

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN - CỤC ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN VIỆT NAM



ĐỊA CHẤT VÀ TÀI NGUYÊN VIỆT NAM

TUYỂN TẬP BÁO CÁO KHOA HỌC
HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
KỶ NIỆM 80 NĂM
NGÀNH ĐỊA CHẤT VIỆT NAM
(1945-2025)



NHÀ XUẤT BẢN TRI THỨC

ĐỊA CHẤT VÀ
TÀI NGUYÊN VIỆT NAM

TUYỂN TẬP BÁO CÁO KHOA HỌC HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
KỶ NIỆM 80 NĂM NGÀNH ĐỊA CHẤT VIỆT NAM (1945-2025)



ISBN: 978-632-621-853-4



SÁCH KHÔNG BÁN

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG
VIỆN KHOA HỌC ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN - CỤC ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN VIỆT NAM

ĐỊA CHẤT VÀ TÀI NGUYÊN VIỆT NAM
TUYỂN TẬP BÁO CÁO KHOA HỌC
HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
KỶ NIỆM 80 NĂM NGÀNH ĐỊA CHẤT
VIỆT NAM (1945-2025)

NHÀ XUẤT BẢN TRI THỨC
HÀ NỘI - 2025

MỤC LỤC

Chuyên đề ĐỊA CHẤT KHU VỰC, CỔ SINH - ĐỊA TẦNG

CÔNG TÁC ĐIỀU TRA CƠ BẢN ĐỊA CHẤT, ĐIỀU TRA ĐỊA CHẤT VỀ
KHOÁNG SẢN TRONG THỜI KỲ MỚI.....3

*BASIC GEOLOGICAL SURVEY AND GEOLOGICAL SURVEY OF MINERAL
RESOURCES IN THE NEW ERA*

*Vũ Mạnh Hào, Trần Bình Trọng, Trần Mỹ Dũng, Nguyễn Bá Minh,
Trần Văn Miến, Nguyễn Đắc Đồng*

TÀI LIỆU MỚI VỀ MỘT SỐ ĐÚT GẦY CHÍNH KHU VỰC ĐÔNG BẮC BỘ.....16

NEW DOCUMENTS ON SOME MAJOR FAULTS IN THE NORTHEAST REGION

Vũ Xuân Lực, Nguyễn Công Thuận, Nguyễn Văn Biên, Đinh Mạnh Hà

PHÁT HIỆN GIỐNG EQUISETIES (SPHENOPHYTA) KÍCH THƯỚC LỚN
TRONG HỆ TẦNG MUỒNG VỌ TUỔI NORI - RETI CỦA VIỆT NAM 40

*DISCOVERY OF LARGE SIZE EQUISETIES (SPHENOPHYTA) IN THE NORI - RETI
AGE MUONG VO FORMAT OF VIETNAM*

Nguyễn Công Thuận, Nguyễn Công Bảo

PHÁT HIỆN TẦNG ĐÁ VÔI PHÂN DẢI Ở KHU VỰC QUỲ HỢP, TỈNH NGHỆ
AN, Ý NGHĨA ĐỊA TẦNG VÀ GIÁ TRỊ KHOÁNG SẢN CỦA CHÚNG 50

*IDENTIFICATION OF BANDED LIMESTONE HORIZONS IN THE QUY HOP AREA,
NGHỆ AN PROVINCE: STRATIGRAPHIC SIGNIFICANCE AND MINERAL
RESOURCE POTENTIAL*

Hồ Hải Anh, Nguyễn Bá Minh

ĐỊA CHẤT TẠI BÌNH THUẬN: CƠ SỞ GIÁ TRỊ VÀ GIẢI PHÁP PHÁT TRIỂN
BỀN VỮNG 61

*GEOLOGY OF BINH THUAN: VALUE FOUNDATIONS AND PATHWAYS TO
SUSTAINABLE DEVELOPMENT*

Huỳnh Tấn Tuấn

CÁC THÀNH TẠO MAGMA KIỂU S GIAI ĐOẠN ORDOVIC MUỖN - SILURIA RÌA
BẮC ĐỊA KHỐI KON TUM VÀ Ý NGHĨA KIẾN TẠO KHU VỰC 74

*LATE ORDOVICIAN-SILURIAN S-TYPE MAGMATISM IN THE NORTHERN
MARGIN OF THE KON TUM MASSIF AND ITS REGIONAL TECTONIC
IMPLICATIONS*

Nguyễn Quốc Hưng, Ngô Thị Kim Chi, Bùi Vinh Hậu, Bùi Thị Thu Hiền

KHOÁNG SẢN ĐỘC HẠI: HIỆN TRẠNG VÀ MỘT SỐ KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU MỚI Ở VIỆT NAM HIỆN NAY.....397

HAZARDOUS MINERALS: CURRENT STATUS AND RECENT RESEARCH FINDINGS IN VIETNAM

Nguyễn Thái Sơn, Trịnh Đình Huân, La Hồng Giang, Lê Văn Đạt, Đinh Hải Anh, Phan Hoàng Giang

ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ ẢNH HƯỞNG MÔI TRƯỜNG TRÊN CƠ SỞ NGHIÊN CỨU ĐỊA HÓA ĐẤT VÀ VỎ PHONG HÓA KHU VỰC HÀM YÊN-BA BÈ.....407

GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF SOIL AND WEATHERING CRUST, RELATIONSHIP WITH MINERALS IN HAM YEN-BA BE AREA

Vũ Xuân Lực, Nguyễn Văn Niệm, Nguyễn Khắc Giảng, Nguyễn Thị Thục Anh, Trần Văn Thành, Đỗ Đức Nguyên

ỨNG DỤNG GIS VÀ MỘT SỐ THUẬT TOÁN TRÍ TUỆ NHÂN TẠO TRONG PHÂN VÙNG NGUY CƠ TRƯỢT LỞ ĐẤT ĐÁ KHU VỰC THÀNH PHỐ HÀ LONG, TỈNH QUẢNG NINH.....428

APPLICATION OF GIS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE ALGORITHMS IN LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY ZONATION IN HA LONG CITY, QUANG NINH PROVINCE

Phương Mạnh Toàn, Saro Lee, Nguyễn Đức Hà, Nguyễn Hoàng Ninh, Vũ Tiến Thành, Đào Trung Hoàn, Hoàng Thành Đạt

DỰ BÁO QUÁ TRÌNH LAN TRUYỀN CỦA NƯỚC THẢI TỪ CỤM CÔNG NGHIỆP ĐỒNG SÓC TRÊN SÔNG PHAN.....441

FORECASTING THE DISPERSION PROCESS OF WASTEWATER FROM DONG SOC INDUSTRIAL CLUSTER ON THE PHAN RIVER

Trần Anh Quân, Ngô Xuân Đắc

ẢNH HƯỞNG CỦA BIẾN ĐỔI KHÍ HẬU ĐỐI VỚI ĐÓNG CỬA MỎ KHOÁNG SẢN.....457

IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON MINE CLOSURE

Nguyễn Văn Luyện, Đoàn Thị Ngọc Huyền, Nguyễn Thị Thu Thủy, Hoàng Cao Phương, Quách Đức Tín

ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT TUYẾN ĐÊ TỈNH NINH BÌNH VÀ TAI BIẾN ĐỊA CHẤT LIÊN QUAN 464

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE DIKE SYSTEM IN NINH BINH PROVINCE AND RELATED GEO-HAZARDS

Tô Xuân Bản

ĐẶC ĐIỂM ĐỊA HÓA MÔI TRƯỜNG BIỂN BẮC ĐẢO CÔ TÔ - THANH LÂN TRÊN CƠ SỞ PHÂN TÍCH ĐỘ HẠT VÀ MỘT SỐ KIM LOẠI NẶNG TRONG TRẦM TÍCH TẦNG MẶT (TỪ 0-5CM) 487

TIỀM NĂNG DI SẢN, HIỆN TRẠNG BẢO TỒN VÀ KHAI THÁC DI SẢN Ở KHU
BẢO TỒN THIÊN NHIÊN ĐẤT NGẬP NƯỚC VÂN LONG 715

*HERITAGE POTENTIAL, CURRENT STATUS OF CONSERVATION AND
DEVELOPMENT IN VAN LONG WETLAND NATURE RESERVE*

*La Thế Phúc, Nguyễn Khắc Sửu, Nguyễn Ngọc Trường, Lương Thị Tuất,
Đinh Việt Khôi*

TÀI NGUYÊN HANG ĐỘNG KARST TỈNH HÒA BÌNH 737

KARSTIC CAVE RESOURCES OF HOA BINH PROVINCE

Tô Xuân Bản

Chuyên đề

KHAI THÁC, CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN, KINH TẾ ĐỊA CHẤT

NGHIÊN CỨU CÁC NHÂN TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN QUYẾT ĐỊNH CHỌN
NGÀNH NGHỀ ĐỊA CHẤT CỦA GIỚI TRẺ HIỆN NAY 757

*FACTORS AFFECTING THE DECISION TO CHOOSE THE GEOLOGY MAJOR OF
YOUNG PEOPLE'S*

Nguyễn Văn Vũ, Hoàng Thuý Quỳnh

VỀ CHỈ TIÊU TÍNH TRỮ LƯỢNG KHOÁNG SẢN VIỆT NAM, THỰC TRẠNG
VÀ GIẢI PHÁP 769

*ON CRITERIA FOR MINERAL RESERVE ESTIMATION IN VIETNAM, CURRENT
STATUS AND SOLUTIONS*

Phạm Thị Thanh

TÀI NGUYÊN TRỮ LƯỢNG QUẶNG BAUXIT MIỀN NAM VIỆT NAM VÀ
ĐỊNH HƯỚNG KHAI THÁC HỢP LÝ THEO MÔ HÌNH PHÁT TRIỂN KINH TẾ
TUẦN HOÀN 779

*BAUXITE RESOURCES AND RESERVES IN SOUTHERN VIETNAM AND
ORIENTATIONS FOR RATIONAL MINING BASED ON THE CIRCULAR ECONOMY
MODEL*

*Dương Ngọc Tình, Lê Thành Huy, Nguyễn Mạnh Hải, Nguyễn Thị Mơ,
Nguyễn Thanh Thảo*

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH KINH TẾ TUẦN HOÀN TRONG QUẢN LÝ ĐẤT ĐÁ
THẢI TẠI MỎ KHOÁNG SẢN KIM LOẠI - HƯỚNG TIẾP CẬN MỚI CHO
NGÀNH KHAI KHOÁNG VIỆT NAM..... 794

*ASSESSMENT OF HYDRODYNAMIC EVOLUTION AND EROSION- DEPOSITION
DUE TO MINERAL EXTRACTION AT YEN PHONG SAND MINE IN MA RIVER*

Phạm Thị Thanh

ĐẶC ĐIỂM CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT TUYẾN ĐÊ TỈNH NINH BÌNH VÀ TAI BIẾN ĐỊA CHẤT LIÊN QUAN

Tô Xuân Bản¹

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

toxuanban@humg.edu.vn

Tóm tắt

Tỉnh Ninh Bình (hành chính trước ngày sát nhập 01/7/2025) có mạng lưới sông ngòi dày đặc, gồm hệ thống sông Đáy, sông Hoàng Long, sông Bôi, sông Ân, sông Vạc, sông Lạng, sông Vân, với tổng chiều dài 496km, phân bố gắn liền với các hệ thống sông Đáy, sông Hoàng Long, Sông Vạc. Các sông thường chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam để đổ ra biển Đông. Hệ thống sông ngòi chằng chịt đan xen với chế độ thủy lực phức tạp bao gồm tổ hợp của các dạng lũ lớn: lũ sông Hoàng Long từ Hoà Bình đổ về, lũ nội địa sông Đáy, lũ sông Hồng qua sông Đào Ninh Bình chuyển sang và nước biển dâng khi triều cường gặp bão lớn. Ninh Bình đã được đầu tư xây dựng các loại hình công trình phòng, chống lụt, bão như: hồ chứa, công trình tràn, phân chập lũ, đê sông, đê biển. Các hệ thống đê trên địa bàn tỉnh Ninh Bình gồm hệ thống đê cấp II Sông Đáy, đê cấp III sông Hoàng Long, đê biển cấp III Bình Minh II, các đê cấp IV, cấp V. Các tuyến đê được đắp và tu sửa nâng cấp vào các thời gian khác nhau. Các tuyến đê đều nằm trên vùng đồng bằng Kainozoi, phần trên cùng là các trầm tích Đệ tứ. Tai biến địa chất trên các tuyến đê sông và đê biển có nguyên nhân liên quan với đặc điểm cấu trúc địa chất nền đê; đặc điểm thành phần vật liệu trong thân đê; đặc điểm dòng chảy; các yếu tố chống đỡ bảo đảm an toàn cho đê như chiều cao mặt đê, đặc điểm các cơ đê, hàng cây bảo vệ; các yếu tố làm mất an toàn tuyến đê như các công trình xây dựng, các công trình khai thác đá làm vật liệu xây dựng trong và ngoài đê. Các kết quả khảo sát địa chất, địa chất công trình- địa chất thủy văn kết hợp các tài liệu đo địa vật lý và tài liệu lỗ khoan đã phân chia các tai biến địa chất tiềm ẩn liên quan đến các tuyến đê (bao gồm lún nứt thân đê, sạt lở mái dốc thân đê, thấm rỉ qua thân đê và thấm qua nền đê) và phân cấp các mức nguy cơ tai biến từ rất thấp đến tai biến trung bình đến cao.

