



## RESEARCH ON EFFECTS OF MECHANICAL EQUIPMENT OPERATION ON GROUND VIBRATION

Nguyen Thi Cam Nhung\*, Nguyen Duc Binh, Nguyen Huu Quyet

University of Transport and Communications, No 3 Cau Giay Street, Hanoi, Vietnam

### ARTICLE INFO

TYPE: Research Article

Received: 10/05/2022

Revised: 08/07/2022

Accepted: 05/12/2022

Published online: 15/12/2022

<https://doi.org/10.47869/tcsj.73.9.3>

\* *Corresponding author*

Email: ncnhung@utc.edu.vn ; Tel: +84947610939

**Abstract.** In industrial zones, especially mechanical and construction industrial plants, the operation of heavy machinery and equipment for processing and production is able to lead to the great impact on the stability of the surrounding environment. The study of ground vibrations has received much attention from researchers all over the world due to the important nature of the problem which has not been addressed yet. This article focuses on the vibration measurement and the signal processing techniques to assess the effects of ground vibrations from industrial production activities at the KVB factory in Binh Duong province, Vietnam to the surrounding areas. From the obtained results, solutions to ensure the safety of the neighboring areas were proposed with regard to the current construction standard. The results of this study can be effectively applied to the monitoring and evaluation of the effects of ground vibrations from industrial production activities on the surrounding structures.

**Keywords:** ground vibration, mechanical machinery, intermittent vibration.



## NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG KHI VẬN HÀNH THIẾT BỊ CƠ KHÍ TỚI RUNG ĐỘNG ĐẤT NỀN

Nguyen Thi Cam Nhung\*, Nguyen Duc Binh, Nguyen Huu Quyet

Trường Đại học Giao thông vận tải, Số 3 Cầu Giấy, Hà Nội, Việt Nam

### THÔNG TIN BÀI BÁO

CHUYÊN MỤC: Công trình khoa học

Ngày nhận bài: 10/05/2022

Ngày nhận bài sửa: 08/07/2022

Ngày chấp nhận đăng: 05/12/2022

Ngày xuất bản Online: 15/12/2022

<https://doi.org/10.47869/tcsj.73.9.3>

\* Tác giả liên hệ

Email: ncnhung@utc.edu.vn ; Tel: +84947610939

**Tóm tắt.** Trong các khu công nghiệp, đặc biệt là các nhà máy công nghiệp cơ khí, xây dựng, việc vận hành các máy móc, thiết bị nặng phục vụ công tác gia công, sản xuất có thể gây ra những ảnh hưởng lớn đến sự ổn định trong đất nền. Việc nghiên cứu rung động trong đất nền đã nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà khoa học cả trong và ngoài nước do tính chất quan trọng của vấn đề. Bài báo này tập trung vào phương pháp đo thực nghiệm, xử lý số liệu phù hợp để từ đó phân tích, xác định được ảnh hưởng của rung động đất nền từ hoạt động sản xuất công nghiệp tại nhà máy KVB – tỉnh Bình Dương đối với các khu vực xung quanh. Từ kết quả thu được tiến hành so sánh, đối chiếu với điều kiện thực tế và các tiêu chuẩn hiện hành liên quan để đưa ra các giải pháp đảm bảo an toàn cho những công trình lân cận. Kết quả của bài báo có thể được áp dụng một cách hiệu quả cho công tác quan trắc và đánh giá ảnh hưởng của rung động đất nền từ hoạt động sản xuất công nghiệp tới các công trình xung quanh.

**Từ khóa:** Rung động đất nền, máy móc cơ khí, rung động gián đoạn.

© 2022 Trường Đại học Giao thông vận tải

### 1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự công nghiệp hóa cũng đã dẫn đến sự xuất hiện của máy móc và thiết bị thi công lớn. Máy móc công nghiệp như máy dệt công nghiệp, máy may công nghiệp, búa, và các thiết bị xây dựng như máy đóng cọc, máy đục bê tông, máy đầm, máy phá bê tông, máy xúc và máy đào hầm là các nguồn gây rung động tới môi trường. Rung động đất nền gây ra bởi các hoạt động thi công, xây dựng, vận hành các máy móc thiết bị hạng nặng đang là một vấn đề lớn đối với các quốc gia. Rung được tạo ra sẽ truyền qua nền đất và ảnh hưởng đến các công trình lân

cận gây ảnh hưởng đến tâm lý cho người sinh sống quanh đó. Ngoài những thiệt hại có thể xảy ra đối với các tòa nhà, vật dụng, rung động đất nền có thể gây trực trặc cho các thiết bị chuyên dụng như kính hiển vi điện tử và phòng thí nghiệm vi điện tử,...

Nhiều quốc gia trên thế giới đã ban hành các tiêu chuẩn để đánh giá ảnh hưởng của rung động lên các công trình lân cận. Trên thế giới cũng đã có nhiều nghiên cứu về rung động đất nền từ hoạt động thi công xây dựng, cũng như các hoạt động công nghiệp.

Hiller và cộng sự [1] tập trung vào nghiên cứu rung động mặt đất gây ra bởi các máy lu rung. Một mô hình thực nghiệm đã được phát triển, dựa trên thông tin sẵn có, để dự đoán vận tốc đỉnh của hạt ở khoảng cách lên đến 100m từ nguồn. Dự báo phần lớn được rút ra từ dữ liệu thử nghiệm có kiểm soát và đã được xác nhận bằng cách phù hợp với dữ liệu từ các địa điểm xây dựng. Crabb và cộng sự [2] đã đo các rung động trong quá trình thi công tới đất nền và công trình xung quanh từ một số loại thiết bị xây dựng như máy lu rung, máy đóng cọc, và một số thiết bị chuyên dụng khác trong một thí nghiệm được kiểm soát tại các công trường xây dựng ở Anh. Wegener và cộng sự [3] đã nghiên cứu về tiếng ồn và dao động trong hoạt động sản xuất công nghiệp ô tô. Các quy trình sản xuất cơ khí và máy móc sản xuất gây ra nhiều tiếng ồn và rung động. Tiếng ồn luôn bắt nguồn từ các lực nhất thời kích thích kết cấu thành dao động, phát ra sóng âm vào môi trường do dao động trên bề mặt. Việc đo tiếng ồn và phân tích nó là không thể thiếu để truy ngược về nguồn gốc để tập trung các biện pháp đối phó nhưng cũng để tiết lộ nội dung tín hiệu ra khỏi sóng âm thanh. Các công cụ mô phỏng có sẵn được trình bày trong bài báo này. Ở đây, ngành công nghiệp đang tìm kiếm các cảm biến băng tần rộng, có thể mang một lượng lớn tín hiệu để lấy để giảm số lượng các cảm biến bổ sung. Các tiêu chuẩn điển hình ngày nay thu thập các biện pháp đối phó đang được áp dụng để truyền bá kiến thức được tạo ra cho các phương pháp tiếp cận trực quan. Bài báo này cũng chỉ ra các xu hướng và sự phát triển trong tương lai và các nghiên cứu cần thiết trong lĩnh vực đó. Štefánia Salokyová và cộng sự [4] đã quan sát lượng rung động trên ổ đỡ của máy tiện được chọn trước thông qua sự thay đổi của số vòng quay mỗi phút và độ dày của vật liệu được loại bỏ trong kiểu gia công tiện mặt trước. Bài báo mô tả chi tiết vấn đề rung động tạo ra khi gia công vật liệu bằng tiện. Nó cũng bao gồm việc thực hiện, đánh giá thử nghiệm trong trường này và so sánh các giá trị biên độ gia tốc của dao động đo được theo tiêu chuẩn.

