

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC
*THIẾT BỊ VÀ CÔNG TRÌNH DẦU KHÍ VỚI XU HƯỚNG
CHUYỂN DỊCH NGUỒN NĂNG LƯỢNG*



HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC



NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC

THIẾT BỊ VÀ CÔNG TRÌNH DẦU KHÍ VỚI XU HƯỚNG
CHUYỂN DỊCH NGUỒN NĂNG LƯỢNG

MỤC LỤC

1. Nghiên cứu phương án lắp đặt hệ thống thiết bị cho kế hoạch phát triển mỏ Thiên Nga-Hải Âu	1
<i>Nguyễn Văn Thịnh, Triệu Hùng Trường, Vũ Thiết Thạch</i>	
2. Năng lượng gió ngoài khơi Việt Nam: xác định tiềm năng và phân tích phân bố địa lý	8
<i>Trần Anh Quân, Vũ Cúc Phương, Trịnh Tuấn Long</i>	
3. Hydro – giải pháp năng lượng sạch cho tương lai và tiềm năng sản xuất từ nguồn năng lượng tái tạo tại Việt Nam: một nghiên cứu với trường hợp nhà máy Đạm Cà Mau	17
<i>Ngô Hà Sơn</i>	
4. Nghiên cứu khả năng sử dụng bơm ly tâm điện ngầm trong khai thác dầu tại mỏ Nam rồng - Đồi mồi	27
<i>Lê Đức Vinh, Nguyễn Quốc Dũng, Ngô Tuấn Nam, Nguyễn Mai Hà, Nguyễn Đức Huy</i>	
5. Đặc điểm quá trình biến đổi thứ sinh đá Cacbonat tuổi Mioxen bể phủ khánh	33
<i>Nguyễn Thị Minh Hồng</i>	
6. Nghiên cứu hạ tầng và hệ thống thiết bị của các mỏ dầu khí ở Việt Nam nhằm phục vụ cho kết nối các mỏ cận biên	45
<i>Nguyễn Văn Thịnh, Nguyễn Thanh Tuấn, Nguyễn Thị Hải Yến, Lê Văn Nam</i>	
7. Nghiên cứu lựa chọn hàm lượng chất bít nhét đối với dung dịch polymer sét khi khoan trong tầng đá móng mỏ Bạch Hổ	54
<i>Nguyễn Thị Hải, Trương Văn Từ, Nguyễn Tiến Hùng, Lê Văn Nam</i>	
8. Ứng dụng kỹ thuật bảo trì tiên đoán để nâng cao hiệu quả hoạt động của các thiết bị quay tại Nhà máy đạm Cà Mau	64
<i>Nguyễn Đức Trung, Nguyễn Văn Thịnh</i>	
9. Nghiên cứu ảnh hưởng của tải trọng sóng bề mặt chất lỏng tác dụng lên thành bể cầu chứa khí hóa lỏng chịu tải trọng động đất	70
<i>Ngô Xuân Hùng, Nguyễn Thế Vinh, Tăng Văn Lâm, Bulgakov Boris Igorevich</i>	
10. Đánh giá khả năng ứng dụng hệ thống đầu giếng ngầm thi công bằng giàn khoan tự nâng cho các mỏ dầu & khí khai thác tận thu, mỏ cận biên tại vùng nước nông ngoài khơi Việt Nam	78
<i>Nguyễn Trọng Tài, Triệu Hùng Trường, Nguyễn Trần Tuân, Trương Văn Từ</i>	
11. Nghiên cứu áp dụng trí tuệ nhân tạo hỗ trợ ra quyết định tách phao neo và tàu FSO-Queen bể Nam Côn Sơn, ngoài khơi Việt Nam	88
<i>Nguyễn Hải An, Nguyễn Đình Tuấn, Nguyễn Văn Thịnh</i>	
12. Giải pháp làm sạch đường ống vận chuyển dầu khí từ các giàn cố định (MSP) đến giàn công nghệ trung tâm tại mỏ Bạch Hổ trong giai đoạn suy giảm sản lượng	97
<i>Hoàng Anh Dũng, Vũ Cúc Phương</i>	

Nghiên cứu áp dụng trí tuệ nhân tạo hỗ trợ ra quyết định tách phao neo và tàu FSO-Queen bể Nam Côn Sơn, ngoài khơi Việt Nam

Nguyễn Hải An^{1,*}, Nguyễn Đình Tuấn², Nguyễn Văn Thịnh³

¹Tổng Công ty Thăm dò Khai thác Dầu khí (PVEP), Việt Nam

²Tổng Công ty Cổ phần Vận tải Dầu khí (PVTrans), Việt Nam

³Khoa Dầu khí và Năng lượng, Trường Đại học Mỏ-Địa chất (HUMG), Việt Nam

Tóm tắt

Tổ hợp tàu chứa dầu FSO-Queen và phao neo CALM đóng vai trò quan trọng trong quá trình khai thác, thu gom, xử lý và vận chuyển dầu khí ở mỏ Đại Hùng thuộc bể Nam Côn Sơn. Đến nay, tổ hợp này đã được vận hành an toàn và hiệu quả với trên 50 triệu thùng dầu thô trong điều kiện nước sâu, xa bờ. Tàu chứa dầu được kết nối với phao CALM bằng hai dây buộc tàu có sức chịu tải 200 tấn mỗi dây thông qua hệ thống neo tháo lắp nhanh (quick release mooring) với tổng trọng tải 400 tấn. Khi tải trọng của dây buộc tàu đạt ngưỡng quy định theo tiêu chuẩn tách tàu thì tàu chứa dầu phải được tách ra khỏi phao CALM tránh bị đứt các xích neo, thậm chí đứt đường ống mềm vận chuyển dầu. Mặc dù vậy, từ khi đưa vào sử dụng (1994) hệ thống xích neo phao bị đứt 6 lần làm ảnh hưởng lớn đến quá trình khai thác của cụm mỏ. Giải pháp lắp đặt các sensor ghi nhận các thông số kỹ thuật kết hợp với việc ứng dụng thuật toán AI sẽ giúp hỗ trợ thuyền trưởng đưa ra quyết định tách Phao CALM và tàu FSO một cách kịp thời, chính xác, giảm thiểu các sự cố trong quá trình vận hành thiết bị. Giải pháp này hoạt động tốt ngay cả khi các dữ kiện về thông số đo đạc trực tiếp từ môi trường xung quanh gặp khó khăn, thậm chí trong các điều kiện biển động, không có tham số thời tiết. Kết quả nghiên cứu có thể được xem xét để áp dụng cho các tàu FSO có điều kiện vận hành tương tự như ở bể Nam Côn Sơn.

