

TCVN

TIÊU CHUẨN QUỐC GIA

TCVN 13890:2023

Xuất bản lần 1

**HỆ THỐNG ĐƯỜNG ỐNG BIỂN –
QUẢN LÝ TÍNH TOÀN VỆ**

HÀ NỘI - 2023

MỤC LỤC

1	Phạm vi áp dụng.....	9
2	Tài liệu viện dẫn.....	10
3	Thuật ngữ, định nghĩa và từ viết tắt.....	11
3.1	Thuật ngữ và định nghĩa.....	11
3.2	Viết tắt.....	13
4	Quy định chung về hệ thống quản lý tính toàn vẹn.....	15
4.1	Quy định chung.....	15
4.1.1	Trách nhiệm của chủ công trình/nhà điều hành.....	15
4.1.2	Các yếu tố của hệ thống quản lý tính toàn vẹn.....	15
4.2	Quá trình quản lý tính toàn vẹn.....	16
4.3	Các yếu tố bổ sung.....	16
4.3.1	Chính sách công ty.....	16
4.3.2	Tổ chức và nhân sự – Vai trò và trách nhiệm.....	16
4.3.3	Tổ chức và nhân sự – Các nhu cầu đào tạo.....	16
4.3.4	Quản lý sự thay đổi.....	16
4.3.5	Các quy trình vận hành và kiểm soát.....	17
4.3.6	Các kế hoạch dự phòng.....	17
4.3.7	Báo cáo và trao đổi thông tin.....	18
4.3.8	Đánh giá và xem xét.....	18
4.3.9	Quản lý thông tin.....	18
5	Quá trình quản lý tính toàn vẹn trong một chu trình tuổi thọ.....	21
5.1	Quy định chung.....	21
5.2	Hai giai đoạn toàn vẹn được định nghĩa như sau:.....	21
5.3	Thiết lập tính toàn vẹn.....	25
5.3.1	Sự tham gia của người vận hành trong giai đoạn thiết lập tính toàn vẹn.....	25
5.3.2	Xem xét có hệ thống về rủi ro.....	26
5.3.3	Các vấn đề liên quan trong việc xây dựng thiết kế chế tạo và lắp đặt.....	27
5.4	Chuyển giao tính toàn vẹn – từ thiết kế đến vận hành.....	27

5.4.1	Kế hoạch chuyển giao tính toán vẹn.....	27
5.4.2	Thiết lập sự tổ chức dài hạn	27
5.4.3	Xác định thông tin liên quan đến mỗi nguy từ thiết kế và chế tạo.....	28
5.4.4	Các tài liệu vận hành	28
5.4.5	Kế hoạch tiếp quản, kiểm tra và danh mục kiểm tra.....	28
5.5	Duy trì tính toán vẹn	29
5.5.1	Chạy thử.....	29
5.5.2	Tạm dừng hoạt động	30
5.5.3	Chạy thử lại	30
5.5.4	Đánh giá lại/kéo dài tuổi thọ.....	30
5.5.5	Thu dọn công trình không sử dụng	31
6	Đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toán vẹn.....	32
6.1	Quy định chung	32
6.1.1	Mục tiêu đánh giá rủi ro	32
6.1.2	Các phương pháp đánh giá rủi ro	34
6.1.3	Kết quả đánh giá rủi ro	34
6.1.4	Chương trình quản lý tính toán vẹn dựa trên rủi ro.....	34
6.2	Các mối nguy lên hệ thống đường ống.....	34
6.3	Tài liệu phổ biến	37
6.3.1	Hướng dẫn vận hành.....	37
6.3.2	Tài liệu hướng dẫn hệ thống đường ống	38
6.3.3	Ứng dụng thực tiễn tốt nhất.....	38
6.4	Quy trình tổng thể.....	38
6.4.1	Thiết lập phạm vi thiết bị.....	39
6.4.2	Thu thập dữ liệu và thông tin, và xác định các mối nguy.....	40
6.4.3	Thực hiện các đánh giá rủi ro	40
6.4.4	Lập báo cáo đánh giá rủi ro	42
6.4.5	Xây dựng chương trình quản lý tính toán vẹn.....	43
7	Kiểm tra, theo dõi và thử.....	45

7.1	Quy định chung	45
7.1.1	Lập kế hoạch chi tiết dựa trên chương trình quản lý tính toàn vẹn	45
7.1.2	Sự sai lệch trong kế hoạch	45
7.1.3	Xử lý các sự kiện không mong muốn.....	45
7.1.4	Cập nhật kế hoạch chi tiết	46
7.1.5	Xử lý các khiếm khuyết đáng kể được xác định trong các hoạt động kiểm soát 46	
7.2	Kiểm tra	46
7.2.1	Các hoạt động chính liên quan đến kiểm tra là:	46
7.2.2	Mục đích của kiểm tra.....	46
7.2.3	Sổ tay vận hành/kiểm tra	46
7.2.4	Quản lý rủi ro đối với hoạt động kiểm tra	47
7.2.5	Chuẩn bị kiểm tra.....	47
7.2.6	Xác định và theo dõi của công nghệ hiện có.....	48
7.2.7	Định dạng báo cáo.....	54
7.2.8	Báo cáo kiểm tra bên ngoài	54
7.2.9	Báo cáo kiểm tra bên trong.....	55
7.2.10	Xem xét kết quả kiểm tra	56
7.3	Theo dõi	56
7.3.1	Các hoạt động theo dõi chính	56
7.3.2	Xác định và tiến hành theo công nghệ hiện có.....	56
7.3.3	Xem xét dữ liệu theo dõi.....	59
7.4	Thử.....	59
7.4.1	Thử áp lực.....	59
7.4.2	Thử thiết bị an toàn.....	61
7.4.3	Thiết bị an toàn – khoảng thời gian thử theo các yêu cầu của chính quyền... 61	
7.4.4	Xem xét các kết quả thử.....	61
8	Đánh giá tính toàn vẹn.....	62
8.1	Quy định chung	62

8.1.1	Đánh giá tính toàn vẹn do các sự kiện không được lập kế hoạch.....	62
8.1.2	Hoạt động tạm thời đối với các hệ thống đường ống bị hư hỏng	62
8.1.3	Đánh giá tính toàn vẹn được lập.....	62
8.1.4	Tổng quan về các quy định đánh giá	62
8.1.5	Cơ sở đánh giá tính toàn vẹn	63
8.2	Đường ống không phóng được thoi.....	65
9	Giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa	69
9.1	Quy định chung	69
9.2	Lập kế hoạch chi tiết.....	72
9.2.1	Các quy định của chính quyền.....	72
9.2.2	Mục đích cụ thể của một hoạt động cụ thể	72
9.2.3	Quản lý rủi ro liên quan đến việc giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa	72
9.2.4	Các quy trình chi tiết.....	73
PHỤ LỤC A. THỐNG KÊ ĐƯỜNG ỐNG.....		72
PHỤ LỤC B. CÁC KHUYẾN NGHỊ LIÊN QUAN ĐẾN MẤT ỔN ĐỊNH TỔNG THỂ.....		76
PHỤ LỤC C. KHUYẾN NGHỊ LIÊN QUAN ĐẾN ĂN MÒN.....		89
PHỤ LỤC D. HỆ THỐNG PHÁT HIỆN RÒ RỈ.....		106
PHỤ LỤC E. CÁC KỸ THUẬT KIỂM TRA VÀ THEO DÕI.....		111
PHỤ LỤC F. ĐÁNH GIÁ RỦI RO VÀ LẬP KẾ HOẠCH QUẢN LÝ TÍNH TOÀN VẸN.....		118
PHỤ LỤC G. XÁC SUẤT HƯ HỎNG CẤP 1.....		138
PHỤ LỤC H. BIỆN PHÁP NGĂN NGỪA.....		177

Lời nói đầu

TCVN 13890:2023 xây dựng trên cơ sở tham khảo DNV-RP-F116 Integrity management of subsea pipeline system (edition December 2021) – Quản lý tính toàn vẹn hệ thống đường ống biển (phiên bản tháng 12 – 2021);

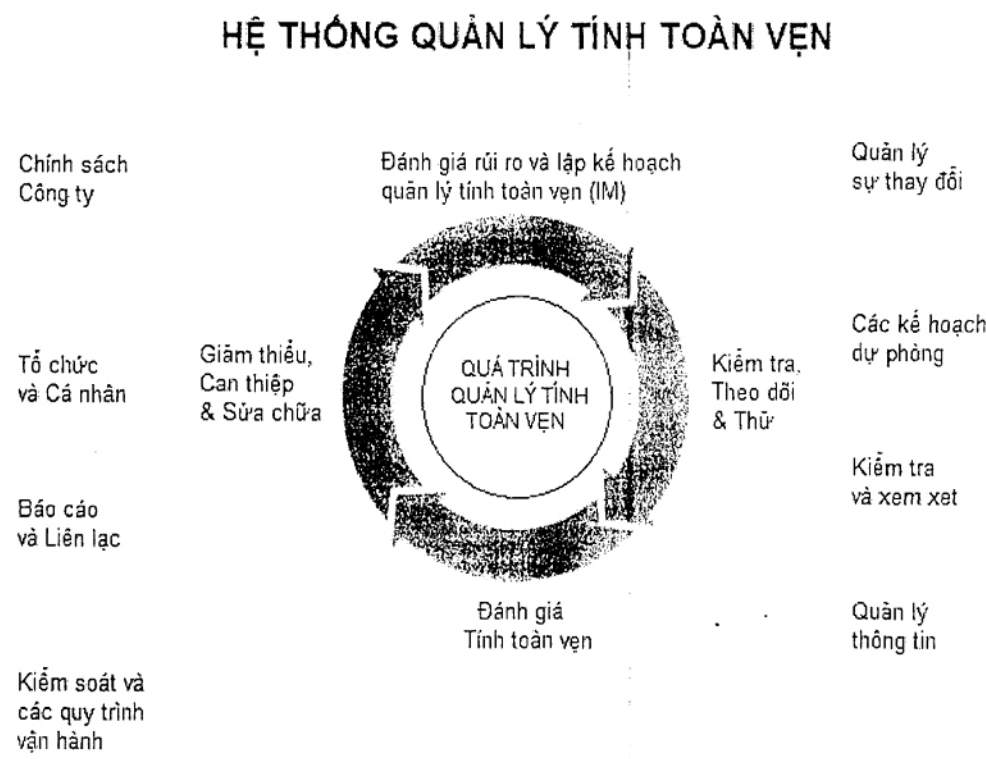
TCVN 13890:2023 do Cục Đăng kiểm Việt Nam biên soạn Bộ Giao thông vận tải đề nghị, Tổng cục Tiêu chuẩn Đo lường Chất lượng thẩm định, Bộ Khoa học và Công nghệ công bố.

Hệ thống đường ống biển - Quản lý tính toàn vẹn

Integrity management of submarine pipeline systems

1 Phạm vi áp dụng

1.1 Tiêu chuẩn này đưa ra các yêu cầu cho việc quản lý tính toàn vẹn các hệ thống đường ống biển trong toàn bộ tuổi thọ khai thác. Tiêu chuẩn này được xây dựng theo các quy định được đưa ra trong TCVN 6475.



Hình 1. Hệ thống quản lý tính toàn vẹn

1.2 Một hệ thống đường ống biển bao gồm đường ống cùng với các trạm nén hoặc bơm, các trạm điều khiển đường ống, trạm kiểm soát, đo lưu lượng, các hệ thống giám sát và lấy số liệu, các hệ thống an toàn, hệ thống chống ăn mòn và các hệ thống thiết bị liên quan khác được sử dụng để vận chuyển lưu chất. Hệ thống đường ống biển được tính đến mỗi hàn đầu tiên nằm phía sau các bộ phận:

- Van, mặt bích hoặc đầu nối đầu tiên ở trên mặt nước nằm trên giàn;
- Đầu nối với thiết bị ngầm dưới biển (subsea installation). Hệ thống đường ống biển không bao gồm các ống góp dưới đáy biển - piping manifolds);
- Van, mặt bích, đầu nối hoặc mối nối cách điện tại đoạn tiếp bờ.

1.3 Các bộ phận được nêu bên trên (van, mặt bích, liên kết, mối nối cách điện) bao gồm cả các bộ phận được nối thêm vào chúng như các trạm phóng và nhận thoi để sử dụng trong quá trình chế tạo, lắp đặt và vận hành đường ống. Khi đó, phạm vi của hệ thống đường ống biển được tính đến mối hàn đầu tiên nằm phía sau các bộ phận được nối thêm đó.

2 Tài liệu viện dẫn

- TCVN 6475:2017 Hệ thống đường ống biển – Phân cấp và giám sát kỹ thuật;
- DNV-RP-F116 Integrity management of subsea pipeline system (edition December 2021) – Quản lý tính toàn vẹn hệ thống đường ống biển (phiên bản tháng 12 – 2021);
- DNVGL-ST-F101 Subsea pipeline system – Hệ thống đường ống biển;
- DNVGL-RP-F107 Risk assessment of pipeline protection - Đánh giá rủi ro hệ thống bảo vệ đường ống;
- ISO 12747 Petroleum and natural gas industries -- Pipeline transportation systems – Recommended practice for pipeline life extension - Hướng dẫn đối với việc kéo dài tuổi thọ đường ống;
- ISO-17776 Petroleum and natural gas industries - Offshore production installations - Guidelines on tools and techniques for hazard identification and risk assessment - Hướng dẫn các công cụ và kỹ thuật cho việc xác định nguy cơ và đánh giá rủi ro;
- NACE SP0502 Pipeline External Corrosion Direct Assessment Methodology -Phương pháp đánh giá trực tiếp ăn mòn bên ngoài đường ống
- NACE SP0206 Internal Corrosion Direct Assessment Methodology for Pipelines Carrying Normally Dry Natural Gas (DG-ICDA) - Phương pháp đánh giá trực tiếp ăn mòn bên trong đường ống khí khô;
- NACE SP0110 Wet Gas Internal Corrosion Direct Assessment Methodology for Pipelines – Phương pháp đánh giá trực tiếp ăn mòn bên ngoài đường ống khí ướt.

3 Thuật ngữ, định nghĩa và từ viết tắt

3.1 Thuật ngữ và định nghĩa

Trong tiêu chuẩn này sử dụng các thuật ngữ và định nghĩa sau:

3.1.1

Thu dọn công trình không sử dụng (abandonment)

Các hoạt động liên quan đến việc thu dọn không vận hành hệ thống vĩnh viễn.

3.1.2

Chỉ tiêu chấp nhận (giới hạn thiết kế)

Các chỉ số hoặc phép đo lường đưa ra một mức độ an toàn chấp nhận và được sử dụng để đánh giá khả năng của một thành phần, kết cấu, hoặc hệ thống để thực hiện chức năng dự định của chúng.

3.1.3

Chạy thử (commissioning)

Chạy thử là tập hợp các hoạt động liên quan đến việc điền đầy ban đầu của hệ thống đường ống với các lưu chất được vận chuyển, và là một phần của giai đoạn hoạt động.

3.1.4

Tạm dừng hoạt động (de-commissioning)

Các hoạt động liên quan đến việc tạm thời dừng hoạt động đường ống.

3.1.5

Chạy thử lại (re-commissioning)

Các hoạt động liên quan đến việc đưa đường ống tạm dừng hoạt động vận hành trở lại.

3.1.6

Nứt (crack)

Các bề mặt phẳng bị nứt gãy theo sự dịch chuyển hai chiều.

3.1.7

Tuổi thọ thiết kế (design life)

Tuổi thọ thiết kế là khoảng thời gian mà tính toàn vẹn của hệ thống được chứng minh trong thiết kế ban đầu. Đây là khoảng thời gian mà một kết cấu phải được sử dụng cho mục đích cụ thể có sự bảo dưỡng dự kiến, nhưng không bao gồm yêu cầu việc sửa chữa đáng kể.

3.1.8

Phá hủy (failure)

Một sự kiện liên quan đến một thành phần hoặc hệ thống và gây ra một trong hai ảnh hưởng sau:

- Sự suy giảm chức năng của bộ phận hoặc hệ thống, hoặc;
- Sự suy giảm về khả năng như phạm vi an toàn của công trình, người hoặc môi trường bị giảm đáng kể.

3.1.9

Trong khai thác (In-service)

Khoảng thời gian hệ thống đường ống được vận hành.

3.1.10

Hồ sơ trong khai thác (In-service file)

Một hệ thống thu thập lịch sử dữ liệu trong toàn bộ tuổi thọ khai thác.

3.1.11

Kiểm soát tính toàn vẹn (integrity control)

Các hoạt động để xác minh tính toàn vẹn của một đường ống liên quan đến khả năng chịu áp lực. Bao gồm cả các hoạt động bên trong và bên ngoài đường ống.

3.1.12

Dầu và khí (oil and gas)

Lưu chất trong ống có thể là dầu hoặc khí.

3.1.13

Vận hành (operation)

Các hoạt động hàng ngày được định nghĩa trong 5.4

3.1.14

Người khai thác hệ thống đường ống biển

Tổ chức chịu trách nhiệm chính về việc vận hành, và tính toàn vẹn của hệ thống đường ống.

3.1.15

Thoi (Pig)

Thiết bị được chạy trong ống để thực hiện các hoạt động khác nhau bên trong (phụ thuộc vào loại thoi) như tách lưu chất, làm sạch hoặc kiểm tra đường ống.

3.1.16**Thoi thông minh (Intelligent Pig)**

Loại thoi có thể thực hiện kiểm tra không phá hủy đường ống.

3.1.17**Đánh giá lại**

Đánh giá lại thiết kế do thay đổi thiết kế ban đầu hoặc khi chịu hư hỏng kéo dài.

Ví dụ: đánh giá kéo dài tuổi thọ là một dạng thay đổi thiết kế ban đầu.

3.1.18**Rủi ro (risk)**

Khả năng định tính hoặc định lượng của một sự kiện ngẫu nhiên hoặc không được lập kế hoạch xảy ra được xem xét cùng với các hậu quả tiềm năng của hư hỏng.

Theo định nghĩa định lượng, rủi ro là xác suất định lượng của một dạng hư hỏng xác định nhân với hậu quả định lượng của nó.

3.1.19**Quản lý rủi ro (risk management)**

Toàn bộ quy trình bao gồm việc xác định các rủi ro, phân tích và đánh giá rủi ro, xây dựng các kế hoạch kiểm soát rủi ro, và việc thực hiện và theo dõi để đánh giá sự hiệu quả của việc kiểm soát.

3.1.20**Tuổi thọ khai thác (service life)**

Thời gian mà hệ thống dự định hoạt động.

3.1.21**Tiếp quản (take-over)**

Được định nghĩa là quy trình chuyển giao trách nhiệm vận hành từ giai đoạn dự án (từ đầu đến giai đoạn tiền chạy thử) đến khi vận hành.

3.1.22**Mối nguy (threat)**

Một dấu hiệu về một sự nguy hiểm hoặc gây hại lên hệ thống mà có thể gây ra ảnh hưởng bất lợi lên tính toàn vẹn của hệ thống.

3.2 Viết tắt

TCVN 13890:2023

CoF	Hậu quả hư hỏng (consequence of failure)
CP	Bảo vệ ca tốt (cathodic protection)
CVI	Kiểm tra tiệm cận bằng mắt thường (close visual inspection)
DEH	Gia nhiệt trực tiếp bằng điện (direct electrical heating)
DFI	Thiết kế - Chế tạo – lắp đặt (design fabrication installation)
DFO	Tài liệu cho quá trình vận hành (document for operation)
DTM	Các mô hình bề mặt kỹ thuật số (digital terrain models)
EPRG	Nhóm nghiên cứu đường ống châu Âu (European pipeline research group)
ER	Điện trở (electrical resistance)
FIV	Rung động gây ra do dòng chảy (flow induced vibrations)
FMEA	Phân tích các dạng và ảnh hưởng hư hỏng (failure modes and effects analysis)
FSM	Phương pháp dấu hiệu từ trường (Field signature method)
GVI	Kiểm tra chung bằng mắt thường (general visual inspection)
GRP	Chất dẻo cốt sợi thủy tinh (Glass reinforced plastic)
HAZOP	Phân tích nguy cơ và khả năng hoạt động (hazard and operability analysis)
HDPE	Vật liệu nhựa nhiệt dẻo mật độ cao (high density polyethylene)
HIPPS	Hệ thống bảo vệ toàn vẹn áp lực cao (high integrity pressure protection system)
HSE	An toàn sức khỏe và môi trường (Health safety and the environment)
IA	Đánh giá tính toàn vẹn (Integrity assessment)
ILI	Kiểm tra bên trong (In-line inspection)
IM	Quản lý tính toàn vẹn (Integrity management)
IMP	Quá trình quản lý tính toàn vẹn (Integrity management process)
IMR	Kiểm tra – Bảo dưỡng – Sửa chữa (inspection, maintenance and repair)
IMMR	Kiểm tra – Bảo dưỡng – Theo dõi - Sửa chữa (inspection, maintenance, monitoring and repair)
IMS	Hệ thống quản lý tính toàn vẹn (integrity management system)
KP	Vị trí ki-lô-mét (kilometre point)
LPR	Điện trở phân cực tuyến tính (linear polarisation resistance)
MIC	Ăn mòn do vi sinh (microbiologically influenced corrosion)
MIP	Giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa (mitigation, intervention and repair)
MFL	Rò rỉ từ thông (magnetic flux leakage)
NCR	Báo cáo sự không phù hợp (non conformance report)
NDT	Thử không phá hủy (non destructive testing)
PDAM	Sổ tay đánh giá hư hỏng đường ống (pipeline defect assessment manual)

PIMS	Hệ thống quản lý tính toàn vẹn đường ống (pipeline integrity management system)
PoF	Xác suất hư hỏng (probability of failure)
RBI	Kiểm tra dựa trên rủi ro (risk based inspection)
ROV	Phương tiện được điều khiển từ xa (remote operated vehicle)
RÓTV	Phương tiện được kéo được điều khiển từ xa (remote operated towed vehicle)
TPD	Hư hỏng do bên thứ ba (third party damage)
TQ	Đánh giá kỹ thuật (technology qualification)
UT	Thử bằng siêu âm (ultrasonic testing)
UTM	(universal transverse mercator)
VIV	Rung động gây ra do xoáy nước (vortex induced vibrations)
QRA	Phân tích rủi ro theo phương pháp định lượng (quantitative risk analysis)

4 Quy định chung về hệ thống quản lý tính toàn vẹn

4.1 Quy định chung

4.1.1 Trách nhiệm của chủ công trình/nhà điều hành

Trách nhiệm của chủ công trình/nhà điều hành là đảm bảo tính toàn vẹn của hệ thống đường ống. Cùng với tổ chức của nhà điều hành, trách nhiệm này phải được xác định và chỉ định rõ ràng trong toàn bộ tuổi thọ khai thác của hệ thống đường ống.

4.1.2 Các yếu tố của hệ thống quản lý tính toàn vẹn

Chủ công trình/nhà điều hành phải thiết lập, thực hiện và duy trì một hệ thống quản lý tính toàn vẹn (IMS) bao gồm tối thiểu các yếu tố sau:

- Chính sách công ty;
- Tổ chức và nhân sự;
- Báo cáo và liên lạc;
- Các quy trình vận hành và kiểm soát;
- Quản lý sự thay đổi;
- Các kế hoạch dự phòng;
- Đánh giá và xem xét;
- Quản lý thông tin;
- Và quá trình quản lý tính toàn vẹn.

Hệ thống quản lý tính toàn vẹn phải bổ sung thỏa mãn các yêu cầu từ:

- Hồ sơ thiết kế và quan điểm an toàn cụ thể;
- Các cơ quan hữu quan và bản thân công ty điều hành;

- Các bên liên quan bên ngoài khác.

Các yếu tố quản lý tính toàn vẹn khác không được xác định cụ thể trong các yêu cầu tối thiểu theo TCVN 6475 có thể bao gồm: quản lý yêu cầu, quản lý các phụ tùng và dụng cụ, quản lý giao diện, quản lý bảo hiểm, quản lý hợp đồng, quản lý nguồn thuê bên ngoài, quản lý tài chính.

Nhiều yếu tố trong các yếu tố này có thể phổ biến ở mức độ công ty (trên toàn bộ tài sản). Tuy nhiên, các yêu cầu cụ thể của đường ống có thể phải được giải quyết riêng (các yếu tố tùy chỉnh)

4.2 Quá trình quản lý tính toàn vẹn

Quá trình quản lý tính toàn vẹn là yếu tố chủ chốt của hệ thống quản lý tính toàn vẹn. Các bước cấu thành quá trình quản lý tính toàn vẹn được thể hiện trong Hình 1 và phải bao gồm các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn và cải thiện tính toàn vẹn như được nêu trong Phần 5.

4.3 Các yếu tố bổ sung

4.3.1 Chính sách công ty

Chính sách của công ty cho việc quản lý tính toàn vẹn phải đặt ra các giá trị và niềm tin mà công ty nắm giữ, và hướng dẫn mọi người cách nhận ra những giá trị này.

4.3.2 Tổ chức và nhân sự – Vai trò và trách nhiệm

Vai trò và trách nhiệm của nhân sự liên quan đến việc quản lý tính toàn vẹn của hệ thống đường ống phải được xác định rõ ràng.

Các ví dụ cụ thể về vai trò và trách nhiệm liên quan đến việc bảo vệ tính toàn vẹn của hệ thống đường ống cần phải được giải quyết:

- Bàn giao hệ thống đường ống để vận hành;
- Thực hiện các hoạt động kỹ thuật bảo vệ tính toàn vẹn;
- Thực hiện và lập các tài liệu đánh giá tính toàn vẹn và các kết luận liên quan;
- Đảm bảo cải tiến hệ thống quản lý tính toàn vẹn.

4.3.3 Tổ chức và nhân sự – Các nhu cầu đào tạo

Quản lý tính toàn vẹn đường ống phải được xây dựng, thực hiện và duy trì bằng người có năng lực và kinh nghiệm. Các tiêu chuẩn năng lực phải được thiết lập cho các vai trò khác nhau liên quan đến quản lý tính toàn vẹn đường ống và được đánh giá độc lập dựa trên các tiêu chuẩn đó. Các nhu cầu đào tạo phải được xác định và việc đào tạo phải được cung cấp cho các cá nhân liên quan đến việc quản lý tính toàn vẹn của đường ống.

4.3.4 Quản lý sự thay đổi

Các hoán cải của hệ thống đường ống phải tuân theo quá trình quản lý sự thay đổi nhằm giải

quyết vấn đề vận hành an toàn liên tục của hệ thống đường ống. Tài liệu về sự thay đổi và thông báo cho những người cần được thông báo là cần thiết.

4.3.5 Các quy trình vận hành và kiểm soát

Các quy trình vận hành và kiểm soát phải được thiết lập, thực hiện và duy trì. Những điều sau đây thường được đề cập:

- Quy trình khởi động, vận hành và dừng;
- Quy trình xử lý sự không phù hợp;
- Hướng dẫn cho việc làm sạch và/hoặc các hoạt động bảo dưỡng khác;
- Các hoạt động kiểm soát ăn mòn;
- Các hoạt động kiểm tra và theo dõi;
- Các quy trình cho việc vận hành thiết bị an toàn và các hệ thống kiểm soát áp suất;
- Các phương pháp kiểm soát vận hành để đảm bảo các thông số dung chất quan trọng được giữ theo đúng giới hạn thiết kế cụ thể. Tối thiểu, các thông số sau phải được kiểm soát và theo dõi: áp suất và nhiệt độ đầu vào và ra của đường ống, điểm sương (dew point) đối với ống dẫn khí, thành phần dung chất, hàm lượng nước, tốc độ dòng chảy, mật độ và độ nhớt;
- Thử và kiểm tra định kỳ tất cả thiết bị an toàn trong hệ thống, bao gồm các thiết bị kiểm soát áp suất và thiết bị bảo vệ quá áp, hệ thống đóng sự cố và các van đóng tự động. Mục đích của việc này là để xác định tính toàn vẹn của thiết bị an toàn và để thiết bị có thể thực hiện chức năng an toàn như quy định.

4.3.6 Các kế hoạch dự phòng

Các kế hoạch và quy trình cho các trường hợp sự cố phải được thiết lập và được duy trì dựa trên một đánh giá có hệ thống các kịch bản có thể xảy ra. Tùy thuộc vào mức độ quan trọng về mặt thương mại của hệ thống đường ống, các kế hoạch và quy trình cho việc sửa chữa dự phòng của đường ống cũng phải được thiết lập.

Một sự cố đường ống được định nghĩa là bất kỳ tình huống hoặc có sự xuất hiện gây nguy hiểm lên sự an toàn sinh mạng, tài sản, môi trường hoặc sự vận hành an toàn của đường ống. Các hậu quả có thể xảy ra của hư hỏng đường ống (như bị vỡ) là rất quan trọng để thiết lập. Để giảm thiểu các hậu quả của một kịch bản sự cố tiềm ẩn, các kế hoạch và quy trình chuẩn bị thường được xây dựng và thực hiện. Các quy trình sự cố thường bao gồm những điều sau:

- Tổ chức, vai trò và trách nhiệm của các bên liên quan trong một tình huống có sự cố;
- Các đường dây liên lạc, người được thông báo qua các giai đoạn khác nhau của tình huống sự cố;
- Xác định các kịch bản sự cố cụ thể tiềm ẩn của đường ống;
- Các nguồn và hệ thống cho việc xác định và báo cáo một tình huống sự cố;

- Các quy trình cho việc phản ứng ban đầu với một báo động sự cố và/hoặc tình huống sự cố, như việc cách ly bộ phận hư hỏng của hệ thống đường ống, các quy trình dừng được kiểm soát, và các quy trình dừng sự cố, các quy trình cho việc giảm áp suất của hệ thống;
- Kế hoạch, tổ chức và và các đội hỗ trợ có trách nhiệm trong việc đánh giá và thiết lập các hoạt động thích hợp cho một tình huống sự cố;
- Kế hoạch/quy trình giảm thiểu để hạn chế gây thiệt hại tiềm ẩn lên môi trường từ một kịch bản sự cố.

Khi đánh giá mức độ của các kế hoạch và quy trình dự phòng yêu cầu, và yêu cầu tương ứng cho việc đầu tư trước cho các thiết bị và/hoặc phụ tùng sửa chữa dự phòng, các điều sau thường được xem xét đến:

- Các hậu quả kinh tế khi đường ống không hoạt động;
- Tính sẵn có của các phương pháp sửa chữa được công nhận;
- Thời gian có sẵn/thời gian để nhận các thiết bị và phụ tùng cần thiết;
- Thời gian ước tính cho việc sửa chữa.

4.3.7 Báo cáo và trao đổi thông tin

Một kế hoạch cho việc báo cáo và trao đổi thông tin với nhân viên, quản lý, chính quyền, khách hàng, và các bên khác phải được thiết lập, thực hiện và duy trì. Điều này bao gồm cả việc báo cáo và trao đổi thông tin thông thường, và báo cáo liên quan đến các thay đổi, các phát hiện đặc biệt, trường hợp sự cố, v.v...

4.3.8 Đánh giá và xem xét

Việc đánh giá và xem xét hệ thống quản lý tính toàn vẹn đường ống phải được thực hiện thường xuyên. Tần suất phải được xác định và lập tài liệu bởi người có trách nhiệm vận hành hệ thống đường ống và phải phù hợp với các yêu cầu của công ty.

Việc xem xét thường tập trung vào tính hiệu quả và phù hợp của hệ thống, và các cải tiến được thực hiện – xem phụ lục J. Một tập hợp các chỉ số hiệu năng chính tiềm năng được đưa ra trong Phụ lục H.

Việc đánh giá thường tập trung vào sự tuân thủ các quy định và yêu cầu của công ty, cũng như các biện pháp khắc phục cần được thực hiện.

4.3.9 Quản lý thông tin

4.3.9.1 Quy định chung

Một hệ thống tập hợp các dữ liệu lịch sử phải được thiết lập và duy trì cho toàn bộ tuổi thọ làm việc. Hệ thống này (Hồ sơ trong khai thác) sẽ thường bao gồm các tài liệu, tệp dữ liệu và cơ sở dữ liệu. Hồ sơ trong khai thác phải bao gồm tối thiểu các tài liệu về:

- Kết quả và kết luận từ việc kiểm tra trong khai thác;
- Các sự kiện và hư hỏng bất ngờ trên hệ thống đường ống;
- Sự khắc phục, sửa chữa và hoán cải;
- Dữ liệu vận hành (thành phần dung chất, tốc độ dòng chảy, áp suất, nhiệt độ, v.v...) bao gồm việc đánh giá các sự cố làm tăng sự ăn mòn và các cơ chế gây ra hư hỏng khác.

Hồ sơ trong khai thác cùng các hồ sơ thiết kế, chế tạo và lắp đặt (DFI) phải là cơ sở cho việc lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn trong tương lai.

4.3.9.2 Hồ sơ thiết kế, chế tạo và lắp đặt

Một hồ sơ thiết kế, chế tạo và lắp đặt, hoặc tương tự phải được thiết lập với mục tiêu chính là cung cấp cho tổ chức điều hành một tóm tắt ngắn gọn về dữ liệu có liên quan nhất (như tiêu chuẩn chấp nhận, các sự kiện v.v...) từ giai đoạn thiết kế, chế tạo và lắp đặt (bao gồm cả tiền chạy thử). Hồ sơ phải:

- Thể hiện rõ ràng các giới hạn của hệ thống đường ống;
- Phản ánh tình trạng hoàn công của hệ thống đường ống và cung cấp thông tin cho việc chuẩn bị lập kế hoạch đối với việc kiểm tra và bảo dưỡng;
- Xác định cụ thể cơ sở và các yêu cầu trong thiết kế và vận hành;
- Bao gồm hoặc đưa ra sự tham chiếu tới tất cả các tài liệu cần thiết cho việc vận hành, kiểm tra và bảo dưỡng thông thường;
- Đưa ra các tham chiếu tới các tài liệu cần thiết cho bất kỳ việc sửa chữa, hoán cải hoặc đánh giá lại hệ thống đường ống;
- Nhằm được chuẩn bị song song như một phần tích hợp của giai đoạn thiết kế, chế tạo và lắp đặt của dự án.

4.3.9.3 Tài liệu trong giai đoạn vận hành

Để duy trì tính toàn vẹn của hệ thống đường ống, tài liệu có sẵn trong giai đoạn vận hành phải bao gồm, nhưng không giới hạn ở:

- Sơ đồ tổ chức thể hiện các chức năng vai trò cho việc vận hành hệ thống đường ống;
- Các dữ liệu đào tạo và đánh giá nhân sự;
- Lịch sử hoạt động của hệ thống đường ống cùng với các sự kiện gây ra sự đáng kể trong thiết kế và sự an toàn;
- Lịch sử dữ liệu môi trường (như sóng, dòng chảy, nhiệt độ, các sự kiện cực đoan);
- Dữ liệu tình trạng lắp đặt cần thiết cho việc nắm rõ thiết kế và cấu hình hệ thống đường ống, như các báo cáo khảo sát trước đó, bản vẽ lắp đặt hoàn công và các báo cáo thử;
- Các đặc tính vật lý và hóa học của chất được vận chuyển bao gồm dữ liệu cát;
- Lịch kiểm tra và bảo dưỡng, và các báo cáo;

- Quy trình và kết quả kiểm tra, bao gồm các báo cáo hỗ trợ.

4.3.9.4 Tài liệu liên quan đến sự hư hỏng và các bất thường khác

Trong trường hợp hư hỏng hoặc các bất thường khác có thể làm giảm tính an toàn, độ tin cậy, độ bền và/hoặc độ ổn định của hệ thống đường ống, các tài liệu tối thiểu dưới đây phải được chuẩn bị trước khi bắt đầu/vận hành lại đường ống:

- Mô tả hư hỏng lên đường ống, các hệ thống hoặc thành phần liên quan đến vị trí, loại, mức độ hư hỏng và các biện pháp tạm thời, nếu có;
- Kế hoạch và chi tiết đầy đủ của việc sửa chữa, hoán cải và sự thay thế bao gồm cả các biện pháp dự phòng;
- Tài liệu bổ sung liên quan đến việc sửa chữa, hoán cải và thay thế, theo thỏa thuận phù hợp với những tài liệu cho giai đoạn chế tạo hoặc lắp đặt.

4.3.9.5 Tài liệu liên quan đến đánh giá lại/kéo dài tuổi thọ

Trong trường hợp đánh giá lại hoặc kéo dài tuổi thọ hệ thống đường ống (xem 5.4.4), tất cả thông tin liên quan đến quá trình đánh giá lại của thiết kế ban đầu phải được lập. Tài liệu này phải bao gồm dữ liệu kiểm tra bên ngoài và bên trong, dữ liệu theo dõi, và đánh giá tính toàn vẹn.

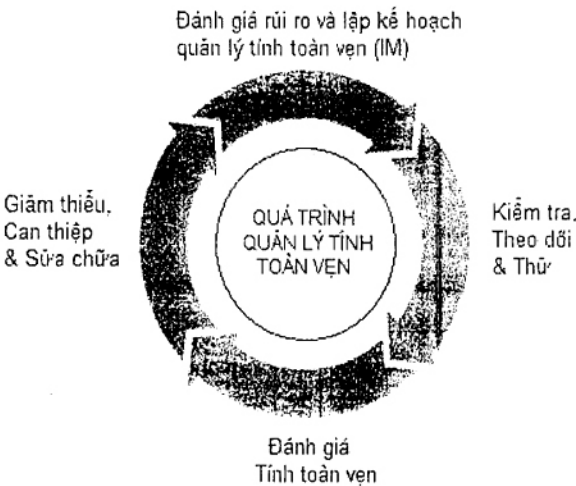
4.3.9.6 Dễ dàng tiếp cận trong trường hợp sự cố

Hồ sơ trong khai thác và hồ sơ thiết kế chế tạo-lắp đặt phải dễ dàng truy xuất đặc biệt trong một tình huống sự cố.

5 Quá trình quản lý tính toàn vẹn trong một chu trình tuổi thọ

5.1 Quy định chung

5.1.1 Phần này giới thiệu quá trình quản lý tính toàn vẹn và áp dụng trong một chu trình tuổi thọ. Mỗi nhóm trong bốn nhóm hoạt động chính được nêu chi tiết hơn trong các Phần 6 đến Phần 9.



Hình 3. Quá trình quản lý tính toàn vẹn

Thiết lập tính toàn vẹn	Duy trì tính toàn vẹn
<div><div>Lập ý tưởng, Thiết kế và Chế tạo (bao gồm cả tiền chạy thử)</div><div>VẬN HÀNH (Từ quá trình chạy thử cho đến và bao gồm quá trình giải bản)</div></div>	
Quá trình quản lý tính toàn vẹn	
Đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn	
	Kiểm tra, theo dõi và thử
	Đánh giá tính toàn vẹn
	Sự giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa

Hình 4. Quá trình quản lý tính toàn vẹn trong một chu trình tuổi thọ

5.2 Hai giai đoạn toàn vẹn được định nghĩa như sau:

- Thiết lập giai đoạn toàn vẹn bao gồm phát triển ý tưởng, giai đoạn thiết kế và chế tạo; và;
 - Duy trì giai đoạn toàn vẹn bao gồm giai đoạn vận hành từ chạy thử và bao gồm thu dọn.
- 5.2.1 Tính toán vẹn được chuyển từ giai đoạn thiết lập tính toán vẹn đến giai đoạn duy trì tính toán vẹn. Mặt chung của tính toán vẹn liên quan đến việc chuyển đổi các dữ liệu và thông tin liên quan, như các tài liệu vận hành (DFO), cần thiết cho việc hoạt động an toàn của hệ thống đường ống.
- 5.2.2 DNVGL-ST-F101 đưa ra tiêu chí và hướng dẫn liên quan đến cả hai giai đoạn toàn vẹn với trọng tâm chính. Tiêu chuẩn này cũng đưa ra các yêu cầu cho cả hai giai đoạn, nhưng chủ yếu giải quyết trong giai đoạn duy trì tính toán vẹn với trọng tâm liên quan đến quá trình quản lý tính toán vẹn, xem Hình 4.
- 5.2.3 Các lựa chọn được thực hiện trong thiết kế ban đầu¹ sẽ mang tính quyết định đối với các chương trình quản lý tính toán vẹn được xây dựng cho giai đoạn vận hành. Nếu một đường ống được thiết kế không thích hợp cho mục đích và thời gian sử dụng, một số hành động bổ sung sẽ được yêu cầu trong quá trình vận hành để đảm bảo hiệu quả là chấp nhận được (liên quan đến an toàn, môi trường, tốc độ dòng chảy, v.v...). Tương tự như vậy, một đường ống được thiết kế phù hợp nhưng được chế tạo không đảm bảo sẽ gặp phải các yêu cầu tương tự.
- Chú thích 1: Như việc lựa chọn vật liệu ống (thép carbon, thép không gỉ, v.v...), các hệ thống theo dõi, hệ thống ức chế, khả năng phóng thoi, đường ống được chôn hay không, thiết kế mới của thiết kế, chất lượng của các giai đoạn thiết kế/chế tạo/lắp đặt.
- 5.2.4 Hơn nữa, nếu việc thiết kế và chế tạo là chấp nhận được nhưng việc quản lý tính toán vẹn trong vận hành không phù hợp, tính toán vẹn có thể bị giảm dần theo thời gian.
- 5.2.5 Một hệ thống đường ống được thiết kế và chế tạo phù hợp là một hệ thống thực hiện được các chức năng dự định và có thể duy trì một cách hiệu quả về chi phí.
- 5.2.6 Quá trình quản lý tính toán vẹn
- Quá trình quản lý tính toán vẹn là một quá trình dài hạn và lặp đi lặp lại liên quan đến việc lập kế hoạch, thực hiện, đánh giá và lập tài liệu về:
- Các hoạt động kiểm soát tính toán vẹn bao gồm kiểm tra, theo dõi, thử và đánh giá tính toán vẹn¹
 - Các hoạt động cải thiện tính toán vẹn bao gồm giảm thiểu thông số vận hành bên trong, sự khắc phục bên ngoài và các hoạt động sửa chữa.

Chú thích 1: Sự khác nhau giữa một đánh giá rủi ro và một đánh giá tính toán vẹn là một đánh giá tính toán vẹn cơ bản là một dạng hành động để kiểm tra tiêu chí chấp nhận/phù hợp. Đánh

giá tính toán vẹn không đưa ra trực tiếp một ước lượng về xác suất hư hỏng, và cũng không đưa ra một đánh giá về hậu quả hư hỏng. Đánh giá tính toán vẹn được thực hiện trong đánh giá rủi ro và là số liệu đầu vào từ các việc kiểm tra sự phù hợp với quy định từ tài liệu thiết kế hoặc đánh giá tính toán vẹn trong giai đoạn vận hành có thể rất giá trị khi đánh giá xác suất hư hỏng.

Mục đích là để duy trì liên tục tính toán vẹn của hệ thống đường ống.

Quá trình quản lý tính toán vẹn là yếu tố chủ yếu của hệ thống quản lý tính toán vẹn và bao gồm các bước:

- Lập kế hoạch Đánh giá rủi ro và quản lý tính toán vẹn (IM) bao gồm việc nhận diện mối nguy, đánh giá rủi ro, lập kế hoạch dài và ngắn hạn (thường niên).
Trước khi đưa vào hoạt động, một nguyên lý quản lý tính toán vẹn phải được xây dựng có tính đến việc xem xét thiết kế của đường ống và cách thức tính toán vẹn của hệ thống phải được quản lý và báo cáo;
- Lập kế hoạch chi tiết và thực hiện các hoạt động kiểm tra (bên ngoài và bên trong), các hoạt động theo dõi và thử;
- Lập kế hoạch chi tiết và thực hiện việc đánh giá tính toán vẹn dựa trên các kết quả kiểm tra và theo dõi và các thông tin lịch sử liên quan khác;
- Lập kế hoạch chi tiết và thực hiện việc giảm thiểu, khắc phục và các hoạt động sửa chữa.

Quá trình quản lý tính toán vẹn bắt đầu trong suốt giai đoạn thiết lập tính toán vẹn và được thực hiện liên tục và lặp đi lặp lại trong suốt giai đoạn duy trì tính toán vẹn, xem hình 4.

Đánh giá rủi ro và hoạt động lập kế hoạch quản lý tính toán vẹn phải bắt đầu trong giai đoạn thiết lập tính toán vẹn, xem Hình 4. Công việc này phải đưa ra các chương trình quản lý tính toán vẹn (kế hoạch và chiến lược mức độ cao/dài hạn) và phải được chuẩn hóa cho các hoạt động kiểm soát và cải thiện tính toán vẹn.

Từng hoạt động (bao gồm đánh giá rủi ro và hoạt động lập kế hoạch IM) trong quá trình quản lý tính toán vẹn phải được lập kế hoạch chi tiết (như mô tả công việc) trước khi được thực hiện, đánh giá và lập báo cáo.

5.2.7 Nguyên lý an toàn

Nguyên lý an toàn đã được công nhận trong thiết kế phải được áp dụng.

Nguyên lý an toàn ban đầu có thể được sửa đổi như một kết quả của chủ sở hữu/người điều hành, sự phát triển của nền công nghiệp và xã hội, sự cải tiến hoặc kiến thức rõ hơn về hệ thống đường ống.

Một hệ thống đường ống phải được vận hành phù hợp với một bộ tiêu chuẩn chấp nhận được thiết lập trong thiết kế và được sửa đổi trong các giai đoạn của dự án và tuổi thọ làm việc theo

yêu cầu. Việc sửa đổi tiêu chí chấp nhận có thể thực hiện dựa trên kết quả của, ví dụ:

- Kiến thức nâng cao liên quan đến các mối nguy đã biết của hệ thống;
- Nhận diện mối nguy mới hoặc;
- Đánh giá lại.

Một thay đổi trong cơ sở thiết kế đòi hỏi một sự đánh giá lại hoặc/và một sự quản lý chương trình thay đổi.

Việc thay đổi trên cần được kiểm tra để đảm bảo rằng cơ sở thiết kế và vận hành và các yêu cầu được đáp ứng. Nếu không đáp ứng được, các hành động thích hợp phải được thực hiện để đưa hệ thống đường ống trở lại trạng thái an toàn.

5.2.8 Thiết lập giới hạn đường ống và phạm vi công việc

Giới hạn đường ống và thiết bị trong phạm vi của hệ thống đường ống biển phải được định nghĩa rõ ràng, xem 1.2.1 và 1.2.2.

Như được nêu trong 1.2.3, tiêu chuẩn này chủ yếu tập trung vào kết cấu hệ thống và các chức năng ngăn ngừa của hệ thống đường ống. Nếu các chức năng khác được sử dụng theo quá trình quản lý tính toàn vẹn, chức năng này phải được định nghĩa rõ ràng.

5.2.9 Quản lý rủi ro liên quan đến các mối nguy của hệ thống đường ống/phương pháp dựa trên rủi ro

Một phương pháp quản lý tính toàn vẹn dựa trên rủi ro phải được áp dụng (xem Phần 6).

