

# GIẢI PHÁP THIẾT KẾ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH PHỤC VỤ KHAI THÁC CÁC MỎ NHỎ VÀ MỎ CẬN BIÊN

**KS. Cao Tùng Sơn<sup>1</sup>, ThS. Lê Việt Dũng<sup>1</sup>, TS. Bùi Trọng Hàn<sup>1</sup>  
TS. Lê Hữu Toàn<sup>1</sup>, KS. Lê Vũ Quân<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro"

<sup>2</sup>Viện Dầu khí Việt Nam

Email: toanlh.rd@vietsov.com.vn

## Tóm tắt

**Bài báo giới thiệu các giải pháp công nghệ trong việc thiết kế xây dựng để phát triển các mỏ nhỏ, cận biên trên thế giới đang áp dụng; chia sẻ các giải pháp đang được áp dụng và nghiên cứu tại Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro" nhằm phát triển các mỏ nhỏ, cận biên thuộc các lô mà Vietsovpetro quản lý.**

**Từ khóa:** Mỏ nhỏ, mỏ cận biên, giải pháp thiết kế, giàn nhẹ BK, Lô 09-1, Lô 09-3/12.

## 1. Mở đầu

Công tác khảo sát địa vật lý và thăm dò trong lĩnh vực dầu khí tại thềm lục địa Việt Nam đã diễn ra cách đây hơn 40 năm. Đến nay, các hoạt động thăm dò khai thác dầu khí liên tục được thực hiện và phát triển mạnh với nhiều phát hiện dầu khí được xác định và đưa vào khai thác thành công, trong đó nhiều mỏ có trữ lượng cao như: Bạch Hổ, Rồng, cụm mỏ Sư Tử, Rạng Đông, Ruby, Cá Ngừ Vàng (bể Cửu Long); mỏ Rồng Đồi, Rồng Đồi Tây, Lan Tây, Lan Đồi, Hải Thạch, Mộc Tinh (bể Nam Côn Sơn).

Bên cạnh các cấu tạo có trữ lượng dầu khí cao đã đưa vào phát triển khai thác, có nhiều phát hiện chưa được đưa vào phát triển. Trong số đó, có đa số cấu tạo với trữ lượng thu hồi tương đối thấp và điều kiện đưa vào khai thác không thuận lợi. Do đó, để đầu tư phát triển mang lại hiệu quả kinh tế cần phải có chiến lược và phương án đầu tư phát triển hợp lý, khoa học, đặc biệt là đối với các mỏ nhỏ, cận biên có trữ lượng nhỏ hơn 1,5 triệu tấn (khoảng 10 triệu thùng) dầu thu hồi.

Tổng mức đầu tư (CAPEX) cho việc phát triển mỏ thường bao gồm 3 loại chi phí: chi phí cho công tác khoan, chi phí xây dựng giàn khai thác và chi phí xây dựng hệ thống đường ống kết nối để vận chuyển sản phẩm. Trong đó, chi phí cho xây dựng giàn chiếm khoảng 23 - 30% tổng chi phí.

Bài báo đề cập đến các giải pháp thiết kế xây dựng mỏ nhằm giảm thiểu chi phí xây dựng, tăng hiệu quả kinh tế trong việc phát triển các mỏ nhỏ, mỏ cận biên.

## 2. Các giải pháp phát triển và khai thác các mỏ nhỏ, mỏ cận biên

Vì các mỏ nhỏ, cận biên có trữ lượng thu hồi trung bình hoặc thấp, đời mỏ ngắn nên mô hình khai thác truyền

thống (giàn đầu giếng (well head platforms - WHPs) + giàn công nghệ trung tâm (CPP) hoặc WHPs + tàu chứa, xử lý và xuất dầu (FPSO)) sẽ có chi phí đầu tư ban đầu cao và ảnh hưởng lớn đến hiệu quả kinh tế. Do đó, để phát triển các mỏ này cần phải dựa trên các tiêu chí sau:

