



**MTU**  
Ministry of Construction  
Mien Tay Construction University



# HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

International Conference on sustainable construction development  
in the context of climate change in the Mekong Delta (SCD2021)



NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG



1  
2  
0  
2  
D  
C  
S



# HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

International Conference on sustainable construction development  
in the context of climate change in the Mekong Delta (SCD2021)

NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG  
HÀ NỘI - 2021





# MỤC LỤC

STT	Tên bài	Trang
1	Phát triển xây dựng bền vững – cơ hội và thách thức trong điều kiện chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu vùng đồng bằng sông Cửu Long Sustainable construction development – opportunities and challenges in the condition of active responsibilities to climate change area <i>TS . Trương Thị Hồng Nga</i>	3
2	Kinh nghiệm tổ chức nhà ở của châu Âu tại các vùng ngập nước tương đồng điều kiện đồng bằng sông Cửu Long European experience of housing organization in flood-prone areas similar to conditions of the mekong delta <i>Nguyen Tan Huy</i>	21
3	Kiến trúc trường học vùng đồng bằng sông Cửu Long ứng phó với biến đổi khí hậu theo hướng thích ứng, linh hoạt, đa chức năng <i>Doãn Minh Khôi, Doãn Thanh Bình, Nguyễn Mạnh Cường</i>	29
4	Tiếp cận cảnh quan văn hóa trong quy hoạch xây dựng đô thị thích ứng lũ lụt: nghiên cứu trường hợp sông Côn, sông Hà Thanh - thành phố Quy Nhơn - tỉnh Bình Định Cultural landscape along Con river and Ha Thanh river, Quy Nhon city, Binh Dinh – province: opportunities and challenges of urban development in flood adaptation <i>Phạm Việt Quang, Phạm Anh Dũng, Hoàng Anh, Cù Thị Ánh Tuyết</i>	37
5	Phân tích sự làm việc của vỏ hầm hai lớp The double - layer tunnel is operation is examined <i>Nguyễn Ngọc Huệ, Lê Minh Quang, Nguyễn Quang Quý</i>	51
6	Nghiên cứu phương pháp tính toán dao động riêng của hệ kết cấu dây cứng theo phương pháp nguyên lý cực trị gauss A research on calculation methods of natural vibrations of rigid cable structure system based on the gaussian extreme principle method <i>Phạm Hồng Hạnh, Phạm Văn Trung</i>	59
7	Phương pháp phase field với phân rã trực giao ten-xơ biến dạng mô phỏng hư hỏng kết cấu chứa vật liệu đẳng hướng Modeling of damage in structures containing isotropic material by phase field method with strain orthogonal decompositions <i>Vũ Bá Thành, Ngô Văn Thức</i>	67
8	Một số giải pháp trong khai thác nước ngầm bằng bãi giếng nhằm giảm thiểu hạ thấp mặt đất Some solutions in groundwater exploitation by good yards for reduction lowering the ground <i>Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong</i>	75
9	Một số giải pháp trong khai thác nước ngầm bằng bãi giếng nhằm giảm thiểu hạ thấp mặt đất Some solutions in groundwater exploitation by good yards for reduction lowering the ground <i>Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong</i>	83

- |    |   |     |
|----|---|-----|
| 10 | Xác định các tham số neo đất phù hợp giữ ổn định bờ sông tránh sạt lở<br>Determination of the appropriate parameters of soil bolts for river bank reinforcement to reduce landslide<br><i>Trần Tuấn Minh, Nguyễn Duyên Phong, Ngô Văn Thúc</i>  | 89  |
| 11 | Nghiên cứu xác định phạm vi vùng ảnh hưởng khi thi công khoan kích ngầm trong điều kiện đất yếu tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long<br>Estimating the influence zone induced by pipejacking in the Mekong Delta soft soil conditions<br><i>Vũ Minh Ngạn, Lại Thanh Nhân, Hoàng Đình Phúc, Phạm Đức Thọ</i>  | 97  |
| 12 | Nghiên cứu xây dựng mô hình số đánh giá hiệu quả xử lý nền đất yếu bằng cọc hỗn hợp vật liệu cát biển - xi măng - tro bay<br>3D numerical modeling to estimate the effectiveness of sea sand - cement - fly ash columns improved soft soil<br><i>Pham Van Hung, Ta Duc Thinh, Nguyen Thanh Duong, Bui Anh Thang</i>   | 105 |
| 13 | So sánh phương án cọc trong xử lý nền công trình thủy lợi<br>Comparison of pile foundation alternatives in hydraulic structure<br><i>Dương Nghĩa Nhân, Trần Văn Tỷ, Lâm Tấn Phát, Võ Văn Đẩu</i>  | 113 |
| 14 | Tiềm năng sử dụng tro trấu trong cải tạo, xử lý đất yếu ở đồng bằng sông Cửu Long<br>Potential use of rice husk ash in soft soil improvement in Mekong Delta<br><i>Nguyễn Thành Dương</i>   | 123 |
| 15 | Công trình ngầm thành phố và các giải pháp địa kỹ thuật<br>Urban underground structures and geotechnical measures<br><i>Nguyen Ngoc Long Giang, Nguyen Quang Phich, Nguyen Van Manh, Phạm Văn Kiên, Dao Hong Hai</i>  | 133 |
| 16 | Phát triển đô thị thông minh bền vững trong bối cảnh cuộc cách mạng Công nghệ 4.0 và khởi nghiệp sáng tạo tại một số đô thị miền Nam Việt Nam<br>Sustainable Smart City Development in The Context of the 4.0 Technology Revolution and Innovative Start Up in Some Cities in the South of Vietnam<br><i>Pham Kien, Tran Van Thien, Tran Nguyen Nha Chi, Nguyen Quang Phich</i> | 141 |
| 17 | Mô phỏng số về lan truyền vết nứt trong dầm bê tông<br>Numerical simulation of crack growth in the concrete beams<br><i>Nguyễn Văn Mạnh, Nguyễn Quang Phích, Nguyễn Ngọc Long Giang</i>   | 153 |
| 18 | Nghiên cứu và phát triển bê tông tính năng siêu cao trong xây dựng<br>Research and development of Ultra-High performance concrete in construction<br><i>Nguyễn Xuân Mãn, Nguyễn Duyên Phong, Phạm Mạnh Hà</i>   | 159 |
| 19 | Phân tích tính chất phá hủy của dầm bê tông nứt mối sử dụng nano-silica khi chịu uốn: Thực nghiệm và mô phỏng<br>On the analysis fracture properties of notched concrete beams incorporating nano-silica in bending test: Experimentation and simulation<br><i>Phạm Đức Thọ, Vũ Minh Ngạn, Hoàng Đình Phúc, Ngô Văn Thúc</i>  | 167 |
| 20 | Khả năng sử dụng cốt liệu lớn tái chế từ bê tông phế thải để thay thế cốt liệu tự nhiên trong xây dựng công trình<br>The ability to use coarse recycled aggregates concrete for replacement of natural aggregates in building construction<br><i>Dang Quang Huy, Bui Anh Thang, Pham Duc Tho</i>  | 173 |
| 21 | Đánh giá mô hình khí hậu toàn cầu và viễn thám để ứng phó với biến đổi khí hậu tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long<br>Evaluation of global climate models and remote sensing technology in response to climate change in the vietnamese mekong delta  | 181 |

