

**KHẢO SÁT SỰ SỤT LÚN TUYẾN ĐÊ, KÈ BIỂN CỬA ĐẠI BẰNG PHƯƠNG  
PHÁP TRẮC ĐỊA VÀ CÔNG NGHỆ GEORADAR**  
SURVEY OF SUBSIDENCE EMBANKMENT AND DIKE LINES CUA ĐẠI SEA  
BY GEOGRAPHIC METHOD AND GEORADAR TECHNOLOGY

**LÊ VĂN HÙNG<sup>a,\*</sup>**

<sup>a</sup>Viện KHCN Xây dựng

\*Tác giả đại diện: e-mail: [hungleibst@gmail.com](mailto:hungleibst@gmail.com)

Ngày nhận bài: 28/11/2022, Sửa xong: 25/12/2022, Chấp nhận đăng: 28/12/2022

*Tóm tắt: Do tác động của biến đổi khí hậu toàn cầu, những năm gần đây thời tiết, thiên tai diễn biến hết sức bất thường. Mưa, lũ với cường độ lớn, thường xuyên xảy ra ở nhiều nơi, gây thiệt hại, ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản xuất, tài sản và đời sống của người dân. Mưa lũ làm cho hư hỏng hệ thống đê kè, một số tuyến đê bị vỡ hoặc bị sứt mòn tạo ra hiện tượng sụt lún và rỗng chân. Do đó để đảm bảo an toàn cho các tuyến đê kè trong mùa mưa bão cần phải tiến hành khảo sát và có phương án gia cố các vị trí đê bị hư hỏng là việc hết sức quan trọng. Bài báo sử dụng phương pháp khảo sát trắc địa truyền thống và công nghệ Georadar (còn gọi là radar xuyên đất - GPR) để tìm và xác định những vị trí lỗ hổng, hố ngầm trong đoạn đê kè tại biển Cửa Đại – Hội An.*

Từ khóa: GNSS, GPR

*Abstract: Due to the impact of global climate change, the weather and natural disasters in recent years have been very unusual. Heavy rains and floods frequently occur in many places, causing damage and seriously affecting production, property and people's lives. Floods and rains damaged the embankment system, some dike lines were broken or landslides, causing subsidence and hollow legs.*

*Accordingly, in order to ensure the safety of the dike lines in the rainy and stormy season, it is very important and necessary to conduct a survey and have a plan to strengthen the damaged dike locations.*

*The article uses the traditional geodetic survey method and georadar technology (also known as ground-penetrating radar) to find and determine the positions of holes and underground holes in the embankment section at Cua Dai sea - Hoi An.*

Keywords: GNSS, GPR

### **1. Đặt vấn đề**

Những năm qua bờ biển Cửa Đại bị xói lở nghiêm trọng, nhiều diện tích đất, khu nghỉ dưỡng bị sóng đánh chìm. Năm 2018, do ảnh hưởng của bão biển Cửa Đại có gió lớn cộng với triều cường đã gây ra những đợt sóng lớn tấn công vào bờ biển. Theo báo cáo của thành phố Hội An, có khoảng 1.100m bờ kè biển Cửa Đại bị sóng đánh, một số đoạn kè bị hư hỏng nghiêm trọng, một số đoạn có dấu hiệu hư hỏng. Theo đó cần phải khảo sát xác định vị trí để lên phương án gia cố các đoạn đê kè bị hư hỏng bên trên và trong thân đê kè



