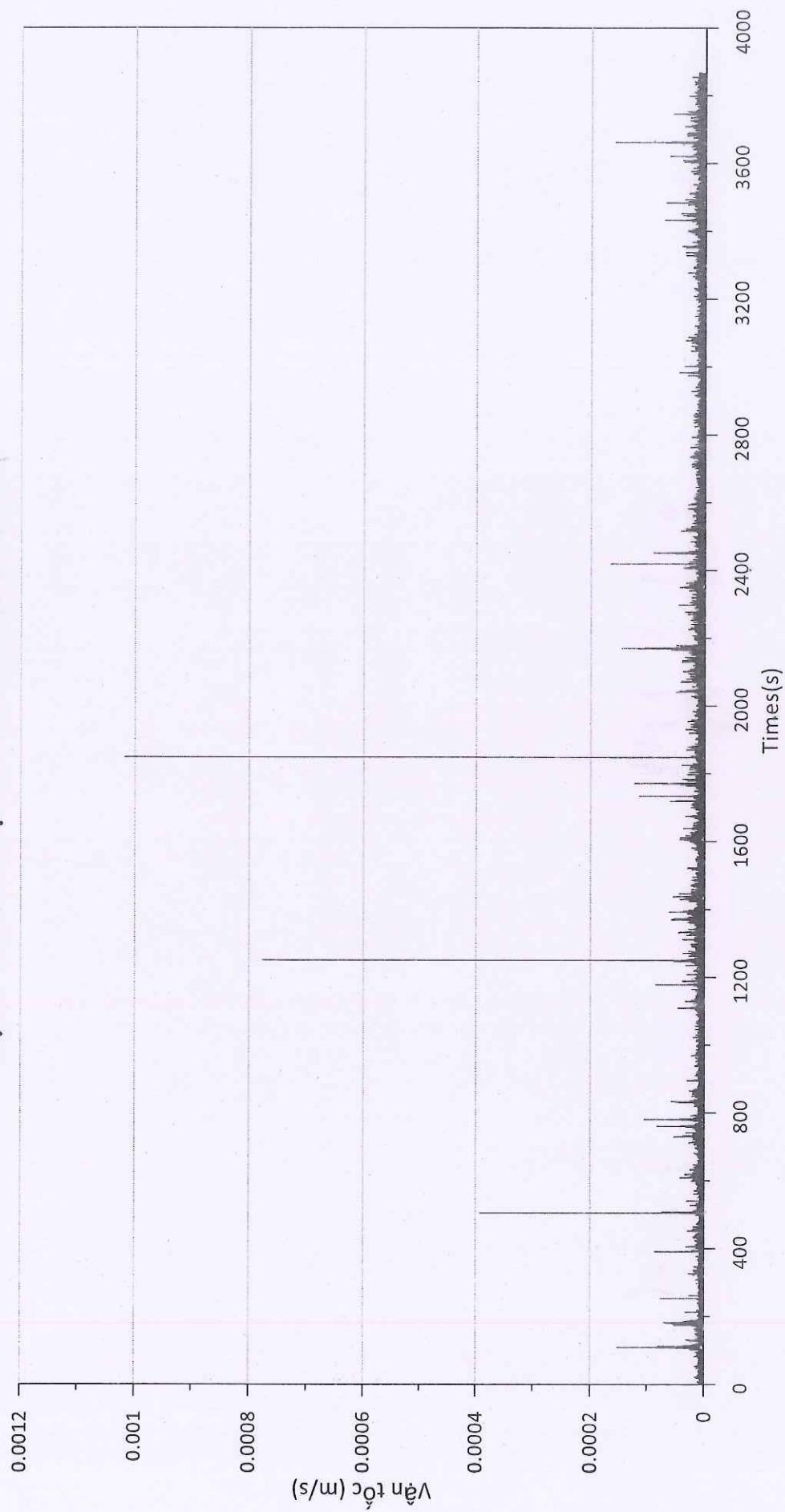
GIA TỐC DAO ĐỘNG A



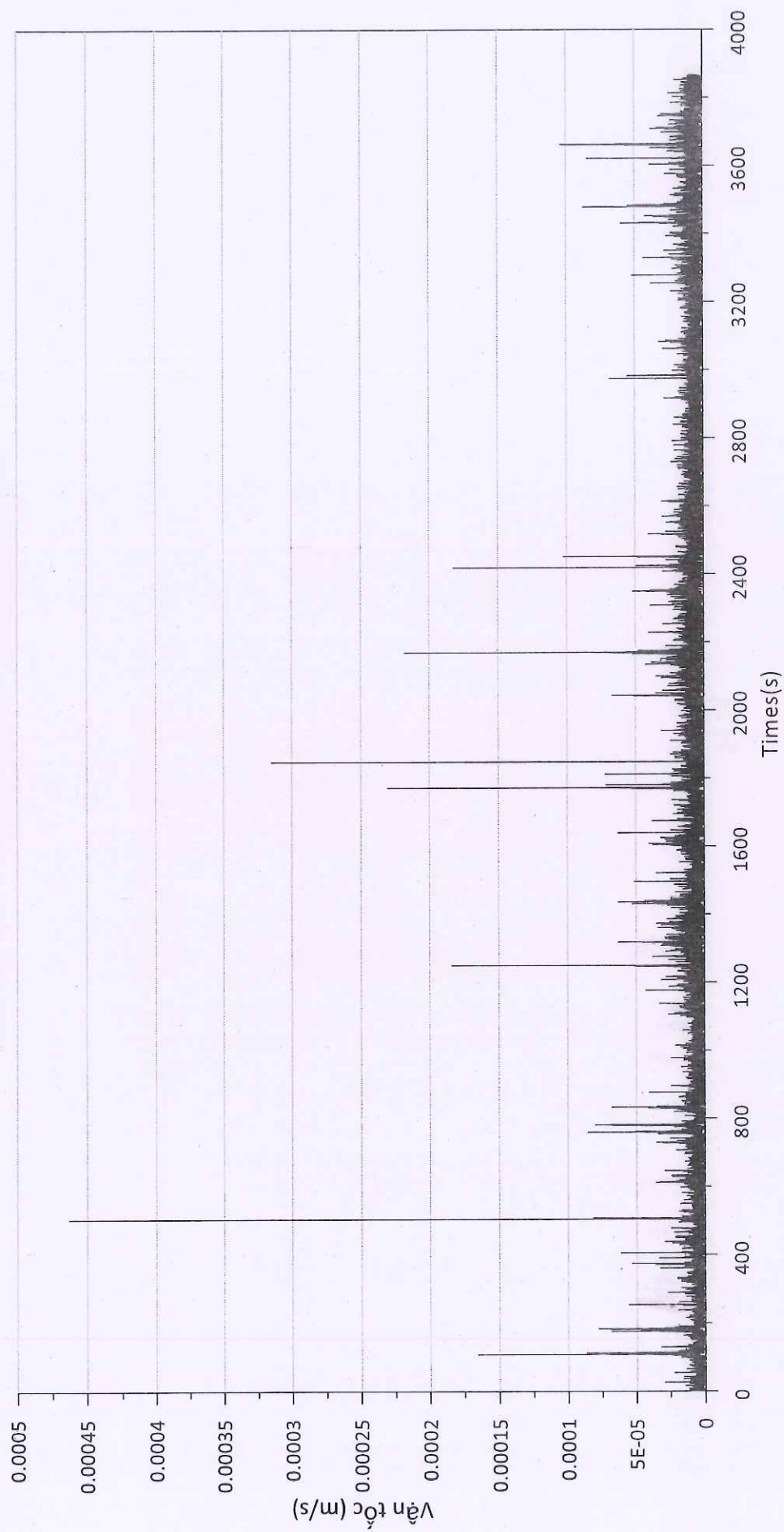
Ngày 24/2/2024
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



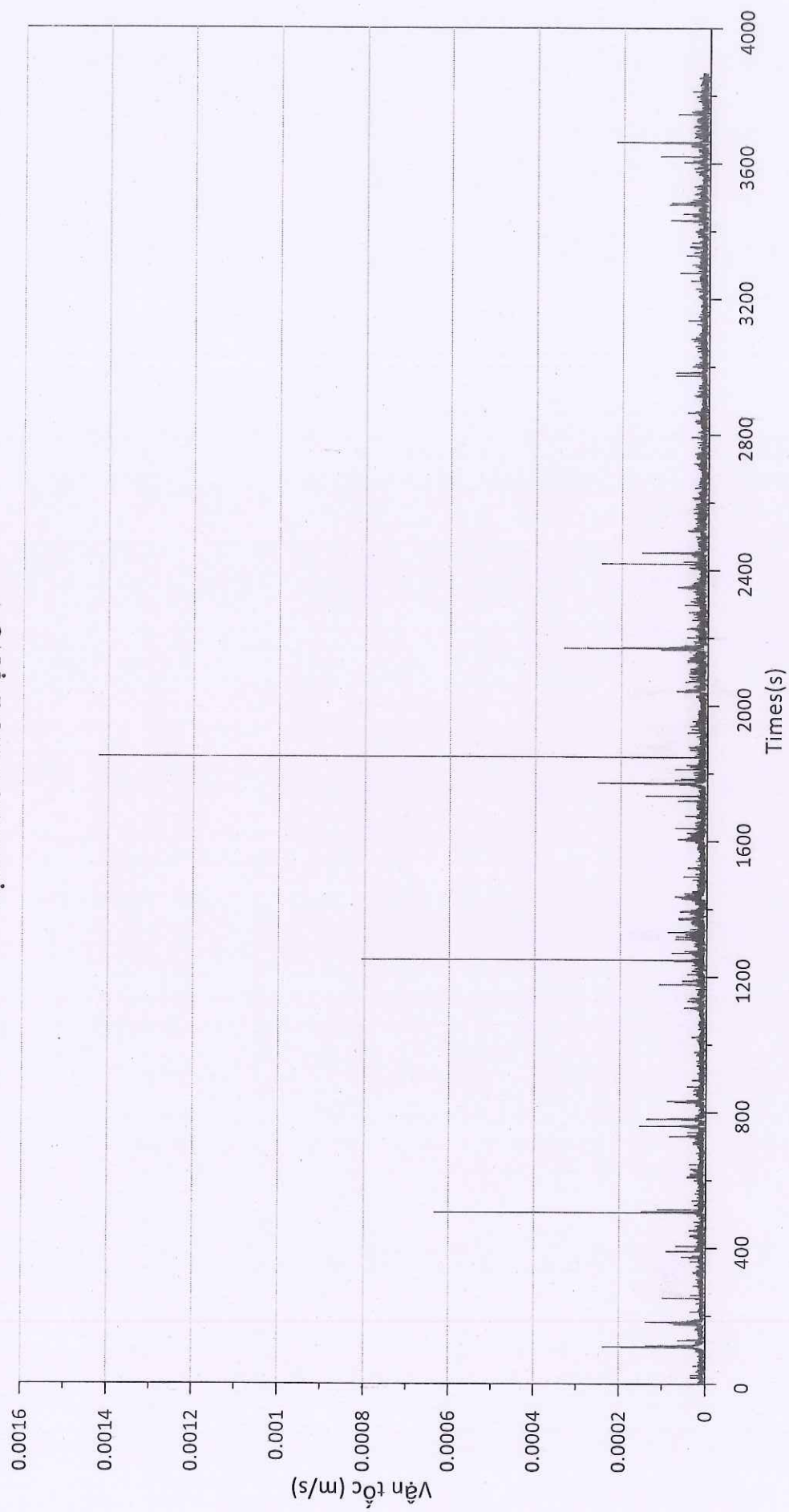
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



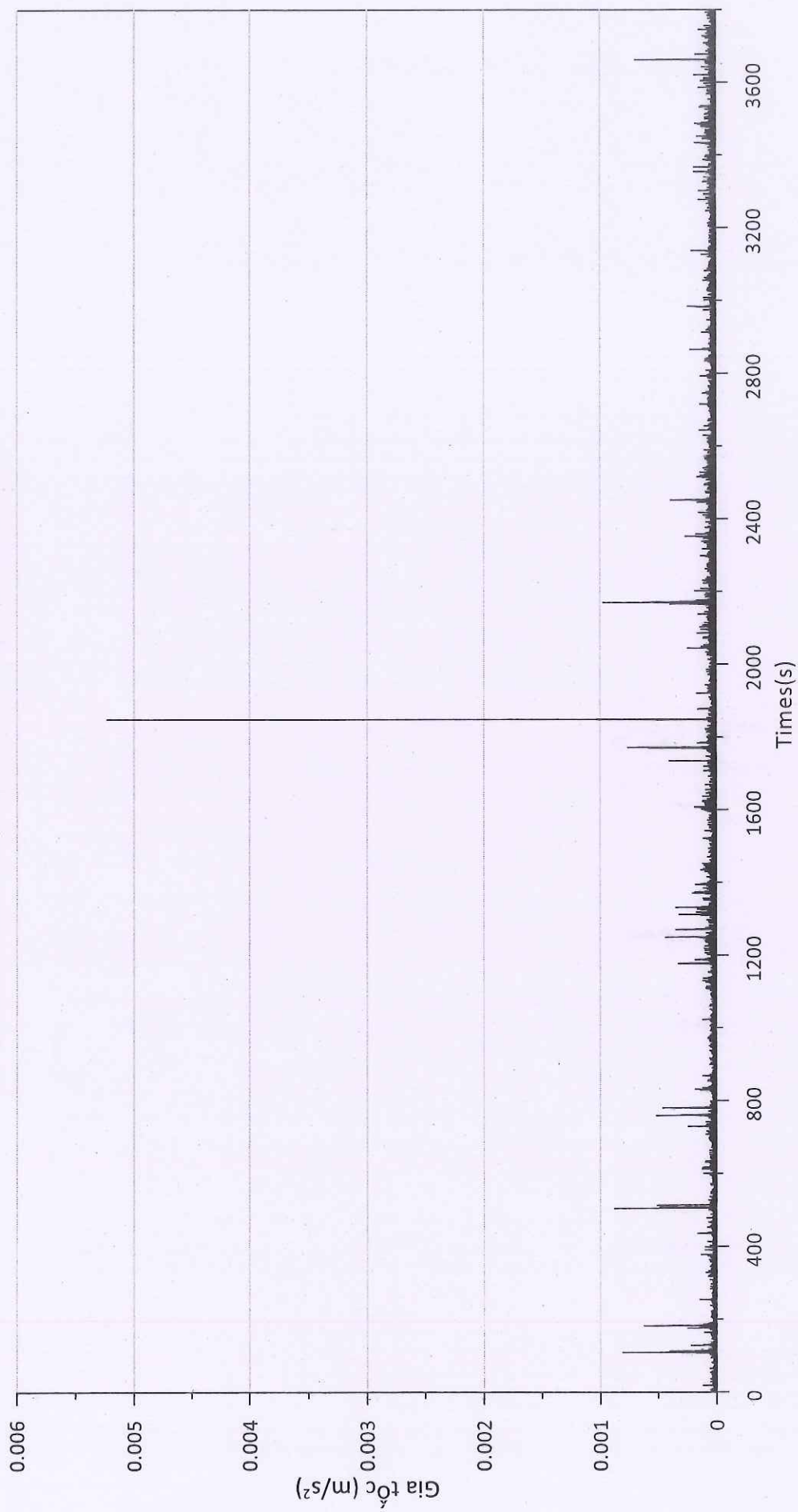
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