22	Ảnh hưởng của biến đổi khí hậu đến ngập lụt thành phố Cần Thơ - các giải pháp kiểm soát và thích ứng Impact of climate change on Can Tho city - The high-risk flood area division and flooding control and adaptation <i>Trần Thanh Thảo, Lê Thị Bạch Tuyết, Giang Văn Tuyên, Trần Quang Nhật</i>	191
23	Ứng dụng mô hình SWMM để xuất giải pháp giảm ngập cho quận Bình Thủy, thành phố Cần Thơ Applying SWMM model to propose solutions for flood mitigation at Binh Thuy district, Can Tho city <i>Nguyễn Ngọc Toàn, Nguyễn Đình Giang Nam, Nguyễn Võ Châu Ngân</i>	199
24	Nghiên cứu nguyên nhân gây sạt lở bờ sông Nhu Gia tại địa bàn huyện Mỹ Tú, tỉnh Sóc Trăng Study on causes for erosion of Nhu Gia River in My Tu district, Soc Trang Province <i>Nguyễn Thái An, Phạm Quốc Thanh, Trần Văn Tỷ, Lê Hải Trí, Huỳnh Thị Cẩm Hồng, Đinh Văn Duy</i>	209
25	Đánh giá tính tổn thương xâm nhập mặn nguồn tài nguyên nước dưới đất tỉnh Trà Vinh <i>Đào Hồng Hải, Daniela Cid Escobar, Sergio Gil Villalba, Tibor STigte, Nguyễn Việt Kỳ</i>	217
26	Some issues in the planning, artificial recharge, exploiting and protecting groundwater resources in Tra Vinh province <i>Nguyen Viet Ky, Dao Hong Hai</i>	225
27	Photocatalytic performance of TiO <sub>2</sub> nanoparticle doped by transition metal ion <i>Jittinat Sirichokthanasarp, Patcharaporn Phuinthiang, Dang Trung Tri Trinh, Duangdao Channei, Kantapat Chansaenpak, Auppatham Nakaruk, Wilawan Khanitchaidecha</i>	233
28	Đánh giá tổn thương do tác động biến đổi khí hậu – trường hợp nghiên cứu tại tỉnh Trà Vinh Assessment the vulnerability on climate change impact– case study in tra vinh province <i>Nguyễn Quốc Hậu, Trịnh Công Luận, Nguyễn Thị Hồng Điệp</i>	243
29	Đánh giá hiệu quả hệ thống giao thông - thủy lợi đáp ứng tiêu chí nông thôn mới của huyện Long Mỹ, tỉnh Hậu Giang Evaluation of the effectiveness of the transportation - irrigation system adapt to the new rural area criteria at Long My district, Hau Giang province <i>Ngô Quốc Phục, Trương Yến Linh, Ngô Thị Ngọc, Nguyễn Võ Châu Ngân</i>	251
30	Research on urban infrastructure solutions Adapting to climate change conditions in HCMC and the Mekong Delta <i>Ngo Trung Duong, Vo Anh Tuan</i>	261

## THÔNG DIỆP CỦA HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG MIỀN TÂY

Trong những năm qua, dưới tác động của biến đổi khí hậu, tần suất và cường độ của thiên tai ngày càng gia tăng, gây ra nhiều ảnh hưởng đến đời sống con người, sự phát triển kinh tế - xã hội cũng như tuổi thọ của các công trình xây dựng. Được sự chỉ đạo của Bộ Xây dựng, Trường Đại học Xây dựng Miền Tây phối hợp với Trường Đại học Xây dựng Hà Nội, Trường Đại học Bách Khoa – ĐHQG TP.HCM, Hội Bê tông Việt Nam, Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Kết cấu và Công nghệ Xây dựng Việt Nam tổ chức Hội thảo khoa học quốc tế phổ biến kết quả nghiên cứu KH & CN để áp dụng trong thực tiễn với chủ đề **“Phát triển xây dựng bền vững trong điều kiện biến đổi khí hậu khu vực đồng bằng sông Cửu Long”**.

Trong quá trình chuẩn bị, Ban Tổ chức Hội thảo đã nhận được nhiều bài viết của các nhà khoa học gửi đến đăng ký tham dự. Qua đó, Ban Khoa học đã tổ chức lấy ý kiến phân biện và lựa chọn 77 bài viết đủ tiêu chuẩn để đăng trên các ấn phẩm của Hội thảo. Đây là cơ hội để các nhà khoa học trong và ngoài nước cùng tổng kết các công trình đã nghiên cứu để thảo luận, mở ra các hướng nghiên cứu mới đáp ứng mục tiêu chủ động ứng phó với biến đổi khí hậu trong tình hình mới.