Keywords: Tàu chứa dầu FSO, Phao neo CALM, Bể Nam Côn Sơn, Trí tuệ nhân tạo (AI).

1. Giới thiệu chung

Mỏ dầu khí Đại Hùng nằm tại Block 05-1a, bể Nam Côn Sơn, thềm lục địa Việt Nam, cách bờ biển Vũng Tàu khoảng 250 km (Nguyễn Hai An, 2018; Nguyễn Văn Thịnh *et al.*, 2018). Với độ sâu nước biển tại mỏ khoảng 110 mét (Bình Nguyen Thi Thanh *et al.*, 2007), hệ thống thiết bị khai thác hiện có tại mỏ Đại Hùng bao gồm: giàn khai thác nổi (FPU-DH-01), các giếng ngầm được kết nối với giàn bằng hệ thống đường ống ngầm nội mỏ, các cụm phao trung gian, phao neo tàu dầu (phao CALM) và tuyến đường ống ngầm xuất dầu từ giàn FPU-DH-01 đến tàu chứa dầu (FSO) và giàn không có người vận hành trực tiếp WHP-DH-02 với 07 giếng đang khai thác. Dầu và khí khai thác từ các giếng ngầm được đưa lên giàn FPU-DH-01 qua các đường ống mềm đường kính 75 mm. Dầu sau khi tách nước và khí sẽ được chuyển bằng hai đường ống mềm ngầm đường kính ngoài 06" (Export flowlines tới tàu chứa FSO-Queen (Nguyễn Văn Thịnh *et al.*, 2018). Tàu chứa (FSO) được neo vào phao CALM (Catenary Anchor Leg Mooring buoy) bằng dây cáp mềm (Mooring Hawsers).

Giàn khai thác bán chìm FPU-DH-01 được giữ thăng bằng bởi hệ thống Ballast và cố định bởi hệ thống 4 cụm tời neo và 8 xích, mỗi tời có 2 xích. Hệ thống xích neo chịu tải trọng lớn được thiết kế 8 điểm để thích hợp với việc 1 xích bị đứt mà không làm quá tải các xích còn lại và để hạn chế tàu bị trôi dạt. Các xích có đường kính 98 mm có chiều dài 1150 m bám chặt xuống đáy biển bằng các mỏ neo Stevshark 37 tấn. Thiết kế sức căng tối thiểu để làm đứt xích là 10.600 kN. Trong trường hợp giàn FPU-DH-01 di chuyển khỏi vị trí, các xích neo sẽ được cắt và đặt xuống dưới đáy biển.

Tàu chứa dầu (FSO Tanker) vừa là kho chứa dầu thô đã được khai thác vừa là một bến xuất dầu của mỏ Đại Hùng. Tàu chứa dầu được kết nối với phao CALM bằng hai dây buộc tàu có sức

* Tác giả liên hệ

Email: annh1@pvep.com.vn

chịu tải 200 tấn mỗi dây, phù hợp cho tàu chứa có tải trọng toàn phần lên đến 250.000 tấn với chiều cao tối đa sóng 5,5m và được trang bị hệ thống tách nhanh (quick release mooring) khi có yêu cầu. Khi tải trọng của dây buộc tàu đạt ngưỡng quy định theo tiêu chuẩn tách tàu thì tàu chứa dầu phải được tách ra khỏi phao CALM.

Phao CALM được dùng để neo tàu chứa FSO trong quá trình sản xuất dầu thô tại mỏ Đại Hùng và được neo cách giàn FPU-DH-01 2,0 km. Phao CALM là phao được hoán cải từ phao Hamilton-2 CALM buoy, có đường kính 17m, chiều cao 21m. Phao CALM được neo cố định tại vị trí thiết kế với 08 đường neo chia đều cho tám hướng. Các xích neo sau khi lắp đặt có sức căng là 290 KN và góc xích là 56+/-3 độ. Tất cả xích neo được cố định trên phần bệ (Skirt) của phao bởi cơ cấu hãm xích 76mm (Chain Stoppers). Các đường neo bao gồm: dây xích đường kính 76mm NVK4 RIG và 87mm ORQ với chiều dài tổng thể một đường là 750m. Neo sử dụng là loại neo có độ bám cao 20 tấn Stevpris.

Hệ thống ống ngầm chuyển dầu (Export Flowlines) bao gồm hai đường ống ngầm mềm xuất dầu (Export Flowlines) 06" được dẫn từ giàn DH01 qua phao trung gian (Mid Depth Buoy) và được nối với phao CALM bởi hệ thống ống cứng của phao qua khớp nối Frame Connector. Cấu tạo này cho phép phao CALM trong khi dao động do tác động của dòng hải lưu không làm hư hỏng đường ống ngầm mềm.

Hệ thống ống nối chuyển dầu (Import Floating Hose String) gồm các ống nối có đường kính giảm dần từ 20 inch xuống đến 6 inch. Đầu 20 inch được kết nối với phao CALM qua J-tube. Đầu 6 inch kết nối với đường ống nhập (import manifold) của tàu chứa dầu bằng Cam-lock điều khiển thủy lực. Trên hệ thống đường ống này được lắp đặt cụm thiết bị Marine Break-away Coupling có chức năng tách rời khi đường ống chịu tải trọng vượt mức cho phép. Khi bị tách rời hai đầu coupling sẽ tự đóng lại nhằm mục đích hạn chế lượng dầu tràn thấp nhất.

Hệ thống điều khiển tời neo được lắp đặt và vận hành từ năm 1974 bởi hãng AEG, sử dụng công nghệ điều khiển bằng Thyristor, SCR (Silicon-controlled rectifier) và các bo mạch điều khiển.

Quy trình vận hành hệ thống phao CALM - FSO Disconnect Criterial:

- Theo dõi để tách tàu FSO khỏi phao CALM dựa trên sức căng dây neo (mooring hawser) giữa tàu FSO và phao CALM;

- Tàu FSO sẽ được tách khỏi phao CALM với thứ tự ưu tiên (i) Tension load; (ii) Offset; (iii) Weather;

- Khi chỉ số chỉ sức căng dây buộc tàu (tension load) đạt 150 tấn hoặc /và vị trí Phao CALM lệch so với vị trí thiết kế (offset) 27 m hoặc /và thời tiết xấu đạt ngưỡng thì cần phải tiến hành tách phao CALM khỏi tàu FSO-Queen để đảm bảo an toàn cho hệ thống thiết bị.