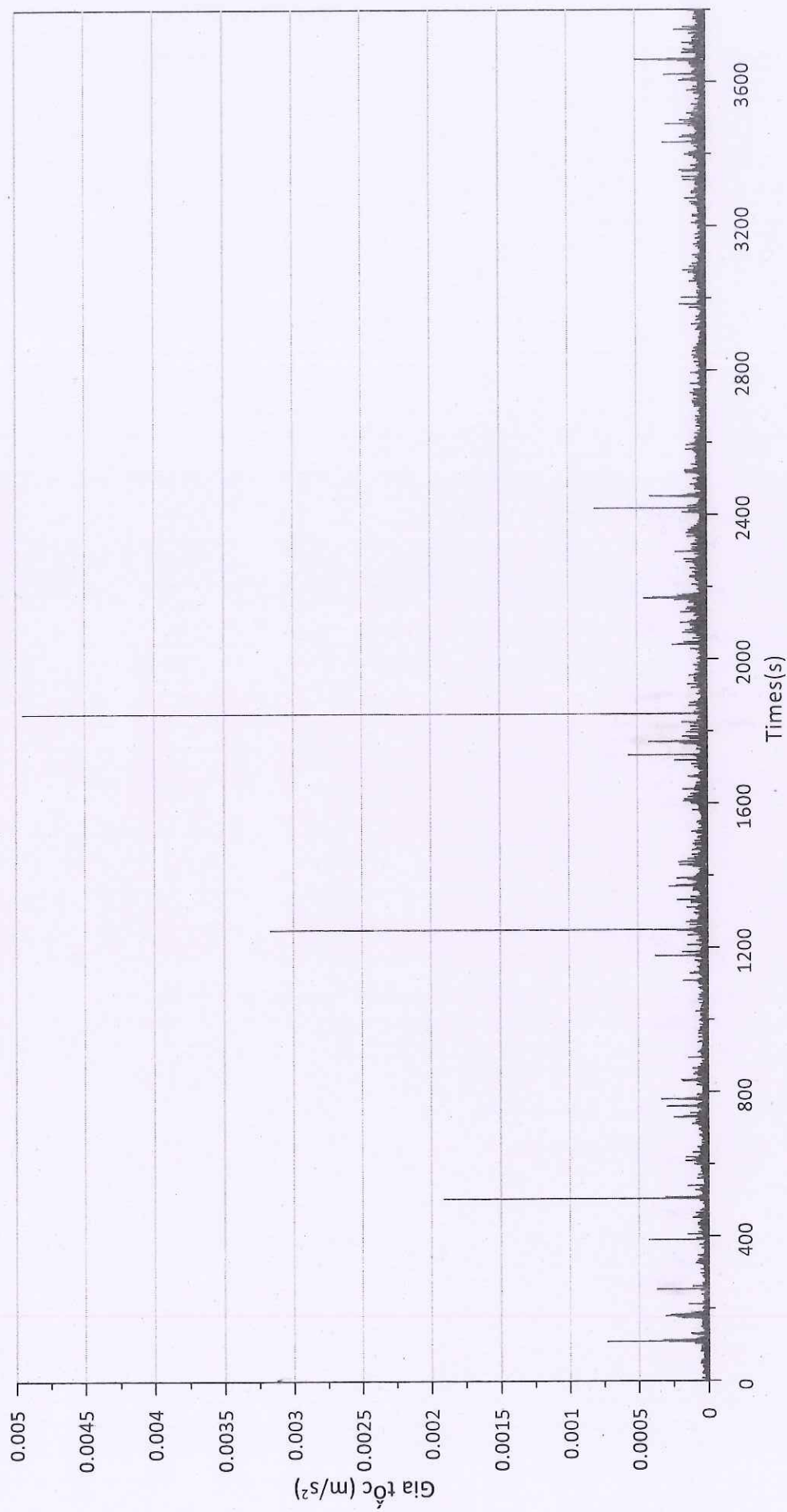
VẬN TỐC DAO ĐỘNG V



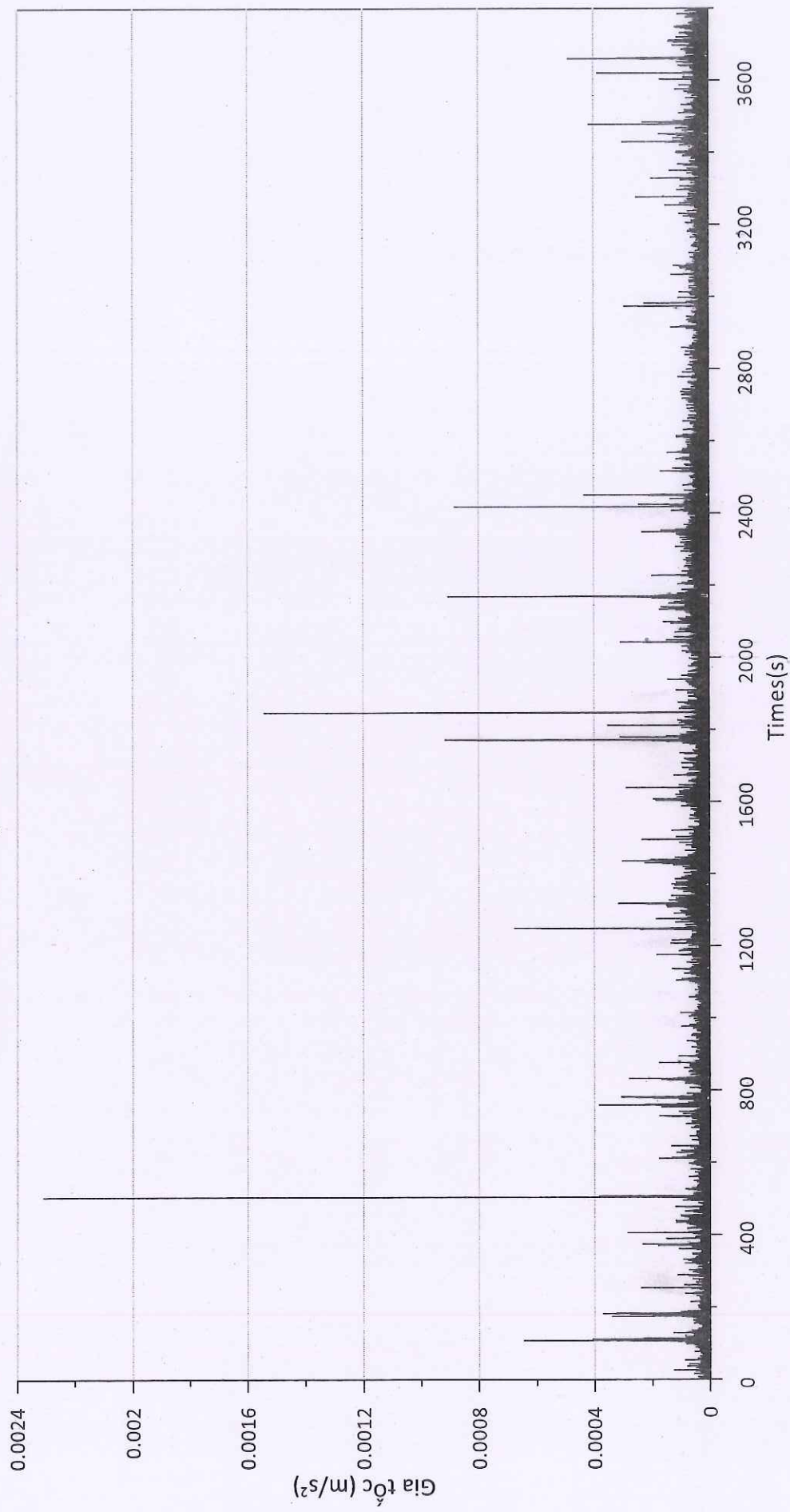
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



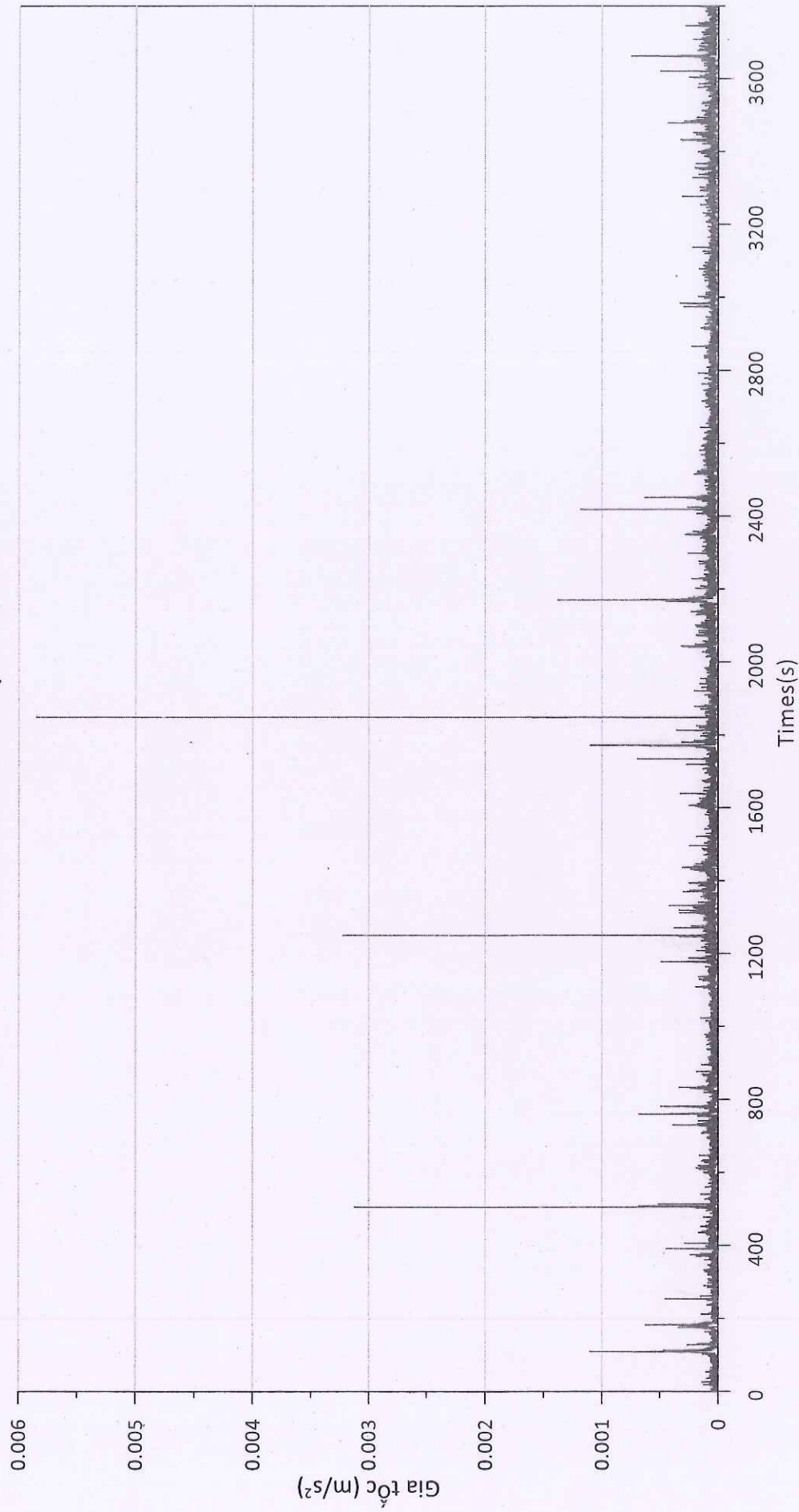
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