Thay mặt Ban tổ chức Hội thảo, chúng tôi gửi lời cảm ơn đến lãnh đạo Bộ Xây dựng đã quan tâm, cảm ơn các đơn vị đồng tổ chức, các đồng nghiệp, nhà khoa học đã làm việc rất nhiệt tình để Hội thảo được tổ chức theo kế hoạch. Ban tổ chức hy vọng các đại biểu, các nhà khoa học tiếp tục tham gia và đóng góp ý kiến để góp phần tạo nên sự thành công của Hội thảo.

Kính chúc quý vị mạnh khỏe, hạnh phúc, chúc Hội thảo thành công tốt đẹp.

**Trân trọng!**

**TS. Nguyễn Văn Xuân**

**Hiệu trưởng Trường Đại học Xây dựng Miền Tây**



# NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH PHẠM VI VÙNG ẢNH HƯỞNG KHI THI CÔNG KHOAN KÍCH NGẦM TRONG ĐIỀU KIỆN ĐẤT YẾU TẠI KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

## ESTIMATING THE INFLUENCE ZONE INDUCED BY PIPEJACKING IN THE MEKONG DELTA SOFT SOIL CONDITIONS

Vũ Minh Ngạn, Lại Thanh Nhàn,  
Hoàng Đình Phúc, Phạm Đức Thọ

### ABSTRACT:

Cities and provinces in the Mekong Delta area recently have been faced to many climate change problems including flooding and sea level rising, which lead to disadvantages in travelling and people livings, especially in the rainy season. Thus, the drainage system construction becomes an essential solution to solve these problems. Pipejacking is one of pipeline construction methods applied commonly in water transmission pipeline projects in the Mekong Delta area. However, pipejacking in the urban areas could induce effects on existing buildings. This paper introduces a method for estimating the influence zone when pipejacking in the soft soil conditions of the Mekong Delta area. Based on the study results, engineers can easily select the alignment when designing water transmission pipeline systems in the Mekong Delta area.

KEYWORDS: *pipejacking, MeKong Delta, influence zone.*

### TÓM TẮT:

Các tỉnh và thành phố vùng đồng bằng sông Cửu Long hiện đang phải đối mặt với nhiều vấn đề về biến đổi khí hậu như lụt lội và nước biển dâng, gây ảnh hưởng rất lớn đến cuộc sống của dân cư và giao thông, đặc biệt vào mùa mưa. Do đó việc xây dựng và nâng cấp các hệ thống thoát nước là một giải pháp tất yếu để giải quyết các vấn đề biến đổi khí hậu. Phương pháp khoan kích ngầm là một phương pháp xây dựng công trình đường ống ngầm được sử dụng phổ biến tại các vùng đồng bằng châu thổ sông Cửu Long hiện nay. Tuy nhiên, khi xây dựng hệ thống đường ống ngầm bằng phương pháp khoan kích ngầm thường gây ra các ảnh hưởng đến các công trình lân cận. Bài báo này giới thiệu phương pháp xác định vùng ảnh hưởng khi thi công khoan kích ngầm trong điều kiện đất yếu tại vùng đồng bằng sông Cửu Long. Dựa trên các kết quả nghiên cứu này, các kỹ sư thiết kế có thể đưa ra các phương án tuyến phù hợp khi thiết kế hệ thống đường ống dẫn nước tại khu vực đồng bằng sông Cửu Long.

TỪ KHÓA: *Khoan kích ngầm, đồng bằng sông Cửu Long, vùng ảnh hưởng.*

#### Vũ Minh Ngạn

Group of Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil Engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18 Pho Vien, Bac Tu Liem district, Hanoi.

Email: [vuminhngan@humg.edu.vn](mailto:vuminhngan@humg.edu.vn)

Tel: 024 37525301

#### Lại Thanh Nhàn

Tan An Public Services, Jsc.. No. 8, 827 province road, Tan An city, Long An.

Tel: 0903318991

**Hoàng Đình Phúc**

Group of Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil Engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18 Pho Vien, Bac Tu Liem district, Hanoi

Email: hoangdinhphuc@humg.edu.vn

Tel: 024 37525301

**Phạm Đức Thọ**

Group of Geotechnical Engineering, Construction Materials and Sustainability (GCMS), Faculty of Civil Engineering, Hanoi University of Mining and Geology. 18 Pho Vien, Bac Tu Liem district, Hanoi

Email: phamductho@humg.edu.vn

Tel: 024 37525301

**1. INTRODUCTION**

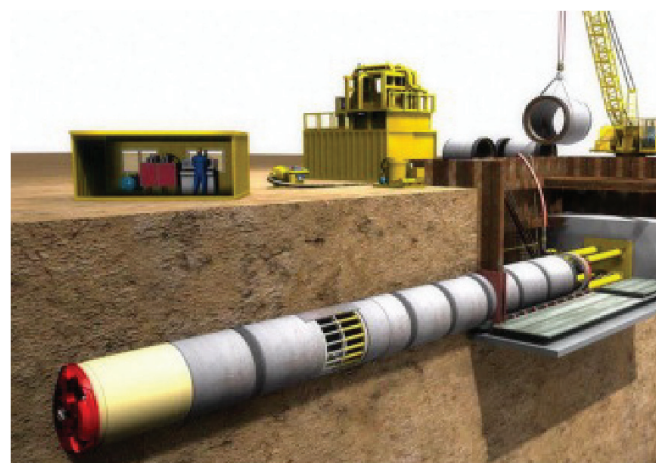
Pipejacking recently has been popular in underground pipeline construction with small diameters ranging from 500 to 5000mm such as drainage pipelines and gas pipelines in urban areas. In this technique, the designed pipes are pushed by hydraulic jacks in the starting shaft through the ground behind the micro tunnel boring machine (mTBM) (see Figure 1). This method has advantages of flexibility and less effects on the surrounding environment.