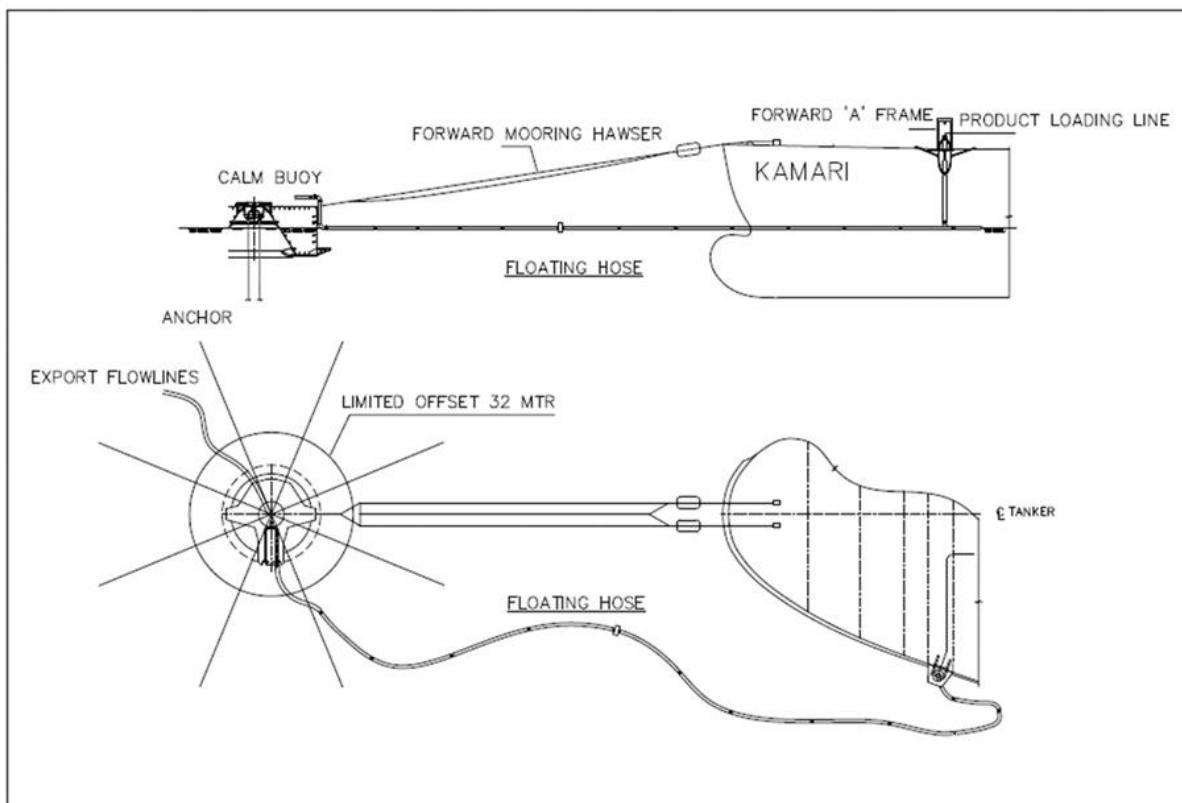
Các xích neo giữ phao CALM không có hệ thống đo tải trọng do đó không nhận biết trước được lực căng xích và chỉ số cảnh báo. Ngoài ra, yếu tố thời tiết thực tế ngoài mỏ chưa có hệ thống đo trực tiếp mà chủ yếu dựa vào kinh nghiệm vận hành của giàn trưởng

Mỏ Đại Hùng là mỏ nằm ở khu vực có thời tiết dị thường đặc biệt trong cửa sổ thời tiết mùa mưa bão cuối năm thường có gió mùa đông bắc (đặc biệt tháng 12 và tháng 01 hàng năm). Do điều kiện an toàn, không để sức căng của dây neo tàu FSO vào phao CALM vượt quá giới hạn cho phép 150 tấn. Khi vượt quá giới hạn này phải tách tàu FSO khỏi phao CALM, lúc này quá trình khai thác sẽ phải dừng lại. Thời gian gián đoạn sản xuất của hệ thống này thường là 8-10%, cao hơn hẳn so với các mỏ khác chỉ với 2-3%. Từ khi được đưa vào sử dụng (1994) cho đến nay, hệ thống xích neo phao CALM đã bị đứt trên 6 lần và cần phải thay thế xích mới. Đặc biệt, vào tháng 01/2011: xích neo No 01, No 02 & No 08 bị đứt và gây hư hỏng 02 đường ống mềm xuất dầu đã làm gián đoạn sản xuất với thời gian 6 tháng.

Do việc đứt xích phao CALM thường xảy ra, việc phát hiện bằng mắt thường trong một số trường hợp không kịp thời gây hư hỏng ống dẫn dầu nên việc tìm kiếm giải pháp thông minh và hiệu quả nhằm giúp người vận hành sớm phát hiện dấu hiệu khả năng đứt xích và tiến hành tách tàu FSO kịp thời, giảm thiểu đứt các xích tiếp theo cũng như đường ống export.

Công tác trong vận hành mỏ chưa áp dụng yếu tố công nghệ hiện đại (thu thập dữ liệu tự động, trí thông minh nhân tạo...) vào kiểm soát vận hành khai thác. Việc đánh giá và đưa ra quyết định tách tàu chủ yếu dựa vào kinh nghiệm của giàn trưởng, chưa có những phân tích đánh giá số liệu lịch sử để đưa ra các quyết định tức thời. Do đó việc tìm giải pháp nâng cấp thay thế hệ thống

cũ là rất cần thiết, nhằm đảm bảo an toàn trong vận hành giàn, dễ dàng thao tác cho người sử dụng, dễ dàng sửa chữa lỗi và sẵn có spare part để thay thế nếu có sự cố xảy ra, đặc biệt là phục vụ quá trình tháo tách và kết nối giàn FPU-DH-01 khi giàn đi đại tu.



Hình 1. Hệ thống phao CALM.

2. Giải pháp cảnh báo sớm và hỗ trợ quyết định

Hệ thống cảnh báo được trang bị thêm hệ thống định vị vệ tinh, sử dụng như là một thiết bị cảnh báo hữu hiệu để phát hiện sớm sự dịch chuyển quá mức của phao CALM so với vị trí thiết kế ban đầu cũng như cảnh báo việc tàu chứa dầu tiến lại gần phao CALM quá mức cho phép. Khi báo động được kích hoạt giàn trưởng giàn FPU-DH-01 sẽ quyết định tình huống xử lý và cuối cùng là ngưng sản xuất, tách tàu để đảm bảo an toàn cho hệ thống phao CALM.