Quản lý rủi ro liên quan đến các mối nguy của hệ thống đường ống là cần thiết cho việc duy trì tính toàn vẹn của hệ thống đường ống. Các mối nguy phổ biến của đường ống biển trong tiêu chuẩn này được chia thành 6 nhóm¹:

- Mối nguy trong giai đoạn thiết kế, chế tạo và lắp đặt;
- Mối nguy do ăn mòn/mài mòn;
- Mối nguy do các bên thứ ba;
- Mối nguy từ kết cấu;
- Mối nguy đe dọa từ tự nhiên;
- Mối nguy do vận hành không chính xác;

Chú thích 1: Danh sách trong tiêu chuẩn này phản ánh thực tiễn thường gặp

Mối nguy có thể được xác định, tổ chức và giải quyết bằng các cách khác nhau. Ví dụ, các mối nguy trong giai đoạn thiết kế, chế tạo và lắp đặt và các mối nguy do vận hành không chính xác có thể không được xem là các mối nguy. Những mối nguy này có thể được xem là những điểm yếu gây ra sự ăn mòn, các mối nguy từ kết cấu và do các bên thứ ba.

Phụ thuộc vào việc thiết lập phạm vi quản lý tính toàn vẹn (xem 3.1.3), các nhóm khác có thể được xác định (như sự cản/tắc nghẽn do hydrate, ngoại vật v.v...),

Mục đích của việc sử dụng phương pháp dựa trên rủi ro là các hoạt động quản lý tính toàn vẹn (như kiểm tra, theo dõi, khắc phục và sửa chữa) được lựa chọn và lên lịch trên cơ sở khả năng để xác định rõ ràng và quản lý các mối nguy đối với hệ thống đường ống và đảm bảo các rủi ro liên quan được quản lý nằm trong các giới hạn chấp nhận được. Quản lý tính toàn vẹn đường ống dựa trên rủi ro xác định:

- Nhận diện các mối nguy và các dạng hư hỏng;
- Ước tính xác suất hư hỏng (PoF);
- Ước tính hậu quả hư hỏng (CoF);
- Ước tính mức độ rủi ro ($CoF \times PoF$).

Hư hỏng hệ thống đường ống biển có thể có các hậu quả nghiêm trọng về an toàn, môi trường và kinh tế tại các mức độ quốc gia và công ty. Các hệ thống đường ống biển có thể bao gồm nhiều hệ thống phụ mà từng hệ thống có các mối nguy có thể dẫn đến hư hỏng. Đánh giá rủi ro được sử dụng để tập trung vào đúng vấn đề tại đúng thời điểm. Đánh giá rủi ro cũng được sử dụng để ưu tiên và lên lịch cho các hoạt động quản lý tính toàn vẹn.

5.3 Thiết lập tính toàn vẹn

5.3.1 Sự tham gia của người vận hành trong giai đoạn thiết lập tính toàn vẹn

Người vận hành phải phân bổ nguồn lực trong giai đoạn lên ý tưởng, thiết kế và chế tạo. Mục đích là để đảm bảo các khía cạnh hoạt động được đưa vào xem xét và được lập kế hoạch ở giai đoạn đầu. Việc tham gia trực tiếp vào việc xây dựng dự án nhằm mang lại một cơ hội để tối đa hóa giá trị tuổi thọ của hệ thống bằng cách đảm bảo các giá trị đầu vào của việc vận hành liên quan đến thiết kế và chế tạo hệ thống đường ống. Sự tham gia như vậy cũng mang lại một kiến thức-hiểu biết sâu sắc về hệ thống mà kiến thức này sẽ tạo điều kiện cho việc vận hành an toàn và quản lý tính toàn vẹn hợp lý. Bảng 1 đưa ra một tổng quan về giai đoạn thiết lập tính toàn vẹn.

Các quyết định chiến lược không phù hợp ở giai đoạn thương mại (front end) có thể dẫn đến một khả năng hoạt động kém hiệu quả trong giai đoạn vận hành và bảo dưỡng. Các vấn đề về tính toàn vẹn đã được xem xét ở giai đoạn đầu. Điều này đặc biệt quan trọng nếu sự phát triển được xem xét thể hiện những rủi ro về công nghệ tiềm ẩn vì nó đẩy ranh giới vượt quá những giới hạn đã được phát triển trước đó.

Việc phát triển khái niệm bao gồm việc đánh giá bất kỳ công nghệ mới, lựa chọn tiêu chuẩn kỹ thuật, giải quyết các rủi ro an toàn, sức khỏe, môi trường (HSE) trong khi vận hành và thiết lập các yêu cầu về sơ tuyến, với các tiêu chí về tính toàn vẹn, để đảm bảo năng lực của nhà thầu và nhà cung cấp. Việc xây dựng sơ bộ các chiến lược kiểm tra, theo dõi, thử và sửa chữa phải bắt đầu trong giai đoạn phát triển lên dự án.

Trong các giai đoạn từ thiết kế cơ sở, các quyết định chính được thực hiện. Các rủi ro chính được xác định và các hoạt động đảm bảo chất lượng được xác định cho việc xây dựng dự

án. Các chiến lược cho việc kiểm tra, theo dõi, thử và sửa chữa phải được xây dựng. Các chiến lược cho việc kiểm tra, theo dõi, thử và sửa chữa phải được phát triển bởi đại diện của các đơn vị vận hành / quản lý tính toán vện với sự hợp tác chặt chẽ của nhóm thiết kế. Các tiêu chuẩn thực hiện chi tiết cho các thành phần và hệ thống quan trọng phải được quy định làm cơ sở để đảm bảo sự tuân thủ theo mục đích thiết kế và các mục tiêu về tính toán vện. Các quy trình kiểm soát độ lệch cần cung cấp để xem xét đến các độ lệch.

Trong và sau khi chế tạo, các chiến lược kiểm tra, theo dõi, thử và sửa chữa phải được hoàn thiện bởi các người đại diện quản lý vận hành/tính toán vện.

Bảng 1. Tổng quan về giai đoạn thiết lập tính toán vện

Giai đoạn	Thương mại và lập ý tưởng	Thiết kế cơ sở	Thiết kế chi tiết	Chế tạo
Các hoạt động điển hình	Tính khả thi Cơ sở và tiền đề dự án (các nguyên lý an toàn, các tải trọng ngẫu nhiên, đảm bảo dòng, bố trí hệ thống Lựa chọn vật liệu và thiết kế chiều dày sơ bộ Tính toán thủy lực.	Lựa chọn vật liệu/thiết kế chiều dày (lựa chọn vật liệu; ăn mòn; vật liệu và sự liên kết với thiết kế; các ảnh hưởng tải trọng, khả năng chịu áp lực, mất ổn định cục bộ, thiết kế CP Thiết kế lắp đặt sơ bộ (xem thiết kế chi tiết) Thiết kế sơ bộ cho quá trình vận hành (xem thiết kế chi tiết)	Thiết kế lắp đặt (khảo sát và tuyến ống, kết hợp tải trọng, tie-in) Thiết kế cho quá trình vận hành (phân tích lắp đặt, áp suất/nhiệt độ cao, ổn định đáy biển, nhịp hẫng/mỏi, kéo lưới, bảo vệ)	Đoạn ống, thành phần và ráp nối Bảo vệ ăn mòn và lớp bọc gia tải Hàn; NDT Khắc phục trước, lắp đặt; sau khi khắc phục, tiền chạy thử

5.3.2 Xem xét có hệ thống về rủi ro

Tại tất cả giai đoạn, việc xem xét có hệ thống về rủi ro thường được thực hiện như một phần của quá trình đưa ra quyết định trong quá trình xây dựng dự án (tham khảo DNVGL-ST-F101,

sec.2 B300). Các loại phương pháp khác nhau được sử dụng, như phân tích rủi ro định lượng (QRA), phân tích các dạng và ảnh hưởng hư hỏng (FMEA), nghiên cứu nguy cơ và khả năng hoạt động (HAZOP), đánh giá công nghệ (TQ) (tham khảo DNVGL-RP-A203). Người đại diện quản lý vận hành/tính toán vận phải tham gia các đánh giá như vậy. Việc tham gia phải bắt đầu trong các giai đoạn ban đầu, đặc biệt khi đánh giá công nghệ mới. Hoạt động chính ban đầu trong quá trình quản lý tính toán vận phải bắt đầu song song, xem Hình 4.

5.3.3 Các vấn đề liên quan trong việc xây dựng thiết kế chế tạo và lắp đặt

Người đại diện quản lý vận hành/tính toán vận phải được tham gia trong việc xây dựng thiết kế chế tạo và lắp đặt (DFI), đặc biệt liên quan đến các khuyến nghị trong vận hành, cơ sở hoạt động, tiêu chí và thiết kế được chấp thuận.

5.4 Chuyển giao tính toán vận – từ thiết kế đến vận hành

Mức độ cần thiết để đảm bảo chuyển giao thành công tính toán vận phụ thuộc vào các rủi ro của đường ống, mức độ phức tạp của hệ thống và kinh nghiệm của tổ chức vận hành. Các quy trình chính là:

- Chuyển giao các tài liệu và cơ sở dữ liệu liên quan đến giai đoạn vận hành;
- Xác định và hợp tác với tổ chức dự án để giải quyết bất kỳ thông tin kỹ thuật và/hoặc thông tin kỹ thuật quan trọng cho việc tiếp quản;
- Việc đào tạo nhân sự vận hành.

Trong khi các hoạt động chuyển giao tính toán vận sẽ cao nhất trong quá trình tiền chạy thử và chạy thử, một số hoạt động cần được bắt đầu sớm hơn. Các hoạt động này bao gồm việc xác định, đặc tính kỹ thuật và xác minh các tài liệu vận hành (DFO), các bộ phận phụ tùng và quản lý công cụ, và xác định các nhu cầu đào tạo.

5.4.1 Kế hoạch chuyển giao tính toán vận

Việc chuyển giao tính toán vận từ thiết kế đến vận hành phải được lập kế hoạch, tối thiểu phải được lập như sau:

- Nguyên lý và kế hoạch chuyển giao tính toán vận sớm từ giai đoạn lập kế hoạch;
- Các kế hoạch chi tiết cho việc tiếp quản và;
- Kế hoạch cho DFO.

Các kế hoạch được thiết lập để đảm bảo rằng thông tin về các khía cạnh hoạt động liên quan đến người, quy trình và hệ thống kỹ thuật sẵn sàng cho việc tiếp quản và bắt đầu vận hành, và khả năng toàn vận chấp nhận có thể đạt được trong suốt tuổi thọ hoạt động.

5.4.2 Thiết lập sự tổ chức dài hạn

Cấu trúc tổ chức (của nhóm vận hành) có thể thay đổi theo thời gian qua các giai đoạn phát triển khác nhau với trọng tâm và các yêu cầu khác đối với các kỹ năng/ năng lực khác nhau.

Trong giai đoạn chuyển giao tính toán vận, một cấu trúc tổ chức dài hạn phải được thiết lập với các vai trò và trách nhiệm được xác định rõ ràng – xem 4.3.2.

5.4.3 Xác định thông tin liên quan đến mỗi nguy từ thiết kế và chế tạo

Trong khi chuyển giao tính toán vận từ dự án đến vận hành, mỗi mối nguy và rủi ro liên quan phải được xem xét độc lập và xác định thông tin cần thiết từ thiết kế và chế tạo.

Xem phụ lục B về một ví dụ có thể hữu dụng cho việc chuyển giao từ lập dự án đến vận hành liên quan đến mất ổn định tổng thể. Danh sách chung tương tự có thể được thiết lập cho tất cả các mối nguy đến đường ống.

5.4.4 Các tài liệu vận hành

Các yêu cầu về tài liệu vận hành (DFO) phải được thiết lập xác định các yêu cầu về hình thức (ngôn ngữ, định dạng, quy ước tên tài liệu, v.v...) và các yêu cầu cho nội dung tài liệu.

TCVN 6475 đưa ra các yêu cầu về tài liệu tối thiểu cho toàn bộ vòng đời của một hệ thống đường ống biển bao gồm các yêu cầu về tài liệu phải được thiết lập cho việc vận hành hệ thống.

Tiêu chuẩn Norsork Z-001, "tài liệu vận hành" cũng đưa ra các yêu cầu cả trên cơ sở chung và đặc biệt cho hệ thống đường ống.

Kế hoạch DFO phải được thiết lập và bao gồm các yêu cầu về DFO phải thỏa mãn ra sao:

- Danh mục tài liệu DFO;
- Trách nhiệm;
- Báo cáo tiến độ;
- Kế hoạch kiểm tra chất lượng;
- Các quy trình và danh mục kiểm tra để đảm bảo chất lượng và tính hoàn chỉnh của việc cung cấp DFO.

Tổ chức vận hành phải trình phê duyệt DFO.

5.4.5 Kế hoạch tiếp quản, kiểm tra và danh mục kiểm tra

Một kế hoạch cho việc tiếp quản hệ thống đường ống và một danh mục kiểm tra cho việc đưa hệ thống vào vận hành được coi là cần thiết cho việc tiếp quản phải được chuẩn bị. Tiếp quản được định nghĩa là quy trình chuyển giao trách nhiệm vận hành từ giai đoạn dự án (bao gồm cả tiền chạy thử) đến vận hành.

Có ba dạng thông tin chính phải được xác minh trước khi tiếp quản:

- Kỹ thuật, ví dụ: xác minh các hoạt động của dự án đã hoàn thành và tổ chức vận hành đã đưa tất cả thông tin kỹ thuật cần thiết vào các quy trình và kế hoạch vận hành. Ví dụ như kế hoạch quản lý ăn mòn được hoàn thành và đưa vào chương trình kiểm tra ban đầu;

- Tài liệu vận hành (DFO), như việc xác minh tất cả các tài liệu cho người sử dụng được yêu cầu cho vận hành đã hoàn thiện, theo các đặc tính kỹ thuật và có sẵn cho tổ chức vận hành, như sổ tay vận hành, quy trình lắp đặt phông tạm thời, sơ đồ mỏ và tuyến ống, v.v...
- Hồ sơ tiếp quản như việc lắp đặt và tiền chạy thử hoàn thành và được ghi lại theo dự án, như các chứng chỉ liên quan, danh mục NCRs, DFI resume, các kế hoạch kiểm tra ban đầu, các thỏa thuận tại vị trí đường ống giao cắt v.v...

Các danh mục kiểm tra phải được chuẩn bị, bao gồm người chịu trách nhiệm, để xác minh và ghi lại các thông tin yêu cầu bên trên đã nhận được trước khi tiếp quản.

5.5 Duy trì tính toàn vẹn

Giai đoạn duy trì tính toàn vẹn bao gồm các giai đoạn vận hành của hệ thống đường ống từ việc chạy thử cho đến việc thu dọn. Việc này bao gồm các hoạt động theo ngày cơ bản tương ứng với phạm vi quản lý tính toàn vẹn được nêu trong Hình 1 và Phần 4.

Một mô tả ngắn gọn (với các khuyến nghị liên quan) về các vấn đề/hoạt động vận hành khác được xem là quan trọng đối với quy trình quản lý tính toàn vẹn và ảnh hưởng đến tính toàn vẹn của hệ thống được nêu dưới đây.

5.5.1 Chạy thử

Chạy thử phải là một phần của giai đoạn vận hành. Chạy thử bao gồm các hoạt động liên quan đến sự điền đầy ban đầu của hệ thống đường ống với lưu chất được vận chuyển. Các yêu cầu liên quan đến tài liệu và quy trình cho việc chạy thử được xác định theo TCVN 6475.

Việc chạy thử dưới đây của hệ thống phải được thực hiện để xác minh các giới hạn hoạt động theo điều kiện thiết kế. Các vấn đề quan trọng mà cần thiết phải được kiểm tra có thể là:

- Thông số dòng chảy (áp suất, nhiệt độ, điều kiện điểm sương, độ nhạy sự hình thành hydrat, sản phẩm chứa cát, phun hóa chất, v.v...);
- Hệ thống CP;
- Sự giãn nở, dịch chuyển, mất ổn định ngang, mất ổn định vòng lên, nhịp hẫng và ống lộ trên biển.

Các sự kiện mà xảy ra trong khi chạy thử phải được xem xét và có thể dẫn tới việc sửa đổi chương trình quản lý tính toàn vẹn.

Một chương trình quản lý tính toàn vẹn (chiến lược trong khai thác/chương trình kiểm tra dài hạn, theo dõi và thử) thường phải được thiết lập trước khi chảy thử như một phần của đánh giá rủi ro và hoạt động lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn – xem 5.1 và 5.1.2. Bất kỳ kế hoạch chi tiết nào cũng phải sẵn sàng trước khi chạy thử.

5.5.2 Tạm dừng hoạt động

Việc tạm dừng hoạt động của đường ống phải được lập kế hoạch, chuẩn bị, tiến hành và lập hồ sơ sao cho đường ống có thể được vận hành và đưa vào sử dụng trở lại. Việc tạm dừng hoạt động là một tập hợp các hoạt động liên quan đến việc đưa đường ống tạm thời dừng hoạt động. Việc này bao gồm các khía cạnh liên quan đến quy định của quốc gia, môi trường, cản trở giao thông tàu biển và các hoạt động đánh cá, và các tác động về ăn mòn lên các kết cấu khác.

Các đường ống tạm dừng hoạt động phải được bảo quản để giảm thiểu các ảnh hưởng từ các cơ chế gây ra sự xuống cấp. Việc kiểm tra và đánh giá tính toàn vẹn của đường ống trước khi tạm dừng hoạt động và/hoặc trước khi vận hành trở lại phải được xem xét. Điều này sẽ hữu ích khi các hành động bảo quản và/hoặc đảm bảo việc kiểm tra tình trạng toàn vẹn trước bất kỳ hoạt động nào trong tương lai.

Các đường ống tạm dừng hoạt động phải tiếp tục được quản lý thích hợp bằng hệ thống quản lý tính toàn vẹn.

5.5.3 Chạy thử lại

Đối với việc chạy thử từ giai đoạn chế tạo đến giai đoạn vận hành, các biện pháp duy trì bảo quản phải được chấm dứt phù hợp, việc điền đầy lưu chất phải được đảm bảo và tính toàn vẹn phải được xác minh (ví dụ thông qua các khảo sát bên ngoài và kiểm tra bên trong)

Mục đích của việc chạy thử lại là để khôi phục lại việc hoạt động dự định ban đầu của hệ thống. Sự khác nhau chính từ việc chạy thử ban đầu là một hệ thống bị tạm dừng khai thác trong một thời gian dài và việc kiểm tra tính toàn vẹn có thể khó khăn hơn. Ngoài ra, sau khi một hệ thống bị tạm dừng hoạt động, các chiến lược kiểm soát khi không vận hành, lỗi thiết bị, và sự giảm thiểu các biện pháp bảo dưỡng có thể gây ra sự kém hiệu quả của hệ thống mà không nhận biết được.

5.5.4 Đánh giá lại/kéo dài tuổi thọ

Đánh giá lại là việc đánh giá lại thiết kế khi các điều kiện thiết kế thay đổi. Việc này cơ bản là một đánh giá tính toàn vẹn toàn diện hơn so với việc thiết kế lại và có thể dẫn đến sự thay đổi cho hệ thống đường ống.

Việc đánh giá lại có thể cần thiết thực hiện do sự thay đổi cơ sở thiết kế, do sự không thỏa mãn cơ sở thiết kế hoặc bởi các sai lầm hoặc thiếu sót được phát hiện trong quá trình vận hành bình thường và bất thường. Nguyên nhân có thể do:

- Sự ưu tiên sử dụng tiêu chuẩn mới hơn, do các yêu cầu sử dụng cao hơn cho đường ống hiện hữu;
- Các thay đổi về tải trọng môi trường, biến dạng, xói mòn, v.v...;
- Các thay đổi về thông số vận hành như áp suất, nhiệt độ, thành phần của dung chất,

- hàm lượng nước, H₂S, chu kỳ vận hành, v.v...;
- Thay đổi về hướng dòng chảy hoặc thay đổi về dung chất vận chuyển;
- Các cơ chế gây hư hỏng vượt quá giả định ban đầu như tốc độ ăn mòn (bên trong hoặc bên ngoài), các phản ứng động gây ra mối (như VIV);
- Các hư hỏng được phát hiện như vết lõm, hư hỏng tại lớp bảo vệ đường ống, khuyết tật ăn mòn, nứt, a-nốt bị hư hỏng hoặc bị tiêu thụ quá mức;
- Kéo dài tuổi thọ thiết kế.

Việc đánh giá lại thiết kế trong các điều kiện thiết kế đã thay đổi và bất kỳ quá trình chế tạo và lắp đặt phải được dựa trên các tiêu chuẩn thiết kế ban đầu mới nhất hoặc các tiêu chuẩn thiết kế tương đương/được công nhận khác.

Đối với việc kéo dài tuổi thọ, xem NORSOK Y-002 và ISO 12747.

5.5.5 Thu dọn công trình không sử dụng

Việc thu dọn một hệ thống đường ống không sử dụng bao gồm các hoạt động liên quan đến việc đưa hệ thống hoặc bộ phận của hệ thống vĩnh viễn không hoạt động. Một đường ống được thu dọn sẽ không được quay trở lại hoạt động. Việc thu dọn phải được thực hiện phù hợp với quy định của luật quốc gia và phụ thuộc vào các tình huống khác nhau có thể được yêu cầu như loại bỏ, hoặc để lại tại chỗ, v.v... Các mối quan tâm chính là:

- Xử lý các vấn đề môi trường liên quan đến việc thu dọn đường ống.
- Đảm bảo không có các hạn chế đối với bên thứ ba do việc thu dọn. Đối với đường ống biển phần lớn là việc đánh cá bằng lưới kéo.

Việc thu dọn đường ống phải được lập kế hoạch và chuẩn bị. Việc đánh giá thu dọn đường ống phải bao gồm các khía cạnh sau:

- Các quy định quốc gia liên quan;
- Sức khỏe và an toàn của người (nếu đường ống được dỡ bỏ);
- Môi trường (đặc biệt là ô nhiễm);
- Chướng ngại vật cho giao thông tàu biển;
- Chướng ngại vật cho các hoạt động đánh cá, và;
- Tác động ăn mòn lên các kết cấu khác.

Trong quá trình thu dọn, hệ thống đường ống có thể tiếp tục được quản lý bằng hệ thống quản lý tính toàn vẹn. Các bộ phận bị loại bỏ của hệ thống đường ống mà không được di dời cũng có thể cần phải theo hệ thống quản lý tính toàn vẹn nếu chúng có thể gây ra mối nguy lên các hệ thống khác hoặc bên thứ ba.

6 Đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn

6.1 Quy định chung

6.1.1 Mục tiêu đánh giá rủi ro

Đánh giá rủi ro là cơ sở để nắm được các mối nguy và rủi ro tác động lên hệ thống đường ống trong suốt vòng đời của nó, do đó cho phép người điều hành tập chung lưu ý lên các hoạt động quản lý tính toàn vẹn để ngăn ngừa và giảm thiểu hư hỏng. Đánh giá rủi ro góp phần vào việc đảm bảo mức độ an toàn được thiết lập trong giai đoạn thiết kế được duy trì trong tuổi thọ thiết kế của hệ thống đường ống (xem 5.1.2).

Bảng 2. Các mối nguy lên hệ thống đường ống

<i>Nhóm mối nguy</i>	<i>Mối nguy</i>
Các mối nguy trong giai đoạn thiết kế - chế tạo – lắp đặt (DFI)	Các lỗi thiết kế
	Mối nguy liên quan đến chế tạo
	Mối nguy liên quan đến lắp đặt
Các mối nguy do ăn mòn/mài mòn	Ăn mòn bên trong
	Ăn mòn bên ngoài
	Mài mòn
Các mối nguy do bên thứ ba	Ảnh hưởng lưới đánh cá
	Neo
	Va chạm từ tàu thuyền
	Vật rơi
	Phá hoại/khủng bố
	Giao thông (va chạm với phương tiện, giao động)
	Các va chạm cơ học khác
Các mối nguy từ kết cấu	Mất ổn định tổng thể (ống nằm trên mặt biển)

	Mất ổn định tổng thể (ống chôn)
	Giãn nở
	Ổn định đáy biển
	Vượt tải tĩnh
	Mỏi (VIV, FIV, sóng hoặc các biến thể chu trình khác)
Các mối nguy từ tự nhiên	Thời tiết cực đoan
	Động đất
	Lở đất
	Các biến đổi nhiệt độ đáng kể
	Lũ lụt
	Sét đánh
Các mối nguy liên quan đến vận hành không chính xác	Quy trình không chính xác
	Không thực hiện theo quy trình
	Lỗi do con người
	Liên quan đến hệ thống bảo vệ bên trong
	Liên quan đến chi tiết ghép nối

Các công nghệ mới (như các nguyên lý phân tích cải tiến) mà cho kết quả thiết kế ban đầu không thiên về an toàn phải đưa vào xem xét.

Với việc áp dụng vào các hệ thống đường ống, đánh giá rủi ro phải:

- Xác định tất cả thiết bị mà tại đó gây ra hư hỏng tác động lên tính toàn vẹn kết cấu của hệ thống đường ống (xem Phần 5.1.3);
- Với tất cả các thiết bị và đường ống này, xác định các mối nguy tiềm ẩn và ước tính rủi ro liên quan đến chúng. Các mối nguy có thể gây nguy hiểm trực tiếp hoặc gián tiếp lên tính toàn vẹn của hệ thống đường ống phải được đánh giá. Ảnh hưởng kết hợp của các mối nguy này cũng cần phải được xem xét;

- Xác định các hành động giảm thiểu rủi ro trong trường hợp rủi ro không chấp nhận được;
- Xác định các hành động quản lý rủi ro trong trường hợp rủi ro chấp nhận được;
- Đưa ra cơ sở cho việc lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn dài hạn.

6.1.2 Các phương pháp đánh giá rủi ro

Các phương pháp đánh giá rủi ro khác nhau có thể được sử dụng. Rủi ro có thể được đánh giá định tính và/hoặc định lượng khả thi nhất. Thông thường tất cả các mô hình là một đánh giá xác suất của một sự kiện và hậu quả mà sự kiện này gây ra.

6.1.3 Kết quả đánh giá rủi ro

Kết quả đánh giá rủi ro phải là một phân loại rủi ro giữa các mối nguy và/hoặc phân loại mức rủi ro giữa các đường ống. Một phân loại mức rủi ro dọc theo đường ống cũng có thể là kết quả đầu ra nếu có thực hiện việc phân đoạn.

6.1.4 Chương trình quản lý tính toàn vẹn dựa trên rủi ro

Chương trình quản lý tính toàn vẹn dài hạn phải được lập dựa trên các kết quả từ đánh giá rủi ro.

6.2 Các mối nguy lên hệ thống đường ống

Quản lý rủi ro liên quan đến các mối nguy lên hệ thống đường ống là thiết yếu cho việc duy trì tính toàn vẹn hệ thống đường ống. Bảng 2 đưa ra tổng quan về các mối nguy phổ biến nhất lên đường ống dưới biển, được chia thành 6 nhóm mối nguy như được nêu trong 5.1.4. Ưu điểm của việc phân nhóm mối nguy là:

- Có thể đánh giá tất cả mối nguy trong một nhóm như một mối nguy cơ (phụ thuộc vào sự thay đổi và phức tạp ở mức nguy cơ thứ cấp);
- Các hư hỏng quan sát được tại mức độ nhóm mối nguy có thể được so sánh với các thông kê hư hỏng (hoặc được sử dụng làm thông kê hư hỏng ở mức độ công ty);
- Có thể lập kế hoạch và thực hiện một cuộc kiểm tra (bằng việc sử dụng một loại kiểm tra) và bao gồm tất cả các mối nguy trong nhóm (ví dụ: kiểm tra ILI cho ăn mòn bên trong và bên ngoài cũng như bị mài mòn, hoặc GVI bằng ROV để xem xét các nhịp hẫng và mất ổn định bên – xem 7.2.5).

Các mối nguy liên quan đến phần trên bờ của hệ thống đường ống biển cũng có thể dựa trên tiêu chuẩn ASME B31.8S và API 1160.

Một số mối nguy có thể là kết quả của một hư hỏng/bất thường trước khi trở thành một dạng phá hủy, trong khi những mối nguy khác có thể dẫn đến phá hủy ngay lập tức (mất khả năng chịu áp lực – xem 1.4.3 và 5.1.3). Bảng 3 liệt kê các hư hỏng/bất thường liên quan đến các mối nguy khác nhau. Lưu ý rằng, một hư hỏng chính có thể gây ra một hư hỏng phụ. Ví dụ, hư hỏng do bên thứ ba có thể gây ra sự xuống cấp của lớp bọc dẫn đến ăn mòn bên ngoài

(khuyết kim loại).

Bảng 3. Các hư hỏng/bất thường liên quan đến các mối nguy khác nhau

Hư hỏng/ bất thường	Nhóm mối nguy					
	Mối nguy DFI	Mối nguy do ăn mòn/mài mòn	Mối nguy do bên thứ 3	Mối nguy về kết cấu	Mối nguy tự nhiên	Các mối nguy vận hành không chính xác
Tổn thất kim loại	x	x	x ⁽¹⁾	x ⁽¹⁾	x ⁽¹⁾	x
Vết lõm	x		x	x ⁽¹⁾	x	
Nứt	x	x	x	x	x	(x)
Lỗ	x		x		x	
Nhịp hẫng	x		x ⁽¹⁾	x	x	
Mất ổn định cục bộ	x			x	x	x
Mất ổn định tổng thể	x			x	x	x
Chuyển vị	x			x	x	
Óng lộ trên đáy biển	x		x ⁽¹⁾	x	x	
Hư hỏng lớp bọc	x				x	x
Hư hỏng a-nốt	x				x	x
⁽¹⁾ Phụ						

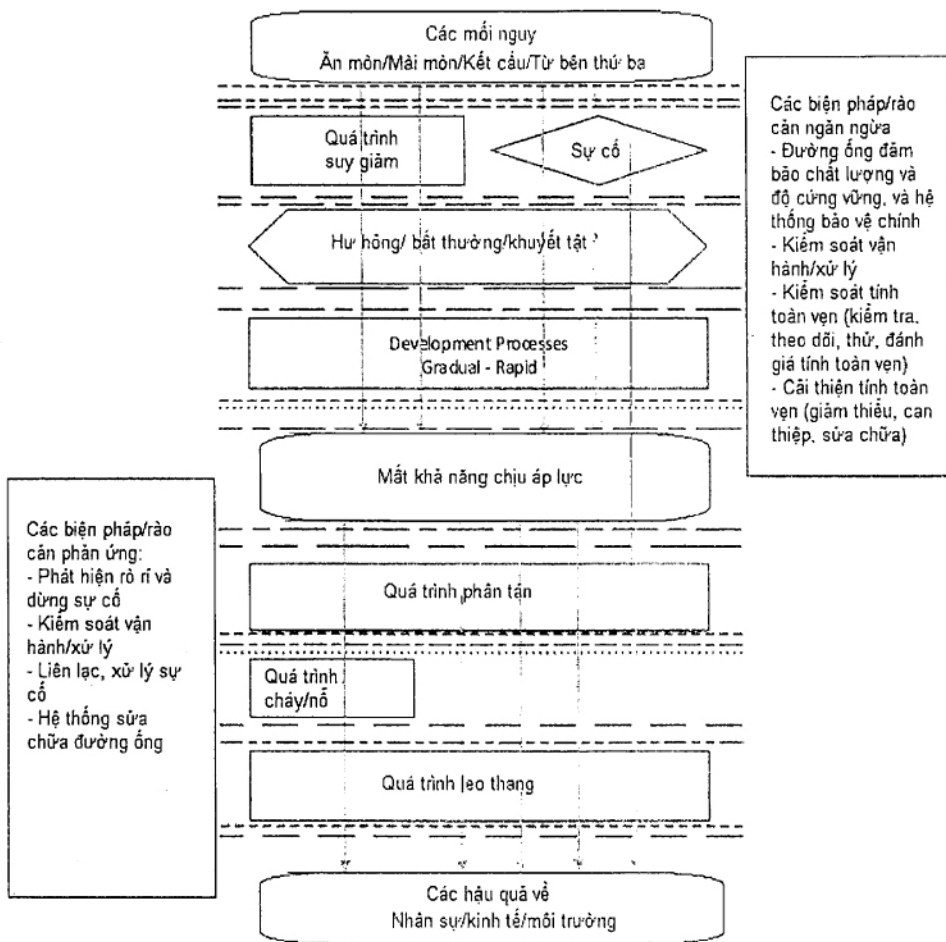
Sự phát triển của một mối nguy thành một hư hỏng và các phương pháp thực hiện để giảm khả năng xảy ra và hậu quả của sự phát triển như vậy được minh họa trong Hình 5.

Hình 5 cũng minh họa các phương pháp khác nhau thường được áp dụng để quản lý sự phát triển này (xem biểu đồ trong Phụ lục H). Mỗi phương pháp có các điểm yếu (là các nét chấm), nhưng chúng thường cùng nhau ngăn chặn sự phát triển tất cả các hướng dẫn đến hậu quả cuối cùng.

Để giảm thiểu rủi ro của các mối nguy, các biện pháp bảo vệ khác nhau thường được đưa ra trong giai đoạn thiết kế - chế tạo - lắp đặt (DFI). Điều này có thể là xác minh DFI từ cơ quan thẩm định, hệ thống phun hóa chất ngăn chặn ăn mòn bên trong, hoặc dùng đá ngăn chặn rủi ro mất ổn định hoặc hư hỏng của bên thứ ba.

Các biện pháp để giảm khả năng xảy ra hư hỏng do các mối nguy trong giai đoạn vận hành bao gồm kiểm tra, theo dõi, và thử để xác định các hư hỏng/bất thường ở giai đoạn đầu và sự phát triển của chúng. Việc đánh giá tính toàn vẹn cùng với các mô hình dự đoán (như tốc độ ăn mòn, hình thành vết nứt, tần suất lưới quét...) cũng rất quan trọng trong việc đánh giá các hư hỏng/bất thường được xác định và sự phát triển tiềm ẩn của chúng. Hơn nữa, các dạng hoạt động khác nhau của việc giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa thường phải được thực hiện để tránh các phá hủy bằng cách giảm khả năng phát triển của một hư hỏng/bất thường (thành một vụ nổ, rò rỉ hoặc sụp đổ).

Các quan niệm trên có thể đưa ra một bộ khung làm việc và đầu vào có giá trị để đánh giá rủi ro. Thông tin về các biện pháp/rào cản ngăn ngừa có thể cung cấp đầu vào cho việc đánh giá PoF, tương tự như thông tin về các biện pháp/rào cản phản ứng có thể cung cấp cho các đánh giá CoF tốt ra sao.



Hình 5. Từ mối nguy đến hậu quả cuối cùng

6.3 Tài liệu phổ biến

6.3.1 Hướng dẫn vận hành

Để đảm bảo việc đánh giá rủi ro được thực hiện nhất quán, phương pháp tiếp cận rủi ro phải được chứng minh.

Tài liệu này có thể là dạng tài liệu về nguyên lý rủi ro ở cấp cao của công ty mà có thể áp dụng trên các hệ thống đường ống khác nhau (và nếu khả thi, áp dụng được trên các tài sản khác, như các hệ thống đường ống, các kết cấu trên biển và nhà máy).

Tài liệu này rất quan trọng khi thực hiện trao đổi về rủi ro. Tài liệu này thường xác định các ma trận rủi ro được áp dụng và bao gồm:

- Phân loại rủi ro và cách giải thích của chúng bao gồm các yêu cầu về báo cáo rủi ro, mức chịu trách nhiệm, và hướng dẫn về thời gian phản ứng;

- Mức rủi ro chấp nhận;
- Phân loại xác suất hư hỏng và sự giải thích;
- Phân loại hậu quả hư hỏng và sự giải thích.

6.3.2 Tài liệu hướng dẫn hệ thống đường ống

Các tài liệu cụ thể của đường ống phù hợp với nguyên lý và các yêu cầu quy định của công ty phải được thiết lập. Tài liệu này có thể bao gồm nhưng không giới hạn tới:

- Việc tham chiếu đến các yêu cầu quy định;
- Việc tham chiếu đến các yêu cầu cụ thể cho người điều hành và các quy trình hiện hành;
- Danh sách các mối nguy được xem xét cho các loại thiết bị phổ biến nhất có tham chiếu đến các ứng dụng thực tiễn tốt nhất;
- Danh sách các dạng hậu quả được xem xét có tham chiếu đến ứng dụng thực tiễn tốt nhất;
- Danh sách các dạng hoạt động và tần suất thích hợp của chúng (kiểm tra, theo dõi, thử vv) phải được bao gồm trong chương trình quản lý tính toàn vẹn. Hướng dẫn về việc lựa chọn giữa các dạng hoạt động có thể so sánh được phải được đưa ra;
- Nguyên lý liên quan đến việc chứng nhận lại/kéo dài tuổi thọ;
- Thống kê hư hỏng liên quan (mức độ người điều hành và theo ngành).

6.3.3 Ứng dụng thực tiễn tốt nhất

Các tài liệu ứng dụng thực tiễn tốt nhất cho việc đánh giá các mối nguy hoặc thành phần độc lập phải được thiết lập. Tài liệu như vậy có thể được lập theo nhóm mối nguy hoặc mức loại thành phần. Tài liệu tối thiểu phải bao gồm những nội dung sau:

- Mô tả về mối nguy và kinh nghiệm của người điều hành liên quan đến mối nguy đó;
- Dữ liệu đầu vào cần thiết để xử lý các mối nguy có tham chiếu đến các nguồn dữ liệu có sẵn;
- Mô tả chi tiết về mô hình đánh giá. Cần thiết lập một phương pháp theo cấp độ trong đó sự thiên về an toàn giảm theo mức độ tăng dần. Cấp độ đầu tiên, ví dụ có thể là cấp sàng lọc yêu cầu số liệu đầu vào hạn chế để đi đến kết luận;
- Bất kỳ giới hạn nào đối với mô hình đánh giá có hướng dẫn cho các trường hợp ngoại lệ;
- Ví dụ tính toán cho mỗi cấp độ xác định.

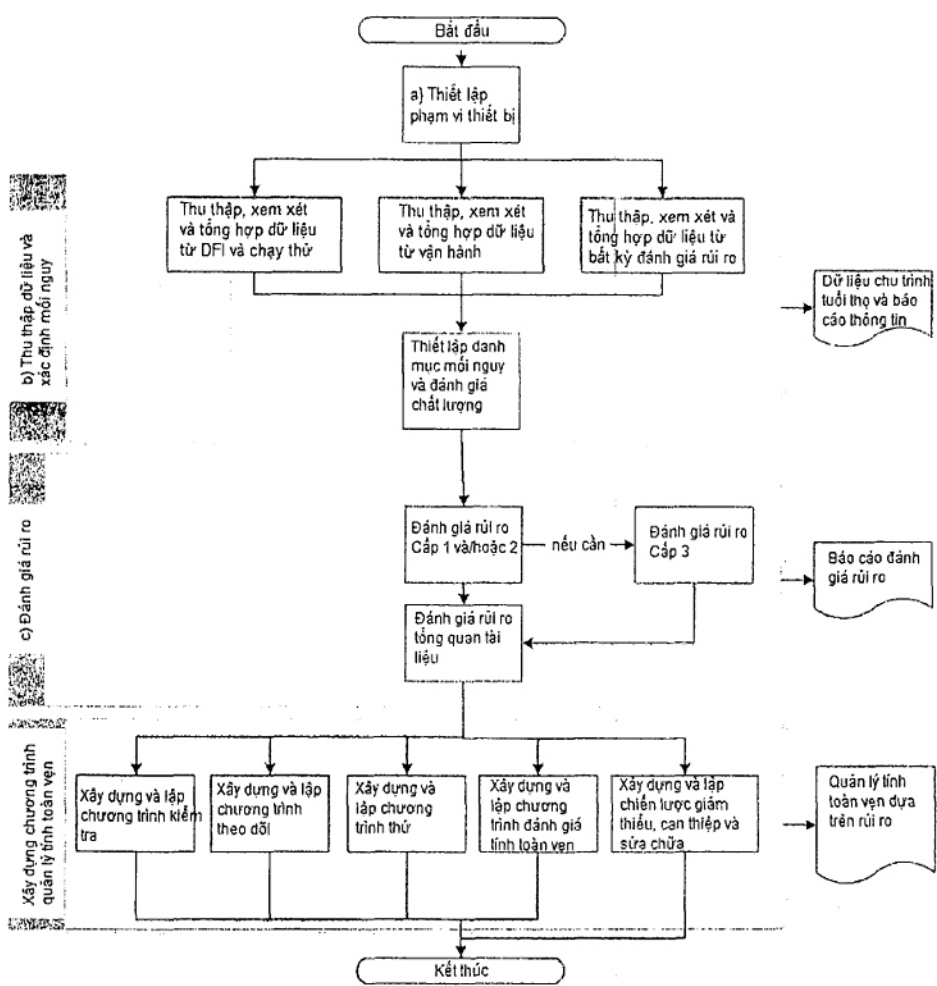
6.4 Quy trình tổng thể

Quy trình tổng thể để xây dựng một chương trình quản lý tính toàn vẹn dựa trên rủi ro được minh họa trong Hình 6 và được trình bày trong các phần sau. Quy trình bao gồm các yếu tố chính sau:

- a) Thiết lập phạm vi thiết bị;
- b) Thu thập dữ liệu và thông tin, và xác định các mối nguy;
- c) Thực hiện các đánh giá rủi ro;
- d) Xây dựng chương trình quản lý tính toàn vẹn. Xem thêm Phụ lục F đến I.

6.4.1 Thiết lập phạm vi thiết bị

Việc đánh giá rủi ro cần được tiến hành cho toàn bộ hệ thống đường ống. Các giới hạn của mỗi hệ thống được nguyên cứu phải được xác định rõ và được lập báo cáo. Đường ống cũng như tất cả các bộ phận và biện pháp bảo vệ khi có một hư hỏng gây nguy hiểm đến tính toàn vẹn của hệ thống đường ống phải được bao gồm – xem 1.2.1 đến 1.2.3, và 3.1.3



Hình 6. Quy trình tổng thể để xây dựng một chương trình quản lý tính toàn vẹn dựa trên rủi ro

6.4.2 Thu thập dữ liệu và thông tin, và xác định các mối nguy

Dữ liệu và thông tin phải được thu thập và xem xét để xác định các mối nguy và chuẩn bị cho việc thực hiện đánh giá rủi ro:

- Xem xét và tóm tắt dữ liệu và thông tin từ các giai đoạn DFI và chạy thử, tức là dữ liệu và thông tin được thiết lập từ trước khi bắt đầu giai đoạn vận hành;
- Xem xét và tóm tắt dữ liệu và thông tin từ các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn (kiểm tra, theo dõi, thử và đánh giá tính toàn vẹn) và các hoạt động cải thiện tính toàn vẹn (giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa). Việc này cũng có thể liên quan đến việc xem xét và tóm tắt dữ liệu vận hành khác liên quan đến việc quản lý sản xuất (không chỉ quản lý tính toàn vẹn);
- Xem xét và tóm tắt các đánh giá rủi ro được thực hiện trước đó (có liên quan). Điều này có thể bao gồm các đánh giá rủi ro được thực hiện trước khi bắt đầu giai đoạn vận hành. Theo ý liên quan, nó có nghĩa là đánh giá rủi ro trong đó mục đích rõ ràng là để đánh giá rủi ro liên quan đến các mối nguy phải được quản lý bởi các quy trình quản lý tính toàn vẹn;
- Thiết lập danh sách mối nguy sơ bộ (hoặc cập nhật) và đánh giá chất lượng của dữ liệu/thông tin theo chu kỳ tuổi thọ. Tổng quan chung về các mối nguy của đường ống biển được nêu trong 5.1.4 và 6.2. Kinh nghiệm của người điều hành và trong ngành dầu khí cũng phải được xem xét. Việc xác định các mối nguy phải bao hàm tất cả các lĩnh vực liên quan, cả từ thiết kế đến vận hành, người có kiến thức chuyên sâu về hệ thống được đề cập;
- Chất lượng của dữ liệu phải được xem xét và trong trường hợp thiếu hụt hoặc có sự không chắc chắn đáng kể trong dữ liệu, các giả định thiên về an toàn phải được thực hiện. Sự không chắc chắn trong dữ liệu phải được lập báo cáo vì đây là dữ liệu đầu vào quan trọng cho việc lựa chọn các hành động chính xác hoặc các hành động hiệu quả nhất về chi phí;
- Nguồn dữ liệu và thông tin phải được lập báo cáo;
- Kết quả đầu ra của các hoạt động xác định mối nguy là danh sách các mối nguy và lưu ý liên quan đến, ví dụ như các dạng hư hỏng, tải trọng và nguyên nhân, vị trí, cũng như các vấn đề về sự không đảm bảo khác;
- Cần thiết để xây dựng các biểu mẫu thích hợp và có thể sử dụng lại cho việc thực hiện và ghi lại các kết quả và lưu ý từ việc xem xét và bất kỳ quá trình nghiên cứu.

6.4.3 Thực hiện các đánh giá rủi ro

Việc đánh giá rủi ro phải tuân theo một quy trình được lập, xem 6.3. Sự sai lệch từ quy trình phải được báo cáo và chứng minh. Hướng dẫn chung về một quy trình đánh giá rủi ro được trình bày như sau: (hướng dẫn chi tiết thêm được cung cấp trong phụ lục F đến I).