Từ khóa: Tai biến địa chất, đê sông, Ninh Bình.

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE DIKE SYSTEM IN NINH BINH PROVINCE AND RELATED GEO-HAZARDS

To Xuan Ban¹

¹Hanoi University of Mining and Geology

toxuanban@humg.edu.vn

Abstract

Before the provincial administrative merger on 1st July 2025, Ninh Binh province had a dense river network with a total length of 496 km, including the Day, Hoang Long, Boi, An, Vac,

Lang, and Van rivers. Most rivers flow northwest-southeast and drain into the East Sea. The river system creates a complex flood regime, combining floods from the Hoang Long River (originating in Hoa Binh), inland floods of the Day River, Red River floods diverted through the Ninh Binh Canal, and storm surges caused by high tides and typhoons. To cope with floods and storms, Ninh Binh has built reservoirs, spillways, flood diversion areas, and river and sea dikes. The dike system includes II-grade Day River dikes, III-grade Hoang Long River dikes, the III-grade Binh Minh and II-grade sea dike, and several IV-V- grade dikes. These have been constructed and upgraded at different times on Quaternary sediments of the Cenozoic plain. Geological hazards along the dikes are linked to the foundation structure, dike materials, river flow, dike slopes, vegetation belts, and human activities such as construction and quarrying. Surveys and borehole data show potential risks including settlement, cracking, slope failure, and seepage through the dike body and foundation, with geohazard levels ranging from very low to high.

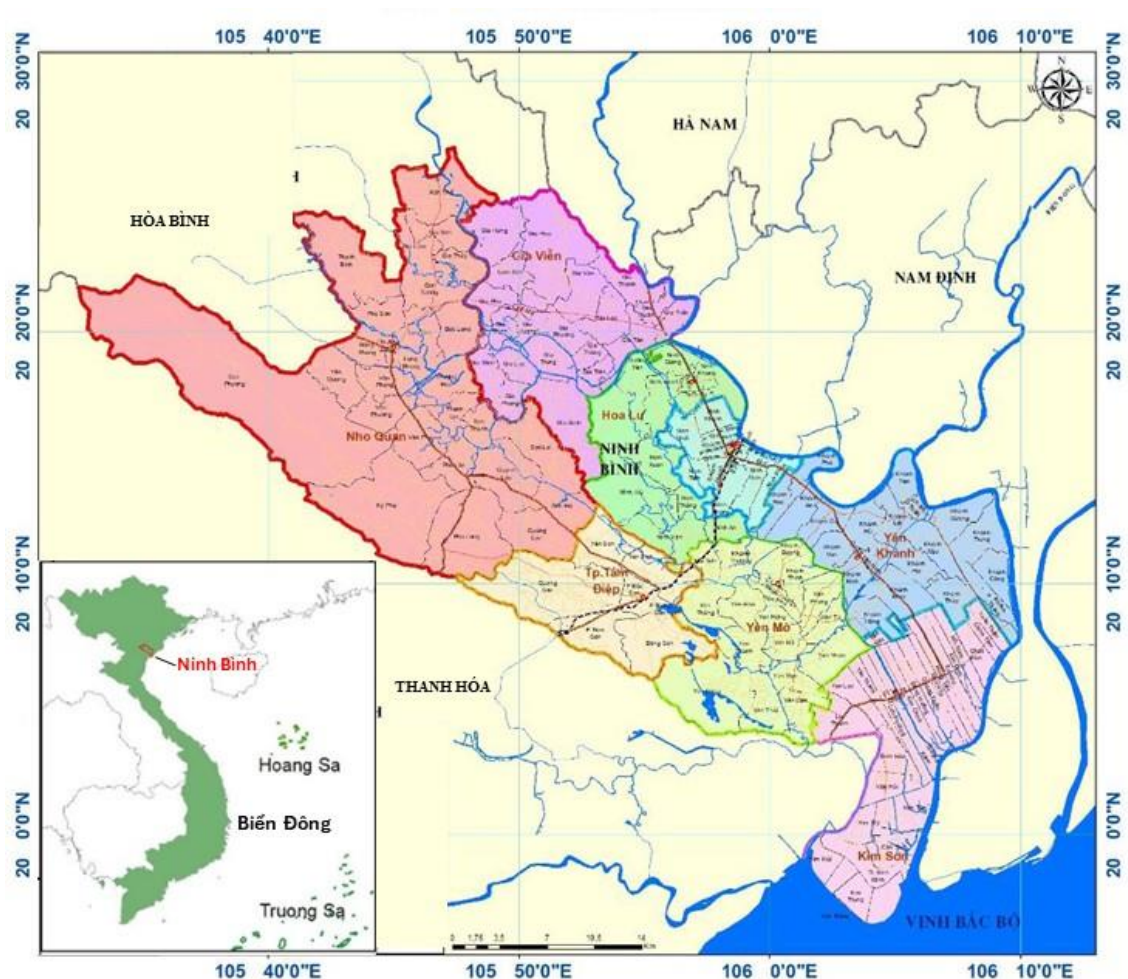
Keywords: Geo-hazards, dikes, Ninh Binh.

1. Mở đầu

Tỉnh Ninh Bình đề cập ở đây là thông suốt trong bài báo này là tỉnh Ninh Bình trước ngày 01/7/2025 (thời điểm sát nhập tỉnh Ninh Bình, Hà Nam và Nam Định thành một tỉnh cũng có tên gọi là Ninh Bình). Ninh Bình nằm ở cực nam của đồng bằng Bắc Bộ, chuyển tiếp với khu vực miền Bắc Trung Bộ, có vị trí chuyển tiếp từ Bắc Bộ sang Trung Bộ, phía Bắc giáp tỉnh Hoà Bình và Hà Nam, phía Tây- Tây Nam giáp tỉnh Thanh Hoá, phía Đông giáp tỉnh Nam Định, phía Đông nam giáp vịnh Bắc Bộ với trên 18km chiều dài bờ biển (Hình 1). Tỉnh có đặc điểm địa hình phong phú và đa dạng bởi các dãy núi nằm ở phía tây, vùng đồng bằng màu mỡ và đường bờ ven biển nằm ở phía nam. Ninh Bình có mạng lưới sông ngòi dày đặc, gồm hệ thống sông Đáy, sông Hoàng Long, sông Bôi, sông Ân, sông Vạc, sông Lạng, sông Vân, với tổng chiều dài 496km, phân bố gắn liền với các hệ thống sông Đáy, sông Hoàng Long, Sông Vạc. Mật độ sông suối bình quân 0,5km/km², các sông thường chảy theo hướng Tây Bắc - Đông Nam để đổ ra biển Đông.

Hệ thống sông ngòi của tỉnh chằng chịt đan xen với chế độ thủy lực phức tạp bao gồm tổ hợp của các dạng lũ lớn: lũ sông Hoàng Long từ Hoà Bình đổ về, lũ nội địa sông Đáy, lũ sông Hồng qua sông Đào Ninh Bình chuyển sang và nước biển dâng khi triều cường gặp bão lớn. Với những đặc điểm nêu trên Ninh Bình đã được đầu tư xây dựng các loại hình công trình phòng, chống lụt, bão như: hồ chứa, công trình tràn, phân chậm lũ, đê sông, đê biển. Các tuyến đê được hình thành, củng cố tu bổ qua nhiều giai đoạn ở các thời kỳ khác nhau.

Ninh Bình có tổng chiều dài các tuyến đê là 424.509km, trong đó đê sông là 376.459km, đê biển 48.050km, gồm có 01 tuyến đê cấp II, 8 tuyến đê cấp III, 5 tuyến đê cấp IV và 20 tuyến đê cấp V. (Bộ NN&PTNT, 2012) (Bảng 1). Các tuyến đê được hình thành và tu bổ qua nhiều giai đoạn ở các thời kỳ khác nhau.



Hình 1. Bản đồ hành chính tỉnh Ninh Bình (trước ngày 01/7/2025) (UBND tỉnh Ninh Bình, 2023)

Bảng 1. Tổng hợp phân loại hệ thống đê trên địa bàn tỉnh Ninh Bình

TT	Cấp đê	Tổng số chiều dài (km)	Trong đó (km)	
			Đê sông	Đê biển
1	Đê cấp II	71,204	71,204	
2	Đê cấp III	104,354	79,155	25,20
3	Đê cấp IV	79,680		
4	Đê cấp V	169,271	153,271	15,00
Tổng		424,509	376,459	48,050

(nguồn: Bộ NN&PTNT, 2012)

Hệ thống đê điều của tỉnh Ninh Bình có thể khái quát tại Bảng 2.