Tại Việt Nam, các khu công nghiệp nặng, nhà máy cơ khí,...ngày càng được xây dựng nhiều. Nhiều hoạt động sản xuất, gia công, sửa chữa như: ép, nghiền, đập,...gây sóng lan truyền trong nền đất tác động lên công trình và con người sống xung quanh khu vực. Biên độ sóng lan truyền lớn có thể ảnh hưởng lớn đến công trình lân cận. Nếu cường độ sóng lan truyền lớn có thể gây hư hại các công trình gây ra những tranh chấp không đáng có giữa cộng đồng dân cư khu vực và chủ dự án. Xác định bán kính rung động có thể gây ảnh hưởng các công trình lân cận đối với từng nguồn gây rung làm cơ sở cho qui hoạch, lựa chọn công nghệ thi công, thiết kế biện pháp giảm chấn nhằm giảm thiểu rủi ro cho các công trình xung quanh.

TS. Nguyễn Lan [5] cũng đã tổng hợp một số kết quả thử nghiệm đo rung chấn một số hoạt động thi công xây dựng trong Rung chấn nền đất do hoạt động thi công xây dựng. Theo đó với tần số dao động đo được nằm trong khoảng từ 12,59 Hz đến 18,58 Hz, nằm trong khoảng chọn 10Hz đến 50 Hz, giá trị vận tốc dao động an toàn cho phép được chọn là 3,37 mm/s cho các nhà khung chưa bị hư hỏng trước khi thi công công trình. Với các nhà có kết cấu không chắc chắn, tường xây hoặc tường nhà khung bê tông đã bị nứt nẻ, hư hỏng trước khi thi công công trình, giá trị vận tốc dao động cho phép được chọn là 3 mm/s nhằm đảm bảo các công trình này không tiếp tục phát triển vết nứt hiện có. Nguyễn Thị Cẩm Nhung và nhóm nghiên cứu [6] đã thực hiện đo rung động đất nền gây ra bởi hoạt động thi công xây dựng

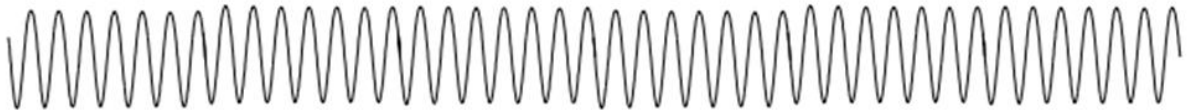
tuyến đường sắt Metro line 1 – Hồ Chí Minh như: lu rung, ép cọc,...đến các công trình lân cận và môi trường xung quanh. Phương pháp dự báo dao động mặt đất, không giống như các phép đo vật lý, không thể mô tả dao động dưới dạng các thành phần tần số của chúng (phổ tần số). Do đó, đầu ra của chúng bị giới hạn ở biên độ dao động, đặc biệt là đối với vận tốc hạt lớn nhất. Kết quả cho thấy gia tốc rung động trong thời gian làm việc tại các khu vực xây dựng gần như cao hơn so với trong thời gian nghỉ. Tất cả các giá trị của gia tốc rung thu được đều cao hơn độ rung của môi trường nền (khoảng 1,1 đến 1,3 lần), kể cả khi làm việc và lúc nghỉ ngơi. Tác giả cũng đã thực hiện các nghiên cứu về rung động đất nền từ các hoạt động thi công xây dựng khác khi thi công tuyến đường sắt trên cao Nhôn – Ga Hà Nội [7] và tuyến đường vành đai 2 [8].

Bên cạnh hoạt động thi công xây dựng thì các hoạt động trong các khu công nghiệp cũng tác động lớn đến các công trình, khu vực xung quanh gây nhiều ảnh hưởng tiêu cực. Hơn nữa ở Việt Nam, các quy định về các tham số, thiết bị đo, phương pháp mới chỉ dừng lại ở mức độ khái quát, giới thiệu như TCVN 6963:2021 [9], TCVN 7378:2004 [10] và QCVN 27:2010/BTNMT [11]. Vì vậy, bài báo này tập trung vào phương pháp thực nghiệm đo đạc và xử lý dữ liệu đo rung động từ máy công nghiệp cơ khí tại nhà máy KVB – tỉnh Bình Dương.

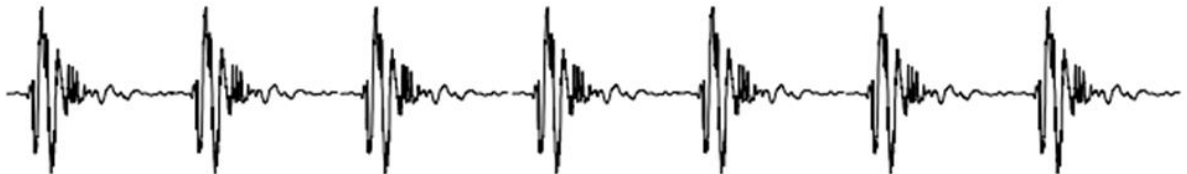
## 2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT RUNG ĐỘNG ĐẤT NỀN

Có nhiều loại rung động đất nền, biểu diễn của các dạng dao động thể hiện trong Hình 1.

Liên tục



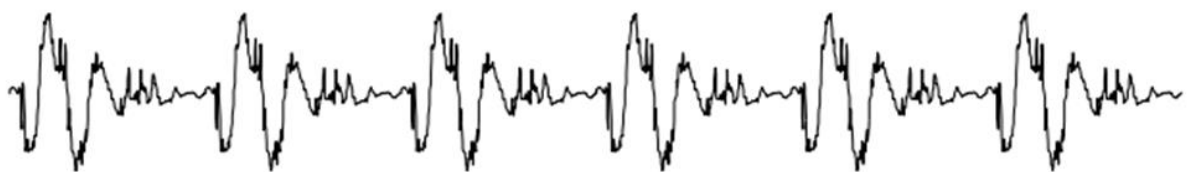
Gián đoạn



Tạm thời



Trạng thái giả



Hình 1. Các dạng rung động phổ biến [12].

Trong đó về cơ bản bao gồm các dạng sau:

- Rung liên tục là nguồn rung tác dụng liên tục lên nền đất trong thời gian dài và liên tục (thường diễn ra liên tục cả ngày và đêm). Đây thường là các hoạt động thi công xây dựng đường bộ (lu lèn nền đường) hoặc xây dựng đào công trình ngầm trong lòng đất.
- Rung động tắt dần (xung) là sự phát triển nhanh chóng lên đến ngưỡng cực hạn của rung động sau đó tắt dần. Rung động tắt dần thường gặp ở dạng tác dụng đột ngột lực lên nền đất trong thi công đóng cọc, đào bằng phương pháp đập, với chu kỳ diễn ra ngắn, thường là dưới hai giây.
- Rung động gián đoạn có thể được định nghĩa là các tác dụng gián đoạn liên tục (như máy khoan) hoặc các rung động liên tục thay đổi về cường độ tác dụng lên đất nền (như máy đập).
- Ngoài ra còn một trạng thái khác: trạng thái giả.