- Rủi ro là kết quả của PoF và CoF. Trong trường hợp rủi ro không chấp nhận được,

- các biện pháp giảm thiểu rủi ro cần phải được đánh giá;
- Ma trận rủi ro phải được sử dụng để trình bày/trao đổi về rủi ro;
 - Hậu quả của hư hỏng có thể được mô hình hóa theo:
 - Cấp độ theo nhóm rủi ro, trong trường hợp này hậu quả nghiêm trọng nhất liên quan đến các mối nguy theo nhóm áp dụng;
 - Cấp độ rủi ro riêng lẻ, trong trường hợp này hậu quả nghiêm trọng nhất liên quan đến các dạng hư hỏng có thể xảy ra được áp dụng;
 - Dạng hư hỏng, trong trường hợp này các thống số hậu quả có thể được sử dụng cho tất cả các mối nguy mà có thể dẫn đến dạng hư hỏng đó.
 - Xác suất hư hỏng
 - Tất cả các mối nguy phải được xem là mối nguy riêng lẻ hoặc theo cấp độ nhóm;
 - Các thành phần cùng loại có thể được đánh giá cùng nhau;
 - Phụ thuộc vào phương pháp được lựa chọn, đường ống có thể được chia thành nhiều đoạn. Việc lựa chọn dữ liệu đầu vào phải phản ánh cách tiếp cận thiên về an toàn cho toàn bộ đoạn được chọn. Một biện pháp thay thế cho việc chia đường ống thành nhiều đoạn là mô tả các thông số đầu vào dưới dạng các thông số dọc theo tuyến ống và đánh giá theo các thông số PoF;
 - Nếu việc mô hình hóa hệ quả được thực hiện ở cấp độ dạng hư hỏng, như rò rỉ, cháy nổ, việc mô hình hóa PoF cần phải xem xét tất cả các dạng hư hỏng liên quan.
 - Xác định các biện pháp giảm thiểu rủi ro – Để có thể chọn biện pháp có hiệu quả về chi phí, điều quan trọng là phải xác định các thành tố gây ra rủi ro. Hơn nữa, việc lựa chọn biện pháp có hiệu quả nhất về chi phí chỉ có thể được thực hiện sau khi tất cả các mối nguy được xem xét. Việc giảm thiểu rủi ro có thể đạt được bằng cách giảm thiểu xác suất hoặc hậu quả (hoặc cả hai) của một sự kiện.
 - Các biện pháp điển hình để giảm xác suất là phân tích (tức là có tính toán chuyên sâu hơn), kiểm tra bổ sung, theo dõi và thử, khắc phục và sửa chữa, phân loại lại (de-rating) như giảm tải trọng, các biện pháp kiểm soát tải trọng, thay thế các phần hoặc bộ phận của hệ thống;
 - Trong số các biện pháp để giảm thiểu hậu quả là phân tích (tức là có tính toán chuyên sâu hơn), tăng cường các quy trình và thiết bị ứng phó sự cố liên quan (liên quan đặc biệt đến an toàn và hậu quả môi trường), tăng cường các chiến lược và thiết bị sửa chữa để giảm thời gian ngừng hoạt động (hậu quả kinh tế), thiết lập các giải pháp tùy chọn để tiếp quản chức năng của thiết bị bị hư hỏng.
 - Rủi ro tổng hợp – Một các thông số tổng rủi ro có thể được tạo ra dọc theo hệ thống đường ống, tổng hợp các phân bố từ tất cả các mối nguy. Các thông số rủi ro cần phải

được chuẩn hóa theo các thông số rủi ro cho các hệ thống đường ống tương tự/có thể so sánh được. Điều này được thực hiện để đảm bảo tính nhất quán trong đánh giá rủi ro và để phát hiện các lỗi lớn.

- Một đánh giá tổng thể hệ thống đường ống cần phải được thực hiện. Tất cả các biện pháp giảm thiểu rủi ro được xác định cần phải được đánh giá và đăng ký trong một hệ thống điều hành thích hợp.
- Một phương pháp tiếp cận theo cấp độ có thể được sử dụng để đánh giá rủi ro ¹:
 - Đánh giá cấp 1 được dựa trên việc áp dụng các đánh giá định tính đơn giản. Mục tiêu chính là để xác định các mức độ rủi ro có sự khác biệt tối thiểu qua một hoặc một vài hội thảo. Các phần nhất định của đánh giá cấp 1 sẽ được coi là đủ cho mục đích lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn dài hạn. Phần còn lại sẽ cần phải được đánh giá ở một mức độ chi tiết hơn (cấp 2). Ví dụ, các mối nguy mà rủi ro đủ thấp có thể được kết luận là không cần bất kỳ đánh giá chi tiết nào hơn. Ví dụ khác là khi một đánh giá CoF cấp 1 được coi là đủ, trong khi đánh giá PoF cấp 2 được kết luận là cần thiết. Các ưu tiên và lập kế hoạch liên quan đến đánh giá chi tiết hơn ở cấp 2 có thể được dựa trên các kết quả/xếp hạng từ đánh giá cấp 1;
 - Đánh giá cấp 2 đòi hỏi nhiều nỗ lực hơn so với đánh giá cấp 1 và có thể thích hợp hơn để thực hiện dưới dạng kết hợp các hội thảo và các đánh giá của cá nhân. Đánh giá cấp 2 dựa trên việc áp dụng đánh giá định tính hoặc bán định lượng. Các tài liệu và dữ liệu liên quan thường được xem xét kỹ lưỡng hơn. Do đó, tài liệu đánh giá cấp 2 có thể toàn diện hơn so với đánh giá cấp 1;
 - Đánh giá cấp 3 liên quan đến tính toán xác suất định lượng (liên quan đến PoF và xác suất cũng như CoF). Đánh giá như vậy cần phải được xem xét nếu, ví dụ hư hỏng nghiêm trọng đã được xác định rõ ràng, và một chiến lược để xử lý hư hỏng này ra sao có thể có ích từ đầu vào được đưa ra bởi một sự thực hiện định lượng.

Chú thích 1: Đối với một hệ thống đường ống nhất định, toàn bộ phạm vi của các biện pháp có thể được sử dụng tại bất kỳ thời điểm nào (tức là sự áp dụng cân bằng của các cấp độ khác nhau). Bất cứ khi nào thực tế có thể, các phép tính định lượng nên được thực hiện và sử dụng để hỗ trợ các đánh giá định tính. Nhưng tương tự, ngay cả khi áp dụng phương pháp định lượng đầy đủ, vẫn nên thực hiện đánh giá định tính để kiểm tra các kết quả định lượng.

6.4.4 Lập báo cáo đánh giá rủi ro

Một báo cáo đánh giá rủi ro cần phải được chuẩn bị. Các rủi ro yêu cầu có bất kỳ các hành động khác biệt cần phải được thực hiện chi tiết cùng với các hoạt động cải thiện và kiểm soát tính toàn vẹn đã được xác định.

6.4.5 Xây dựng chương trình quản lý tính toàn vẹn

Chương trình quản lý tính toàn vẹn (dài hạn) được xây dựng dựa trên các kết quả từ đánh giá rủi ro – xem 6.1.4

Dựa trên một đánh giá rủi ro, chương trình sẽ giải thích các hoạt động, tại sao, cách thức khi nào các hoạt động cần phải được thực hiện. Chương trình quản lý tính toàn vẹn đưa ra tối thiểu các hoạt động kiểm soát cần thiết (bao gồm các khoảng thời gian tối đa¹ cho các đoạn đường ống khác nhau. Chương trình cũng đưa ra các chiến lược cho các hoạt động cải thiện tính toàn vẹn cho các đoạn đường ống khác nhau đó. Điều này dựa trên thiết kế và chế tạo, các hoán cải và các hoạt động giảm thiểu được thực hiện trong quá trình vận hành. Mục tiêu của chương trình quản lý tính toàn vẹn là để đưa ra:

- Một kế hoạch dài hạn để xác nhận rằng hoạt động của đường ống phù hợp với kỳ vọng được dự đoán trong giai đoạn thiết kế và/hoặc các đánh giá trước đó trong giai đoạn vận hành (qua kiểm tra, theo dõi, thử và các hoạt động đánh giá tính toàn vẹn), và
- Một chiến lược được chuẩn bị để xử lý bất kỳ vấn đề liên quan đến tính toàn vẹn có yêu cầu cần cải thiện (thông qua các hoạt động giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa)

Chú thích 1: Tần suất các khoảng thời gian nhiều hơn của một hoạt động được lên kế hoạch có thể được thực hiện nếu hoạt động này mang tính thực tiễn và/hoặc kinh tế.

Các nhóm mối nguy sau (và các mối nguy cơ bản) thường cần phải được xem xét trong chương trình dài hạn:

- Các mối nguy về ăn mòn/mài mòn
- Các mối nguy liên quan đến bên thứ ba
- Và các mối nguy về kết cấu

Với việc tham chiếu đến 5.1.4 và 6.2, hư hỏng liên quan đến các mối nguy DFI thường xảy ra trong giai đoạn lắp đặt và vận hành ban đầu. Việc kiểm tra liên quan đến mối nguy do tự nhiên thường được thực hiện sau một sự kiện, như thời tiết cực đoan. Đối với các nơi trên thế giới tại đó ví dụ có bão xảy ra thường xuyên, các mối nguy như vậy đương nhiên sẽ được bao gồm trong chương trình dài hạn. Việc vận hành không chính xác có thể được phát hiện bằng các cuộc kiểm tra theo lịch lập sẵn, nhưng thường sẽ được bao gồm bởi việc xem xét/đánh giá và đào tạo nhân viên.

Lưu ý rằng các mối nguy DFI và các mối nguy từ việc vận hành không chính xác có thể được xử lý qua việc quản lý các mối nguy từ ăn mòn/mài mòn, mối nguy từ bên thứ ba, mối nguy về kết cấu (có tham chiếu đến khái niệm rào cản được nêu trong 6.2 và hướng dẫn trong Phụ lục H).

Hệ thống đường ống có thể được chia thành các đoạn phụ thuộc vào các dạng hoạt động¹

TCVN 13890:2023

(phụ thuộc vào dạng mối nguy). Việc chia đoạn này có thể, ví dụ, phản ánh:

- Khả năng loại kiểm tra;
- Chiều dài có thể quản lý trong một năm;
- Thực tiễn lịch sử;
- Mức độ rủi ro (để tập trung kiểm tra vào các đoạn có rủi ro cao). Lưu ý rằng các vị trí này có rủi ro cao không chấp nhận được có thể cần các cuộc kiểm tra đột xuất không nằm trong kết hoạch dài hạn.

Hướng dẫn chi tiết hơn được đưa ra trong Phụ lục F.

Chú thích 1: việc chia đoạn có thể được thực hiện từ quan điểm PoF và CoF – xem phụ lục F 3.5 và 4.3

7 Kiểm tra, theo dõi và thử

7.1 Quy định chung

Kiểm tra và theo dõi là các hoạt động giám sát tình trạng được thực hiện để thu thập dữ liệu vận hành và các dạng thông tin khác chỉ ra tình trạng của một bộ phận. Dữ liệu vận hành có thể là dữ liệu vật lý như nhiệt độ, áp suất, lưu lượng, thể tích phun hóa chất, số lượng các chu trình vận hành. Đối với đường ống biển, các hoạt động bảo dưỡng thường được bao gồm trong các chương trình kiểm tra và theo dõi. Các hoạt động bảo dưỡng thường là làm sạch bằng thổi (làm sạch cặn hoặc xử lý bằng hóa chất), hoặc loại bỏ các ngoại vật khỏi a-nốt trước khi đo đặc CP nêu cần thiết (điều này có thể làm giảm tuổi thọ của a-nốt).

Việc kiểm tra theo dõi trực tiếp trạng thái của một bộ phận (như chiều dày thành ống, hư hỏng lên đường ống, khuyết tật lớp bọc, sự dịch chuyển của đường ống), trong khi đó theo dõi là việc thu thập các thông số xử lý liên quan có thể gián tiếp đưa ra các thông tin liên quan đến tình trạng của một bộ phận.

Trong quản lý tính toàn vẹn của các hệ thống đường ống biển, việc thử có thể bao gồm các nội dung sau: thử áp suất hệ thống, thử thiết bị an toàn, thiết bị kiểm soát áp lực, thiết bị bảo vệ sự quá áp, hệ thống dừng sự cố, các van đóng tự động và thiết bị an toàn trong các liên kết với hệ thống đường ống công nghệ. Việc thử áp suất hệ thống thường không áp dụng như một hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn thường xuyên. Tuy nhiên, có những trường hợp cần phải xem xét đến việc thử hệ áp suất hệ thống này, ví dụ một hệ thống không được thiết kế để phóng thổi và các điều kiện vận hành đã thay đổi theo cách gây ra sự không đảm bảo đáng kể liên quan đến tính toàn vẹn kết cấu của hệ thống. Thử áp suất hệ thống trong vận hành cũng có thể được thực hiện liên quan đến việc sửa chữa và hoán cải hệ thống.

7.1.1 Lập kế hoạch chi tiết dựa trên chương trình quản lý tính toàn vẹn

Chương trình quản lý tính toàn vẹn được xây dựng theo đánh giá rủi ro và hoạt động lập kế hoạch IM cần phải tạo cơ sở cho việc lập kế hoạch chi tiết cho các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn (tức là các hoạt động kiểm tra, theo dõi và thử). Xem 5.1.2 và 6.1

7.1.2 Sự sai lệch trong kế hoạch

Bất kỳ sự sai lệch so với chương trình quản lý tính toàn vẹn ban đầu cần phải được lập báo cáo và lý do của sự sai lệch đó phải được lập.

7.1.3 Xử lý các sự kiện không mong muốn

Các sự kiện không mong muốn có thể bắt đầu cho nhu cầu về các hoạt động kiểm soát ngoài kế hoạch. Ở mức độ nào đó, cách thức và khi nào cần thực hiện hoạt động kiểm soát này cần phải được xử lý qua đánh giá rủi ro và hoạt động lập kế hoạch IM. Điều này là để đảm bảo sự phối hợp với các hoạt động kiểm soát sau này khác và để đánh giá nhu cầu sửa đổi các chiến lược ban đầu.

7.1.4 Cập nhật kế hoạch chi tiết

Các kế hoạch chi tiết cần phải được cập nhật trên cơ sở thường xuyên và được dựa trên các kế hoạch trước đó và các kết quả đạt được từ các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn.

7.1.5 Xử lý các khiếm khuyết đáng kể được xác định trong các hoạt động kiểm soát

Bất kỳ tính huống không được chấp nhận nào (rõ ràng), hư hỏng cơ học hoặc các bất thường khác được phát hiện trong các hoạt động kiểm soát được lên kế hoạch cần phải được báo cáo lại ngay và được xem xét và các hoạt động thích hợp được xác định và bắt đầu.

7.2 Kiểm tra

7.2.1 Các hoạt động chính liên quan đến kiểm tra là:

- Lập kế hoạch chi tiết:
 - Mô tả chi tiết về phạm vi công việc;
 - Đặc tả các tiêu chí báo cáo;
 - Xây dựng các nhóm công việc;
 - Chuyển bị các hướng dẫn và quy trình công việc
 - Thành lập trách nhiệm và kênh liên lạc giữa nhà thầu kiểm tra và người vận hành;
 - Quy trình của thiết bị;
 - Thiết lập các kế hoạch huy động người và thiết bị;
 - Thực hiện các hoạt động quản lý rủi ro các hoạt động kiểm tra.
- Thực hiện
 - Huy động người và thiết bị và vận chuyển đến địa điểm công trình;
 - Thực hiện các hoạt động an toàn;
 - Hoàn thành kiểm tra;
 - Đưa nhân lực trở lại;
 - Báo cáo sơ bộ theo tiêu chí lập báo cáo cụ thể ;
- Đánh giá chất lượng của dữ liệu thu được từ kiểm tra, lập báo cáo và tài liệu:
 - Kiểm soát chất lượng của các kết quả kiểm tra;
 - Vấn đề của báo cáo kiểm tra cuối.

7.2.2 Mục đích của kiểm tra

Mục đích của kiểm tra cần phải được xem lại và xác định rõ ràng trong quá trình lập kế hoạch chi tiết.

7.2.3 Sổ tay vận hành/kiểm tra

Tất cả các hướng dẫn công việc, quy trình, kênh liên lạc và trách nhiệm là bắt buộc cho quá trình kiểm tra an toàn và hiệu quả về chi phí; và sổ tay vận hành cũng cần phải được lập và thực hiện. Xem Phần 4.

7.2.4 Quản lý rủi ro đối với hoạt động kiểm tra

Rủi ro liên quan đến bản thân hoạt động kiểm tra cần phải được quản lý rõ ràng. Các khuyến nghị có liên quan đến quản lý rủi ro trong các hoạt động hàng hải và dưới biển có thể được xem trong DNVGL-RP-H101. Hướng dẫn liên quan đến xác định mối nguy hiểm và đánh giá rủi ro cho các hoạt động hàng hải và dưới biển có thể được xem trong ISO-17776.

Tiêu chuẩn API 1163 đưa ra hướng dẫn cho các nhà cung cấp kiểm tra bên trong (ILI) và người vận hành đường ống sử dụng công nghệ ILI và thoi thông minh. Tiêu chuẩn cũng đưa ra các yêu cầu cho việc xem xét khả năng của các hệ thống kiểm tra bên trong được sử dụng trong các đường ống dẫn chất lỏng nguy hiểm và khí cũng như để giải thích các kết quả. Tiêu chuẩn API 1163 là một tiêu chuẩn được tập trung theo sự tham chiếu từ các tiêu chuẩn NACE RP 0102 và ANSI/ASNT ILI-PQ.

7.2.5 Chuẩn bị kiểm tra

Mô tả công việc chi tiết cần phải được chuẩn bị trước khi kiểm tra. Điều này cần phải bao gồm việc chuẩn bị tối thiểu các nội dung sau:

- Mô tả về hệ thống đường ống, bao gồm bất kỳ thông tin đặc biệt quan trọng cho việc kiểm tra/khảo sát (như vị trí của reducer đường ống, ống nhánh, các thay đổi về chiều dày thành ống)
- Mục đích của kiểm tra bao gồm mô tả các mối nguy và các dạng hư hỏng liên quan cũng như tiêu chí chấp thuận;
- Đặc tính kỹ thuật của thiết bị được yêu cầu;
- Mô tả chi tiết của thiết bị và dụng cụ kiểm tra;
- Các yêu cầu về hiệu chỉnh thiết bị;
- Đánh giá năng lực nhân sự;
- Hướng dẫn chi tiết về việc kiểm tra bao gồm các quy trình thực hiện;
- Các yêu cầu về lập báo cáo về kết quả kiểm tra và/hoặc các phát hiện (findings);
- Chuẩn bị một bản sơ bộ báo cáo kiểm tra.

7.2.5.1 Đặc tính kỹ thuật của thiết bị

Chương trình kiểm tra dài hạn xác định mục đích của việc kiểm tra, loại hình kiểm tra cần phải được thực hiện và vị trí phải được thực hiện. Ví dụ, phóng thoi thông minh sử dụng MFL, hoặc ROV bên ngoài. Đặc tính kỹ thuật của thiết bị được yêu cầu cần được đề cập khi lập kế hoạch kiểm tra cụ thể một cách chi tiết. Điều này cần phải được thực hiện như một phần của việc lập kế hoạch chi tiết. Tính chính xác của phương pháp được lựa chọn cần phải được xem xét.

Kiểm tra bên trong: Thông tin sau đây thường sẽ được yêu cầu khi chuẩn bị hoạt động phóng thoi:

- Những gì cần kiểm tra (hao hụt chiều dày thành ống, nút, vết lõm)
- Tấn công ăn mòn bên trong hoặc bên ngoài;
- Kích thước ống phóng và nhận thoi;
- Đường kính trong của toàn bộ hệ thống;
- Chiều dài đường ống, chiều dày thành ống;
- Vật liệu chế tạo ống, cladding hoặc lining bên trong, nếu có;
- Biểu đồ độ sâu ống;
- Dữ liệu (như vị trí, kích thước) về đoạn ống cong, mối nối chữ T, van, v.v...
- Lưu chất vận chuyển trong ống, nhiệt độ, áp suất, vận tốc lưu chất.

Khảo sát bên ngoài – thông tin sau đây thường sẽ được yêu cầu khi chuẩn bị cho việc khảo sát bên ngoài:

- Những gì cần kiểm tra:
 - Hệ thống chống ăn mòn CP – xác định sự sụt giảm bất thường của khối lượng a-nốt;
 - Dấu hiệu về lớp bọc không thích hợp hoặc tiềm ẩn từ hệ thống CP dẫn đến sự ăn mòn quá mức;
 - Các hư hỏng hoặc nứt trong lớp bọc hoặc lớp bê tông, hư hỏng chung đối với kết cấu và đường ống từ các va chạm (vật rơi, thiết bị xử lý, va chạm với neo, kéo, đánh cá v.v...);
 - Độ sâu chôn ống, nhịp hẫng;
 - Mặt bích và chỗ kết nối (hubs) – tìm kiếm chỗ rò rỉ;
 - Đường ống – tìm kiếm sự mất ổn định vòng lên, mất ổn định bên, giãn nở, dịch chuyển, sự chuyển động của kết cấu (chuyển vị và xoay);
 - Các phản ứng bất thường/không mong đợi của hệ thống đường ống như dao động/rung (bao gồm đoạn ống cong);
 - Các hoạt động đào xới hoặc đặt các kết cấu khác như hệ thống ống góp làm tăng mức ứng suất lên đường ống;
 - Vị trí đỡ đường ống và giao cắt – đảm bảo rằng đồng đá đỡ đường ống còn nguyên vẹn và đường ống vẫn còn nằm trên vị trí trong khu vực đỡ dự tính, khoảng cách giữa các đường ống giao nhau.
- Cấu hình đường ống.
- Độ sâu nước.
- Các bộ phận đường ống.

7.2.6 Xác định và theo dõi của công nghệ hiện có

Là cơ sở cho kế hoạch kiểm tra chi tiết, công nghệ hiện có liên quan đến mỗi nguy cơ thể cần được kiểm tra phải được xác định và theo dõi bởi người vận hành đường ống. Việc kiểm tra hệ thống đường ống có thể được thực hiện bên trong hoặc bên ngoài như kiểm tra liên tục

trên toàn bộ chiều dài đường ống hoặc kiểm tra cục bộ cho các phần cụ thể hoặc các khu vực cục bộ;

Kiểm tra bên trong (ILI) đường ống thường được thực hiện bằng cách phóng thoi. Thoi chạy trong đường ống bởi dòng chảy hoặc lưu chất hoặc có thể được kéo bằng một phương tiện hoặc bằng cáp. Thoi thu thập dữ liệu khi nó chạy trong đường ống. Các công cụ có thể tự động hoặc có thể được vận hành từ bên ngoài đường ống thông qua một liên kết dữ liệu và nguồn điện. Các công cụ khác có thể được kết hợp trong một cụm thoi. Xem Phụ lục E cho các phương pháp kiểm tra khác nhau.

Kiểm ra bên ngoài thường được thực hiện bằng cách sử dụng một thiết bị có thể được điều khiển từ xa có các công cụ để kiểm tra. Công cụ để kiểm tra có thể là để kiểm tra trực quan (ghi video) và đo đặc vật lý (đo điện thế điện hóa thép). Việc kiểm tra bên ngoài cũng có thể được thực hiện bằng thợ lặn ở độ sâu nhất định phụ thuộc vào luật pháp hoặc thực tiễn địa phương. Xem Phụ lục E cho các phương pháp kiểm tra khác nhau.

Mô tả về các hạng mục kiểm tra điển hình thường sử dụng để kết nối với việc lập kế hoạch kiểm tra được nêu trong bảng 3. Việc kiểm tra hệ thống đường ống có thể được thực hiện bằng nhiều loại công cụ kiểm tra có khả năng và khu vực áp dụng khác nhau. Bảng 4 đưa ra tổng quan về các công cụ thông dụng có thể được sử dụng để kiểm tra các mối nguy khác nhau của hệ thống đường ống. Bảng này không đưa ra tổng quan đầy đủ về tất cả các công cụ hiện có và các khu vực áp dụng, vì có thể thay đổi phụ thuộc vào các nhà thầu khác nhau, cách sắp xếp và do sự phát triển của công nghệ. Chi tiết hơn được nêu trong Phụ lục E.

Bảng 4. Các hạng mục kiểm tra

Phương pháp	Mô tả
GVI (General visual inspection)	GVI – kiểm tra trực quan chung – kiểm tra trực quan được thực hiện bằng ROV hoặc thợ lặn. GVI không bao gồm bất kỳ việc làm sạch nào nhưng sẽ phát hiện được phần lớn các mối nguy về tình trạng bên ngoài của đường ống bao gồm hư hỏng lớp bọc/lớp cách nhiệt, tình trạng a-nốt, rò rỉ, v.v... Mục đích là phát hiện các hư hỏng lớn/rõ ràng của hệ thống. Các bất thường được tìm thấy có thể được kiểm tra chi tiết hơn
GVI XTD (Extended visual pipeline survey)	GVI XTD – khảo sát đường ống trực quan mở rộng. Việc kiểm tra bằng cách sử dụng ROV đường ống cấp workclass thường bao gồm: 3 video kỹ thuật số 3 chế độ xem (trái/giữa/phải), máy ảnh kỹ thuật số, các thông số đáy biển (như quét bên hoặc sonar nhiều tia – side scan/multi-beam sonar), CP (gradient và stab), Truy xuất ống (độ sâu chôn ống). GVI XTD sẽ phát hiện các bất thường tương tự như GVI,

	nhưng có bổ sung các thông số nhịp hẫng chi tiết và độ sâu chôn ống. Phương pháp này có độ chính xác cao hơn đối với việc định vị liên quan đến hệ thống KP của đường ống
CVI (Close visual inspection)	Kiểm tra trực quan tiếp cận – yêu cầu tiêu chuẩn làm sạch cao đối với phương pháp kiểm tra này, tất cả các sinh vật biển cứng và mềm cần phải được loại bỏ để kiểm tra. Mục đích của kiểm tra là để lập một cuộc kiểm tra chi tiết của một khu vực cần quan tâm cụ thể. Yêu cầu kiểm tra là thợ lặn hoặc ROV cấp workclass
HPS (High precision survey)	Khảo sát độ chính xác cao – Khảo sát vị trí có độ chính xác cao để xác định vị trí tuyệt đối và chuyển động ngang của đường ống trên đáy biển hàng năm. Điều này đạt được bằng việc sử dụng ROV đường ống cấp workclass (như được sử dụng cho GVI), kết hợp với thiết bị định vị được hiệu chỉnh độ chính xác cao (ví dụ DGPS được hiệu chỉnh hiệu suất cáo, bộ truyền phát (hệ thống USBL/LBL), con quay hồi chuyển và cảm biến chuyển động gắn trên ROV khảo sát, doppler tần số cao velocity log, v.v...) Tốc độ kiểm tra có thể sẽ chậm hơn và yêu cầu thời gian hiệu chuẩn nhiều hơn so với GVI
ILI (intelligent pigging of the pipeline)	Thoi thông minh đường ống. Sử dụng các phương pháp thử không phá hủy (NDT) để đo đặc sự tổn thất chiều dày thành ống liên tục từ đầu đến cuối hoặc các bất thường khuyết tật của đường ống
Theo dõi	Theo dõi kết quả từ đầu dò ăn mòn, hệ thống current impress, các thông số xử lý, thành phần chất dẫn trong ống, phun hóa chất và theo dõi các tải trọng/ứng suất/biến dạng/dịch chuyển hoặc rung động
Thử	Thử chức năng hoặc hệ thống của thiết bị hoặc hệ thống điều khiển

Bảng 5 - Khả năng kiểm tra đường ống biển của các công cụ phổ biến

	Nhóm môi nguy	Vận hành không chính xác	Tác động từ bên thứ ba	Môi nguy từ tự nhiên	Kết cấu			Ăn mòn/mài mòn			DFI
	Môi nguy	Lỗi con người, v.v..	Neo, kéo lưới	Lờ đất, sỏi, v...	Mất ổn định vòng lên	Mất ổn định bên	Nhịp hẫng	Mài mòn	Ăn mòn bên ngoài	Ăn mòn bên trong	Chế tạo/vật liệu
ROV	Hình ảnh/video		x	x	x	x	x				x
	Kỹ thuật quét bên		x	x	x	x	x				
	Kỹ thuật đa tia		x	x	x	x	x				
	Truy vết ống				x						
	Thiết bị đo địa tầng		x	x							
	Kiểm tra CP								x		x

ROTV	Kỹ thuật quét bên		x	x	x	x	x				
	Kỹ thuật địa tia		x	x	x	x	x				
	Truy vết ống				x						
	Thiết bị đo địa tầng				x						
Tow-fish	Kỹ thuật quét bên		x	x	x	x	x				
	Truy vết ống				x						
	Thiết bị đo địa tầng				x						
Phóng thoi (ILI)	MFL	x	x					x	x	x	x
	UT	x	x					x	x	x	x
	GEO		x		x						
	Calliper		x								

Thợ lặn	GVI	x	x						x		
	CVI	x	x						x		
	UT	x	x					x		x	
	Dòng điện eddy		x								

Các báo cáo kiểm tra bên ngoài và kiểm tra liên quan thường được ký hiệu tương ứng là khảo sát và báo cáo khảo sát. Kiểm tra bên trong (hoặc kiểm tra ILI) liên quan đến việc phóng thoi thông minh sử dụng các kỹ thuật thử không phá hủy để kiểm tra đường ống. Trong tiêu chuẩn này, thuật ngữ kiểm tra được sử dụng liên quan đến kiểm tra bên trong và bên ngoài.

7.2.7 Định dạng báo cáo

Báo cáo các kết quả kiểm tra cần phải ở một định dạng chuẩn để dễ dàng cho việc đánh giá và cho phép theo dõi tốt hơn theo xu hướng dữ liệu kiểm tra như đo đặc nhíp hăng, tốc độ ăn mòn, chiều cao bao phủ, v.v...

7.2.8 Báo cáo kiểm tra bên ngoài

Sau khi kiểm tra, một báo cáo bao gồm bản in các danh mục (báo cáo đầu tiên, báo cáo cuối cùng) cần phải luôn được phát hành.

7.2.8.1 Nội dung báo cáo điển hình

Báo cáo khảo sát bên ngoài thường cần phải bao gồm các thông tin sau:

- Phạm vi kiểm tra;
- Tàu khảo sát;
- Mô tả về công cụ và thiết bị kiểm tra và các giấy chứng nhận hiệu chuẩn;
- Tiêu chí chấp nhận;
- Độ chính xác và tin cậy đối với phương pháp được lựa chọn;
- Tham chiếu đến các quy trình liên quan cho việc kiểm tra;
- Thông tin đường ống, dữ liệu hình học như đường kính, chiều dày thành ống, lớp bọc v.v...
- Vị trí KP, ngày và giờ, KP;
- Phạm vi khảo sát;
- Thuật toán chuyển đổi và tọa độ UTM được áp dụng;
- Tình trạng vận hành của đường ống, như nhiệt độ đo được, áp suất và tốc độ dòng chảy và hướng dòng chảy bao gồm vị trí của thiết bị đo đặc;
- Cấu hình đáy biển;
- Giải thích về công thức và các thuật ngữ, ký hiệu được sử dụng trong báo cáo và danh mục;
- Trạng thái biển (sóng, dòng chảy, v.v...) trong khi khảo sát;
- Mô hình số địa hình (DTM), dữ liệu KP hoặc bảng điều chỉnh được sử dụng để lập kế hoạch khảo sát và được sử dụng trong khảo sát;
- Dữ liệu ghi được trực tuyến và ngoại tuyến, xử lý hậu kỳ, thao tác và xử lý dữ liệu;
- Mức giới hạn để báo cáo (như giới hạn về chiều dài nhíp hăng, khoảng hở);
- Danh sách các phát hiện bất thường;
- Những phát hiện bất thường vượt quá tiêu chí chấp nhận;
- Liệt kê sự sai lệch so với kế hoạch.

Thay vì in tất cả các danh sách trong báo cáo khảo sát, báo cáo cần phải tóm lược thông tin tương tự như những gì được liệt kê bên trên. Báo cáo cũng cần phải bao gồm:

- Định nghĩa và giải thích về cách đọc và diễn giải dữ liệu;

- Tham chiếu chéo đến các báo cáo kỹ thuật số (tên tệp), biểu đồ, hình vẽ, ảnh và video thu được.

7.2.8.2 Lập danh sách

Số lượng dữ liệu thu được từ một cuộc khảo sát đơn lẻ hoặc từ bên ngoài nội bộ có thể là đáng kể. Phần lớn dữ liệu được báo cáo trong các danh sách.

Việc lập danh sách có thể bao gồm thông tin như:

- Ngày giờ;
- KP (khoảng cách);
- Vị trí theo hướng đông và bắc;
- Chiều dày thành ống (chỉ đối với kiểm tra ILI);
- Cấu hình đáy biển, các thông số trung bình đáy biển, hào, bãi đá;
- Xói;
- Vị trí và tình trạng của tấm thăm bê tông, kết cấu bảo vệ;
- Vị trí của các bộ phận như van và mặt bích;
- Chiều dài, khoảng hở, vai của nhịp hẫng;
- Ngoại vật, xác tàu đắm, thiết bị đánh cá, v.v...
- Hư hỏng lớp bọc;
- Các sự kiện như vết lõm, rò rỉ, phần lộ đường ống ngoài ý muốn, mất ổn định vòng lên;
- Bản ghi CP;
- Các vết trượt trên đáy biển gây ra do đường ống dịch chuyển.

Danh sách cần phải ở định dạng kỹ thuật số. Để thu được chất lượng tốt trong báo cáo khảo sát, điều quan trọng trong báo cáo là tính nhất quán trong cách định dạng. Định dạng cần phải được chọn dựa trên lượng dữ liệu được ghi lại, đặc tính kỹ thuật để định dạng dữ liệu và phần mềm hiện có.

Báo cáo kiểm tra thường được phát hành dưới dạng báo cáo phiên bản đầu tiên ngay sau khi kiểm tra và báo cuối cuối được phát hành sau đó. Trong hầu hết trường hợp, các báo cáo này chứa các dạng thông tin giống nhau (bao gồm kết luận) nhưng được phát hành tại các thời điểm khác nhau. Tuy nhiên, một số điều chỉnh trong kết quả kiểm tra có thể xuất hiện sau khi một đánh giá chi tiết các kết quả được thực hiện.

7.2.9 Báo cáo kiểm tra bên trong

Các phát hiện từ kiểm tra bên trong được khuyến nghị đưa vào báo cáo theo cách so sánh giữa các đợt khảo sát khác nhau và từ đó có khả năng phát hiện bất kỳ sự phát triển nào, ví dụ sự hao hụt kim loại theo thời gian (có xu hướng).

Tài liệu về đặc tính kỹ thuật và yêu cầu cho việc kiểm tra bằng thoi thông minh đường ống /1/

được xây dựng từ diễn đàn người vận hành đường ống (POF) đưa ra các đặc tính kỹ thuật vận hành và báo cáo, và các yêu cầu cho các công cụ được sử dụng cho việc đo đặc hình học, định tuyến đường ống, hao hụt kim loại, nứt và các phát hiện khuyết tật khác được báo cáo trong chiến dịch kiểm tra.

7.2.10 Xem xét kết quả kiểm tra

Ngoài báo cáo từ nhà thầu kiểm tra có thể bao gồm một đánh giá kết quả, người điều hành cần phải thực hiện và lập tài liệu một đánh giá cấp độ cao về việc kiểm tra và các kết quả. Đánh giá này cần phải giải quyết:

- Nếu việc kiểm tra được thực hiện theo kế hoạch, cần mô tả việc kiểm tra những gì, cách thức và thời điểm;
- Chất lượng của việc kiểm tra (tức là độ tin cậy trong kết quả);
- Một đánh giá cấp độ cao đối với các kết quả kiểm tra liên quan đến tính toàn vẹn (được phân loại là các phát hiện không đáng kể, trung bình, đáng kể, nghiêm trọng);
- Các khuyến nghị đối với việc đánh giá thêm các phát hiện (như tính toán tuổi thọ còn lại theo DNVGL-RP-F101, xem phần 6).

7.3 Theo dõi

Theo dõi là việc đo đạc và thu thập dữ liệu có thể gián tiếp đưa ra thông tin về tình trạng của một bộ phận hoặc hệ thống.

Dữ liệu theo dõi thường là các phép đo trực tuyến hoặc ngoại tuyến theo lịch trình lập sẵn (online/offline). Kế hoạch theo dõi và lịch trình cần phải được lập dựa trên các đánh giá rủi ro cho dòng chảy hiện tại và các biến động dự kiến trong các kịch bản sản xuất khác nhau.

7.3.1 Các hoạt động theo dõi chính

Việc theo dõi cần phải bao gồm các hoạt động chính sau:

- Mô tả mục đích của việc theo dõi;
- Thu thập và lưu trữ dữ liệu;
- Truy suất và phân tích dữ liệu;
- Tài liệu và báo cáo, bao gồm việc so sánh với các tiêu chí chấp nhận.

Các hoạt động theo dõi cần phải được quản lý bởi chương trình quản lý tính toàn vẹn – xem Phần 5 (5.1.1)

7.3.2 Xác định và tiến hành theo công nghệ hiện có

Công nghệ theo dõi hiện có và có liên quan cần phải được xác định và tiến hành bởi người điều hành đường ống.

Kỹ thuật cho việc theo dõi tình trạng có thể là trực tuyến hoặc ngoại tuyến. Việc theo dõi trực tuyến bao gồm các phép đo đạc liên tục và/hoặc theo thời gian thực các thông số quan tâm.

Theo dõi ngoại tuyến thường sẽ được lấy mẫu theo lịch trình lập sẵn bao gồm việc phân tích sau đó như tại phòng thí nghiệm.

Việc theo dõi có thể được thực hiện bằng các kỹ thuật trực tiếp (cục bộ) hoặc gián tiếp. Liên quan đến sự ăn mòn, các kỹ thuật trực tiếp thường đo đặc sự tấn công do ăn mòn hoặc tổn thất vật liệu tại một vị trí cụ thể trên đường ống sử dụng các đầu đo ăn mòn, trong khi các kỹ thuật gián tiếp đo đặc các thông số ảnh hưởng đến sự ăn mòn (như hàm lượng O₂).

Theo dõi còn được phân loại theo dạng xâm nhập hoặc không xâm nhập. Một phương pháp xâm nhập yêu cầu việc đo đặc được thực hiện qua thành ống, trong khi kỹ thuật không xâm nhập được thực hiện bên ngoài (không yêu cầu qua thành ống) hoặc phân tích dữ liệu lấy mẫu từ dòng sản phẩm xử lý.

Các kỹ thuật theo dõi liên quan đến việc theo dõi như:

- Thành phần hóa học (như CO₂, H₂S, nước);
- Thông số xử lý (P, T, lưu lượng);
- Ăn mòn bên trong và bên ngoài;
- Mài mòn bên trong (do cát);
- Dòng chảy;
- Sóng;
- Rung động;
- Dao động;
- Biến dạng;
- Dịch chuyển đường ống;
- Giao thông hàng hải và hoạt động đánh cá;
- Sự dịch chuyển địa chấn;
- Phát hiện rò rỉ.

Theo dõi ăn mòn – tốc độ ăn mòn quy định thời gian vận hành an toàn của bất kỳ thiết bị xử lý nào. Các kỹ thuật theo dõi tốc độ ăn mòn có thể giúp ích trong việc:

- Đưa ra cảnh báo sớm về những thay đổi trong tốc độ ăn mòn;
- Xu hướng thay đổi trong các thông số xử lý và ảnh hưởng tương ứng đến độ ăn mòn;
- Theo dõi tính hiệu quả của các biện pháp chống ăn mòn đã được thực hiện như sử dụng hóa chất ức chế.

Theo dõi ăn mòn bên ngoài – Đường ống được bảo vệ ăn mòn bên ngoài bằng các lớp bọc (biện pháp bảo vệ chính) và bảo vệ bằng ca tốt (biện pháp phụ). Bảo vệ catốt thường được thực hiện bằng cách sử dụng a-nốt hy sinh cho các đường ống biển.

Việc kiểm tra bằng mắt thường được thực hiện để phát hiện các hư hỏng lớp bọc. Việc theo dõi các a-nốt galvanic được thực hiện bằng cách, ví dụ đo đặc điện thế và cường độ đầu ra của a-nốt, hoặc đo đặc điện trường, xem phụ lục C (C.4.1).

Theo dõi ăn mòn và mài mòn bên trong – Kỹ thuật theo dõi cho việc theo dõi ăn mòn và quản lý cát thường:

- Đầu dò theo dõi:
 - Đầu dò điện trở (ER);
 - Mẫu thí nghiệm đo khối lượng tổn hao;
 - Đầu dò kháng phân cực tuyến tính (LPR);
 - Đầu dò hydro.

Lưu ý: Vì các loại đầu dò ER, LPR và mẫu thí nghiệm đo khối lượng tổn hao thường được đặt trên giàn, giá trị ghi lại cần phải được đưa ra thảo luận. Tuy nhiên, việc ghi lại từ các đầu dò sẽ cho phép người vận hành nắm được xu thế của bất kỳ thay đổi nào đến sự ăn mòn của dung chất và do đó, có khả năng xảy ra tốc độ ăn mòn tăng đều. Các đầu dò này không thể đưa ra kết quả cho sự tấn công ăn mòn cục bộ.

- Phương pháp dấu hiệu từ trường (FSM) được đặt tại các điểm thấp để đo ăn mòn cục bộ:
 - Lấy mẫu;
 - Mẫu của ngoại vật được thu thập bằng việc phóng thoi làm sạch;
 - Mẫu chất sản phẩm.
- Thiết bị theo dõi cát (như các đầu dò theo dõi và phát hiện cát, thiết bị dò không xâm thực).

Theo dõi ăn mòn bên trong được mô tả chi tiết trong Phụ lục C (C.4.4).

Theo dõi dòng chảy và sự rung động – dòng chảy gần đáy biển có thể được theo dõi để kiểm soát khả năng xảy ra sự xói mòn hoặc dịch chuyển đường ống, trong khi các hệ thống theo dõi sự rung động có thể được lắp đặt tại các nhịp hẫng để theo dõi sự rung động do xoáy nước (VIV) hoặc rung động do dòng chảy.

Hệ thống theo dõi rung động thường là các cảm biến kẹp được lắp lên đường ống tại các khoảng thời gian đều nhau để ghi lại sự rung động, như cả ba hướng.

Theo dõi giao thông hàng hải và hoạt động đánh cá – dữ liệu theo dõi vị trí và di chuyển của tàu và các tàu cá cần phải được yêu cầu cho các bộ phận của đường ống để bị hư hỏng (như không được thiết kế để chịu kéo lưới cá, các khu vực rủi ro cao).

Phát hiện rò rỉ – phát hiện rò rỉ trong các hệ thống theo dõi dòng chảy hoặc hệ thống phát hiện rò rỉ bên ngoài là cần thiết để phát hiện bất kỳ rò rỉ nào ở giai đoạn đầu.

Thực tiễn chỉ ra rằng việc theo dõi dòng chảy và theo dõi sự sụt giảm áp suất là phương pháp được sử dụng phổ biến nhất để phát hiện rò rỉ (hoặc vỡ) từ đường ống, trong khi các thiết bị bên ngoài như các cảm biến điểm thường được sử dụng cho các thiết bị ngầm như manifold để đo đặc rò rỉ, như từ các van...

Phụ lục D đưa ra tổng quan của các kỹ thuật khác nhau phù hợp như hệ thống phát hiện rò rỉ cho đường ống biển. Các nhận xét về việc liệu hệ thống phát hiện rò rỉ cho đường ống trên bờ có phù hợp hay không cũng được đưa ra.

7.3.3 Xem xét dữ liệu theo dõi

Kết quả từ các hoạt động theo dõi cần phải được đánh giá tối thiểu trên cơ sở hàng năm. Việc xem xét thường xuyên hơn có thể thích hợp trong giai đoạn đầu vận hành. Việc xem xét tối thiểu cần phải xem xét tới:

- Tất cả các hoạt động theo dõi được lập kế hoạch đã được thực hiện và phù hợp với các đặc tính kỹ thuật;
- Dữ liệu theo dõi nằm trong phạm vi thiết kế và nếu không, đảm bảo các sai lệch đã được xử lý theo đúng quy trình;
- Đánh giá cấp độ cao cho các kết quả theo dõi có thể tác động lên đánh giá tính toàn vẹn;
- Các khuyến nghị cho việc đánh giá thêm theo yêu cầu.

7.4 Thử

7.4.1 Thử áp lực

Thử áp lực hệ thống – thử áp lực có thể được sử dụng để chứng minh độ bền của đường ống. Biện pháp đánh giá tính toàn vẹn này có thể bao gồm thử độ bền và thử rò rỉ.

Thử áp lực hệ thống có thể được yêu cầu khi:

- Thử áp lực trong nhà máy ban đầu hoặc thử áp lực hệ thống không thỏa mãn các yêu cầu theo tiêu chuẩn thiết kế trong trường hợp, ví dụ một áp suất thiết kế mới (thẩm định lại);
- Một bộ phận đáng kể của đường ống không được thử áp lực hệ thống, như các phần đường ống mới như một bộ phận trong quá trình hoán cải hoặc sửa chữa;
- Như một biện pháp thay thế để lập hồ sơ về tình trạng hiện tại của đường ống nếu các kỹ thuật kiểm tra chung không thể được sử dụng để kiểm tra bên trong hoặc bên ngoài.

Có những hạn chế liên quan đến việc thử áp lực khi đường ống đã được đưa vào vận hành một vài năm. Những hạn chế này là:

- Phương pháp này không đưa ra bất kỳ thông tin nào liên quan đến độ sâu hoặc vị trí của bất kỳ hư hỏng phụ nghiêm trọng nào;
- Phương pháp này không xác minh được các tiêu chí chấp nhận được thỏa mãn (như chiều dày thành ống).
- Phương pháp này thường yêu cầu đường ống tạm dừng hoạt động để thử;
- Khó khăn trong việc loại bỏ nước trong đường ống sau khi thử áp lực thủy tĩnh. Nước

dư thừa có khả năng gây ra ăn mòn bên trong đường ống.

ASME B31.8 và DNVGL-ST-F101 đưa ra các yêu cầu cho việc thực hiện thử áp lực

Thử thủy tĩnh – Thử thủy tĩnh yêu cầu điền đầy nước trong đường ống và tăng đến một áp suất vượt quá áp suất hoạt động tối đa và sau đó được duy trì trong một thời gian xác định để xem có bất kỳ rò rỉ nào không. Việc vượt quá áp suất hoạt động tối đa và trong thời gian bao lâu tùy thuộc vào loại đường ống (xem ASME B31.8 và DNVGL-ST-F101). Tính toàn vẹn của mỗi hàn và đường ống trong vận hành sẽ được chứng minh nếu việc thử thủy tĩnh được thử thỏa mãn.

Thử áp lực thủy tĩnh yêu cầu các quy trình chi tiết để xử lý nước được sử dụng trong khi thử áp lực và quy trình làm khô hệ thống đường ống sau khi thử nghiệm cần phải được xây dựng và được phê duyệt trước khi bắt đầu thử áp lực.

Thử khí hoặc dung chất

Khí: Có thể thử áp lực bằng khí trơ hoặc các loại chất được xử lý hoặc sản xuất .

Thử bằng khí có thể tăng khả năng bị vỡ hơn là bị rò rỉ nếu xảy ra hư hỏng trong khi thử. Vì lý do này, việc thử khí thường được giới hạn trong phạm vi chiều dài ngắn của ống.

Dung chất: thử áp lực để chứng minh tính toàn vẹn của một tuyến ống với dung chất được sản xuất hoặc được xử lý có thể được xem xét hơn nếu khả năng xảy ra hư hỏng trong khi thử là nhỏ. Khi thử với dòng dung chất, một số khí có thể được sử dụng để tăng áp suất. Rủi ro gây ra vỡ đường ống sẽ tăng lên khi thể tích khí đáng kể được yêu cầu.

Thử khi dừng hoạt động – Ngoài việc thử áp lực cao, thử kín trong khi dừng hoạt động đôi khi cũng được sử dụng. Trong quá trình thử, áp suất được đóng kín trong thời gian cần thiết để phát hiện rò rỉ có kích thước nhất định (tốc độ rò rỉ). Thử shut-in được thử phổ biến trong các tuyến ống dẫn chất lỏng mà tại vị trí rò rỉ thường dễ dàng ghi lại hơn, với điều kiện lưu chất không thể nén được. Thời gian giữ áp suất dài là cần thiết cho các thử nghiệm shut-in cho các rò rỉ nhỏ.