Bảng 2. Hệ thống các tuyến đê trên địa bàn tỉnh Ninh Bình

TT	Tuyến đê	Chiều dài (km)	Điểm đầu tuyến và thông tin cao trình
I	TUYẾN ĐÊ SÔNG		
1	Các tuyến đê cấp II, cấp III		
1.1	Đê hữu Đáy (cấp II, III)	75,40	K0 tại cống Dịch Lộ, huyện Gia Viễn đến cửa cống Như Tân, huyện Kim Sơn
1.2	Đê Trường Yên (cấp III)	6,74	K0 tại Cầu Đen đến quốc lộ 1A, dưới đê có 04 cống và 01 tường kè đoạn từ K0+000 - K1+100. <i>Cao trình chống lũ:</i> Tuyến đê có cao trình mặt đê (+6,3) - (+6,50
1.3	Đê Tả Hoàng Long	23,99	(K0+000) điểm tiếp giáp với đê Đàm Cút đến cầu Gián Khẩu, dưới đê có 07 cống tiêu và lấy nước, 07 cống xả trạm bơm và có 02 kè
1.4	Đê Hữu Hoàng Long	19,40	K0+000 (<i>hồ Thường Xung</i>) đến Cầu Đen là tuyến đê cấp III. <i>Cao trình chống lũ:</i> Cao trình mặt đê từ (+6,5) - (+5,9
1.5	Đê Đàm Cút (cấp III)	14,00	K0+000 (cống Mai Phương) đến cống Dịch Lộ. <i>Cao trình chống lũ:</i> Cao trình mặt đê từ (+7,0) đến (+6,5
1.6	Tuyến đê tả Vạc (cấp III)	5,903	K22+000 (cầu Trì Chính) đến K27+903 (cửa Kim Đài). <i>Cao trình chống lũ:</i> Cao trình mặt đê từ (+4,00 đến (+4,2)
1.7	Tuyến đê Hữu Vạc (cấp III)	4,93	K22+000 (cầu Trì Chính) đến K26+931 (cửa Kim Đài). <i>Cao trình chống lũ:</i> Toàn tuyến hiện tại có cao trình (+4,0)
2	Các tuyến đê cấp IV		
2.1	Tuyến đê Đức Long - Gia Tường - Lạc Vân	11,80	Cao trình mặt đê (+6,3) đến (+6,1
2.2	Tuyến đê Năm Căn, tường kè Nho Quan	20,60	Tạo một vòng khép kín bảo vệ cho 5 xã: Yên Quang, Đồng Phong, Lạng Phong, Văn Phong, thị trấn Nho Quan và một phần xã Văn Phương, cao trình mặt đê (+6,5).
2.3	Tuyến đê tả Vạc:	22,00	K0+000 tại cầu Yên đến cầu Trì Chính. Cao trình mặt đê từ (+3,70) - (+ 4,0).
2.4	Tuyến đê Hữu Vạc	22,00	K0+000 tại cầu Yên đến cầu Trì Chính. Đoạn K3+300 - K22+000 cao trình mặt đê từ (+3,5) - (+3,2)
3	Các tuyến đê cấp V	169,27	sông Ghềnh (2,35km), Tả sông Trinh Nữ (6,0km), Hữu sông Trinh Nữ (7,3km), Tả Cầu Hội (4,88km), Hữu Cầu Hội (7,06km), Tả sông

TT	Tuyến đê	Chiều dài (km)	Điểm đầu tuyến và thông tin cao trình
			Mới (11,78km), Hữu sông Mới (8,98km), Tả sông Bút Đức Hậu (7,15km), Hữu sông Bút Đức Hậu (6,6km), Tả sông Hệ Dường (5,94km), Hữu sông Hệ Dường (4,26km), Tả sông Bến Đàng (5,01km), Hữu sông Bến Đàng (18,59km), Nam sông Rịa (8km), Bắc sông Rịa (3,9km), đê sông Bôi khu vực Xích Thổ - Gia Sơn- Gia Lâm (16,7km).
II	CÁC TUYẾN ĐÊ BIỂN		
1	Đê Bình Minh I (cấp IV):	7,85	
2	Đê Bình Minh II (cấp III):	25,20	Từ cống Như Tân đến cống Càn Cụt.
3	Đê Bình Minh III (cấp V):	15,00	Từ cống CT3 đến cống CT1
4	Đê Bình Minh IV		Đang được xây dựng

Các tai biến địa chất liên quan đến các tuyến đê

Tai biến địa chất là một khái niệm rất rộng rãi, bao gồm các hiện tượng tự nhiên phát sinh, phát triển tham gia tích cực vào quá trình biến đổi địa hình bề mặt thạch quyển và có ảnh hưởng trực tiếp đến đời sống của con người trên Trái đất.

Các tai biến địa chất có nguồn gốc nội sinh, ngoại sinh, nguồn gốc hỗn hợp do sự kết hợp các nguyên nhân nội sinh với các nguyên nhân ngoại sinh.

Hầu hết các hệ thống đê điều và phòng chống lụt bão tồn tại hiện nay ở nước ta được thiết kế xây dựng dựa theo kinh nghiệm tích góp từ nhiều thế hệ và áp dụng các tiêu chuẩn an toàn phù hợp với tình hình thực tế của một vài thập kỷ trước. Trong điều kiện các hình thái thời tiết và thiên tai ngày càng gia tăng do hiệu ứng nóng lên toàn cầu và BĐKH, các quy luật khí tượng thủy văn lưu vực có những diễn biến bất thường so với thời điểm thiết kế, cần phải đánh giá an toàn của các hệ thống đê hiện tại ở Việt Nam.

Sự phát triển kinh tế xã hội nhanh chóng Việt Nam trong những năm gần đây đã gián tiếp làm cho tình trạng sử dụng đất trong phạm vi bảo vệ đê, bãi sông và lòng sông ngày càng nghiêm trọng, gây ảnh hưởng không nhỏ đến an toàn đê điều và khả năng thoát lũ của các sông trên địa bàn từ trung ương đến địa phương. Các tuyến đê luôn chịu tác động của các hoạt động địa chất nội lực, ngoại lực, các tác động có nguồn gốc nhân sinh, phát sinh các tai biến địa chất. Các tai biến địa chất phổ biến đối với đê và đập dâng ở các mức độ rất khác nhau như sự cố tràn nước qua đỉnh đập và mặt đê do nước lũ; thấm, mạch đùn, mạch sủi ở nền đê và nền đập; thấm nước, rò rỉ nước qua thân đê; lún, nứt thân đê; tai biến địa chất xảy ra đối với các công trình xây dựng trên đê: cống, trạm bơm... và các công trình khác; hư hỏng thiết bị bảo vệ mái thượng lưu; các hư hỏng khác: như sạt mái, lún không đều, nứt, tổ mối; sự cố vỡ đê. Các hư hỏng trong nếu không được phát hiện và khắc phục kịp thời, sẽ dẫn tới nguy cơ sự cố vỡ đê vỡ đập.

Các nhân tố ảnh hưởng tới tai biến địa chất liên quan với đê và đập

Nguyên nhân gây ra các sự cố và tai biến địa chất trên các tuyến đê, đập và hồ chứa rất đa dạng và không theo quy luật, bao gồm: các yếu tố nội sinh (địa chất, thạch học, kiến tạo); Các yếu tố ngoại sinh: địa hình, địa mạo, khí tượng thủy văn, biến đổi khí hậu, mực nước dâng, hệ thống dòng chảy, ảnh hưởng của mưa lũ; các yếu tố về bản thân công trình và công tác quản lý: công trình xuống cấp, công nghệ thi công còn hạn chế, chất lượng đất đắp đập không bảo đảm, gây thấm qua thân đập, nền đập; Các yếu tố nhân sinh: các vi phạm Luật đê điều và Pháp lệnh Phòng chống lụt bão như: xây dựng bất hợp pháp các công trình, khai thác khoáng sản, vi phạm hành lang an toàn đê. Ngoài ra hiện nay các tuyến công trình đê điều được kết hợp sử dụng làm đường giao thông nhằm phục vụ các công tác cứu hộ, cứu nạn, và giao thương kinh tế giữa các vùng miền trong tỉnh và liên tỉnh.

Các biểu hiện tai biến địa chất liên quan với hệ thống đê, đập và hồ chứa nước: *Sự cố vỡ đê* gần nhất xảy ra trên đê tả Hoàng Long vào 14 giờ ngày 13/9/1985, tại đoạn Chấn Hưng xã Gia Trung huyện Gia Viễn. Đoạn đê vỡ 500 m, tràn toàn tuyến kéo dài 20km. *Các biểu hiện nứt và sạt lở*: các biểu hiện nứt đê, sạt lở đê được phản ánh trên báo chí, các phương tiện thông tin đại chúng. Biểu hiện sạt lở trên Sông Vạc tháng 4 năm 2020, trên địa bàn xã Thượng kéo dài khoảng 60m từ cống Đồng Cói, xóm 4 về phía hạ lưu. Các điểm nứt trên thân đê Hoàng Long tháng 9 năm 2019 trên địa bàn xã Gia Phú và xã Gia Thịnh, huyện Gia Viễn, chiều rộng khe nứt đến 20 cm, kéo dài hàng trăm mét (Tô Xuân Bản và nnk, 2023).

2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu thập, tổng hợp tài liệu hiện có về khu vực và nội dung nghiên cứu: các tài liệu về địa hình, địa mạo, địa chất, điều kiện tự nhiên, kinh tế-xã hội, thông tin về các tuyến đê sông, đê biển và những tai biến liên quan đã được thu thập, tổng hợp phục vụ các nội dung của bài báo này.

Phương pháp khảo sát thực địa: với nội dung Khảo sát, đánh giá cấu trúc địa chất, địa chất công trình- địa chất thủy văn, phân chia, đánh giá các mức độ tai biến liên quan đến các tuyến đê và hồ chứa tỉnh Ninh Bình. Khảo sát thực địa chọn lựa vị trí đo địa vật lý sâu điện, georadar, đo sâu trường chuyên

Phương pháp trắc địa: xác định tọa độ, độ cao của các tuyến đê, tuyến đập, các công trình xây dựng (cống qua đê) và các công trình phụ trợ trên đê theo hệ cao độ và hệ tọa độ quốc gia phục vụ cho việc thành lập bản đồ. *Xác định tọa độ, độ cao của các tuyến đập, tuyến đê cấp II và cấp III*.

Hệ thống các phương pháp địa vật lý: Phương pháp đo sâu điện, Phương pháp radar xuyên đất (Ground Penetrating Radar) gọi tắt là Georadar, Phương pháp đo sâu trường chuyên (EM).

Phương pháp phân tích ảnh viễn thám (GIS): xử lý thông tin ảnh và bản đồ nghiên cứu biến động hệ thống sông, đê. Giải đoán thông tin trên các ảnh vệ tinh đa thời gian (ảnh vệ tinh Landsat (TM, ETM, OLI), Sentinel-2A, 2, Sentinel-1), bản đồ địa hình (UTM) và các tài liệu khác có liên quan, để ghi nhận hiện trạng sông ngòi, hồ chứa nước, đê, đập trong các thời gian khác nhau, phân tích biến động hình thái - địa hình các con sông, tuyến đê đập, tỉnh Ninh Bình.

Phương pháp phân tích mẫu: Các mẫu cơ lý đất được lựa chọn lấy và phân tích cơ lý 17 chỉ tiêu nhằm xác định các tính chất cơ lý của đất từ đó góp phần đánh giá xác định đặc điểm cơ lý đất các tuyến đê sông, đê biển, hồ chứa Ninh Bình. Tổng 36 mẫu cơ lý được lựa chọn và phân tích, trong đó 20 mẫu được lấy từ các tuyến đê cấp II và 16 mẫu từ các tuyến đê cấp III. Các mẫu cơ lý đất được phân tích tại Trung tâm Triển khai Công nghệ Khoáng chất, Trường Đại học Mỏ - Địa chất.

3. Kết quả

3.1. Cấu trúc địa chất các tuyến đê

Các hệ tầng địa chất khu vực Ninh Bình trong mối liên quan với hệ thống đê

Các phân vị địa tầng địa chất khu vực tỉnh Ninh Bình liên quan đến các hệ thống đê và hồ chứa bao gồm Hệ tầng Cò Nồi (T_{1cn}), Hệ tầng Đồng Giao (T_{2adg}), Hệ tầng Suối Bàng (T_{3n-rsb}), Hệ tầng Vĩnh Bảo (N_{2vb}), Hệ tầng Lê Chi (Q_1^{1lc}), Hệ tầng Hà Nội (Q_1^{2-3hn}), Hệ tầng Vĩnh Phúc (Q_1^{3vp}), Hệ tầng Hải Hưng (Q_2^{1-2hh}) và Hệ tầng Thái Bình (Q_2^{3tb}) (Lê Tiến Dũng và nnk, 2008; Lê Tiến Dũng và nnk, 2015).

Đặc điểm đứt gãy kiến tạo khu vực Ninh Bình và diện tích kế cận

Khu vực Ninh Bình và diện tích kế cận (Hòa Bình, Thanh Hóa, Nam Định) chịu tác động của nhiều hệ thống đứt gãy kiến tạo. Hệ thống đứt gãy Tây Bắc- Đông Nam phát triển mạnh mẽ, ảnh hưởng rất mạnh đến cấu tạo địa chất, địa hình và địa mạo toàn vùng. Tiêu biểu là đới đứt gãy lớn Mai Châu- Tam Điệp.