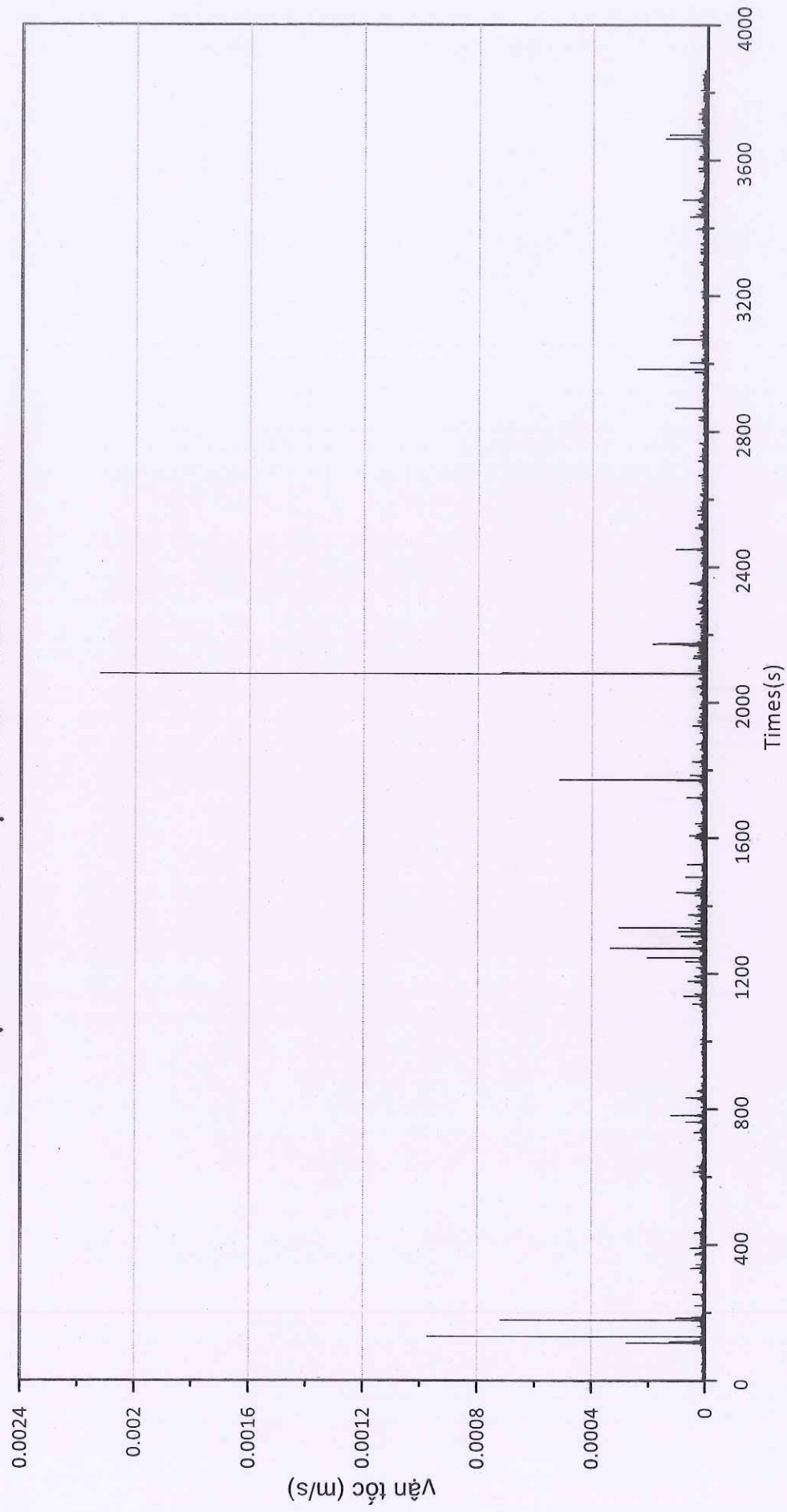
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



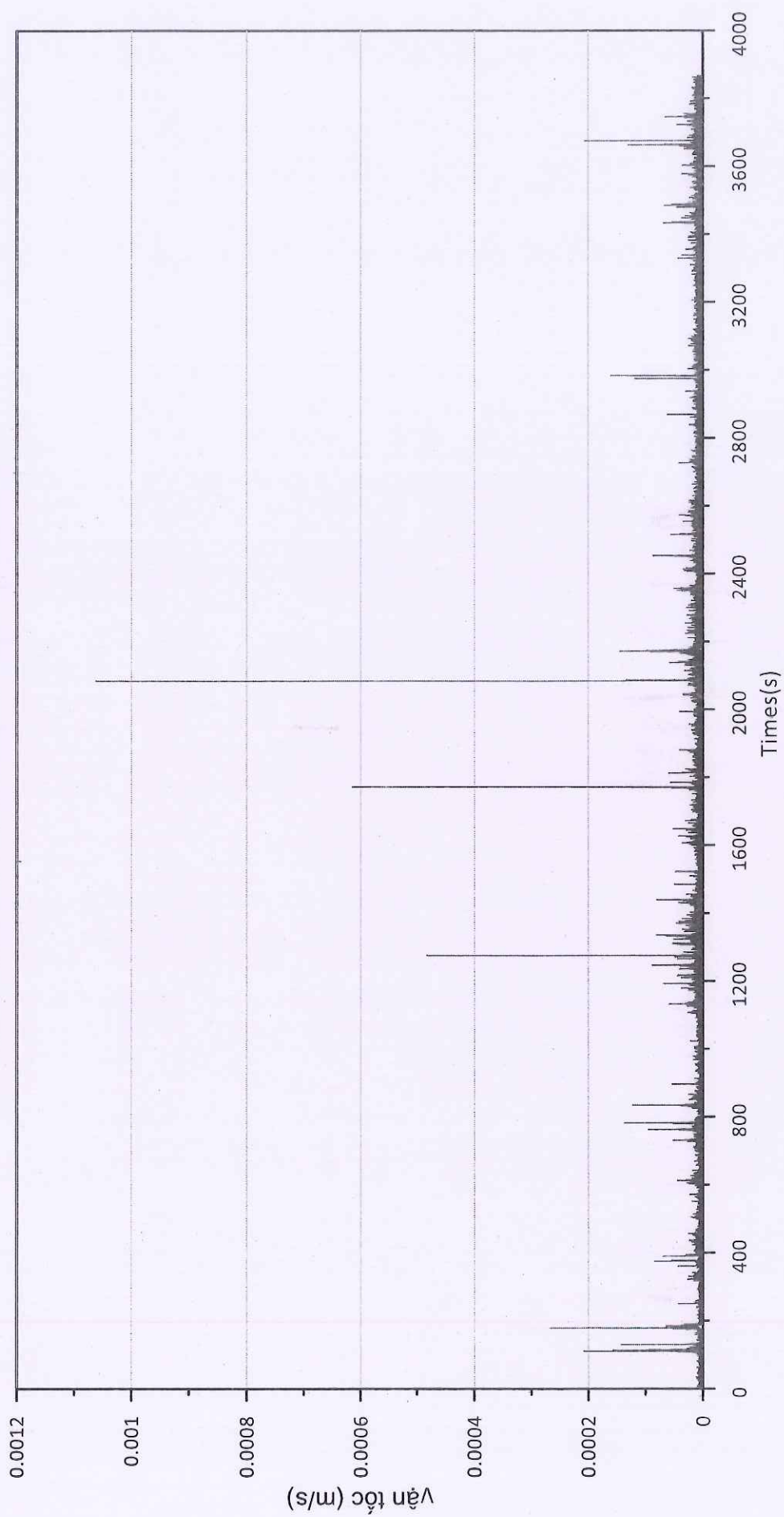
GIA TỐC DAO ĐỘNG A



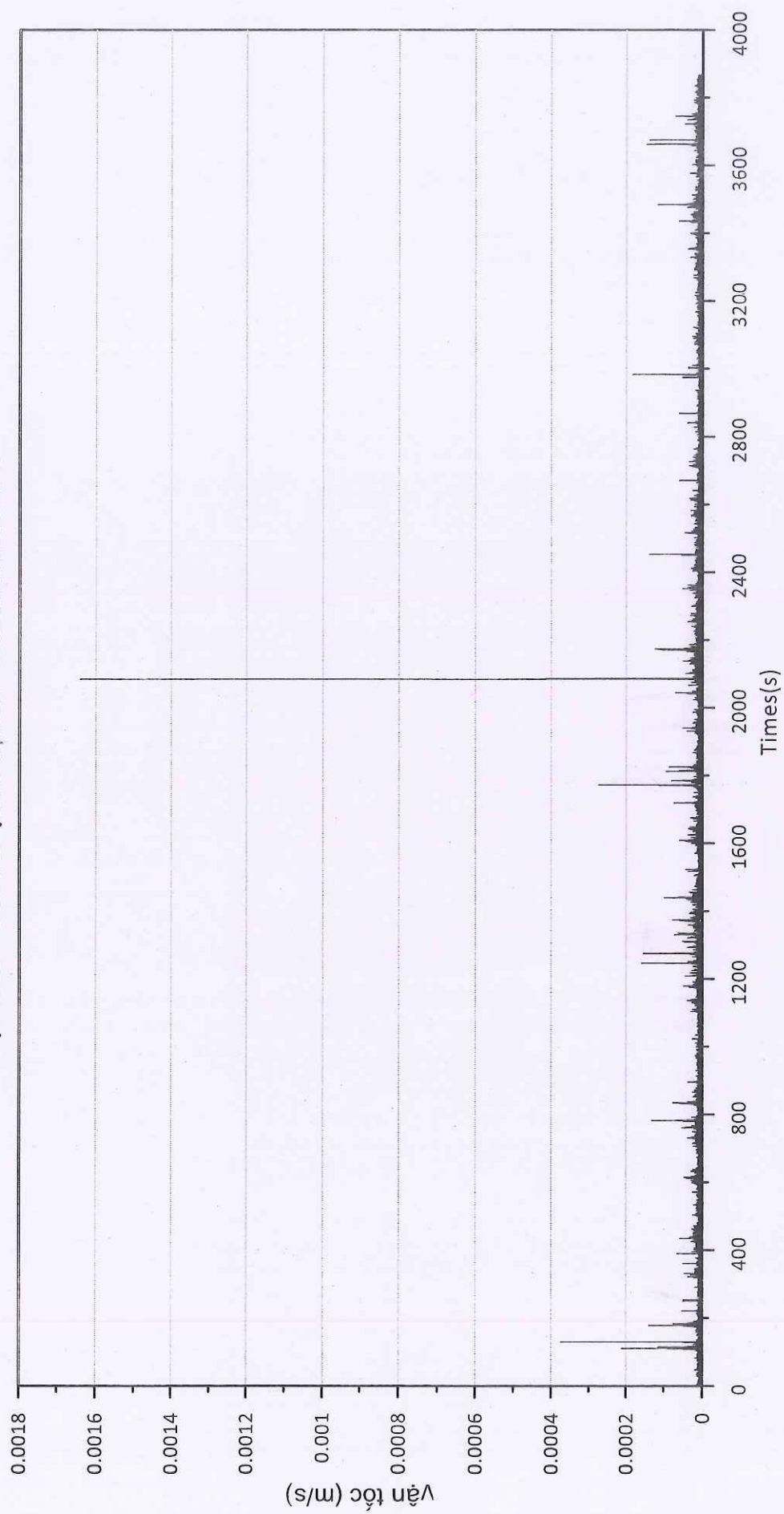
Ngày 25/2/2024
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



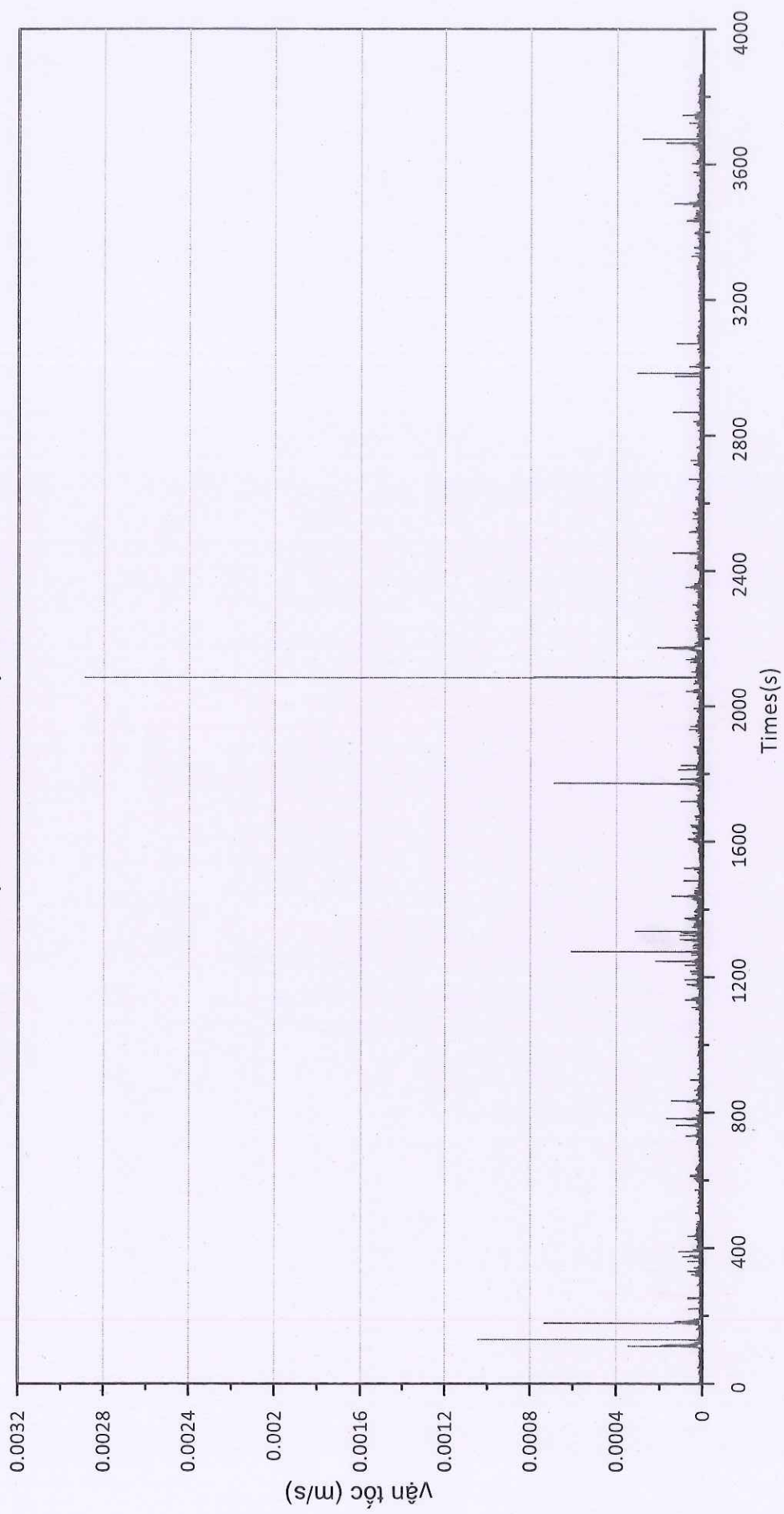
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