**Hình 1.** Một đoạn bờ kè bê tông bị sóng biển đánh sụp lún ở biển Cửa Đại (Nguồn Báo Đại đoàn kết)

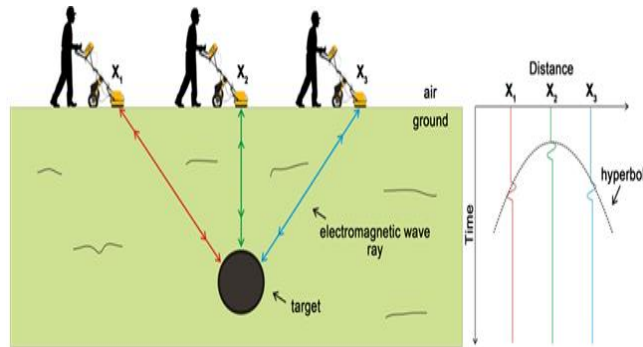
Trước đây để khảo sát các hư hỏng này người ta sử dụng phương án khảo sát trực tiếp, tiến hành lập bản vẽ vị trí hư hỏng. Phương án này chủ yếu thể hiện được các hư hỏng trên bề mặt bề mặt, còn bên trong thì không khảo sát được, do đó có những hư hỏng bên trong bề mặt chủ yếu được phát hiện khi chúng lộ ra và lúc đó sẽ gây ra hậu quả khôn lường. Cho đến nay hầu như chúng ta chỉ tiến hành sửa chữa hay gia cố những đoạn bề mặt khi có hiện tượng hư hại chứ chưa thực hiện ngăn chặn hoặc gia cố trước khi sự cố xảy ra. Để ngăn ngừa các sự cố cho bề mặt, hàng năm trước mùa mưa bão chúng ta cần phải thực hiện các công tác bảo trì bề mặt để tìm kiếm dấu hiệu các hư hỏng. Ở nước ngoài, ứng dụng thiết bị cảm biến đặt sẵn trong thân bề mặt hoặc dùng các thiết bị phát sóng điện từ để khảo sát trở nên phổ biến. Ở nước ta, việc sử dụng các công nghệ này để khảo sát, khắc phục và phòng ngừa các sự cố cho

công trình mới được quan tâm trong thời gian gần đây.

**2. Giới thiệu hệ thống Georadar**

**2.1 Công nghệ Georadar**

Công nghệ Georadar (còn gọi là radar xuyên đất - GPR) là một trong các phương pháp thăm dò địa vật lý nghiên cứu sự lan truyền sóng phản xạ điện từ trong đất đá. Khi phát sóng điện từ có dải tần số radio vào trong lòng đất dưới dạng xung, nếu gặp các mặt ranh giới hoặc bất đồng nhất về tính chất điện từ, chúng phản xạ trở lại mặt đất và được ghi lại bằng ăng ten thu. Sử dụng các cách xử lý, phân tích, minh giải trường sóng điện từ ghi được có thể giải đoán được các đối tượng gây nên dị thường và dựa vào thời gian từ lúc phát sóng đến lúc thu, sẽ xác định được vị trí và độ sâu đối tượng [5] (hình 2).



**Hình 2. Công nghệ Georadar**

**2.2 Giới thiệu thiết bị**

Hệ thống máy dò công trình ngầm bằng công nghệ Radar xuyên đất RIS MF Hi-Mod#2 có cấu hình gồm: 4 ăng ten với 2 kênh tần số 200 MHz và 600 MHz, 02 ăng ten TR80 với tần số 80MHz.

- Đối với ăng ten kép tần số 200 MHz và 600 MHz:

Độ sâu truyền sóng là 3,5m theo giới thiệu của nhà sản xuất thì loại ăng ten này hoạt động tốt đối với việc xác định các công trình ngầm, kiểm tra hang-hốc, kiểm tra hạ tầng kỹ thuật.

- Đối với ăng ten kép tần số đơn TR80:

Độ sâu truyền sóng là 11m trong điều kiện bình thường [4]. Theo giới thiệu của nhà sản xuất thì loại ăng ten này hoạt động tốt đối với việc thăm dò địa chất.

- Các thông số chính của thiết bị như sau:

RIS MF Hi-Mod	
TECHNICAL SPECIFICATIONS	
Data Logger	Panasonic CF-19 (or alternatively any Windows PC with an Ethernet LAN interface)
Radar Acquisition Unit	IDS DAD Fast Wave, with RIS K2 acquisition software
Max Number of Channels	Up to 8
Antenna Frequencies	200 and 600 MHz
Positioning	Metric wheel and/or GPS interface
Collection Speed (up to 8 profiles simultaneously)	4 m/sec in full configuration (8 channels)
Battery Life	> 8 h
Weight	58 kg in full configuration
Surface Footprint	200 cm x 60 cm (full configuration)
Survey Path Width	Up to 8 radar scans, 52 cm each
Wireless Connection	Available
Environment	IP65
TECHNICAL SPECIFICATIONS	
Processing Software	Automatic calibration for an easy and quick start-up GRED 3D Utilities including: Automatic target detection Automatic data processing Automatic propagation velocity estimation 2D/3D representation Data fusion for different frequencies and directions Irregular volume representation Iso-surface Map
Output Data	Excel, ASCII, HDF5, jpg, bmp