The first pipejacking project in the world is the installation of a concrete pipeline under the Northern Pacific Railroad in the USA in 1896 (Barbera et al., 1993). In Europe, this technique was first used in Vienna in the late of 19th century (Stearling, R.L., 2020). In Asia, the pipejacking was firstly applied in Japan in 1964 with a mud-shield” in soft coastal alluviums. In 1970s, Japanese developed this technique with variant of machine with support fluids at the tunnelling face. In Vietnam, this technique was applied in the 2000s with a sewerage project in Mekong Delta area. Up to now, this pipeline technology has been applied in some projects such as some water transmission pipeline projects of Water Supply Project in Hochiminh city and Yen Xa Sewerage System Project in Hanoi.

However, there are some incidents occurred in some pipejacking projects leading to damages on surface buildings, for example, in Nhieu Loc-Thi Nghe project, in Hochiminh city.

In this paper, some methods of estimating influence zones induced by pipejacking in Mekong

Delta area are presented. Based on the results, engineers can easily identify potential damaged levels and propose solutions for ensuring the safe of existing building when pipejacking.



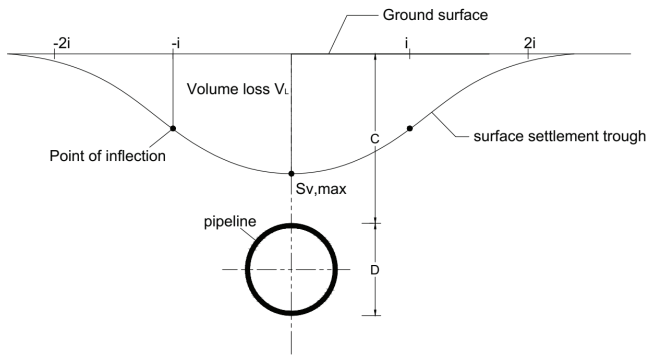
*Figure 1. Pushing pipes in pipejacking in soft soils.  
(Stearling, R.L., 2020)*

**2. DAMAGE RISKS WHEN PIPEJACKING**

When using mTBMs to excavate the ground, the movement of surrounding soil leads to settlements on the surface and effects on nearby existing buildings. In order to reduce the soil displacements in pipejacking technique, bentonite is used for filling the gap between the pipeline and surrounding ground.

In this paper, the impact of the pipejacking process on existing buildings is investigated with the case of using shield machine.

According to a empirical study based on site data in Peck (1969), the transverse settlement due to pipejacking at the ground surface has a shape



**Figure 2.** Transverse settlement trough due to pipejacking (Peck, 1969)

as shown in Figure 2 as a Gaussian distribution. The settlement curve can be estimated as follows:

$$S_v = S_{v,max} \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right) \quad (1)$$

Where  $S_{v,max}$  is the maximum settlement at the surface directly above the pipeline location and “ $i$ ” is the trough width.

The value of  $S_{v,max}$  can be estimated from:

$$V_s = \sqrt{2\pi}iS_{v,max} \approx 2.5iS_{v,max} \quad (2)$$

Where  $V_s$  is the volume of settlement trough per unit pipeline length.

For a circular tunnel as a pipeline,  $V_s$  is calculated via the volume loss  $V_L$  as the percentage of the notional excavated volume (Mair et al., 1993):

$$V_s = V_L \frac{\pi D^2}{4} \quad (3)$$

The volume loss surrounding the pipeline includes loss volumes caused by soil deformations due to face support, passage of the tunnelling machine and the annular gap grouting (Maidl, 2012).  $V_s$  is less than the volume loss around the pipeline when pipejacking in drained condition due to dilation and in the case of tunnelling in undrained conditions,  $V_s$  equals volume loss around the pipeline (Cording and Hansmire, 1975). Normally, in pipejacking design,  $V_s$  is assumed equal to the volume loss around the pipeline.

As Equation 1, the shape of curve is determined by the width of the settlement trough “ $i$ ” which depends on the depth of the

pipeline and soil parameters. O’Reilly and New (1982) gave the relationship between the width of the settlement trough “ $i$ ” and the depth of the pipeline as follows:

$$\text{For cohesive soils:} \quad i = 0.43z_0 + 1.1 \quad (4)$$

$$\text{and for granular soils:} \quad i = 0.28z_0 - 0.1 \quad (5)$$

This relationship was also compared by Mair and Taylor (1999) to the relations for settlement trough width and depth of pipeline axis from many authors and recommended for practical purposes.

From Equations 2 and 3, the maximum transverse settlement can be estimated as follows:

$$S_{v,max} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{V_L D^2}{4i} \quad (6)$$

Thus, the transverse settlement curve can be identified as:

$$S_v = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{V_L D^2}{4i} \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right) \quad (7)$$

Nearby buildings also affected by the horizontal settlement when pipejacking. The horizontal displacement when pipejacking can be estimated with the following equation proposed by O’Reilly and New (1982):

$$S_h = S_v \frac{x}{z_0} \quad (8)$$

The subsurface settlement induced by pipejacking process also distributes as a Gaussian curve (Mair et al., 1993) with Equation 1. However, the width of settlement trough “ $i$ ” changes with the depth of the calculated subsurface settlement  $z$  and the depth of the pipeline  $z_0$  via a coefficient  $K$  depending on depth as:

$$i = K(z_0 - z) \quad (9)$$

with the  $K$  value is calculated with the following equation:

$$K = \frac{0.175 + 0.325(1 - z/z_0)}{(1 - z/z_0)} \quad (10)$$

From Equations 2, 9 and 10, the maximum subsurface settlement can be estimated as:

$$4K \frac{S_{v,max}}{D} = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{D.V_L}{0.175 + 0.325(1 - z/z_0)z_0} \quad (11)$$