Hầu hết các tiêu chuẩn đánh giá rung động được công bố bởi các tổ chức hiện nay đề cập đến một số ngưỡng bất lợi cho con người và công trình cơ bản vẫn chủ yếu dựa vào kết quả kiểm tra rung động liên tục. Trên cơ sở đó, có thể đánh giá rung động đất nền trên hai tiêu chí: ảnh hưởng đến con người và ảnh hưởng đến công trình. Trong bài báo này, các tác giả sẽ chỉ tập trung vào các đánh giá đối với kết cấu công trình.

Để đánh giá mức độ rung động, các tiêu chuẩn quốc tế xác định những điều phù hợp nhất để cung cấp hướng dẫn về thiệt hại xây dựng có thể xảy ra:

- Tiêu chuẩn DIN 4150-3: 1999 [12] Rung động kết cấu - phần 3: Ảnh hưởng của rung động lên các cấu trúc. Khi áp dụng tiêu chuẩn này với các tòa nhà thương mại và khu dân cư xung quanh khu vực thi công tại đường vành đai 2 thì ngưỡng rung gây hư hại lên kết cấu trung bình nằm trong khoảng từ 15 - 25 PPV mm/s (Peak particle velocity) ứng với tần số của máy thi công (máy lu rung) là từ 30 – 50 Hz.
- Tiêu chuẩn Anh 7385-2: 1993 [13] Đánh giá và đo lường độ rung trong các tòa nhà, phần 2. Hướng dẫn về mức độ thiệt hại từ rung động từ mặt đất.
- Tiêu chuẩn Thụy Sĩ [14]VSS-SN640-312a: 1992: Có tính đến loại xây dựng và tần số của nguồn rung.
- Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 7378: 2004 - Rung động và chấn động - Rung động đối với công trình - Mức rung giới hạn và phương pháp đánh giá.

Trong bài báo này tác giả sẽ so sánh các kết quả đo và tính toán với giá trị quy định trong tiêu chuẩn để đưa ra những đánh giá phù hợp với điều kiện địa chất và các biện pháp đảm bảo an toàn với khu vực.

Rung động đất là một quá trình thiết yếu của các hạt đất được chuyển bằng lực kích thích từ hạt này sang hạt khác. Chuyển động liên tục từ hạt này sang hạt khác dẫn đến sự lan truyền trên diện rộng ảnh hưởng đến các vật thể xung quanh. Khi cường độ rung động đủ mạnh, nền đất có thể không đảm bảo khả năng chịu lực cho các kết cấu đặt trên đó. Rung động này sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến các kết cấu. Trong trường hợp này, nếu xảy ra hiện tượng cộng hưởng tần số sẽ gây hư hỏng kết cấu.

Bên cạnh đó, cũng đã có nhiều công thức thực nghiệm đã được đề xuất để xác định, đánh giá sơ bộ vận tốc rung động giới hạn với từng loại nguồn rung nhằm đánh giá được ảnh hưởng đến các công trình xung quanh. Trong bài báo này, tác giả cũng sẽ tập trung chủ yếu và dạng

nguồn rung gián đoạn – tương ứng với nguồn rung được khảo sát thực tế là máy gia công cơ khí hạng nặng (nguồn rung được mô tả trong phần dưới).

Khi hoạt động, thiết bị sử dụng tải trọng lượng lớn để cắt các đoạn thép đường kính lớn (>D100) gây ra xung kích và chấn động ra môi trường xung quanh, tác động gây ra rung động lên mặt đất, sử dụng công thức dưới để xác định sơ bộ ngưỡng giới hạn [15]:

$$v = 67 \left( \frac{R}{\sqrt{H \times Q}} \right)^{-1.1} \quad (1)$$

Trong đó:

v – vận tốc riêng giới hạn (m/s);

R – khoảng cách từ nguồn rung đến điểm khảo sát (m);

H – chiều cao thả hoặc hành trình tạo ra xung kích gây rung động (m);

Q – tải trọng gây rung động (tấn).

Trên cơ sở tham khảo các tiêu chuẩn quốc tế, việc đánh giá và phân tích các kết quả rung động từ hoạt động sản xuất cơ khí tại khu vực nhà máy KVB – tỉnh Bình Dương sẽ được đối chiếu với các tiêu chuẩn để đưa ra những kết luận và biện pháp để hạn chế ảnh hưởng tới các công trình xung quanh.

### 3. ĐO ĐẠC THỰC NGHIỆM

#### 3.1. Giới thiệu về khu vực đo đạc

Nhà xưởng chính của Công ty sản xuất và xuất khẩu KVB thuộc Khu công nghiệp Phước Mỹ 3, Thị xã Bến Cát, tỉnh Bình Dương. Kết cấu chính là dạng công trình xây dựng công nghiệp kiên cố có kết cấu khung bằng thép:

- Diện tích nhà xưởng chính:  $92,00 \times 51,07 \approx 4670$  (m<sup>2</sup>)
- Chiều cao (tính từ mặt đất – đỉnh mái tôn): 10 (m)
- Nhà xưởng chính bao gồm các khu: khu nhà xưởng, văn phòng, nhà nén khí, nhà bảo trì, nhà vệ sinh, phòng cuộn,...

Địa chất:

Theo tài liệu tham khảo thì địa tầng tại công trình Nhà xưởng – Công ty TNHH Sản xuất và xuất khẩu KVB chia làm các lớp đất chính:

- Lớp 1: Sét pha nhẹ, màu xám vàng – xám trắng, trạng thái dẻo cứng.
- Lớp 2: Sét pha lẫn ít sạn sỏi, màu xám vàng – xám tro – xám trắng, trạng thái dẻo cứng.
- Lớp 3: Sét, màu xám đen, trạng thái dẻo mềm.
- Lớp 4: Cát pha, màu xám trắng.
- Lớp 5: Sét pha nặng, màu xám nâu, trạng thái dẻo cứng.
- Lớp 6: Sét, màu xám nâu, trạng thái nửa cứng.

### 3.2. Nguồn rung

Mặt bằng nhà máy gia công cơ khí (Hình 2) và vị trí nguồn rung được khảo sát tại khu vực thực hiện đo rung động nằm trong nhà xưởng của Công ty TNHH KSF VINA (Hình 3). Các thông số kỹ thuật về nguồn rung được liệt kê trong bảng 1.



Hình 2. Mặt bằng khu vực đo rung động và khu vực nguồn rung.



Hình 3. Nguồn rung khảo sát – Máy gia công cơ khí VOVO VFP-1600.

:

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của nguồn rung.

STT	Thông số kỹ thuật	Giá trị	Đơn vị
1	Công suất	1600	Tấn
2	Hành trình vận hành	300	mm
3	Khoảng cách điều chỉnh	15	mm
4	Tốc độ vận hành (tối đa)	75	Lần/phút
5	Tốc độ vận hành (bình thường)	15	Lần/phút
6	Chiều cao khuôn tối đa	850	mm
7	Áp lực khí	5	kg/cm <sup>2</sup>
8	Lực khi gia công cơ khí	150000	kg

### 3.3. Thiết bị sử dụng

Các thiết bị, dụng cụ được sử dụng đo rung động đất nền đáp ứng được các tiêu chí được quy định trong Mục 4 - TCVN 7378:2004.

- Đinh sắt: Gắn trên nền đất có đường kính tương đương  $\phi \geq 16$  mm, đóng sâu xuống nền đất 35 cm (Hình 4).