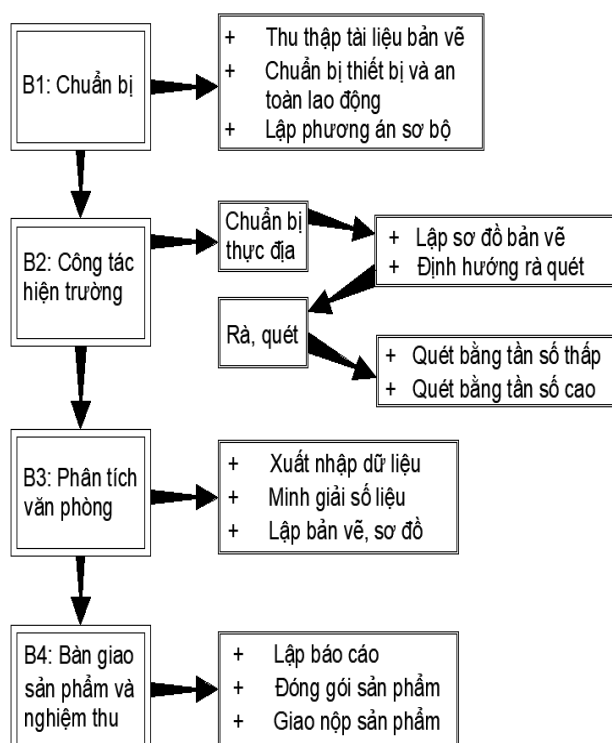


Hình 3. Thiết bị RIS MF Hi-Mod#2 với cấu hình 2 ăng ten

**2.3 Kết hợp giữa phương pháp trắc địa và công nghệ Georadar**

**2.3.1 Quy trình dò tìm bằng thiết bị RIS MF Hi-Mod#2**

Từ cấu hình của máy và hướng dẫn của nhà sản xuất cho thấy sau quá trình triển khai ngoài công tác dò tìm ngoài thực địa tiếp đến là về xử lý số liệu trong phòng bằng phần mềm chuyên dụng ta phải minh giải dữ liệu đo rồi lập bản vẽ các đối tượng. Việc xác định vị trí và khoanh vùng đối tượng chỉ là ước lượng, không chính xác. Do đó cần phải kết hợp với phương án khảo sát trực tiếp để thiết lập được bản đồ chính xác về vị trí tọa độ, cao độ các khu vực hư hỏng, các hang hốc, nằm trong thân đê kè. Từ những yêu cầu trên nhóm tác giả thiết lập quy trình dò tìm như sau [4]:



**2.3.2 Phương pháp trắc địa**

Hiện nay tại Việt Nam đã ứng dụng công nghệ mới trong đo đạc khảo sát, kể đến là công nghệ GNSS, RTK, UAV và máy toàn đạc điện tử (TĐĐT). Trong phạm vi bài viết này không giới thiệu chi tiết các công nghệ trên.

Đối với các tuyến đê kè, đây là một hạng mục công trình độc lập, nên có thể sử dụng hệ tọa độ Quốc gia VN200 hoặc hệ tọa độ địa phương để tiến hành công tác khảo sát. Khi sử dụng phương pháp đo vẽ trực tiếp để khảo sát, các bước thực hiện tuần tự như sau: (1) Thu thập các tài liệu hiện có, (2) Lập hệ thống mốc khống chế mặt bằng và độ cao, (3) Sử dụng các thiết bị TĐĐT hoặc GNSS-RTK để tiến hành đo vẽ chi tiết, khoanh vùng các khu vực sự cố, khu vực hư hỏng, định vị các tuyến cho thiết bị Georadar, đo trắc dọc, trắc ngang, (4) Công tác xử lý số liệu nội nghiệp, xuất bản vẽ hiện trạng, mặt cắt dọc, ngang, lập bảng khối lượng chi tiết... Lưu ý với công tác lập lưới khống chế và đo đạc chi tiết thì mật độ điểm và độ chính xác phải đảm bảo theo tiêu chuẩn hiện hành.