Giới hạn thử áp lực – Bất kỳ việc thử áp lực cao nào cũng có thể cho làm cho các vết nứt và khuyết tật đường ống tăng kích thước và sau đó bị hư hỏng trong điều kiện áp suất thấp hơn áp suất thử. Trong các trường hợp này, tuyến ống bị tiếp xúc trong thời gian ngắn với một áp suất tăng vọt trên mức áp suất được sử dụng trong phần còn lại của cuộc thử. Áp suất tăng vọt là để loại bỏ bất kỳ các khiếm khuyết nào gần tới hạn có thể phát triển trong thời gian giữ tiếp theo ở áp suất thấp hơn.

Hạn chế của thử áp lực là không đưa ra thông tin về vị trí hoặc sự tồn tại của các khiếm khuyết nhỏ hơn giới hạn. Thời gian yêu cầu cho một khiếm khuyết nhỏ hơn tới hạn phát triển là kích thước tới hạn tăng lên khi tỷ lệ áp lực thử và áp suất vận hành tăng. Tại các áp suất thử thấp (gần với áp suất vận hành), không đưa ra được biên độ an toàn nhỏ hoặc ít không.

7.4.2 Thử thiết bị an toàn

Đối với thử thiết bị an toàn, các tiêu chuẩn phù hợp (được sử dụng là cơ sở thiết kế) cần phải được sử dụng. Nhiều thiết kế được dựa trên các tiêu chuẩn như IEC 61508/IEC 61511 (hệ thống thiết bị an toàn).

7.4.3 Thiết bị an toàn – khoảng thời gian thử theo các yêu cầu của chính quyền

Các yêu cầu cho khoảng thời gian thử do chính quyền đưa ra cũng cần cần phải được tuân thủ.

7.4.4 Xem xét các kết quả thử

Việc xem xét kết quả thử cần phải được thực hiện trên cơ sở hàng năm để đảm bảo việc thử theo kế hoạch được thực hiện và kết quả từ các cuộc thử đó được đưa vào xem xét.

8 Đánh giá tính toàn vẹn

8.1 Quy định chung

Đánh giá tính toàn vẹn có thể được chia thành:

- Đánh giá ăn mòn bao gồm ăn mòn bên trong và bên ngoài;
- Đánh giá cơ học bao gồm sự mỏi tại các nhịp hẫng, mỏi do mất ổn định, dịch chuyển gây ra hư hỏng, dịch chuyển gây ra quá ứng suất, hư hỏng do bên thứ ba gây ra các biến dạng cục hạn.

8.1.1 Đánh giá tính toàn vẹn do các sự kiện không được lập kế hoạch

Khi quan sát hoặc phát hiện được một hư hỏng hoặc bất thường không chấp nhận được, một đánh giá tính toàn vẹn cần phải được thực hiện và bao gồm cả đánh giá chuyên sâu về hư hỏng/bất thường đó và tác động có thể lên độ an toàn cho sự vận hành sau đó của đường ống.

Chi tiết về hư hỏng/bất thường cần phải được định lượng xem xét đến độ chính xác và không đảm bảo của các biện pháp đo, đồng thời bao gồm việc xác định nguyên nhân xảy ra. Việc kiểm tra, theo dõi và thử có thể cần thiết.

Thông tin cần thiết để làm thực hiện báo cáo như dữ liệu đầu vào cho đánh giá rủi ro được cập nhật trong đó bao gồm tổng thể các kế hoạch liên quan đến các biện pháp giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa được xây dựng.

8.1.2 Hoạt động tạm thời đối với các hệ thống đường ống bị hư hỏng

Các hệ thống đường ống có các hư hỏng/bất thường không chấp nhận được có thể được hoạt động tạm thời dưới điều kiện thấp hơn điều kiện thiết kế hoặc các điều kiện hoạt động được giảm thiểu cho đến khi hư hỏng được loại bỏ hoặc việc sửa chữa được thực hiện. Việc hoạt động này cần phải được lập tài liệu về tính toàn vẹn đường ống và mức độ an toàn cụ thể được duy trì, có thể bao gồm các điều kiện vận hành được giảm thiểu và/hoặc các biện pháp phòng ngừa tạm thời. Nếu đường ống không thể sửa chữa, đường ống cần phải được đánh giá lại trước khi vận hành liên tục.

8.1.3 Đánh giá tính toàn vẹn được lập

Chương trình quản lý tính toàn vẹn được xây dựng bởi đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn cần phải xác định nhu cầu cho việc đánh giá tính toàn vẹn được lập (không nhất thiết cần phải bắt đầu bởi một sự phát hiện không lường trước được về một khiếm khuyết tiềm ẩn không chấp nhận được).

8.1.4 Tổng quan về các quy định đánh giá

Chương trình quản lý tính toàn vẹn cần phải đưa ra một tổng quan về các quy định có liên quan.

Tổng quan về các quy định cho phần lớn các hư hỏng/bất thường phổ biến được đưa ra trong bảng 6.

Đối với việc đánh giá mất ổn định tổng thể, tài liệu tham khảo được đưa ra trong Phụ lục B. Đối với ăn mòn bên ngoài và bên trong, tài liệu tham khảo được nêu trong Phụ lục C.

8.1.5 Cơ sở đánh giá tính toàn vẹn

Quy trình đánh giá tính toàn vẹn cần phải được dựa trên các dữ liệu lịch sử.

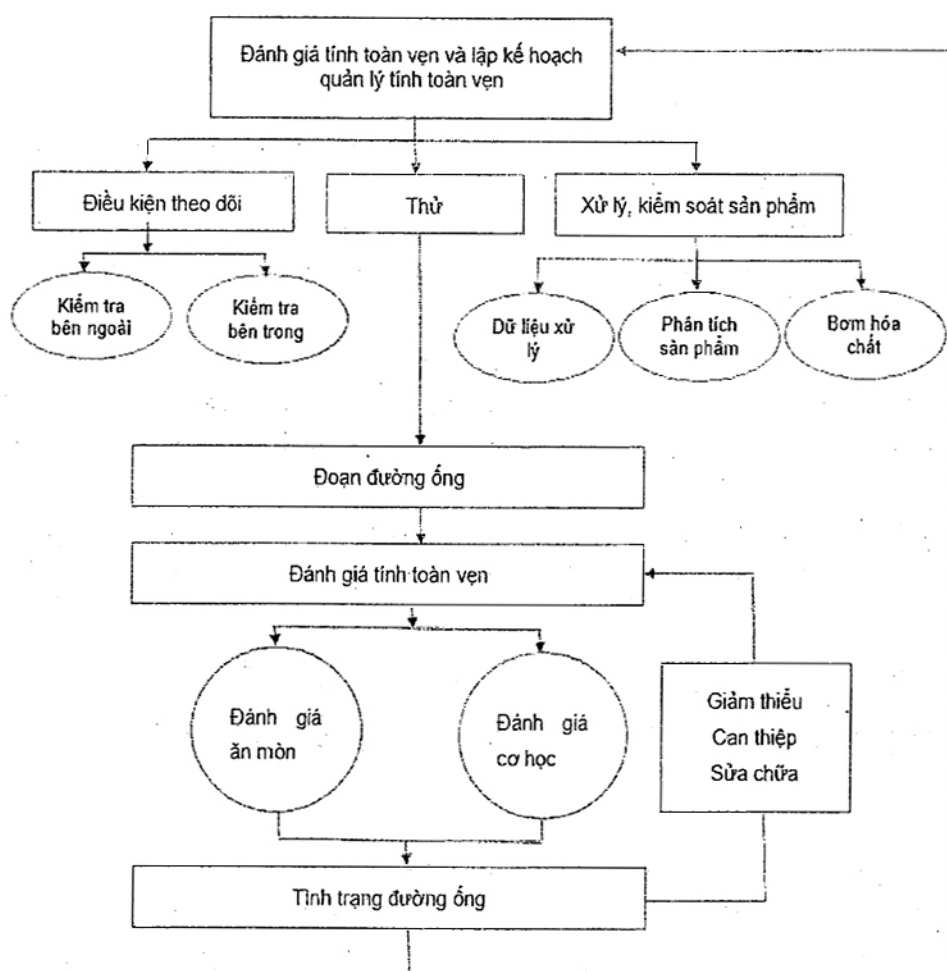
Hình 7 đưa ra một ví dụ về các hoạt động khác nhau mà tạo ra dữ liệu cần thiết cho việc đánh giá tính toàn vẹn.

Dữ liệu đạt được từ các hoạt động như vậy cần phải được lập thành tài liệu thích hợp để đảm bảo xác định nguồn gốc và xu hướng.

Bảng 6. Tổng quan về các hư hỏng/bất thường và các quy định đánh giá

Hư hỏng/bất thường	Tiêu chuẩn	Nhận xét
Mất kim loại	DNVGL-ST-F101	Đường ống bị ăn mòn
	ASME B31.G	Bao gồm phiên bản chỉnh sửa
	PDAM	Tóm lược các nguyên lý phổ biến nhất
Vết lõm	DNVGL-ST-F101	Các tiêu chí chấp nhận và độ sâu vết lõm cho phép
	DNVGL-RP-F113	Sửa chữa đường ống
	DNVGL-RP-C203	Mỗi
	EPRG/PDAM	
Nứt	DNV-GL-F101	Phân tích ECA chi tiết cần thiết
	DNVGL-RP-F113	Sửa chữa đường ống
	BS-7910	Hướng dẫn về nguyên lý đánh giá tính chấp nhận của các khuyết tật trong các kết

		cầu bằng bằng kim loại
	PDAM	
Lỗ khoét (Gouge)	PDAM	
Nhíp hẫng	DNVGL-RP-F105	Nhíp hẫng đường ống
	DNVGL-RP-C203	Mỏi
Mất ổn định cục bộ	DNVGL-ST-F101	Tiêu chí chấp nhận
	DNVGL-RP-F113	Sửa chữa đường ống
Mất ổn định tổng thể	DNVGL-RP-F110	Mất ổn định tổng thể trên đường ống biển
	Germanischer Lloyd	
Ống lộ	DNVGL-RP-F107	Bảo vệ đường ống
Dịch chuyển	DNVGL-ST-F101	Giãn nở
	DNVGL-RP-F109	Ổn định đáy biển
	DNVGL-RP-F110	Mất ổn định tổng thể trên đường ống biển
Hư hỏng lớp bọc	DNVGL-RP-F102	Sửa chữa lớp bọc
Hư hỏng anốt	DNVGL-RP-F103	Bảo vệ catốt



Hình 7. Ví dụ về các hoạt động khác nhau được bao gồm trong đánh giá tính toán vẹn

8.2 Đường ống không phóng được thoi

Cơ sở cho việc đánh giá tính toán vẹn là sự sẵn có của các dữ liệu kiểm tra và/hoặc theo dõi có chất lượng tốt. Phụ thuộc vào mối nguy của dạng hư hỏng được đánh giá, các loại dữ liệu kiểm tra/theo dõi sẽ là cần thiết để là dữ liệu đầu vào.

Đối với các mối nguy liên quan đến ăn mòn, kiểm tra bên trong đưa ra cơ sở thích hợp nhất cho việc đánh giá tình trạng, khi việc kiểm tra này có tính bao trùm tổng thể đường ống và có khả năng phát hiện tốt. Tuy nhiên, trong một số trường hợp việc kiểm tra bên trong có thể không thực hiện được do một số nguyên nhân như:

- Thiếu trang thiết bị hoặc khả năng truy cập:
 - Thiếu (không chấp nhận) thiết bị phóng hoặc nhận thoi;
 - Không đủ không gian để thực hiện;

- Đường kính ống:
 - Đường kính nhỏ;
 - Sự thay đổi đường kính bên trong dọc theo tuyến ống;
 - Có các van nhỏ hơn hoặc kích thước lớn hơn đường kính ống.
- Các đoạn ống cong và mối nối:
 - Mối nối chữ T;
 - Mối nối chữ Y;
 - Có bán kính cong nhỏ hoặc;
 - Các đoạn ống cong nối tiếp (Back-to-back bends).
- Các vấn đề liên quan đến dòng chảy:
 - Dòng chảy thấp hoặc không có dòng chảy để đẩy công cụ;
 - Làm sạch ống (bao gồm các ngoại vật).

Các đường ống không phóng được thoi là những đường ống không cho phép một công cụ tiêu chuẩn chạy bên trong. Tuy nhiên, việc này có thể khắc phục bằng việc thực hiện các kỹ thuật thích hợp, vì vậy định nghĩa cho một đường ống không phóng được thoi là không rõ ràng. Trên thực tế, các quyết định chắc chắn được đưa ra bằng việc cân nhắc về chi phí thực hiện để đường ống có thể phóng thoi, để đổi lại các lợi ích về tính toàn vẹn liên quan đến dữ liệu sẽ thu được. Nếu có những biện pháp khác, ít tốn kém hơn để đánh giá tình trạng của một đường ống, thì những cách này có thể được chấp nhận, miễn là kết quả của việc đánh giá tính toàn vẹn có thể được chứng minh là đủ độ tin cậy.

Đối với các đường ống trên bờ, phương pháp phổ biến để thực hiện đánh giá như vậy trong trường hợp thiếu các dữ liệu ILI, được gọi là phương pháp đánh giá trực tiếp (direct assessment) được mô tả trong bảng 1-2 (trong tiêu chuẩn NACE SP0502, NACE SP0201, NACE SP0206, NACE SP0110, NACE SP0116, NACE SP 0208 và NACE SP0204). Phương pháp này đưa ra một bộ khung chính thức cho việc đánh giá tình trạng đường ống, với quy trình bao gồm các bước sau:

- Tiền đánh giá;
- Kiểm tra gián tiếp và/hoặc thu thập và phân tích mẫu thử;
- Kiểm tra trực tiếp các vị trí được lựa chọn;
- Sau đánh giá.

Bước kiểm tra gián tiếp thường bao gồm việc mô hình hóa một tỷ lệ xuống cấp dự đoán, có tính đến các hệ số mà có thể ảnh hưởng đến phản ứng của vật liệu. Việc này được sử dụng để xác định các vị trí dọc theo tuyến ống mà có thể có tốc độ ăn mòn cao hơn và những vị trí này sẽ được kiểm tra trong đợt tiếp theo. Trong đó thể hiện có sự tương quan giữa các kết quả kiểm tra trực tiếp và gián tiếp, thì quy trình này sẽ có hiệu lực. Chi tiết về việc đánh giá thay đổi theo các cơ chế giảm yếu liên quan, như có các quy trình tách riêng cho ăn mòn bên ngoài, ăn mòn bên trong trong môi trường khí ướt, ăn mòn bên trong trong môi trường khí

khô, v...

Quy trình đánh giá trực tiếp được sử dụng rộng rãi cho việc đánh giá các đường ống trên bờ khi mà việc thực hiện ILI không thực tế. Tuy nhiên, việc áp dụng các quy trình này cho đường ống dưới biển thường ít phổ biến. Sự khó khăn chủ yếu nằm ở tính thực tiễn của giai đoạn kiểm tra trực tiếp, khi yêu cầu cần nhiều cuộc kiểm tra tại các vị trí khác nhau dọc theo tuyến ống để xác nhận kết quả. Nếu đường ống được chôn lấp, hoặc được bọc bê tông, điều này có thể không khả thi hoặc rất tốn kém về chi phí. Các cuộc kiểm tra theo mục tiêu tại các vị trí thuận lợi như tại ống đứng và hoặc các đoạn ống cong, và hoặc các phần trên bờ của đường ống dưới biển có thể khả thi hơn, nhưng phạm vi thực hiện như vậy không đủ để xác nhận kết quả của phương pháp này.

Do đó, không có phương pháp nào được chấp nhận rộng rãi để đánh giá tính toàn vẹn cho các đường ống không phóng được thoi. Tuy nhiên, một số tùy chọn khác nhau đã được áp dụng, bao gồm:

- Các quy trình tương tự cho phương pháp đánh giá trực tiếp nhưng với ít quy định hơn, hoặc các yêu cầu khác nhau đối với việc kiểm tra trực tiếp như sử dụng dữ liệu khảo sát ROV/CP và dữ liệu đo UT điểm tại vị trí đáy của ống đứng để đánh giá ăn mòn bên ngoài.
- Sử dụng các mô hình suy giảm theo xác suất để suy ra tình trạng dự kiến hoặc có thể của đường ống. Thông thường, việc này được sử dụng để tính xác suất hư hỏng, như một hàm của thời gian và rất hiệu quả cho việc xác định các thông số có tính ảnh hưởng lớn. Điều này giúp ưu tiên các nỗ lực thu thập dữ liệu liên quan đến tình trạng của đường ống, như dữ liệu kiểm tra, thông tin đặc tính của lưu chất, hiệu quả của các biện pháp kiểm soát ăn mòn, v.v.... Các đánh giá như vậy có thể hoặc không đủ để chứng minh mức độ tin cậy có thể chấp nhận được.
- Định nghĩa về trường hợp xấu nhất để thiết lập các ước tính về thời gian còn lại tối thiểu của đường ống. Các trường hợp xấu nhất phụ thuộc vào loại đường ống và loại lưu chất, nhưng thường là:
- Các đường ống khí khô (xuất hoặc phun khí) có thể xem là một trường hợp xấu nhất phản ánh số phần trăm thời gian mà việc ăn mòn bên trong được dự kiến xảy ra, dựa theo lịch sử dữ liệu về điểm sương. Khi giá trị điểm sương trên một ngưỡng xác định hoặc không có sẵn dữ liệu, ăn mòn được coi là chủ động và các mô hình thích hợp được sử dụng để dự đoán tốc độ ăn mòn. Tuy nhiên, trong phần lớn thời gian, khi giá trị điểm sương được xác nhận là thấp dưới ngưỡng xác định, khí được coi là khô và không có ăn mòn xảy ra. Số phần trăm thời gian được sử dụng như một hệ số nhân trên tốc độ ăn mòn, và tỷ lệ này được sử dụng để xác định tuổi thọ còn lại. Một số cân nhắc về việc lấy thời gian để đường ống khô sau khi xảy ra quá trình thay đổi cần phải được đưa vào theo cách tiếp cận này.

- Đối với các đường ống khí ướt hoặc nhiều pha mà trong đó việc kiểm soát ăn mòn bên trong chủ yếu liên quan đến các chất ức chế ăn mòn, việc tính toán tốc độ ăn mòn lý thuyết có thể được thực hiện lại bằng việc sử dụng các báo cáo phun hóa chất và lấy mẫu lưu chất trước đây để suy ra phần trăm thời gian mà chất ức chế được giả định là có hiệu quả. Điều này có thể được sử dụng để xác định tuổi thọ còn lại. Có thể có nhiều biện pháp khác nhau, nhưng cần cần phải thừa nhận rằng các mô hình lý thuyết như vậy thường có mức độ không chắc chắn cao. Tuy nhiên, trong một số trường hợp, khi điều kiện môi trường tương đối ổn định, có thể chứng minh được rằng có một biên độ lớn trên tốc độ ăn mòn lý thuyết.

Cũng cần cần phải lưu ý rằng một số công nghệ triển khai ROV và hỗ trợ thợ lặn hiện đã có sẵn việc đo đặc chiều dày thành ống bên ngoài đường ống mà không cần cần phải loại bỏ lớp bọc. Trong hầu hết trường hợp, cần phải nạo vét các đường ống bị chôn để có thể tiếp cận được, nhưng dữ liệu được tạo ra có phạm vi bao phủ tốt hơn đáng kể so với các phép đo UT thủ công tại chỗ. Khả năng của các công cụ thay đổi và phụ thuộc vào các yếu tố như đường kính, chiều dày thành ống và loại lớp bọc.

Trong một số trường hợp, sự kết hợp của các biện pháp trên có thể được áp dụng, tức là tính toán vện đường ống có thể được đánh giá bằng cách sử dụng các kỹ thuật kiểm tra khu vực cục bộ bên ngoài kết hợp với sự hiểu biết về lịch sử vận hành đường ống, cấu hình đáy biển và hành vi ăn mòn.

9 Giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa

9.1 Quy định chung

Các yêu cầu chung liên quan đến việc giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa được nêu trong phần 15 TCVN 6475. Các hành động chính là:

- Kế hoạch vận hành chi tiết;
- Đánh giá công nghệ nếu cần thiết. Trong một số trường hợp có thể cần đến việc đánh giá công nghệ trước khi thực hiện. Điều này có thể là đánh giá các công cụ khắc phục, đánh giá việc sửa chữa kẹp đường ống hoặc của loại hóa chất mới;
- Vận chuyển;
- Việc thực hiện các hoạt động bao gồm vận chuyển đến vị trí, các hoạt động an toàn, hoạt động phối hợp, họp, thử, diễn tập, hoàn thiện, NDT và thử, các hoạt động rời khỏi địa điểm và đóng, vv...
- Lập báo cáo, tài liệu.

Giảm thiểu

Các hoạt động giảm thiểu và các biện pháp chủ yếu liên quan đến tình trạng bên trong đường ống. Các biện pháp thông thường của các hoạt động giảm thiểu là:

- Hạn chế liên quan đến các thông số vận hành như MAOP, nhiệt độ đầu vào, tốc độ dòng chảy và số lượng biên độ cho trước (như dừng hoạt động). Các hạn chế như vậy có thể có tác động đến điểm đặt giá trị cho hệ thống bảo vệ áp lực hoặc hệ thống điều tiết áp suất;
- Việc sử dụng hóa chất để giảm thiểu tốc độ ăn mòn, cải thiện dòng chảy, giảm sự đóng cặn và tránh việc hình thành hydrat;
- Việc phóng thoi bảo dưỡng với nhiệm vụ loại bỏ cặn, lưu chất tích tụ tại các đoạn cong. Điều này cũng bao gồm việc tăng tạm thời tốc độ dòng chảy để đẩy các hạt hoặc lưu chất tích tụ cục bộ.

Khắc phục

Các hoạt động can thiệp lên đường ống là các hoạt động chủ yếu liên quan đến các tương tác bên ngoài của đường ống và mặt biển, và tình trạng của các vị trí đỡ. Khắc phục đường ống thường được sử dụng để kiểm soát:

- Sự giãn nở nhiệt dọc tuyến ống do mất ổn định vòng lên hoặc mất ổn định ngang;
- Ổn định đáy biển;
- Bảo vệ chống lại các hư hỏng do bên thứ 3;
- Đề trang bị các lớp bọc chống nhiệt;
- Để giảm thiểu chiều dài và khoảng hở các nhịp hẫng;
- Các biện pháp thông thường để khắc phục là:

- Đổ đá;
- Bảo vệ đường ống chống lại các hư hỏng do bên thứ 3 (trải thảm bọc bê tông, túi xi măng, kết cấu bảo vệ, đổ đá phủ);
- Đào hào.

Sửa chữa

Việc sửa chữa đường ống là các hoạt động chủ yếu với mục tiêu khôi phục sự phù hợp với các yêu cầu liên quan đến chức năng, tính toàn vẹn kết cấu và/hoặc khả năng chịu áp lực của hệ thống đường ống. Phương pháp phù hợp nhất cho việc sửa chữa đường ống phụ thuộc vào phạm vi và tính cơ học của hư hỏng, vật liệu chế tạo ống, kích thước ống, vị trí hư hỏng, điều kiện tải trọng, nhiệt độ và áp suất.

Mục đích và việc sửa chữa là khôi phục mức độ an toàn của đường ống bằng việc gia cố hoặc thay thế vị trí/đoạn bị hư hỏng. Việc sửa chữa có thể là tạm thời hoặc lâu dài, phụ thuộc vào phạm vi hư hỏng.

Việc sửa chữa có thể chấp nhận được cho đến khi việc sửa chữa vĩnh viễn có thể được thực hiện:

Các phương pháp sửa chữa dưới đây có thể được sử dụng:

- Phần hư hỏng của đường ống được cắt ra và một đoạn nối ống được lắp vào bằng phương pháp hàn hoặc liên kết cơ khí;
- Hư hỏng cục bộ bằng việc lắp đặt một kẹp sửa chữa bên ngoài đường ống. Loại và yêu cầu chức năng của kẹp sửa chữa phụ thuộc và loại cơ học hư hỏng cần phải được sửa chữa. Kẹp kết cấu phải được đánh giá để đủ điều kiện để chịu được các tải trọng dọc và vuông góc với thành ống, trong khi các kẹp chống rò rỉ có khả năng chống rò rỉ trong trường hợp rò rỉ bên trong kẹp.

Các bích nối và khớp nối bị rò rỉ có thể được bịt kín bằng việc lắp đặt:

- Một kẹp bịt kín che phủ bích nối bị rò rỉ;
- Lắp đặt một khớp nối mới;
- Tăng tải trọng siết bu lông trước;
- Thay thế miếng đệm và gioăng đệm.

9.1.1 Sửa chữa tạm thời

Trong trường hợp sửa chữa tạm thời, việc này cần phải được lập báo cáo về tính toàn vẹn của đường ống và cấp độ an toàn được duy trì bằng việc sửa chữa tạm thời và/hoặc kết hợp với các biện pháp phòng ngừa khác (như giảm áp suất hoặc tốc độ dòng chảy).

9.1.2 Siết sơ bộ lên bu lông

Trước khi tăng siết sơ bộ lên bu lông, việc này phải được lập báo cáo bằng việc tính toán

rằng không có sự vượt quá ứng suất xảy ra trong bu lông, bích nối hoặc miệng đệm. Trong trường hợp siết sơ bộ trong bu lông được loại bỏ, như do thay đổi miếng đệm, các bu lông mới phải được sử dụng tại liên kết bích nối.

9.1.3 Đánh giá các kẹp sửa chữa, ống bọc, đoạn nối ống và các liên kết cơ học

Tất cả các kẹp sửa chữa, ống bọc, đoạn nối ống và các liên kết cơ học phải được đánh giá đủ điều kiện theo cơ sở thiết kế và các tiêu chuẩn trước khi lắp đặt và thử rò rỉ sau khi lắp đặt.

Hướng dẫn cho việc sửa chữa đường ống được tham khảo trong DNVGL-RP-F113 Sửa chữa đường ống biển, đưa ra mô tả về các thiết bị và công cụ sửa chữa đường ống khác nhau, phạm vi áp dụng, nguyên tắc chất lượng được sửa dụng, các lực tương tác đường ống phải được thiết kế cho, nguyên tắc thiết kế và hướng dẫn, các yêu cầu liên quan đến làm kín cơ học, hàn dưới nước (hyperbaric), nguyên lý thử liên quan đến các giai đoạn khác nhau của việc chứng nhận thiết bị thử và lập báo cáo yêu cầu. Việc thiết kế và hướng dẫn thử cho các phụ tùng cần xử lý nhiệt và tính áp dụng cả các đầu nối được cho trong DNVGL-RP-F113.

9.1.4 Ảnh hưởng của các hoạt động giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa lên cấp độ an toàn

Các hoạt động giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa phải không làm suy giảm cấp độ an toàn của hệ thống đường ống xuống dưới cấp độ an toàn cụ thể như được xác định trong thiết kế. Xem thêm 5.1.2.

9.1.5 Thực hiện theo quy trình

Tất cả việc giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa phải được thực hiện bởi người có kinh nghiệm và được chứng nhận phù hợp với các quy trình.

Việc khắc phục có thể đưa ra hạn chế mới cho hệ thống cần được đánh giá và phê duyệt trước khi bắt đầu. Các khía cạnh thông thường để đánh giá các biện pháp bảo vệ cho hư hỏng từ bên thứ ba, tính toàn vẹn đường ống với các hạn chế mới và các trường hợp tải trọng và bảo vệ chống ăn mòn.

9.1.6 Thử theo quy trình

Tất cả các biện pháp khắc phục và sửa chữa phải được thử/xác minh và được kiểm tra bởi người có kinh nghiệm và được chứng nhận phù hợp với các quy trình. Người thực hiện thử NDT, thiết bị, phương pháp và tiêu chuẩn chấp nhận phải được chấp nhận dựa trên sự phù hợp theo các tiêu chuẩn thích hợp.

DNVGL-RP-F113 đưa ra một quy trình để chứng nhận tính toàn vẹn và chức năng của một đoạn ống được sửa chữa bao gồm như quy trình NDT, thử rò rỉ cục bộ, ghi lại các thông số quản lý (mức độ kéo trước của bu lông, các thông số hàn).

Nhu cầu của việc thử áp lực hệ thống sau khi hoàn thành việc sửa chữa phụ thuộc vào tiêu chuẩn thiết kế, các yêu cầu của công ty và chứng nhận của phương pháp thử.

9.2 Lập kế hoạch chi tiết

Lập kế hoạch chi tiết thường bao gồm:

- Một định nghĩa chi tiết về phạm vi công việc;
- Nếu cần thiết, đặc tính kỹ thuật chi tiết của các hoạt động/phương pháp được lựa chọn cần phải được hoàn thiện. Điều này phụ thuộc vào chiến lược giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa được nêu trong đánh giá rủi ro và các hoạt động lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn;
- Việc chuẩn bị các quy trình chi tiết cho hoạt động;
- Thiết lập tính trách nhiệm và kênh liên lạc giữa các bên liên quan;
- Thực hiện các hoạt động quản lý tính toàn vẹn;
- Thiết lập các kế hoạch vận chuyển cho các hoạt động khắc phục và sửa chữa;
- Xuất nhập khẩu và Phối hợp;
- Thực hiện việc sửa chữa hoặc khắc phục;
- Thử NDT và thử rò rỉ nếu có;
- Các tài liệu của hoạt động;
- Thông báo về tình trạng hoạt động đến các hoạt động liên quan đến việc xem xét rủi ro và xây dựng chiến lược.

9.2.1 Các quy định của chính quyền

Việc lập kế hoạch chi tiết phải xem xét đến các quy định của chính quyền và tình trạng giấy phép của đường ống liên quan cụ thể đến các thông báo về hoạt động giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa.

9.2.2 Mục đích cụ thể của một hoạt động cụ thể

Mục đích của một hoạt động hoặc hành động cụ thể phải được thiết lập rõ ràng trước khi lập kế hoạch chi tiết. Điều này thường phải được thực hiện như một phần của việc xây dựng các chiến lược giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa.

9.2.3 Quản lý rủi ro liên quan đến việc giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa

Các khuyến nghị liên quan đến việc quản lý rủi ro có thể được xem trong:

- DNVGL-RP-F107 đánh giá rủi ro hệ thống bảo vệ đường ống;
- DNVGL-RP-H101 quản lý rủi ro các hoạt động hàng hải và dưới biển;
- Hướng dẫn các công cụ và kỹ thuật cho việc xác định mối nguy và đánh giá rủi ro có thể xem trong ISO-17776.

Các khía cạnh thông thường được xem xét liên quan đến quản lý rủi ro:

- Các hoạt động quây chắn trong khi thực hiện (như phải được thực hiện trong các điều kiện nóng hoặc lạnh);
- Rủi ro của các hoạt động từ bên thứ 3;

- HAZOP cho các phần khác nhau của hoạt động/hành động;
- Các hậu quả tiềm năng của hoạt động đối với toàn bộ hệ thống đường ống.

DNVGL-RP-F107 đánh giá rủi ro của việc bảo vệ đường ống đưa ra phương pháp dựa trên rủi ro cho việc đánh giá hệ thống bảo vệ đường ống chống lại các tải trọng tai nạn bên ngoài. Các khuyến nghị được cho cho khả năng chịu hư hỏng của đường ống và các phương pháp bảo vệ thay thế và đánh giá tần suất hư hỏng và hậu quả.

9.2.4 Các quy trình chi tiết

Việc thực hiện các hoạt động giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa có thể phức tạp. Các quy trình chi tiết phải được chuẩn bị. Điều này được minh họa bởi chuỗi các hoạt động thông thường liên quan đến phần đường ống được sửa chữa thay thế:

- Làm rỗng, hoặc cô lập vị trí với các thiết bị cách ly;
- Khắc phục đáy biển (như đào, lấp sỏi), để tiếp cận và để tại điều kiện ổn định cho các kết cấu đỡ và liên kết đường ống;
- Cắt và loại bỏ các lớp bọc gia tải và lớp bọc chống ăn mòn;
- Làm sạch, kiểm tra tiệm cận bằng mắt thường và NDT các vị trí hư hỏng, nếu cần;
- Giữ và đỡ đường ống trước khi cắt (như bằng các khung chữ H);
- Cắt và loại bỏ các phần hư hỏng;
- Kiểm tra chi tiết các phần hư hỏng trên bờ;
- Chuẩn bị và hư hỏng tại các điểm cuối ống trên mặt biển, để phù hợp với đặc tính kỹ thuật của công cụ sửa chữa;
- Lắp đặt phần đường ống mới và liên kết với điểm cuối ống sau khi bố trí theo yêu cầu bằng việc sử dụng công cụ sửa chữa (quy trình hoạt động hàng hải được yêu cầu như các yếu tố phao nổi, kích nâng từ đáy biển hoặc được hỗ trợ cầu từ tàu hỗ trợ, các công cụ liên kết và căn chỉnh, khung lắp và trạm hàn nếu có);
- Thu hồi các công cụ và thiết bị lắp đặt;
- Thực hiện các hoạt động sửa chữa (như NDT, kiểm tra rò rỉ);
- Bảo vệ phần đã sửa chữa (như túi đá hoặc thảm bê tông) chống lại các tác động từ bên thứ 3;
- Thử áp lực.

Đối với các hoạt động sửa chữa, các quy trình chi tiết phải thường bao gồm:

- Quy trình dự án xác định đơn vị sửa chữa, vai trò, trách nhiệm và các kênh liên lạc giữa các bên liên quan;
- Các quy trình và làm rỗng và làm sạch đường ống trước khi cắt phần đường ống;
- Các kế hoạch sự cố sẵn sàng cho hoạt động;
- Các quy trình can thiệp trên đáy biển;
- Quy trình cho các hoạt động hàng hải được yêu cầu, bao gồm các hạn chế liên quan

đến cửa sổ thời tiết;

- Các quy trình sửa chữa đường ống;
- Các quy trình thử NDT và thử rò rỉ;
- Các quy trình bảo vệ vị trí sửa chữa chống lại các tải trọng từ bên thứ 3.

PHỤ LỤC A THỐNG KÊ ĐƯỜNG ỐNG

(Tham khảo)

A.1 Mục tiêu

Dữ liệu thống kê về các sự cố được báo cáo ghi lại tại các vùng biển trên thế giới đã được phân tích và so sánh để tìm ra các nguyên nhân chính của hư hỏng. Các thống kê chỉ bao gồm các đường ống cứng bằng thép, không bao gồm các đường ống mềm.

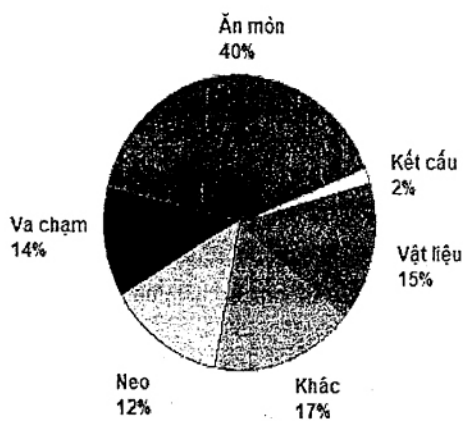
A.2 Giới thiệu

Các biểu đồ thống kê được trình bày cho các sự cố dựa trên PARLOC 2001 /1/, là một báo cáo chuyên sâu do Viện dầu khí, UKOOA và HSE, Anh thực hiện. Tổng cộng có 1069 tuyến ống thép đang vận hành ở biển Bắc. Dữ liệu về các hư hỏng đường ống ở Vịnh Mexico được dựa trên báo cáo kỹ thuật của DNV GL về đánh giá rủi ro /2/. Chiều dài của các đường ống trong vịnh Mexico là 32447 km và 50% số lượng đường ống là phóng thoi được, trong khi chỉ 5% đường ống có thể phóng thoi thông minh.

Dữ liệu thống kê được nhóm lại theo các sự cố có và không có sự rò rỉ. Các hư hỏng phần lớn được báo cáo lại do ăn mòn với 27% ở vùng biển Bắc và 40% ở vùng vịnh Mexico. Lần lượt 85% và 45% các vấn đề về ăn mòn trong vịnh Mexico và biển Bắc liên quan đến ăn mòn bên trong. Ngoài ra các hư hỏng từ phụ tùng, mặt bích và van là một vấn đề lớn.

A.3 Kết quả và Thảo luận

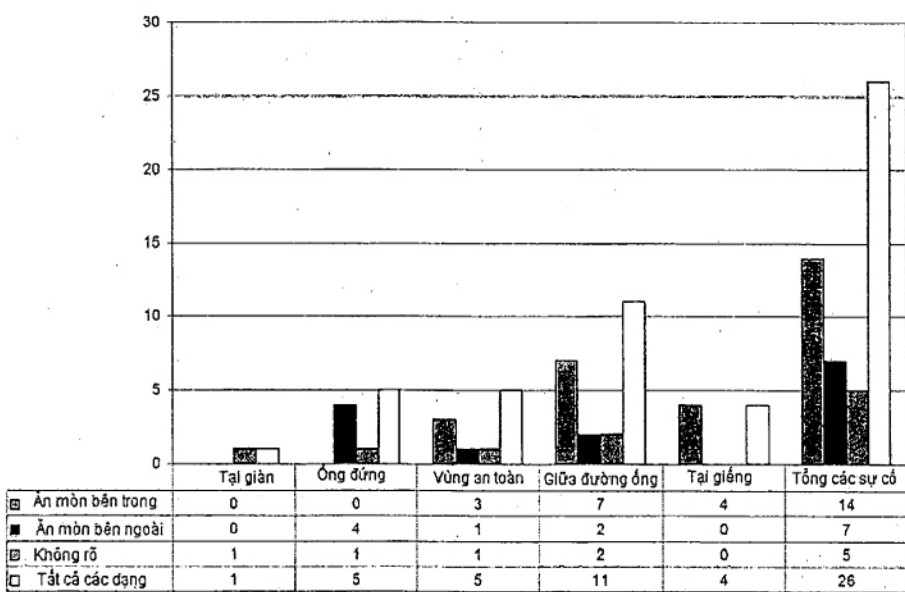
Theo thống kê, có 1069 đường ống thép đang vận hành và tổng số 65 sự cố dẫn đến rò rỉ đã được báo cáo lại trong các năm từ 1971 đến 2001. Nguyên nhân của các sự cố có thể được xem trong hình A-1. Khi suy ra từ A-1, 40% các vụ tai nạn liên quan đến ăn mòn có thể được chia thành ăn mòn bên trong và bên ngoài, với lần lượt là 14 và 7, 5 sự cố không được xác định cụ thể và do đó được báo cáo là không xác định. 17 sự cố liên quan đến neo (12%) và hư hỏng do va đập (14%). Đánh lưới là nguyên nhân chính gây ra các tác động và phần lớn nằm ở khu vực giữa tuyến ống, trong khi các hư hỏng do neo tàu và tàu dịch vụ có vị trí tại khu vực ăn toàn. Các hư hỏng vật liệu liên quan đến khuyết tật mối hàn và thép. Không có dữ liệu về sự cố liên quan đến rò rỉ được báo cáo lại.



Hình A-1. Sự cố các đường ống thép dẫn đến rò rỉ

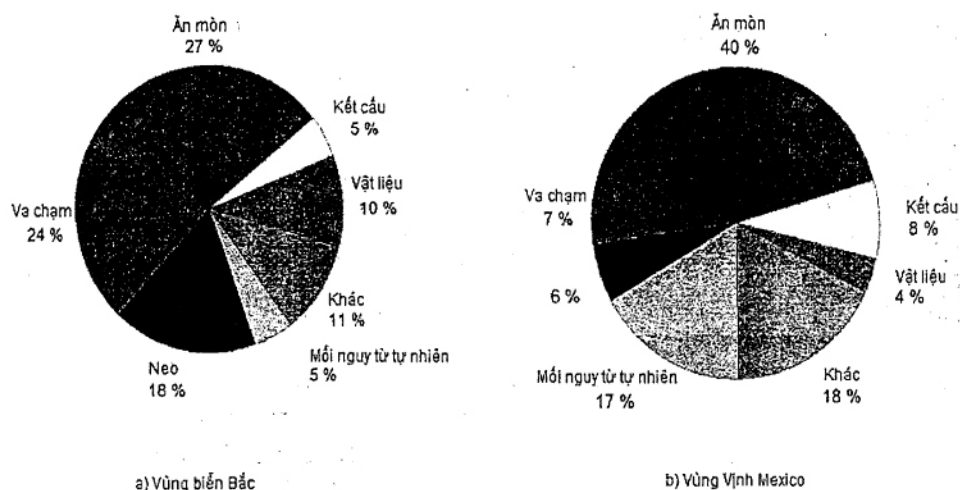
(Không bao gồm các sự cố liên quan đến phụ tùng. Các sự cố được so sánh với các sự cố đường ống dẫn đến rò rỉ chỉ chiếm 7% và do đó không phải là tác nhân chính gây ra hư hỏng đường ống)

Các sự cố về ăn mòn là nguyên nhân chính của hư hỏng ở đường ống bằng thép và Hình A-2 đưa ra một tổng quan về các đường ống có các dạng hư hỏng khác nhau. Tần suất cao nhất của sự cố ăn mòn bên ngoài xảy ra trên ống đứng tại vùng nước bắn tóe, trong đó phần lớn hư hỏng do ăn mòn bên trong có vị trí tại phần giữa của tuyến ống thép. Các sự cố ăn mòn không xác định được phân bố ngẫu nhiên dọc trên tuyến ống



Hình A-2. Vị trí của các hư hỏng ăn mòn trên đường ống bằng thép

Tỷ lệ phân bố các hư hỏng trên đường ống có và không xảy ra rò rỉ được thể hiện trong Hình A-3a. Ăn mòn có tầm quan trọng lớn khi xảy ra các sự cố ở vùng biển Bắc, tuy nhiên rõ ràng là các thiệt hại do hư hỏng va chạm và neo tàu chiếm ưu thế trong số liệu thống kê. Đối với vùng Vịnh Mexico, các sự cố liên quan đến ăn mòn, các mối nguy từ tự nhiên và các hư hỏng khác là những hư hỏng chính, xem Hình A-3b. Các hư hỏng khác là các hư hỏng thường không xác định được và liên quan đến các phụ tùng và mặt bích



Hình A-3a. Tất cả các sự cố được báo cáo theo tỷ lệ phần trăm tại khu vực biển Bắc a) và vịnh Mexico b)

Các sự cố liên quan đến phụ tùng và van trong vùng biển Bắc không được bao gồm trong thống kê này, chiếm xấp xỉ 30% tổng sự cố được báo cáo lại

Dựa trên các thống kê, một số sự cố chiếm ưu thế được liệt kê dưới đây:

- Ăn mòn (bên trong và bên ngoài)
- Va chạm (kéo lưới, các hoạt động đánh cá)
- Neo tàu
- Khác (phụ tùng, van và các nguyên nhân không xác định)
- Tác động từ tự nhiên (bão, sóng, trượt lở bùn đất, v.v)

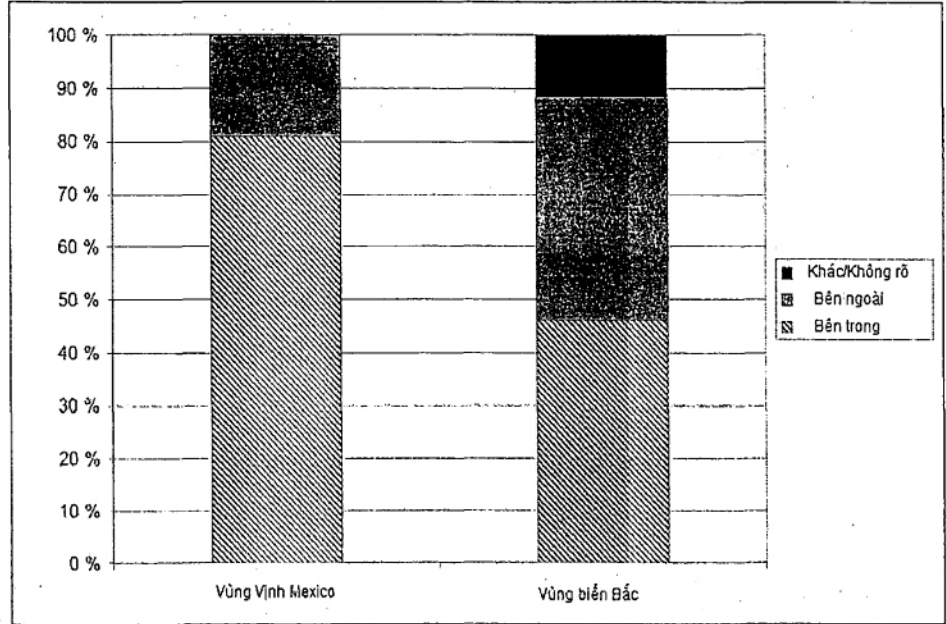
Đối với vùng Vịnh Mexico, các hư hỏng do tác động từ tự nhiên là tác nhân chiếm ưu thế thứ hai với 17% tổng số hư hỏng được ghi nhận. Tổng số hư hỏng liên quan đến neo tàu chỉ chiếm 6%. Lý do cho điều này là do tất cả đường ống trong vùng biển Mexico phải được chôn, do đó hư hỏng do va chạm và neo tàu nhỏ hơn so với vùng Biển Bắc.

Như đã được nêu trước đó, các hư hỏng chính trên đường ống là ăn mòn. Trong một báo cáo kỹ thuật được soạn bởi DNVGL /2/, 40% hư hỏng gây ra rò rỉ trong vùng vịnh Mexico là do ăn mòn, trong đó ăn mòn bên trong chiếm 81%. Hình A-4 thể hiện tỷ lệ phần trăm so sánh

các hư hỏng do ăn mòn trong vùng biển Bắc và vùng Vịnh Mexico. Ăn mòn bên trong là dạng hư hỏng chiếm ưu thế liên quan đến ăn mòn

A.4 Kết luận

Hư hỏng chính trên đường ống là do ăn mòn bên trong. Neo tàu và các va chạm gây ra hư hỏng không chiếm ưu thế trong vùng Vịnh Mexico, vì đường ống được chôn. Một nguồn hư hỏng lớn liên quan đến phụ tùng và mặt bích, có tới 30% các sự cố được báo cáo ở biển Bắc liên quan đến phụ tùng và mặt bích. Tuy nhiên chỉ 7% gây ra rò rỉ. Đối với vùng Vịnh Mexico, 10% các hư hỏng được báo cáo là do phụ tùng, mặt bích và van



Hình A-4. Phân bố các dạng hư hỏng gây ra ăn mòn khác nhau không gây ra rò rỉ

PHỤ LỤC B. CÁC KHUYẾN NGHỊ LIÊN QUAN ĐẾN MẤT ỔN ĐỊNH TỔNG THỂ

(Tham khảo)

B.1 Giới thiệu

Đường ống cũng như các kết cấu mảnh khác chịu các lực chịu nén có thể mất ổn định tổng thể khi gặp điều kiện thích hợp. Lực nén dọc trục thường do nhiệt độ và áp suất bên trong (ảnh hưởng giãn nở) gây ra.