- Hợp lý trong quy hoạch phát triển mỏ có xem xét với các khu vực lân cận và hạ tầng kỹ thuật hiện hữu;
- Tối ưu trong thiết kế để giảm trọng lượng và thiết bị trên giàn nhằm giảm thiểu chi phí và thời gian thi công lắp đặt (giảm thiểu chi phí CAPEX);
- Đơn giản trong vận hành nhưng vẫn đảm bảo an toàn sản xuất (giảm chi phí OPEX);
- Tận dụng các thiết bị có khả năng di động để phục vụ nhiều dự án.

Trên cơ sở đó, về cơ bản sẽ có 2 phương án chính để phát triển các mỏ nhỏ, cận biên: (i) Kết nối với hệ thống thiết bị, trung tâm xử lý hiện hữu; (ii) phương án phát triển độc lập.

### 2.1. Phương án kết nối với hệ thống thiết bị, trung tâm xử lý hiện hữu

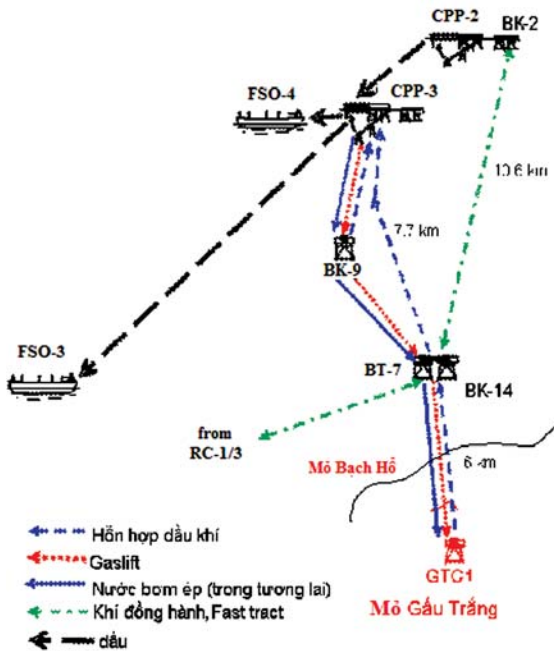
Phương án kết nối với hệ thống thiết bị, trung tâm xử lý hiện hữu sẽ giảm đáng kể chi phí đầu tư vì không phải xây dựng các giàn xử lý trung tâm (CPP), giàn nén khí gaslift, nước ép vỉa... mà chỉ cần xây dựng các giàn đầu giếng cố định không người (unmanned WHP). Sản phẩm sau khi khai thác sẽ được vận chuyển bằng đường ống về các giàn CPP hiện hữu để xử lý. Các hệ thống phụ trợ, ngay cả hệ thống điện, cũng có thể sẽ được cung cấp từ cụm các giàn hiện hữu. Mô hình này đang được áp dụng tại các mỏ ở bể Cửu Long.

Tuy nhiên, phương án này chỉ có thể áp dụng cho các

mỏ nằm gần trung tâm xử lý hiện hữu (khoảng cách dưới 30km). Nếu xa hơn, việc áp dụng phương án kết nối mỏ sẽ không khả thi vì các khó khăn trong vận chuyển sản phẩm khai thác bằng đường ống. Ngoài ra, phương án này cũng phụ thuộc vào công suất xử lý dư của hệ thống cơ sở hạ tầng hiện hữu.

**2.2. Phương án phát triển độc lập**

Phương án này được áp dụng cho các mỏ nằm xa, tách biệt với hệ thống thiết bị và trung tâm xử lý hiện hữu. Đối với các mỏ nhỏ, cận biên có trữ lượng thu hồi thấp và phân bố không tập trung thì việc đầu tư xây dựng giàn CPP sẽ không mang lại hiệu quả kinh tế. Khi đó, phương



Hình 1. Sơ đồ khai thác mỏ nhỏ Gấu Trắng kết nối với cơ sở hạ tầng hiện hữu của mỏ Bạch Hổ



Hình 2. Một mỏ nhỏ khai thác sử dụng MOPU

án sử dụng các thiết bị có khả năng di động, phục vụ được nhiều dự án là lựa chọn tối ưu.