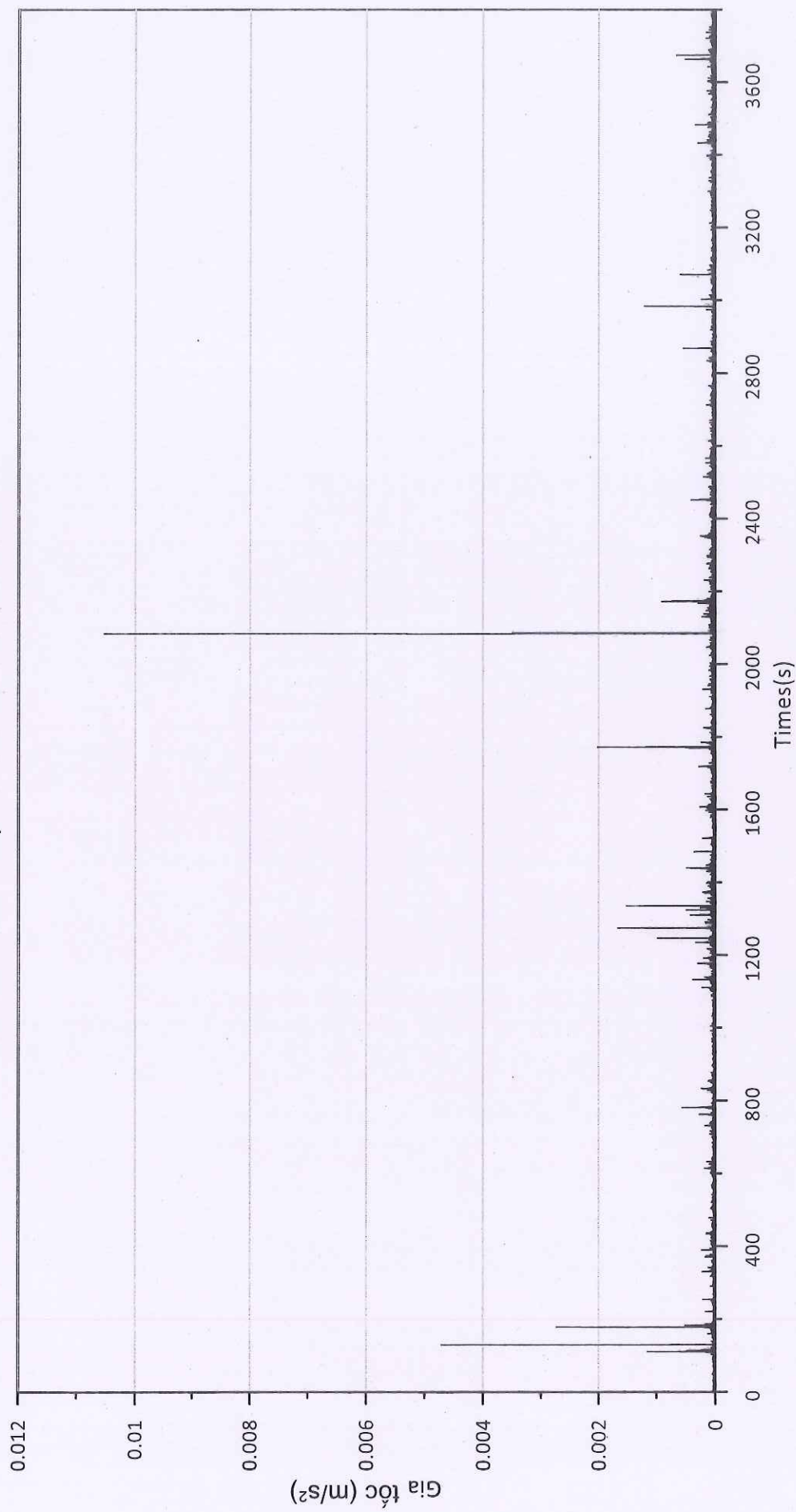
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



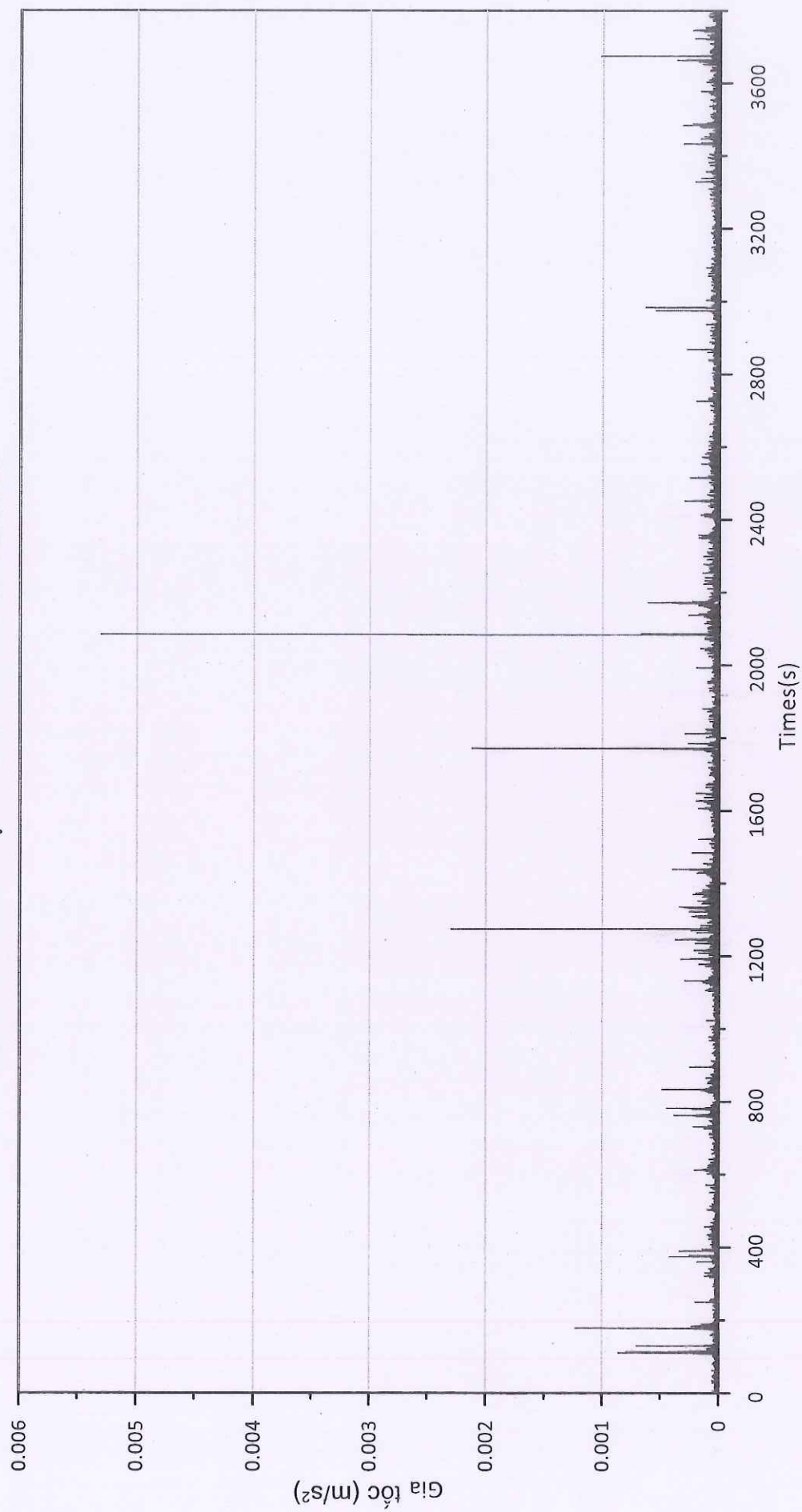
VẬN TỐC DAO ĐỘNG V



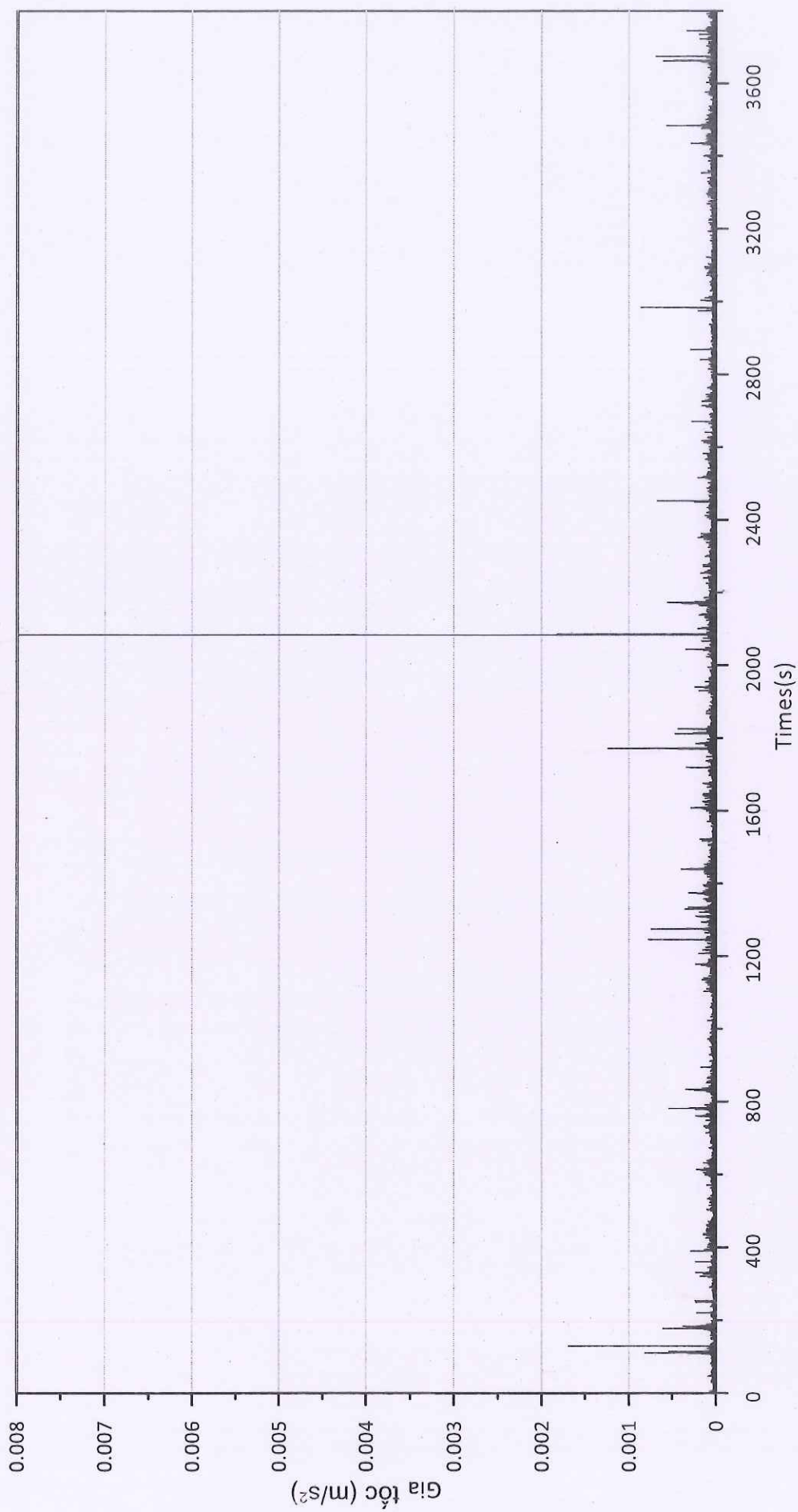
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



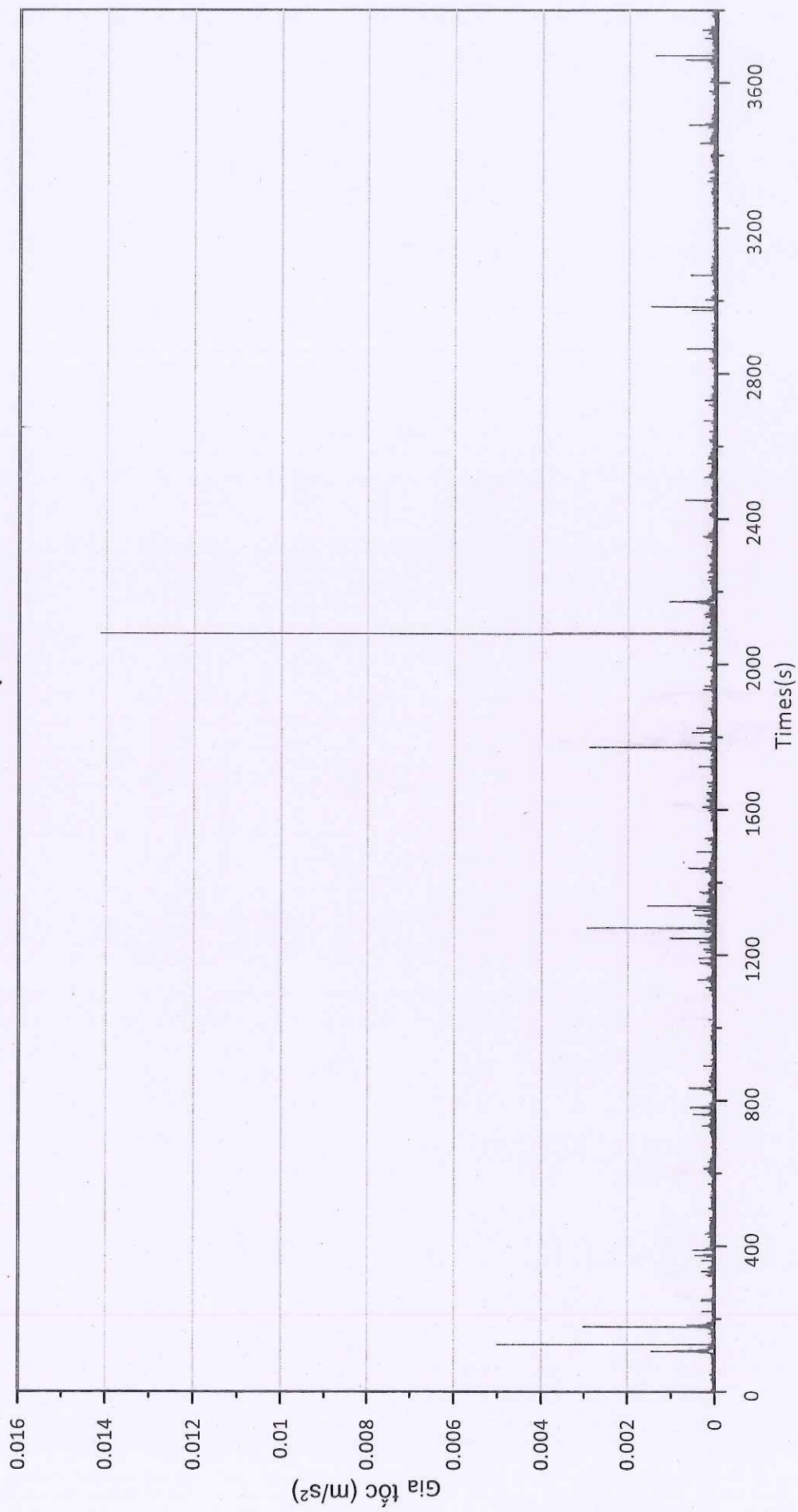
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