Mất ổn định tổng thể có thể xảy ra khi lực dọc trục hữu hiệu do áp suất và nhiệt độ đạt đến một mức độ nhất định. Đối với đường ống được chôn lấp, mức độ này cũng bị ảnh hưởng bởi độ sâu chôn ống có đủ để chống lại lực nâng lên do các lực dọc trục gây ra.

Mất ổn định tổng thể là một mối nguy cần được quản lý bởi quá trình quản lý tính toàn vẹn. Quy trình quản lý tính toàn vẹn bao gồm các hoạt động chính sau:

- Đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn
- Kiểm tra, theo dõi và thử
- Đánh giá lại/đánh giá tính toàn vẹn
- Giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa

Các phần dưới đây đưa ra các khuyến nghị cho các phần khác nhau của quá trình quản lý tính toàn vẹn liên quan đến mối nguy do mất ổn định tổng thể. Điều này được áp dụng chính cho các đường ống cứng.

B.2 Đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn

B.2.1 Thiết lập và chuyển giao tính toàn vẹn

Hoạt động xây dựng chiến lược cho các hoạt động khác nhau của quá trình quản lý tính toàn vẹn phải bắt đầu thu thập các dữ liệu liên quan càng sớm càng tốt trong giai đoạn lên ý tưởng

Trong phần lớn các trường hợp, việc đánh giá liên quan đến mối nguy do mất ổn định tổng thể sẽ được bắt đầu thực hiện trước đó, như nghiên cứu tính khả thi trong giai đoạn lên ý tưởng. Liên quan đến mất ổn định tổng thể, đánh giá rủi ro và hoạt động lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn phải được bắt đầu trong các nghiên cứu sớm như vậy

Việc xem xét rủi ro hệ thống được thực hiện trong suốt giai đoạn lên ý tưởng, thiết kế và chế tạo như là một phần của dự án phát triển cũng phải được theo dõi bởi người chịu trách nhiệm về việc đánh giá rủi ro và hoạt động lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn

Hoạt động đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn phải

- Đưa ra phản hồi cho bất kỳ hoạt động thiết kế nào ảnh hưởng đến mất ổn định tổng thể như một mối nguy

- Đưa ra phản hồi cho việc lập hồ sơ DFI đối với mất ổn định tổng thể như một mối nguy. Thông tin quan trọng đặc biệt để tiếp nhận từ thiết kế đến vận hành được nêu trong Bảng B-1

Thông tin – Chung
Tại sao đường ống được chôn hoặc được đặt trên đáy biển
Các khảo sát được thực hiện
Chiến lược cho việc kiểm tra và theo dõi
Các khu vực cần tập trung cao
Các giá trị tham chiếu (như nhiệt độ lắp đặt, áp suất, dung chất)
Biểu đồ nhiệt độ và áp suất phản ánh tình trạng vận hành và các giá trị thiết kế
Các giới hạn từ thiết kế (như nhiệt độ, áp suất thiết kế)
Các giả thiết được lập trong thiết kế cần kiểm tra và theo dõi trong khi vận hành
Các thông số phải được theo dõi trong khi vận hành
Các tiêu chuẩn và quy định thiết kế được áp dụng
Sai lệch so với tiêu chuẩn
Thông tin – Đường ống được đặt trên đáy biển
Số lượng tối thiểu của các nếp chống mất ổn định trong các đoạn khác nhau của đường ống
Khoảng cách tối đa giữa các nếp chống mất ổn định
Vị trí, hình dạng và kích thước dự đoán trước của sự mất ổn định
Khi nào có thể xảy ra sự mất ổn định tại các đoạn khác nhau dọc theo tuyến ống
Các khu vực mà mất ổn định tổng thể chấp nhận được
Các khu vực không cho phép có sự mất ổn định tổng thể
Dạng phá hủy chủ đạo

Các dạng phá hủy tiềm năng khác
Tỷ lệ dịch chuyển được xem xét trong thiết kế, mức độ bảo động
Tiêu chí chấp nhận liên quan đến các dạng phá hủy khác nhau (các định dạng khác nhau của các dạng hư hỏng khác nhau – như biến dạng, cong hoặc uốn, ứng suất và mô-men uốn, dịch chuyển, quay)
Các biện pháp được sử dụng để kiểm soát sự hình thành mất ổn định và phản ứng sau khi xảy ra mất ổn định
Thông tin - Ống được chôn
Yêu cầu về độ sâu chôn ống
Chiều cao lấp đất đạt được
Đánh giá về khả năng nổi của đường ống. sự nổi lên của đường ống có thể do động đất, rung động trong đường ống hoặc trong điều kiện chứa dung chất có trọng lượng riêng nhẹ
Đánh giá về khả năng xói mòn của đáy biển.

B.2.2 Mỗi nguy do mất ổn định tổng thể

B.2.2.1 Trên đường ống đặt trên đáy biển

Sự mất ổn định tổng thể trên đường ống đặt trên đáy biển không nhất thiết là một dạng phá hủy. Dù có phá hủy hay không thì cũng cần phải được xác định qua một đánh giá tình trạng tập trung chính vào khả năng sử dụng của đường ống, mà còn về sự dịch chuyển của đường ống (như sự dịch chuyển của đường ống dọc theo ống)

Việc chịu tải/sử dụng đường ống được gắn liền với độ cong của đường ống. Một đường cong sắc thường thể hiện hệ số sử dụng cao. Tải trọng có thể được biểu thị bằng mô men uốn (kNm), biến dạng ở phía chịu nén hoặc chịu kéo (%) hoặc ứng suất (mPa). Phần lớn các dạng phá hủy liên quan trực tiếp đến việc sử dụng/độ cong

- Mất ổn định cục bộ: thường là hư hỏng do hệ số sử dụng quá mức. Mất ổn định cục bộ xuất hiện dưới dạng uốn cục bộ hoặc một mất ổn định cục bộ xảy ra ở mặt chịu nén của tiết diện cắt ngang. Mất ổn định cục bộ có thể dẫn tới sự ô-van ống vượt quá mức hoặc giảm diện tích mặt cắt. Điều này có nghĩa sẽ làm giảm sản lượng hoặc thậm chí ngừng sản xuất hoàn toàn nếu ví dụ một thổi phóng bị kẹt. Một đường ống bị mất ổn định cục bộ không thể chịu được mô-men uốn tăng lên trong đường ống. Điều này

dẫn đến đường ống bị phá hủy và dừng sản xuất hoàn toàn.

- Mất khả năng chịu áp lực là kết quả của
 - Gãy là dạng phá hủy ở mặt chịu kéo của mặt cắt ngang do hệ số sử dụng quá mức. Gãy dẫn đến rò rỉ hoặc gãy ống hoàn toàn, gây ra giảm sản lượng hoặc thậm chí ngừng sản xuất hoàn toàn.
 - Mỗi chu trình thấp có thể xảy ra đối với các chu trình tải trọng giới hạn trong trường hợp mỗi chu trình tạo ra các biến dạng trong vùng biến dạng dẻo, tức là hệ số sử dụng vượt quá mức. Mỗi do chu trình thấp có thể dẫn đến rò rỉ hoặc vỡ, gây ra giảm sản lượng hoặc thậm chí ngừng sản xuất hoàn toàn.
 - Nứt ứng suất do hydrogen (HISC) có thể xảy ra trong thép martensic (13% Cr) và thép ferritic-austenitic (duplex và super duplex). Các vết phồng của hydro tự do có thể tạo ra các vết nứt trong thép hoặc mối hàn tại vị trí CP/anốt khi thép tiếp xúc trực tiếp với nước biển và ứng suất từ sự mất ổn định. Hệ số sử dụng đường ống không cần thiết phải quá mức. HISC dẫn đến rò rỉ hoặc gãy ống hoàn toàn, gây ra giảm sản lượng hoặc thậm chí ngừng sản xuất hoàn toàn.

Các ví dụ về sự dịch chuyển không chấp nhận được của đường ống

- Dịch chuyển của các mối nối chữ T theo hướng dòng
- Dịch chuyển của van
- Sự tác động với các đường ống khác
- Sự tác động với các kết cấu khác
- Trượt khỏi các gối đỡ nhịp hẫng
- Sự cong lên không mong muốn
- Sự dịch chuyển của đường ống không chấp nhận được

B.2.2.2 Đường ống được chôn lấp

Đối với các đường ống được chôn lấp, sự mất ổn định xảy ra như mất ổn định vòng lên có thể làm đường ống trôi lên đáy biển dưới dạng vòng cung. Mất ổn định vòng lên của đường ống được chôn lấp thường là tình trạng không chấp nhận được và được xem là một dạng hư hỏng. Trái lại, các dạng hư hỏng tương tự liên quan đến hệ số sử dụng quá mức, như đường ống lộ ra ngoài, Các mối nguy cho các phần đường ống bị lộ ra có thể là:

- Hư hỏng do mài (theo hướng lên của nhịp hẫng do rung động từ dòng xoáy)
- Tải kéo từ thiết bị đánh cá hoặc tương tác với các tải trọng khác từ bên thứ ba
- Biến dạng vượt quá và mài do chu trình thấp

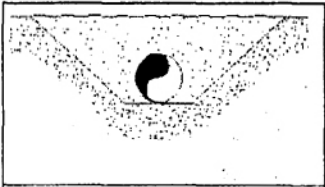
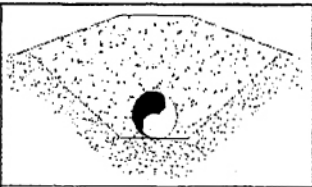
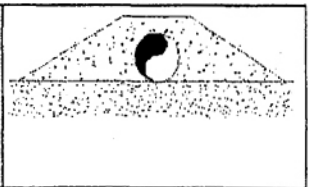
Nếu không có tài liệu về tính toán vệt của đường ống bị vòng lên, sự vòng lên này phải được xem là một dạng hư hỏng ngay lập tức

Lý do coi mất ổn định vòng lên là không chấp nhận được đơn giản là do các đường ống được chôn lấp được thiết kế để nằm tại vị trí cố định. Điều này có thể do luật pháp và quy định để

bảo vệ đường ống khỏi các hoạt động của bên thứ ba như tương tác do kéo lưới hoặc vật rơi, để đảm bảo độ ổn định, tránh nhịp hẫng xuất hiện, cho mục đích cách lý do tình trạng đáy biển không ổn định, để giới hạn sự giãn nở của bản thân đường ống hoặc để tránh đường ống mất ổn định vòng lên. Kinh nghiệm đã chỉ ra rằng việc chịu tải trọng của đường ống khi chịu sự mất ổn định vòng lên có thể rất cao. Đánh giá các mất ổn định vòng lên nhìn thấy được chỉ ra các biến dạng dọc theo cùng một thứ tự như khi đường ống được thả, lên đến 3-4%. Điều này có thể rất quan trọng cho khả năng chịu áp suất của đường ống.

Khi quyết định chôn đường ống, lớp phủ phải được thiết kế để ngăn sự mất ổn định tổng thể của đường ống. Điều này có thể được thực hiện bằng việc đào hào chôn lấp hoặc để nằm dưới đáy biển sau đó bao phủ bằng cách lấp đất tự nhiên hoặc nhân tạo, xem hình B-1

Khả năng xảy ra hư hỏng do mất ổn định vòng lên thường cao nhất khi đường ống lộ ra chịu nhiệt độ và áp suất (giá trị thiết kế) cao. Nhiệt độ và áp suất sẽ tạo ra lực nén dọc trục hữu hiệu trong đường ống. Bất kỳ sự không thẳng nào sẽ gây ra lực tác dụng lên nền đất, vuông góc với đường ống. Một mất ổn định vòng lên sẽ xuất hiện tại vị trí mà lực nâng vượt quá khả năng. Do đó, các mối nguy lên tính toàn vẹn được gây ra bởi sức kháng nền đất không đủ và/hoặc lực giãn nở quá mức

		
A	B	C
Đường ống được chôn dưới hào và được lấp đất tự nhiên	Đường ống được chôn dưới hào và được phủ bằng lớp đá sỏi (hoặc hỗn hợp đá sỏi và đất tự nhiên)	Đường ống được phủ bằng lớp đất đá
Cơ đất, đặc tính ống và kỹ thuật đào hào ảnh hưởng đến độ đồng đều của đáy rãnh, và độ nhám của đáy tham chiếu cho các yêu cầu về chiều cao lớp đất phủ phải được thiết lập bằng một cuộc khảo sát. Một đường ống không được đào hào có thể bị hạn chế trong cấu hình của nó, ví dụ: bằng cách phủ đất đá liên tục (c). Đây có thể là lựa chọn ưu tiên trong một số trường hợp. Cơ đất, đặc tính của ống và kỹ thuật lấp đất ảnh hưởng đến hình dạng và chiều cao của lớp phủ đường ống		

B.2.2.3 Thông số và hệ số chính

Các thông số và hệ số chính được liệt kê dưới đây:

- Lực dọc trục tiềm năng hữu hiệu tối đa – Đối với đường ống biển, lực dọc trục hữu hiệu thường được áp dụng. Lực dọc trục hữu hiệu phụ thuộc vào đặc tính tiết diện, tính chất vật liệu, áp suất, nhiệt độ, chênh lệch nhiệt độ khi rải ống và chênh lệch áp suất bên trong khi rải ống. Thông số tiết diện ngang (đặc biệt là độ cứng chống uốn EI) ảnh hưởng đến hình dạng và chiều dài của dạng mất ổn định. Việc tăng đường kính và EI dẫn đến tăng chiều dài mất ổn định
- Khuyết tật – Đường ống sẽ thường có khuyết tật cả về mặt đứng và ngang. Đây là

điều quan trọng khi đánh giá mất ổn định tổng thể - chủ yếu vì hai lý do chính sau:

- Mức độ của khuyết tật sẽ ảnh hưởng đáng kể đến tải trọng và quá trình mất ổn định. Với khuyết tật nhỏ hoặc không có, mất ổn định xảy ra đột ngột/ Nếu có các khuyết tật tương đối lớn, các dịch chuyển sẽ phát triển dần dần
- Hình dạng và loại khuyết tật sẽ ảnh hưởng đến dạng dịch chuyển sau khi mất ổn định
- Sức kháng đứng (mất ổn định vòng lên) – sức kháng do lớp đất phủ
- Tương tác ống – nền đất. Thông số tương tác ống – nền đất là rất quan trọng khi đánh giá mất ổn định tổng thể của đường ống. Tương tác ống – nền đất bao gồm gián tiếp sức kháng dọc trục và sức kháng bên
- Hoop utilisation – sử dụng cao theo hướng vòng (do áp suất bên trong cao hơn hoặc tỷ số D/t cao) có xu hướng làm giảm mô men chống uốn cho phép
- Ăn mòn – bất kỳ ăn mòn đáng kể nào sẽ làm giảm mô men chống uốn cho phép
- Ảnh hưởng của sự thay đổi điều kiện vận hành – tải trọng có chu trình như khởi động và ngừng hoạt động lặp lại. Thông thường, sự thay đổi điều kiện vận hành có một ảnh hưởng giới hạn lên các đường không bị mất ổn định. Đối với các đường dễ bị mất ổn định, tải trọng có chu trình có thể ảnh hưởng đáng kể lên phản ứng của đường ống:
 - Tải trọng có chu trình trình có thể dẫn đến mỏi
 - Các nhịp hẫng lớn trong điều kiện dừng hoạt động – Đường kính ống nhỏ hơn sẽ nhạy cảm hơn với ảnh hưởng này hơn các ống có đường kính lớn. Các nhịp hẫng có chiều dài lớn có thể bị ảnh hưởng bởi VIV/mỏi. Ngoài ra, khả năng chịu các tải trọng từ bên thứ ba có thể tăng lên (như từ tương tác lưới kéo)
 - Sự dịch chuyển lớn không mong muốn hoặc mất ổn định tại các vị trí không mong muốn – Các chu trình tải trọng lặp lại thông thường sẽ gây ra sự thay đổi lên sự mất ổn định. So sánh với sự mất ổn định đầu tiên, hình dạng của dạng mất ổn định bên có xu hướng rộng hơn sau một số chu trình. Mặc dù điều này dẫn đến giảm mô men uốn/ứng suất dọc trục ở đỉnh, nhưng hình dạng lớn hơn cũng dẫn đến sự tăng và gây ra các chuyển vị ngang không mong muốn. Cũng có thể có những trường hợp thay đổi đáng kể hơn sau khi xảy ra một số chu trình, như các vị trí mất ổn định, có thể không mong muốn xảy ra.
- Giãn nở tại đầu ống – Một đường ống có xu hướng giãn nở về hướng đầu ống do áp suất và nhiệt độ tăng. Sự giãn nở tại đầu ống vượt quá có thể gây ra biến dạng cao không mong muốn của các vị trí đầu ống, trong các đoạn ống cong cứng, v.v...
- Đường ống dịch chuyển là tình huống mà đường ống dịch chuyển vị trí theo hướng trục. Đường ống dịch chuyển liên quan đến nhiệt độ trong quá trình bắt đầu sử dụng đường ống và:
 - Có giới hạn neo theo hướng trục
 - Rải ống trên khu vực dốc, hoặc

- Được kéo một đầu, do lực căng từ một ống cứng bằng thép

Đường ống dịch chuyển cũng có thể là một vấn đề đối với đường ống có các mắt ổn định tổng thể có sự neo kéo dọc trục nằm giữa hai mắt ổn định liền nhau

B.3 Kiểm tra, theo dõi và thử

B.3.1 Kiểm tra

Cấu hình của một đường ống bị mất ổn định tổng thể sẽ thường thay đổi theo điều kiện vận hành và theo thời gian. Tình trạng mất ổn định tổng thể không những phải được đánh giá tập trung chủ yếu vào việc sử dụng đường ống, mà còn vào sự dịch chuyển của đường ống. Kiểm tra là công cụ chính cho việc thiết lập các thông tin cần thiết.

B.3.1.1 Các khuyến nghị chung

- Mục đích chính của việc khảo sát là phải xác định các mắt ổn định tổng thể và xác định độ cong của chúng
- Thực hiện một khảo sát trước khi đường ống được thử áp lực, và khảo sát khác trước khi đường ống được đưa vào vận hành
- Thường xuyên tiến hành kiểm tra liên quan đến sự mất ổn định tổng thể. Cần lưu ý rằng việc kiểm tra phải thường xuyên hơn trong những năm đầu vận hành
- Theo dõi và báo cáo các điều kiện vận hành trước khi và trong bất kỳ cuộc khảo sát nào. Thời gian theo dõi phải bắt đầu 48 tiếng trước khi khảo sát.
- Tài liệu ghi lại cấu hình có liên quan đến vị trí của tàu khảo sát hoặc đường ống
- Sự chính xác chỉ định và đạt được cần được ghi lại
- Việc hiệu chỉnh thiết bị khảo sát trong tất cả trường hợp là quan trọng và cần được lập báo cáo

B.3.1.2 Các khuyến nghị cụ thể cho các đường ống lộ trên đáy biển

- Các cuộc khảo sát cho đường ống lộ trên đáy biển có khả năng bị mất ổn định tổng thể phải tập trung vào việc giải quyết cấu hình của đường ống trong cả mặt phẳng ngang và đứng
- Cấu hình của đường ống tốt nhất phải được đưa cùng với tình trạng đáy biển
- Vị trí của bất kỳ rãnh đáy biển nào cũng phải được xác định dọc theo tuyến ống

B.3.1.3 Các khuyến nghị cụ thể cho các đường ống được chôn lấp

- Các cuộc khảo sát được tiến hành lên các đường ống đã được lắp đặt hoặc được đào hào và sử dụng làm cơ sở thiết kế lớp đất lấp phải được coi là các cuộc khảo sát tham chiếu
- Để có thể ghi lại đầy đủ tính toán vện của một đường ống được chôn lấp, cần phải đo đạc lại cả cấu hình của đường ống và chiều cao lớp đất phủ

B.3.1.4 Các khuyến nghị liên quan đến việc xây dựng chiến lược và kế hoạch kiểm tra

- Lập kế hoạch kiểm tra phải phản ánh sự phát triển lâu dài của nhiệt độ và áp suất bên trong đường ống
- Một đường ống có điều kiện vận hành ngày càng cao có thể yêu cầu kiểm tra thường xuyên. Năm đầu vận hành là năm quan trọng nhất đòi hỏi phải được lưu ý nhất
- Mặc dù các đường ống được chôn lấp được thiết kế để nằm cố định tại chỗ tuy nhiên các quá trình khác nhau có thể ảnh hưởng đến độ ổn định này:
 - Hiện tượng từ biến trong nền đất do sự thay đổi điều kiện vận hành
 - Quá trình xói mòn làm giảm chiều cao lớp đất phủ
- Các sự kiện/yếu tố có thể ảnh hưởng đến cả việc kiểm tra theo kế hoạch và ngoài kế hoạch có thể là:
 - Sự thay đổi lớn trong các điều kiện vận hành
 - Vượt quá điều kiện thiết kế
 - Bị móc bằng lưới kéo hoặc neo tàu
 - Bão, nước dâng do bão hoặc lũ lụt từ cửa sông gây ra xói mòn
 - Động đất
 - Lún

B.3.1.5 Các công cụ kiểm tra

Việc kiểm tra thường được thực hiện thông qua các cuộc khảo sát bên ngoài bằng ROV (với cross các thông số, thiết bị phát đa tia và máy dò ống). Các giải pháp khảo sát bên ngoài cũng có thể được áp dụng (xem phụ lục E). Một số công cụ khảo sát bên ngoài có giới hạn về phạm vi. Các đường ống được chôn sâu có thể được kiểm tra bằng cách sử dụng các kỹ thuật khảo sát bề mặt đáy biển. Các cuộc khảo sát có độ chính xác cao thường được khuyến nghị khi sự mất ổn định tổng thể là không chấp nhận được. Các công cụ chất lượng cao như phóng thoi có thể đưa ra các phép đo chính xác về cấu hình đường ống, nhưng có thể đưa ra giá trị giới hạn trừ khi nó được liên kết với cấu trúc liên kết đáy biển và/hoặc lớp đất phủ.

Khảo sát đường ống được chôn lấp có thể áp dụng các kỹ thuật khác nhau phụ thuộc vào nguyên lý kiểm tra. Đối với đường ống có nhiệt độ và áp suất cao, hư hỏng do mất ổn định vòng lên rất có thể dẫn đến hình thành các đoạn cong lồi trên đáy biển. Đối với trường hợp này, việc kiểm tra bằng mắt thường, kỹ thuật quét bên và các phương pháp tương tự có thể phát hiện ra các hư hỏng do mất ổn định vòng lên. Trong một số loại đất nền, hiện tượng từ biến có thể xảy ra, tức là đường ống có thể thay đổi vị trí do các tải trọng có tính chu kỳ. Điều này có thể là một trường hợp đối với các đường ống có nhiệt độ và áp suất thấp. Các trường hợp như vậy yêu cầu các kỹ thuật khảo sát toàn diện chuyên sâu hơn.

Sự dịch chuyển của đường ống có thể được đo thông qua các dấu hiệu trên đáy biển như cọc hoặc đá. Các phương pháp như vậy có thể rất quan trọng trong việc đo chuyển vị dọc trục như dịch chuyển đầu ống hoặc sự dịch chuyển theo phương dọc của đường ống. Đối với các đường ống lộ trên đáy biển, các vết trượt có thể nhìn thấy được. Các dấu hiệu này có thể

cung cấp một thước đo về những thay đổi trong điều kiện vận hành. Các quá trình xói mòn hoặc hình thành các khối đất có thể xóa các dấu vết này theo thời gian.

B.3.2 Theo dõi

Trong khi vận hành, các thông số chính sau phải được theo dõi:

- Nhiệt độ và áp suất đầu vào
- Nhiệt độ và áp suất đầu ra (tùy chọn)
- Tốc độ dòng chảy

Việc ghi lại lịch sử các giá trị tối đa/tối thiểu, các thay đổi trong nhiệt độ và áp suất (như khi dừng hoạt động) và các giá trị thực tế trong khi khảo sát phải được thực hiện.

Mất ổn định tổng thể trong đường ống làm một phản ứng cục bộ và được chi phối bởi các tải trọng chức năng trong vùng neo cho từng buckle. Các tải trọng chức năng này là do nhiệt độ, áp suất và trọng lượng của dung chất bên trong. Nhiệt độ và áp suất cục bộ dọc theo tuyến ống thường được mô tả theo các thang biên dạng. Các thang này là một tập hợp các giá trị đầu vào hoặc đầu ra. Trong nhiều trường hợp các giá trị tham chiếu này được đo và ghi lại. Vị trí của các cảm biến nhiệt độ và đồng hồ đo áp suất thường nằm trong hệ thống đường ống nhưng hiếm khi nằm trên chính đường ống. Do đó, điểm chuẩn cho cảm biến phải được mô tả và liên hệ với các giá trị tại điểm chuẩn và các giá trị tương ứng trong đường ống. Biên dạng nhiệt độ và áp suất thường đưa ra cho toàn bộ hệ thống đường ống bao gồm phần đường ống công nghệ trên thượng tầng, ống đứng, v.v... trong khi đường ống thường là một phần của hệ thống với các giá trị KP riêng. Biên dạng nhiệt độ và áp suất có thể được mô tả dựa trên (tối thiểu) nhiệt độ, áp suất đầu vào và tốc độ dòng chảy.

Biên dạng áp suất thay đổi theo trọng lượng cột và ma sát. Biên dạng nhiệt độ liên quan đến lớp cách nhiệt, nhiệt độ bên ngoài và tốc độ dòng chảy. Phản ứng ban đầu và sau khi mất ổn định được chi phối bởi các tải trọng cục bộ trong đường ống, tức là nhiệt độ và áp suất trong các khu vực bị neo tại từng vị trí mất ổn định

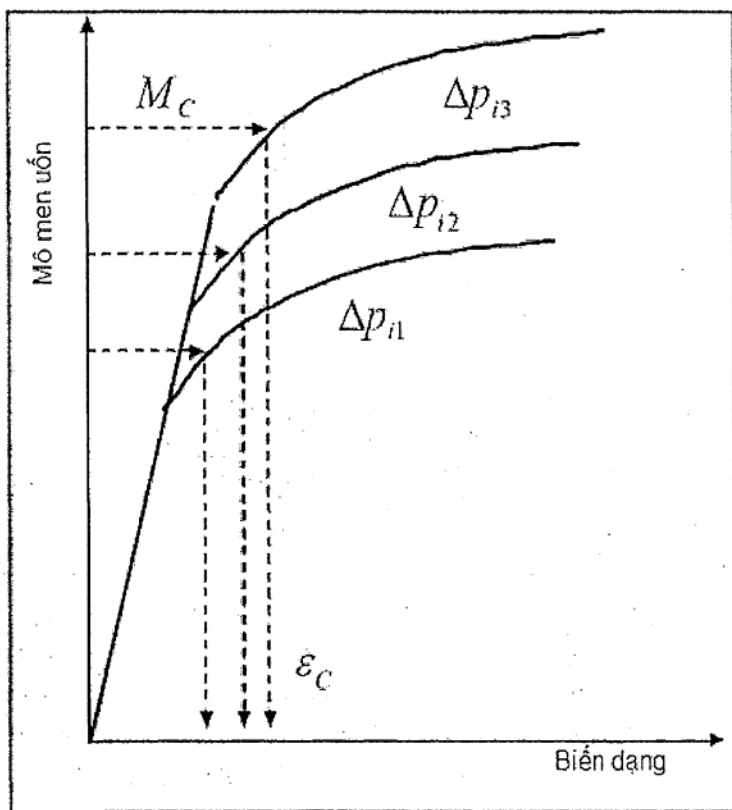
B.4 Đánh giá tính toàn vẹn

B.4.1 Tiêu chí chấp nhận

Mất ổn định tổng thể trong đường ống bản thân không phải là một hư hỏng, ngoại trừ sự mất ổn định vòng lên. Hư hỏng có thể liên quan đến độ cong quá mức trong vùng mất ổn định tổng thể. Do đó, các tiêu chí chấp nhận cho một mất ổn định tổng thể thường liên quan đến hệ số sử dụng của mặt cắt ngang (các tiêu chí chấp nhận khác cũng có thể được thiết lập liên quan đến các chuyển vị do đường ống dịch chuyển). Các dạng hư hỏng tiềm ẩn là mất ổn định cục bộ và mất khả năng chịu áp lực do kết quả của sự đứt gãy, môi chu trình thấp hoặc HISC. Phụ thuộc vào dạng hư hỏng mà tiêu chí chấp nhận sẽ được đưa ra ở các dạng khác nhau; hoặc là biến dạng, độ cong hoặc uốn, hoặc mô men uốn.

Tải trọng chịu uốn, độ cong, biến dạng hoặc ứng suất trong đường ống có thể được ước tính bằng mô hình phần tử hữu hạn và sẽ được đánh giá dựa trên các tiêu chí chấp nhận. Việc sử dụng các mô hình phần tử hữu hạn để đánh giá tính toàn vẹn có thể tốn thời gian và trong nhiều trường hợp là không cần thiết để thực hiện. Một tiêu chí sàng lọc có thể liên quan đến kết quả khảo sát phải được xây dựng để đánh giá phần lớn các mất ổn định tổng thể quan sát được. Nếu mất ổn định tổng thể không vượt qua được tiêu chí sàng lọc, hoặc bởi các lý do khác không thể đánh giá được với tiêu chí sàng lọc, chúng cần phải được chuyển sang phân tích phần tử hữu hạn.

Trong trường hợp tiêu chí chấp nhận là mô men hoặc ứng suất cho phép tối đa, phép biến đổi có thể được thấy trong mô phỏng phần tử hữu hạn của mặt cắt ngang thực tế. Mỗi quan hệ này là cơ sở cho tất cả các phân tích phần tử hữu hạn sử dụng mô hình phần tử hữu hạn, xem hình B-2. Điều quan trọng là mỗi quan hệ được lập đối với nhiệt độ, áp suất bên trong và đặc tính vật liệu được áp dụng ($\Delta p_{i1} > \Delta p_{i2} > \Delta p_{i3}$)



Hình B-2. Quan hệ giữa biến dạng và mô men uốn

B.4.2 Đường ống lộ trên mặt biển

Đánh giá tình trạng của các đường ống lộ trên mặt biển được khuyến nghị là chia thành bốn

bước và các bước nhất định được khuyến nghị nâng từ một đánh giá đơn giản đến phân tích chuyên sâu phức tạp hơn.

- Bước 1: xác định các mắt ổn định tổng thể
- Bước 2: đánh giá tình trạng của từng mắt ổn định quan sát được
- Bước 3: điều kiện của các phương pháp/tiêu chí
- Bước 4: tình trạng của đường ống khi thay đổi điều kiện vận hành

Ba bước đầu tiên dựa trên các phương pháp đo khảo sát đường ống và đáy biển khi được lắp đặt. Cùng với kiến thức về điều kiện vận hành trong khi khảo sát, các bước này có thể được tuân theo để ghi lại tính toàn vẹn của đường ống như đã quan sát được trong khảo sát

Bước 4 là dự đoán tính toàn vẹn dựa trên các điều kiện vận hành khác nhau, bao gồm ví dụ điều kiện thiết kế trong tương lai

Điểm bắt đầu của quy trình dựa trên các quan sát được thực hiện lấy từ dữ liệu khảo sát, thông qua xử lý số hoặc của dữ liệu khảo sát và cuối cùng được hỗ trợ bởi các mô phỏng phần tử hữu hạn.

Việc đánh giá tình trạng có thể dừng lại ở cấp độ đầu tiên nếu có quyền truy cập vào dữ liệu chi tiết, và các kiến thức cũng như kinh nghiệm sâu rộng. Đây là trường hợp nếu, ví dụ một đội có kinh nghiệm và được đánh giá có quyền truy cập vào:

- Các phân tích và tiêu chí chấp nhận từ giai đoạn thiết kế được lập thành báo cáo một cách có thể hiểu được
- Nhiệt độ vận hành và các tải trọng do chịu áp lực được xác định và lập thành báo cáo
- Dữ liệu lịch sử khảo sát được xác định và lập thành báo cáo

Việc đánh giá tình trạng cũng có thể dừng lại ở cấp đầu tiên nếu, ví dụ đường ống là cố định không thay đổi cấu hình theo thời gian.

Đánh giá chuyên sâu có thể được yêu cầu trong các trường hợp, ví dụ thiếu các tiêu chí chấp nhận, sự không chắc chắn đáng kể trong dữ liệu thiết kế, các thay đổi thường xuyên trong điều kiện vận hành, hoặc nếu mắt ổn định tổng thể không được tính toán trong thiết kế.

B.4.3 Đường ống được chôn lấp

B.4.3.1 Đánh giá đường ống được chôn lấp

Mắt ổn định vòng lên trong đường ống được chôn lấp có liên quan đến sự cố trong đất nền. Do đó, đánh giá tình trạng của đường ống được chôn lấp chủ yếu liên quan đến việc đo chiều cao lớp đất phủ. Chiều cao của lớp đất phủ yêu cầu phải được đưa ra từ thiết kế theo vị trí KP – Xem Bảng B-1

Chiều cao lớp đất phủ thực tế được đánh giá tốt nhất là khoảng cách đo được từ đường ống đến đáy biển. Tốt hơn là biện pháp này được thực hiện trong cùng một cuộc khảo sát. Có thể

khó thực hiện cuộc khảo sát để cho ra chất lượng tốt đối với đường ống được chôn lấp. Do đó, bất kỳ sự so sánh nào giữa đường ống được thả nằm trên biển hoặc được đào hào sẽ đưa ra thông tin có giá trị

Khả năng chịu mất ổn định vòng lên được đánh giá cao nhất đối với các tải trọng thiết kế. Hư hỏng sẽ xảy ra ở điểm yếu nhất (kết hợp của khuyết tật đường ống, sức khác đất nền và các tải trọng chức năng). Một đường ống có thể được xem xét đến tải trọng vận hành trong lịch sử cao nhất.

B.4.3.2 Đánh giá đường ống có mất ổn định vòng lên

Một đường ống mà hư hỏng do mất ổn định vòng lên trong nhiều trường hợp sẽ xuất hiện một vòng cung lộ ra trên đáy biển. Chiều cao và chiều dài của vòng cung này có thể đáng kể, chiều dài lên đến 50 m và chiều cao lên đến 5 m đã được ghi lại theo thống kê. Sự hư hỏng cũng có thể xuất hiện trong nền đất và không nhìn thấy được trên bề mặt. Một mất ổn định vòng lên có thể gây ra các giá trị biến dạng cao

Một sự vòng lên phải được kiểm tra xem có khả năng xảy ra các dạng hư hỏng mới, như mỏi trong nhịp hẫng, chịu tải môc của các thiết bị đánh cá, sự ô-van quá mức, đứt gãy và mất ổn định cục bộ. Trong nhiều trường hợp, tính toàn vẹn của một sự vòng lên không thể chứng minh được và cần phải có sự khắc phục.

B.5 Giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa

B.5.1 Giảm thiểu

Các hoạt động giảm thiểu là các hoạt động làm giảm xác suất hoặc hậu quả của hư hỏng

Ví dụ và các hoạt động giảm thiểu có thể là:

- Hạ thấp nhiệt độ hoặc áp suất
- Tiến hành bảo dưỡng bằng việc phóng thoi để làm tăng điều kiện của dòng chảy
- Các giới hạn liên quan đến việc khởi động và đóng trong trường hợp có các giá trị biến dạng cao, và/hoặc trong trường hợp có chuyển vị không chấp nhận được

Bất kỳ hoạt động giảm thiểu nào cũng phải được thiết kế để phù hợp với mục đích sử dụng và bất kỳ tác nhân nào gây ra mối nguy mới cũng phải được đánh giá.

B.5.2 Khắc phục

Các hoạt động khắc phục đường ống là các hoạt động khắc phục liên quan đến các hạn chế của đường ống ở bên ngoài

Tình trạng mất ổn định tổng thể không chấp nhận được (hệ số sử dụng quá mức hoặc chuyển vị không chấp nhận được) thường phải được sử chữa bằng các sử dụng các kỹ thuật can thiệp khác nhau. Các biện pháp can thiệp đáy biển khác nhau có thể được sử dụng trong giai đoạn vận hành để giới hạn và hạn chế một số hành vi/sự giãn nở trong các liên kết tại vị trí

mất ổn định tổng thể. Việc đào hào, đổ đá, tẩm bê tông là một số tùy chọn liên quan được áp dụng cho đường ống nằm lộ trên biển – xem Bảng B-2. Đối với đường ống được chôn lấp, việc đào hào bổ sung hoặc lấp đất có thể là các giải pháp khả thi. Một lớp đất phủ lên phía đỉnh của vị trí mất ổn định tổng thể có thể được thiết kế để hạn chế/cố định đường ống tại vị trí mới của nó. Trong nhiều trường hợp, đường ống có thể sẽ giải phóng lực nén dọc trục trong khu vực gần vị trí vòng lên. Điều này phải được đưa vào tính toán khi thiết kế lớp đất phủ mới

Bất kỳ biện pháp nào cũng phải được thiết kế để phù hợp với mục đích sử dụng và bất kỳ tác nhân nào gây ra mối nguy mới cũng phải được đánh giá.

B.5.3 Sửa chữa

Việc sửa chữa đường ống là các hoạt động khắc phục chính để duy trì sự thỏa mãn theo các yêu cầu liên quan đến tính toàn vẹn kết cấu và/hoặc khả năng chịu áp lực của đường ống.

Nếu bất kỳ sự mất ổn định tổng thể nào dẫn đến mất khả năng chịu áp lực, các phương pháp sửa chữa chuyên sâu hơn phải được sử dụng.

Bất kỳ biện pháp sửa chữa nào cũng phải được thiết kế để phù hợp với mục đích sử dụng và bất kỳ tác nhân nào gây ra mối nguy mới cũng phải được đánh giá.

PHỤ LỤC C. KHUYẾN NGHỊ LIÊN QUAN ĐẾN ĂN MÒN

(Tham khảo)

C.1 Mục đích

Mục đích của phụ lục C là đưa ra một tổng quan về các mối nguy do ăn mòn trên các đường ống biển vận chuyển dầu và khí, và các kỹ thuật áp dụng cho việc kiểm tra hệ thống kiểm soát ăn mòn và các khuyến nghị liên quan đến việc theo dõi sự ăn mòn.

C.2 Giới thiệu

Các mối nguy do ăn mòn cho đường ống biển phải được quản lý bởi quá trình quản lý tính toàn vẹn

Quá trình quản lý tính toàn vẹn (xem Phần 3) bao gồm các hoạt động chính sau:

- Đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn
- Kiểm tra, theo dõi và thử
- Đánh giá tính toàn vẹn
- Giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa

Các mối nguy do ăn mòn sẽ phụ thuộc vào loại ống và vật liệu chế tạo phụ tùng ống, sự ăn mòn của lưu chất và hiệu quả của các tùy chọn để giảm thiểu ăn mòn. Vật liệu bằng hợp kim chống ăn mòn và thép các-bon được phủ với hợp kim chống ăn mòn được coi là hoàn toàn có khả năng chống ăn mòn do CO₂ trong hệ thống sản xuất dầu khí

Các thành phần đường ống và đường ống bằng thép không rỉ và thép martensic đòi hỏi phải xem xét đặc biệt về tính dễ bị nứt chủ yếu liên quan đến HISC

Hợp kim chống ăn mòn CO₂: vật liệu loại 13Cr martensitic và thép không rỉ duplex 22Cr và 25Cr và hợp kim chứa Ni austenitic. Bảng C-1 đưa ra tổng quan về các mối nguy do ăn mòn phổ biến nhất

C.3 Đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn

C.3.1 Thiết lập và thực hiện

Việc xem xét rủi ro hệ thống phải được tiến hành từ trong giai đoạn lên ý tưởng, thiết kế và chế tạo. Nhận sự chịu trách nhiệm cho các hoạt động xem xét rủi ro hệ thống và xây dựng chiến lược phải tham gia các cuộc xem xét này.

Việc xác định các mối nguy do ăn mòn liên quan sẽ được thực hiện trong giai đoạn thiết kế lên ý tưởng như một phần của việc lựa chọn vật liệu sơ bộ và xác định chiều dày thành ống. Sự cần thiết của việc kiểm soát ăn mòn bên trong và các quy định cho việc kiểm tra và theo dõi cũng sẽ được đánh giá. Đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn nên được bắt đầu trong quá trình thiết kế lập ý tưởng và được duy trì trong các giai đoạn thiết kế tiếp theo

Hoạt động đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn cần cung cấp thông tin đầu vào cho hồ sơ DFI liên quan đến các mối nguy do ăn mòn và các quy định cho việc giảm thiểu và theo dõi sự ăn mòn

C.3.2 Thiết kế hệ thống theo dõi ăn mòn

Các kỹ thuật và thiết bị để theo dõi sự ăn mòn phải được chọn dựa trên:

- Các mục tiêu theo dõi, bao gồm các yêu cầu về độ chính xác và độ nhạy
- Tính ăn mòn của lưu chất và biện pháp chống ăn mòn được áp dụng
- Cơ chế ăn mòn tiềm ẩn

Một phân tích đánh giá rủi ro có thể được sử dụng để: xác định các cơ chế ăn mòn liên quan, hình thái ăn mòn (như pitting, xâm lấn đều...), các khu vực rủi ro cao và cơ sở cho việc thiết kế chương trình theo dõi sự ăn mòn

Nếu đường ống có kế hoạch sử dụng bơm hóa chất để giảm thiểu ăn mòn, mức độ quan trọng về sự đều đặn của việc bơm hóa chất, hay bất kỳ yêu cầu về việc bơm dự phòng hệ thống hoặc thiết bị dự phòng nào cũng cần phải được đánh giá

Biện pháp theo dõi ăn mòn và phân tích lưu chất phù hợp nhất để theo dõi sự ăn mòn hoặc tính ăn mòn của lưu chất phải được lập, xem xét đến độ chính xác và độ nhạy của chúng.

Vị trí thích hợp nhất của bất kỳ thiết bị theo dõi nào cũng phải được thiết lập trong quá trình thiết kế để các thiết bị này có thể phát hiện bất kỳ thay đổi nào liên quan đến tính ăn mòn của lưu chất (như được đặt tại các khu vực có nước đọng...). Tuy nhiên đối với đường ống biển, đây được coi là một thách thức.

Vì đường ống không thể tiếp cận được trên tổng chiều dài, việc theo dõi tình trạng bên trong của đường ống có thể bị hạn chế trong việc theo dõi các thông số xử lý, tốc độ bơm hóa chất để giảm thiểu ăn mòn và bằng các phương pháp xâm lấn hoặc không xâm lấn được đặt trong các khu vực có thể tiếp cận, thông thường là tại đầu ra ống (nằm trên thượng tầng) hoặc tại chỗ ống góp. Tuy nhiên, cũng có thể giám sát một phần của đường ống bằng cách lắp đặt các ống dẫn dụng cụ bên trong đường ống chính (phương pháp dấu hiệu từ trường FSM là một biện pháp không xâm lấn giúp có thể theo dõi những thay đổi trong thành ống theo thời gian thực tại các điểm được xác định trước dọc theo đường ống). Vì hệ thống này chỉ có thể theo dõi tại các vị trí nhất định dọc theo tuyến ống, vị trí của các ống dẫn dụng cụ này phải được lựa chọn cẩn thận, sao cho nằm trong khu vực dễ bị ăn mòn nhất

C.3.1.2 Kiểm tra

Việc theo dõi sự ăn mòn không đưa ra các thông tin thực tế về tổn thất chiều dày thành ống và do đó không thể thay thế việc kiểm tra bên trong của đường ống. Vì vậy điều quan trọng là các phương án kiểm tra được xem xét sớm trong giai đoạn thiết kế và tốt nhất trong giai đoạn lên ý tưởng.

C.3.2 Đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn

Ăn mòn bên trong và bên ngoài có thể dẫn đến mất khả năng chịu áp lực do các lỗ rò rỉ dẫn đến đứt gãy toàn bộ. Quá trình dẫn đến mất khả năng chịu áp lực sẽ thay đổi phụ thuộc vào cơ chế ăn mòn. Các bảng khác nhau đưa ra trong phụ lục này chứa các thông tin có thể hữu dụng liên quan đến việc đánh giá rủi ro.