**3. Khảo sát hiện trường**

Với những phân tích trên, chúng tôi tiến hành khảo sát tại hiện trường. Khu vực khảo sát là đoạn kè cứng tại biển Cửa Đại thành phố Hội An (Hình 4).

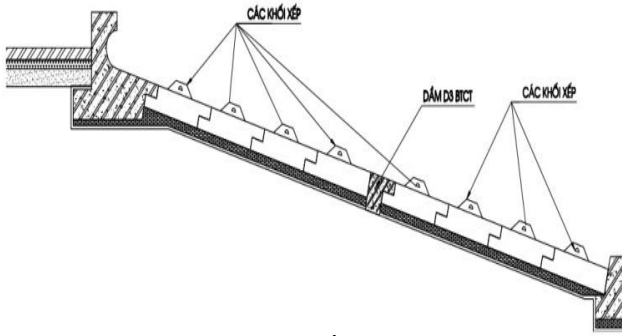


Hình 4. Vị trí khảo sát kè cứng biển Cửa Đại

Phạm vi khảo sát:

- Theo chiều ngang tuyến kè:
- + Về phía biển Đông: Đo ra phía biển khoảng 40m tính từ mép nước.
- + Về phía trên bờ: Đo vào trong phía bờ khoảng 30m tính từ mép nước.
- Tổng diện tích đo vẽ: 5,04 ha.
- Trong đó:
- + Phần trên cạn: 2,30 ha
- + Phần dưới nước: 2,74 ha

Đoạn kè này được xây bằng bê tông cốt thép vào năm 2008, có mặt cắt ngang điển hình như (hình 5).



Hình 5. Mặt cắt ngang đoạn kè

**3.1 Khảo sát chi tiết**

Tại khu vực khảo sát đã có các điểm khống chế Quốc gia được xây dựng từ giai đoạn lập dự án bao gồm 2 điểm đường chuyền cấp 1:

STT	Tên điểm	Tọa độ (m)		Cao độ (m)
		X	Y	
1	GPS2	1756294.600	568298.147	2.478
2	GPS6	1756739.575	567958.865	2.970

Từ các điểm này tiến hành lập hệ thống lưới khống chế đường chuyền cấp 2 phủ trùm khu đo với 3 điểm được đo bằng TĐĐT. Các điểm này được dẫn độ cao thủy chuẩn kỹ thuật. Dựa trên các điểm khống chế mặt bằng và độ cao vừa lập tiến hành đo vẽ chi tiết khu đo đảm bảo độ chính xác của bản đồ tỷ lệ 1/500.

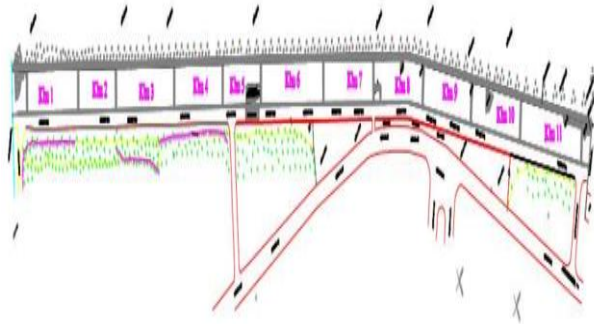
Công tác đo trắc dọc, trắc ngang: Từ các mốc khống chế, tiến hành định vị các tuyến trắc dọc và trắc ngang, đây là công tác kiểm tra các hư hỏng trên kè, nên mật độ các tuyến này được bố trí dày để đảm bảo dữ liệu thiết kế gia cố.

Khối lượng cụ thể như sau:

- \* Trắc dọc: Chiều dài tuyến kè: 709,22m;
- \* Trắc ngang: Gồm: 39 mặt cắt = 2.692m. trong đó:
  - + Phần trên cạn: 39 mặt cắt;
  - + Phần dưới nước: 38 mặt cắt.