Hình 4. Đinh gắn nền đất.



Hình 5. Đầu đo thu tín hiệu rung động – Model: PCB 393B12.



- Đầu đo: Đầu đo nhận dạng dao động, gia tốc với độ nhạy cao (Hình 5). Khi thực hiện đo đặc, gắn chặt đầu đo với đỉnh gắn nền đất thông qua nam châm vĩnh cửu với lực hút > 65 kg đảm bảo đầu đo không bị rung lắc trong quá trình thu thập dữ liệu (Hình 6). Các thông số về đầu đo thể hiện trong bảng số 2.



Hình 6.. Gắn đầu đo trên nền đất.

Bảng 2. Các thông số về đầu đo.

STT	Thông số	Giá trị	Đơn vị
1	Dải tần số đo	0,15 – 1000	Hz
2	Độ không tuyến tính	≤1,00	%
3	Độ nhạy	≈ 1019,4	mV/g

- Thiết bị chuyển đổi tín hiệu: Sử dụng bộ thu tín hiệu model Chassis NI cDAQ-9178 8-Slot (Hình 7), USB CompactDAQ. Tích hợp 2 module NI-9234 (Hình 8), 4-Channel, Sound and Vibration Input Module.

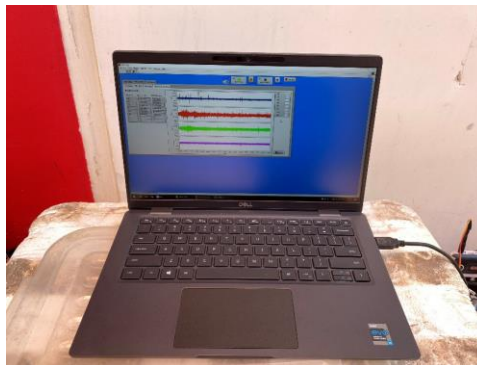


Hình 7.. Bộ thu tín hiệu NI cDAQ-9178.



Hình 8.. Module NI-9234.

- Thiết bị đọc và ghi kết quả đo: Sử dụng máy tính xách tay tích hợp phần mềm đo đặc thu thập dữ liệu NI-LabVIEW 2014 (32-bit) thu tín hiệu từ các đầu đo trong thời gian đo và lưu thành các file dữ liệu của từng lần đo (6 điểm đo x 3 phương) thể hiện trong hình 9.



Hình 9. Máy tính xách tay với phần mềm thu và xử lý dữ liệu đo.



- Một số thiết bị khác: Dây truyền tín hiệu từ đầu đo về bộ thu tín hiệu: cáp đồng trục với IP65. Bao gồm dây ngắn (chiều dài  $L < 15\text{m}$  (Hình 10) với các vị trí ở gần và nối thêm dây cáp với các vị trí cách xa bộ thu tín hiệu trên 15m (Hình 11)).



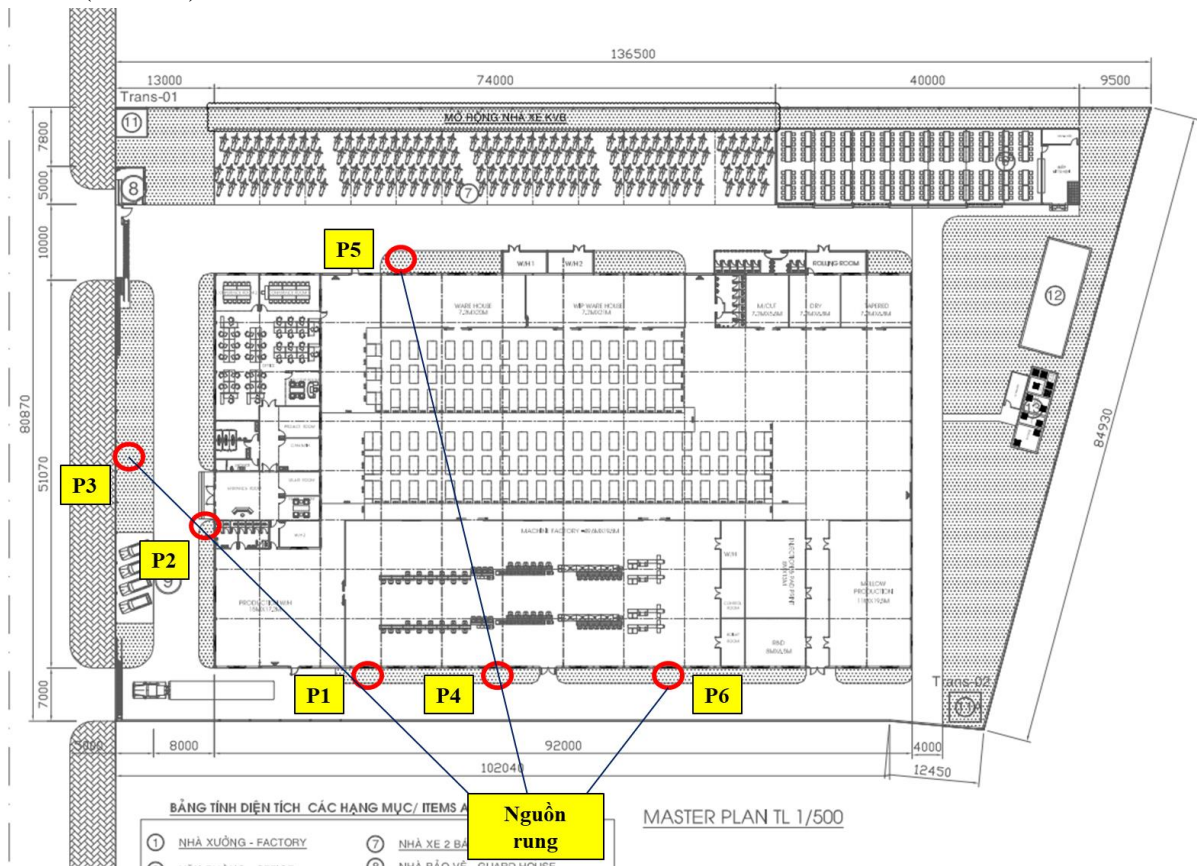
Hình 10. Cáp truyền tín hiệu ( $L < 15\text{ m}$ ).



Hình 11. Cáp truyền tín hiệu ( $L > 15\text{ m}$ ).

### 3.4. Vị trí điểm đo

Do sóng được tạo ra từ chân động sẽ lan truyền ra xung quanh theo hình tròn từ tâm (nguồn rung). Trong đó, sẽ gồm các loại sóng mặt, sóng dọc và sóng ngang. Tương ứng với các phương thu được sóng, bố trí 06 điểm đo được thể hiện theo sơ đồ dưới để thu được kết quả tốt nhất (hình 12):



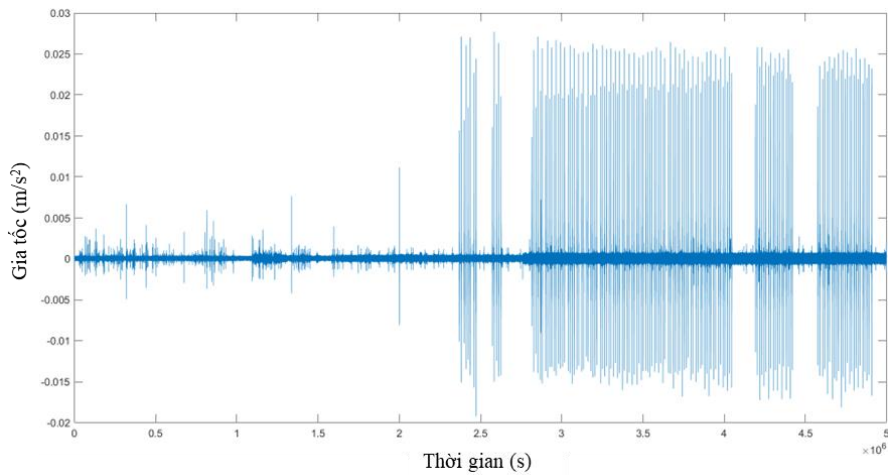
Hình 12. Sơ đồ đo ngày 08/03/2022.