Yêu cầu kỹ thuật của hệ thống:

- Theo dõi online liên tục vị trí của phao CALM, truyền tín hiệu hiển thị trên hệ thống theo dõi gắn trên giàn FPU-DH-01 và tàu chứa dầu FSO-Queen;

- Cảnh báo bằng tín hiệu và âm thanh khi vị trí phao CALM dịch chuyển khỏi vùng giới hạn 27 m;

- Theo dõi và so sánh tham chiếu khoảng cách giữa tàu chứa và phao CALM giúp tàu có sự can thiệp kịp thời, tránh xảy ra sự cố tàu FSO va chạm với phao CALM;

- Cảnh báo bằng tín hiệu và âm thanh khi khoảng cách giữa tàu chứa và phao CALM giảm tới mức giới hạn 65m;

- Vận hành theo Quy trình “Disconnect Criterial” theo thứ tự ưu tiên: (1) Tension load; (2) Offset; (3) Weather;

- Linh động điều chỉnh giảm lực căng: theo quy trình là 150 tấn tùy nhiên tùy theo điều kiện thời tiết và kinh nghiệm vận hành của giàn trưởng mà sẽ xác định lực căng để ra quyết định tách tàu.

Nền tảng giải pháp: Phần mềm Cảnh báo sớm và hỗ trợ ra quyết định được phát triển dựa trên ứng dụng phương pháp Phân tích tiên đoán (Predictive Analytics) gồm các bước được tiến hành như trong Biểu đồ phân tích tiên đoán (Hình 2) và có thể khái quát thành các bước sau:

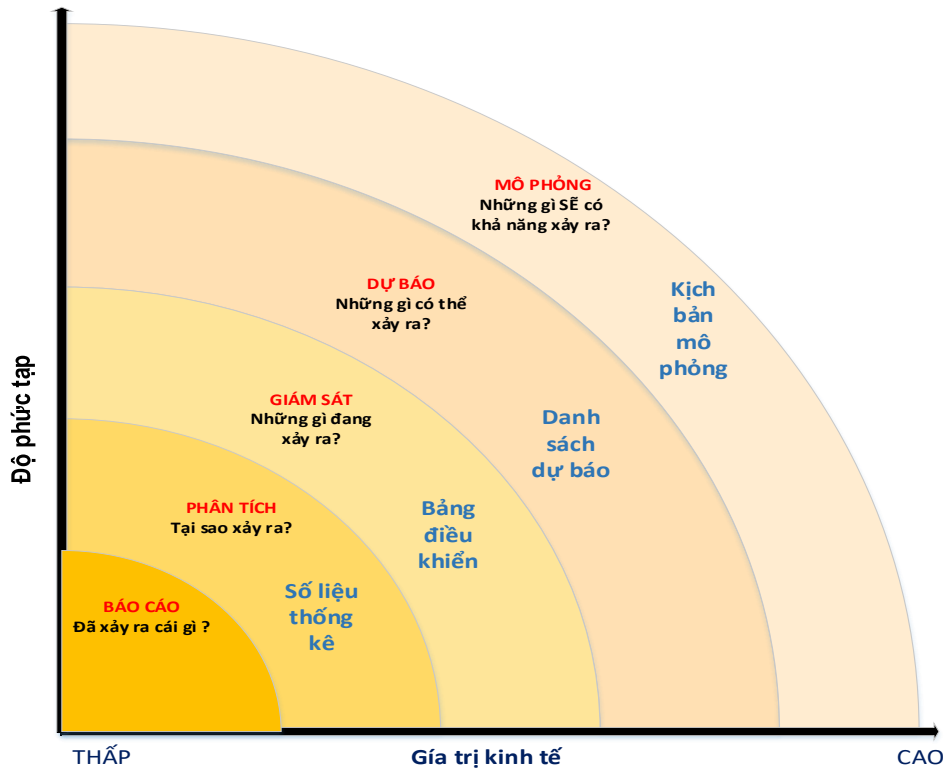
Bước 1: Xác định các vấn đề, đưa ra Báo cáo;

Bước 2: Thu thập, xử lý dữ liệu ghi nhận;

Bước 3: Đánh giá và xây dựng các mô hình: xây dựng bảng điều khiển và theo dõi, lập danh sách các tình huống dự báo;

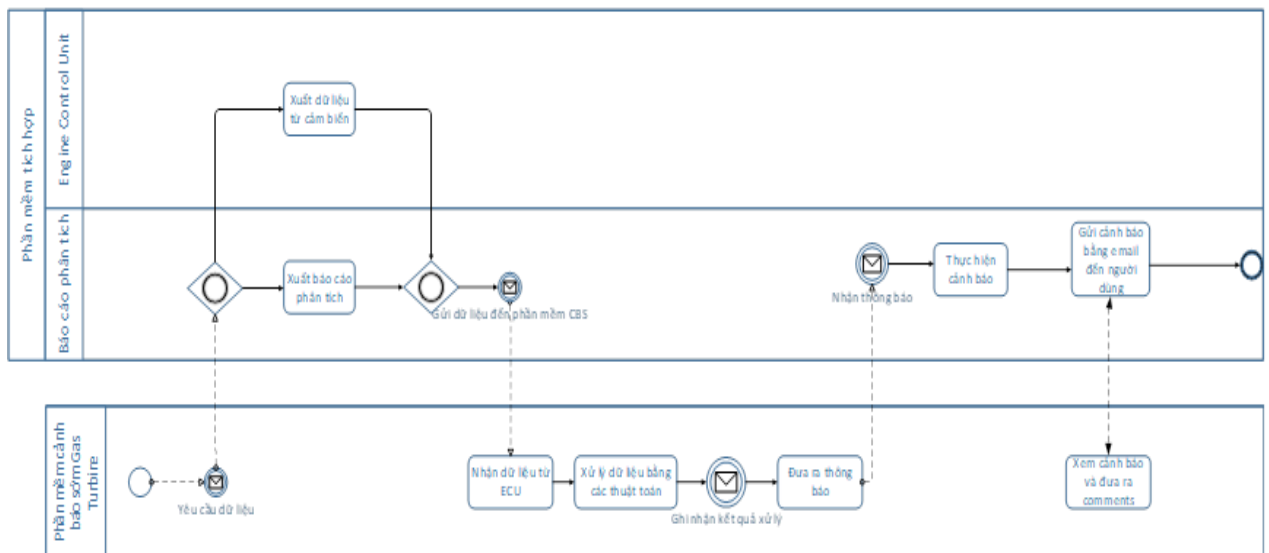
Bước 4: Sử dụng kiến thức: xây dựng kịch bản mô phỏng, ứng dụng kết quả mô phỏng.