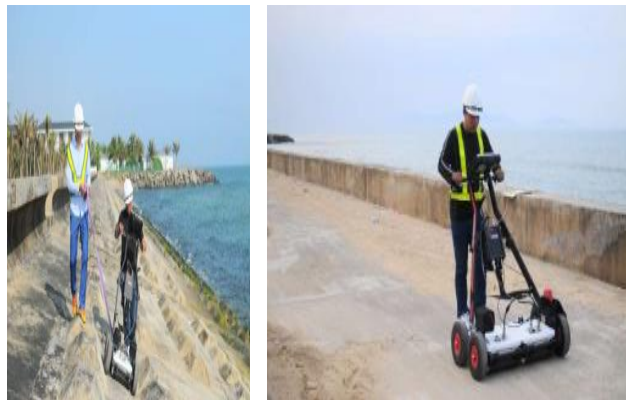
**3.2 Khảo sát bằng công nghệ Georadar**

Dựa vào hiện trạng tuyến đê kè, tính năng của thiết bị RIS MF Hi-Mod#2 và quy trình đề xuất tại mục 2.3 tiến hành phân chia khu đo thành các đoạn khác nhau, cụ thể chia thành 11 khoang khác nhau được phân cách bởi các đường bậc tam cấp lên xuống.



Hình 6. Sơ đồ chia khu rà quét Georadar

Sử dụng ăng ten Radar tần số 200 Mhz và 600 Mhz để rà quét cho toàn bộ khu đo. Bố trí tuyến quét thành lưới ô vuông phủ trùm khu đo, chiều dài song song với tim tuyến quét, chiều rộng vuông góc với tuyến trục. Sử dụng tường chắn sóng làm tim tuyến quét, quét về phía biển 8m (do phải đảm bảo an toàn thiết bị và do đặc tính của công nghệ bị tán xạ khi gặp nước biển). Để đảm bảo yêu cầu kỹ thuật cũng như độ chuẩn xác của số liệu chúng tôi đã tiến hành lập lưới quét với mật độ ô lưới là  $Dx \times R = 1.2m \times 1.3m$  trên thực địa và tiến hành rà quét theo mật độ ô quét như trên. Trong phạm vi thực hiện tiến hành rà quét tất cả 100% diện tích, xác định thông số các đối tượng đo và kiểm tra được tại thực địa, xác định và tiên lượng được các hạ tầng kỹ thuật, dị vật ngầm. Sử dụng bản đồ 1/500 vừa đo vẽ để tiến hành biểu diễn số liệu minh giải trong quá trình quét.



Hình 7. Công tác quét Georadar tại hiện trường

**3.3 Kết quả khảo sát**

Sau khi hoàn thành công tác thực địa tiến hành xử lý số liệu trong phòng bằng các phần mềm chuyên dùng[1].

## ĐỊA KỸ THUẬT - TRẮC ĐỊA

### 3.3.1 Kết quả khảo sát trực tiếp

STT	Nội dung công việc	ĐVT	Khối lượng thực hiện
1	Khống chế mặt bằng	điểm	3
2	Khống chế độ cao	km	1.42
3	Đo vẽ mặt cắt dọc tuyến kè	100m	7.1
4	Đo vẽ mặt cắt ngang tuyến kè trên cạn	100m	12.48
5	Đo vẽ mặt cắt ngang tuyến kè dưới nước	100m	14.44
6	Đo vẽ bình đồ, 1/500 trên cạn	ha	13.8
7	Đo vẽ bình đồ, 1/500 dưới nước	ha	13.8

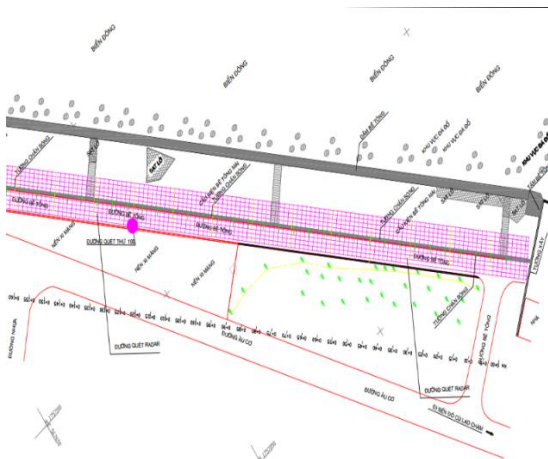
### 3.3.2 Kết quả khảo sát Georadar

Thành lập và phân tích số liệu Radar trên mô hình 3D, tiến hành khử nhiễu lấy mẫu sóng và thông số địa chất tại các vị trí đã xác định rõ ràng, cụ thể làm dữ liệu mẫu môi trường địa chất của đoạn kè