Khoảng cách từ nguồn rung tới các điểm đo được liệt kê trong bảng kết quả.

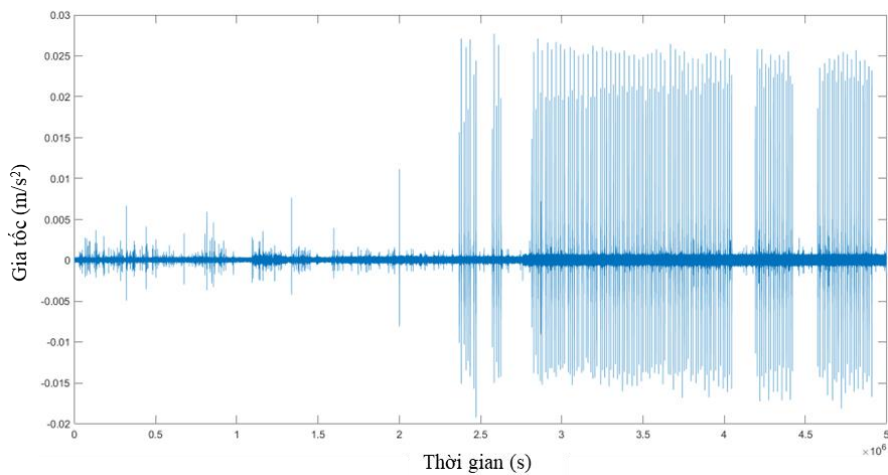
- Với các điểm P1, P2 và P3 bố trí nằm trên 1 đường thẳng từ nguồn rung để đánh giá được các vận tốc đỉnh phụ thuộc theo khoảng cách truyền sóng.
- Với các điểm P1, P4 và P6 bố trí cũng khoảng cách tới nguồn rung để đánh giá sự ảnh hưởng của địa chất khu vực đo đạc.
- Tương tự với điểm P3 và P5, từ kết quả thu được sẽ phân tích được tác động cũng như cường độ sóng truyền thẳng từ nguồn rung tới điểm đo (P3) và suy giảm khi truyền qua khu vực nhà máy (P5).

### 3.5. Kết quả

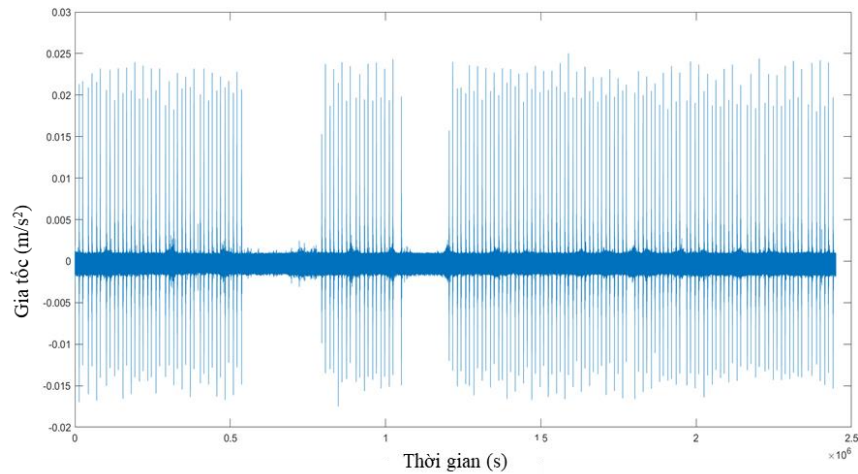
Dữ liệu đo gia tốc theo các phương được thể hiện trong các hình Hình 13:



Phương Z



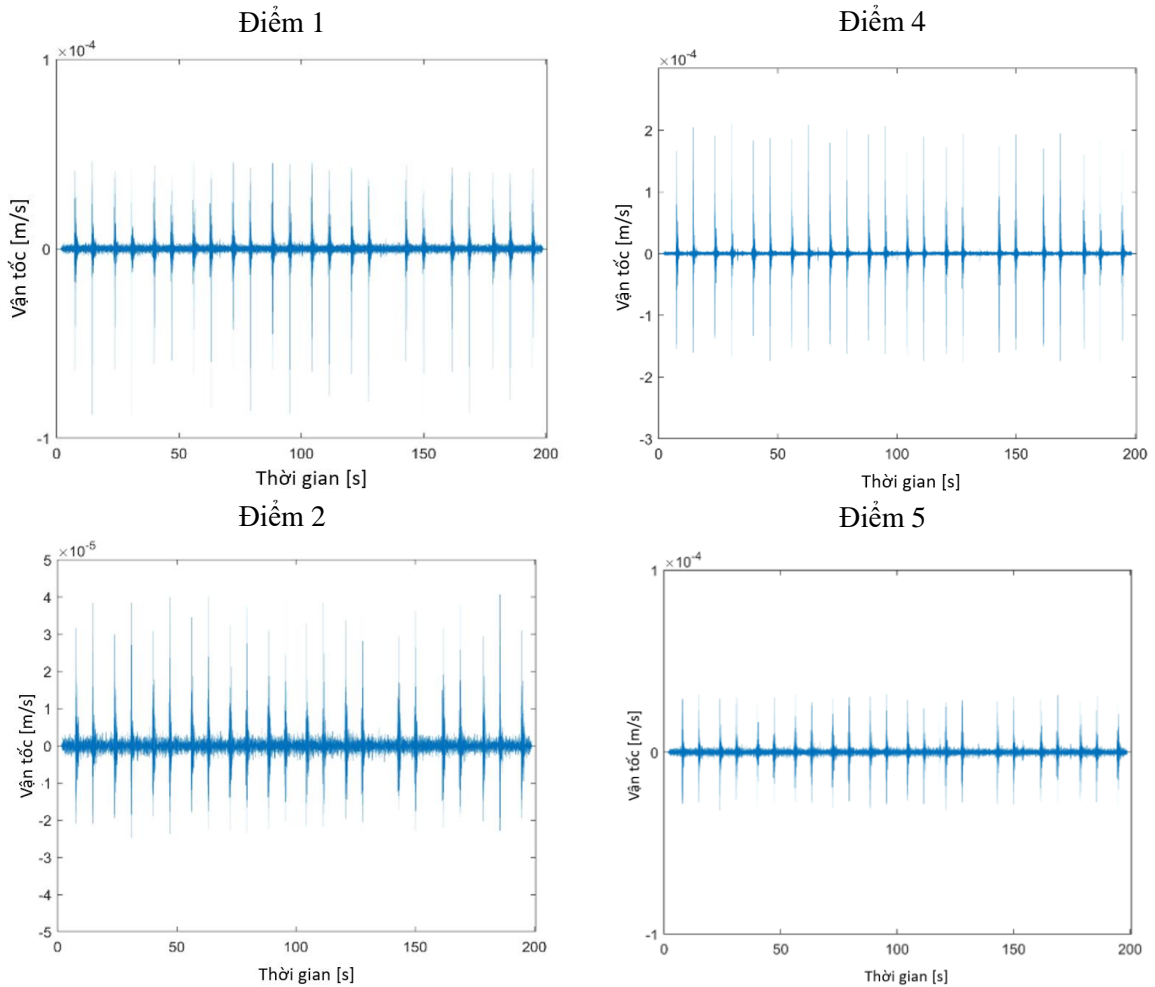
Phương X

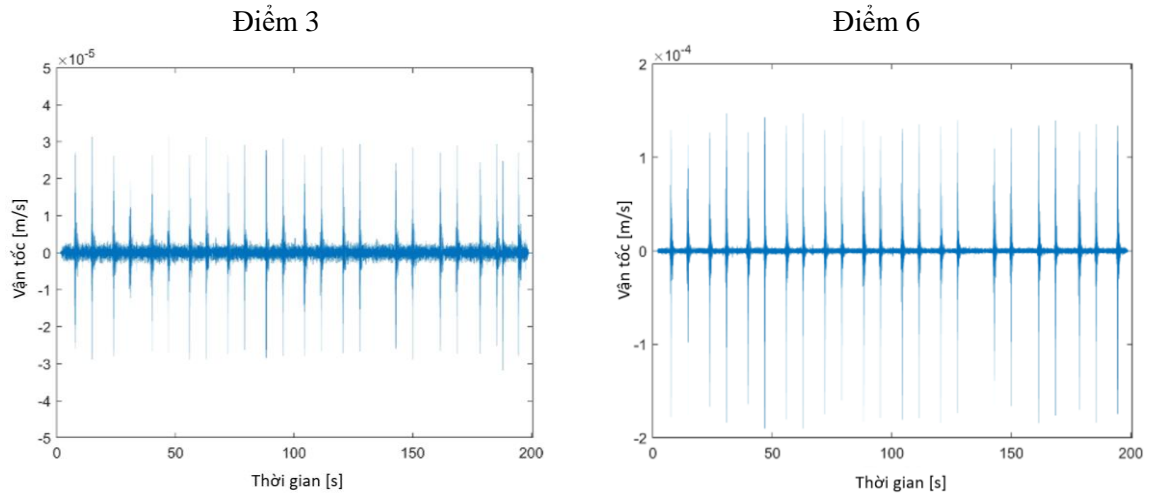


Phương Y

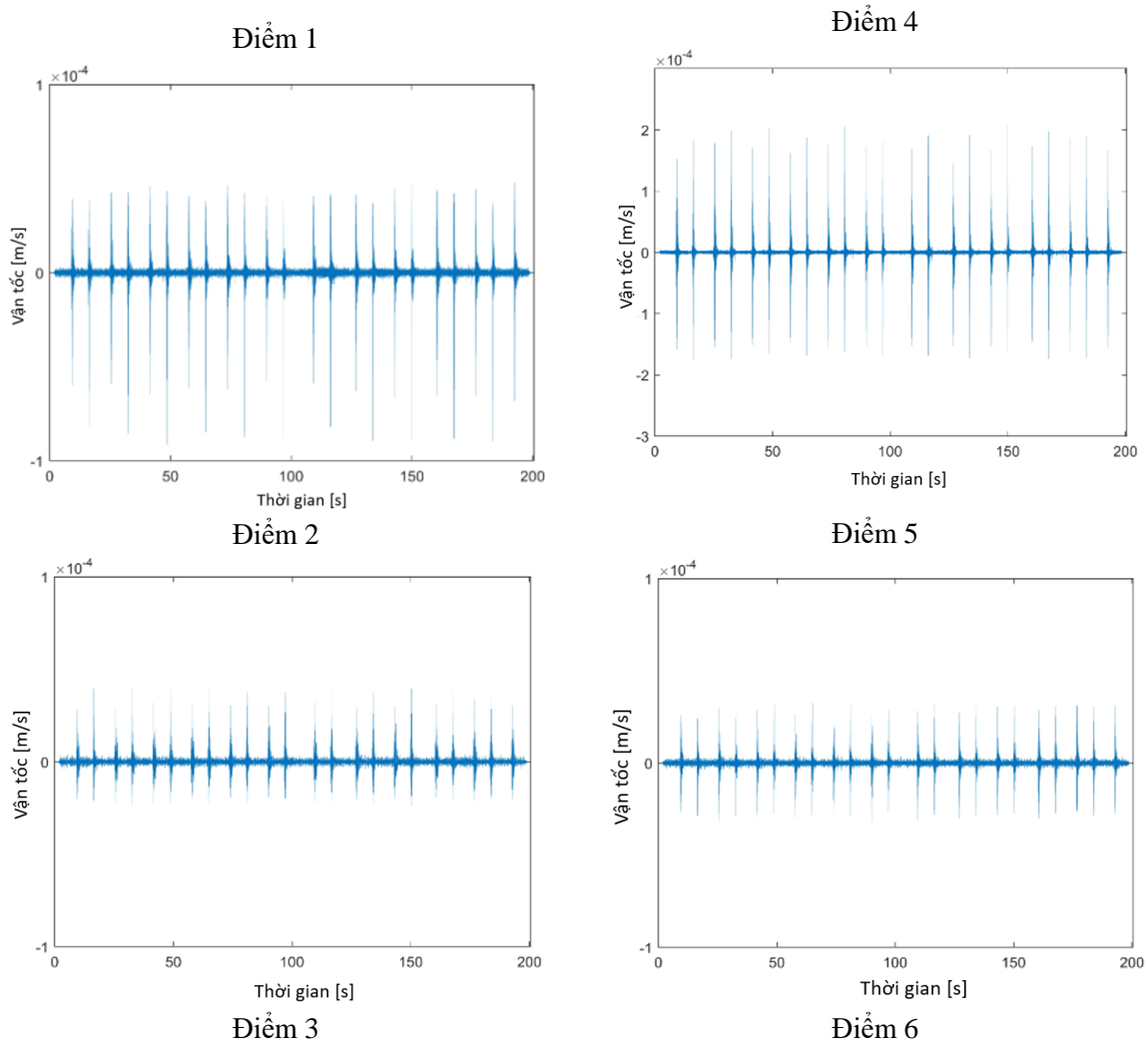
Hình 13. Dữ liệu đo gia tốc theo các phương.