Đứt gãy Mai Châu- Tam Điệp do các nhà địa chất Cao Đình Triều và Phạm Huy Long (2002) đề xuất lần đầu tiên trong hệ thống văn liệu. Các nghiên cứu của nhóm tác giả trên địa bàn tỉnh Hòa Bình (Lê Tiến Dũng nnk., 2022). Theo các tài liệu địa chất, đứt gãy kéo dài gần 130km, từ khu vực Mai Châu đến khu vực Ngọc Lương (Nguyễn Thùy Dương nnk. 2016), qua khu vực Nho Quan, tiếp tục duy trì theo phương TB-ĐN đến vùng Tam Điệp.

Phân cấp đánh giá mức độ an toàn các tuyến đê

Các hệ thống đê trên địa bàn tỉnh Ninh Bình được đắp và tu sửa nâng cấp vào các thời gian rất khác nhau. Về mặt địa chất, các tuyến đê đều nằm trên vùng đồng bằng Kainozoi, phần trên cùng là các trầm tích Đệ tứ, có chiều dày dao động từ 2-3m đến 5-7m. Trừ một số đoạn đê nằm về phía tây của đê Hoàng Long và đê Sông Bôi phần trên

cùng là các trầm tích Pleistocen, tuyến đê Sông Đáy và các tuyến đê khác còn lại, phần trên cùng là các trầm tích Hệ tầng Thái Bình. Trừ một số đoạn đặc biệt của tuyến đê Hoàng Long, tầng đá gốc trên các tuyến đê đều chìm sâu dưới tầng trầm tích Đệ tứ từ vài chục mét đến hàng trăm mét.

Trong khuôn khổ của nghiên cứu, tập trung nghiên cứu các tuyến đê cấp II và cấp III. Các tuyến đê cấp IV và cấp V chủ yếu là các quan sát mô tả mang tính sơ bộ.

Theo Tiêu chuẩn Quốc gia TCVN 12317:2018 *Công trình đê điều- đánh giá an toàn đê sông*, nội dung đánh giá an toàn đê sông bao gồm: đánh giá về chất lượng công trình, khả năng phòng lũ, ổn định kết cấu, ổn định thấm, ổn định đoạn nối tiếp đê với công trình giao cắt và đánh giá công tác quản lý vận hành.

Tai biến địa chất tiềm ẩn được quan tâm điều tra đánh giá gồm: (1) Độ cao của các tuyến đê theo thiết kế chống lũ; (2) Tai biến lún liên quan với cấu trúc tầng đất dưới thân đê; (3) Tai biến sạt lở thân đê do các nguyên nhân, trong đó nhấn mạnh nguyên nhân dòng chảy trên sông; (4) Tai biến thấm gổ trên thân đê liên quan với chất lượng đắp đê và các dị vật trong thân đê; (5) Tai biến thấm trên nền đê liên quan với tầng trầm tích có tính thấm lớn như các thấu kính và lớp cát, sự có mặt các cửa sổ thủy văn.

Mức độ an toàn và khả năng xuất hiện các tai biến địa chất là sự kết hợp các yếu tố nêu trên. Bảng 3 tổng hợp các tiêu chí để phân cấp 4 cấp nguy cơ tai biến các tuyến đê trên phạm vi tỉnh Ninh Bình, bao gồm: *Cấp 1*: Nguy cơ tai biến địa chất trung bình đến cao; *Cấp 2*: Nguy cơ tai biến địa chất trung bình; *Cấp 3*: Nguy cơ tai biến địa chất thấp; và *Cấp 4*: Nguy cơ tai biến địa chất rất thấp

Bảng 3. Tổng hợp các tiêu chí phân cấp an toàn các tuyến đê

TT	Các tai biến	Nguyên nhân chính	Các cấp			
			Cấp 1	Cấp 2	Cấp 3	Cấp 4
1	Lún nứt thân đê	Tầng đất yếu dưới nền đê	Tầng đất yếu rất dày	Tầng đất yếu dày	Tầng đất yếu mỏng	Tầng đất yếu rất mỏng
2	Sạt lở mái dốc thân đê	Tác động của dòng chảy trên sông	Nhiều đoạn sạt lở và kéo dài	Ít đoạn sạt lở và ngắn	Rất ít sạt lở	Không thấy sạt lở
3	Thấm rỉ qua thân đê	Các dị vật và chất lượng đắp đê	Các đoạn thấm mạnh và kéo dài	Các đoạn thấm ngắn, cục bộ	Rất hiếm gặp thấm	Không thấy thấm
4	Thấm qua nền đê	Tầng cát và các cửa sổ thủy văn	Nhiều mạch dùn, mạch sủi mạnh,	Mạch dùn, mạch sủi cục bộ	Mạch dùn, mạch sủi rất ít	Không gặp mạch dùn, mạch sủi

3.3. Đặc điểm các tuyến đê và tai biến địa chất

3.3.1. Tuyến đê sông cấp II hữu Sông Đáy

Tuyến đê hữu Đáy dài 75,401km bắt đầu tại cống Dịch Lộng, huyện Gia Viễn và kết thúc tại cống Như Tân, huyện Kim Sơn. Đê hữu Đáy chạy qua địa bàn tỉnh Ninh Bình bắt đầu từ cống Dịch Lộng, xã Gia Thanh (Gia Viễn) qua địa bàn các huyện Hoa Lư, thành phố Ninh Bình, Yên Khánh đến cống Như Tân của huyện Kim Sơn.

Đặc điểm cấu trúc địa chất và điều kiện địa chất công trình

a) Cấu trúc địa chất

Toàn bộ nền đất của tuyến đê Sông Đáy nằm trên các thành tạo Hệ tầng Thái Bình. Tầng đá gốc, bao gồm các đá vôi, dolomit và trầm tích cát kết, bột kết, bị chôn vùi ở độ sâu lớn từ vài chục mét đến trên 100m.

Tầng trầm tích Hệ tầng Thái Bình có sự thay đổi thành phần theo hướng đi từ thượng lưu đến hạ lưu tuyến đê. *Đoạn từ cống Dịch Lộng đến cống Khánh Công, cống Liễu Tường*: tầng trầm tích sông (aQ_2^3): cát bột sét màu nâu gụ, dày 0,5 đến 3m; *đoạn tiếp theo kéo dài đến cống Như Tân*: tầng trầm tích sông biển (amQ_2^3) gồm cát bột sét màu xám, chiều dày 1-2m. Tổng bề dày trầm tích Hệ tầng Thái Bình dọc tuyến đê, theo các tài liệu khoan khảo sát, quan sát được trên 25m.

b) Đặc điểm địa chất công trình

Mặt cắt địa chất công trình nền đê, theo các tài liệu lỗ khoan và các mặt cắt ngang thân đê trong báo cáo thuộc Dự án Nâng cấp đê Hoàng Long và đê Sông Đáy kết gồm các lớp như Bảng 4.

Bảng 4. Phân chia các lớp mặt cắt địa chất đê hữu Sông Đáy theo tài liệu lỗ khoan

TT	Lớp	Vị trí	Dày (m)	Đặc điểm
1	Lớp 1	Lớp mặt đê	0,4-0,5	Đá dăm lẫn đất
2	Lớp 2	Lớp đất đắp thân đê	3,0 đến 4,5m	Lớp đất đắp có sự biến đổi từ thượng lưu xuống hạ lưu. <i>Phần thượng lưu</i> (đoạn Gia Viễn) gồm sét màu vàng gụ, vàng xám lẫn sạn, trạng thái dẻo cứng; <i>phần hạ lưu</i> (từ cống Đình Tiên Hoàng đến cống Quy Hậu) gồm sét trạng thái dẻo mềm. Lớp 2 thuộc về tầng đất yếu (Bảng 5)
3	Lớp 3	là lớp trên cùng của tầng đất nền	2,5-6,0	Chiều dày tăng dần theo hướng từ thượng lưu xuống hạ lưu. <i>Phần thượng lưu</i> : gồm sét pha màu xám nâu, trạng thái dẻo mềm; <i>phần hạ lưu</i> : sét trạng thái chảy đến dẻo chảy. Lớp 3 thuộc cũng thuộc vào tầng đất yếu.
4	Lớp 4	Ở độ sâu trung bình khoảng 6,0 -10m		Có xu hướng chìm sâu hơn về phía hạ lưu. Chiều dày của lớp tại khu vực cống Quy Hậu vào khoảng 6m. Thành phần đồng nhất trên

TT	Lớp	Vị trí	Dày (m)	Đặc điểm
				toàn tuyến đề, gồm sét màu nâu gụ, sét màu xám vàng lẫn sạn, trạng thái dẻo chảy. Lớp 4 phù hợp tuộc tầng đất yếu (Bảng 5).
5	Lớp 5	Tại công Quy Hậu, độ sâu 10-19m	6,0-8,0	Thành phần gồm sét màu xám nâu, xám ghi, trạng thái dẻo chảy. Lớp 5 thuộc vào loại đất yếu (Bảng 5)
6	Lớp 6	Trong các lỗ khoan khu vực Quy Hậu		Gồm 2 phụ lớp. <i>Phụ lớp trên</i> : ở độ sâu từ 18 đến 19m, chiều dày dưới 1m, thành phần gồm cát hạt mịn, màu xám tro, trạng thái xốp. <i>Phụ lớp dưới</i> : ở độ sâu từ 14,0- 20,3m. chiều dày 7-8m, tương đối ổn định trong các mặt cắt. Thành phần gồm sét, sét pha cát màu xám ghi, trạng thái dẻo chảy. Lớp 6 thuộc tầng đất yếu (Bảng 5).
7	Lớp 7	Trong các lỗ khoan, ở độ sâu 21-23m		Thành phần gồm sét màu vàng, xám ghi lẫn đốm xám đen, trạng thái dẻo cứng. Các chỉ tiêu cơ lý được thể hiện tại Bảng 5

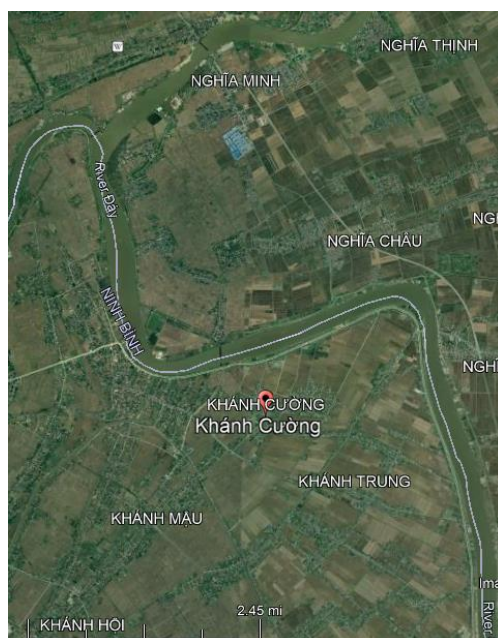
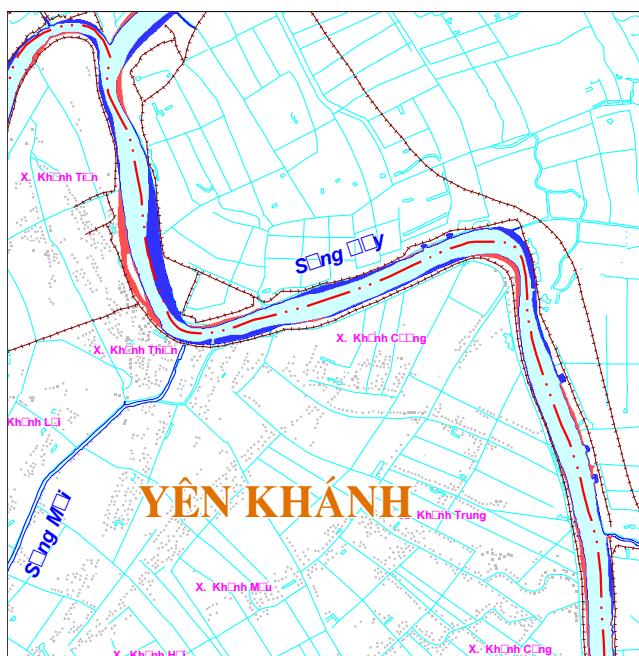
Bảng 5. Tổng hợp chỉ tiêu cơ lý của lớp đất đắp thân đề và các lớp đất dưới nền đề Sông Đáy