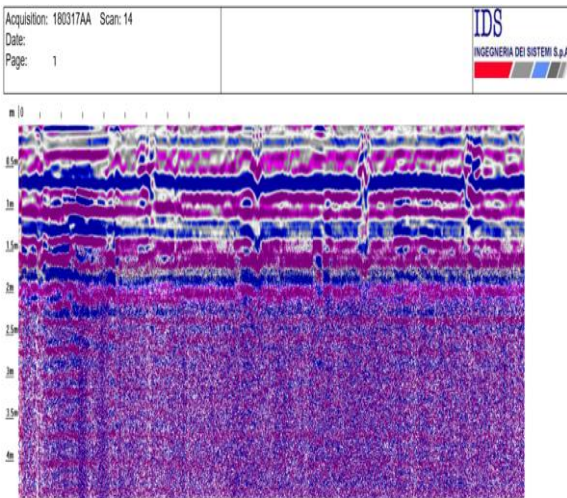
Cửa Đại. Kết quả đánh giá được toàn bộ hiện trạng sụt lún của toàn bộ tuyến kè cứng, biểu diễn những vị trí dự đoán sụt, lún trên 140 mặt cắt ngang bờ kè (mật độ 5m/mặt cắt). Trong 11 khu vực của tuyến kè thì ở tất cả các khu vực đều có hiện tượng sụt lún xem bảng thống kê sau:

STT	Khu vực	Đánh giá
1	Khu vực 1	Hiện tượng sụt xảy ra không mạnh, chỉ xảy ra hiện tượng đất bị rút rỗng ở mức độ nhẹ, chủ yếu bị nơi tiếp giáp mực nước biển và phía Đông Nam khu đo
2	Khu vực 2	Có hiện tượng sụt lún nhiều, xảy ra gần như toàn khu đo, kéo dài, chủ yếu bị nơi tiếp giáp mực nước biển
3	Khu vực 3	Khu vực này có hiện tượng sụt lún mạnh
4	Khu vực 4	Khu vực này có hiện tượng sụt lún mạnh, có nhiều vị trí rỗng lớn, xuất hiện trên cả bề mặt kè bê tông
5	Khu vực 5	Khu vực này có hiện tượng sụt lún mạnh, đầu khu bờ kè đã sập hẳn và hiện đang gia cố bằng bao cát
6	Khu vực 6	Khu vực này có hiện tượng chung giống khu số 5, tuy nhiên chưa sập lớp kè bê tông
7	Khu vực 7	Khu vực này có hiện tượng rỗng chân toàn bộ khu
8	Khu vực 8	Đã có phần mái dầm sập hẳn, phần cuối bị sụt lún ít hơn, kéo dài sang khu 9
9	Khu vực 9	Khu vực này có hiện tượng sụt rỗng chân
10	Khu vực 10	Khu vực này có phần mái dầm sụt hẳn
11	Khu vực 11	Khu vực này cũng có hiện tượng sụt, lún. Tuy nhiên mức độ này có giảm so với khu 10

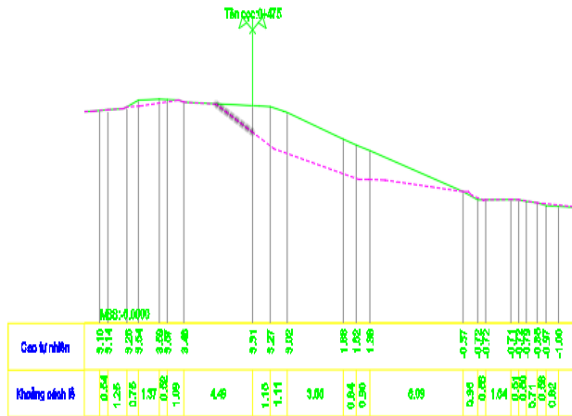
Như vậy ta có thể thấy toàn bộ khu kè đã có hiện tượng sụt lún cao, gần như toàn bộ đoạn kè đều bị rỗng chân, mái kè hiện không tiếp giáp với lớp đất thân kè.