Bảng C-1. Các mối nguy do ăn mòn phổ biến

Mối nguy do ăn mòn	Chất kích hoạt	Bên ngoài	Bên trong	Phụ thuộc thời gian	Lưu ý
Ăn mòn từ O ₂	O ₂ + nước	O	X	Có	1,3
Ăn mòn từ CO ₂	CO ₂ + nước	NA	x	Có	1,3,7
Ăn mòn trên đỉnh ống	CO ₂ + nước	NA	x	Có	1,3,7
Ăn mòn tại mối hàn	CO ₂ + nước	NA	x	Có	1,3,7
Ăn mòn do H ₂ S	H ₂ S + nước	NA	x	Có	1,2,3
Ứng suất gây nứt do sulfua	H ₂ S + nước	(x)	(x)	Đột ngột	1,2,3
Nứt do ứng suất ăn mòn	H ₂ S + Clo/oxy + nước	(x)	(x)	Đột ngột	1,2,3
Nứt do hydrogen	H ₂ S + nước	(x)	(x)	Đột ngột	1,2,3
Ăn mòn do vi khuẩn (MIC)	Vi khuẩn + nước +	o	x	Có	1,3,4
Ăn mòn –	Cát trong sản phẩm +O ₂ /CO ₂	NA	x	Có	1,3

mài mòn	+ nước				
Ăn mòn do chất tích tụ	O2/CO2 + nước + ngoại vật	NA	x	Có	1,3
Ăn mòn galvanic	O2/CO2 + nước	o	x	Có	1,3
Thành phần sulfua	(H2S + O2 + nước)/(S+nước)	NA	x	Có	1,3
Thành phần mang glycol	(H2S + O2 + nước)/(CO2 + nước)	NA	x	Có	1,3
Ứng suất gây nứt do hydrogen	Bảo vệ catốt + tải trọng/ứng suất + vật liệu nhạy cảm	x	NA	Đột ngột	1,3,5
Ăn mòn do axit	Axit	NA	X	Có	1, 3, 6
<div>1) Ăn mòn bên ngoài đường ống phải được kiểm soát bằng các lớp bọc chống ăn mòn bên ngoài kết hợp với hệ thống bảo vệ catốt. Ăn mòn galvanic sẽ bị triệt tiêu bởi hệ thống bảo vệ catốt</div> <div>2) Việc kiểm soát ăn mòn qua việc lựa chọn và đánh giá vật liệu theo ISO-15156. Áp dụng cho cả bên ngoài và bên trong</div> <div>3) Các yếu tố làm tăng lên liên quan đến ăn mòn bên trong có thể là: Thiếu sự kiểm soát bằng việc bơm hóa chất kiểm soát ăn mòn Sự xuất hiện của axit hữu cơ Sự đóng cặn trong đường ống</div> <div>4) Phụ thuộc vào điều kiện vận hành, chiến lược ngăn sự ăn mòn và tình trạng của mỏ, MIC có thể gây ra bởi các loại vi sinh vật trên bề mặt bên trong của đường ống. MIC hiếm khi bị gây ra bởi một loại vi sinh vật duy nhất, mà trong quần thể phức tạp của một số loại vi sinh vật được gọi là màng sinh học. Ngoài ra, MIC thường được thấy có sự kết hợp với các mối nguy gây ra ăn mòn khác như ăn mòn dưới lớp đóng cặn và mài mòn. Mối quan tâm hàng đầu là vi sinh vật khử sulphat (SRB), vi khuẩn sống khử sulphat (SRA) và methanogén. SRB/SRA tạo ra H2S thông qua quá trình trao đổi chất. Methanogén có thể thúc đẩy quá trình ăn mòn trực tiếp lên bề mặt kim</div>					

loại và tạo ra metan

- 5) Vật liệu chế tạo đường ống có thể là 13Cr, 22Cr, 25Cr và thép cường độ cao
- 6) Hóa chất làm sạch bên trong đường ống
- 7) Hợp kim chống ăn mòn được coi là hoàn toàn chống ăn mòn do CO₂ trong các hệ thống sản xuất dầu và khí

NA: không áp dụng

x: mỗi nguy cơ thể xảy ra

(x) Bên trong: xác suất rất thấp do yêu cầu chung về khả năng chống chịu của vật liệu đối với các sản phẩm có tính chua dưới các điều kiện như vậy (xem lưu ý 2)

Bên ngoài: trong trầm tích dưới đáy biển sẽ luôn có một số sản sinh ra H₂S do hoạt động của vi sinh vật. Không có dấu hiệu cho thấy điều này gây ra nứt do H₂S

o Xác suất rất thấp, do áp dụng hệ thống bảo vệ chống ăn mòn bên ngoài (lớp bọc và CP)

C.4 Kiểm tra, theo dõi và thử

C.4.1 Kiểm tra ăn mòn bên ngoài

Kiểm tra bên ngoài bao gồm một kiểm tra có phạm vi lớn lên hệ thống bảo vệ chống ăn mòn bên ngoài. Thông thường việc kiểm tra được giới hạn để tìm ra sự thiếu hụt tại lớp bọc và tình trạng của anốt galvanic

Việc kiểm tra bất kỳ nghi ngờ do ăn mòn bên ngoài nào phải được thực hiện bằng biện pháp đo chiều dày thành ống

Việc kiểm tra ăn mòn bên ngoài có thể được tiến hành nếu có đáng kể các lưu ý không chắc chắn liên quan đến hệ thống chống ăn mòn bên ngoài hoặc nếu hệ thống chống ăn mòn bên ngoài bị hư hỏng. Biện pháp đo chiều dày thành ống có thể được thực hiện bằng cách:

- Phóng thoi thông minh
- Biện pháp đo chiều dày bằng thiết bị kiểm tra NDT di động hoặc thiết bị NDT được lắp cố định. Các biện pháp đo được thực hiện từ bề mặt bên ngoài tại một vị trí cụ thể

Hệ thống bảo vệ chống ăn mòn bên ngoài của đường ống biển bao gồm việc áp dụng các lớp bọc chống ăn mòn và hệ thống bảo vệ catốt lên đường ống và tại các điểm nối ống. Bảo vệ catốt có thể được thực hiện bằng việc sử dụng các anốt galvanic hoặc bằng hệ thống dòng điện. Đối với đường ống biển, bảo vệ catốt bằng anốt galvanic hầu như luôn là hệ thống được ưu tiên, trong khi phương pháp đặt dòng điện thường được sử dụng cho các đường ống trên bờ. Trong khu vực mà việc bảo vệ catốt là không khả thi (như vùng nước bắn tóe và vùng khí quyển), chiều dày ăn mòn cho phép sẽ được áp dụng để bù cho sự ăn mòn bên ngoài

Mục tiêu của việc theo dõi và kiểm tra hệ thống bảo vệ chống ăn mòn bên ngoài là để xác

nhận rằng chức năng của hệ thống hoạt động bình thường và tìm ra bất kỳ thiếu sót nào do việc lắp đặt và vận hành

Việc kiểm tra hệ thống chống ăn mòn bên ngoài của đường ống có hệ thống bảo vệ catốt galvanic có thể bao gồm:

- Kiểm tra bằng mắt thường tình trạng lớp bọc bên ngoài
- Kiểm tra bằng mắt thường tình trạng và mức tiêu thụ của anốt galvanic
- Đo điện thế của anốt galvanic
- Đo điện thế tại bất kỳ hư hỏng tại lớp bọc làm lộ ra kim loại cơ bản của ống
- Đo gradien điện trường và mật độ dòng điện trong vùng lân cận của đường ống
- Đầu ra dòng anốt

Các đường ống được chôn lấp hoặc được đổ đá lấp về nguyên tắc không thể tiếp cận kiểm tra bằng mắt thường và đo điện thế trực tiếp. Việc kiểm tra các đường ống này có thể bị giới hạn trong việc kiểm tra tại các phần lộ ra của đoạn đầu đường ống và bất kỳ anốt galvanic được lắp đặt trên đoạn này.

Một số kỹ thuật khảo sát có sẵn để đánh giá tình trạng của hệ thống bảo vệ catốt. Hệ thống áp dụng sẽ phụ thuộc chủ yếu vào sự sẵn có của đường ống về độ sâu nước và thiết bị sẵn có (như ROV, tàu khảo sát)

Việc theo dõi hệ thống CP có thể được thực hiện bằng thiết bị cầm tay hoặc các cảm biến được lắp đặt cố định. Thiết bị cầm tay có thể được sử dụng bởi thợ lặn hoặc một phương tiện được điều khiển từ xa (ROV)

Hầu hết các thiết bị đo đặc được sử dụng trong các cuộc khảo sát di động là các điện cực tham chiếu để đo điện thế, gradien điện trường, một đầu đo kim loại để đo trực tiếp và máy ảnh

Một hệ thống theo dõi cố định được lắp đặt có thể bao gồm việc lắp đặt các điện cực tham chiếu cho phép đo điện thế, mật độ dòng điện và theo dõi điện thế anốt để xác định điện thế đầu ra anốt. Các hệ thống như vậy có thể được lắp đặt trên các đoạn đường ống không thể tiếp cận được để kiểm tra hoặc tại các vị trí được coi là quan trọng.

C.4.1.1 Các khu vực ăn mòn

Bề mặt bên ngoài của đường ống có thể được chia thành các khu vực ăn mòn, dựa trên thống số về môi trường để xác định mức độ ăn mòn thực tế. Các tính chất vật lý của các khu vực ăn mòn xác định các kỹ thuật được áp dụng để bảo vệ chống ăn mòn, và để kiểm tra và theo dõi việc kiểm soát ăn mòn.

Các khu vực chính sau đây có thể áp dụng:

- Vùng khí quyển
- Khu vực nước bắn tóe

- Khu vực chìm ngoài biển
- Khu vực chôn lấp ngoài biển
- Khu vực chôn lấp trên bờ

Khu vực khí quyển; các thành phần đường ống có thể tiếp xúc trực tiếp với nước biển, mưa và nước ngưng tụ. Đối với phần trên bờ, độ ăn mòn của khí quyển sẽ thay đổi nhiều tùy thuộc vào tình trạng tiếp xúc, như tiếp xúc trực tiếp với mưa hoặc độ ẩm không khí trong điều kiện có che chắn (như trong đường hầm và bất kỳ khu vực quây chắn nào không có sự kiểm soát độ ẩm)

Vùng khí quyển khô; các khu vực quây chắn có sự kiểm soát độ ẩm thường được coi là vùng khí quyển khô không phụ thuộc vào vị trí

Khu vực nước bắn tóe có thể được định nghĩa là khu vực mà ví dụ một ống cứng bị ảnh hưởng bởi sóng và triều lên và xuống định kỳ

C.4.1.2 Kiểm tra bằng mắt thường

Kiểm tra bằng mắt thường các phần đường ống không được chôn lấp có thể được thực hiện bởi thợ lặn hoặc bằng ROV được trang bị máy ảnh. Việc kiểm tra bằng mắt thường có thể bao gồm việc kiểm tra:

- Hư hỏng của các cáp cố định anốt
- Sự tiêu thụ của anốt (đánh giá kích thước anốt)
- Đo đặc kích thước anốt
- Xác định các anốt bị mất hoặc hư hỏng
- Hư hỏng lớp bọc
- Hư hỏng do ăn mòn (rỉ sét)

Việc tiêu thụ quá mức của anốt là dấu hiệu của sự thiếu hụt lớp bọc, ngoài trừ khi gần gần hoặc các kết cấu khác mà sự tiêu hao điện thế có thể dẫn đến việc tiêu thụ sớm các anốt tại đường ống liền kề. Mức tiêu thụ anốt thấp có thể cho thấy sự thụ động của anốt galvanic

Thép bị rỉ hoặc bị đổi màu là dấu hiệu cho thấy đường ống chưa được bảo vệ tốt

C.4.1.3 Khảo sát điện thế

Hiệu quả của hệ thống CP chỉ có thể được đánh giá bằng việc đo đặc thực tế điện thế của ống trong nước biển. Các phương pháp khảo sát thường được sử dụng để đo được điện thế dọc theo đường ống là bằng:

- Đo tiếp xúc trực tiếp – phép đo chênh lệch điện thế ống bằng von kế bằng cách tiếp xúc trực tiếp với thép qua một đầu đo kim loại và điện cực so sánh được đặt liền kề với bề mặt thép
- Khảo sát sự sụt giảm điện cực – một liên kết điện với ống đứng phía trên đường mặt nước được lập và một điện cực so sánh được hạ thấp xuống nước và được đặt dọc

theo mặt của kết cấu bằng một cáp tại các độ cao khác nhau, bằng thợ lặn hoặc bằng ROV (áp dụng cho các ống đứng)

- Khảo sát trailing wire/weighted-electrode – một liên kết điện với dây dẫn đến đường ống tại phần ống đứng trên mặt nước. Một dạng thiết bị hình con cá được kéo với một điện cực tham chiếu được kết nối với tàu khảo sát qua một dây dẫn được đặt trên đường ống và dịch chuyển dọc theo tuyến ống (bằng tàu, ROV hoặc thợ lặn) nơi đo điện thế so với khoảng cách
- Khảo sát điện cực từ xa – một điện cực tham chiếu từ xa (được nối đất từ xa) được sử dụng để đo điện thế giữa ống và điện cực từ xa (một điện cực được điều khiển từ xa khi khoảng cách giữa điện cực và đường ống không làm thay đổi điện thế đo giữa điện cực và đường ống). Điện cực từ xa có thể được đặt trên cáp điều khiển ROV hoặc bên dưới thân tàu khảo sát. Độ lệch giữa điện áp cố định của đường ống và điện cực từ xa phải được lập trước khi khảo sát bằng biện pháp tiếp điểm hiệu chuẩn với đường ống
- Khảo sát gradient điện trường – điện cực tương tự được sử dụng để đo gradien điện trường (EFG theo $\mu\text{V}/\text{cm}$) dọc theo đường ống có thể được sử dụng để đo điện thế ống trong nước biển

C.4.1.4 Khảo sát gradien điện trường

Biện pháp gradien điện trường đo đặc sự chênh lệch giữa hai điện cực tham chiếu được tách ra tại một khoảng cách không đổi. Điện trường gần với đường ống và anốt sẽ thay đổi do dòng điện CP trong nước biển

Biện pháp này có thể được sử dụng để đánh giá mật độ dòng điện trên anốt (đối với đánh giá bán định lượng đầu ra dòng điện của anốt), xác định các khuyết tật lớp bọc

C.4.1.5 Theo dõi và kiểm tra anốt galvanic

Anốt galvanic có thể được theo dõi bằng các kỹ thuật trực tiếp và gián tiếp. Kỹ thuật trực tiếp bao gồm đo đặc trực tiếp điện thế anốt và dòng điện đầu ra của anốt. Biện pháp gián tiếp bao gồm biện pháp điện trường để đánh giá dòng điện đầu ra của anốt và mức điện thế trong vùng lân cận với anốt

Các kỹ thuật theo dõi tình trạng và hiệu suất của anốt galvanic có thể bao gồm:

- Đo độ đậm anốt để đo điện thế anốt
- Đo gradien điện trường – có thể được sử dụng cho biện pháp bán định lượng dòng điện đầu ra anốt
- Lắp đặt anốt current monitoring shunt for quantification of anốt current output
- induction coil meters for determination of anốt current output

C.4.1.5 Khảo sát ban đầu

Một khảo sát sau khi rải ống bằng mắt thường phải tốt nhất được thực hiện để tìm kiếm bất kỳ hư hỏng của lớp bọc và hệ thống CP do quá trình lắp đặt. Cuộc khảo sát cũng có thể bao gồm việc xác định điện thế dọc theo ống và dòng điện đầu ra của anốt galvanic từ biện pháp đo gradient điện trường mà có thể được sử dụng như một dữ liệu cơ sở cho các khảo sát tiếp theo. Nếu khảo sát sau khi rải ống không khả thi, một cuộc khảo sát hệ thống bảo vệ ăn mòn bên ngoài phải tối thiểu được thực hiện trong một năm sau khi lắp đặt.

C.4.1.7 Hệ thống CP dòng điện đặt vào

Đối với đường ống hoặc phần đường ống (như tại vị trí tiếp bờ) có sử dụng hệ thống bảo vệ catốt bằng dòng điện đặt vào, sẽ áp dụng ISO-15589-1 và NACE SP0207 cho việc theo dõi và kiểm tra.

C.4.1.8 Các yêu cầu cho việc hiệu chuẩn thiết bị

Tất cả thiết bị được sử dụng để đo điện thế phải được hiệu chuẩn. Đối với việc hiệu chuẩn các điện cực tham chiếu, cần tham khảo NACE TM0497 hoặc tiêu chuẩn tương đương.

C.4.2 Kiểm tra ăn mòn bên trong

Ăn mòn bên trong hệ thống đường ống được để theo dõi cơ chế ăn mòn bên trong theo thời gian sẽ yêu cầu việc đo chiều dày thành ống. Biện pháp đo chiều dày thành ống có thể được thực hiện bằng việc:

- Phóng thoi thông minh được trang bị UT và MFL.
- Đo chiều dày thành ống bằng thiết bị NDT cầm tay hoặc thiết bị NDT được lắp đặt cố định. Biện pháp này được thực hiện trên bề mặt bên ngoài tại một vị trí cụ thể.

C.4.3 Kiểm tra các mối nguy do ăn mòn đột ngột

Các mối nguy do ăn mòn đột ngột thường là do các cơ chế ăn mòn do nứt ứng suất và nứt do hydrogen. Kiểm tra bằng ROV và phóng thoi thông minh có thể được sử dụng để xác định các vết nứt như vậy. Tuy nhiên do tính chất đột ngột của những hư hỏng này, việc kiểm tra thường xuyên những hư hỏng như vậy thường không được thực hiện.

C.4.4 Theo dõi

Mục đích của việc theo dõi ăn mòn bên trong là để xác nhận rằng lưu chất không có tác nhân gây ăn mòn hoặc để đánh giá hiệu quả của các biện pháp phòng chống ăn mòn.

Theo dõi độ ăn mòn cũng có thể được sử dụng để chuẩn đoán bất kỳ vấn đề ăn mòn nào có thể xảy ra trong hệ thống (như do MIC), để xác định lịch kiểm tra và đánh giá kéo dài tuổi thọ.

Đường ống sử dụng hợp kim chống ăn mòn được coi là có khả năng chống ăn mòn do CO₂. Đối với các hệ thống như vậy, việc theo dõi có thể được giới hạn trong việc theo dõi tình trạng của các thông số xử lý và theo dõi thành phần lưu chất theo lịch được lập. Ngoài ra, vật liệu chế tạo đường ống bằng thép Cmn và hợp kim thấp không có khả năng chống ăn mòn do

CO₂ yêu cầu cần phải được theo dõi sự ăn mòn bên trong và tính ăn mòn của lưu chất vận chuyển.

Việc theo dõi ăn mòn của đường ống dẫn chất lỏng không có tính ăn mòn (như khí khô) có thể được giới hạn trong việc theo dõi điểm sương của nước

Việc theo dõi ăn mòn không đưa ra thông tin về tổn thất thực tế chiều dày thành ống và do đó không thể thay thế cho việc kiểm tra bên trong hệ thống đường ống

C.4.4.1 Giám sát sự ăn mòn

Giám sát sự ăn mòn bao gồm các hoạt động liên quan đến việc theo dõi tình trạng và theo dõi ăn mòn, bao gồm

- Theo dõi các thông số xử lý (như áp suất)
- Phân tích lưu chất (ví dụ như các loại ăn mòn)
- Theo dõi nhằm mục đích kiểm soát sự ăn mòn (như ỨC CHẾ ăn mòn, điểm sương)
- Sử dụng các đầu dò ăn mòn hoặc các kỹ thuật theo dõi phức tạp khác
- Phân tích hóa học của sản phẩm ăn mòn (như trên đầu dò ăn mòn, các ngoại vật thu được khi làm sạch ống)
- Theo dõi tính toàn vẹn (đo chiều dày thành ống bằng thiết bị được lắp đặt cố định hoặc được sử dụng tại một vị trí cụ thể)

Mục đích của việc giám sát ăn mòn là để phát hiện bất kỳ thay đổi nào trong vận hành, thay đổi trong tính ăn mòn của lưu chất và sự ăn mòn ban đầu mà có thể dẫn đến các mối nguy tiềm ẩn cho đường ống

C.4.4.2 Các kỹ thuật theo dõi sự ăn mòn

Các kỹ thuật theo dõi sự ăn mòn có thể là trực tuyến hoặc ngoại tuyến. Theo dõi trực tuyến là các phép đo đặc liên tục và hoặc theo thời gian thực các thông số quan tâm, trong khi đó theo dõi ngoại tuyến là lấy mẫu để phân tích theo lịch định sẵn tại phòng thí nghiệm

Theo dõi ăn mòn có thể được thực hiện bằng các kỹ thuật trực tiếp hoặc gián tiếp. Kỹ thuật trực tiếp đo sự tổn hao hoặc ăn mòn kim loại tại một vị trí nhất định trên đường ống (như bằng đầu dò ăn mòn), trong khi đó các kỹ thuật gián tiếp đo các thông số ảnh hưởng đến sự ăn mòn (như hàm lượng O₂) hoặc kết quả của sự ăn mòn (chiều dày thành ống còn lại bằng phương pháp NDT)

Theo dõi sự ăn mòn còn được phân loại theo có xâm lấn hoặc không xâm lấn. Biện pháp xâm lấn yêu cầu tiếp cận qua thành ống để thực hiện đo đạc (như đầu dò ăn mòn), trong khi đó biện pháp không xâm lấn được thực hiện bên ngoài (không yêu cầu tiếp cận qua thành ống) hoặc phân tích các mẫu lấy được từ dòng chất xử lý

Các kỹ thuật xâm lấn được sử dụng để theo dõi sự ăn mòn trong hệ thống liên quan đến một vị trí cụ thể và phù hợp nhất để theo dõi toàn bộ những thay đổi về tính ăn mòn của lưu chất

Biện pháp không xâm lấn trong điều kiện lấy mẫu theo lịch trình là phù hợp để theo dõi bất kỳ thay đổi nào có thể xảy ra về tính ăn mòn của lưu chất theo thời gian

Các kỹ thuật gián tiếp không xâm lấn để đo chiều dày thành ống phải được thực hiện tại cùng một vị trí khi sử dụng thiết bị cầm tay để theo dõi bất kỳ sự phát triển tiềm năng nào về ăn mòn

C.4.4.3 Các thông số theo dõi điển hình

Mức độ phân tích lưu chất sẽ phụ thuộc vào thành phần lưu chất và việc sử dụng hóa chất xử lý để hạn chế sự ăn mòn trong đường ống. Bảng C-3 thể hiện tổng quan về các thông số theo dõi điển hình được xem xét liên quan đến việc lập kế hoạch và thực hiện chương trình theo dõi ăn mòn của đường ống

Việc sử dụng hóa chất để kiểm soát ăn mòn phải luôn bao gồm việc theo dõi tính hiệu quả của việc bơm hóa chất. Điều này phụ thuộc vào như cầu cụ thể đối với một đường ống

C.5 Đánh giá tính toàn vẹn

C.5.1 Đường ống bị ăn mòn

Đối với việc đánh giá đường ống bị ăn mòn, tham khảo DNVGL-ST-F101

C.5.2 Đánh giá tính toàn vẹn hệ thống bảo vệ catốt

Các tiêu chí về điện thế bảo vệ catốt được đưa ra trong thiết kế (hoặc tiêu chuẩn thiết kế CP áp dụng) phải được duy trì trong suốt tuổi thọ thiết kế của đường ống

C.6 Giảm thiểu, khắc phục và sửa chữa

C.6.1 Giảm thiểu

Hoạt động giảm thiểu chính là tăng cường việc kiểm soát ăn mòn. Việc kiểm soát ăn mòn bao gồm các biện pháp được thực hiện để hạn chế sự ăn mòn trong đường ống. Điều này bao gồm việc sử dụng việc bơm hóa chất, hoặc nhu cầu cần thiết làm sạch đường ống theo lịch định trước (xem Bảng C-4)

C.6.2 Khắc phục

Việc khắc phục thường không được áp dụng như một biện pháp chống lại sự ăn mòn. Các trường hợp có thể xảy ra mà có thể được coi là một tùy chọn là:

- Loại bỏ ngoại vật gây hư hỏng lên hệ thống bảo vệ ăn mòn bên ngoài
- Tiến hành khắc phục để làm hạn chế hoặc giảm thiểu ứng suất trong đường ống

C.6.3 Sửa chữa

Sự ăn mòn có thể dẫn đến mất khả năng chịu áp lực dẫn đến yêu cầu cần phải sửa chữa. Một đánh giá tính toàn vẹn cho một đường ống bị ăn mòn có thể kết luận việc sửa chữa là cần thiết để ngăn ngừa sự mất khả năng chịu lực – xem Phần 7 đối với việc sửa chữa đường

ống.

Nếu hệ thống bảo vệ catốt không đáp ứng được tiêu chí bảo vệ hoặc điện thế của hệ thống CP không đủ và không đáp ứng được suất tuổi thọ thiết kế của đường ống (anốt vì một số lý do bị cạn kiệt quá mức), đường ống cần phải được lắp đặt thêm anốt. Cần phải đánh giá lại hệ thống bảo vệ catốt và đánh giá biện pháp lắp đặt

Bảng C-2. Các kỹ thuật theo dõi ăn mòn

Kỹ thuật theo dõi		Phân loại		Giải thích
Đầu dò ăn mòn	Mẫu lấy khối lượng (Weight loss coupon)	Trực tiếp	Xâm lấn	Yêu cầu tiếp cận qua thành ống Đưa ra các thông tin liên quan đến tốc độ ăn mòn trong một khoảng thời gian nhất định
	Điện trở phân cực tuyến tính (Linear Polarisation Resistance (LPR) ¹⁾)	Trực tiếp	Xâm lấn	Yêu cầu tiếp cận qua thành ống Đưa ra tốc độ ăn mòn theo thời gian thực tại một vị trí nhất định
	Điện trở (Electrical Resistance (ER) ¹⁾)	Trực tiếp	Xâm lấn	Yêu cầu tiếp cận qua thành ống Đưa ra tốc độ ăn mòn theo thời gian thực tại một vị trí nhất định
	Đầu dò Hydrogen (Hydrogen probes)	Gián tiếp	Xâm lấn	Theo dõi trực tuyến hydrogen
	Đầu dò galvanic	Trực tiếp	Xâm lấn	Yêu cầu tiếp cận qua thành ống Đưa ra thông tin theo dõi thời gian thực tế. Đo dòng điện galvanic
	Đầu dò Bioprobes	Trực tiếp	Xâm lấn	Yêu cầu tiếp cận qua thành ống

				Đo đặc theo thời gian thực
Kỹ thuật điện hóa tiên tiến (advance electrochemical techniques)	Quang phổ trở kháng (Impedance spectroscopy) Độ nhiễu điện hóa (Electrochemical noise)	Trực tiếp	Xâm lấn	Yêu cầu tiếp cận qua thành ống Đo đặc theo thời gian thực
Phân tích lưu chất	Chi tiết xem bảng C-3	Gián tiếp	Không xâm lấn	Đo đặc ngoại tuyến Mẫu được xác định trong phòng thí nghiệm
		Trực tiếp	Xâm lấn	Đo đặc trực tuyến/thời gian thực như hàm lượng Oxy, pH, thể oxi hóa khử
Phương pháp dấu hiệu từ trường (field signature)	Đo chiều dày thành ống	Trực tiếp	Không xâm lấn	Trực tuyến hoặc được lên lịch (bằng ROV), đo đặc sự ăn mòn bên trong từ bề mặt ngoài ống
Thử NDT	Đo chiều dày thành ống	Trực tiếp	Không xâm lấn	Đo chiều dày thành ống bằng thiết bị cầm tay hoặc thiết bị được lắp đặt cố định. Biện pháp được thực hiện từ bề mặt ngoài tại một vị trí cụ thể trên đỉnh ống
Chụp phim X-quang	Đo chiều dày thành ống	Trực tiếp	Không xâm lấn	Biện pháp được thực hiện từ bề mặt ngoài tại một vị trí cụ thể trên đỉnh ống
Máy quay video	Xác định hư hỏng do ăn mòn	-	Xâm lấn	Kiểm tra bằng mắt thường có thể được sử dụng để xác định vị trí ăn mòn bên trong
Siêu âm tầm xa/sóng dẫn hướng	Kỹ thuật sàng lọc để xác định tổn thất kim loại/ăn mòn	Trực tiếp	Không xâm lấn	Biện pháp để sàng lọc các khuyết tật dọc theo đường ống. Biện pháp này không định lượng khuyết tật nhưng

				có thể phát hiện nếu các khuyết tật nằm trên tuyến ống trong một chiều dài cho trước. Yêu cầu tiếp cận thép ống
1) Kỹ thuật yêu cầu một giai đoạn conductive water phase. Các đầu dò có thể bị ảnh hưởng bởi sự bám bẩn, sự hình thành màng sinh học, hydro các bon và các loại cặn khác				
2) Mức độ khuếch tán hydro đối với các hệ thống chứa H2S				

Bảng C-3. Ví dụ về các thông số cần theo dõi để kiểm soát sản phẩm và kiểm soát ăn mòn bên trong

Theo dõi	Thông số	Khí khô (khí nặng)	Khí ướt	Hỗn hợp sản phẩm	Dầu thô	Ép nước
	Hàm lượng CO2	x	x	x	(x)	(x)
	Hàm lượng H2S	x	x	x	(x)	X nếu là PW
						NA nếu là SW
	Hàm lượng O2	(x)				Trực tuyến nếu là SW 6) 7)
						(x) nếu là PW
	Điểm sương nước	Trực tuyến				
	Hàm lượng nước		(x)	(x)	(x)	
	Điểm sương HC	(x)	(x)			
	Nhiệt độ hóa			(x)	(x)	

	sáp					
	Nhiệt độ hình thành hydrat	(x)	(x)			
	Khác	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
Lấy mẫu: lưu chất/nước/dầu/chất rắn	Hợp chất chứa lưu huỳnh	(x)		(x)	(x)	
	Tính dẫn điện			(x)	(x)	
	Hàm lượng cation/anion			(x)	(x)	
	Độ pH			(x)	(x)	(x)
	Vi sinh vật			(x)	(x)	(x)
	Chất ức chế (như cặn/sáp/ấn mòn)			(x)	(x)	(x)
	Glycol - metanol		(x)	(x)		
	Chất chống muối					(x)
	Chất phân tán					
	Axit hữu cơ			(x)	(x)	
Khác						
		(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
<p>1) Như nitrogen, hydro các bon, chất rắn lơ lửng</p> <p>2) Như mercaptan, disulfide, sulfide, nguyên tố lưu huỳnh</p> <p>3) Như Fe²⁺, Ca²⁺, Mg²⁺, Na⁺, K⁺, Ba²⁺, Sr²⁺, SO₄²⁻, HCO₃⁻</p> <p>4) Một nguyên cứu về sự đa dạng của vi sinh vật sẽ cần được thực hiện trước khi tiến hành bất kỳ việc</p>						

theo dõi hoặc thử nghiệm MIC. Tuy nhiên, các vi sinh vật điển hình để xác định là: SRB, SRA, methanogeni, vi khuẩn khử sắt, vi khuẩn sử dụng nitrat (NUB)
5) Như chất rắn lơ lửng, độ nhớt, phân tích mẫu ngoại vật sau khi phóng thoi làm sạch, thủy ngân, phóng xạ (tích tụ chất phóng xạ tự nhiên trong đường ống)
6) PW- nước sản xuất/SA-nước biển, NA-không áp dụng
7) Hóa chất để kiểm soát ăn mòn có thể chứa oxy trừ khi nó được loại bỏ trước khi phụ
Theo dõi trực tuyến – cần thiết
x Lấy mẫu theo lịch – cần thiết
(x) lấy mẫu theo lịch – Khuyến nghị
Cần lưu ý rằng vị trí lấy mẫu là rất quan trọng và phải được chọn một cách chính xác. Nên tham khảo ý kiến của các chuyên gia

Bảng C-4. Quy trình theo dõi và kiểm soát ăn mòn bên trong

Thông số xử lý	Thông số	Khí khô (khí năng)	Khí ướt	Hỗn hợp sản phẩm	Dầu thô	Ép nước
Thông số vận hành	Áp suất	Trực tuyến	Trực tuyến	Trực tuyến	Trực tuyến	Trực tuyến
	Nhiệt độ	Trực tuyến	Trực tuyến	Trực tuyến	Trực tuyến	Trực tuyến
	Tốc độ dòng chảy (dầu/khí)	Trực tuyến	Trực tuyến	Trực tuyến	Trực tuyến	Trực tuyến
	Loại bỏ nước			Trực tuyến	Trực tuyến	
Bơm hóa chất	Chất diệt khuẩn			(x)	(x)	(x)
	Chất ức chế	(x)	(x)	(x)	(x)	(x)
	Glycol – metanol	(x)	(x)	(x)		
	Hóa chất duy trì độ pH			(x)		
	Chất chống muối	(x)				(x)

	Chất phân tán			(x)		
	Khác	(x)	(x)	(x)		
1) Hóa chất được sử dụng trong giai đoạn dùng hoặc để làm sạch						
Theo dõi trực tuyến – cần thiết						
(x) bơm liên tục hoặc theo đợt (tốc độ/thể tích bơm)						

Bảng C-5. Định nghĩa

Loại	Định nghĩa
Khí khô	Khí tự nhiên không có độ ẩm đáng kể (nước) và có nhiệt độ cao hơn điểm sương của khí tại một áp suất nhất định (đôi khi còn được gọi là khí gây) Yêu cầu về điểm sương nước thực tế đối với đường khí khô phải được xác định bởi nhà thiết kế/điều hành
Khí ướt	Khí tự nhiên có chứa nước hoặc có khả năng chứa nước lỏng khi vận hành thông thường (đôi khi còn được gọi là nước tự do)
Khí gây	Khí tự nhiên có chứa ít hoặc không có hydro các bon có thể hóa lỏng
Khí hàm lượng cao	Khí tự nhiên có chứa hydro các bon nặng hơn khí gây ở dạng hydro các bon lỏng
Điểm sương	Nhiệt độ tại bất kỳ áp suất nhất định nào mà tại đó lưu chất bắt đầu ngưng tụ từ khí hoặc giai đoạn hóa hơi Điểm sương của nước – nhiệt độ mà tại đó nước bắt đầu ngưng tụ Điểm sương hydro các bon – nhiệt độ mà tại đó hydro các bon bắt đầu ngưng tụ

PHỤ LỤC D. HỆ THỐNG PHÁT HIỆN RÒ RỈ

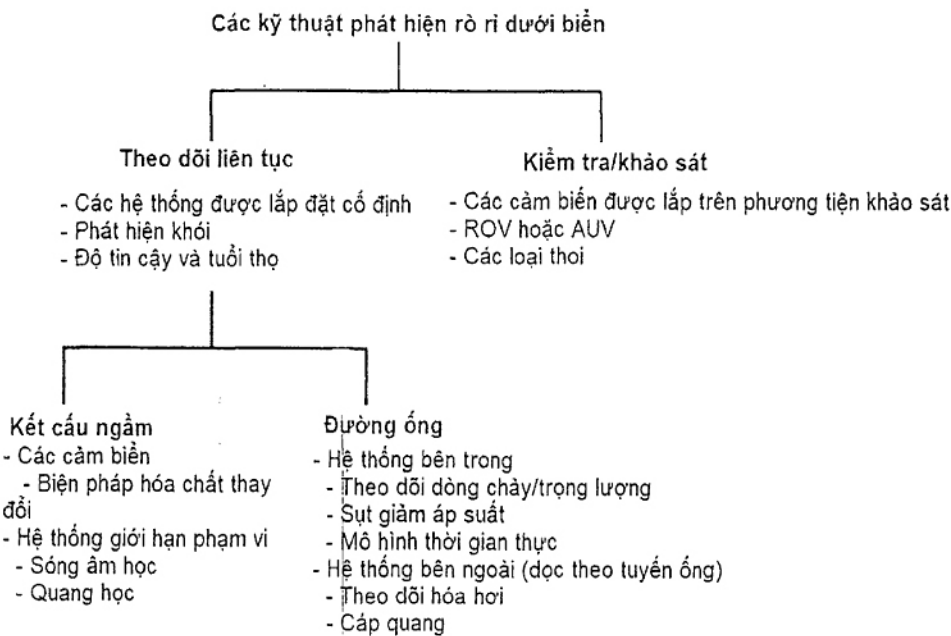
(Tham khảo)

D.1 Giới thiệu

Phụ lục này đưa ra tổng quan về các kỹ thuật khác nhau về hệ thống phát hiện rò rỉ cho đường ống biển.

D.2 Các kỹ thuật phát hiện rò rỉ

Hình D-1 thể hiện sơ đồ tổng quan các loại khác nhau về các kỹ thuật phát hiện rò rỉ và tính áp dụng của chúng



Có hai biện pháp chính khác nhau liên quan đến phát hiện rò rỉ: theo dõi liên tục và kiểm tra/khảo sát:

- Thực hiện bằng việc theo dõi liên tục, các hệ thống phát hiện rò rỉ/cảm biến được lắp đặt cố định trên các kết cấu ngầm, và có chức năng như một loại cảm biến phát hiện khối đưa ra một báo động nếu sự rò rỉ xảy ra. Độ tin cậy và tuổi thọ của các hệ thống như vậy do đó rất quan trọng
- Thực hiện bằng việc kiểm tra/khảo sát, cảm biến phát hiện rò rỉ được lắp đặt trên các thiết bị có tính di động như ROVs, AUVs hoặc phóng thoi, và các kết cấu ngầm được kiểm tra bởi các phương tiện này. Các cuộc kiểm tra như vậy thường rất quan trọng trong quá trình chạy thử

Đối với hệ thống theo dõi liên tục, loại được áp dụng có tính quyết định vì có sự khác biệt lớn về các chức năng cần thiết của hệ thống phù hợp với việc theo dõi đường ống.

Có hai loại hệ thống phát hiện rò rỉ chính được sử dụng để theo dõi đường ống biển:

- Hệ thống bên trong, nghĩa là theo dõi và mô hình hóa các thông số dòng chảy như mức cân bằng trọng lượng và áp suất
- Hệ thống bên ngoài, nghĩa là lắp đặt các loại cảm biến khác nhau dọc theo tuyến ống

D.3 Theo dõi liên tục đường ống bằng hệ thống bên trong

Hệ thống dựa trên phần mềm để theo dõi và mô hình các thông số bên trong như sự cân bằng khối lượng, thể tích dòng chảy và sự chênh lệch áp suất được sử dụng để phát hiện sự rò rỉ trong nhiều năm. Các hệ thống như vậy vẫn là lựa chọn thực tế duy nhất để theo dõi các đường ống dài, và có thể được sử dụng cả cho đường ống trên bờ và dưới biển

D.3.1 Theo dõi khối lượng/dòng chảy

Bằng việc theo dõi các thông số của đường ống hoặc đoạn đường ống, một rò rỉ có thể được phát hiện nếu có một sự khác biệt giữa dòng đầu ra và đầu vào. Tốc độ rò rỉ có thể được xác định từ sự chênh lệch giữa đầu ra và đầu vào, và khu vực rò rỉ cục bộ có thể được mô hình hóa

Đồng hồ đo lưu lượng bên ngoài (dạng kẹp_, như đồng hồ đo lưu lượng siêu âm, có thể được gắn dọc theo đường ống để đo chính xác lưu lượng. Tuy nhiên biện pháp này phù hợp hơn cho các đường ống trên bờ

D.3.2 Sự sụt giảm áp suất

Sự rò rỉ đường ống tạo ra sự sụt giảm áp suất tại phía hạ nguồn của đường ống sau vị trí rò rỉ. Bằng việc theo dõi và mô hình hóa điều kiện áp suất trong đường ống, rò rỉ có thể được phát hiện và khoanh vùng

Ngoài ra, sự rò rỉ hoặc vỡ đường ống xảy ra đột ngột tạo ra sóng áp suất âm bên trong lưu chất đường ống. Bằng cách phát hiện sóng áp suất như vậy, sự rò rỉ có thể được phát hiện và khoanh vùng.

D.3.3 Mô hình hóa tạm thời theo thời gian thực

Sự phát hiện rò rỉ bằng mô hình hóa tạm thời theo thời gian thực được dựa trên các thuật toán và mô hình phần mềm phức tạp sử dụng tính chất cơ học lưu chất tiên tiến và mô hình thủy lực. Việc mô hình hóa dựa trên các thông số dòng chảy khác nhau được đo đạc trong điều kiện nhất thời và điều kiện động. Việc tính toán kích thước và vị trí rò rỉ là có thể thực hiện được

Các hệ thống như vậy có thể rất nhạy về kích thước rò rỉ và rất chính xác trong việc xác định vị trí bị rò rỉ

D.4 Theo dõi liên tục đường ống bằng hệ thống bên ngoài

Hệ thống phát hiện rò rỉ bên ngoài là các cảm biến được lắp dọc theo tuyến ống. Hạn chế

chính hiện nay của các hệ thống như vậy là phải bao phủ trong khoảng cách lớn. Hiện tại có hai loại công nghệ như vậy phù hợp với việc theo dõi các đường ống biển, theo dõi sự hóa hơi và cấp quang

D.4.1 Theo dõi sự hóa hơi

Hệ thống này là một loại ống cảm biến được đặt song song với đường ống, như được minh họa trong Hình D-2. Khi xảy ra rò rỉ, sự hóa hơi từ lưu chất bị rò rỉ sẽ khuếch tán vào trong ống cảm biến và sẽ truyền đến trạm đo đặc. Bằng việc phân tích sự tập trung của sự hóa hơi, vị trí và kích thước rò rỉ có thể được xác định

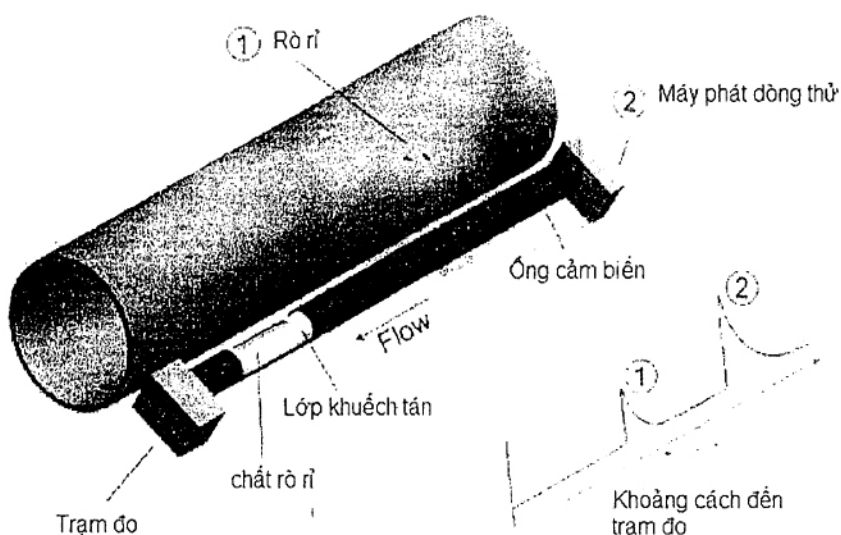
D.4.2 Cấp quang

Mặc dù cấp quang không phải là công nghệ mới nhưng việc sử dụng cấp quang làm hệ thống phát hiện rò rỉ dọc theo đường ống hiện đã xuất hiện và đầy hứa hẹn. Hình D-3 dưới đây minh họa sơ đồ nguyên lý hoạt động của cấp quang.

Các xung ánh sáng laze sẽ được truyền trong cáp, và bị tán xạ ngược một phần do vật liệu cáp. Quá trình tán xạ ngược này bị ảnh hưởng bởi các đặc tính của vật liệu cáp, lần lượt phụ thuộc vào điều kiện xung quanh cáp như nhiệt độ, áp suất, biến dạng và rung động

Do đó bằng cách phân tích đặc tính của sự tán xạ ánh sáng, có thể thu được thông tin về điều kiện môi trường xung quanh dọc theo cáp. Thông tin này có thể được sử dụng để phát hiện sự rò rỉ trong đường ống:

- Cảm biến nhiệt độ: sự rò rỉ thường tạo ra một sự chênh lệch nhiệt độ lớn ở vùng lân cận quanh vị trí rò rỉ, và sự chênh lệch nhiệt độ này có thể được phát hiện bằng cấp quang. Thông thường cấp quang có thể đo sự chênh lệch nhiệt độ khoảng 1°C trong một đoạn cáp dài 1-2m, phụ thuộc vào tổng khoảng cách
- Cảm biến âm thanh: sự rung động do rò rỉ có thể tạo ra các dạng âm thanh có thể được cấp quang ghi lại. Thông thường, độ phân giải là trong phạm vi 10 m, trong đó mỗi đoạn 10 m có nguyên tắc hoạt động như một loại micro



D.5 Phát hiện rò rỉ bằng việc kiểm tra/khảo sát

Bằng việc lắp đặt các cảm biến phù hợp lên các thiết bị di động dưới biển như ROV và AUVs, đường ống có thể được kiểm tra để phát hiện sự rò rỉ. Mục đích của việc kiểm tra như vậy là:

- Phát hiện sự rò rỉ có thể xảy ra trong khi chạy thử
- Khảo sát theo chu kỳ các kết cấu ngầm dưới biển
- Khoanh vùng chính xác vị trí rò rỉ đã biết mà đã được phát hiện bằng các biện pháp khác.

Có các loại cảm biến khác nhau có thể được lắp đặt lên ROV hoặc AUV, và được sử dụng để phát hiện sự rò rỉ dưới biển:

- Các biện pháp hóa học, như mass spectrometry and methane sniffers
- Các biện pháp âm học, như hydrophone (âm thanh thụ động) và sonar (âm thanh chủ động)
- Biện pháp quang học, như máy quay video và huỳnh quang,

Việc khảo sát theo chu kỳ đường ống bằng ROV hoặc AUV có thể nằm trong phạm vi theo dõi liên tục, phụ thuộc vào tần suất khảo sát. Hạn chế của việc áp dụng này là tốc độ của phương tiện và khoảng cách tối đa. Chỉ những phương tiện an toàn và có độ tin cậy mới được sử dụng

Phương pháp khác có thể để phát hiện rò rỉ trong kiểm tra đường ống là lắp đặt một cảm biến phát hiện rò rỉ lên thoi phóng. Đường ống thường được kiểm tra định kỳ bằng việc phóng thoi để đánh giá tính toán vẹn đường ống và phát hiện khả năng ăn mòn. Rò rỉ cũng có thể được phát hiện theo cách này bằng việc lắp đặt các cảm biến thích hợp, như thiết bị cảm biến âm thanh lên thoi phóng

Một ưu điểm của phương pháp phóng thoi là có thể bao phủ trên toàn đường ống có chiều dài lớn, và các phần trên bờ và dưới biển đều có thể được kiểm tra. Tuy nhiên, cũng như với việc khảo sát bằng ROV và AUV, tần suất phóng thoi là rất quan trọng.

D.6 Tiêu chí lựa chọn hệ thống phát hiện rò rỉ

Bên cạnh về chi phí, có một số tiêu chí quan trọng cần được xem xét khi lựa chọn hệ thống phát hiện rò rỉ cho một đường ống biển:

- Khoảng cách, như chiều dài đường ống
- Độ nhạy (sự phát hiện các rò rỉ nhỏ)
- Thời gian phản hồi và tần suất kiểm tra
- Độ tin cậy (không có cảnh báo sai)
- Tuổi thọ và nhu cầu bảo dưỡng (đối với hệ thống bên ngoài)
- Loại đường ống và sản phẩm/các vấn đề về đảm bảo dòng chảy

PHỤ LỤC E. CÁC KỸ THUẬT KIỂM TRA VÀ THEO DÕI

(Tham khảo)

E.1 Các phương pháp kiểm tra đường ống

Các phương pháp kiểm tra (khảo sát) khác nhau đối với việc kiểm tra bên ngoài hoặc bên trong được mô tả ngắn gọn dưới đây. Các phương pháp được mô tả là các phương pháp thực tế được sử dụng thông dụng, tuy nhiên các kỹ thuật mới liên tục được phát triển và có thể được sử dụng nếu thích hợp. Chỉ nên sử dụng các phương tiện an toàn và đáng tin cậy.