TT	Các chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Đất đắp thân đề	Nền đất dưới thân đề					Tiêu chuẩn đất yếu
					Phần trên				Phần dưới	
				Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	Lớp 5	Lớp 6	Lớp 7	
1	Dung trọng	γ_w	g/cm ³	1,79	1,71	1,75	1,74	1,76	1,88	$\leq 1,70$
2	Hệ số rỗng	e	-	1,088	1,278	1,195	1,214	1,170	0,923	≥ 1
3	Độ ẩm	W	%	37,567	49,500	42,450	43,733	41,850	32,000	≥ 40
4	Độ bão hòa	G	%	93,467	95,667	95,900	96,767	96,20	94,60	$\geq 80,00$
5	Sức chịu tải	R ₀	kG/cm ²	0,8833	0,4867	0,6300	0,6633	0,6750	1,6200	0,5 - 1
6	Modun biến dạng	E _o	kG/cm ²	56,20	9,40	12,75	14,87	18,25	117,2	≤ 50
7	Hệ số nén lún	a	cm ² /kG	0,046	0,112	0,087	0,075	0,074	0,031	$\geq 0,01$
8	Góc ma sát trong	φ	độ	8,0	4,4	5,7	5,8	6,0	15,0	$\leq 10^0$.
9	Lực dính kết	C	kG/cm ²	0,146	0,071	0,105	0,111	0,111	0,239	$\leq 0,1$
10	Thành phần			Sét dẻo cứng, dẻo mềm	Sét dẻo mềm, dẻo chảy	Sét lẫn sạn dẻo chảy	Sét dẻo chảy	Cát mịn, xốp; sét, sét pha cát, dẻo chảy	Sét dẻo cứng	
11	Phân loại đất				Có dấu hiệu đất yếu	Có dấu hiệu đất yếu	Có dấu hiệu đất yếu	Có dấu hiệu đất yếu		

(Nguồn: Tô Xuân Bản và nnk, 2023)

c) Nhận xét chung

Từ các tài liệu nêu trên, có thể thấy, mặt cắt địa chất của tuyến đê Hữu Sông Đáy gồm 2 phần. *Phần trên*: dày từ 20 - 23m, gồm các loại sét dẻo chảy, các lớp và thấu kính cát, dung trọng trung bình $1,73 \text{ g/cm}^3$, là tầng đất yếu; *phần dưới* là tầng đất sét trạng thái dẻo cứng, nằm ở độ sâu trung bình khoảng 20m, dung trọng trung bình $1,88 \text{ g/cm}^3$. Về mặt địa chất khu vực, lớp 7 (nằm dưới cùng trong các mặt cắt) có thể so sánh với hệ tầng Vĩnh Phúc mức tuổi Pleistocen muộn; Lớp 6 và Lớp 5 được so sánh với Hệ tầng Hải Hưng; Lớp 4 và Lớp 3 so sánh với tập trên của Hệ tầng Thái Bình. Lớp 6 có chứa cát biển hạt mịn màu xám ghi có tính thấm cao, liên quan với tai biến thấm nền đê.



Hình 2. Hình bên trái: biến động lòng dẫn sông Đáy, đoạn từ xã Khánh Tiên đến xã Khánh Công (huyện Yên Khánh). (a)-màu xanh: bờ xói lở; (b)-màu đỏ: bờ bồi tụ. Hình bên phải: đoạn sông Đáy trên ảnh Google Map

3.2.1.3. Các tai biến địa chất tiềm ẩn

a) Tai biến sạt trượt và tiềm năng xói lở theo quan sát và phân tích không ảnh

Các tài liệu thống kê sạt lở năm 2021. Theo báo cáo năm 2021, trên tuyến đê có 10 đoạn sạt trượt, xuất hiện chủ yếu từ năm 2017, với tổng chiều dài đến 8,276km

Luận giải và dự báo xói lở. Các kết quả phân tích không ảnh, chia tuyến đê sông Đáy thành 2 đoạn với các đặc điểm tương đối khác biệt. *Đoạn sông Đáy chảy qua địa phận thành phố Ninh Bình và huyện Yên Khánh*: là đoạn sông hợp lưu với sông Hoàng Long, lòng dẫn sông Đáy có địa hình các mặt cắt ngang ít đối xứng, chứng tỏ tính ổn định không cao, chịu tác động mạnh của dòng chảy lũ kết hợp với thủy triều khi

nước rút. *Đoạn sông Đáy hợp lưu với sông Nam Định*: chảy uốn khúc, có nhiều đỉnh cong, các mặt cắt ngang địa hình lòng dẫn thường bất đối xứng, dòng chảy chủ lưu liên tục đổi hướng. Các tuyến đê ở những đỉnh song uốn cong không an toàn vào mùa mưa lũ do tác động mạnh của dòng lũ kết hợp với dòng triều khi nước rút.

Trên toàn tuyến đê đã ghi nhận khoảng 35 đoạn có biểu hiện và tiềm năng xói lở với quy mô và đặc điểm khác nhau. Các đoạn xói lở lớn, kéo dài đến vài nghìn mét. Các đoạn xói lở liên quan với tuyến đê đã xây dựng các tuyến tường kè. Chiều dài của tường kè dao động từ vài trăm mét đến vài nghìn mét. Tường kè Khánh Cư huyện Yên Khánh có chiều dài đến gần 4000m. Đa số các tuyến tường kè đã hoạt động có hiệu quả.

b) Tai biến lún nứt đất thân đê liên quan với sự có mặt của tầng đất yếu

Lớp đất đắp thân đê là đất sét cứng đến dẻo mềm, chiều dày 3-4m. Các tài liệu hiện phát hiện các dị vật trong thân đê quy mô nhỏ như các tổ mối đoạn K67+000÷K70+600, các ổ hoặc thấu kính cát, các lỗ hổng do các nguyên nhân khác nhau. *Tầng đất nền đê* gồm hai phần. *Phần trên cùng*, dày trung bình 20m, cấu tạo bởi các loại đất sét dẻo mềm đến dẻo chảy, thuộc tầng đất yếu. *Phần dưới* nằm ở độ sâu dưới 20m, gồm sét dẻo cứng. Lớp đất yếu phần trên cùng có chiều dày đến 20m, sức chịu tải (R) trung bình là 0,613 kG/cm² liên quan với tai biến lún, nứt thân đê, nhất là khi có tải trọng lớn cũng như các công trình cầu, cống, tường kè xây dựng trên tuyến đê.

c) Tai biến thấm trên thân đê và dưới nền đê

Các quan trắc thấm. Báo cáo năm 2021 đã ghi nhận 3 đoạn có các biểu hiện thấm: 1) K1+000 -K2+600, xuất hiện năm 2017, khi có báo động cấp II, nằm cách chân đê 0,5m; 2) K18+300, sủi bọt xuất hiện năm 2008, 22017, nằm cách chân đê 3,0m, khi trên báo động II; 3) K3+500 - K5+500, dài 2,0km, thấm lậu xuất hiện năm 2017.

Đánh giá và dự báo

Thấm trên thân đê: biểu hiện tai biến thấm ở mức độ thấp trên đoạn K3+500 - K5+500. Nguyên nhân sự cố thấm liên quan với các dị vật như các tổ mối, các thấu kính cát có quy mô không lớn.

Thấm dưới nền đê: có các biểu hiện thấm trong các đoạn K1+000 -K2+600 và K18+300 nằm cách chân đê 3-5m. Nguyên nhân sự cố thấm, liên quan với các thấu kính cát của nền đê. Theo các mặt cắt địa chất, nền đê có các **thấu kính cát hạt mịn**, màu xám tro, trạng thái xốp, **thuộc Lớp 6**, chiều dày khoảng 1m nằm ở độ sâu 19 đến 20m. Đây là lớp có tiềm năng thấm cao. Tuy nhiên, lớp cát nằm ở độ sâu khá lớn, không liên tục trên toàn tuyến đê, quá trình thấm xảy ra khi mạnh hơn có các cửa sổ thủy văn và mang tính chất cục bộ.

3.2.1.4. Phân cấp mức độ an toàn các tuyến đê

Trên tuyến đê Sông Đáy, các tai biến địa chất tiềm ẩn quan trọng gồm sạt lở phía thượng lưu và lún nứt đất thân đê. Các tai biến địa chất khác như mạch đùn, mạch sủi, thấm qua nền đê v.v. có nguy cơ không lớn. Toàn tuyến đê Sông Đáy chia thành 4 đoạn với các mức nguy cơ tai biến rất thấp, thấp và trung bình. *Cụ thể* được liệt kê tại Bảng 6.

Bảng 6. Phân cấp an toàn trên tuyến đê Hữu Sông Đáy

TT	Lớp	Vị trí	Dày (m)	Mức nguy cơ
1	Đoạn 1	từ cống Địch Lộng đến K15+000	15,0	Cấp 3 (nguy cơ tai biến địa chất thấp)
2	Đoạn 2	từ K15+000 đến K63+500	47,5	Cấp 4 (nguy cơ tai biến địa chất rất thấp)
3	Đoạn 3	từ K63+500 đến K68+000 (đoạn cống Quy Hậu)	4,5	Cấp 2 (nguy cơ tai biến địa chất trung bình)
4	Đoạn 4	từ K68+000 đến K71+204 (kết thúc tuyến đê Sông Đáy)	3,2	Cấp 4 (nguy cơ tai biến địa chất rất thấp)

3.2.2. Tuyến đê sông cấp III Tả sông Hoàng Long

Tuyến đê Tả Hoàng Long dài 23,988km bắt đầu từ cống Mai Phương và kết thúc tại cầu Gián Khẩu. Trên tuyến có 07 cống tiêu và lấy nước, 07 cống xả trạm bơm và có 02 kè.

3.2.2.1. Cấu trúc địa chất và điều kiện địa chất công trình

a) Cấu trúc địa chất

Trên bình đồ địa chất, toàn tuyến đê Tả Hoàng Long phân bố trực tiếp trên tầng trầm tích sông Hệ tầng Thái Bình (aQ_2^3), thành phần bao gồm cát, bột sét, chiều dày 4 đến 5 m. Trên mặt cắt địa chất công trình, theo tài liệu các hố khoan khảo sát K6+000 đến K12+400, đoạn trạm bơm Gia Viễn, xã Gia Thịnh, có mặt các đá sét màu nâu đỏ xám vàng trạng thái dẻo cứng trong các hố khoan HK7 đến HK11. Theo các đặc điểm thành phần, chúng có thể liên hệ với Hệ tầng Vĩnh Phúc (mQ_1^3vp). Trên bản đồ địa chất, hệ tầng Vĩnh Phúc, lộ ra ở khu vực Gia Lạc, Gia Minh.v.v cách trạm bơm Gia Viễn gần 1km. Tầng đá cứng gồm các đá vôi, dolomit, cát kết, bột kết và sét kết chôn vùi dưới độ sâu vài chục mét.

b) Đặc điểm điều kiện địa chất công trình

Theo hai mặt cắt địa chất dọc tuyến đê từ HK1 đến HK6 dài 1,3km, mặt cắt dọc HK7 đến HK2 dài 3,5km và các mặt cắt ngang tuyến đê, có thể mô tả các lớp đất từ trên xuống (Bảng 7).