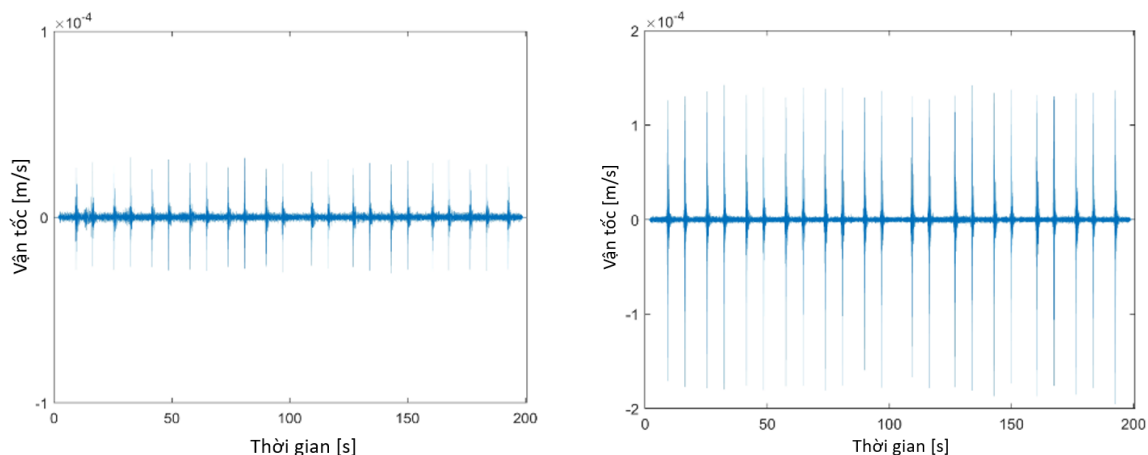
Sau khi các dữ liệu được lưu lại, sử dụng bộ toolbox trong phần mềm Matlab để biến đổi từ kết quả đo gia tốc về vận tốc theo thời gian, thu được biểu đồ sau khi xử lý tại một số thời điểm được thể hiện như Hình 14 và Hình 15.





Hình 14. Dữ liệu vận tốc theo thời gian tại các điểm 1 đến 6 ở mốc thời gian 14h18-14h24





Hình 15. Dữ liệu vận tốc theo thời gian tại các điểm 1 đến 6 ở mốc thời gian 14h25-14h32

Bảng 2. Vận tốc rung động các vị trí theo phương thẳng đứng – Z.

Điểm	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Ngày 08/03/2022						
Khoảng cách tới nguồn rung (m)	≈ 28	≈ 51	≈ 67	≈ 18	≈ 73	≈ 22
12h55-12h59: Thời điểm bình thường, không có nguồn rung						
<b>Giá trị 1 (mm/s)</b>	0,003	0,002	0,002	0,002	0,003	0,002
13h18-13h24: Thời điểm bắt đầu xuất hiện rung động						
<b>Giá trị 2 (mm/s)</b>	0,152	0,043	0,081	0,300	0,067	0,200
13h25-13h32: Rung động xuất hiện đều với biên độ tăng dần						
<b>Giá trị 3 (mm/s)</b>	0,160	0,044	0,082	0,310	0,070	0,201
13h34-13h38: Rung động xuất hiện đều với biên độ đều hơn giá trị 3						
<b>Giá trị 4 (mm/s)</b>	0,168	0,049	0,083	<b>0,311</b>	0,072	0,210
13h35-13h42: Rung động xuất hiện đều với biên độ như giá trị 4						
<b>Giá trị 5 (mm/s)</b>	0,169	0,048	0,083	0,313	0,070	0,213

Bảng 3. Vận tốc rung động các vị trí theo phương ngang hướng đầu đo về nguồn rung – X.

Điểm	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Ngày 08/03/2022						
Khoảng cách tới nguồn rung (m)	≈ 28	≈ 51	≈ 67	≈ 18	≈ 73	≈ 22
14h00-14h15: Thời điểm bình thường, không có nguồn rung						
<b>Giá trị 1 (mm/s)</b>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002

Điểm	P1	P2	P3	P4	P5	P6
14h18-14h24: Thời điểm bắt đầu xuất hiện rung động						
<b>Giá trị 2 (mm/s)</b>	0,044	0,042	0,032	0,210	0,023	0,140
14h25-14h32: Rung động xuất hiện đều với biên độ tăng chậm dần						
<b>Giá trị 3 (mm/s)</b>	0,039	0,032	0,030	0,212	0,030	0,141
14h34-14h38: Rung động xuất hiện đều với biên độ đều hơn giá trị 3						
<b>Giá trị 4 (mm/s)</b>	0,040	0,033	0,031	<b>0,214</b>	0,031	0,143

Bảng 4. Vận tốc rung động các vị trí theo phương ngang vuông góc với phương X trong mặt phẳng nền – Y.

Điểm	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Ngày 08/03/2022						
Khoảng cách tới nguồn rung (m)	≈ 28	≈ 51	≈ 67	≈ 18	≈ 73	≈ 22
15h20-15h24: Thời điểm có nguồn rung, biên độ đều						
<b>Giá trị 1 (mm/s)</b>	0,162	0,042	0,082	0,301	0,066	0,205
15h25-15h27: Thời điểm không xuất hiện rung động						
<b>Giá trị 2 (mm/s)</b>	0,003	0,002	0,002	0,003	0,002	0,002
15h28-15h31: Rung động xuất hiện với biên độ đều						
<b>Giá trị 3 (mm/s)</b>	0,161	0,051	0,082	0,298	0,071	0,207
15h32-15h35: Rung động xuất hiện với biên độ đều						
<b>Giá trị 4 (mm/s)</b>	0,168	0,048	0,091	<b>0,301</b>	0,072	0,211
15h36-15h40: Rung động xuất hiện với biên độ đều						
<b>Giá trị 5 (mm/s)</b>	0,172	0,050	0,088	0,300	0,070	0,220

**Nhận xét** (bảng 2-4)

- Nguồn rung được xác định tại thời điểm khảo sát (ngày 08 tháng 3 năm 2022: cụ thể là các quá trình khi vận hành máy gia công cơ khí để cắt/dập các đoạn thép cỡ D100) là tác động rung động gián đoạn (Intermittent vibration impact - Rung động xuất hiện trong những khoảng thời gian ngắn và không vượt quá ngưỡng an toàn của kết cấu công trình theo TCVN 7378:2004).
- Tần số rung động gây ra tại móng công trình (nhà xưởng) theo kết quả đo đạc nằm trong khoảng 1 – 10 (Hz). So sánh với tần số thực nghiệm trong Phụ lục C - TCVN 7378:2004 ta được  $f = 46/H = 46/10 = 4.6$  (Hz – với H là chiều cao nhà xưởng).
- Theo bảng 1 – TCVN 7378:2004 Giá trị vận tốc rung giới hạn đối với công trình khi chịu tác động rung gián đoạn, ta đánh giá như Bảng 5 :

Bảng 5. Giá trị vận tốc rung giới hạn đối với công trình khi chịu tác động rung gián đoạn.

Loại công trình	Vận tốc rung giới hạn (mm/s)	Vận tốc rung động lớn nhất (mm/s)			Đánh giá
	1 Hz – 10 Hz	V <sub>Zmax</sub>	V <sub>Xmax</sub>	V <sub>Ymax</sub>	
Loại I	20	0,311	0,214	0,301	<b>An toàn</b>



Loại II	5				An toàn
Loại III	3				An toàn

- Theo QCVN 27-2010-BTNMT: Từ biểu đồ dữ liệu đo gia tốc theo các phương trong phần 3.5, ta quy đổi từ gia tốc rung ( $m/s^2$ ) sang mức gia tốc rung (dB) theo bảng 3. Khu công nghiệp nằm trong khu vực thông thường (Bảng 6), nguồn rung được khảo sát là từ hoạt động sản xuất và thời gian khảo sát nằm trong khoảng từ 6 giờ - 21 giờ, vì vậy theo bảng 2 trong Quy chuẩn:

Bảng 6. Đánh giá an toàn khu vực xem xét.