Một trong những thiết bị di động trên thế giới đang được sử dụng để khai thác các mỏ nhỏ, cận biên đó là giàn di động khai thác ngoài khơi (mobile offshore production unit - MOPU). Giàn MOPU thường được cải hoán từ giàn khoan (drilling rig). Trên khối thượng tầng của MOPU được thiết kế lắp đặt các hệ thống xử lý dầu khí, hệ thống phụ trợ, khu nhà ở, sân bay... giống như trên CPP hoặc FPSO.

Mô hình khai thác sử dụng MOPU được thiết kế như sau: khung đầu giếng (wellhead frame) + MOPU + FSO. Trong đó, khung đầu giếng được thiết kế tối giản, bao gồm khối chân đế và khối thượng tầng chỉ với hệ thống đầu giếng. Sản phẩm từ đầu giếng được chuyển trực tiếp qua hệ thống xử lý trên MOPU.

Một công nghệ khác trên thế giới đang sử dụng để khai thác các mỏ cận biên là sử dụng giàn khai thác và xử lý có kết cấu nhẹ (lightweight wellhead production platform - WHPP). Dầu sẽ được khai thác và xử lý trực tiếp ngay trên giàn, sau đó chuyển qua FSO để lưu trữ. Giàn này được thiết kế trên cơ sở unmanned WHP có bổ sung thêm các module để xử lý dầu khí. Hệ thống xử lý dầu khí được thiết kế tối giản nhằm giảm độ phức tạp trong công nghệ, qua đó giảm thiểu sự can thiệp của con người.

Tuy nhiên, mô hình MOPU cũng như giàn WHPP vẫn còn khá mới và chưa được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực khai thác dầu khí ở Việt Nam.

**3. Các giải pháp đang được ứng dụng tại Vietsovpetro**

Vietsovpetro đang khai thác 5 mỏ dầu khí tại Lô 09-1, bể Cửu Long: mỏ Bạch Hổ, Rồng, Nam Rồng - Đồi Mồi, Gấu Trắng, Thỏ Trắng. Vị trí các mỏ Nam Rồng - Đồi Mồi, Gấu Trắng, Thỏ Trắng khá gần với mỏ Bạch Hổ và Rồng (dưới 10km) nên phương án kết nối với hệ thống thiết bị, trung tâm xử lý hiện hữu là phương án tối ưu mà Vietsovpetro đã lựa chọn để phát triển khai thác mỏ (Hình 1). Tại các mỏ này, Vietsovpetro xây dựng các giàn nhẹ đầu giếng BK có công suất xử lý từ 2.000 - 6.000 tấn chất lỏng/ngày đêm, gồm khối chân đế (nặng khoảng 1.050 tấn), cọc (khoảng 1.100 tấn), khối thượng tầng (khoảng 1.200 tấn), cần xả khí (khoảng 26 tấn) và sân bay trực thăng (khoảng 90 tấn). Các giàn đã được xây dựng như: GTC-1, RC-DM, ThTC-1, ThTC-2 (đang xây dựng).

Trên khối thượng tầng của giàn BK hiện tại được trang bị các hệ thống chính sau:

- Thiết bị đầu giếng, hệ thống điều khiển đầu giếng (wellhead control panel);
- Cụm van thu gom dầu khí từ các giếng (inlet manifold);
- Hệ thống phân phối khí gaslift, nước ép via PPD;
- Bình tách dầu, khí sơ bộ.
- Hệ thống đo dầu, khí;
- Khu vực riser để vận chuyển, trung chuyển dầu khí, gaslift, nước ép via PPD;
- Hệ thống điều khiển, điện;
- Hệ thống cứu hỏa, thiết bị cứu sinh;
- Shelter nhà ở và các hệ thống phụ trợ có thể phục vụ cho 8 người ở tạm thời trên giàn.