**Table 1:** Typical values of maximum building slope and settlement for damage risk assessment (Rankin, 1988)

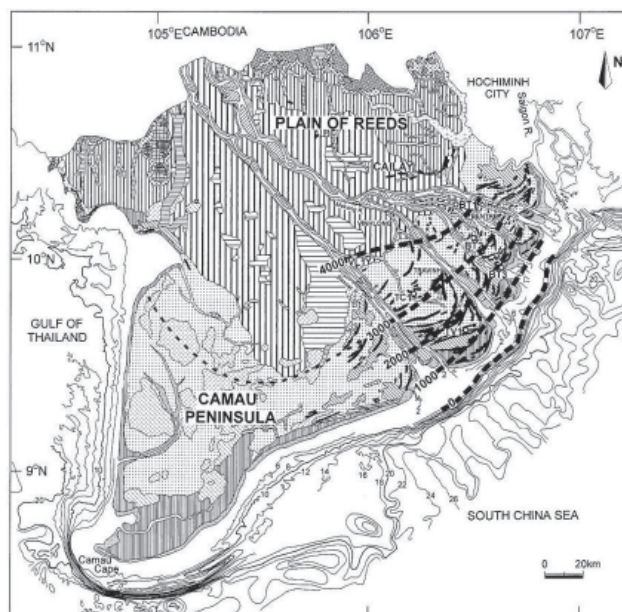
Risk Category	Maximum slope of building	t	Description of risk
1	Less than 1/500	Less than 10	Negligible; superficial damage unlikely
2	1/500 - 1/200	10-50	Slight; possible superficial damage which is unlikely to have structural significance
3	1/200 - 1/50	50-75	Moderate; expected superficial damage and possible structural damage to buildings, possible damage to relatively rigid pipelines
4	Greater than 1/50	Greater than 75	High; expected structural damage to buildings. Expected damage to rigid pipelines, possible damage to other pipelines

When assessing the effect of pipejacking on nearby existing buildings, two parameters that engineers often consider are the settlement and the building slope. Table 1 shows the classification of risk damage assessment proposed by Rankin (1988). There are four categories of damage levels based on the maximum settlement and the slope of the building. In this study, the maximum settlement of 10 mm and the maximum slope of 1/500 of the building is used to evaluate the affected level of pipejacking on existing structures.

### 3. ESTIMATE OF INFLUENCE ZONES INDUCED BY PIPEJACKING IN MEKONG DELTA SOFT SOIL CONDITIONS

The Mekong Delta area is formed from Pleistocene and Holocene deposits. The deposits compose clayey soils in very stiff or stiff state

and the upper part was hardened with laterite. Holocene deposits include alluvial deposits distributed along Tien Giang and Hau Giang rivers, with the thickness of 10 – 20 m. These deposits comprise bluish grey, yellowish grey sand, silt, clay and medium sand. The late Holocene deposits appear in some small areas with the thickness of 1 to 7 m. In addition, alluvial-marsh disseminated in the low-lying Hau Giang river’s land strip contains brownish grey, dark-grey clay silt bearing organic matters, sometimes peat. Thus, the stratigraphy of the Mekong Delta area involves the upper part of soft soil Holocene with different origins and the thickness of 20 m or up to 30 m – 40 m in some areas and the lower part was Pleistocene sediment with composition of stiff-very stiff clay (Nu, N. T., & Son, B. T., 2021). Figure 3 shows the distribution of Holocene deposits in Mekong Delta area.



**Figure 3.** Geomorphology and Late Holocene evolution of the Mekong delta (Puchala, R., 2014).

Figure 4 shows a pipejacking work for pipeline D1500mm cross Nguyen Van Linh road, Binh Chanh district, Hochiminh city. In Hochiminh city, the pipeline alignment is often designed with the depth from 5 to 20m from the surface. Therefore, the tunnelling work with mTBMs is carried out in soft soil conditions.



**Figure 4.** Pipejacking a pipeline D1500mm cross Nguyen Van Linh road, Binh Chanh district, Hochiminh city (Baogiaothong, 2018)

**Table 2.** Soil parameters in a pipejacking project in Water Supply Project in Hochiminh city (Package CW1- 2400mm diameter treated water transmission pipeline from Binh Thai south crossing to junction of Dien Bien Phu street and Nguyen Binh Khiem street)

Layer		F	1	2	3
Symbol		Fill	MH-CV	CI-CL	S-SM
Bulk density	$\gamma_w$ (kN/m <sup>3</sup> )	18	15	19	18
Dry Density	$\gamma_d$ (kN/m <sup>3</sup> )	15	9	15	15
Effective cohesion	$c'$ (kPa)	0	1	2	2
Effective friction angle	$\Phi'$ (degree)	30	27	33	22+ 0.26*x
Undrain shear strength	$C_u$ (kPa)	-	3+ 1.2*z	13+ 5.3*z	-
Undrained deformation modulus	$E_u$ (MPa)		2	10	
Drained deformation modulus	$E'$ (MPa)	9	1.7	9	15

The scope of influenced zone is estimated when the surface settlement reaches the allowable settlement  $u_{\max} = 10$  mm and allowable slope  $\omega_{\max} = 1/500$  corresponding with the risk category 1 in Table 1.

The relation between the maximum allowable settlement  $u_{\max}$  and the horizontal distance to the tunnel centre line  $x$  is given by:

$$u_{\max} = S_{v,\max} \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{V_L D^2}{4i} \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right) \quad (12)$$

The distance  $x$  from the building to tunnel axis corresponding with settlement  $u_{\max}$  is:

$$x = \sqrt{-2i^2 \ln\left(\frac{u_{\max}}{S_{v,\max}}\right)} = \sqrt{-2i^2 \ln\left(\frac{u_{\max} i 4\sqrt{2}}{V_L D^2 \sqrt{\pi}}\right)} \quad (13)$$

The soil parameters shown in Table 2 in this calculation are based on a Geological Survey report of a pipejacking in Water Supply Project in Hochiminh city (Package CW1- 2400mm diameter treated water transmission pipeline from Binh Thai south crossing to junction of Dien Bien Phu street and Nguyen Binh Khiem street).