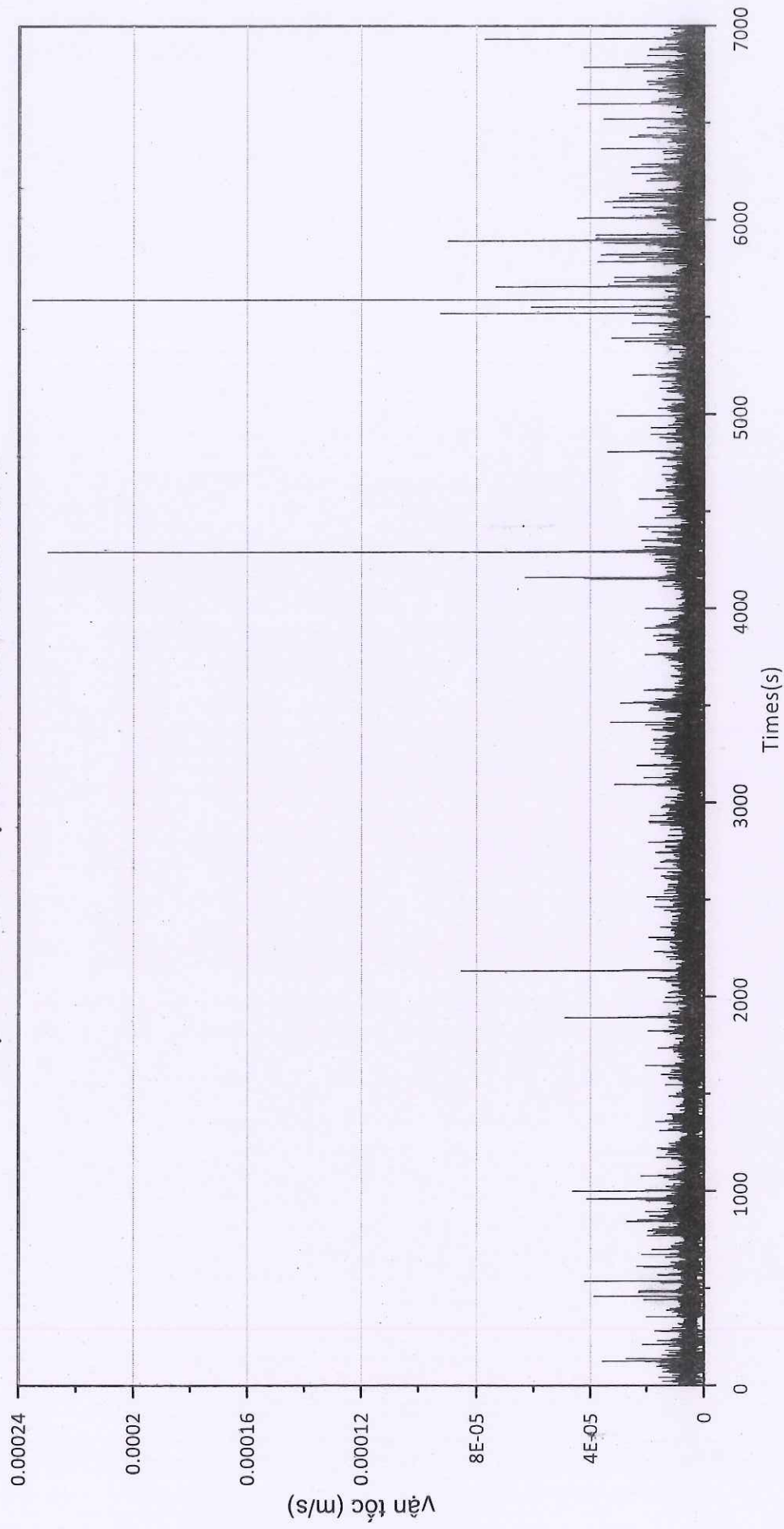
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



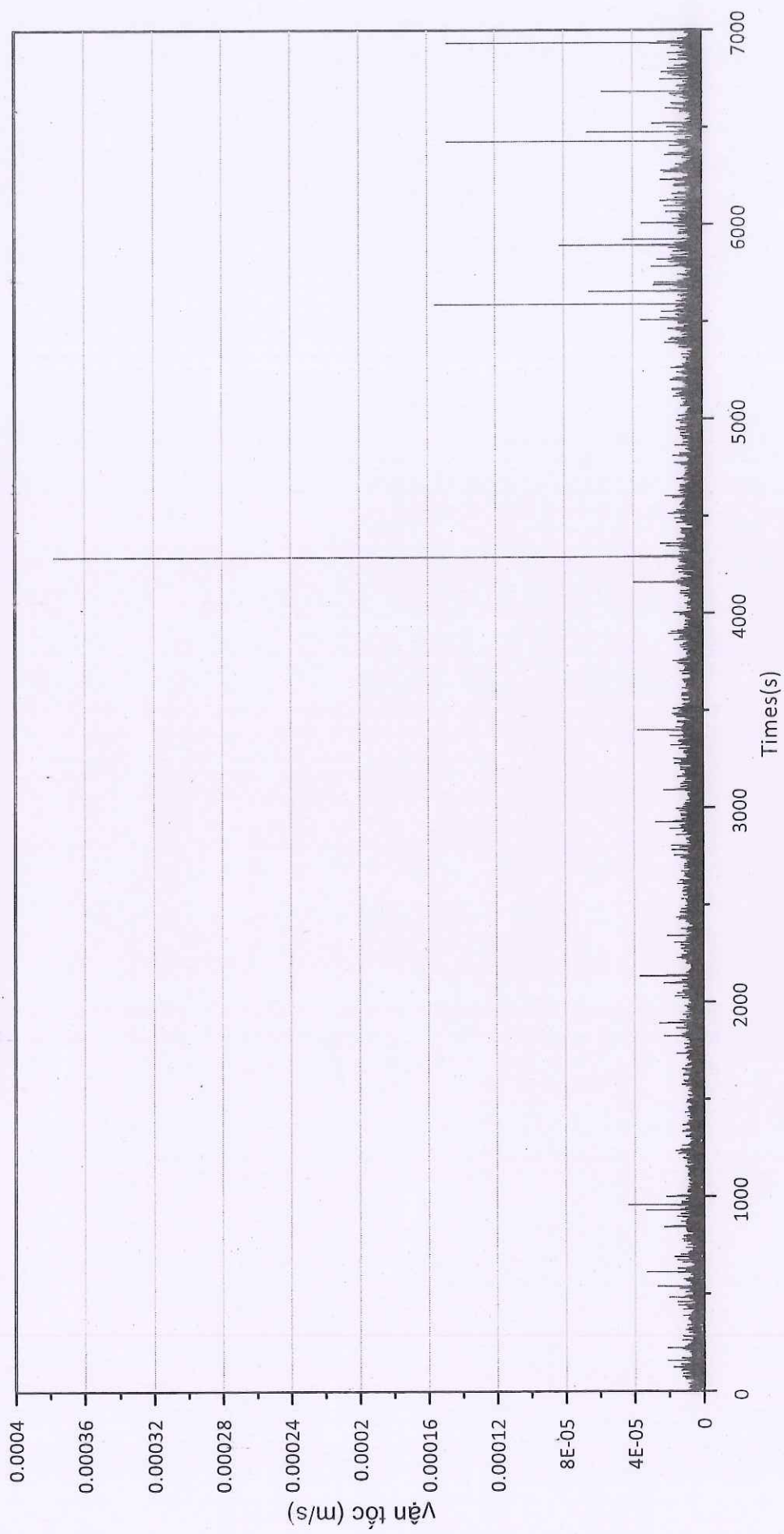
GIA TỐC DAO ĐỘNG A



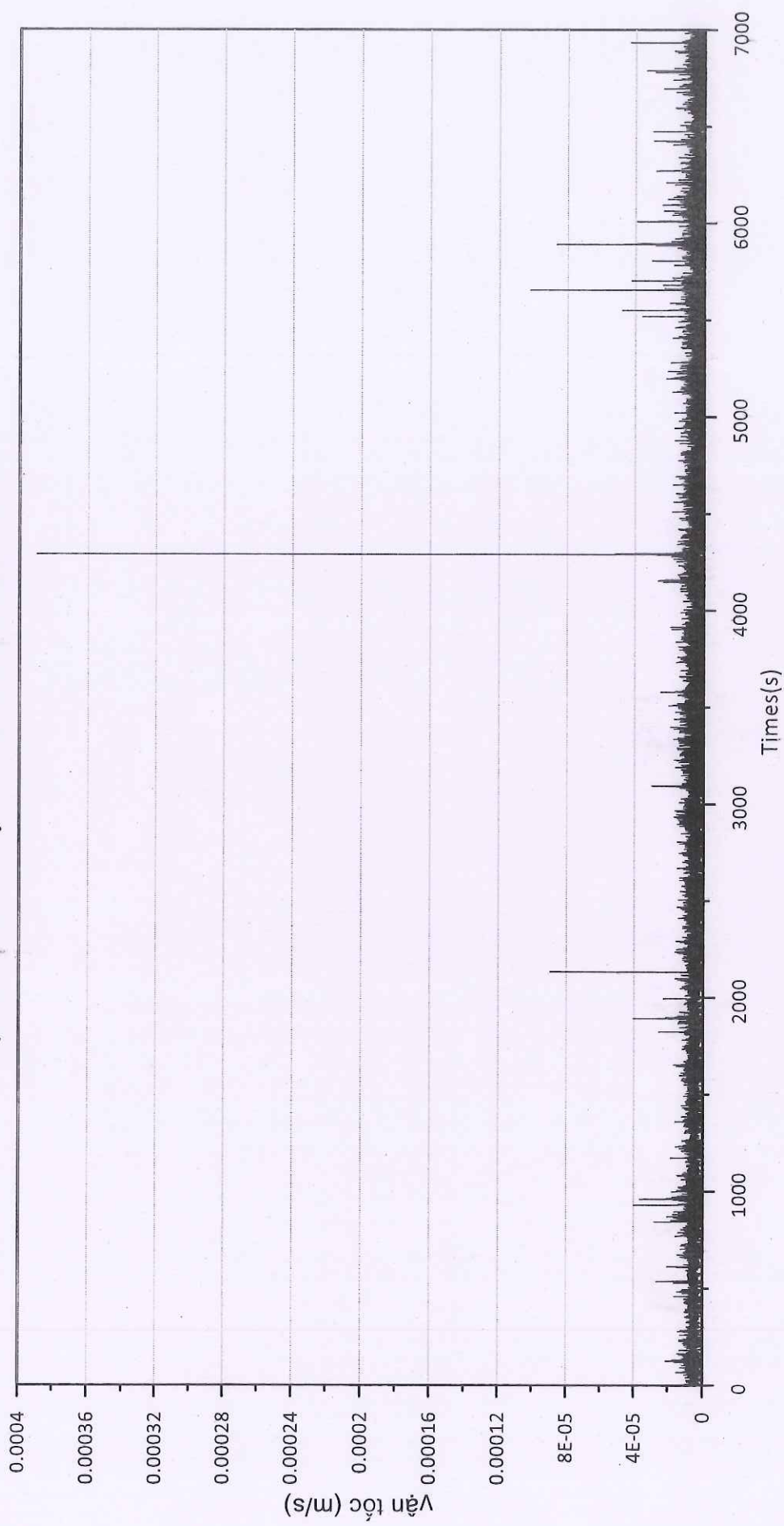
Ngày 2/3/2024
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



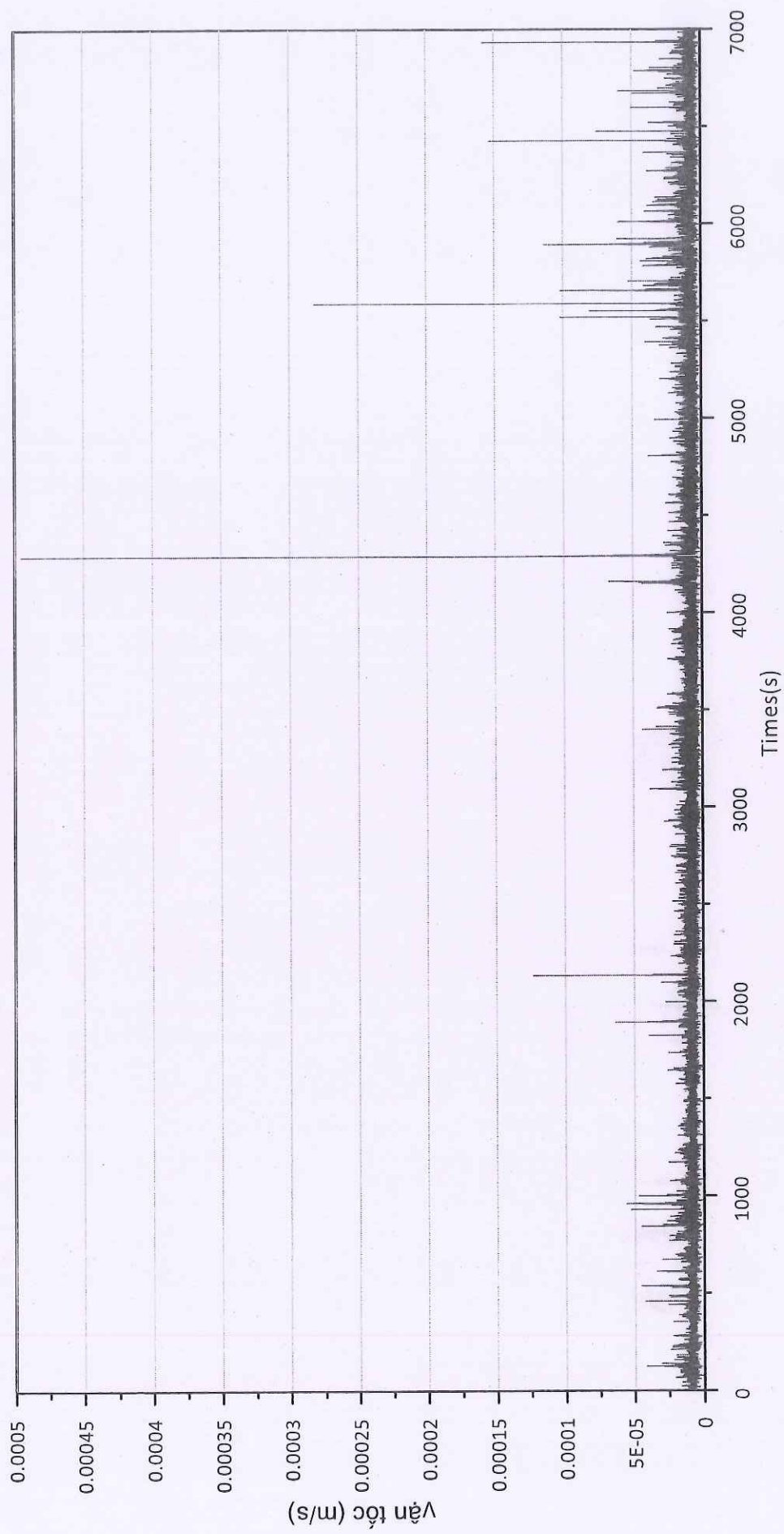
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