Phương pháp Phân tích tiên đoán giúp làm giảm chi phí nghiên cứu cũng như giảm thiểu rủi ro có thể gặp phải bằng cách dựa trên dữ liệu lịch sử, kết hợp nhiều mối tương quan giữa các nhân tố, hỗ trợ cho việc đưa ra quyết định. Trong thời kỳ giá dầu giảm, việc ứng dụng phần mềm dựa trên phương pháp phân tích tiên đoán sẽ mang lại nhiều giá trị kinh tế cho công tác sản xuất trên giàn khoan. Việc nghiên cứu áp dụng thành công cho phần mềm cảnh báo sớm sẽ là bước đệm cho việc triển khai cho dự án dài hạn về việc cảnh báo nguy cơ rủi ro trong quá trình sản xuất cho các giàn FPU-DH-01 và WHP-DH-02.



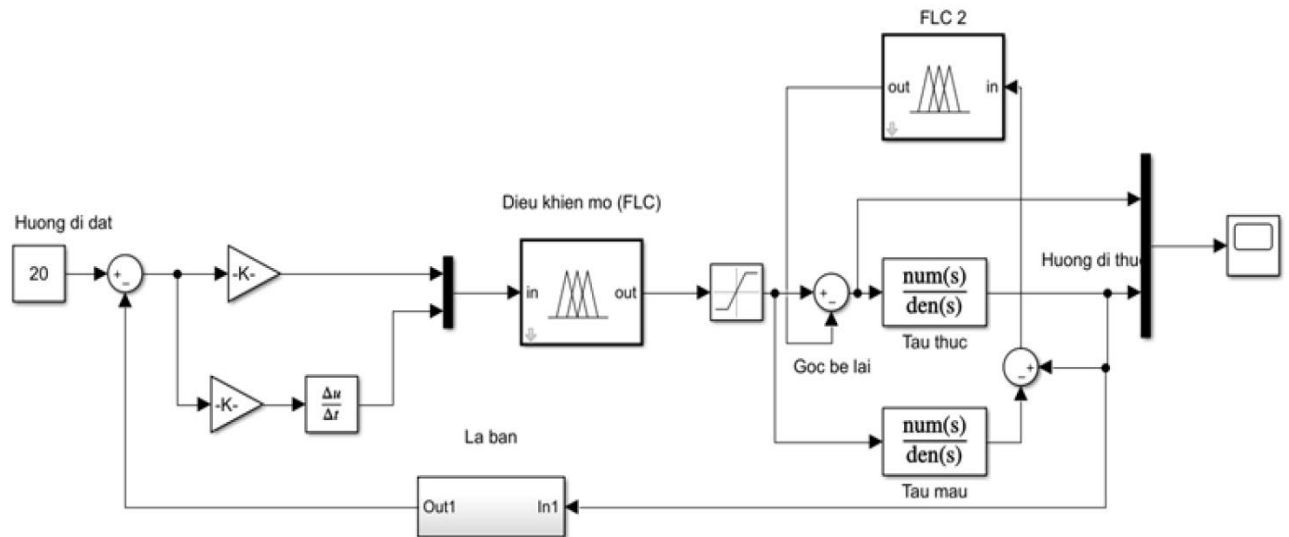
Hình 2. Biểu đồ phân tích tiên đoán.

Kỹ thuật giải pháp: Mô hình quy trình nghiệp vụ



Hình 3. Mô hình quy trình nghiệp vụ phần mềm Cảnh báo sớm cho thiết bị phao CALM.

Cấu trúc hệ thống cảnh báo sớm được đề xuất được mô tả như Hình 4.



Hình 4. Mô hình hệ thống xây dựng trên Simulink.

Số liệu đầu vào trong việc ra quyết định tách Phao Calm và tàu FSO:

+ Tension Load: lực căng giữa tàu FSO và Phao CALM qua hệ thống dây mềm neo tàu Mooring hawser.

Yêu cầu: Cập nhật thông số kỹ thuật hiển thị từ hệ thống đo (Load cell) trên mooring hawser và truyền tín hiệu về phòng xử lý trung tâm (CCR) trên tàu FSO mỗi 30 phút/lần.

+ Offset: Hệ thống định vị Phao Calm.

- Dịch vụ định vị vệ tinh cho hệ thống Phao Calm, khi Phao Calm bị lệch khỏi vị trí thiết kế 27 mét thì cần phải tách tàu.

- Yêu cầu: Kết nối trực tiếp hệ thống này vào Ứng dụng.

+ Weather data: số liệu thời tiết mở.

- Weather forecast: cung cấp bởi nhà thầu phụ Furgo: 2 lần/ngày; Thời gian dự báo cho 5 ngày kế tiếp.

- Real weather: Hạn chế về cơ sở hạ tầng trong thu thập dữ liệu trực tiếp thời tiết tại mở; Số liệu chủ yếu thực hiện dựa trên kinh nghiệm của giàn trường.

Bộ hỗ trợ cảnh báo 'mờ' (FLSD – Fuzzy Logic Support Decision).

Các thuật toán trên cơ sở điều khiển mờ (FLC) (Zadeh, 1965), trên cơ sở mạng nơron (Bùi Công Cường, Nguyễn Doãn Phước, 2001), các thuật toán trên cơ sở luật di truyền (GA), các thuật toán dựa trên cơ sở mô hình dự báo (MPC) là những thuật toán rất quen thuộc trong lý thuyết điều khiển hiện đại, thuộc lớp các thuật toán điều khiển thông minh. Khả năng và hiệu quả trong việc giải quyết các bài toán điều khiển phức tạp ở chúng chính là đặc tính thông minh của các thuật toán này. Ví dụ FLC có khả năng giải quyết các bài toán phức tạp, có tính phi tuyến hoặc thậm chí những bài toán có mô hình bất định (Zadeh, 1965). Chúng giải quyết bài toán thông qua mô tả bài toán (các tình huống) không phải bằng các công thức phức tạp mà bằng các biến ngữ trên cơ sở các mệnh đề dạng if...then đơn giản mang tính ước lượng.

Các hệ thống mờ đã được chứng minh là công cụ quan trọng giải quyết được nhiều bài toán với mô hình phức tạp, mà việc áp dụng các phương pháp kinh điển khác khó có cơ hội thành công. Đã có nhiều lĩnh vực khác nhau ứng dụng kỹ thuật mờ từ y học đến quản lý, từ kỹ thuật đến khoa học hành vi, từ điều khiển phương tiện đến ngôn ngữ tính toán, v.v.