Hệ thống dầu khí, gaslift, nước ép via PPD, điện được kết nối với các giàn hiện hữu của mỏ Bạch Hổ hoặc Rồng bởi hệ thống đường ống và cáp điện ngầm. Ngoài ra, trên các giàn BK cũng thiết kế các đầu chờ (tie-point) để có thể đấu nối các hệ thống này với các giàn BK khác trong nội mỏ hoặc mỏ lân cận (Hình 3). Dầu khí từ các giàn BK được vận chuyển về các giàn xử lý trung tâm CCP hiện hữu để xử lý trước khi bơm sang các tàu chứa FSO.

Đối với các phát hiện dầu khí mới nằm cạnh các giàn hiện hữu, Vietsovpetro lựa chọn giải pháp tối ưu hơn là xây dựng giàn BK với thiết bị tối thiểu, đặt cạnh với giàn khai thác hiện hữu, nối với nhau bằng cầu dẫn (gọi là connecting BK). Trên giàn connecting BK chỉ cần khối chân đế và khối thượng tầng với một số thiết bị và hệ thống chính như: thiết bị và hệ thống điều khiển đầu giếng, inlet manifold, hệ thống phân phối gaslift và nước ép via PPD. Các hệ thống thiết bị khác như bình tách, bộ đo, điện, điều khiển, sân bay trực thăng, shelter nhà ở... được tận dụng từ giàn hiện hữu. Mô hình này đã được triển khai cho các giàn BK1/BK10, BK8/BK17, RC1/RC3, RC5/RC9 (đang triển khai).

**4. Các giải pháp đang nghiên cứu và phát triển tại Vietsovpetro**

Ở Lô 09-1 và Lô 09-3/12 bể Cửu Long có nhiều phát hiện dầu khí ở dạng tiềm năng, có trữ lượng dầu thu hồi trung bình và thấp. Để duy trì sản lượng khai thác dầu khí ổn định, Vietsovpetro cần phải đưa các khu vực này vào khai thác một cách hiệu quả, trên cơ sở giảm thiểu chi phí đầu tư. Trên cơ sở đó, Vietsovpetro đã giao Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển (NIPI) nghiên cứu

phát triển hợp lý sơ đồ xây dựng mỏ, tối ưu hóa trong thiết kế giàn khai thác phù hợp với trữ lượng dầu thu hồi, giảm thiểu chi phí xây dựng và vận hành.

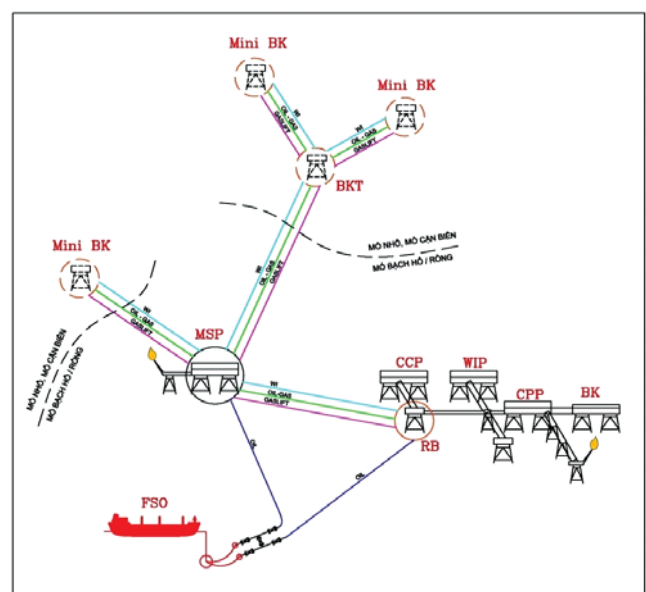
Giải pháp cơ bản mà NIPI đang nghiên cứu áp dụng đó là: tại các mỏ, khu vực có trữ lượng dầu thu hồi trung bình và thấp của Lô 09-1 và Lô 09-3/12 sẽ thiết kế xây dựng các giàn đầu giếng dạng BK trung tâm (BKT) và/hoặc mini BK, có khả năng kết nối với các giàn hiện hữu của mỏ Bạch Hổ và Rồng (Hình 4).