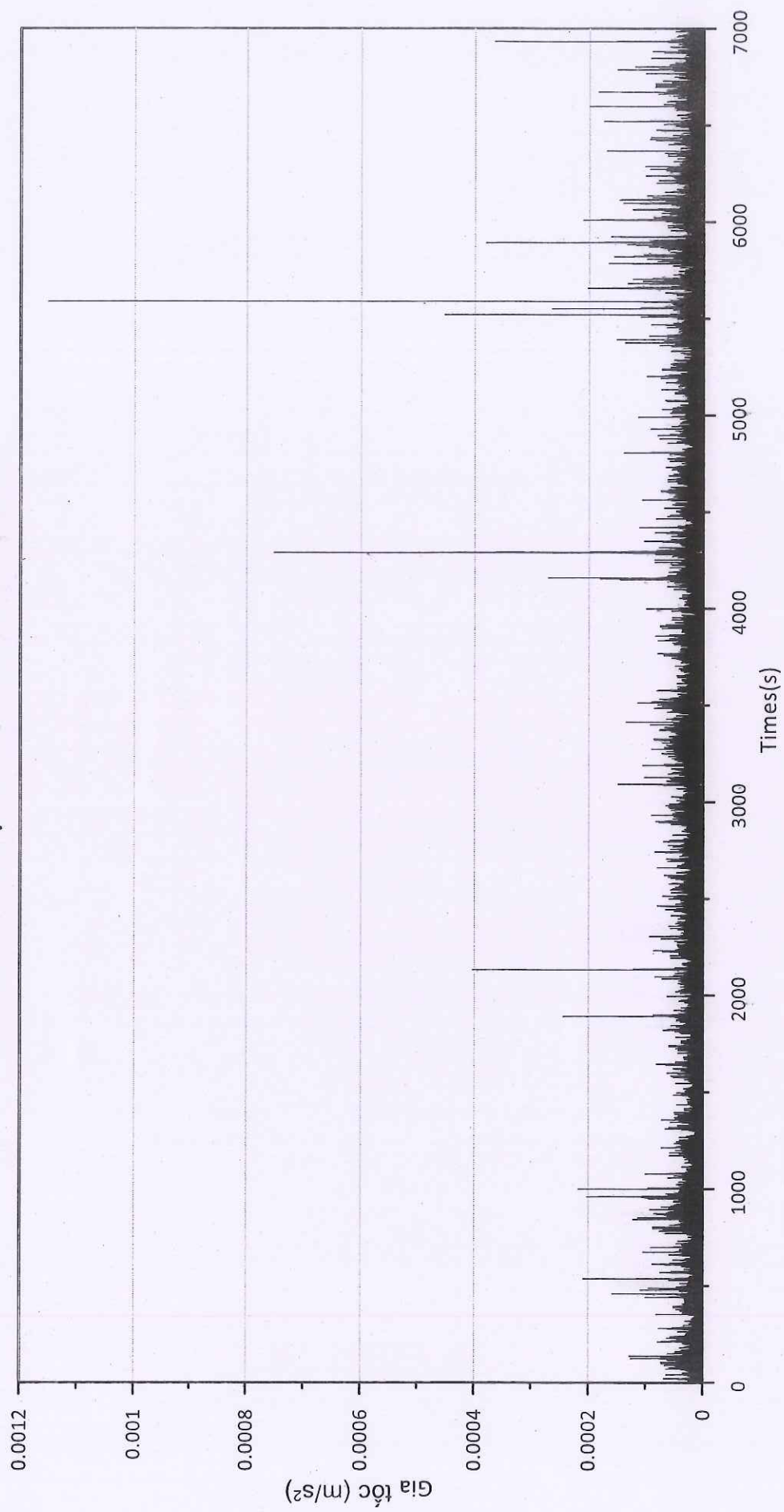
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



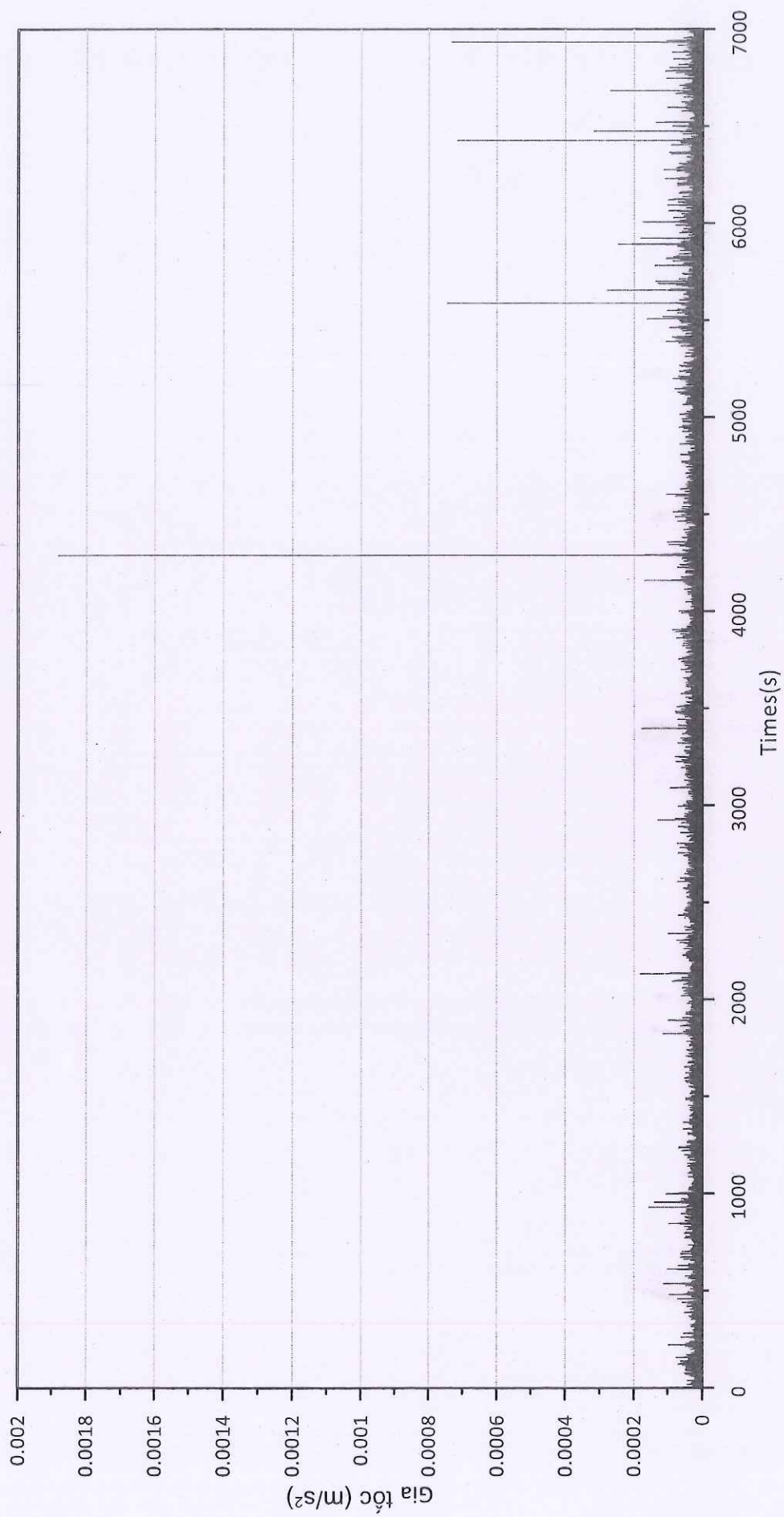
VẬN TỐC DAO ĐỘNG V



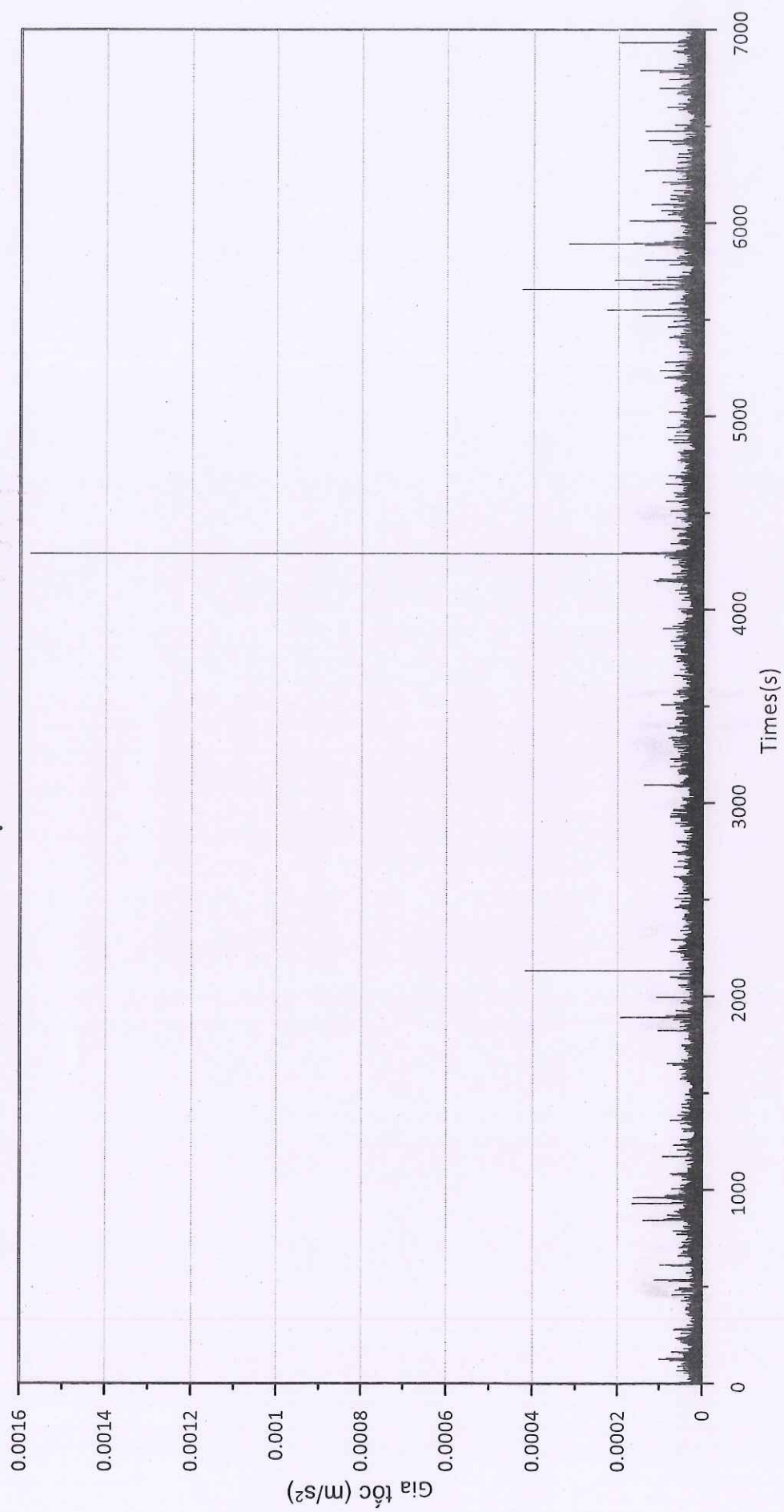
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



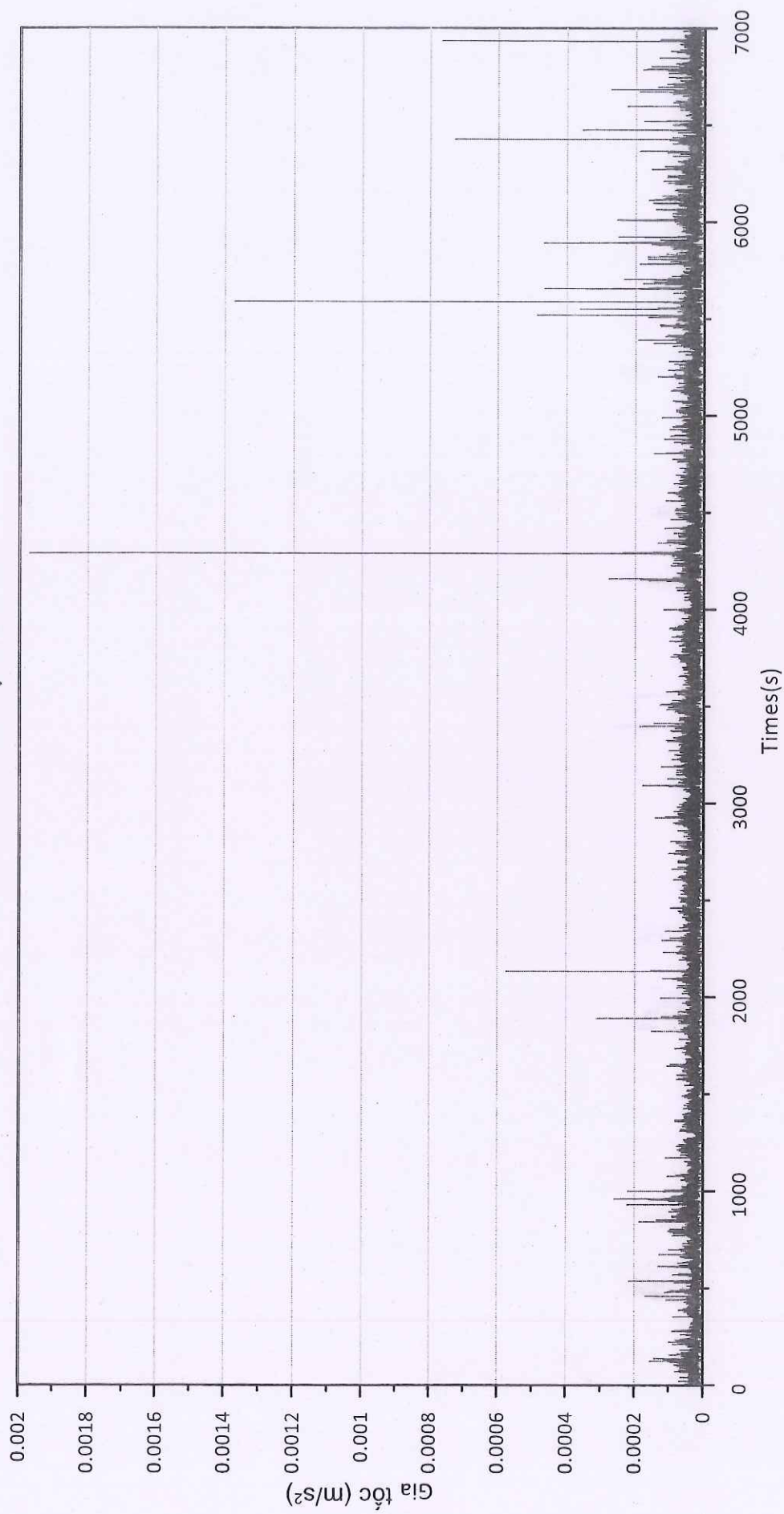
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