E.1.1 Kiểm tra (dưới nước) bên ngoài

E.1.1.1 Các phương tiện để kiểm tra bên ngoài

Có các lựa chọn khác nhau cho các phương tiện mang thiết bị khảo sát bên ngoài. Việc lựa chọn phương tiện kiểm tra có thể phụ thuộc vào các mối nguy liên quan đến đặc trưng của đường ống. Các phương tiện khác nhau có khả năng khác nhau về tốc độ, khả năng dừng và thực hiện khảo sát chi tiết, khả năng mang theo các cảm biến và độ chính xác của dữ liệu và do đó có các lợi thế khác nhau để xem xét

Phương tiện điều khiển từ xa được sử dụng để kiểm tra hệ thống đường ống biển và các bộ phận nằm bên dưới khu vực nước bắn tóe. ROV có thể chạy trên các bánh xe trên đỉnh đường ống hoặc di chuyển bên trên hệ thống đường ống. ROV có thể được trang bị thiết bị khác nhau phụ thuộc vào yêu cầu kiểm tra và theo dõi:

- Kiểm soát hình ảnh (video hoặc máy ảnh tĩnh)
- Hệ thống sonar (sonar đa tia hoặc quét bên - side scan sonar)
- Hệ thống định vị và lập bản đồ vị trí đường ống so với đáy biển (bộ phát, phương pháp digiquarts, phép đo quang...)
- Bản đồ đáy biển
- Vị trí đường ống và đo độ sâu chôn ống (thiết bị xác định ống bao gồm máy đo chéo, video và đo độ nghiêng)
- Phép đo hệ thống bảo vệ chống ăn mòn
- Các cảm biến môi trường (đo các thông số ảnh hưởng đến vận tốc âm thanh trong nước)
- Cánh tay robot

ROV thường được coi là một phương tiện khảo sát tương đối chậm nhưng đáng tin cậy. Tốc độ của cuộc khảo sát phụ thuộc vào khả năng của ROV, mật độ dữ liệu, độ sâu nước và các điều kiện môi trường. Trong điều kiện tốt, tốc độ khảo sát có thể đạt được từ 1,0 đến 1,5 m/s/ Ở các khu vực khác, tốc độ khảo sát có thể nhỏ hơn 0,5 m/s

Việc sử dụng ROV trong bất kỳ trường hợp có thể cung cấp dữ liệu định vị tốt, kết hợp với tất cả các công cụ khảo sát có sẵn và khả năng dừng, và cung cấp các chi tiết bổ sung khi được

yêu cầu. Việc định vị bề mặt có thể được cung cấp với độ chính xác tuyệt đối 0,5 m phụ thuộc vào độ sâu nước. Tính cơ động thích hợp của ROV sẽ đưa ra khả năng sử dụng đồng thời các cần đỡ máy ảnh, định vị ống và thiết bị đội âm đa luồng

Cho đến ngày nay, ROV là giải pháp thay thế duy nhất mang lại nhiều loại công cụ khảo sát đồng thời và dễ kiểm tra tiệm cận bằng mắt thường đường ống. Do đó, ROV sẽ là phương pháp tốt nhất để phát hiện hầu hết các mối nguy riêng lẻ.

Chất lượng đạt được của hệ thống ROV bị suy giảm ở mức độ cao bởi tầm nhìn kém do nước lẫn bùn đất, đàn cá, v.v... và chất lượng của cuộc khảo sát bằng ROV cũng có thể bị ảnh hưởng bởi dòng chảy mạnh

Phương tiện kéo được điều khiển từ xa (ROTV) được sử dụng để kiểm tra bên ngoài hệ thống đường ống. Hệ thống không có internal powered progress theo bất kỳ hướng nào, nhưng có thể lái sang ngang và lên xuống bằng bánh lái để cung cấp vị trí và độ cao phù hợp nhất có thể so với đường ống. ROTV được kéo phía sau tàu khảo sát ở tốc độ tương đối cao, thường là 4 hải lý (tương đương 2 m/s). Thông thường ROTV sẽ chạy bên đường ống (thường là 20 m) tại độ cao 10-20 m.

Thông thường ROTV chỉ có khả năng mang một hệ thống quét bên (side scan sonar), nhưng các kỹ thuật mới cho phép đưa vào kể cả một thiết bị đội âm đa luồng. Sự phát triển công nghệ trong tương lai có thể bao gồm thiết bị định vị ống được sử dụng trên ROTV trong một số điều kiện nhất định

So sánh với ROV, ROTV nhanh hơn và có phạm vi hoạt động xa hơn, nhưng chỉ có thể mang hạn chế các cảm biến và có khả năng quan sát các mối nguy nhất định thấp hơn. Tuy nhiên, ROTV đưa ra đủ các kết quả liên quan đến việc phát hiện hầu hết các mối nguy từ bên thứ ba và cũng có thể đưa ra các điều kiện rải đường ống bao gồm phát hiện nhịp hẫng. Khoảng cách giữa tàu và ROTV có liên quan đến độ sâu nước và do đó tính chính xác về vị trí của ROTV phụ thuộc vào độ sâu nước. ROTV không thể dừng và thực hiện khảo sát chi tiết một khu vực cụ thể. ROTV có thể được đánh giá như một công cụ chính để kiểm tra trong các khu vực nhất định, nhưng cũng có thể được đánh giá như một công cụ cho việc cung cấp hình ảnh toàn cảnh trước khi một cuộc khảo sát chi tiết hơn được thực hiện bằng ROV tại các khu vực quan tâm bị hạn chế.

Tuy nhiên, phương pháp này bị hạn chế bởi độ sâu nước và không được khuyến nghị thực hiện tại độ sâu nước lớn hơn 300 m

Tow-fish là một dạng thiết bị được kéo phía sau tàu khảo sát cũng như ROTV, nhưng không được trang bị hệ thống lái chủ động. Vị trí của tow-fish được điều khiển bởi cáp kéo và tốc độ của tàu. Trong điều kiện thực tế, tow-fish chỉ có khả năng mang theo thiết bị quét bên (Side scan sonars)

Thiết bị dưới nước không sử dụng dây kéo là một thiết bị có khả năng bơi tự do được lập

trình để chạy bằng một chương trình được lập trước, nhưng cũng có thể chạy bằng cách nhận lệnh từ các liên kết bằng âm thanh. Một phương tiện điển hình hoạt động với tốc độ khoảng 4 hải lý/giờ. Thiết bị được phóng và nhận từ một tàu và cần tàu đó thực hiện nhiệm vụ. Dữ liệu mẫu có thể được truyền đến tàu bằng liên kết âm thanh trong quá trình thực hiện để kiểm tra chất lượng. Các công cụ khảo sát có thể là đo địa hình đa tia, quét bên sonar, và thiết bị đo địa tầng.

Phương tiện tự hành dưới nước là một dạng ro bốt không có cáp cố định với tàu khảo sát, và không có bất kỳ khả năng điều khiển từ xa nào. Thiết bị này được phóng và nhận lại từ một tàu và đi theo một lộ trình đã được xác định trước. Các công cụ khảo sát có thể là đo địa hình đa tia, quét bên (side scan sonar) và thiết bị đo địa tầng.

Thợ lặn có thể được yêu cầu nếu công việc không thể thực hiện được bằng ROV và nếu độ sâu không vượt quá 150 m

E.1.1.2 Các công cụ kiểm tra bên ngoài

Mắt thường/phim/ảnh – Một phương tiện ROV được trang bị một số máy ảnh sẽ được sử dụng để kiểm tra bằng mắt thường hệ thống đường ống

Thông thường, ba máy ảnh sẽ được sử dụng để kiểm tra bên ngoài đường ống, cụ thể là một máy ảnh trên cùng và hai cần đỡ máy ảnh hai bên. Điều quan trọng là phải duy trì vị trí của các máy ảnh và các cần đỡ tại cùng một vị trí tương đối so với đường ống để đưa ra phạm vi bao quát tốt nhất có thể của đường ống và bề mặt đáy biển xung quanh. Ngoài ra, cần phải tối ưu hóa chất lượng ánh sáng của ROV để đưa ra chất lượng hình ảnh tốt nhất trong quá trình kiểm tra

Cả hai phương pháp kiểm tra chung bên ngoài bằng mắt thường (GVI) và kiểm tra tiệm cận bằng mắt thường (CVI) có thể được thực hiện.

Kiểm tra bằng mắt thường được ghi lại ở dạng số để làm tài liệu. Việc kiểm tra bằng mắt thường giúp dễ dàng xác định các quan sát có thể nhìn thấy của hệ thống và đáy biển để người vận hành có thể đưa ra kết quả.

Kiểm tra tiệm cận bằng mắt thường là phương pháp tốt nhất để phát hiện tất cả các mối nguy và đưa ra thông tin tốt nhất cho điều kiện đặt đường ống và cấu hình nhịp hẫng. Tuy nhiên, điều quan trọng là phải xác định được sự giảm chất lượng của dữ liệu được ghi lại trong khu vực có tầm nhìn kém

Kỹ thuật quét bên (side scan sonar) có thể quan sát tại các mặt bên. Kỹ thuật quét bên tạo ra một hình ảnh của đáy biển và đường ống bằng việc truyền các sóng âm hướng về đáy biển và thực hiện phân tích âm thanh dội lại. Kỹ thuật này có thể đưa ra các hình ảnh phân giải cao và có thể phát hiện các đối tượng từ khoảng cách đáng kể. Các hình ảnh khảo sát sẽ được diễn giải theo cách thủ công.

Đối với các cuộc khảo sát bằng mắt thường, kỹ thuật quét bên thường cung cấp các thông tin bổ sung vì kỹ thuật này có khả năng phát hiện rộng các hư hỏng từ bên thứ 3, điều kiện đáy biển dịch chuyển, v.v...

Kỹ thuật quét bên được sử dụng như một công cụ kiểm tra chính sẽ có thể xác định các hư hỏng lớn từ bên thứ ba cũng như tình trạng chôn lấp của đường ống, và tình trạng của nhịp hẫng mặc dù có độ chính xác thấp hơn so với khảo sát bằng mắt thường

Máy đo hồi âm đa tia (Multibeam echosounder – MBE) – Công nghệ dựa trên sóng âm này được sử dụng để lập bản đồ địa hình đáy biển trong vùng lân cận của đường ống bao gồm cả vị trí đường ống so với đáy biển. Công cụ này truyền sóng âm đến đáy biển và tạo ra một các thông số của đáy biển và đường ống. Thiết bị này có thể cho phép sàng lọc và phát hiện các vật thể và công trình trong vùng lân cận của đường ống với độ phân giải cao, và rất hữu ích để chụp ảnh đường ống và đáy biển xung quanh để phát hiện nhịp hẫng. Mật độ dữ liệu rất cao có thể thu được từ hệ thống MBE, chỉ bị giới hạn bởi phạm vi phát hiện của hệ thống. Do đó, mật độ dữ liệu không có tác động thực tế đến tốc độ của cuộc khảo sát. Hệ thống hoạt động ở tần số cao không phát hiện được các đối tượng bị chôn vùi.

Thiết bị đo biên dạng (Cross các thông số) – Về nguyên tắc đây là khái niệm giống sonar đa tia, nhưng công nghệ này cũ hơn, tốn thời gian hơn và chỉ lắp được duy nhất một sonar. Thiết bị bao gồm các đầu quét di chuyển theo dạng chéo nhau trong một vài giây để đưa ra các dạng lỗi khi phương tiện di chuyển về phía trước

Thiết bị đo biên dạng ghi lại đáy biển ở dạng mặt cắt 2D tại vị trí thực tế. Thiết bị đo biên dạng đưa ra báo cáo về địa hình đáy biển và phần đỉnh đường ống không được chôn. Đối với đường ống chôn, chiều sâu chôn lấp có thể được xác định nếu kết hợp với thiết bị truy vết ống

Thiết bị truy vết ống được sử dụng để phát hiện và khảo sát các đường ống được chôn xuống gần 2 m dưới đáy biển. Có các kỹ thuật khác nhau trên thị trường, bao gồm cả các cảm biến âm thanh tần số thấp và hệ thống điện từ được sử dụng hầu hết ngày nay. Công cụ sử dụng một từ trường để đo đặc khoảng cách tương đối giữa đường ống và công cụ. Công cụ phải được hiệu chỉnh theo đường ống cụ thể và độ sâu chôn lấp. Sự sai số trong khảo sát phụ thuộc vào bản thân công cụ và việc vận hành phương tiện (ROV), tuy nhiên, các đường ống có đường kính nhỏ có độ sâu chôn lấp lớn rất khó để phát hiện. Thiết bị truy vết ống chỉ có thể phát hiện khoảng cách ngang và đứng từ cảm biến đến đỉnh của đường ống, và dữ liệu cần phải được hợp nhất với dữ liệu bổ sung đo đặc khoảng cách giữa cảm biến và đáy biển để đưa ra độ sâu chôn lấp

Thiết bị truy vết ống không thể đo được cấu hình đáy biển

Thiết bị đo địa tầng (Sub bottom các thông số) – Đây là một công cụ dựa trên âm thanh hoạt động ở tần số thấp xuyên qua đáy biển để đưa ra độ sâu chôn lấp. Đây cũng là một công cụ

ghi lại cấu hình cho vùng địa vật lý nước nông. Có các hạn chế liên quan đến việc đo đặc cấu hình đường ống và chỉ có thể được sử dụng để truy vết ống nếu được sử dụng ở độ cao lớn từ một phương tiện đi ngang qua đường ống để kiểm tra tại chỗ độ sâu chôn lấp tại các điểm nhất định (trái ngược với việc chạy dọc theo đường ống).

Đâm xuyên – 1) phương pháp đâm xuyên bao gồm việc đâm xuyên qua đất bằng một loại cột xuống nền đất để đo đặc chiều cao lớp đất phủ đường ống. Phương pháp này thường được sử dụng cho các đoạn ngắn.

Đâm xuyên – 2) Việc ghi lại điện thế a-nốt và điện thế bảo vệ ống đôi khi được thực hiện bằng việc sử dụng một số đầu nhọn được nối với điện cực chuyển qua một von kế, tiếp xúc với bề mặt ống hoặc a-nốt. Điện thế được ghi để chứng minh rằng các a-nốt đang hoạt động, ví dụ là điện thế a-nốt và điện thế bảo vệ nằm trong giá trị thiết kế.

Dòng điện xoáy (eddy current) – Đây là một phương pháp NDT có thể được sử dụng để phát hiện và định lượng sự phá vỡ bề mặt hoặc các khuyết tật gần bề mặt trong vật liệu ống. Đây là phương pháp không tiếp xúc và có thể được thực hiện qua lớp sơn. Phương pháp này không xác định được các vết nứt có kích thước lớn hơn khoảng 2 mm

UT bên ngoài – Công cụ UT bên ngoài được áp dụng cho cả đường ống trên bờ (trong vùng khí quyển) và dưới biển (ROV hoặc thợ lặn). Công cụ UT trải dài từ các loại đầu dò cầm tay đến công cụ UT tự động hoàn toàn, có thể quét một phần của đường ống và lưu trữ các đo đạc trong một bộ ghi dữ liệu.

E.1.2 Kiểm tra bên trong bằng thoi thông minh

Thoi đo rò rỉ từ thông (MFL) đo đặc các thay đổi trong thành ống từ bên trong đường ống được chế tạo bằng các vật liệu có tính từ. Thoi có thể được vận hành trong cả chất lỏng và khí. Phương pháp này phát hiện sự hao tổn kim loại do ăn mòn dạng lỗ (pitting) hoặc ăn mòn chung. Thoi MFL có thể phát hiện sự thay đổi trong phản ứng từ tính tại đoạn đường ống có sự tổn hao kim loại. Kỹ thuật MFL là một phương pháp gián tiếp để đo kích thước khuyết tật.

Thoi kiểm tra MFL có thể phát hiện cả các khuyết tật hao tổn kim loại bên trong và bên ngoài. Độ chính xác của việc xác định độ sâu khuyết tật đối với loại thoi MFL XHR theo thứ tự từ 5-8% của chiều dày thành ống đối với thành ống dày khoảng 1" (25.4 mm) và các khuyết tật bên trong. Điều này tương ứng với độ chính xác từ 1.3 mm đến 2.0 mm. Đối với các khuyết tật bên ngoài hoặc chiều dày thành ống dày hơn, độ chính xác sẽ giảm.

Kỹ thuật siêu âm (UT) – Kỹ thuật UT được sử dụng để đo chiều dày chính xác của thành ống. Kỹ thuật này có thể phân biệt giữa hao tổn kim loại bên ngoài và bên trong. Kỹ thuật chỉ có thể vận hành với một màng chất lỏng giữa cảm biến và thành ống, và do đó chủ yếu được sử dụng trong đường ống vận chuyển chất lỏng. Trong trường hợp đường ống khí, thoi phải được mang theo một đệm chất lỏng. Thoi UT yêu cầu bề mặt thép phải được làm sạch thích hợp để có được các phép đo đáng tin cậy. Phương pháp này cũng bị hạn chế bởi chiều dày

thành ống và tốc độ. Thoi UT có thể chạy trong tất cả các ống có vật liệu khác nhau. Phương pháp này cũng có thể phát hiện các vết nứt.

Công cụ kiểm tra bằng la de quang học – Công cụ này ghi lại các hình ảnh trực quan về thành ống bên trong các đường ống dẫn các chất trong suốt. Các tính năng được trực quan hóa cung cấp thông tin có giá trị để đánh giá và giải thích. Hình ảnh có thể được xử lý và hoạt động bằng việc thêm một lưới 3D, và có thể định vị và xác định kích thước, đối với các khuyết tật theo chiều đồng hồ và vị trí KP, chiều rộng, chiều dài và độ sâu. Công cụ kiểm tra quang học được coi là một công cụ kiểm tra mới. Độ chính xác khi xác định sẽ là 0.5 mm đối với độ sâu và đưa ra cấu hình của khuyết tật. Giọt dầu bắn và ngoại vật có thể lấp đầy các lỗ tiềm ẩn làm giảm giá trị của hình ảnh và độ chính xác khi xác định khuyết tật.

Geopig – Geopig là loại thoi có thể đo đặc độ cong tổng thể dựa trên con quay hồi chuyển. Geopig có thể đo với độ chính xác cao. Công cụ không thể đo bán kính trên ngưỡng giá trị của nó. Phép đo chính xác cao từ geopig có giá trị hạn chế nếu dữ liệu không được liên kết với địa hình đáy biển, độ sâu chôn ống, v.v...

Calliper – Một loại thoi đo độ tròn của ống. Thoi chỉ chỉ ra hư hỏng đường ống (như lõm, mất ổn định) mà không đưa ra thông tin về vị trí. Các loại calliper tiên tiến hơn có thể quét mặt cắt ngang dọc theo tuyến và đưa ra báo cáo về hình dạng ống.

E.1.3 Hệ thống theo dõi

Mẫu thí nghiệm ăn mòn (tổn hao khối lượng) – Phương pháp liên quan đến việc để một mẫu vật liệu tiếp xúc với môi trường xử lý trong một thời gian nhất định, sau đó lấy mẫu để phân tích. Phép đo cơ bản này xác định từ mẫu thí nghiệm ăn mòn là sự giảm khối lượng, sự giảm khối lượng diễn ra trong thời gian tiếp xúc được biểu hiện bằng tốc độ ăn mòn.

Theo dõi điện trở (ER) – các đầu dò ER đưa ra phép đo cơ bản về sự tổn hao kim loại. Sự tổn hao kim loại được đo trực tuyến khi đầu dò ở tại chỗ và tiếp xúc với dòng xử lý

Đầu dò điện trở phân cực tuyến tính (LPR) – Kỹ thuật LPR được dựa trên lý thuyết điện hóa. Đầu dò đo đặc dòng điện một chiều qua bề mặt kim loại/chất lỏng khi điện cực bị phân cực bằng một điện thế nhỏ. Ưu điểm là do dòng điện liên quan đến dòng điện ăn mòn tỷ lệ thuận với tốc độ ăn mòn, nên có thể đo tức thời tốc độ ăn mòn

Nhược điểm của kỹ thuật này là yêu cầu môi trường nước sạch (tức là chất lỏng phải dẫn điện). Nó sẽ không thể thực hiện trong khí hoặc nước/dầu nơi các điện cực có thể bị phủ bởi dầu hoặc bị đóng cặn

Phép đo dầu hiệu từ trường (FSM) – phương pháp này là một dạng không xâm lấn để theo dõi những thay đổi trong thành ống theo thời gian thực tại các vị trí cụ thể dọc theo đường ống. Vì hệ thống này chỉ có thể theo dõi các vị trí cụ thể, vị trí của FSM phải được lựa chọn cẩn thận và được đặt tại các vị trí quan trọng.

Theo dõi cát/mài mòn – Đây là các thiết bị được thiết kế để đo sự mài mòn do cát trong hệ thống (các đầu dò phát hiện và theo dõi cát, máy dò âm không xâm lấn)

Việc đánh giá và theo dõi ăn mòn do vi sinh vật (MIC) – một cách thông thường để đánh giá MIC là phân tích vi sinh và thành phần hóa học của các ngoại vật khi phóng thoi và/hoặc bề mặt của mẫu thí nghiệm ăn mòn. Xem thêm Tiêu chuẩn NACE TM0212-2012

Theo dõi dòng chảy và sự rung động – Các dòng chảy gần đáy biển có thể được theo dõi để kiểm soát khả năng gây sỏi hoặc dịch chuyển đường ống, trong khi hệ thống theo dõi sự rung động có thể được lắp đặt tại các nhịp hẫng để theo dõi sự rung động do dòng xoáy gây ra, rung động do dòng chảy hoặc để theo dõi các vấn đề khác như đóng cặn (slugging)

Hệ thống theo dõi sự rung động thường là các cảm biến kẹp được gắn vào đường ống để ghi lại các rung động theo các khoảng thời gian đều đặn.

PHỤ LỤC F. ĐÁNH GIÁ RỦI RO VÀ LẬP KẾ HOẠCH QUẢN LÝ TÍNH TOÀN VỆN

(Tham khảo)

F.1 Giới thiệu

Quy trình chung cho việc xây dựng một chương trình quản lý tính toàn vẹn dựa trên đánh giá rủi ro dài hạn được nêu trong Phần 4. Phụ lục này đưa ra hướng dẫn cho quy trình này

F.2 Ma trận rủi ro

Ma trận rủi ro phải được định nghĩa bao gồm PoF, CoF và phân loại rủi ro. Ma trận tốt nhất phải được xác định bởi người vận hành và được sử dụng trên các hệ thống đường ống khác (nếu khả thi, lên toàn bộ tài sản)

Ma trận lựa chọn cũng phải được định nghĩa như khoảng thời gian kiểm tra phụ thuộc vào vị trí trong ma trận rủi ro. Ma trận rủi ro có thể thay đổi khác nhau giữa các công ty.

Ví dụ đầu tiên của một ma trận rủi ro được cho trong bảng F-1, với phân loại rủi ro được cho trong bảng 2 và một ma trận lựa chọn liên quan được cho trong bảng F-3

Bảng F-1. Ví dụ về một ma trận rủi ro

Hậu quả tăng dần	Mức độ nghiêm trọng	Phân loại hậu quả			Xác suất tăng dần				
		An toàn	Môi trường	Chi phí (triệu Euro)	1	2	3	4	5
	E	Nhiều người chết	Ảnh hưởng cực lớn Diện tích hư hỏng > 100 BBL	> 10	M	H	VH	VH	VH
	D	Một người chết hoặc thương tật vĩnh viễn	Ảnh hưởng lớn Tràn dầu đáng kể, < 100 BBL	1 – 10	L	M	H	VH	VH
	C	Bị thương đáng kể,	Ảnh hưởng cục bộ Tràn dầu < 50 BBL	0.1 – 1	VL	L	M	H	VH

		gây văng mặt lâu dài							
	B	Bị thương nhẹ, mất một số ngày làm	Ảnh hưởng nhỏ, không phù hợp, < 5 BBL	0.01 – 0.1	VL	VL	L	M	H
	A	Không bị thương hoặc bị phần ngoài da	Ảnh hưởng nhỏ lên môi trường, <1 BBL	< 0.01	VL	VL	VL	L	M

Bảng F-2. Ví dụ về phân loại rủi ro

Rủi ro	Mô tả
VH	Rủi ro không chấp nhận được – cần có hành động tức thời
H	Rủi ro không chấp nhận được – cần có hành động thực hiện
M	Rủi ro chấp nhận được – Hoạt động để giảm thiểu rủi ro có thể được đánh giá được
L	Rủi ro chấp nhận được
VL	Rủi ro không đáng kể

Bảng F-3. Ví dụ về tần suất kiểm tra bên ngoài (năm)

Hậu quả tăng dần	Mức độ nghiêm trọng	Phân loại hậu quả			Xác suất tăng dần				
		An toàn	Môi trường	Chi phí (triệu Euro)	1	2	3	4	5
	E	Nhiều người chết	Ảnh hưởng cực lớn Diện tích hư hỏng	> 10	3	1	N/A	N/A	N/A

			> 100 BBL						
	D	Một người chết hoặc thương tật vĩnh viễn	Ảnh hưởng lớn Tràn dầu đáng kể, < 100 BBL	1 – 10	5	3	1	N/A	N/A
	C	Bị thương đáng kể, gãy, văng mắt lâu dài	Ảnh hưởng cục bộ Tràn dầu < 50 BBL	0.1 – 1	8	5	3	1	N/A
	B	Bị thương nhẹ, mất một số ngày làm	Ảnh hưởng nhỏ, không phù hợp, < 5 BBL	0.01 – 0.1	8	8	5	3	1
	A	Không bị thương hoặc bị phản ngoài da	Ảnh hưởng nhỏ lên môi trường, <1 BBL	< 0.01	8	8	8	5	3

Bảng F-4. Ví dụ thứ 2 về ma trận rủi ro

Phân loại PoF		Phân loại CoF				
		Thấp (L)	Trung bình (M)	Cao (H)	Rất cao (VH)	Cực cao (EH)
		A	B	C	D	E
Rất cao (VH)	5	VI/5A	VII/5B	VIII/5C	IX/5D	X/5E
Cao (H)	4	IV/4A	V/4B	VI/4C	VII/4D	VIII/4E

Trung bình (M)	3	III/3A	IV/3B	V/3C	VI/3D	VII/3E
Thấp (L)	2	II/2A	III/2B	IV/2C	V/2D	VI/2E
Rất thấp (VL)	1	I/1A	II/1B	III/1C	IV/1D	V/1E

Bảng F-5. Phân loại rủi ro

Phân loại rủi ro	Diễn giải
I – III	Theo dõi các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn; kiểm tra, giám sát và thử
IV – V	Theo dõi các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn; kiểm tra, giám sát, thử và đánh giá tính toàn vẹn. Xem xét các hoạt động cải thiện tính toàn vẹn; giảm thiểu và can thiệp.
VI - IX	Theo dõi ¹ với các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn; kiểm tra, giám sát, thử và đánh giá tính toàn vẹn. Xem xét các hoạt động cải thiện tính toàn vẹn; giảm thiểu, can thiệp và sửa chữa. Tham gia quản lý cấp trên.
Chú thích 1: Trong các tình huống như vậy, các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn phải được lên kế hoạch thực hiện bằng các công cụ kiểm tra bên ngoài và / hoặc bên trong có độ chính xác cao, và các đánh giá chi tiết về tính toàn vẹn, tức là các hoạt động phù hợp với mục đích / thiết kế lại, phải được lên kế hoạch thực hiện và theo dõi bởi các hoạt động cải thiện tính toàn vẹn nếu cần.	

Bảng F-6. Ví dụ về tần suất kiểm tra bên ngoài (năm)

Phân loại PoF		Phân loại CoF				
		Thấp (L)	Trung bình (M)	Cao (H)	Rất cao (VH)	Cực cao (EH)
		A	B	C	D	E
Rất cao (VH)	5	1	≤ 1	≤ 1	≤ 1	≤ 1
Cao (H)	4	1-2	1	≤ 1	≤ 1	≤ 1

Trung bình (M)	3	3 - 5	1-2	1	≤ 1	≤ 1
Thấp (L)	2	5	1-2	1-2	1	≤ 1
Rất thấp (VL)	1	5	5	3 - 5	1-2	1

Lưu ý về khoảng thời gian kiểm tra tối đa

Theo DNV-ST-F101 [11.4.3.6]:

- Các đoạn quan trọng của hệ thống đường ống dễ bị hư hỏng hoặc chịu sự thay đổi lớn của điều kiện đáy biển, ví dụ như đoạn được đỡ và / hoặc chôn lấp đường ống, phải được kiểm tra trong khoảng thời gian ngắn, thường là hàng năm.
- Các đoạn còn lại cũng cần được kiểm tra, đảm bảo bao phủ toàn bộ hệ thống đường ống trong khoảng thời gian phù hợp được xác định dựa trên đánh giá rủi ro.

Dựa trên những điều trên, khoảng thời gian kiểm tra tối đa cho một cuộc kiểm tra bên ngoài phải được đặt thành khoảng thời gian phù hợp đã xác định. Lưu ý rằng phương pháp tối ưu nhất là đặt khoảng thời gian tối đa là 5 năm. Điều này được phản ánh trong ma trận lựa chọn. Khoảng thời gian dài hơn có thể được xem xét cho một số các phần nếu dữ liệu kiểm tra đầy đủ và liên quan với chất lượng phù hợp đã được đánh giá, hoạt động của đường ống như mong đợi và ổn định, tải được hiểu rõ và không có thay đổi nào được mong đợi. Tuy nhiên, không nên áp dụng khoảng thời gian tối đa quá 10 năm.

Kiểm tra bên trong, sử dụng thời làm vật mang công cụ kiểm tra, bao gồm cả lập bản đồ ăn mòn bên trong và bên ngoài. Không có khoảng thời gian kiểm tra tối đa được khuyến nghị cụ thể cho việc kiểm tra bên trong. Điều này thường được xác định như là một phần của nguyên lý làm việc cụ thể của công ty và có thể thay đổi tùy thuộc vào sự kết hợp chất lỏng và vật liệu. Thông thường, khoảng thời gian tối đa được các nhà khai thác áp dụng thay đổi từ 5 đến 10 năm. Khoảng thời gian được lựa chọn phải dựa trên xếp hạng rủi ro và đánh giá kỹ thuật như được minh họa trong ma trận xác định tần suất để kiểm tra bên ngoài.

Để biết các khuyến nghị về khoảng thời gian theo dõi và thử nghiệm, xem [5.3] và [5.4].

Trong ma trận cấp an toàn, phân loại hậu quả A-D liên quan đến 4 cấp độ an toàn như được định nghĩa trong TCVN 6175. Phân loại hậu quả E không được áp dụng trong TCVN 6175, nhưng được định nghĩa ở đây cho mục đích lập kế hoạch toàn vẹn. Phân loại xác suất xảy ra được phân từ 1 đến 5, trong đó 5 tương ứng xác suất hư hỏng thấp nhất. Phân loại hậu quả được phân từ A đến E trong đó A tương ứng với hậu quả hư hỏng thấp nhất

F.3 Mô hình xác suất hư hỏng

Tiêu chuẩn này tập chung chủ yếu vào tính toán vện kết cấu. Hư hỏng xảy ra khi các ảnh hưởng của tải trọng áp dụng lớn hơn cường độ của vật liệu.

Cường độ liên quan chủ yếu đến loại vật liệu, thiết kế, và điều kiện trong khai thác của kết cấu (như đường ống hoặc bộ phận). Tải trọng có thể là bất kỳ loại tải trọng như chức năng, môi trường hoặc ngẫu nhiên. Lý do mà $L > R$ xảy ra do nhiều nguyên nhân như đặc tính khi thiết kế thấp, lỗi thiết kế, và khuyết tật vật liệu, thông qua các lỗi hư hỏng trong chế tạo, sự xuống cấp trong vận hành, các thay đổi trong nguyên lý thiết kế, và các sự kiện hoặc sự ngẫu nhiên không xác định khác. Tổng xác suất hư hỏng là một hàm của xác suất tất cả sự kiện phân bố. Tổng xác suất hư hỏng có thể xác định như sau:

$PoF = f(PoF \text{ kỹ thuật}, PoF \text{ ngẫu nhiên}, PoF \text{ sai số}, PoF \text{ không xác định})$

Trong đó:

- PoF kỹ thuật – sự không chắc chắn trong các tải trọng thiết kế và khả năng chịu tải. Đó là sự thay đổi sự thay đổi ngẫu nhiên cơ bản
- PoF ngẫu nhiên – Các sự kiện ngẫu nhiên. Ngoài các tải trọng môi trường và chức năng, sẽ có các sự kiện ngẫu nhiên có thể tác động lên đường ống, như vật rơi. Các sự kiện tải trọng ngẫu nhiên này có thể được dự đoán ở xác suất dựa trên dữ liệu lịch sử
- PoF sai số – Tổng các sai số trong khi thiết kế, chế tạo, lắp đặt và vận hành. Tổng sai số được hiểu là do con người. Hệ thống quản lý giải quyết các vấn đề như đào tạo, tài liệu, liên lạc, đặc tính và quy trình dự án, giám sát chất lượng tác động vào tất cả lỗi do con người. Tổng sai số xảy ra khi hệ thống này không đủ không hoạt động. Rất khó để dự đoán tổng lỗi. Việc xây dựng, áp dụng và theo dõi hệ thống quản lý cùng với sự kiểm tra từ bên thứ ba có thể giúp tránh các sai số dẫn đến hư hỏng
- PoF không xác định – Hiện tượng không xác định và/hoặc rất bất ngờ. Những sự kiện này là rất hiếm, khó dự đoán và do đó có tỷ lệ thấp dẫn đến hư hỏng. Do đó, việc đánh giá các xác suất này đưa ra giá trị nhỏ. Cần lưu ý rằng, mặc dù các sự kiện này có xác suất thấp nhưng hậu quả do chúng rất cao làm tăng rủi ro.

Những điều trên chỉ ra rằng việc sử dụng các mô hình xác suất đầy đủ để ước tính PoF có thể trở nên phức tạp và tốn thời gian. Việc đánh giá định tính đơn giản hơn có thể được sử dụng và thường được coi là đủ trong phạm vi quản lý tính toán vện đường ống. Mức độ chi tiết cần thiết phụ thuộc vào mục tiêu của đánh giá rủi ro thực tế, như có sở cho việc lập kế hoạch dài hạn hoặc đánh giá một phát hiện nghiêm trọng.

Do đó, một phương pháp theo cấp độ sẽ được khuyến nghị

F.3.1 Xác suất hư hỏng

Một thang điểm xếp hạng phải được lập. Đầu ra của việc đánh giá xác suất hư hỏng là một giá trị số hoặc một phân loại xác suất hư hỏng

F.3.2 Đánh giá cấp 1 xác suất hư hỏng

Đánh giá cấp 1 áp dụng các quy tắc/phương pháp đơn giản để đánh giá xác suất hư hỏng thông qua các hội thảo trao đổi. Xác suất hư hỏng được ước tính bằng các yếu tố chính có thể gây ra hư hỏng. Quy tắc/phương pháp có thể ví dụ: giải quyết các vấn đề: tải trọng, xác suất xuống cấp, chất lượng của quản lý tính toán vận, kinh nghiệm người vận hành. Mục tiêu chính của đánh giá cấp 1 phải:

- Xác định phân loại PoF cho từng đường ống và tổ hợp mối nguy
- Xác định phân loại PoF đại diện cho khoảng thời gian sử dụng,
- Rõ ràng, với độ tin cậy cao, xác định bất kỳ điểm cực đoan nào (phân loại PoF thấp nhất và cao nhất)

Hai tùy chọn cho đánh giá cấp 1 được đề xuất trong phần sau.

F.3.2.1 Đánh giá cấp 1 xác suất hư hỏng – lưu đồ

Lưu đồ với các câu hỏi đơn giản được đề xuất áp dụng như một công cụ hỗ trợ hội thảo đánh giá cấp 1.

Hướng dẫn cho việc đánh giá cấp 1 PoF của các mối nguy từ bên thứ 3, mối nguy do ăn mòn, và kết cấu được nêu trong Phụ lục G.

Kết quả từ đánh giá phải được ghi lại trong các báo cáo thích hợp. Bảng F-8 đưa ra các nội dung tối thiểu của báo cáo

Bảng F-8. Chi tiết và giải thích mẫu đánh giá mối nguy

Hạng mục	Mô tả
Đường ống	Tên/Đường kính ống
Đoạn đường ống (tùy chọn)	Tên/đường kính đoạn ống
Điểm bắt đầu KP đoạn ống	Điểm bắt đầu KP đoạn ống
Điểm kết thúc KP đoạn ống	Điểm kết thúc KP đoạn ống
Nhóm mối nguy	Tên nhóm mối nguy
Mối nguy	Tên mối nguy
Thời gian chương trình áp dụng	Khoảng thời gian

Ngày đánh giá	Ngày/tháng/năm
Người đánh giá	Tên và vị trí người liên quan trong đánh giá
PoF theo lưu đồ	PoF
PoF điều chỉnh	Việc điều chỉnh PoF bắt nguồn từ bảng đánh giá kỹ thuật / điều chỉnh lưu đồ tương ứng
Kết quả PoF	Kết quả PoF cuối cùng dựa trên biểu đồ dòng chảy và bất kỳ điều chỉnh nào
Lưu ý	Các lưu ý cho việc điều chỉnh, lý do, v.v...
Hành động	Các hành động xa hơn, như tiến hành đánh giá cấp 2, kế hoạch kiểm tra
Tham chiếu	Tham chiếu đến các lưu đồ và bảng điều chỉnh được áp dụng, tài liệu và thông tin khác được sử dụng để hỗ trợ việc đánh giá

F.3.2.2 Đánh giá cấp 1 xác suất hư hỏng – Khung giới hạn (barrier framework)

Phương pháp khung giới hạn được mô tả trong Phụ lục H cũng có thể hỗ trợ hội thảo đánh giá cấp 1

F.3.3 Đánh giá cấp 2 xác suất hư hỏng

Phương pháp cấp 2 yêu cầu nhiều nỗ lực hơn phương pháp cấp 1 và phải được thực hiện kết hợp của các hội thảo và cá nhân để xem xét kỹ lưỡng tài liệu và dữ liệu liên quan.

Các mô hình đánh giá cấp 2 chi tiết hơn và có thể bao gồm các tính toán và dự đoán dựa trên thực tế để đánh giá một mối nguy cụ thể. Trong các trường hợp như vậy, mô hình có thể được đặc trưng bởi một công thức thiết kế đưa ra một số lượng cho phép (tiêu chuẩn áp dụng). Kết quả có thể được biểu thị dưới dạng một hệ số sử dụng tương đối. Hệ số sử dụng tương đối có thể được ánh xạ đến các phân loại xác suất (công thức phải được áp dụng trong phạm vi rộng, không chỉ một vị trí cụ thể trên đường ống và do đó phải được thiết lập để đưa ra các dự đoán thiên về an toàn hệ số sử dụng)

Nếu công thức dựa trên thực tiễn đã được hiệu chuẩn theo mức xác suất cụ thể, việc ánh xạ đến phân loại xác suất sẽ được chuyển thẳng.

F.3.4 Đánh giá cấp 3 xác suất hư hỏng

Cấp độ này phản ánh các kỹ thuật hiện đại. Nó thường được áp dụng tại các vị trí được xác định có nguy cơ cao tiềm ẩn trong các mức độ đánh giá trước.

Việc ước tính xác suất hư hỏng ở cấp độ này có thể được đặc trưng bằng việc

- Phân tích chi tiết tại một vị trí cụ thể hoặc cho một thành phần cụ thể sử dụng cùng một mô hình tính toán trong cấp 2 nhưng đầu vào cụ thể/chính xác hơn
- Mô hình đánh giá tiên tiến hơn/chính xác hơn (như các mô hình phân tử hữu hạn, kết quả từ kiểm tra cục bộ/chi tiết)
- Ước tính xác suất hư hỏng sử dụng các mô hình xác suất

F.3.5 Chia đoạn đường ống để ước tính xác suất hư hỏng

Hệ thống đường ống phải được chia thành các đoạn thích hợp từ quan điểm xác suất hư hỏng (phụ thuộc vào mối nguy được đánh giá). Việc chia đoạn này có thể là một quá trình lặp đi lặp lại và có thể bị ảnh hưởng bởi các mối nguy khác nhau, đặc tính kỹ thuật, điều kiện chôn lấp, v.v.. Việc chia đoạn thường phải được thực hiện trong các đánh giá cấp 2 và cấp 3

F.4 Mô hình hóa hậu quả hư hỏng

Hậu quả của hư hỏng phụ thuộc vào, dung chất, tình trạng bên trong, dạng hư hỏng (rò rỉ, cháy nổ) và vị trí thực tế. Thứ hai là liên quan đến các yếu tố như dân số, độ sâu nước, khu vực nhạy cảm với môi trường, v.v...

Nếu hậu quả được mô hình hóa mà không xem đến dạng hư hỏng, như cháy nổ hoặc rò rỉ, dạng nghiêm trọng nhất (nổ/đứt gãy trong phần lớn trường hợp) phải được giả định

F.4.1 Các dạng hậu quả

Việc đánh giá hậu quả hư hỏng phải xem xét đến: an toàn (cho người), môi trường và kinh tế. Các dạng hậu quả khác cũng có thể được xem xét như danh tiếng của công ty

Có thể phân biệt giữa mô hình hậu quả đại diện (một loại hậu quả được sử dụng để đại diện cho các dạng hậu quả khác) và mô hình hậu quả tách biệt (các loại hậu quả khác nhau được giải quyết riêng). Mỗi phương pháp trong hai phương pháp đơn giản này có ưu điểm và nhược điểm trong Bảng F-9

Bảng F-9. Ưu nhược điểm của mô hình đại diện và mô hình tách biệt

	Mô hình đại diện	Mô hình tách biệt
Ưu điểm	<p>Phù hợp với nguyên lý an toàn được thừa nhận trong thiết kế</p> <p>Được tiêu chuẩn hóa</p>	<p>Mô hình hóa linh hoạt để có được hậu quả phù hợp – rất quan trọng trong việc xếp hạng rủi ro và mức ưu tiên kiểm tra, thử và theo dõi giữa các hệ thống đường ống</p>

	Dễ dàng mô hình hóa hậu quả	Có thể giảm thiểu hậu quả
	Đạt mức độ cho PoF được xác định	Hành động giảm thiểu có thể phụ thuộc vào dạng hậu quả chi phối
Nhược điểm	Ít linh hoạt hơn để đưa ra các hậu quả chính xác	Có thể không phù hợp với nguyên lý thiết kế
	Thường không thể giảm rủi ro bằng việc giảm hậu quả ($R\text{ủi ro} = PoF \times CoF$)	Khó để tiêu chuẩn hóa – cần phải được điều chỉnh theo công ty

F.4.2 Hậu quả hư hỏng – đại diện

Một thang điểm xếp hạng phải được lập.

Bảng F-10. Hậu quả của hư hỏng trong thang xếp hạng định tính

Xếp hạng	An toàn	Tài sản	Môi trường	Danh tiếng
1/A/L	Không đáng kể	Không đáng kể	Không đáng kể	Không đáng kể
2/B/M	Bị thương nhẹ	Hư hỏng nhẹ	Ảnh hưởng nhẹ	Tác động nhẹ
3/C/H	Bị thương lớn	Hư hỏng cục bộ	Ảnh hưởng cục bộ	Ảnh hưởng đáng kể
4/D/VH	Có 1 tổn thất sinh mạng	Hư hỏng lớn	Ảnh hưởng lớn	Tác động lớn đến quốc gia
5/E/EH	Có nhiều tổn thất sinh mạng	Hư hỏng cực lớn	Ảnh hưởng cực lớn	Tác động lớn đến quốc tế

F.4.3 Chia đoạn đường ống để xác định hậu quả hư hỏng

Hệ thống đường ống phải được chia thành các đoạn thích hợp từ quan điểm hậu quả. Việc chia đoạn này có thể là một quá trình lặp đi lặp lại và có thể bị ảnh hưởng bởi các mối nguy khác nhau, độ sâu nước, tài nguyên môi trường v.v..

F.4.4 Hậu quả hư hỏng – phương pháp theo cấp độ

Các đánh giá định tính đơn giản hơn có thể được sử dụng và thường được coi là đủ trong phạm vi quản lý tính toàn vẹn đường ống biển. Các đánh giá này có thể là đầu vào để xây dựng các phương pháp đánh giá rủi ro để đưa vào các tài liệu quản lý của công ty điều hành

Các hậu quả về an toàn được dựa trên số lượng nhân viên trung bình có mặt tại khu vực cần quan tâm. Đối với các bộ phận của hệ thống đường ống gần với giàn (trong khu vực an toàn), hậu quả sẽ bao gồm cả người trên giàn. Đối với bộ phận đường ống nằm bên ngoài khu vực an toàn, số lượng nhân viên trung bình có thể dựa theo mức độ hoạt động hàng hải.

Sự rò rỉ từ hệ thống đường ống có thể có tác động bất lợi tới môi trường. Hậu quả theo quan điểm môi trường là phức tạp và không được đánh giá thấp. Chi phí trực tiếp liên quan đến sự rò rỉ đường ống là chi phí làm sạch và các chi phí khác do nhà nước đưa ra. Bên cạnh những hậu quả trực tiếp lên môi trường, các yếu tố sau có thể được coi là liên quan đến việc gây tổn hại đến môi trường: hậu quả chính trị, hậu quả liên quan đến danh tiếng, mất giá trị cổ phiếu.

Hậu quả kinh tế chủ yếu liên quan đến việc sản xuất bị trì hoãn. Chi phí liên quan đến việc can thiệp, giảm thiểu và sửa chữa có thể góp phần vào hậu quả kinh tế.

Các thông số quan trọng ảnh hưởng đến hậu quả là: thành phần lưu chất bị rò rỉ, vị trí hư hỏng dọc theo đường ống, tình trạng nhân sự có mặt xung quanh sự cố, điều kiện thời tiết, phạm vi hư hỏng (có thể phát triển và chờ nên nghiêm trọng cho đến khi phát hiện được), các rào cản phục hồi và ngăn sự leo thang, sự phát hiện hư hỏng để bắt đầu các hoạt động giảm thiểu, cô lập hư hỏng, sự cố đánh lửa và nổ có thể xảy ra, ứng phó khẩn cấp.

Việc đánh giá hậu quả có thể được thực hiện bằng việc mô tả và mô hình các cây kịch bản/sự kiện (khi mất khả năng chịu áp lực) và đánh giá định lượng các xác suất liên quan đến sự leo thang đến tận cùng sự kiện (như thiệt mạng). Sự hiểu rõ các hậu quả có thể xảy ra liên quan đến một sự kiện (mất khả năng chịu áp lực) đạt được khi thiết lập mô hình như vậy (cấp 3). Tuy nhiên việc áp dụng phương pháp này có thể yêu cầu các nỗ lực đáng kể. Đánh giá cấp độ 3 không được đề cập trong tiêu chuẩn này.

Đối với đánh giá cấp 1, có hai tùy chọn được đề xuất dưới đây. Đối với giá cấp 2, có một tùy chọn được trình bày.

F.4.5 Hậu quả hư hỏng – phương pháp cấp độ 1

Nếu đường ống được thiết kế theo tiêu chuẩn TCVN 6474/DNVGL-ST-F101, tùy chọn đầu tiên (mô hình đại diện) có thể được chọn và áp dụng (trừ khi thiết kế đường ống áp dụng và lập tài liệu theo mô hình phân loại an toàn khác). Tùy chọn đầu tiên cũng có thể được áp dụng cho các đường ống không thiết kế theo TCVN 6475/DNVGL-ST-F101. Nếu tùy chọn thứ hai (mô hình tách biệt) được áp dụng, thì việc tùy chỉnh nên được xem xét.