When pipejacking closed to existing structures, it is necessary to determine the extent to which the building is influenced by the pipeline. In this study, the theoretical influence zone is presented as the distance from the tunnel axis to the surface building (see in Figure 5).

Besides the settlement, another necessary risk assessment for nearby buildings when pipejacking is the slope. The slope angle can be estimated as the first derivative of the settlement trough as follows:

$$\begin{aligned} \omega \approx \tan \omega &= S'_v = \frac{S_{v,\max}}{i^2} x \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right) \quad (14) \\ &= \sqrt{\frac{\pi}{2}} \frac{V_L D^2}{4i^3} x \exp\left(\frac{-x^2}{2i^2}\right) \end{aligned}$$

Figure 5 presents a model for identifying the influence zone induced by pipejacking with nearby existing buildings on the surface. In this model, the settlement is calculated at the location of the assessing building. Equations 1, 4, 5 and 13 are applied for determining the settlement.

Equations 1 and 14 are applied for determining the slope angle of the building. According to Vu et al. (2015), the influence zones of slope angle can be neglected when pipejacking, in this study, influence zones of settlement are taken into account.

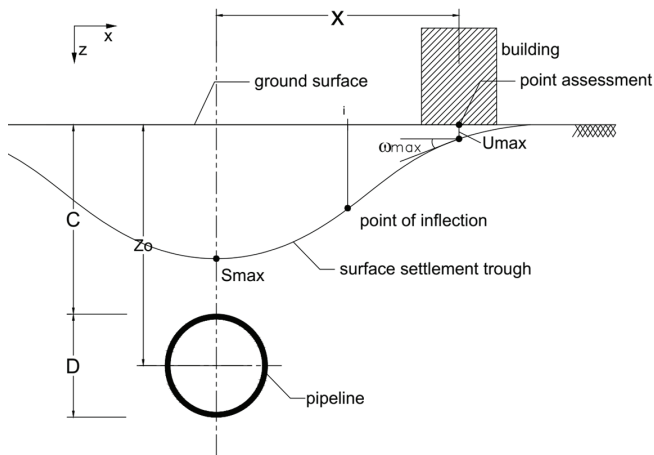


Figure 5. Surface settlement and effects on existing surface building when pipejacking

Figure 6 shows influence zones when pipejacking in cohesive soils with various of C/D ratios and x/D ratios for pipeline diameters of 2, 3, 4, 5 m. It can be seen in this figure that influence zones corresponding with D = 2 and 3 m are disappeared. This means that settlements induced by pipejacking with pipeline diameter D = 2 and 3 m in cohesive soils are always smaller than  $u_{max} = 10$  mm. Meanwhile, the influence zones corresponding with D = 4 and 5 m clearly

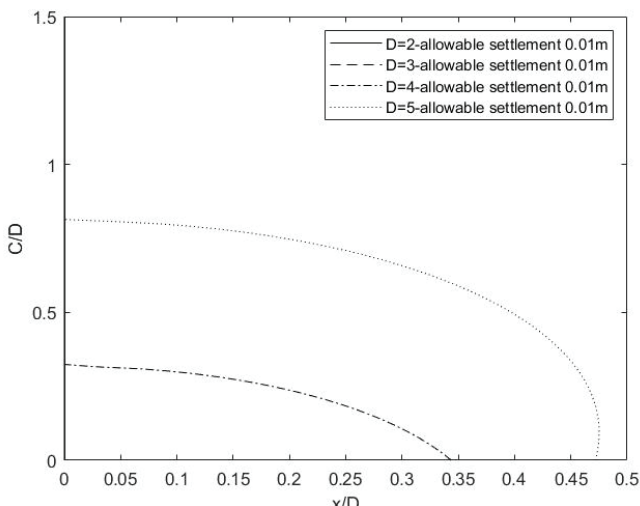


Figure 6. Influence zones when pipejacking in cohesive soils

appear in this figure. Area outside the line corresponds with settlement larger than 10 mm.

Figure 7 shows influence zones when pipejacking in granular soils with pipeline diameters D = 2, 3, 4 and 5 m with different C/D and x/D ratios in granular soils. In the case of D = 2 and 3 m, influence zones appear. The influence zones are larger when pipejacking with a larger pipeline diameter. In comparing with the case of pipejacking in cohesive soils, influence zones induced when pipejacking in granular soils are larger.

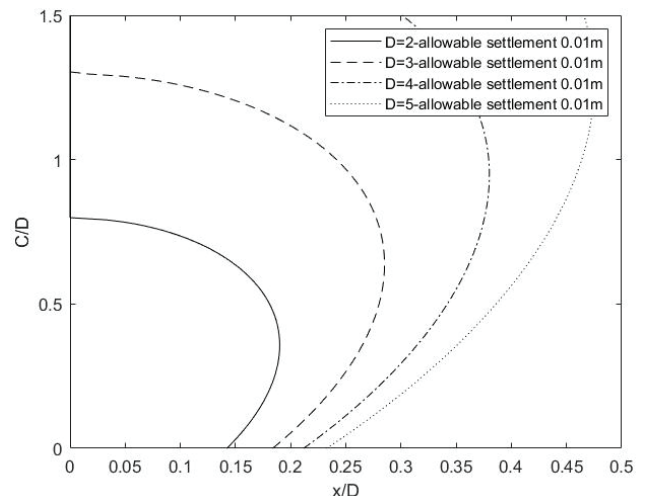


Figure 7. Influence zones when pipejacking in granular soils

Figure 8 shows a model for assessing the impact of pipejacking on nearby deep foundations or pile foundation. In this model, the settlement is calculated at the tip of the pile/foundation. Equations 1, 9, 10, and 13 are applied for determining the settlement.