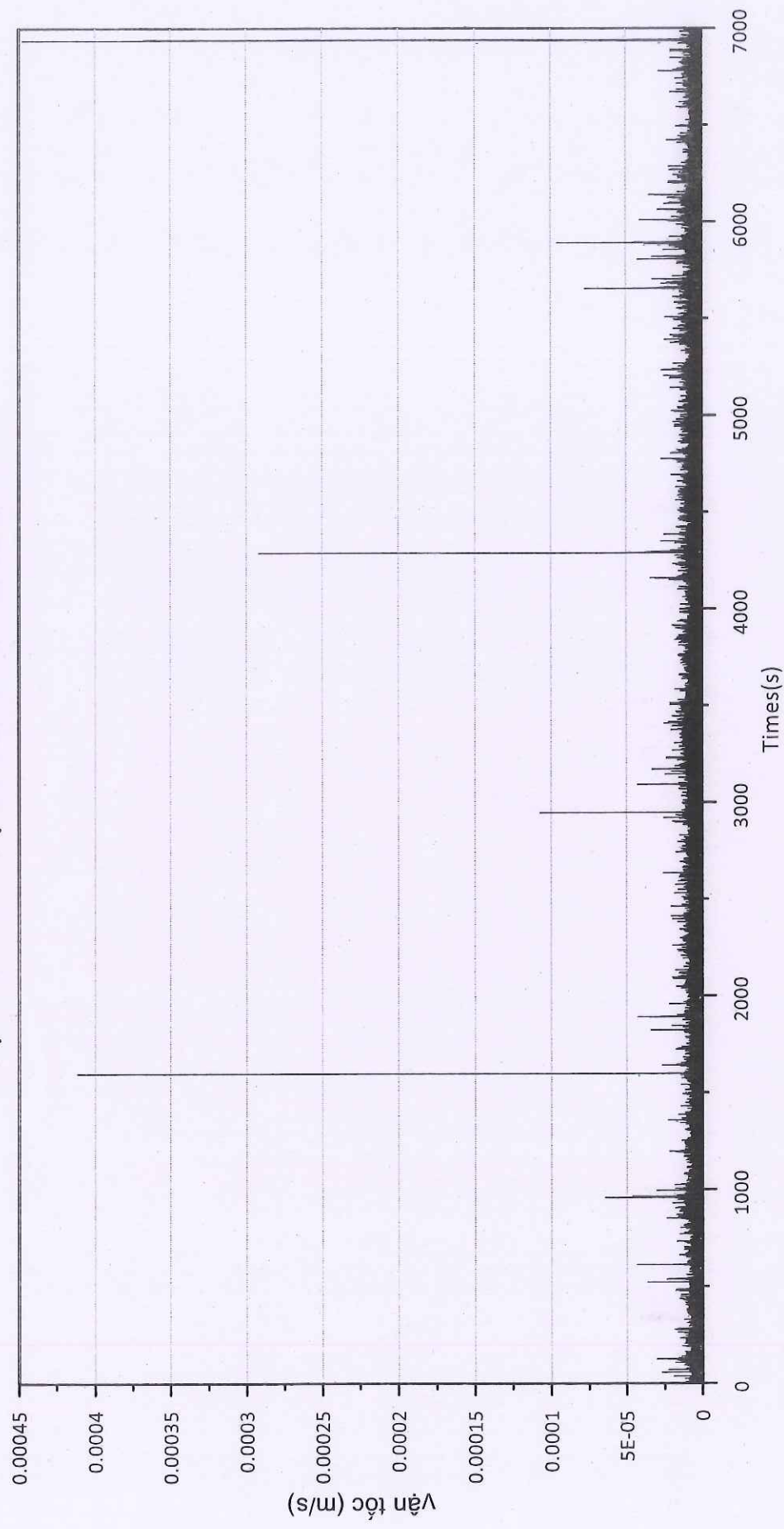
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



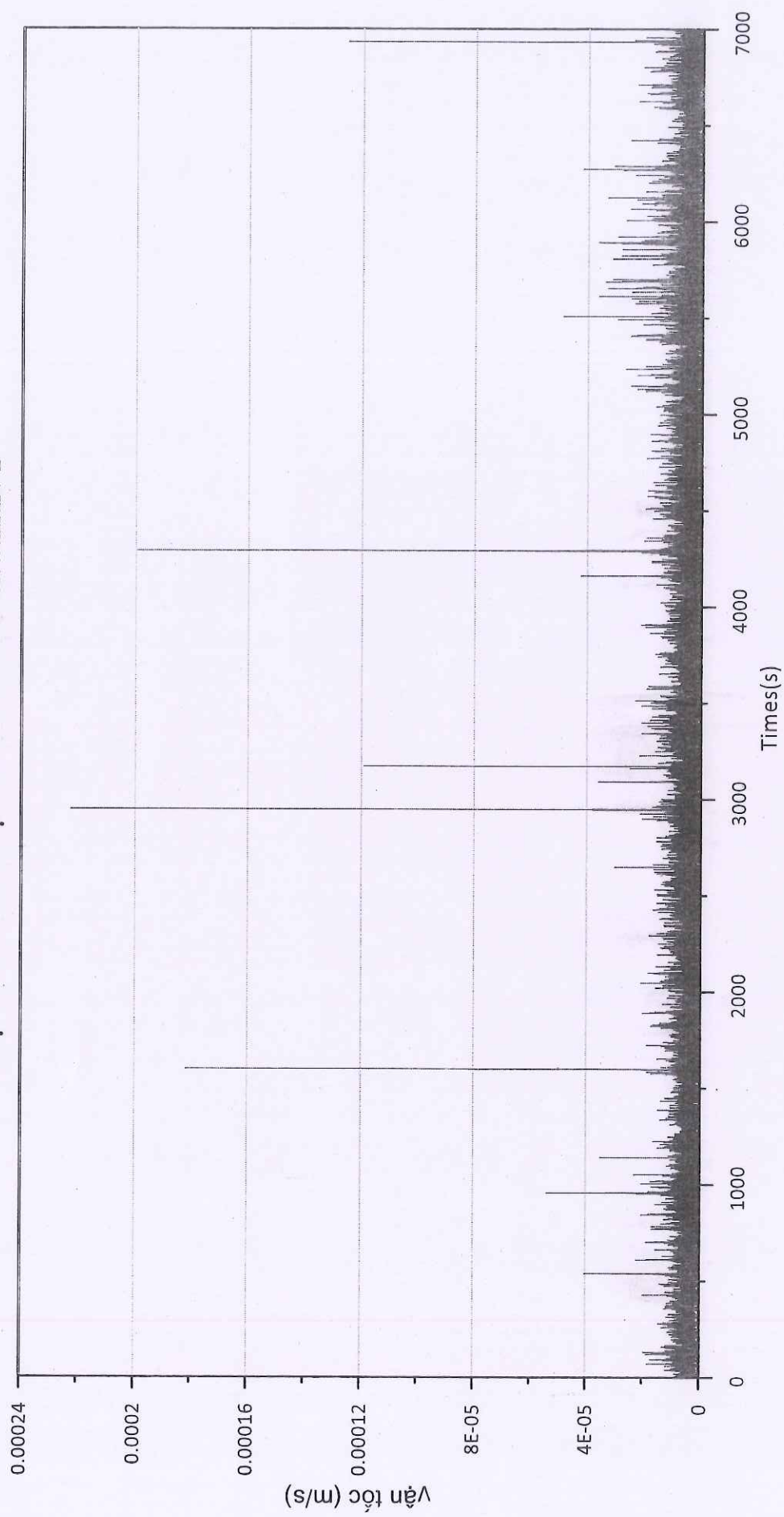
GIA TỐC DAO ĐỘNG A



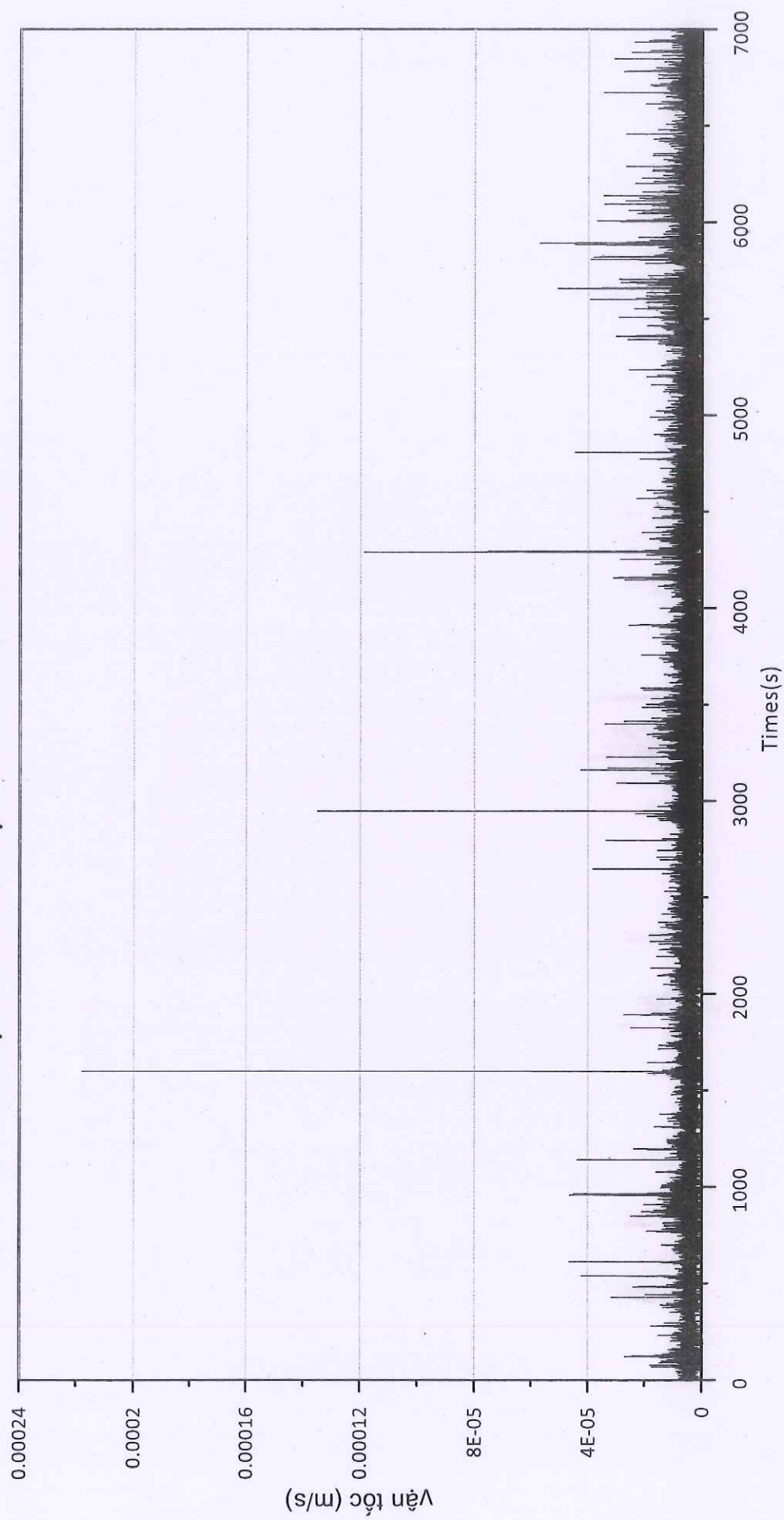
Ngày 3/3/2024
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