Bảng 7. Phân chia các lớp mặt cắt địa chất đê Tả Hoàng Long

TT	Lớp	Vị trí	Dày (m)	Đặc điểm
1	Lớp 1	Lớp mặt đê	0,5-1,0	Gồm nhựa asphan và đất đá san lấp mặt đê.
2	Lớp 2	Đất đắp thân đê và cơ đê	3,8-4,5	Thành phần tương đối đồng nhất, gồm sét pha màu xám vàng, trạng thái dẻo cứng.
3	Lớp 3	Lớp trên cùng của tầng đất nền đê	1,6-3,5	Phân bố rộng khắp tuyến đê, thành phần bao gồm sét pha màu xám nâu, xám gụ, trạng thái dẻo mềm. Có xu hướng tăng chiều dày theo hướng từ thượng lưu xuống phía hạ lưu
4	Lớp 4	Độ sâu 6,6-7,9m	1,3	Có xu hướng chìm dần về phía hạ lưu. Thành phần gồm sét pha lẫn dăm sạn cát màu xám gụ xám ghi. Trạng thái dẻo chảy
5	Lớp 5	Độ sâu 1,3-10,5m	3,2	Thành phần bao gồm sét màu nâu đỏ lẫn xám vàng lẫn sạn, trạng thái dẻo cứng

Tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý của các lớp đất đê Tả Hoàng Long trên Bảng 8.

***Bảng 8.** Tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý của lớp đất đắp thân đê và các lớp đất dưới nền đê Tả Hoàng Long*

TT	Các chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Đất đắp thân đê	Nền đất dưới thân đê			Tiêu chuẩn đất yếu
					Phản trên		Phản dưới	
					Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	
1	Dung trọng	γ_w	g/cm ³	1,90	1,85	1,76	1,89	$\leq 1,70$
2	Hệ số rỗng	e	-	0,832	0,997	1,212	0,824	≥ 1
3	Độ ẩm	W	%	27,10	36,10	44,30	26,40	≥ 40
4	Độ bão hòa	G	%	89,10	98,0	98,9	87,1	$\geq 80,00$
5	Sức chịu tải	R ₀	kG/cm ²	1,41	1,01	0,76	1,47	0,5 - 1
6	Modun biến dạng	E ₀	kG/cm ²	122	74	35	118	≤ 50
7	Hệ số nén lún	a	cm ² /kG	0,033	0,054	0,089	0,034	$\geq 0,01$
8	Góc ma sát trong	φ	độ	30	26	30	35	$\leq 10^0$.
9	Lực dính kết	C	kG/cm ²	0,207	0,163	0,129	0,220	$\leq 0,1$
10	Thành phần			Sét pha xám vàng, dẻo cứng	Sét pha màu xám nâu, xám gụ, dẻo mềm	Sét pha lẫn dăm sạn cát màu xám gụ xám ghi, dẻo chảy	Sét nâu đỏ xám vàng lẫn sạn, dẻo cứng	
11	Phân loại đất				Có dấu hiệu là đất yếu	Có dấu hiệu là đất yếu		

(Nguồn: Tô Xuân Bản và nnk, 2023)

c) Nhận xét chung

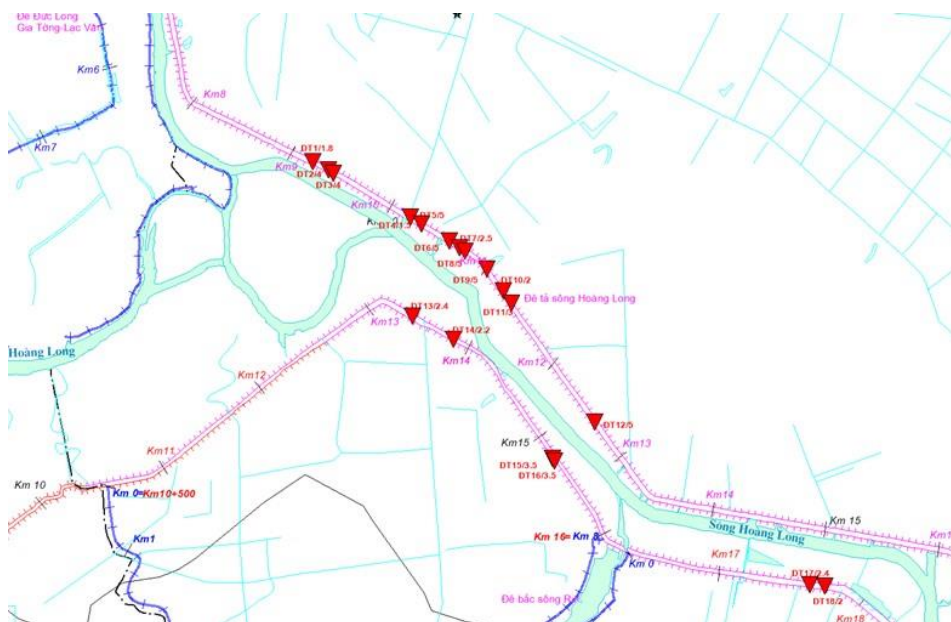
Từ các tài liệu nêu trên, có thể thấy, mặt cắt địa chất của tuyến đê Tả Hoàng Long gồm 2 phần. *Phần trên*: gồm Lớp 3 và Lớp 4, chiều dày 5,5 đến 6,5m, gồm các loại sét dẻo mềm và dẻo chảy, dung trọng 1,76 đến 1,85 g/cm³; *phần dưới* tương đương với Lớp 5, nằm ở độ sâu 7 đến 10m, gồm đất sét nâu đỏ xám vàng lẫn sạn, dẻo cứng, dung trọng trung bình 1,90 g/cm³.

f) Các dị vật trong thân đê

Bảng 9. Vị trí phát hiện dị thường thân đê Tả Hoàng Long theo tài liệu Georada

TT	Số hiệu dị thường	Vị trí phát hiện dị thường	Độ sâu phát hiện (m)	Ghi chú
1	DT1	K9+210	1,8	Cạnh lỗ khoan T-HK8
2	DT2	K9+360	4,0	
3	DT3	K9+410	4,0	
4	DT4	K10+190	1,5	Gần lỗ khoan T-HK13
5	DT5	K10+310	5,0	
6	DT6	K10+590	5,0	
7	DT7	K10+700	2,5	
8	DT8	K10+750	5,0	Cạnh lỗ khoan T-HK15
9	DT9	K11+000	2,0	Cạnh lỗ khoan T-HK17
10	DT10	K11+240		
11	DT11	K11+380	3,0	
12	DT12	K12+620	5,0	

(Nguồn: Tô Xuân Bản và nnk, 2023)



Hình 3. Vị trí các điểm dị thường Georada (tam giác màu đỏ) trên tuyến đê Hoàng Long

Báo cáo năm 2021 (Sở NN&PTNT Ninh Bình) không ghi nhận các tổ mối trong thân đê. Theo kết quả đo địa vật lý Georada (*Tô Xuân Bán và nnk, 2023*) xác nhận một số dị thường điện được giả thiết liên quan với các ổ cát hoặc đất giàu cát (cát pha) nằm trong thân đê. Các vị trí có dị thường và độ sâu gặp dị thường được thể hiện tại Bảng 9 và Hình 3.

3.2.2.3. Các tai biến địa chất tiềm ẩn

a) Tai biến sạt trượt và tiềm năng xói lở theo quan sát và phân tích không ảnh

Sông Bôi (đoạn trên cùng của đê Tả Hoàng Long) có thượng nguồn ở khu vực miền núi các huyện Lạc Thủy và Kim Bôi tỉnh Hoà Bình. Hai dòng sông Bôi và sông Lạng gặp nhau tại khu vực Kênh Gà, tạo ra dòng sông Hoàng Long ở vùng đồng bằng thấp. Sông Hoàng Long là một phụ lưu lớn của sông Đáy. Khi chảy trên vùng đồng bằng trũng thấp, dòng sông Hoàng Long phân chia ra nhiều nhánh phụ, và tạo ra các vùng “đảo” ở giữa đồng bằng thuộc địa phận các huyện Gia Viễn và Hoa Lư. Trong quá trình phát triển, lòng dẫn sông Hoàng Long đã có nhiều biến động do tác động của dòng chảy-dòng bùn cát và quá trình trị thủy của địa phương, có nhiều công trình thủy lợi-giao thông đã được xây dựng dọc theo các lòng dẫn.

Phần thượng lưu sông Hoàng Long, mặt cắt địa hình ngang lòng dẫn có hình dạng tương đối cân đối, lòng dẫn đoạn sông tương đối ổn định. Các mặt cắt ngang đoạn cuối dòng sông Hoàng Long không cân đối lệch về một phía, lòng dẫn ở đoạn cuối sông Hoàng Long có độ ổn định không cao, dòng sông chảy lệch về phía bờ phải. Lòng dẫn chính sông Hoàng Long hiện đại có chiều rộng từ 90m đến 120m, nơi rộng nhất (xã Gia Tiến) đạt tới 290m. Nơi lòng dẫn sông Hoàng Long mở rộng do hình thành bãi bồi giữa lòng sông. Các bãi bồi này có nguồn gốc từ bãi bồi ngầm phát triển cao dần thoát khỏi mặt nước, dịch chuyển dần theo dòng nước về phía hạ du theo dạng “đảo cát trôi”. Khu vực biến động mạnh nhất có chiều dài khoảng 16km thuộc địa phận các xã từ Gia Thịnh đến xã Gia Trán với xu hướng lòng dẫn được mở rộng. Trục lòng dẫn dịch chuyển về phía bờ phải và trục động lực dòng chảy nằm áp sát các tuyến đê hữu (bờ phải).

Các kết quả phân tích không ảnh và khảo sát thực tế, dòng dẫn chính của Sông Bôi và sông Hoàng Long hiện đại phát triển phức tạp. Khá nhiều đoạn dòng chảy nằm sát đê Tả Hoàng Long, cơ đê rất hẹp. Trên tuyến đê đã ghi nhận 6 đoạn xói lở và có tiềm năng xói lở cơ đê. Chiều dài các đoạn xói lở từ vài trăm mét đến trên 1500m. Đoạn xói lở nặng nhất từ K19+500 đến K21+500, chiều rộng của cơ đê rất ngắn, quá trình xói lở có xu hướng tác động đến mái thượng lưu tuyến đê (phía ngoài sông).

b) Tai biến lún nứt thân đê liên quan với sự có mặt của tầng đất yếu

Lớp đất sét dẻo mềm và dẻo chảy chiều dày 5,5 đến 6,0m nằm dưới lớp đất đắp thân đê có sức chịu tải từ 1,01 đến 0,76 kG/cm², thuộc vào tầng đất yếu. Sự có mặt của tầng đất yếu là nguyên nhân tạo nên các quá trình lún, nứt mặt đê và thân đê, trong đó có đoạn từ K6+000 - K17+000.

c) Tai biến thấm trên thân đê và dưới nền đê

Trên tuyến đê tả Hoàng Long, không ghi nhận các mạch đùn, mạch sủi liên quan với thấm dưới nền đê. Tuy nhiên, hiện tượng thấm **qua thân đê** là rất phổ biến. Theo báo cáo năm 2021, trên tuyến đê Tả Hoàng Long có 6 đoạn thấm trên mái đê. Cụ thể:

- 1) K3+800 - K4+400, dài 0,6km, thấm lậu mái đê phía sông, xuất hiện năm 2017;
- 2) K7+300 - K8+700, dài 1,4km, thấm lậu mái đê phía sông, xuất hiện năm 2019, đã được khoan phụt;
- 3) K10+015 - K10+095, dài 0,08km, thấm lậu mái đê phía sông, xuất hiện năm 2019;
- 5) K14+200 - K15+580, dài 1,38km, thấm lậu mái đê phía sông, năm 2019;
- 5) K15+580 - K15+880: dài 0,3km, thấm lậu mái đê phía sông, năm 2019;
- 6) K16+000 - K17+000, dài 1,0km, thấm lậu mái đê phía sông, xuất hiện năm 2019.