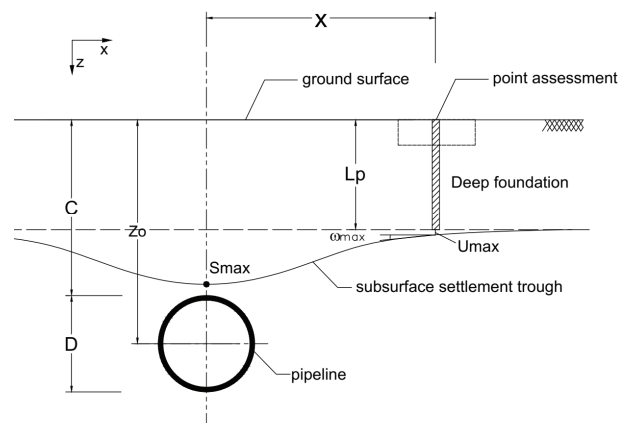
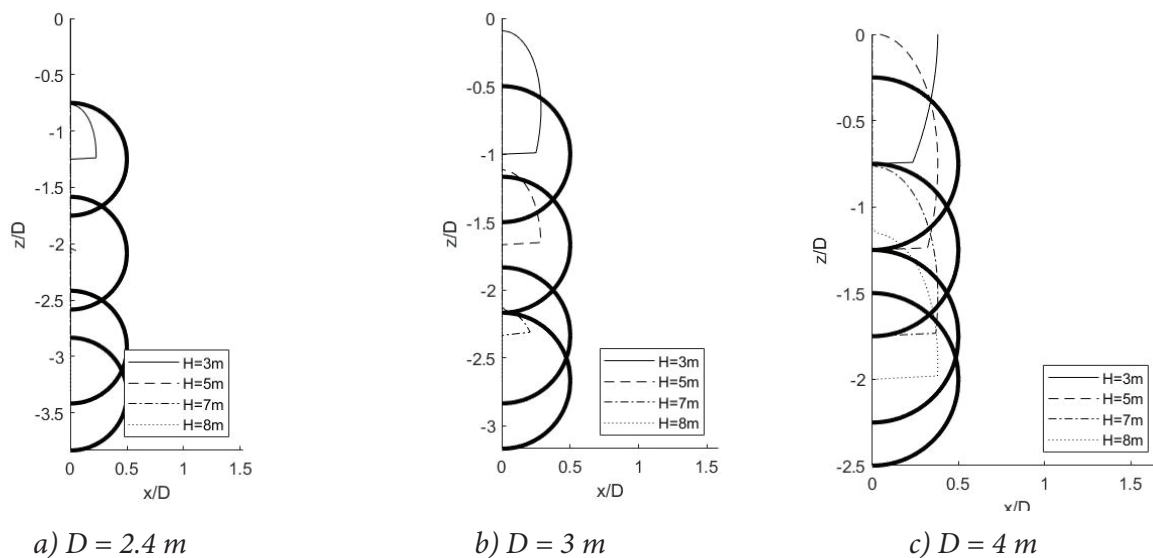


Figure 8. Subsurface settlement induced by pipejacking and effects on nearby deep foundations



**Figure 9.** The scope of influence zones when pipejacking with pipeline diameters  $D=2.4$  m, 3 m, 4 m at various depths

Figure 9 shows the influence zones induced by pipejacking at different depths  $H = 3, 5, 7$  and  $8$  m with various pipeline diameters of  $2.4, 3$  and  $4$  m. The lines in these figures show locations that soil displacements equal  $10$  mm. The inside zones correspond with soil displacements larger than  $10$  mm and the outside zones correspond with soil displacements smaller than  $10$  mm. Figure 9 shows that the scope of influence zones is larger when pipejacking with a larger pipeline diameter. It is also seen that impacts of pipejacking on nearby existing foundations are higher when the work is carried out near the surface.

It can be seen in Figure 9a that in the case of the pipeline diameter  $2.4$  m the influence zone only appears with a small scope when pipejacking at the depth of the pipeline  $H = 4$  m. The scope of influence zone is larger when pipejacking at the depth  $H = 3$  m in this case. It means that with the depths  $H$  larger than  $4$  m, effects of the pipejacking might be neglected in the case of pipeline diameter of  $2.4$  m.

When pipejacking with larger pipeline diameters of  $3$  and  $4$  m as can be seen in Figures 9b and 9c, influence zones are clearer. In the case of the pipeline diameter of  $3$  m as can be seen in Figure 9b, influence zone disappears when the

pipeline is at the depth  $H$  of  $8$  m. Meanwhile, when pipejacking the pipeline diameter of  $4$  m as can be seen in Figure 9c, the influence zone occurs at all depths  $H$  of  $3, 5, 7$  and  $8$  m. Therefore, it can be concluded that the scope of influence zones is larger when pipejacking with a larger pipeline diameter.

#### 4. CONCLUSIONS

Pipejacking recently has been popular in underground pipeline construction with small diameters ranging from  $500$  to  $5000$  mm such as drainage pipelines and gas pipelines in Mekong Delta areas, for example, the Water Supply Project in Hochiminh city. When pipejacking in urban areas, the construction might create impacts not only on surface buildings but also on surrounding foundations. This paper presents an investigation on estimating influence zones when pipejacking in Mekong Delta areas. The scope of influence zone induced by pipejacking on surface buildings is derived. The study results shows that the scope of influence zones is larger when pipejacking with a larger pipeline diameter. It is concluded that impacts of pipejacking on nearby existing foundations are higher when the pipejacking work is carried out with shallow depths.