**4.1. Giàn BK trung tâm**

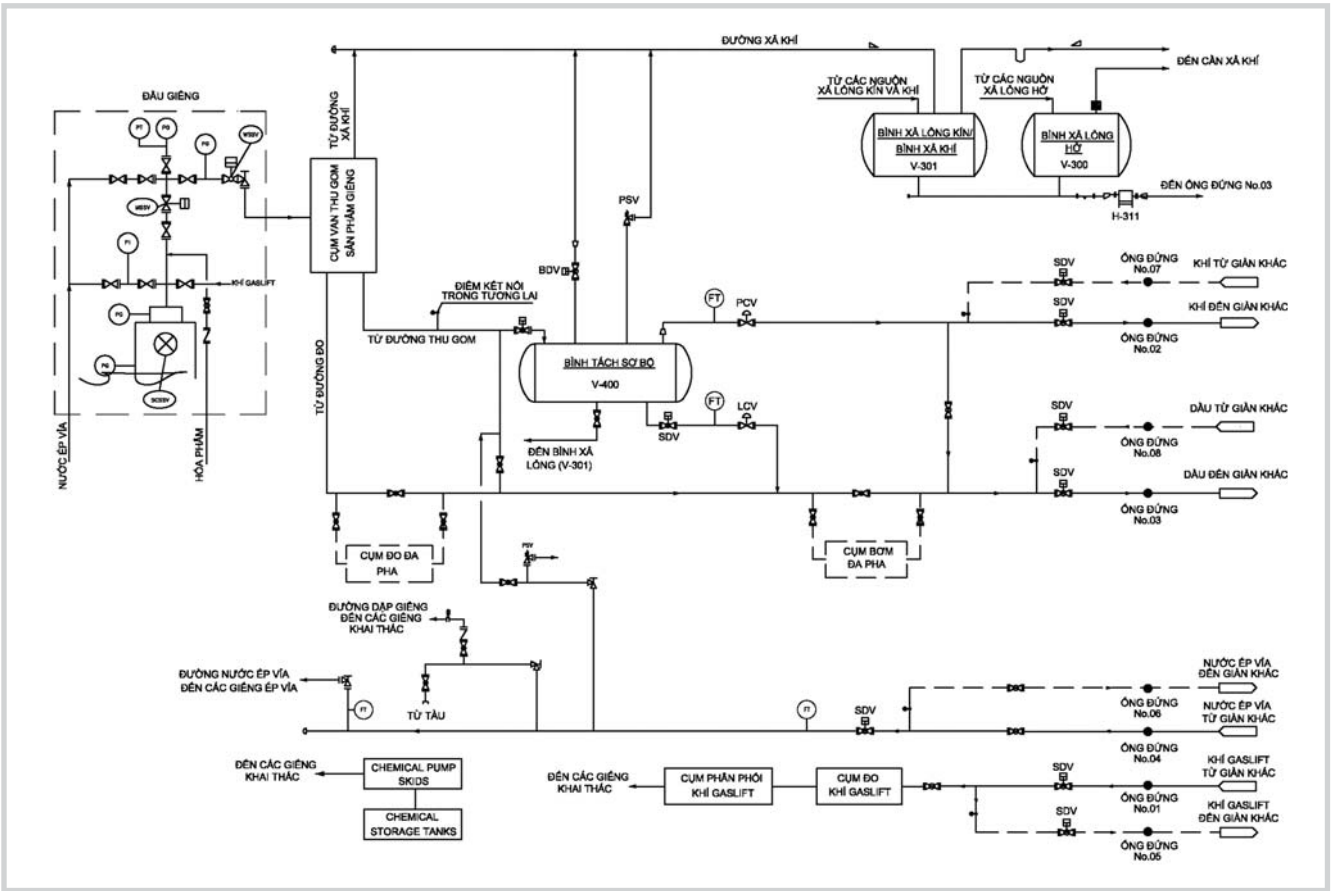
Giàn BK trung tâm (BKT) sẽ được lắp đặt để khai thác khu vực có trữ lượng dầu thu hồi > 1,5 triệu tấn dầu. Công suất giàn BKT từ 2.000 - 6.000 tấn lỏng/ngày đêm, tùy thuộc vào trữ lượng thu hồi tại chỗ và khả năng tiếp nhận