STT	Phương	Giá trị lớn nhất	Giá trị quy đổi	Mức rung cho phép	Đánh giá
1	Z	0,027 $m/s^2$	68,75 dB	70 dB	An toàn
2	X	0,012 $m/s^2$	61,25 dB	70 dB	An toàn
3	Y	0,025 $m/s^2$	67,92 dB	70 dB	An toàn

- Có thể thấy, khi đối chiếu với QCVN 27-2010-BTNMT thì các giá trị rung động gần đạt mức giá trị giới hạn. Vì vậy, cần có các biện pháp giảm thiểu, hạn chế ảnh hưởng từ nguồn rung đã được khảo sát tới con người sinh sống và làm việc xung quanh.
- Tham khảo Tiêu chuẩn Anh: BS 5228-2:2009: Quy phạm thực hành kiểm soát tiếng ồn và độ rung trên công trường xây dựng và công trường - Phần 2: Rung động (Bảng 7): Các ngưỡng nhận thức về rung động của con người.

Bảng 7. Các ngưỡng nhận thức về rung động của con người.

Vận tốc rung động (mm/s)	Ảnh hưởng
0,14	Rung có thể chỉ cảm nhận được trong các tình huống nhạy cảm nhất đối với hầu hết các tần suất rung liên quan đến xây dựng. Ở tần số thấp hơn, con người ít nhạy cảm hơn với rung động.
0,30	Rung động có thể chỉ cảm nhận được trong môi trường dân cư.
1,00	Có khả năng những rung động ở mức này trong môi trường dân cư sẽ gây ra khiếu nại, nhưng có thể được chấp nhận nếu cư dân đã có cảnh báo và giải thích trước.
10,00	Rung động có khả năng không thể chịu đựng được hơn là một thời gian ngắn tiếp xúc với mức này.

- Như vậy, với các thời điểm xuất hiện rung động thì trong phạm vi bán kính ảnh hưởng  $R < 30$  (m) có cảm nhận được rung động (vận tốc rung động đo được  $> 0,14$  mm/s) và trong phạm vi bán kính ảnh hưởng  $R < 20$  (m) thì có cảm nhận được rõ hơn (vận tốc rung động đo được  $> 0,3$  mm/s).

#### 4. KẾT LUẬN

Theo kết quả xử lý dữ liệu đo rung động đất nền trong ngày 08/03/2022 xuất hiện nhiều rung động với giá trị lớn nhất theo các phương X, Y và Z lần lượt là 0.301, 0.214 và 0.311 mm/s. Khi so sánh với TCVN 7378:2004 với các loại công trình, có thể kết luận kết cấu công trình hiện vẫn đảm bảo an toàn với nguồn rung động đã khảo sát. Ví dụ với giá trị lớn nhất

trong các phương là phương  $Z - V_{Zmax} = 0.311$  mm/s mới chỉ đạt 1.56 % vận tốc giới hạn của công trình loại I, 6.22% với công trình loại II và 10.37% với công trình loại III.

Con người làm việc trong nhà máy cảm nhận được sự rung động gây ra tại thời điểm khảo sát theo BS 5228-2:2009. Bên cạnh đó, theo QCVN 27-2010-BTNMT thì mức gia tốc rung (dB) theo các phương đã xấp xỉ giá trị giới hạn, con người làm việc tại khu vực bên cạnh nguồn rung (vị trí đặt đầu đo) đã nhận thức được mức rung động này và cảm thấy khó chịu với nguồn rung là áp lực đập/nén trong quá trình gia công cơ khí.. Kết quả của nghiên cứu có thể là tài liệu tham khảo hữu ích cho việc đánh giá sơ bộ ảnh hưởng của các hoạt động sản xuất công nghiệp, thi công xây dựng tới các khu vực xung quanh.

## LỜI CẢM ƠN

Tác giả xin chân thành cảm ơn các kỹ sư Công ty TNHH Giao thông vận tải đã hỗ trợ trong quá trình thực hiện nghiên cứu thực nghiệm.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. D. M. Hiller, G. I. Crabb, "Groundborne vibration caused by mechanised construction works." (2000), Prepared for Quality Services — Civil Engineering, Highways Agency, Transport Research Laboratory, TRL Report 429.
- [2]. G. I. Crabb, D. M. Hiller, Prediction of groundborne vibration from vibrating rollers. In Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Transport, Thomas Telford Ltd, 153 (2002) 131-140. <https://doi.org/10.1680/tran.2002.153.2.131>
- [3]. Konrad Wegener, Friedrich Bleicher, Uwe Heisel, Hans-Werner Hoffmeister, Hans-Christian Möhring, Noise and vibrations in machine tools, CIRP Annals, 70 (2021) 611-633. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2021.05.010>.
- [4]. S.S..Krehel, R. Pollak, M.K..Marek, Research on impacts of mechanical vibrations on the production machine to its rate of change of technical state. Advances in Mechanical Engineering (2016). <https://doi.org/10.1177/1687814016655778>.
- [5]. Nguyễn Lan, Rung động đất nền, NXB Xây dựng, Hà Nội, 2019.
- [6]. Thi Cam Nhung Nguyen, Trong Huy Dang, Huu Quyet Nguyen, Ngoc Hoa Tran, Experimental study of ground vibration caused by construction activities of metro line 1 project in Ho Chi Minh city, Science Journal of Transportation, 11 (2021) 68-78.
- [7]. N.T.C.Nhung, N.H.Quyết, N.D.Nam, T.V.Đoàn, T.T.Kiên, B.H.Hoàng, Phương pháp thực nghiệm đo rung động đất nền do lu rung trên tuyến đường sắt đô thị, Tạp chí Cầu đường Việt Nam, 6 (2020).
- [8]. N.T.C.Nhung, N.H.Quyết, T.Q.Minh, T.T.Linh, Nghiên cứu ảnh hưởng của rung động đất nền do máy thi công trên tuyến đường sắt đô thị, Tạp chí Giao thông vận tải, Số 6/2020, 2020.
- [9]. Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 6963:2001 - Rung động và chấn động - Rung động do các hoạt động xây dựng và sản xuất công nghiệp - phương pháp đo, Vibration and shock - Vibration emitted by construction works and factories - Method of measurement.
- [10]. Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 7378: 2004 - Rung động và chấn động - Rung động đối với công trình - mức rung giới hạn và phương pháp đánh giá, Vibration and shock - Vibration of buildings - Limits of vibration levels and method for evaluation.
- [11]. Quy chuẩn Việt Nam: QCVN 27:2010/BTNMT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về độ rung.
- [12]. Tiêu chuẩn Đức : DIN 4150-3:1999 (1999), Structural vibration part 3: effects of vibration on structures, Berlin: Deutches Institut fur Normung.

- [13].Tiêu chuẩn Anh: BS 7385-2:1993 (1993), Evaluation and measurement for vibration in buildings – part 2: guide to damage levels from ground-borne vibration. British Standards Institution.
- [14].Tiêu chuẩn Thụy Sĩ: Swiss Standard VSS-SN640-312a:1992 (1992), Effects of vibration on construction.
- [15]. Charles H. Dowding, Construction Vibrations, 2<sup>nd</sup>, 2000, ISBN-13: 978-0964431317 ,ISBN-10: 0964431319. <https://www.scholars.northwestern.edu/en/publications/construction-vibrations>