Mục tiêu của giải pháp là cảnh báo để thuyền trưởng giữ cho khoảng cách giữa tàu FSO và phao CALM trong ngưỡng an toàn. Dựa trên tín hiệu đầu vào là sai lệch (e) giữa hướng trôi thực và ngưỡng đặt và vi phân sai lệch (de/dt) cho bộ cảnh báo mờ. Đầu ra của bộ Cảnh báo sớm sẽ đề xuất cho thuyền trưởng vị trí bánh lái lệnh tuyệt đối cùng tốc độ chuyển động.

Khả năng tính toán và xử lý song song các số liệu vào ra, khả năng tự học để hoàn thiện tính năng của chúng là một trong những điểm mạnh để giải quyết các bài toán đa biến phức tạp. Tư duy của thuật toán điều khiển trên cơ sở dự báo theo mô hình là tư duy kiểu nhìn xa trông rộng, kiểu tư duy mong muốn dự đoán trước được hành vi của đối tượng ở tương lai nhằm kiểm soát hành vi của tàu FSO một cách tốt hơn v.v.

Bảng 1. Luật hợp thành bộ cảnh báo mờ (Nguyễn Hữu Quyền et al., 20321).

de/dt \ e	AL	AT	AN	K	DN	DT	DL
AL	AL	AL	AL	AL	AT	AN	K
AT	AL	AL	AL	AT	AN	K	DN
K	AL	AT	AN	K	DN	DT	DL
DT	AN	K	DN	DT	DL	DL	DL
DL	K	DN	DT	DL	DL	DL	DL

Theo Bảng 1, ta thấy có 4 bộ cảnh báo mờ có tín hiệu vào là e, de/dt có biến ngôn ngữ được chọn như sau:

Trong đó AL: âm lớn; AT: âm trung bình; AN: âm nhỏ; K: không; DN: dương nhỏ; DT: dương trung bình; DL: dương lớn... về giá trị khi thực hiện cảnh báo, nếu sai số quá lớn thì hệ thống sẽ phát tín hiệu cảnh báo và coi đó là sai số lớn. Thông thường lựa chọn AL là -10 độ; DL là +10 độ;

Tương tự, đầu ra của bộ cảnh báo là β với giá trị để hệ thống đáp ứng nhanh thường chọn AL là -22,5 độ và DL là +22,5 độ. Việc chọn 7 biến ngôn ngữ giúp cho hệ thống làm việc có độ tác động nhanh hơn, nhưng cũng làm cho hệ thống trở nên phức tạp hơn và đòi hỏi phần cứng thực hiện thuật toán phải đáp ứng được.

Luật hợp thành được chọn theo bảng 1 trên đây, phương pháp giải mờ trọng tâm với thiết bị hợp thành là MAX-MIN.

Giao diện dashboard: Giao diện Bảng điều khiển giúp kiểm soát các thông số liên quan và hỗ trợ quyết định tách phao CALM. Thuật ngữ giao tiếp tiếng Anh, thân thiện, dễ sử dụng và có các tính năng mở cho giai đoạn tiếp theo.

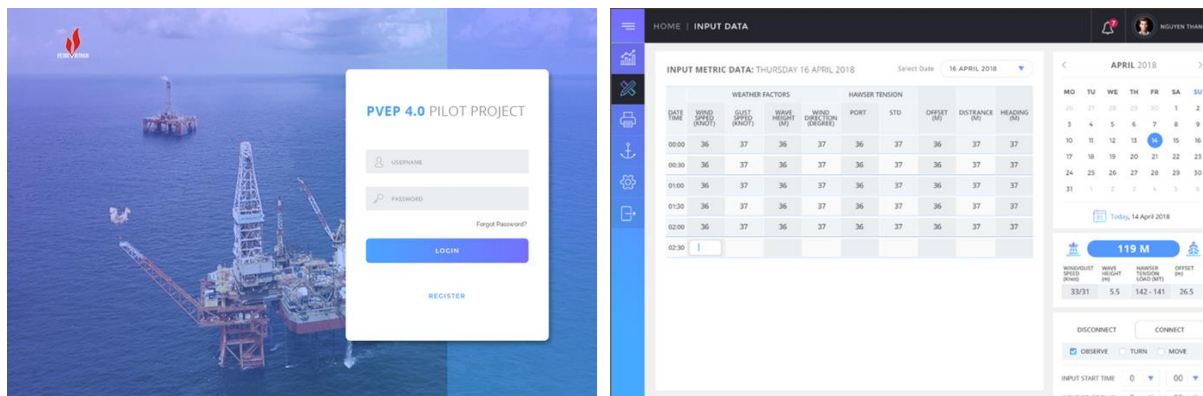
+ Khả năng mở rộng : Phần mềm có thể được phát triển thành ứng dụng sử dụng trên điện thoại di động, máy tính bảng.

+ Khả năng điều chỉnh: Có thể thay đổi tính năng và các hằng số theo quy định của yêu cầu thay đổi.

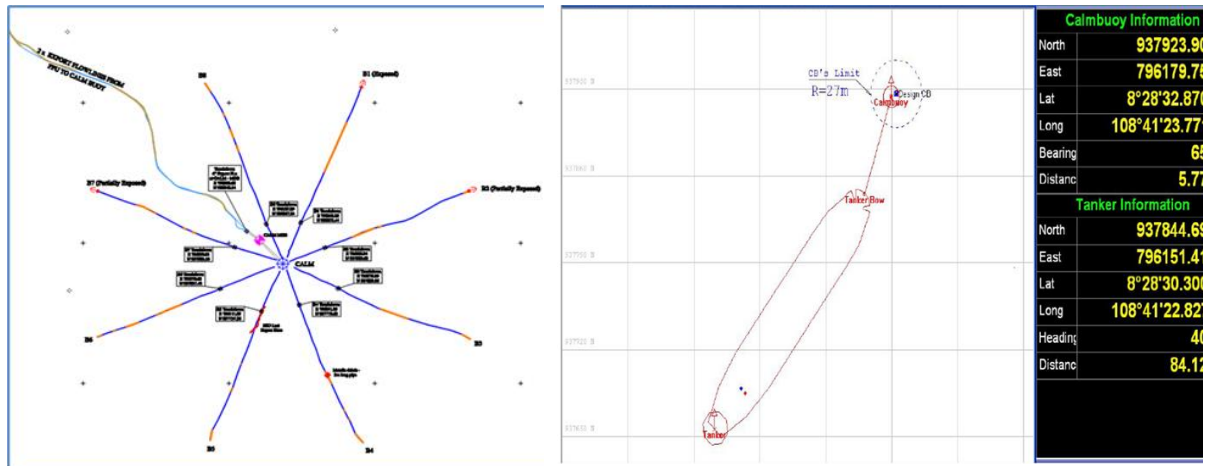
+ Độ tin cậy: Dữ liệu có thể được lưu trữ như lịch sử; có thể sao lưu (backup)

+ Khả năng chịu đựng: Dữ liệu sẽ được gửi tự động sau 10 phút trong trường hợp kết nối yếu; Hỗ trợ chế độ offline và tự động đồng bộ hóa dữ liệu ngay khi có kết nối Internet

*** Kết quả:**



Hình 5. Giao diện và các thông số đầu vào của chương trình.