Hình 3. Giàn BK-16 của Vietsovpetro tại mỏ Bạch Hổ



Hình 4. Sơ đồ kết nối các mỏ nhỏ, cận biên với mỏ Bạch Hổ tại Lô 09-1 và Lô 09-3/12



Hình 5. Sơ đồ công nghệ giàn BKT

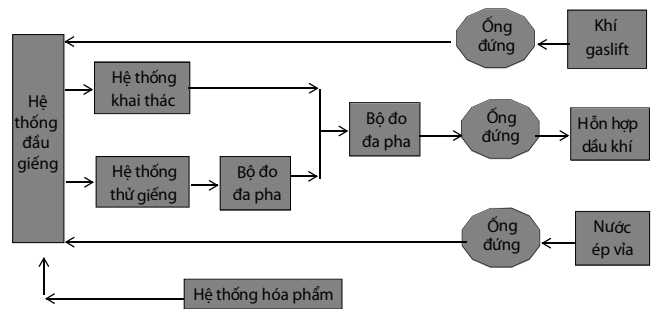
sản phẩm từ các giàn mini BK bên cạnh. Hình 5 trình bày sơ đồ nguyên lý công nghệ của giàn BKT.

Giàn BKT được phát triển, tối ưu hóa trên cơ sở thiết kế của giàn BK hiện tại của Vietsovpetro. Ngoài ra, có một số cải tiến mới: Thiết kế hệ thống công nghệ để có thể tiếp nhận và xử lý sản phẩm từ các giàn mini BK; thiết kế bổ sung hệ thống bơm đa pha để vận chuyển sản phẩm giếng trong trường hợp áp suất vận hành tại các giàn BKT, mini BK thấp, không đủ tự chảy về các giàn MSP, CPP hiện hữu để xử lý tiếp.

**4.2. Giàn mini BK**

Giàn mini BK là giàn không người, có kết cấu nhẹ, hệ thống công nghệ tối giản với chi phí xây dựng và vận hành tối thiểu, có khả năng kết nối với các giàn hiện hữu bằng đường ống và cáp ngầm. Đây là công trình NIPI đang nghiên cứu thiết kế để xây dựng, nhằm đưa vào khai thác những khu vực có trữ lượng thu hồi dầu < 1,5 triệu tấn dầu. Các giải pháp thiết kế cho giàn mini BK như sau:

- Giải pháp công nghệ:
- + Công suất thiết kế: 1.000 tấn lỏng/ngày đêm;
- + Số lượng giếng: từ 4 - 6 giếng (trong đó 1 - 2 giếng



Hình 6. Sơ đồ nguyên lý công nghệ giàn mini BK

ép vĩa). Sử dụng loại dual well slot để giảm kích thước khung kết cấu.