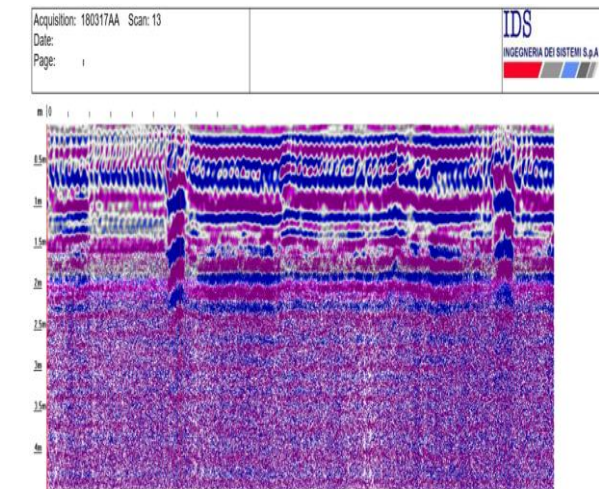
**Hình 8. Bản đồ hiện trạng tỷ lệ 1/500**



**Hình 10. Một số hình ảnh sóng Radar**



**Hình 9. Mặt cắt mô tả hiện tượng sụt, lún thân kè**



**4. Kết luận**

- Tài liệu khảo sát địa hình đảm bảo chất lượng, đáp ứng được yêu cầu cho công tác thiết kế và tuân thủ tiêu chuẩn và quy phạm hiện hành;
- Hồ sơ khảo sát địa hình được lập, đủ độ tin cậy để phục vụ cho các công tác tiếp theo;
- Đã tiến hành rà quét với kích thước lưới quét là DxR = 1.2m x1.3m, thành lập bản vẽ với 140 mặt cắt ngang tỷ lệ 1/200 và mật độ 5m/mặt cắt;
- Đã biểu diễn vị trí các mặt cắt theo lý trình lên bản vẽ địa hình tỷ lệ 1/500 được thực hiện đồng thời khi tiến hành rà quét Radar;
- Công tác rà quét đã tiến hành đối với 100% diện tích kè cứng biển Cửa Đại;
- Việc kết hợp giữa khảo sát trực tiếp và công nghệ Georadar đáp ứng được yêu cầu xác định vị trí hố sụt, lỗ rỗng, hang hốc tại thân kè;
- Kết quả khảo sát kết hợp thể hiện được không gian 3 chiều của các vị trí hư hỏng, hang hốc. Phản ánh trung thực tình trạng của đối tượng khảo sát trên thực địa;
- Thân đê kè tại biển Cửa Đại sau khi bị ảnh hưởng của bão, sóng biển và sự xâm thực hàng ngày

đã bị rút rỗng nhiều vị trí trên thân kè, có nhiều đoạn đã xảy ra hiện tượng sập, nhiều khu đã có hiện tượng võng mái bờ kè, rất nguy hiểm cho cấu trúc thân kè và mất an toàn cho các công trình hạ tầng liên quan, ảnh hưởng đến tính mạng của khách tham quan du lịch.

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Báo cáo khảo sát địa hình, thăm dò lỗ hổng, hố ngầm trong đoạn kè Cửa Đại bằng công nghệ Georadar do Viện khoa học đo đạc và bản đồ lập (2018).
2. IDSGeoradar\_RIS MF Hi-Mod Guide and User Manual.
3. <https://idsgeoradar.com/>.
4. Nghiên cứu thử nghiệm máy dò công trình ngầm RIS MF Hi-mod, đề xuất quy trình công nghệ và bộ khóa giải đoán phục vụ dò tìm các đối tượng ngầm dưới mặt đất”, Tổ thử nghiệm Viện Khoa học Đo Đạc và Bản đồ, năm 2015.
5. Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN9426-2012. Điều tra, đánh giá và thăm dò khoáng sản – phương pháp Georada.