Hình 6. Thông số trực tuyến của phao CALM và tàu FSO.

Giao diện trên nền tảng web đã được xây dựng như trên các hình 5 và 6 đáp ứng đầy đủ yêu cầu hiển thị thông số và dữ liệu về thời tiết trong khu vực cũng như vị trí tuyệt đối của phao CALM, tàu chứa. Hình 5 hiển thị các thông số đầu vào cho mô hình dự báo, trong đó các thông số thời tiết như hướng và tốc độ gió, chiều cao sóng được cập nhật theo thời gian thực sau mỗi giờ với số liệu được tiếp nhận từ các trạm đo thủy văn trong khu vực.

Thông tin từ các cảm biến, đã lắp đặt tại các vị trí theo thiết kế, được chuyển về thiết bị trung tâm thu thập tại giàn DH-01 và từ đó được hiển thị trên màn hình theo sơ đồ mô phỏng. Từ các số liệu đầu vào, phần mềm được xây dựng trên cơ sở các thuật toán dự báo để tính toán, đánh giá phân tích và đưa ra các cảnh báo ngay khi phát hiện các mối nguy hiểm theo các tiêu chí đã thiết lập. Đặc biệt trong các cảnh báo là quyết định tách tàu FSO-QUEEN khỏi hệ thống tránh gây đứt cáp neo hoặc thậm chí làm hỏng đường ống mềm dẫn dầu sang tàu chứa.

3. Thảo luận, đánh giá

Trong bối cảnh hiện nay, khi ngành công nghiệp dầu khí ngày càng chú trọng đến việc tối ưu hóa quá trình vận chuyển và xử lý dầu thô từ các cụm mỏ nằm sâu dưới đáy biển, việc nghiên cứu và áp dụng các phương pháp tiên tiến là cực kỳ quan trọng. Trong khuôn khổ nghiên cứu này, chúng tôi tập trung vào tổ hợp thiết bị đặc biệt quan trọng trong chuỗi cung ứng dầu khí biển - tổ hợp tàu chứa dầu và phao neo, đặc biệt là trên giàn Đại Hùng, thuộc khu vực biển Nam Côn Sơn.

Với chiều sâu mực nước biển lên đến 110m, giữa các điều kiện nước sâu và xa bờ, hệ thống này đã chứng minh sự an toàn và hiệu quả qua thời gian, quản lý và vận hành bởi đội ngũ chuyên gia người Việt Nam. Với hơn 50 triệu thùng dầu thô được xử lý, tổ hợp này không chỉ là biểu tượng cho sự thành công trong quản lý nguồn lực dầu mà còn là một thách thức liên tục đối với các chuyên gia do các sự cố đột ngột xuất hiện, đặc biệt là trong việc tách tàu chứa dầu ra khỏi phao neo (CALM).

Mặc dù hệ thống neo CALM được kỳ vọng giữ chặt tàu và phao lại một cách an toàn, thực tế đã chỉ ra những vấn đề nghiêm trọng, đặc biệt là với sự cố đứt xích neo xảy ra đã đến 6 lần, gây ảnh hưởng không nhỏ đến quá trình khai thác và sản xuất. Vì vậy, để giải quyết vấn đề này một cách hiệu quả, nghiên cứu này đề xuất áp dụng trí tuệ nhân tạo và thuật toán tổng hợp thông tin từ các sensor để tối ưu hóa quy trình tách tàu chứa dầu và phao neo.

Cần thiết có phần mềm cảnh báo sớm những hư hỏng có khả năng xảy ra để kịp thời bảo dưỡng, sửa chữa, tránh tình trạng phải dừng hoạt động của cả hệ thống do hư hỏng đột xuất của thiết bị cũng như nâng cao tuổi thọ.

Giải pháp Cảnh báo sớm cho thiết bị phao CALM: đây là phần mềm nhằm giúp đội ngũ vận hành trên giàn DH-01 có thể đánh giá tình trạng vận hành của phao và cầu tàu FSO hiện có nhằm dự báo hư hỏng, có cơ sở kịp thời để lập kế hoạch bảo dưỡng cũng như sửa chữa, dự trù vật tư thay thế.

* Ưu điểm:

- Bảo mật: user/pass để đăng nhập

- Theo dõi các dữ liệu lịch sử hiện tại, dự báo thời tiết cùng với các cảnh báo về các ngưỡng tới hạn qua màu sắc hiển thị trên biểu đồ.
- Ghi lại nhật ký công việc xử lý liên quan đến quyết định tách phao CALM và/ hoặc các công tác trên giàn/ tàu trong ngày.
- Các dữ liệu sẽ được hiển thị trực tiếp và được theo dõi liên tục từ trung tâm trong đất liền đến ngoài giàn DH-01 và tàu FSO-Queen.
- Hệ thống sẽ phát ra các cảnh báo ngay khi phát hiện mối nguy từ các cảm biến và dữ liệu thời tiết truyền về.
- Nhập liệu được thiết kế để dữ liệu được cập nhật tự động từ trung tâm dự báo thời tiết và các cảm biến được đặt trực tiếp tại phao CALM.

** Hạn chế:*

- Khoảng cách xa nên ảnh hưởng chất lượng đường truyền mạng từ ngoài khu vực mỏ ĐH về bờ, đặc biệt trong giai đoạn thời tiết xấu.
- Nhập liệu: Các số liệu đang được nhập thủ công: weather forecast, daily report, GPS.... giải pháp nhập liệu tự động sẽ được triển khai ở giai đoạn tiếp theo trên cơ sở nâng cấp thiết bị.