+ Các hệ thống chính: Hệ thống thu gom sản phẩm giếng (inlet manifold); hệ thống phân phối khí gaslift; hệ thống phân phối nước ép vĩa PPD; hệ thống bơm hóa phẩm; hệ thống xả lỏng; hệ thống đo sản phẩm giếng: đo đa pha; hệ thống khí điều khiển; cầu 3 - 4 tấn, động cơ diesel.

Sản phẩm giếng khai thác từ giàn mini BK, sau khi qua bộ đo đa pha, sẽ được vận chuyển trực tiếp sang giàn BK trung tâm hoặc MSP gần nhất để tách khí, sau đó chuyển về giàn CPP để xử lý tiếp thành dầu thương phẩm trước khi vận chuyển sang các tàu dầu UBN. Sơ đồ nguyên lý công nghệ giàn mini BK được thể hiện như Hình 6.

- Giải pháp kết cấu: Kết cấu giàn mini BK sẽ bao gồm khối chân đế, khối thượng tầng và sân bay trực thăng. Không có cần xả khí, shelter nhà ở. Các hệ thống phụ trợ được tối giản.

**4.3. Khối chân đế**

- Kết cấu chân đế được thiết kế với 3 hoặc 4 chân;
- Phương pháp cố định chân đế: đang nghiên cứu 2 phương án thiết kế chân đế để lựa chọn phương án tối ưu, đó là: (i) Phương án dùng cọc để cố định - piles (Hình 7); (ii) phương án dùng ống dẫn để cố định (supported conductors) - các ống dẫn (conductors) sẽ được lồng trong ống kết cấu chân đế và đóng vào lòng đất (Hình 8);
- Có 1 bến cập tàu;
- Khối lượng chân đế khoảng 500 - 600 tấn;
- Khối lượng cọc khoảng 600 - 700 tấn.

**4.4. Khối thượng tầng**

Khối thượng tầng giàn mini BK gồm 3 sàn (submain deck, main deck và upper deck) và sân bay trực thăng. Trên đó, sẽ bố trí các thiết bị hệ thống công nghệ, điện, tự động hóa, cầu.

Khối thượng tầng có khối lượng khoảng 450 - 600 tấn, được thiết kế thành một khối để bảo đảm thi công lắp đặt bằng 1 mã cầu.

**4.5. Giải pháp năng lượng điện**

- Nguồn điện chính: Kết nối và sử dụng điện lưới của mỏ Bạch Hổ - Rồng thông qua cáp điện ngầm. Trong trường hợp không thể kết nối với hệ thống điện lưới hiện hữu sẽ thiết kế lắp

đặt máy phát Micro Gas Turbine Generator. Khí nhiên liệu được sử dụng từ nguồn khí gaslift.

- Nguồn điện dự phòng sử dụng máy phát điện diesel.
- Thiết kế hệ thống UPS, hệ thống đèn hàng hải navigation aid.

**4.6. Giải pháp điều khiển, tự động hóa**

- Giàn mini BK sẽ được thiết kế với nguyên lý điều khiển từ xa, từ giàn BK trung tâm hoặc giàn CPP.
- Thiết kế hệ thống camera CCTV để giám sát từ xa (từ giàn BK trung tâm hoặc từ giàn CPP và có thể từ trong bờ).

**5. Kết luận**

Để phát triển các mỏ nhỏ, cận biên có thể sử dụng phương án kết nối với hạ tầng cơ sở hiện hữu (đối với các mỏ cách hệ thống thiết bị, trung tâm xử lý hiện hữu dưới 30km) hoặc phương án phát triển độc lập với việc sử dụng các phương tiện di động (đối với các mỏ cách xa hệ thống thiết bị, trung tâm xử lý hiện hữu, không thể vận chuyển sản phẩm bằng đường ống).