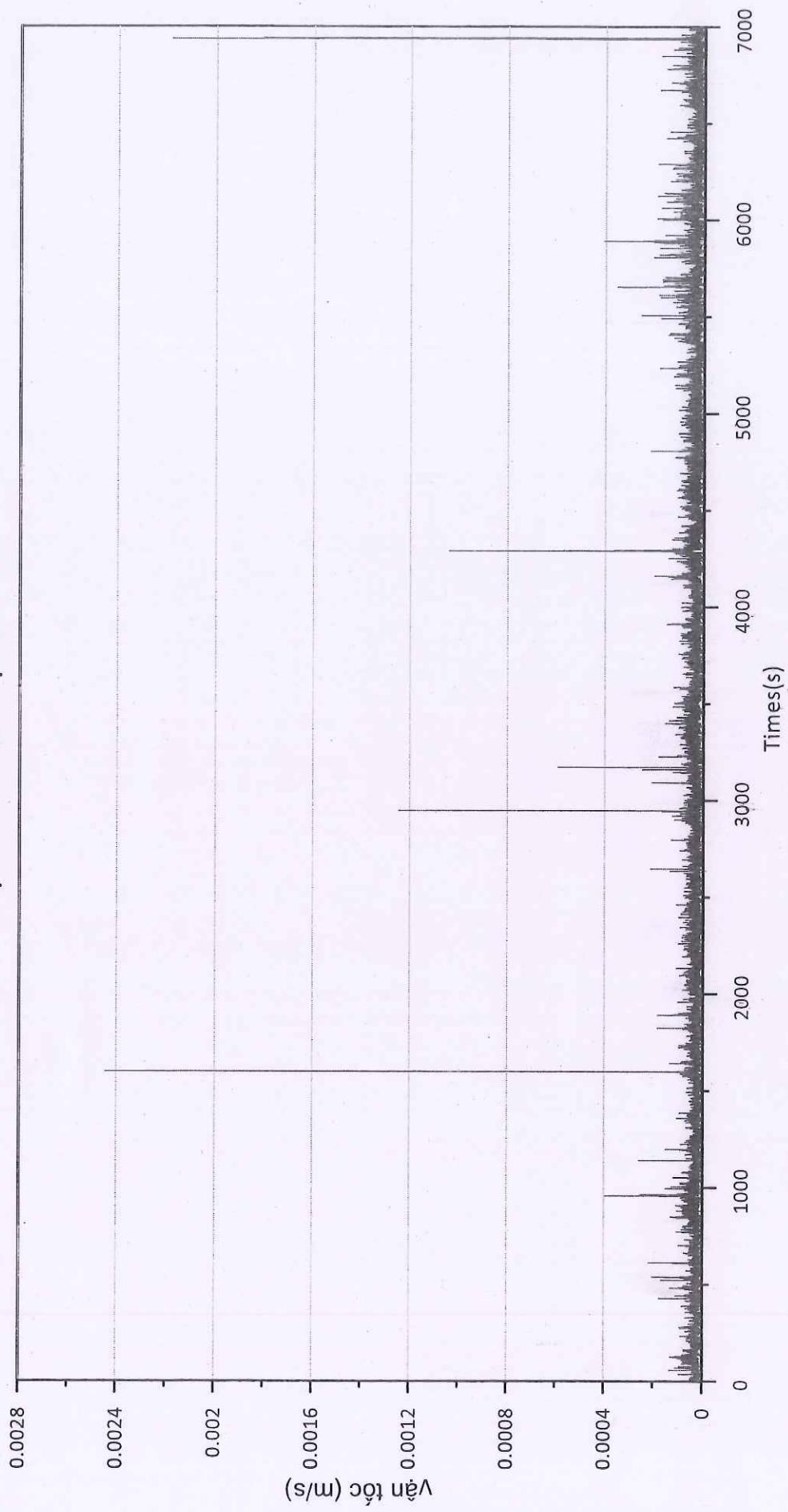
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



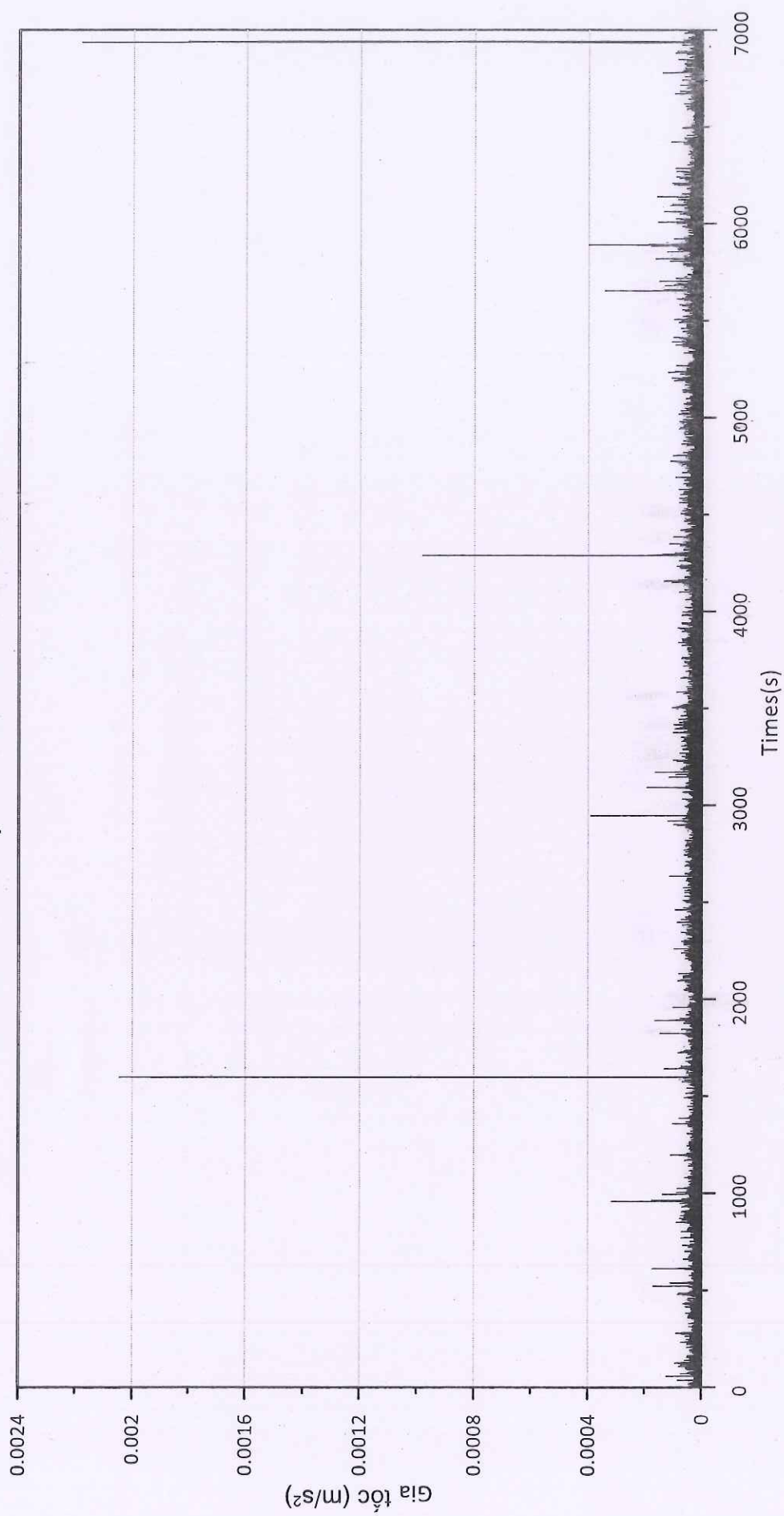
VẬN TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



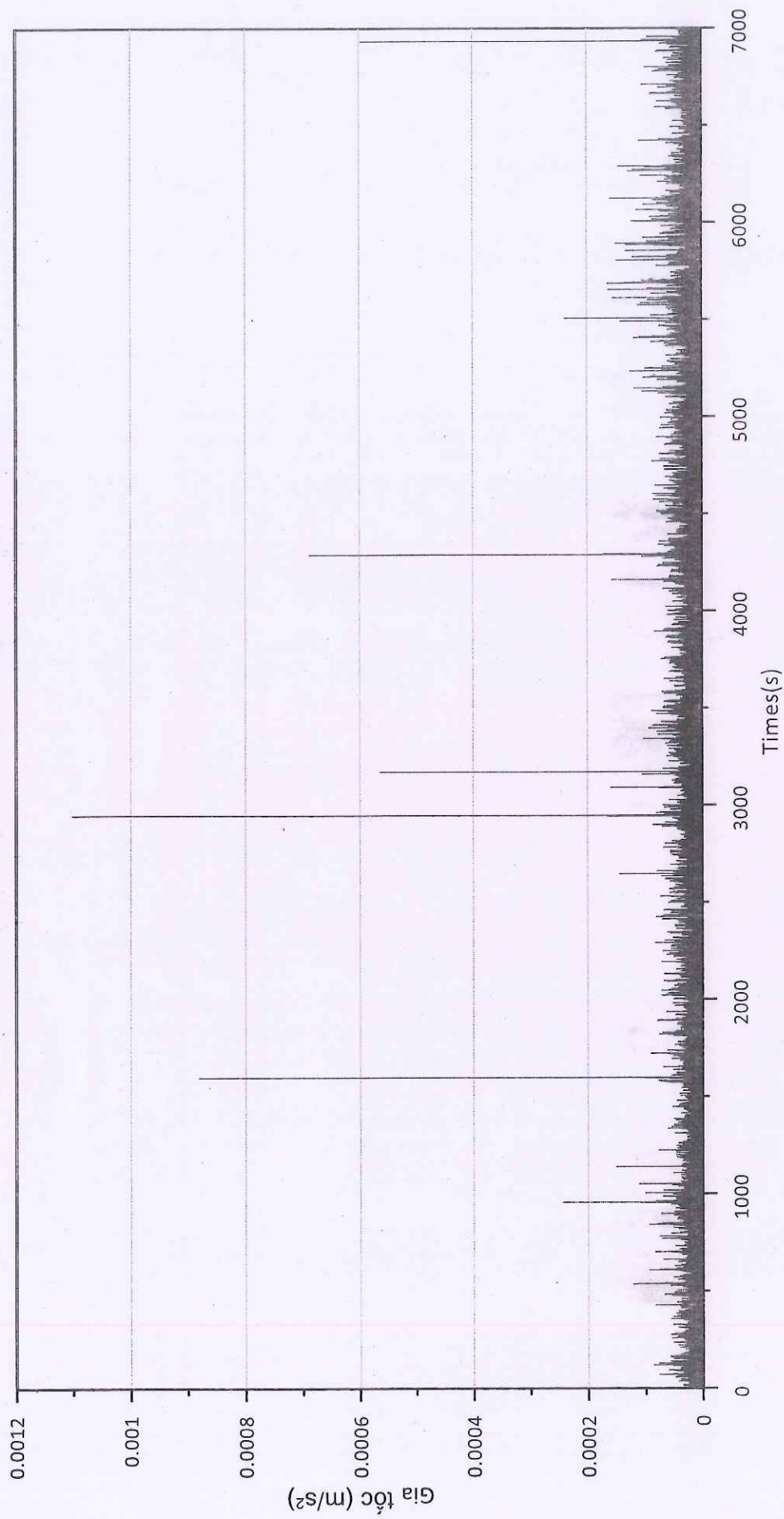
VẬN TỐC DAO ĐỘNG V



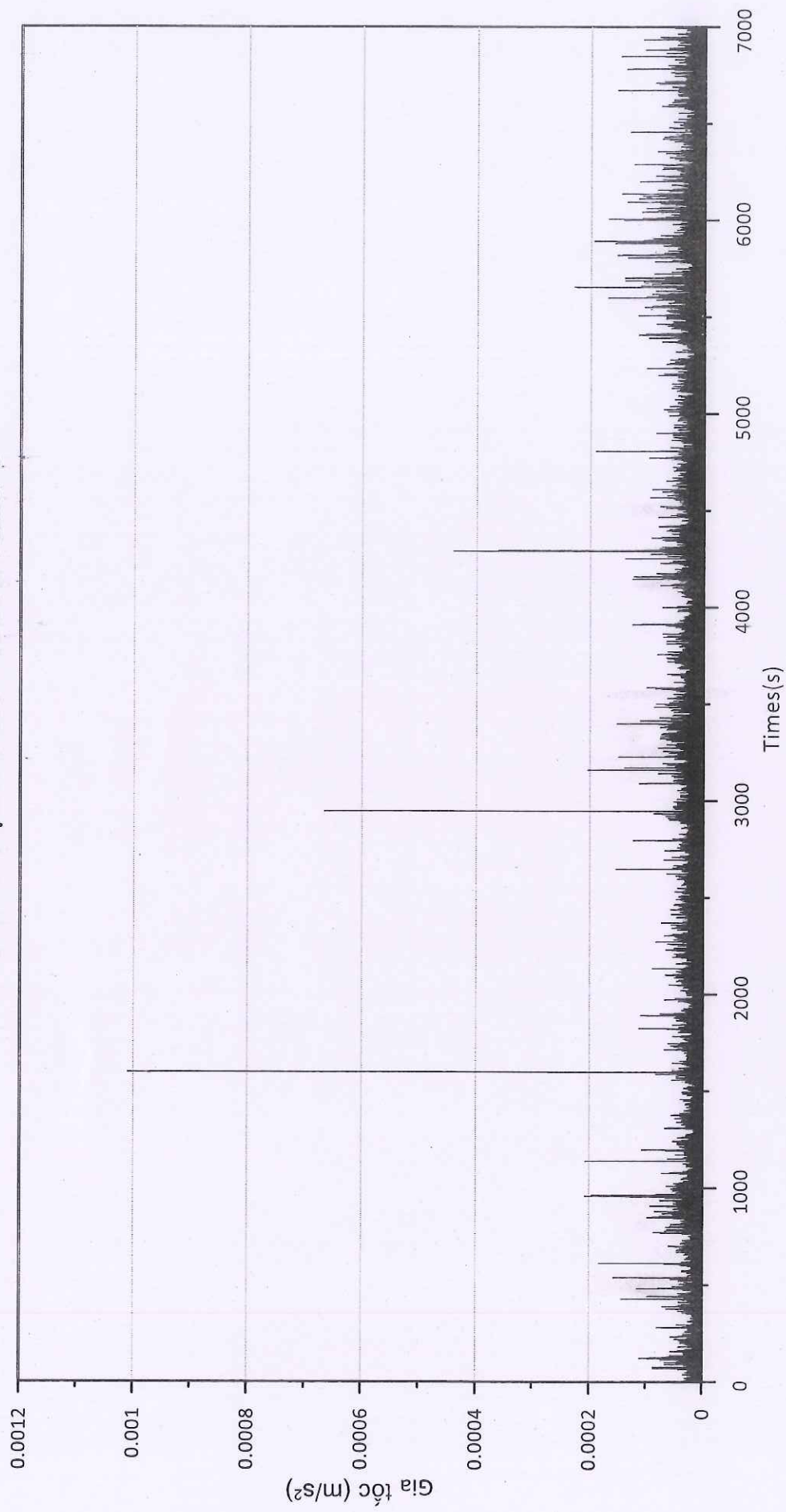
GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN X



GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Y



GIA TỐC DAO ĐỘNG THEO THÀNH PHẦN Z



GIA TỐC DAO ĐỘNG A