4. Kết luận

Hệ thống phao neo CALM đóng vai trò quan trọng trong việc giữ ổn định của tàu FSO nói chung và FSO-Queen ở bể Nam Côn Sơn nói riêng. Trong thực tế hoạt động đã xảy ra những vấn đề nghiêm trọng, đặc biệt là sự cố đứt xích neo gây ảnh hưởng không nhỏ đến quá trình khai thác dầu khí trên biển. Tại bể Nam Côn Sơn đã ghi nhận 6 lần sự cố đứt xích neo làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến quá trình vận hành của tàu FSO-Queen. Việc áp dụng các thuật toán trên cơ sở điều khiển mờ (FLC) kết hợp với các thuật toán trên cơ sở luật di truyền và các thuật toán dựa trên cơ sở mô hình dự báo (MPC) đã mang đến sự thành công trong việc cảnh báo sớm cho người điều khiển tàu FSO ra quyết định nhằm giữ khoảng cách an toàn giữa tàu FSO và phao CALM. Nghiên cứu này đã đề xuất giải pháp áp dụng trí tuệ nhân tạo và thuật toán tổng hợp thông tin từ các sensor để tối ưu hóa quy trình tách tàu FSO và phao neo. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc áp dụng thành công bộ công cụ cảnh báo sớm những hư hỏng có khả năng xảy ra để kịp thời bảo dưỡng, sửa chữa, tránh tình trạng phải dừng hoạt động của cả hệ thống do hư hỏng đột xuất cũng như nâng cao tuổi thọ thiết bị có ý nghĩa quan trọng. Việc áp dụng thành công giải pháp Cảnh báo sớm cho thiết bị phao CALM đã giúp đội ngũ vận hành trên giàn DH-01 có thể đánh giá tình trạng vận hành của phao và cầu tàu FSO hiện có nhằm dự báo hư hỏng, có cơ sở kịp thời để lập kế hoạch bảo dưỡng cũng như sửa chữa, dự trù vật tư thay thế.

Tài liệu tham khảo

- Nguyen Hai An, (2018). Đánh giá tiềm năng áp dụng giải pháp cải thiện hệ số thu hồi dầu cho mỏ Đại Hùng. *Tạp chí Dầu khí số 8/2018*; p. 53 - 61.
- Nguyễn Văn Thịnh, Nguyễn Hải An, Nguyễn Thanh Hải, (2018). Nghiên cứu giải pháp đảm bảo dòng chảy cho đường ống vận chuyển dầu từ giàn WHP-DDH2 tới giàn FPU-DDH1 mỏ Đại Hùng. *Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ-Địa chất Tập 59, kỳ 4*. pp 52-62.
- Binh Nguyen Thi Thanh, Tokunaga Tomochika, Son Hoang Phuoc, Van Binh Mai, (2007). Present-day stress and pore pressure fields in the Cuu Long and Nam Con Son basins, offshore Vietnam. *Marine and Petroleum Geology*
- Zadeh L.A, (1965). Fuzzy sets. *Information and Control*. p 338 - 353.
- Bùi Công Cường, Nguyễn Doãn Phước, (2001). Hệ mờ mạng Noron và ứng dụng. *NXB Khoa học và Kỹ thuật*, Hà Nội.
- Nguyễn Hữu Quyền, Phan Đăng Đào, Nguyễn Thanh Vân, (2021). Xây dựng bộ điều khiển chuyển động tàu thủy bám quỹ đạo dựa trên thuật toán điều khiển Receding Horizon tối ưu LQR khi có hạn chế tín hiệu điều khiển. *Tạp chí KHCN Trường ĐH GTVT HCM*, số 05/2021, p.117 – 121.

ABSTRACT

Research on applying artificial intelligence (AI) to support decision making on disconnecting the FSO-Queen from CALM buoy at Nam Con Son basin, offshore Vietnam

Nguyen Hai An^{1,*}, Nguyen Dinh Tuan², Nguyen Van Thinh³

¹ PetroVietnam Exploration Production Corporation (PVEP), Vietnam

² PetroVietnam Transportation Corporation (PVTrans), Vietnam

³ Faculty of Petroleum and Energy, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

The complex oil tanker (FSO-QUEEN) and mooring buoy (CALM) facilities play a vital role in producing, gathering, processing, and storing oil and gas at Dai Hung field in the Nam Con Son basin. This complex has been operated safely and effectively with over 50 million barrels of crude oil in deep water and offshore conditions. The oil tanker is connected to the CALM buoy by two mooring lines with a load capacity of 200 tons each through a quick-release mooring system with a total tonnage of 400 tons. When the ship's mooring line load reaches the prescribed threshold according to ship separation standards, the oil tanker must be separated from the CALM buoy to avoid breaking the anchor chains or even breaking the oil transfer hose. However, since it was put into use (1994), the buoy anchor chain system has broken six times, significantly affecting the field oil production rate. The solution of installing sensors to record technical parameters combined with the application of AI algorithms will support the captain in making the decision to separate the CALM buoy and the FSO vessel in a timely and accurate manner, minimizing incidents during equipment operation. This solution works well even when direct parameter data measured from the surrounding environment are difficult, even in rough sea conditions, without weather parameters. The research results can be considered to apply to FSO vessels with operating conditions similar to those in the Nam Con Son basin.

Keywords: FSO, CALM buoy, Nam Con Son Basin, AI.

* Corresponding author
E-mail: annh1@pvep.com.vn

NHÀ XUẤT BẢN GIAO THÔNG VẬN TẢI

Địa chỉ: Số 8 phố Tăng Bạt Hổ, phường Phạm Đình Hổ, quận Hai Bà Trưng, TP. Hà Nội

ĐT: 024.39423346 - 024.39424620 * Fax: 024.38224784

Website: www.nxbgtvt.vn * Email: nxbgtvt@fpt.vn

CHỊU TRÁCH NHIỆM XUẤT BẢN, NỘI DUNG:

GIÁM ĐỐC - TỔNG BIÊN TẬP:

Nguyễn Minh Nhật

BIÊN TẬP:

Dương Hồng Hạnh

THIẾT KẾ:

Linh Lan

ĐỐI TÁC LIÊN KẾT XUẤT BẢN:

Trường Đại học Mở - Địa chất

In 200 cuốn khổ 19 x 27cm tại Công ty TNHH Dịch vụ Văn phòng Đức Hải.

Địa chỉ: số 264 Nguyễn Trãi, Từ Liêm, Hà Nội

Số xác nhận đăng ký xuất bản: 934-2024/CXBIPH/1-23/GTVT.

Mã số sách tiêu chuẩn quốc tế - ISBN: 978-604-76-2909-1.

Quyết định xuất bản số: 20 LK/QĐ-XBGT ngày 19 tháng 4 năm 2024.

In xong và nộp lưu chiểu năm 2024.