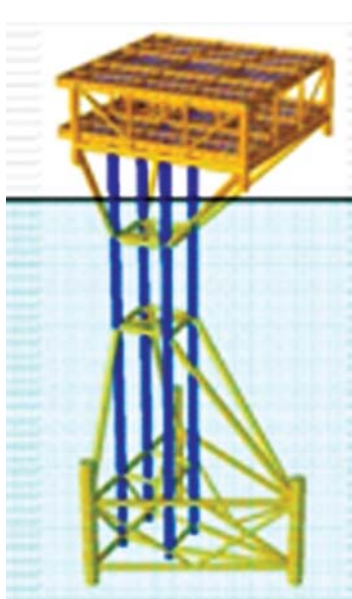
Tại các mỏ thuộc Lô 09-1, Vietsovpetro đã xây dựng các giàn nhẹ khai thác BK kết nối với các giàn xử lý trung tâm hiện hữu có công suất dư của mỏ Bạch Hổ và Rồng bằng hệ thống đường ống và cáp ngầm.

Để phát triển hiệu quả các mỏ nhỏ, cận biên có trữ lượng thu hồi dầu thấp, nằm lân cận các mỏ Bạch Hổ và Rồng, Vietsovpetro đang nghiên cứu và áp dụng giải pháp tối ưu hóa sơ đồ phát triển mỏ và tối giản hóa trong thiết kế xây dựng các giàn nhẹ BK trung tâm (BKT) và mini BK có khả năng kết nối với hệ thống cơ sở hạ tầng hiện hữu.

Giàn BKT có khả năng kết nối và xử lý sản phẩm từ các giàn mini BK. Trong khi đó, giàn mini BK là giàn không người, có kết cấu nhẹ, được trang bị hệ thống công nghệ tối giản nhằm giảm thiểu chi phí đầu tư và vận hành. Theo tính toán sơ bộ, chi phí đầu tư xây dựng giàn mini BK sẽ chỉ bằng một nửa và thời gian thực hiện bằng 2/3 so với giàn BK hiện tại của Vietsovpetro. Đây là giải pháp khả thi để Vietsovpetro có thể đưa vào khai thác các khu vực tiềm năng trong thời gian tới.



Hình 7. Mô hình chân đế sử dụng cọc để cố định



Hình 8. Mô hình chân đế sử dụng ống dẫn (supported conductors) để cố định

### Tài liệu tham khảo

1. Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển (NIPI). Báo cáo "Thiết kế giàn nhẹ BK". 2014.
2. Viện Nghiên cứu Khoa học và Thiết kế Dầu khí biển (NIPI). Báo cáo "Kế hoạch hoạt động sản xuất của Liên doanh Việt - Nga "Vietsovpetro" năm 2014 - 2019". 2014.
3. Graham Nicholson, Yann Helle. *Modular design for low cost minimum facilities platforms*. SPE Middle East Oil and Gas Show and Exhibition. 10 - 13 March, 2013.
4. H.J.Meek, P.G.F.Sliggers. *Alternative low-cost wellhead platform concept(s) for marginal offshore field developments*. Proceedings of the 11<sup>th</sup> (2001) International Offshore and Polar Engineering Conference, Norway. 17 - 22 June, 2001.
5. Graham Nicholson, Yann Helle. *Minimum facilities platform provides alternative for marginal field development*. Offshore Magazine. www.offshore-mag.com. 11/12/2013.

---

## Solutions to design and construction of facilities for development of small and marginal fields

Cao Tung Son<sup>1</sup>, Le Viet Dung<sup>1</sup>, Bui Trong Han<sup>1</sup>  
Le Huu Toan<sup>1</sup>, Le Vu Quan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vietsovpetro

<sup>2</sup>Vietnam Petroleum Institute

### Summary

**The paper presents the technological solutions currently applied in the world to design and construction of facilities for development of small and marginal fields. It also shares the solutions which have been studied and applied by Vietsovpetro Joint Venture for development of the small and marginal fields in the blocks managed by Vietsovpetro.**

**Key words:** Small field, marginal field, solution to design, BK lightweight platform, Block 09-1, Block 09-3/12.