Trong 6 đoạn nêu trên, có 3 đoạn chưa được xử lý, các đoạn còn lại đã được khoan phụt. Đối sánh giữa các đoạn thấm lậu qua thân đê và các kết quả giải đoán tài liệu địa vật lý, cho thấy, các đoạn thấm thân đê liên quan với các dị vật trong thân đê. Thành phần các dị vật chủ yếu là các ổ hoặc thấu kính cát, các hang hốc nhỏ hình thành do kỹ thuật đắp đê, hoặc là tàn dư của các tổ mối còn sót lại.

3.2.2.4. Phân cấp mức độ an toàn tuyến đê

Cũng như trên tuyến đê Sông Đáy, trên tuyến đê Tả Hoàng Long, các tai biến địa chất tiềm ẩn quan trọng gồm thấm qua thân đê, sạt lở phía thượng lưu và lún nứt đất trên thân đê. Các tai biến địa chất khác như mạch đùn, mạch sủi, thấm qua nền đê ... có nguy cơ không lớn. Toàn tuyến đê tả Hoàng Long chia thành 3 đoạn với các mức nguy cơ tai biến thấp và trung bình, cụ thể:

Đoạn 1: từ cống Mai Phương đến K7+000 (khu vực trạm bơm Ngô Đồng 1), dài 7km; mức an toàn cấp 3 (nguy cơ tai biến địa chất thấp).

Đoạn 2: từ K7+000 đến K16+000 (khu vực trạm bơm Tiến Yết), dài 9km; mức an toàn cấp 2 (nguy cơ tai biến địa chất trung bình).

Đoạn 3: từ K16+000 đến K23+988 (điểm cuối cùng của tuyến đê), dài 7,988km; mức an toàn cấp 3 (nguy cơ tai biến địa chất thấp).

3.2.3. Tuyến đê sông cấp III Hữu sông Hoàng Long

Theo Quyết định số 1629/QĐ-BNN-TCTL của Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn ngày 10/7/2012, phía bờ phải hệ thống sông Hoàng Long gồm hai tuyến đê nối tiếp nhau. *Tuyến đê Hữu Hoàng Long* dài 19,41km bắt đầu từ hồ Thường Xung và kết thúc tại cống Cầu Đen. *Tuyến đê Trường Yên*, từ Cầu Đen K0+000 đến cầu Gián

Khuất K6+735 dài 6,735km. Trong báo cáo này, trên bản đồ, bên cạnh các dấu mốc cũ, bổ sung thêm các chỉ dấu mới bắt đầu từ hồ Thường Xung cho đến cầu Gián Khuất.

3.2.3.1. Cấu trúc địa chất và điều kiện ĐCCT tuyến đê Hữu Hoàng Long

a) Cấu trúc địa chất

Nền địa chất trên toàn tuyến đê Hữu Hoàng Long tương đối phức tạp. Đa số tuyến đê phát triển trên nền trầm tích Kainozoi, một số đoạn cục bộ nằm trên tầng đá gốc phong hóa, một số đoạn nằm gọn trong tầng đá vôi có tiềm năng karst hóa.

Hệ Triat, Hệ tầng Cò Nòi (T_{1cn}). Tầng trầm tích cát kết, bột kết Hệ tầng Cò Nòi phân bố trong đoạn đầu của tuyến đê, tại khu vực hồ Thường Xung. Tầng đất đắp thân đê tại đây nằm trên đới tàn tích và sườn tích (edQ) có nguồn gốc phong hóa.

Hệ tầng Đồng Giao ($T_{2đg}$). Tầng đá vôi và dolomit Hệ tầng Đồng Giao phân bố khá rộng trên đoạn trạm bơm Vân Trình, từ K6+000 đến K12+500; đoạn trạm bơm Chi Phong từ K18+000 đến K20+000. Đoạn trạm bơm Vân Trình, đá vôi phân bố khá rộng trên mặt, nhưng các lỗ khoan chiều sâu đến 20m dọc tuyến đê, chỉ gặp các đá cát kết màu đỏ Hệ tầng Cò Nòi nằm ở độ sâu 11 đến 12m.

Hệ Đệ tứ. Trừ một số đoạn rất ngắn mang tính cục bộ tuyến đê nằm trên tầng đá gốc bị phong hóa, trầm tích Đệ tứ phân bố rộng rãi, tạo nên phần nền của phần lớn tuyến đê Hữu Hoàng Long.

Thống Pleistocen, trầm tích biển (mQ_1): phân bố tập trung phần thượng lưu, từ K0+000 đến K16+000 (trạm bơm Lương Sơn). Thành phần gồm bột cát màu vàng, sét bị laterit hóa không đều. Dày 4 đến 5m.

Thống Holocen, trầm tích sông (aQ_2) và trầm tích sông-đầm lầy (abQ_2): phân bố trong phần hạ lưu của tuyến đê, đoạn đê Trường Yên. Thành phần gồm cát, sét, bột màu nâu gụ; bột, sét, xen cát. Dày 1 đến 3m.

b) Điều kiện địa chất công trình

Tài liệu các hồ khoan từ HK2 đến HK26 đoạn từ công Làng Bền đến công Bè Mật (K2+000 đến K7+000) (Vũ Quốc Dũng, 2021) cho phép mô tả các lớp đất sau đây (Bảng 10).

Bảng 10. Phân chia các lớp mặt cắt địa chất đê Hữu Hoàng Long

TT	Lớp	Vị trí	Dày (m)	Đặc điểm
1	Lớp 1	Trên cùng (lớp mặt đê)	0,5-0,7	gồm nhựa asphan và đất đá san lấp mặt đê.
2	Lớp 2	Đất đắp thân đê	4,0	sét pha màu xám vàng, dẻo cứng.
3	Lớp 3	Dưới Lớp 2	1,8-3,5	Sét pha màu xám nâu, xám gụ, dẻo mềm.
4	Lớp 4	Dưới Lớp 3	3,0-4,0	Sét pha dăm sạn, cát xám ghi, chảy; sét xám trắng dẻo mềm, dày 3-4m.
5	Lớp 5	Dưới Lớp 4	Dày lớn	Đá màu đỏ, trạng thái cứng chắc

Tính chất cơ lý của các lớp đất đắp thân đê Hữu Hoàng Long được tổng hợp tại Bảng 11.

Bảng 11. Tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý của lớp đất đắp thân đê và các lớp đất dưới nền đê Hữu Hoàng Long

TT	Các chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Đất đắp thân đê	Tầng đất dưới thân đê		Tiêu chuẩn đất yếu
				Lớp 2	Lớp 3	Lớp 4	
1	Dung trọng	γ_w	g/cm ³	1,89	1,86	1,79	$\leq 1,70$
2	Hệ số rỗng	e	-	0,838	0,90	1,12	≥ 1
3	Độ ẩm	W	%	27,00	30,2	40,5	≥ 40
4	Độ bão hòa	G	%	89,2	90,73	97,68	$\geq 80,00$
5	Sức chịu tải	R ₀	kG/cm ²	1,40	1,24	0,89	0,5 - 1
6	Modun biến dạng	E ₀	kG/cm ²	130,0	101,5	46,0	≤ 50
7	Hệ số nén lún	a	cm ² /kG	0,031	0,05	0,07	$\geq 0,01$
8	Góc ma sát trong	ϕ	độ	13	11	8	≤ 10
9	Lực dính kết	C	kG/cm ²	0,206	0,18	0,11	$\leq 0,1$
10	Thành phần			Sét pha màu xám vàng, trạng thái dẻo cứng	Sét pha màu xám nâu, xám gù, trạng thái dẻo mềm	Sét pha lẫn dăm sạn, cát màu, dẻo chảy; sét dẻo mềm	
11	Phân loại đất					Có dấu hiệu đất yếu	

(Nguồn: Tô Xuân Bản và nnk, 2023)

c) Nhận xét chung

Tất cả các lớp đất từ Lớp 2 đến Lớp 4 đều có tuổi rất trẻ, thuộc Hệ tầng Thái Bình mức Holocen. Các đoạn đê khác, nhất là đoạn đê Trường Yên, hiện chưa có các tài liệu khoan. Các kết quả phân tích cho thấy Lớp 4 thuộc tầng đất yếu, tổng chiều dày tầng đất dưới nền đê từ 8 đến 9m.

Bảng 12. Vị trí phát hiện dị thường thân đê Hữu Hoàng Long theo tài liệu Georada

TT	Số hiệu dị thường	Vị trí phát hiện dị thường	Độ sâu phát hiện (m)
1	DT13	K13+430	2,4
2	DT14	K13+840	2,2
3	DT15	K15+218	3,5
4	DT16	K15+450	3,5
5	DT17	K17+800	2,4
6	DT18	K17+930	2,0

3.2.3.3. Các tai biến địa chất tiềm ẩn

a) Tai biến xói lở

Trên bản đồ có thể thấy, lòng dẫn chính của sông Hoàng Long biến đổi rất mạnh mẽ. Rất nhiều đoạn lòng dẫn chính nằm sát với đường bờ đê. Các đoạn lòng dẫn chính nằm sát thân đê tiêu biểu trình bày trong mục 3, có tổng chiều dài khoảng 14 km. Đây là các đoạn đê có tiềm năng sạt lở thân đê mạnh hơn so với các đoạn đê khác. Đoạn đê từ K6+000 đến K12+500 nằm trong vùng đá vôi, hiện chưa có các tài liệu về chiều dày và thành phần lớp đất nằm giữa thân đê và tầng đá vôi. Đoạn này có tiềm năng thấm rất cao theo các hang động karst ẩn nằm trong tầng đá vôi.

Các đoạn xói lở. Trên bản đồ, đã ghi nhận gần 20 đoạn xói lở và tiềm năng xói lở với các quy mô rất khác nhau. Bên cạnh các vết xói lở nằm trên dải đất ven đê (cơ đê) cách thân đê trên dưới 100m, có khá nhiều đoạn, vết xói lở nằm khá gần thân đê. Các đoạn xói lở cần quan tâm nhất gồm: 1) *Vết xói lở nằm sát thân đê:* đoạn K14+000 đến K14+300 và K19+000 đến K20+00, tổng chiều dài gần 2km; 2) *Vết xói lở nằm gần thân đê (cách 20-30m):* đoạn K14+000 đến K14+300; K19+000 đến K19+400; đê Trường Yên đoạn K3+500 đến K6+735, tổng chiều dài khoảng 7,5 đến 8km.

b) Tai biến lún nứt thân đê liên quan với sự có mặt của tầng đất yếu

Tuyến đê Hữu Hoàng Long nằm trực tiếp lên trên tầng đất yếu, có chiều dày 8 đến 9 m. Liên quan với tầng đất yếu có tiềm năng lún nứt mặt đê, đặc biệt trên các đoạn thường xuyên có xe trọng tải lớn, lưu thông thường xuyên.

c) Tai biến thấm trên thân đê và dưới nền đê

Rất hiếm gặp các mạch đứt mạch sủi dưới nền đê. Các mô tả năm 2021, ghi nhận 2 đoạn thấm trên thân và mái đê, gồm:

(1) K4+500 - K5+000, dài 0,5km, thấm lậu mái và cơ đê phía đồng, khi có lũ mực nước 4-5m, hiện đã được khoan phụt;

(2) K7+800 - K9+000, dài 1,2km, thấm lậu mái và cơ đê phía đồng, khi có lũ mực nước 4-5m, hiện đã được khoan phụt.

3.2.3.4. Phân cấp mức độ an toàn các tuyến đê

Tổng hợp các kết quả điều tra nghiên cứu, toàn bộ tuyến đê Hữu Hoàng Long được chia thành 3 đoạn, mức độ an toàn từ cấp 1 đến cấp 3

Đoạn 1. K0+000 đến K11+300, chiều dài 11,3 km; mức an toàn cấp 2 (nguy cơ tai biến địa chất trung bình).

Đoạn 2. K11+300 đến K19+400, chiều dài 4,7 km; mức an toàn cấp 1 (nguy cơ tai biến địa chất trung bình cao).