## 5. REFERENCES

- [1] Baogiaothong. <https://www.baogiaothong.vn/tphcm-khoan-kich-ngam-280m-duong-cong-nguyen-van-linh-d251206.html>, 2018.
- [2] Barbera, L., Iseley, T., & Tanwani, R. Historical Development of Trenchless Construction Methods and Equipment in the United States. Proc. Trenchless Technology: An Advanced Technical Seminar for Trenchless Pipeline Rehabilitation, Horizontal Directional Drilling and Microtunneling, Vicksburg MS, 139–160, 1993.
- [3] Boscardin, M. D., Cording, E. J.. Building response to excavation induced settlement. *Journal of Geotechnical Engineering* 115 (1), 1–21, 1989.
- [4] Cording, E. J. and Hansmire, W. H. Displacements Around Soft Ground Tunnels, General Report, Session 4, 5th Pan American Congress on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Buenos Aires, Vol. 4, pp. 571-633, November, 1975.
- [5] Maidl, B. Mechanised shield tunnelling. Wilhelm Ernst & Sohn, 2012.
- [6] Mair, R. and Taylor, R. Theme lecture: Bored tunnelling in the urban environment. of XIV ICSMFE [131], pages 2353–2385, 1999.
- [7] Mair, R., Taylor, R., Bracegirdle, A.. Subsurface settlement profiles above tunnels in clays. *Geotechnique* 43 (2), 1993.
- [8] Mair, R., Taylor, R., Burland, J. Prediction of ground movements and assessment of risk of building damage due to bored tunnelling. In: Fourth International Symposium of International Conference of Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground. AA Balkema, pp. 713–718, 1996.
- [9] Nu, N. T., & Son, B. T. Study on Soft Ground Structure in The Mekong Delta Coastal Province, Viet Nam for Embankment Construction. *Journal of Applied Science and Engineering*, 24(3), 307-314, 2021.
- [10] O'Reilly, M., New, B. Settlements above tunnels in the United Kingdom-their magnitude and prediction. Tech. rep. Peck, R. B., 1969. Deep excavations and tunnelling in soft ground. In: Proc. 7th Int. Conf. on SMFE. pp. 225–290, 1982.
- [11] Peck, R. B. Deep excavations and tunnelling in soft ground. In: Proc. 7th Int. Conf. on SMFE. pp. 225–290, 1969.
- [12] Puchała, R.. Morphology and origin of modern seabed features in the central basin of the Gulf of Thailand, Doctoral dissertation, 2014.
- [13] Rankin, W.. Ground movements resulting from urban tunnelling: predictions and effects. Geological Society, London, Engineering Geology Special Publications 5 (1), 79–92, 1988.
- [14] Sterling, R.L., 2020. Developments and research directions in pipe jacking and microtunneling. *Underground Space*, 5(1), pp.1-19.
- [15] Vu, M.N., Broere, W. and Bosch, J. Effects of cover depth on ground movements induced by shallow tunnelling. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 50, pp.499-506, 2015.



# **HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ: PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG - INTERNATIONAL CONFERENCE ON SUSTAINABLE CONSTRUCTION DEVELOPMENT IN THE CONTEXT OF CLIMATE CHANGE IN THE MEKONG DELTA (SCD2021)**

*Bộ Xây Dựng; Trường đại học Xây dựng Miền Tây; Trường đại học Xây dựng; Trường đại học Bách Khoa – ĐHQG TP. Hồ Chí Minh; Hội Địa chất Công trình và Môi trường Việt Nam; Hội Kết cấu và công nghệ xây dựng Việt Nam; Hội Bê tông Việt Nam*

## **NHÀ XUẤT BẢN XÂY DỰNG**

37 LÊ ĐẠI HÀNH – QUẬN HAI BÀ TRƯNG – HÀ NỘI

Điện thoại: 024.37265180 Fax: 024.39785233

Website: [Nxbxaydung.com.vn](http://Nxbxaydung.com.vn)

Email: [sachdientu@nxbxaydung.com.vn](mailto:sachdientu@nxbxaydung.com.vn)

## **Văn phòng Đại diện tại Thành phố Hồ Chí Minh**

Địa chỉ: Lầu 4 tòa nhà văn phòng 159 Điện Biên Phủ, P. 15, Q. Bình Thạnh, TP. Hồ Chí Minh

Điện thoại: 028.22417279

## **Chịu trách nhiệm phát hành xuất bản phẩm điện tử:**

Giám đốc – Tổng Biên tập:

NGÔ ĐỨC VINH

## **Chịu trách nhiệm nội dung:**

Giám đốc - Tổng Biên tập: NGÔ ĐỨC VINH

Biên tập viên: LÊ HỒNG THÁI

Chế bản: NGUYỄN HỮU LONG

Thiết kế bìa: VŨ THỊ BÌNH MINH

---

Xuất bản phẩm điện tử được đăng tải tại địa chỉ Website của Nhà xuất bản xây dựng: [Nxbxaydung.com.vn](http://Nxbxaydung.com.vn).

Định dạng: PDF

Dung lượng: 58 (MB).

Số xác nhận ĐKXB: 3538-2021-CXBIPH/01-340/XD cấp ngày 11 tháng 10 năm 2021.

Mã ISBN: 978-604-82-5956-3

QĐXB số: 1252-2021/QĐ-XBSĐT-NXBXD ngày 13 tháng 10 năm 2021.

QĐPH số: 1252-2021/QĐ-PHSĐT-NXBXD ngày 15 tháng 10 năm 2021.

# HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC TẾ PHÁT TRIỂN XÂY DỰNG BỀN VỮNG TRONG ĐIỀU KIỆN BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU KHU VỰC ĐỒNG BẰNG SÔNG CỬU LONG

International Conference on sustainable  
construction development  
in the context of climate change  
in the Mekong Delta (SCD2021)



**MTU**  
Ministry of Construction  
Mien Tay Construction University



ISBN: 978-604-82-5956-3



9 786048 259563