Đoạn 3. Đê Trường Yên, dài 6,735km; mức an toàn cấp 3 (nguy cơ tai biến địa chất thấp).

3.2.4. Tuyến đê biển cấp III Bình Minh II

Tuyến đê Bình Minh II (cấp III) có tổng chiều dài 25,2km, từ cống Như Tân đến cống Càn Cụt. Tuyến đê đã được xây dựng nâng cấp hoàn chỉnh từ năm 2009. Theo thiết kế, đê Bình Minh II có khả năng chống gió bão cấp 12 và thủy triều tần suất 5%.

3.2.4.1. Cấu trúc địa chất và điều kiện địa chất công trình

Tuyến đê Bình Minh II xây hoàn toàn nằm trên tầng trầm tích sông biển, phần trên cùng của Hệ tầng Thái Bình ($ambQ_2^3 tb$). Cấu trúc địa chất khu vực ven biển Kim Sơn trong đó có nền tuyến đê Bình Minh II, theo tài liệu lỗ khoan LKCN1 trên đảo Cồn Nổi và lỗ khoan sâu tại Bến Đụt (Lê Tiến Dũng ntk., 2015) như sau, từ dưới lên

Trầm tích sông- biển- đầm lầy ($ambQ_2^3 tb$)

Trầm tích sông - biển - đầm lầy phân bố rộng khắp trên toàn diện tích công tác. Tại lỗ khoan LK29 (khu Bến Đụt), chúng phân bố ở độ sâu từ 19,8 đến 5,0m. Mặt cắt lỗ khoan LK.CN1 từ 22,5 đến 6,3m gồm 3 lớp sau:

Lớp 1 (22,5m -19,5m): cát hạt mịn, bột, sét màu nâu lẫn ít bột, trạng thái dẻo mềm đến nửa cứng, có lẫn vỏ sò, mùn thực vật, dày 3m.

Lớp 2 (19,5-13m): bột cát, sét màu nâu, nâu đỏ đôi chỗ lẫn mùn thực vật, trạng thái dẻo mềm đến dẻo cứng, dày 6,5m.

Lớp 3 (13-6,3m): bột cát, sét màu nâu, dẻo mềm-dẻo cứng, lẫn mùn thực vật, dày 6,7m.

Các chỉ tiêu cơ lý của các lớp trầm tích sông biển đầm lầy $ambQ_2^3 tb$ được tổng hợp tại Bảng 13. Chúng đều là loại đất sét trạng thái dẻo mềm.

Bảng 13. Tổng hợp các chỉ tiêu cơ lý của lớp dưới nền đê Bình Minh II

TT	Các chỉ tiêu cơ lý	Ký hiệu	Đơn vị	Độ sâu các lớp đất (m)			Tiêu chuẩn đất yếu
				13,7 - 13,9	22,2 - 22,7	25,5 - 25,7	
1	Dung trọng	γ_w	g/cm^3	1,85	1,84	1,86	$\leq 1,70$
2	Hệ số rỗng	e	-	0,969	0,987	0,946	≥ 1
3	Độ ẩm	W	%	34,4	35,4	33,1	≥ 40
4	Độ bão hòa	G	%	96,2	96,9	95,1	$\geq 80,00$
5	Sức chịu tải	R_0	kG/cm^2	1,50	1,30	1,30	0,5 - 1
6	Modun biến dạng	E_0	kG/cm^2	140	80,0	80,0	≤ 50
7	Hệ số nén lún	a	cm^2/kG	0,026	0,03	0,026	$\geq 0,01$
8	Góc ma sát trong	φ	độ	$10^0 36'$	$10^0 26'$	$13^0 36'$	≤ 10
9	Lực dính kết	C	kG/cm^2	0,247	0,161	0,247	$\leq 0,1$
10	Thành phần			sét pha dẻo mềm	sét pha dẻo mềm	sét pha dẻo mềm	

(Nguồn: Tô Xuân Bản và ntk, 2023)

Nhận xét. Từ các tài liệu khu vực Cồn Nổi và Bến Đụt, có thể nhận thấy, phần nền của tuyến đê Bình Minh đến độ sâu khoảng 20 m chủ yếu là các lớp đất sét trạng thái dẻo mềm, hầu như không có tầng đất yếu. Cục bộ, một số đoạn đê đi qua lớp cát mịn, có chiều dày không lớn.

3.2.4.3. Các tai biến địa chất tiềm ẩn

Các tài liệu phân tích không ảnh và quan sát chưa ghi nhận được các vết sạt lở tuyến đê cả phần hạ lưu và phần thượng lưu. Trên mặt tuyến đê, không có các biểu hiện lún, nứt. Tuyến đê Bình Minh II đảm bảo cao trình chống lũ theo quy hoạch được duyệt.

4. Kết luận

Nguy cơ tai biến địa chất tiềm ẩn trên các tuyến đê tỉnh Ninh Bình được đánh giá trên các hệ thống tuyến đê chính gồm đê cấp II Hữu Sông Đáy, đê cấp III Tả và Hữu Hoàng Long. Tai biến liên quan đến nguy cơ sạt lở theo quan sát và phân tích ảnh hàng không viễn thám (GIS) đã chỉ ra những vị trí có nguy cơ tai biến sạt lở bờ sông ảnh hưởng tuyến đê trên sông Đáy, mức độ biến động lòng dẫn, bồi-xói lòng sông trên đê Hoàng Long. Tai biến tiềm ẩn lún nứt đất thân đê liên quan đến tầng đất yếu, tai biến thấm trong thân đê và dưới nền đê tại các tuyến đê đã được định vị và nêu rõ.

Các tuyến đê cũng được đánh giá, phân cấp mức độ an toàn; tuyến đê Hữu Sông Đáy được phân các đoạn với các mức từ tai biến rất thấp (K15+000 - K63+500), thấp (Cống Định Lộng - K15+000) và trung bình (K63+500 - K68+000); đê Tả Hoàng Long có 3 đoạn ứng các mức tai biến thấp (Cống Mai Phương - K7+0000 và từ K16+000-K23+988), trung bình (K7+000 - K16+000); đê Hữu Hoàng Long có các mức nguy cơ tai biến địa chất mức thấp (Đê Trường Yên), trung bình (K0+000 - K11+300), trung bình đến cao (K11+300 - K19+400). Các tuyến đê biển (Bình Minh II, Bình Minh III và Bình Minh IV) chưa ghi nhận được các dấu vết tai biến địa chất (sạt lở), trên mặt các tuyến đê cũng không có biểu hiện lún nứt, chỉ vài chỗ có dấu hiệu bong tróc bê tông mặt.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ NN&PTNT, 2012. Quyết định số 1629/QĐ-BNN-TCTL ngày 10 tháng 7 năm 2012 của Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn Về việc phân loại, phân cấp đê trên địa bàn tỉnh Ninh Bình. Bộ Nông nghiệp và phát triển nông thôn.
2. Cao Đình Triều và Phạm Huy Long, 2002. Một số nét đặc trưng kiến tạo đứt gãy lãnh thổ Việt Nam. *Vietnam Journal of Earth Sciences*, 24(3), 261-272.
3. Lê Tiến Dũng, Tô Xuân Bản, Trần Văn Đức, Nguyễn Hữu Trọng, Phạm Thị Vân Anh, Hà Thành Như, & Nguyễn Khắc Giảng, 2022. Nghiên cứu xây dựng cơ sở dữ liệu về tài nguyên du lịch tự nhiên phục vụ phát triển bền vững du lịch tỉnh Hòa Bình. Đề tài KHCN cấp tỉnh Hòa Bình năm 2022. Sở Khoa học và Công nghệ Hòa Bình.
4. Lê Tiến Dũng, Trần Văn Đức, Nguyễn Khắc Giảng, Lê Thị Ngọc Tú, & Hà Thành Như, 2015. Nghiên cứu đặc điểm Địa chất Đệ tứ, Địa mạo, tân kiến tạo vùng ven

biển bắc bộ và đánh giá tác động biến đổi khí hậu. *Đề tài KHCN cấp Bộ Giáo dục và Đào tạo*.

5. Lê Tiến Dũng, Tô Xuân Bản, Nguyễn Khắc Giảng, Phạm Thị Vân Anh, Hà Thành Như, Nguyễn Trung Thành, 2008. Báo cáo tổng kết đề tài KHCN "Điều tra tổng hợp các cơ sở dữ liệu về địa chất, khoáng sản tỉnh Ninh Bình phục vụ phát triển công nghiệp khai khoáng và bảo vệ môi trường và cơ sở dữ liệu thông tin địa lý". Sở Khoa học và Công nghệ Ninh Bình.
6. Nguyễn Thùy Dương, Nguyễn Văn Hương, Arndt Schimmelmann, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Đặng Thị Phương Thảo, & Tạ Hòa Phương, 2016. Đặc điểm nồng độ radon trong môi trường hang động karst khu vực Cao nguyên đá Đồng Văn. *Tạp chí Khoa học ĐHQGHN: Các Khoa học Trái đất và Môi trường*, 32/2, 187-197.
7. Sở NN&PTNT Ninh Bình, 2021. Báo cáo đánh giá hiện trạng công trình đê điều, xác định trọng điểm đê điều xung yếu và phương hộ đê năm 2021, tỉnh Ninh Bình.
8. Tô Xuân Bản, Lê Tiến Dũng, Nguyễn Hữu Trọng, Trần Văn Đức, Hà Thành Như, 2023. Báo cáo kết quả Đề tài KHCN "Điều tra đánh giá các tai biến địa chất tiềm ẩn trên các tuyến đê và hồ chứa nước tỉnh Ninh Bình, kiến nghị các giải pháp đảm bảo an toàn nhằm ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng" Sở KH&CN Ninh Bình.
9. UBND tỉnh Ninh Bình, 2023. Quyết định số 314/QĐ-UBND tỉnh Ninh Bình ngày 19 tháng 4 năm 2023 về Phê duyệt phương án ứng phó thiên tai theo cấp độ rủi ro thiên tai trên địa bàn tỉnh Ninh Bình.
10. Vũ Quốc Dũng, 2021. Báo cáo khảo sát địa chất công trình Gói thầu: Khảo sát, đánh giá địa chất nền đê đoạn từ K2+000 đến K6+000 đê Hữu Hoàng Long, huyện Nho Quan thuộc Dự án duy tu bảo dưỡng đê điều năm 2021, tỉnh Ninh Bình.

NHÀ XUẤT BẢN TRI THỨC

Lô D20, Ngõ 19 Duy Tân, Phường Cầu Giấy, TP. Hà Nội

Điện thoại: (024) 6687 8415

E-mail: lienhe@nxbtrithuc.com.vn

ĐỊA CHẤT VÀ TÀI NGUYÊN VIỆT NAM TUYỂN TẬP BÁO CÁO KHOA HỌC HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC KỶ NIỆM 80 NĂM NGÀNH ĐỊA CHẤT VIỆT NAM (1945-2025)

BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

VIỆN KHOA HỌC ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN - CỤC ĐỊA CHẤT VÀ KHOÁNG SẢN VIỆT NAM

Chịu trách nhiệm xuất bản:

Phó Giám đốc - Phó Tổng Biên tập

BÙI THỊ THU HẰNG

Biên tập:

PHẠM TUYẾT NGÀ

Bìa & Trình bày:

ĐỖ NGÂN

Sửa bản in:

BAN BIÊN TẬP

ISBN: 978-632-621-853-4

In: 500 cuốn khổ 19x26,5 cm tại Công ty CPKH và CN Hoàng Quốc Việt

Địa chỉ: Số 16, ngách 1, ngõ 1 đường Võ Chí Công, Phường Nghĩa Đô, TP. Hà Nội

Giấy đăng ký KHXB số: 3734-2025/CXBIPH/11-125/TrT

Quyết định xuất bản số: 855/QĐLK-NXBTrT của Phó giám đốc phụ trách NXB Tri Thức
ngày: 29/9/2025. In xong và nộp lưu chiểu năm 2025.