F.4.5.1 Hậu quả hư hỏng phương pháp cấp 1 – theo mô hình đại diện

Để lập mô hình theo nguyên lý an toàn TCVN 6475/DNVGL-ST-F101, cần áp dụng các bảng 26 đến 29 (TCVN 6475). Mô hình hậu quả được liên kết trực tiếp đến việc xem xét thiết kế qua các cấp an toàn và cấp vị trí. Mô hình cấp an toàn theo DNVGL-ST-F101 là một ví dụ, trong đó một phân loại hậu quả được sử dụng để đại diện cho hậu quả về an toàn, môi trường

và kinh tế. Trong DNVGL-ST-F101 có 4 cấp an toàn: Rất cao, Cao, Trung bình, Thấp. Các tiêu chuẩn thiết kế khác có các cấp vị trí tương tự, như ASME B31.8

Khi áp dụng nguyên lý an toàn trong thiết kế, điều quan trọng là nhận biết được thực tế xu hướng được thúc đẩy theo các khía cạnh an toàn và môi trường. Ngoài ra, các mô hình như vậy thường khá khó để có được sự phân bố kết quả trong ma trận. Một xếp hạng tốt dựa trên rủi ro có thể khó đạt được trừ khi hồ sơ của các hệ thống đường ống được đánh giá có quy mô và độ phức tạp nhất định

F.4.5.2 Hậu quả hư hỏng phương pháp cấp 1 – theo mô hình tách biệt

Các dạng hậu quả khác nhau phải được giải quyết riêng biệt, như về an toàn, môi trường và kinh tế

Các thông số thông thường trong mô hình này là: thành phần của lưu chất (hoặc loại lưu chất) được vận chuyển, mức độ vận hành bị ảnh hưởng bởi sự hư hỏng, qua tốc độ dòng chảy, sự phụ thuộc của đường ống.

F.4.6 Hậu quả hư hỏng phương pháp cấp 2

Khuyến nghị kết hợp các mô hình đại diện và tách biệt toàn diện hơn. Điều này có thể được thực hiện bằng cách đánh giá bốn loại hậu quả sau:

- Cấp độ an toàn theo thiết kế (nhân sự, môi trường và kinh tế)
- Hậu quả về con người
- Hậu quả về môi trường, và
- Hậu quả về kinh tế

Các chương trình quản lý tính toán vận dựa trên rủi ro bao gồm mô hình cấp độ an toàn theo thiết kế sẽ góp phần đảm bảo sự phù hợp với tiêu chuẩn thiết kế trong suốt tuổi thọ của đường ống. Bằng việc đánh giá riêng các hậu quả về con người, môi trường và kinh tế như được khuyến nghị trong phần sau, một xếp hạng tốt hơn có thể đạt được

Một mô hình được đề xuất trong bảng F-20 bao gồm từng dạng hậu quả:

- Cấp độ an toàn theo thiết kế dựa trên TCVN 6475
- Hậu quả về con người – cho cháy nổ và rò rỉ - để việc mô hình hậu quả về con người, xem TCVN 6475 và bảng F-11
- Hậu quả về môi trường – đối với cháy nổ và rò rỉ - để mô hình hóa hậu quả về môi trường, xem TCVN 6475 và bảng F-12
- Hậu quả về kinh tế - đối với cháy nổ và rò rỉ - xem bảng F-13

Bảng F-11. Cấp vị trí về con người (Personel location class – PLC)

PLC	Mô tả
1	<p>Các khu vực có hoạt động cực kỳ thấp của con người và không có nơi ở thường xuyên của con người. PLC 1 để phản ánh</p> <ul style="list-style-type: none">- Các khu vực ngoài khơi có tàu hoạt động không đáng kể (biểu đồ không thể hiện làn giao thông của tàu)- Các khu vực không thể tiếp cận như sa mạc và lãnh nguyên
2	<p>Các khu vực có mật độ dân số nhỏ hơn 50 người/km2, PLC 2 phản ánh các khu vực như</p> <ul style="list-style-type: none">- Các khu vực ngoài khơi có luồng tàu hoạt động được biểu thị trên biểu đồ- Các công trình ngoài khơi có người ở ít hơn 40*
3	<p>Các khu vực có mật độ dân số lớn hơn 50 người, nhưng nhỏ hơn 250 người/km2, PLC 3 phản ánh các khu vực có mật độ dân số trung bình giữa PLC 2 và PLC 4, như</p> <ul style="list-style-type: none">- Các khu vực ngoài khơi nơi có luồng tàu hoạt động rất lớn được biểu thị trên biểu đồ- Các công trình ngoài khơi có người ở (và bao gồm)* 40 đến 196
4	<p>Các khu vực có mật độ dân số lớn hơn 250 người/km2, ngoại trừ khu vực 5. PLC 4 phản ánh các khu vực như:</p> <ul style="list-style-type: none">- Các khu vực ngoài khơi có luồng tàu hoạt động cực lớn có các hoạt động của tàu chở người lớn- Các công trình ngoài khơi có người ở trên 196
5	<p>Các khu vực trên bờ hoặc gần bờ có các công trình nhiều tầng (bốn tầng trở lên) và nơi giao thông đông đúc</p>
*dựa trên khu vực có bán kính 500 m xung quanh giàn	

Bảng F-12. Cấp vị trí môi trường (Environmental location class – ELC)

ELC	Mô tả
1	Tiềm năng tiếp cận các nguồn tài nguyên là không đáng kể
2	Tiềm năng tiếp cận các nguồn tài nguyên thấp
3	Có tiềm năng tiếp cận các nguồn tài nguyên
4	Tiềm năng tiếp cận các nguồn tài nguyên là đáng kể
5	Có thể gây ô nhiễm các nguồn tài nguyên
<p>Các nguồn tài nguyên có thể liên quan đến môi trường sinh vật (sinh vật phù du, đàn cá, chim, v.v.), môi trường ven biển (đường bờ biển, công viên bảo tồn, v.v.), môi trường kinh tế xã hội (khu đánh bắt, khu du lịch, khu vực quan trọng cho các lực lượng vũ trang, v.v.). Tiềm năng tiếp cận các nguồn tài nguyên đó (nếu không bị ngăn cản) sẽ phụ thuộc vào khoảng cách và môi trường vật lý như địa hình, dòng chảy, sóng, gió, nhiệt độ, độ sâu của nước, v.v. Có thể dựa trên quyết định về việc xác định các cấp vị trí môi trường để đánh giá kỹ thuật. Tất cả các nguồn tài nguyên cần được xác định và mô tả. Đầu vào từ các chuyên gia, và / hoặc các báo cáo phân tích tác động môi trường, rất được khuyến nghị.</p>	

Bảng F-13. Cấp kinh tế (Economic class – EC)

EC	Mô tả
1	Tổn thất có thể xảy ra $\leq 0,1\%$ sản lượng hàng năm
2	Tổn thất có thể xảy ra $\leq 1\%$ sản lượng hàng năm
3	Tổn thất có thể xảy ra $\leq 10\%$ sản lượng hàng năm
4	Tổn thất có thể xảy ra $\leq 100\%$ sản lượng hàng năm
5	Tổn thất có thể xảy ra $> 100\%$ sản lượng hàng năm
<p>Việc xác định dạng hậu quả hư hỏng được khuyến nghị dựa trên việc so sánh các tổn thất tiềm ẩn với sản lượng hàng năm (nghĩa là trong bối cảnh quản lý toàn vẹn đang được đánh giá). Hậu quả kinh tế sẽ phụ thuộc vào mức độ chuẩn bị của tổ chức đối với các tình huống khẩn cấp và có thể thay đổi dọc theo hệ thống đường ống, ví dụ: do độ sâu của nước. Mô</p>	

hình hóa các hậu quả kinh tế có thể được thực hiện cho cả kịch bản rò rỉ và vỡ. Những điều sau đây nên được coi là mất khả năng chịu áp lực:
- Tổn thất liên quan đến việc phân phối sản xuất - ước tính thời gian ngừng hoạt động và coi tất cả hoạt động sản xuất trong thời gian ngừng hoạt động này là tổn thất. Điều này không nhất thiết đúng và có thể là thận trọng, nhưng đủ cho mục đích xếp hạng để lập kế hoạch dài hạn. Các mô hình nâng cao hơn (được ghi lại), xem xét ví dụ: tiềm năng bắt kịp sản lượng, có thể được áp dụng nếu muốn.
- Chi phí sửa chữa - tự ước tính chi phí sửa chữa. Xem xét liệu phạm vi sửa chữa có thể bao gồm nhiều hơn vị trí mất khả năng chịu áp lực hay không. Ví dụ, ăn mòn chung nghiêm trọng có thể yêu cầu sửa chữa rộng rãi dọc theo các bộ phận quan trọng của hệ thống đường ống.
- Tùy thuộc vào quy định của địa phương, tiền phạt cũng có thể liên quan để xem xét. Điều này thay đổi rất nhiều tùy thuộc vào quốc gia và vị trí địa lý.
- Chi phí liên quan đến thiệt hại vật chất, liên quan đến cả thiết bị của chính tổ chức và thiết bị lân cận cũng như thiết bị của các bên khác. Điều này đặc biệt cần được xem xét nếu có khả năng xảy ra bất lửa đáng kể.
- Chi phí liên quan đến hủy hoại môi trường có thể là đáng kể tùy thuộc vào loại lưu chất, khối lượng, quốc gia và vị trí địa lý.
Các giới hạn 0,1%, 1%, 10% và 100% được áp dụng trong hình chỉ là gợi ý. Những điều này phải được đặt ra bởi công ty điều hành theo cách phù hợp với bối cảnh kinh doanh của họ.

Bảng F-14. Mô hình hóa hậu quả hư hỏng phương pháp cấp 2

Cấp vị trí	Dạng lưu chất					
	Dầu (B)		Khí (D,E)		Khác (A,C)	
	Nổ	Rò rỉ	Nổ	Rò rỉ	Nổ	Rò rỉ
Cấp 1 (ngoài biển)	M				L	
Cấp 2 (ngoài biển)	H				M/H*	
PLC 1	L	L	M	L	L	L
PLC 2	M	M	H	H		

PLC 3	H	H	VH		M	
PLC 4	VH		EH	VH		
PLC 5	EH	VH		EH	H	
ELC 1	H	L	L	L	L	L
ELC 2						
ELC 3	VH	M	M	M	M	M
ELC 4	EH	H	M			
ELC 5		VH	H			
EC 1	L					
EC 2	M					
EC 3	H					
EC 4	VH					
EC 5	EH					
* Hậu quả cao đối với ống đứng						

Kết quả từ việc đánh giá phải được ghi lại theo một dạng biểu thích hợp.

F.4.7 Các điều chỉnh cuối cùng cho dạng hậu quả hư hỏng

Các đánh giá kỹ thuật (được chứng minh) phải được áp dụng cho các điều chỉnh cuối cùng của việc đánh giá CoF (bất kể cấp độ/phương pháp áp dụng). Điều này dựa trên

- Các thông số chính liên quan đến sự phát triển hậu quả (áp suất, thể tích, thành phần lưu chất, độ sâu nước, môi trường, v.v...)
- Sự tin cậy trong các rào cản phản ứng được đặt tại chỗ để giảm thiểu các hậu quả do mất khả năng chịu áp lực
- Tập hợp/danh mục các đường ống/đoạn đường ống được đánh giá (xem xét CoF một cách tương đối dựa trên bối cảnh tổng thể)

F.5 Lập kế hoạch quản lý tính toán vẹn

Chương trình quản lý tính toán vẹn thượng được lập trong giai đoạn thiết kế và được thực

hiện trước khi bắt đầu đưa vào vận hành. Chương trình thường được xác minh và cập nhật nếu cần thiết như một phần của quá trình chuyển giao từ thiết kế đến vận hành. Trong quá trình vận hành, việc cập nhật diễn ra thường xuyên và có thể được bắt đầu dựa trên:

- Các kết quả từ kiểm tra, theo dõi và thử
- Các kết quả từ bất kỳ đánh giá tính toàn vẹn nào
- Các thay đổi trong thông số vận hành hoặc bất kỳ thay đổi khác mà có thể ảnh hưởng về các mối nguy, hoặc
- Bất kỳ thay đổi xảy ra trong các yêu cầu của cơ quan có thẩm quyền hoặc bất kỳ cơ sở và giả định khác trong thời gian được cập nhật

Quá trình lập đi lập lại để đánh giá rủi ro và lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn được bắt đầu trong giai đoạn thiết kế và được cập nhật trong suốt tuổi thọ làm việc. Việc lập kế hoạch chi tiết về các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn và cải thiện tính toàn vẹn liên quan đến việc lập lịch trình chi tiết, các hoạt động cần thiết như tìm nguồn cung ứng và phân bổ phụ tùng, tính sẵn có của thiết bị kiểm tra/khảo sát, các quy trình liên quan. Chương trình quản lý tính toàn vẹn hàng năm cũng cần được lập

Chú thích 1: Ví dụ, một số công trình ngầm có các cảm biến và thiết bị theo dõi khác nhau như (kiểm soát cát, kiểm soát điểm sưng, mẫu thí nghiệm ăn mòn) được lắp đặt để theo dõi hiệu năng hoặc tính toàn vẹn của hệ thống. Các thông tin thu thập được từ các thiết bị như vậy phải được đưa vào chương trình quản lý tính toàn vẹn.

F.5.1 Thời gian của chương trình quản lý tính toàn vẹn

Chương trình quản lý tính toàn vẹn phải bao trùm trong một khoảng thời gian, thông thường là tối thiểu 8 năm.

Chương trình quản lý tính toàn vẹn cần được cập nhật định kỳ 5 năm 1 lần.

F.5.2 Đánh giá rủi ro ban đầu và chương trình quản lý tính toàn vẹn

Một đánh giá rủi ro ban đầu phải được thực hiện trong giai đoạn thiết kế và được xem xét, cập nhật như một phần của việc chuyển giao từ thiết kế đến vận hành. Dựa trên đánh giá rủi ro ban đầu, một chương trình quản lý tính toàn vẹn phải được lập và thực hiện để trước khi việc sản xuất bắt đầu (chương trình quản lý tính toàn vẹn ban đầu)

Các mối nguy lên đường ống phải được xác định và các biện pháp ngăn chặn hoặc giảm thiểu được thực hiện trong giai đoạn DFI phải được liệt kê. Để ghi lại khả năng áp dụng của các mối nguy khác nhau đánh giá rủi ro ban đầu bao gồm một phân tích định tính tất cả các nhóm mối nguy tiềm ẩn lên đường ống, bao gồm các mối nguy phụ có thể xảy ra

Đầu ra từ đánh giá rủi ro có thể được tóm lược trong đánh giá rủi ro và quản lý tính toàn vẹn bao gồm tối thiểu:

- Lập bản đồ các mối nguy lên hệ thống

- Các biện pháp bảo vệ và các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn
- Tiêu chuẩn chấp nhận/thiết kế (các chỉ dẫn hoặc thông số được theo dõi cần được xác định và có tiêu chí cụ thể để thực hiện hành động khắc phục hoặc cuộc kiểm tra tiếp theo cần được xác định)
- Các rủi ro liên quan

Chương trình ban đầu phải dựa trên các đánh giá rủi ro, tài liệu thiết kế, tài liệu DFI, nghiên cứu HAZOP, thảo luận và đánh giá từ giai đoạn dự án, kinh nghiệm hoạt động trước đó và các phương pháp thực tiễn nhất bên cạnh các đánh giá kỹ thuật phù hợp. Các vấn đề với một số hệ thống hoặc thành phần phát sinh trong quá trình chế tạo hoặc lắp đặt có thể yêu cầu kiểm tra thường xuyên hơn hoặc theo dõi kỹ hơn.

Các giả định sau đây cần được xác nhận trước khi phát triển chương trình quản lý tính toàn vẹn ban đầu:

- Không có sự không phù hợp vẫn còn chờ giải quyết từ thiết kế, chế tạo và lắp đặt đường ống
- Một cuộc khảo sát sau khi lắp đặt, liên quan đến các hư hỏng đối với lớp bọc bên ngoài và hệ thống CP, được thực hiện trước khi lắp đặt lại tất cả các đoạn được chôn lấp. (tham chiếu DNVGL-ST-F101 Sec.10 G)
- Khảo sát hoàn công bên ngoài đường ống trước khi bắt đầu vận hành (tham chiếu DNVGL-ST-F101 Sec.10 G).

F.5.3 Cập nhật đánh giá rủi ro ban đầu và chương trình quản lý tính toàn vẹn

Người vận hành phải cập nhật đánh giá rủi ro ban đầu khi đường ống được đưa vào vận hành. Điều này nhằm đảm bảo rằng không có mối nguy mới nào lên đường ống trong giai đoạn vận hành trước hoặc chạy thử.

Khi hệ thống đường ống được tiếp quản bởi người vận hành, chương trình quản lý tính toàn vẹn ban đầu nên được cập nhật. Việc cập nhật đánh giá rủi ro ban đầu và chương trình quản lý toàn vẹn ban đầu phải là cơ sở cho việc cập nhật chương trình quản lý toàn vẹn ban đầu.

F.5.4 Cập nhật hàng năm chương trình quản lý tính toàn vẹn

Chương trình quản lý toàn vẹn phải được cập nhật hàng năm dựa trên thông tin thu được trong cùng thời điểm và kiến thức về việc áp dụng các kỹ thuật / phương pháp phân tích mới trong quá trình giám sát và kiểm tra tình trạng.

Nếu ví dụ một số cuộc kiểm tra trước đó cho thấy sự xuống cấp quá mức (ngoài dự kiến), một chế độ kiểm tra nghiêm ngặt hơn nên được áp dụng bên cạnh việc điều tra nguyên nhân của sự xuống cấp. Tương tự, nếu sự xuống cấp theo thời gian ít hơn dự kiến, thì khả năng kéo dài khoảng thời gian kiểm tra phải được xem xét.

Sự tin cậy vào kết quả kiểm tra và dữ liệu giám sát cần được xem xét.

F.5.5 Cập nhật định kỳ chương trình đánh giá rủi ro và quản lý tính toàn vẹn

Việc cập nhật định kỳ toàn bộ chương trình đánh giá rủi ro và quản lý tính toàn vẹn phải được thực hiện khi có yêu cầu hoặc ít nhất 5 một lần.

Nhu cầu cập nhật như vậy có thể liên quan đến những thay đổi về: hoạt động đánh bắt (ngoài khơi), thiết kế thiết bị đánh bắt, luồng tàu, phương pháp kiểm tra và giám sát, v.v.

Các hoán cải, đánh giá lại, kéo dài tuổi thọ, thay đổi nhà khai thác cũng có thể là lý do cho các bản cập nhật đó

F.5.6 Kiểm tra dựa trên sự kiện

Nếu một sự kiện nhất định xảy ra chẳng hạn như một vật rơi hoặc một thông số được theo dõi vượt quá tiêu chí chấp nhận của nó, thì điều này sẽ kích hoạt một cuộc điều tra riêng biệt hoặc kiểm tra thường xuyên hơn. Chương trình quản lý tính toàn vẹn cần được cập nhật cho phù hợp.

Các loại sự kiện khác cũng có thể cần thực hiện một cuộc kiểm tra bất thường (ví dụ như kế hoạch ngừng hoạt động). Các cuộc kiểm tra theo kế hoạch đã có trong chương trình quản lý tính toàn vẹn cần được đánh giá lại dựa trên kết quả của cuộc kiểm tra bất thường đó (có thể lựa chọn các hình thức kiểm tra khác; cuộc kiểm tra theo kế hoạch tiếp theo có thể bị hoãn lại hoặc có thể cần thực hiện sớm hơn, v.v.).

F.5.7 Tần suất

Tần suất các hoạt động quản lý tính toàn vẹn phụ thuộc vào mức độ rủi ro, tính tin cậy của dữ liệu đầu vào cho việc đánh giá rủi ro, tính tin cậy của tình trạng toàn vẹn, đánh giá sự phát triển có thể của rủi ro.

F.5.7.1 Sử dụng ma trận

Việc sử dụng ma trận có thể được sử dụng để đảm bảo các hành động nhất quán được thực hiện phụ thuộc vào kết quả từ việc đánh giá rủi ro

F.5.7.2 Thời gian để đạt đến mức giới hạn rủi ro

Ma trận lựa chọn công việc có thể được sử dụng để đảm bảo rằng các hành động nhất quán được thực hiện phụ thuộc vào kết quả từ việc đánh giá rủi ro. Cũng xem [F.2].

F.5.7.2 Thời gian để đạt đến giới hạn rủi ro xác định

Khi có liên quan và khả thi (nghĩa là xác suất hư hỏng dự kiến thay đổi theo thời gian), thời điểm đạt đến một giới hạn rủi ro nhất định có thể được ước tính và có thể được sử dụng để quyết định cho năm kiểm tra tiếp theo.

Nên căn cứ vào thời gian kiểm tra để căn cứ vào thời gian đạt được giới hạn rủi ro trừ đi thời

gian được coi là cần thiết để:

- Thực hiện kiểm tra
- Đánh giá kết quả
- Thực hiện bất kỳ đánh giá tính toàn vẹn nào và
- Lập kế hoạch và thực hiện bất kỳ hoạt động cải thiện cần thiết nào.

Thời gian kiểm tra này nên được so sánh với năm kiểm tra tiếp theo do luật pháp và / hoặc yêu cầu của công ty. Các Giải pháp thiên về an toàn nên được thực hiện.

Thông thường, hậu quả của một sự cố được coi là độc lập về thời gian và cố định (không đổi). Do đó, các nhiệm vụ chính trong đánh giá rủi ro là đánh giá xác suất hư hỏng trong năm đánh giá (thông thường, đây sẽ là năm kiểm tra cuối cùng, nhưng không nhất thiết phải là năm kiểm tra cuối cùng) và khả năng phát triển của nó (Điều này được thực hiện bằng cách xem xét các yếu tố có thể dẫn đến một xác suất hư hỏng khác theo thời gian).

PHỤ LỤC G. XÁC SUẤT HƯ HỒNG CẤP 1

(Tham khảo)

G.1 Giới thiệu

Phụ lục này các biểu đồ có thể được áp dụng như một công cụ để hỗ trợ trong các hội thảo đánh giá như được mô tả trong phần 4.4.3 và phụ lục F.3.2.1

G.2 Đánh giá cấp 1 – Các mối nguy từ bên thứ ba

G.2.1 Yêu cầu chung

Trước khi đánh giá rủi ro liên quan đến các mối nguy từ bên thứ ba, cần chuẩn bị một bản mô tả hệ thống thích hợp. Bản mô tả phải bao gồm toàn bộ đường ống và phải xem xét đến thông tin về tuổi thọ như sau:

- Tổng quan về các hoạt động có khả năng ảnh hưởng đến tính toàn vẹn của đường ống
- cần cầu xử lý trên giàn khoan
- câu cá (lưới kéo đáy)
- tàu hỗ trợ và mật độ tàu trong khu vực xung quanh đường ống
- hoạt động dưới biển (ví dụ: hoạt động đồng thời như khoan)
- khác (công việc chế tạo theo kế hoạch, v.v.).
- Đặc tính vật lý của đường ống
- đường kính, chiều dày thành ống, chiều dày lớp bọc
- vật liệu (thép và lớp bọc)
- chi tiết cấu tạo (đầu nối, cổ thiên nga, v.v.)
- bảo vệ (chôn lấp, đổ đá, kết cấu bảo vệ, v.v.)
- định tuyến và độ sâu nước.
- Tổng hợp bất kỳ dữ liệu kiểm tra và theo dõi liên quan từ các cuộc kiểm tra ROV bên ngoài, kiểm tra bên trong, hệ thống giám sát tàu.

Đối với việc cung cấp thông tin đầu vào cho các đánh giá về các dạng hậu quả của một hư hỏng, việc đánh giá về dạng hư hỏng có thể xảy ra nhất (rò rỉ đến vỡ) nên được thực hiện theo từng trường hợp.

G.2.2 Mô tả các mối nguy từ bên thứ ba

Mối nguy từ bên thứ ba liên quan đến các hoạt động của con người và/hoặc phần cứng có thể gây ra các tải trọng tác động bên ngoài lên đường ống. Các dạng tải trọng thường có thể là:

- Tải trọng va chạm
- Tải trọng kéo nhỏ
- Tải trọng neo
- Hoặc tổ hợp các tải trọng trên

Bảng G-1 đưa ra các ví dụ về các mối nguy từ bên thứ ba và các tải trọng mà đường ống thường phải chịu

Đối với các đường ống có đường kính nhỏ và/hoặc đường ống không được thiết kế để chịu các tải trọng như vậy do bên thứ ba, hư hỏng gây mất khả năng chịu áp lực (rò rỉ dẫn đến nứt vỡ) có thể xảy ra như một ảnh hưởng trực tiếp. Xác suất của các hư hỏng như vậy bằng với xác suất một sự kiện như vậy và thường là độc lập về thời gian trong các khung thời gian có liên quan trong bối cảnh quản lý toàn vẹn (các chương trình quản lý toàn vẹn dài hạn thường kéo dài đến 8 năm).

Thông thường, các mối nguy từ bên thứ ba được tính đến trong quá trình thiết kế. Các sự kiện liên quan đến mối nguy của bên thứ ba rất có thể sẽ dẫn đến hư hỏng đường ống như vết lõm, mài mòn, vết nứt, lỗ khoét, mất ổn định cục bộ, hư hỏng lớp bọc, hư hỏng anốt và sự dịch chuyển. Những loại hư hỏng này theo thời gian có thể phát triển thành hư hỏng làm mất khả năng chịu áp lực. Xác suất hỏng hóc liên quan đến các dạng này thường phức tạp hơn và có thể phụ thuộc vào thời gian trong các trường hợp như vậy.

Bảng G-1. Các ví dụ về mối nguy từ bên thứ ba

Các hoạt động	Các mối nguy thông thường	Tải trọng lên đường ống
Các hoạt động lắp đặt: <ul style="list-style-type: none">- Lắp đặt đường ống, ống đứng, các mô đun ngầm,- Đào hào, đổ đá- Thi công tại các điểm giao cắt	Vật rơi	Va chạm
	Neo kéo, xích neo	Va chạm /kéo nhỏ/
	Va tàu	Va chạm
Các hoạt động neo buộc	Vật rơi	Va chạm
	Neo kéo	Va chạm/kéo nhỏ
	Xích neo kéo	Kéo nhỏ
Các hoạt động nâng hạ (các hoạt động trên giàn)	Vật rơi	Va chạm

Các hoạt động dưới biển	Va chạm ROV	Va chạm
	Hư hỏng khi lắp đặt/loại bỏ.sửa chữa thiết bị	Va chạm/kéo nhỏ
Các hoạt động đánh cá	Tương tác lưới kéo	Va chạm/kéo nhỏ/neo
Giao thông – tàu chứa, tàu dịch vụ, tàu thương mại	Va tàu	Va chạm
	Neo	Va chạm/kéo nhỏ/neo
	Vật rơi	Va chạm

Trong số các mối nguy từ bên thứ ba điển hình được trình bày trong Bảng G-1, những mối nguy sau đây thường được đề cập trong các kế hoạch quản lý tính toàn vẹn dài hạn dựa trên rủi ro: Tương tác lưới kéo, vật rơi, neo đậu, tác động của tàu lên ống đứng.

Đây là những mối nguy có liên quan trong quá trình vận hành thông thường. Chúng được đề cập chi tiết hơn trong các phần bên dưới. Các mối nguy khác trong Bảng G-1 thường xảy ra trong các giai đoạn tạm thời không được đề cập chi tiết hơn. Các sự kiện như vậy được giả định là xác định khi chúng xảy ra, được đăng ký và theo dõi bởi các kế hoạch cho từng tình huống cụ thể. Thông thường, đánh giá tính toàn vẹn (đánh giá phù hợp với mục đích) theo các quy tắc liên quan sẽ được thực hiện và sẽ xác định bất kỳ kế hoạch dài hạn cần thiết nào về các hoạt động quản lý tính toàn vẹn. Hoạt động của bên thứ ba có thể liên quan đến nhiều đường ống là hoạt động của giàn khoan. Điều này không được đề cập đến trong mô hình đánh giá rủi ro trong báo cáo này vì nó được coi là một mối đe dọa chỉ có thể áp dụng trong một số thời kỳ nhất định trong vòng đời của đường ống. Nó sẽ phụ thuộc vào hoạt động trong khu vực và thường có liên quan trong những khoảng thời gian giới hạn. Quản lý rủi ro trong những bối cảnh như vậy được coi là một phần của các dự án được xác định rõ ràng. Hướng dẫn đánh giá rủi ro đối với hoạt động của giàn khoan được nêu trong DNVGL-RP-F107.

Nếu kế hoạch cho các giai đoạn / hoạt động tạm thời như vậy được biết rõ khi thực hiện đánh giá rủi ro cho mục đích lập kế hoạch quản lý tính toàn vẹn dài hạn, thì các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn thích hợp có thể được lập kế hoạch ngay sau các giai đoạn tạm thời này. Điều này cũng có thể được tính đến khi lập kế hoạch chi tiết các hoạt động kiểm soát tính toàn vẹn (ngắn hạn).

G.2.3 Tương tác lưới kéo

Tùy thuộc vào các tiêu chuẩn thiết kế được áp dụng, các đường ống nằm trong khu vực có

các hoạt động kéo lưới diễn ra có thể bị hư hỏng ngay lập tức hoặc bị xuống cấp lâu dài. Các đường ống nối chung được thiết kế để chịu các tải trọng từ các thiết bị lưới kéo. Các tình huống điển hình mà lưới kéo có thể gây hư hỏng cho đường ống là va chạm, kéo nhỏ, và neo

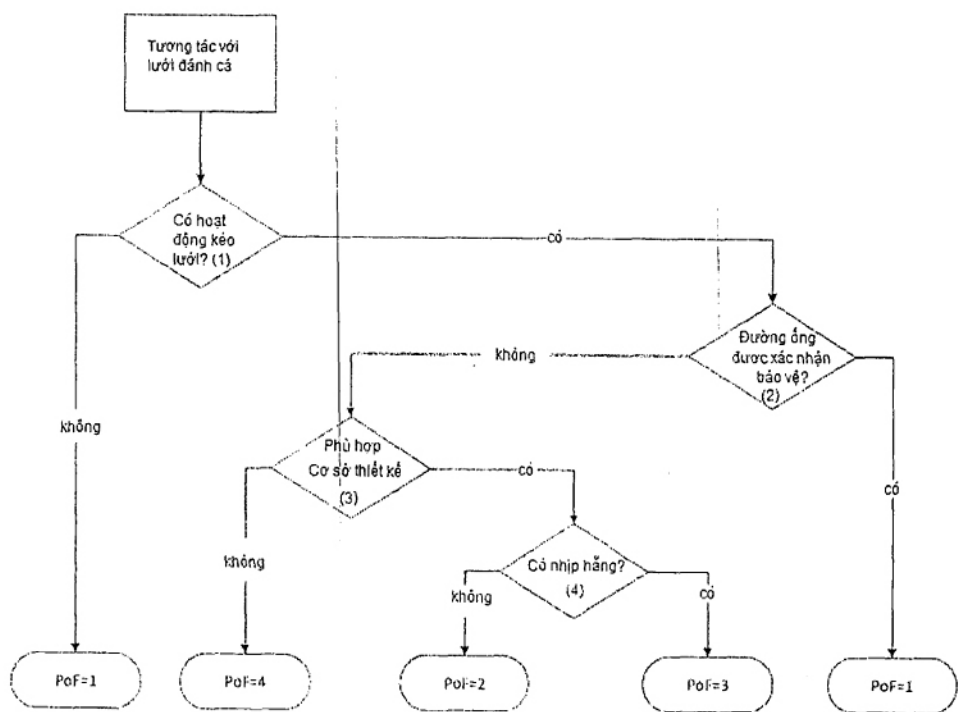
- Va chạm, tức là giai đoạn tác động ban đầu khi ván, guốc dầm hoặc một khối lượng nào đó va chạm vào đường ống. Giai đoạn này thường kéo dài khoảng 1 phần trăm giây. Nó chủ yếu là lực cản cục bộ của vỏ ống, bao gồm lớp bọc bảo vệ để chống lại lực tác động
- Kéo nhỏ, tức là giai đoạn thứ hai khi ván kéo, dầm kéo gây ra tác động kéo nhỏ lên đường ống. Giai đoạn này có thể kéo dài từ 1 giây đến khoảng 10 giây, phụ thuộc vào độ sâu nước, chiều cao nhịp hẫng và các yếu tố khác. Điều này thường gây ra một phản ứng tổng thể lên đường ống
- Neo, tức là tình huống mà thiết bị kéo bị kẹt dưới đường ống. Đây là một tình huống hiếm xảy ra khi các lực bằng hoặc lớn hơn tải trọng phá vỡ

Cả hai tải trọng kéo nhỏ và neo có thể gây ra các mất ổn định cục bộ và tổng thể lên đường ống. Va chạm có thể gây ra do ván kéo hoặc các thiết bị tương tự khác, cùng với các nhịp hẫng tự do có thể gây tác động tiêu cực lên đường ống. Kéo lưới sử dụng khối nặng là một dạng thực tế mới và do đó đường ống không được thiết kế để chịu các tải trọng từ các thiết bị như vậy.

Thiết bị kéo lưới cũng có thể tương tác với các thiết bị đường ống liên quan như mặt bích và bu lông, và đối với đường ống có đường kính nhỏ, các tải trọng neo có thể gây đứt gãy đường ống.

Trong những năm gần đây, một kịch bản đã được chú ý nhiều hơn là khi các tấm ván kéo mới có cạnh sắc nhọn tác động vào và làm xước các mối nối bọc hiện trường không được bảo vệ bằng lớp phủ bê tông mà là một dạng vật liệu khá mềm. Việc có những loại ván kéo này thường xuyên cào các mối nối hiện trường có thể dẫn đến các mối nối hiện trường không được bảo vệ, dẫn đến ăn mòn và bắt đầu nứt sau đó, cũng như mất khả năng bảo vệ cơ học. Đây là một hiện tượng tương đối mới (cả ván lưới kéo loại sắc nhọn và lớp bọc mối nối hiện trường mới) và thực tế là các tác động tiêu cực có thể xảy ra rất có thể sẽ mất thời gian để phát triển thành rõ ràng khiến việc ước tính tần suất hư hỏng cho riêng kịch bản này là một vấn đề phức tạp. Với các chương trình kiểm tra thích hợp, các hư hỏng có thể bắt đầu phải được phát hiện trước khi phát triển thành rõ ràng và việc sửa chữa có thể được lên lịch vào một khoảng thời gian thích hợp.

Đánh giá PoF cấp 1 đối với tương tác lưới kéo bao gồm 2 bước, một biểu đồ đưa ra giá trị PoF ban đầu, sau đó là đánh giá kỹ thuật trong Bảng G-2, trong đó có thể thực hiện điều chỉnh PoF. Mỗi câu hỏi có một số kèm theo đề cập đến ghi chú hướng dẫn được đưa ra trong Bảng G-3.



Hình G-1 - Biểu đồ tương tác lưới đánh cá

Bảng G-2. Hệ số điều chỉnh xác suất hư hỏng dựa trên đánh giá kỹ thuật

	Vấn đề/tình trạng/tiêu chí/câu hỏi	Hệ số điều chỉnh
5	Chiều dài/chiều cao đáng kể của nhip hẫng	+ 1
6	Dễ bị mất ổn định tổng thể/mất ổn định vòng lên	+ 1
7	$D/t > 40$?	+ 1
8	Các bộ phận không được bảo vệ dọc theo đường ống	+ 1
9	Tình trạng phù hợp đã được xác định gần đây	-1
10	Đánh giá kỹ thuật các vấn đề khác không được đề cập ở trên	$\pm x$
	PoF điều chỉnh	PoF + tổng hệ số điều chỉnh
Giá trị PoF tối đa = 5		

Bảng G-3. Hướng dẫn đối với tương tác lưới đánh cá

1	Các hoạt động kéo lưới?	Có bất kỳ hoạt động đánh bắt nào trong khu vực có thể gây cản trở đường ống hoặc có bất kỳ hoạt động đánh bắt nào trong tương lai gần không?
2	Đường ống được xác nhận được bảo vệ	Đường ống được xác nhận là đã được bảo vệ (tức là chôn hoặc đá đổ) khỏi sự tác động của lưới kéo khi kiểm tra và dự kiến sẽ không có bất kỳ thay đổi đáng kể nào về độ sâu chôn lấp kể từ lần kiểm tra cuối cùng.
3	Đầy đủ cơ sở thiết kế	Đường ống được thiết kế để chống lại sức kéo và tải trọng của các thiết bị thực tế được sử dụng trong khu vực. Lưu ý rằng đặc biệt đối với các đường ống cũ, bánh răng lưới kéo có thể đã tăng kích thước / trọng lượng-so với thiết kế và nếu sử dụng trọng lượng khối thì đường ống có thể chịu được những tải trọng này không?
4	Nhịp hẫng ?	Có bất kỳ nhịp hẫng nào dọc theo đường ống
Đánh giá kỹ thuật		
5	Chiều dài/chiều cao đáng kể của nhịp hẫng	Các nhịp hẫng có chiều dài và chiều cao đáng kể có thể hoạt động như các điểm móc nối tiềm năng. Chỉ phù hợp với đường ống ở những khu vực có hoạt động đánh lưới.
6	Dễ bị mất ổn định tổng thể/mất ổn định vòng lên	Các đường ống được chôn lấp có thể bị mất ổn định tổng thể/mất ổn định vòng lên kể từ lần kiểm tra cuối cùng dẫn đến việc đường ống bị lộ và có nguy cơ chịu rủi ro từ tương tác lưới đánh cá
7	$D/t > 40$	Tỷ lệ đường kính/chiều dày lớn hơn 40 và do đó được coi là một hệ thống đường ống kém cứng vững hơn, dễ bị tác động từ các tương tác lưới

		đánh cá hơn các đường ống cứng vững
8	Các thành phần không được bảo vệ dọc theo đường ống	Có bất kỳ thành phần nào không được bảo vệ, tức là mặt bích, van, phụ kiện mà có thể bị neo móc bởi lưới kéo?
9	Tình trạng gần đây được xác nhận đầy đủ	Việc kiểm tra và theo dõi được thực hiện cho thấy không có hư hỏng do các hoạt động kéo lưới/hoặc không có hoạt động kéo lưới trong khu vực xung quanh đường ống. Đối với các đường ống được chôn lấp/đổ đá, các cuộc kiểm tra có liên qua có thể là kiểm tra bên trong để phát hiện vết lõm hoặc kiểm tra bên ngoài chuyên sâu để có thể phát hiện sự mất ổn định tổng thể do lưới kéo. Đối với các đường ống không được bảo vệ, nó có thể được kiểm tra bằng ROV
10	Đánh giá kỹ thuật các vấn đề khác	"x" được chọn dựa trên kiến thức về <ul style="list-style-type: none">- Bản thân hệ thống- Hệ thống được vận hành như thế nào, và- Được duy trì (tức là chất lượng của việc kiểm soát tính toàn vẹn và cải thiện tính toàn vẹn trong hệ thống quản lý)

G.2.4 Thả Neo

Thả neo ở đây được áp dụng liên quan đến việc neo không kiểm soát / không chủ ý trong khi vẫn điều hướng. Việc thả neo có kiểm soát thường được thực hiện khi tàu có tốc độ rất thấp / đứng yên và do đó nên được coi như một vật rơi. Việc móc neo không phải là một mối nguy trong những tình huống này do tốc độ tàu thấp.

Việc thả neo như một mối nguy phụ thuộc vào một số lượng lớn các yếu tố như vị trí đường ống, kích thước, nguyên lý bảo vệ, số lượng tàu qua lại trên một đơn vị thời gian và phân bố kích thước tàu.

Móc neo dễ gặp nhất đối với các đường ống lộ ra ngoài, nhưng các đường ống chôn lấp cũng có thể bị mắc neo nếu độ sâu chôn lấp không đủ. Tùy thuộc vào độ sâu của nước, một mỏ neo bị kéo có thể chạm tới đáy biển và do đó gây ra mối nguy cho đường ống biển.

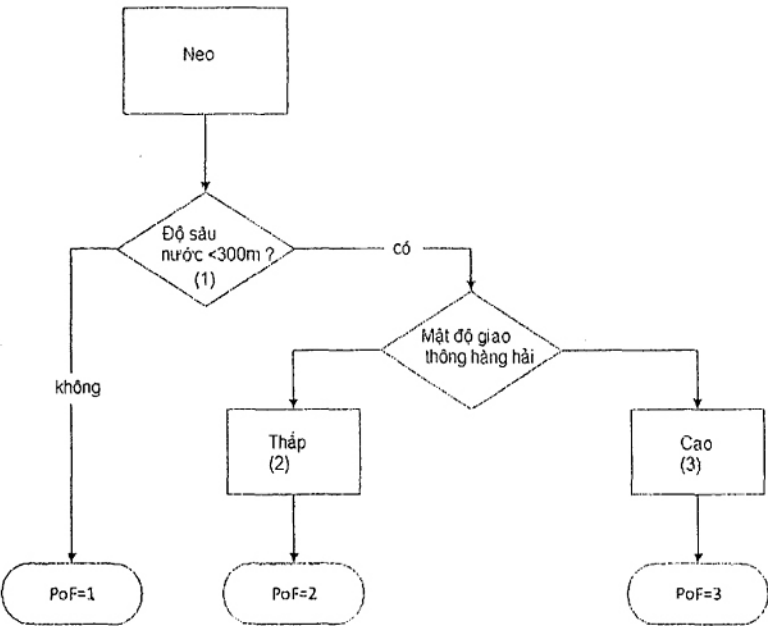
Có những khu vực mà xác suất thả neo không chủ ý cao hơn những khu vực khác:

- Khi tàu đến gần cảng hoặc đi qua các đoạn hẹp, neo được chuẩn bị để thả nhanh, nghĩa là cả chốt neo và khóa xích đều được tháo ra. Điều này được thực hiện nhằm giảm thiểu thời gian từ khi máy móc hoặc hệ thống lái có thể bị hỏng cho đến khi bắt đầu thả neo khẩn cấp. Vì mỏ neo sau đó chỉ nằm trên dải băng, nên khả năng rơi neo không kiểm soát được sẽ tăng lên.

- Trong trường hợp khoảng cách di chuyển tàu tự do đáng kể ở vùng nước sâu hơn trước khi đến vùng nước nông (nếu có đường ống ở khu vực giao nhau giữa vùng nước sâu hơn và vùng nước nông hơn), khả năng xảy ra sự cố móc neo có thể cao hơn so với khi chỉ tàu di chuyển trong các khu vực trong vùng nước nông này (nơi rất có thể chiếc neo bị rơi không chủ ý sẽ được phát hiện nhanh chóng do rung động, tiếng ồn, tốc độ).

- Ngoài neo kéo từ tàu có người lái còn có tàu và sà lan được lai dắt. Có một lo ngại rằng khả năng xảy ra việc thả neo không chủ ý từ những con tàu / sà lan như vậy cao hơn so với những con tàu có người lái đang hoạt động. Một lý do cho mối lo ngại là tàu hoặc sà lan được kéo có thể không có người lái, làm tăng khả năng vật rơi vẫn chưa được phát hiện. Một lý do khác là một số tàu đang được kéo về các bãi xa để nạo vét. Tình trạng và tính toán vận kỹ thuật của những con tàu đó bao gồm cả thiết bị neo đậu có thể thấp hơn đáng kể so với những con tàu đã đăng ký tham gia giao thông.

Đánh giá PoF cấp 1 đối với việc thả neo bao gồm 2 bước, một biểu đồ đưa ra giá trị PoF ban đầu, sau đó là đánh giá kỹ thuật trong Bảng G-4, tại đó có thể thực hiện điều chỉnh PoF. Mỗi câu hỏi có một điểm số kèm theo đề cập đến các ghi chú được đưa ra trong Bảng G-5.



Hình G-5. Biểu đồ cho việc thả neo

Bảng G-4. Hệ số điều chỉnh xác suất hư hỏng dựa trên đánh giá kỹ thuật

	Tiêu chí	Hệ số điều chỉnh
4	Đường ống chịu các tải trọng có chu kỳ (vận hành/sóng/dòng chảy)	+ 1
5	$D/t > 40$?	+ 1
6	Vị trí từ vùng nước sâu đến nước nông	+ 1
7	Bảo vệ (được chôn lấp/đổ đá)	- 1
8	Tình trạng phù hợp đã được xác định gần đây	-1
9	Đánh giá kỹ thuật các vấn đề khác không được đề cập ở trên	$\pm x$
	PoF điều chỉnh	PoF + tổng hệ số điều chỉnh
Giá trị PoF tối đa = 5		

Bảng G-5. Hướng dẫn đối với việc thả neo

1	Độ sâu nước < 300 m	Các neo kéo thường không được coi là có thể tiếp cận đường ống nếu nó nằm ở độ sâu nước lớn hơn 300 mét.
2	Mật độ giao thông hàng hải thấp	Các khu vực có lưu lượng tàu thấp.
3	Mật độ giao thông hàng hải cao	Mật độ cao tàu có neo gây ra mối nguy cho đường ống. Các khu vực điển hình có mật độ giao thông hàng hải cao là các luồng tàu, gần bến cảng, khu vực có hoạt động khoan, v.v.
Đánh giá kỹ thuật		
4	Đường ống chịu các tải trọng có chu kỳ (vận hành/sóng/dòng chảy)	hư hỏng tiềm ẩn đối với đường ống tiếp xúc với các tải có tính chu kỳ từ vận hành (áp suất, nhiệt độ, ngừng hoạt động), dòng chảy, sóng, v.v. có thể phát triển nhanh hơn thành hư hỏng so với đường ống có mức tiếp xúc thấp với tải có chu

		kỹ. Chỉ phù hợp với các khu vực có độ sâu nước <300 m.
5	$D/t > 40?$	Tỷ lệ đường kính / chiều dày trên 40 và do đó được coi là hệ thống đường ống kém cứng vững hơn. Chỉ phù hợp với các khu vực có độ sâu nước <300 m.
6	Vị trí từ vùng nước sâu đến nước nông	Đường ống cắt ngang (theo chiều ngang) vùng chuyển tiếp độ sâu từ vùng nước nông sang vùng nước sâu. Khoảng cách di chuyển tàu tự do ở vùng nước sâu sẽ làm tăng xác suất không phát hiện ra một mỏ neo được thả ra ngoài ý muốn. Khi tàu tiếp cận vùng nước nông, mỏ neo sẽ có thể móc đường ống vì neo ở đây sẽ chạm đến đáy biển và đường ống. Chỉ phù hợp với các khu vực có độ sâu nước <300 m.
7	Bảo vệ (được chôn lấp/đổ đá)	Hư hỏng do neo có thể xảy ra ngay cả đối với các đường ống bị chôn lấp hoặc đổ đá vì neo có thể xuyên sâu vào đất vài mét, tuy nhiên thiệt hại sẽ ít nghiêm trọng hơn đối với một đường ống bị chôn vùi / đổ đá so với đường ống lộ trên đáy biển
8	Tình trạng phù hợp đã được xác định gần đây	Việc kiểm tra và theo dõi được thực hiện cho thấy không có hư hỏng do các hoạt động kéo lưới/hoặc không có hoạt động kéo lưới trong khu vực xung quanh đường ống. Đối với các đường ống được chôn lấp/đổ đá, các cuộc kiểm tra có liên qua có thể là kiểm tra bên trong để phát hiện vết lõm hoặc kiểm tra bên ngoài chuyên sâu để có thể phát hiện sự mất ổn định tổng thể do lưới kéo. Đối với các đường ống không được bảo vệ, nó có thể được kiểm tra bằng ROV
9	Đánh giá kỹ thuật các vấn đề khác không được đề cập ở trên	"X" được chọn dựa trên kiến thức về <ul style="list-style-type: none">- Bản thân hệ thống- Hệ thống được vận hành như thế nào, và

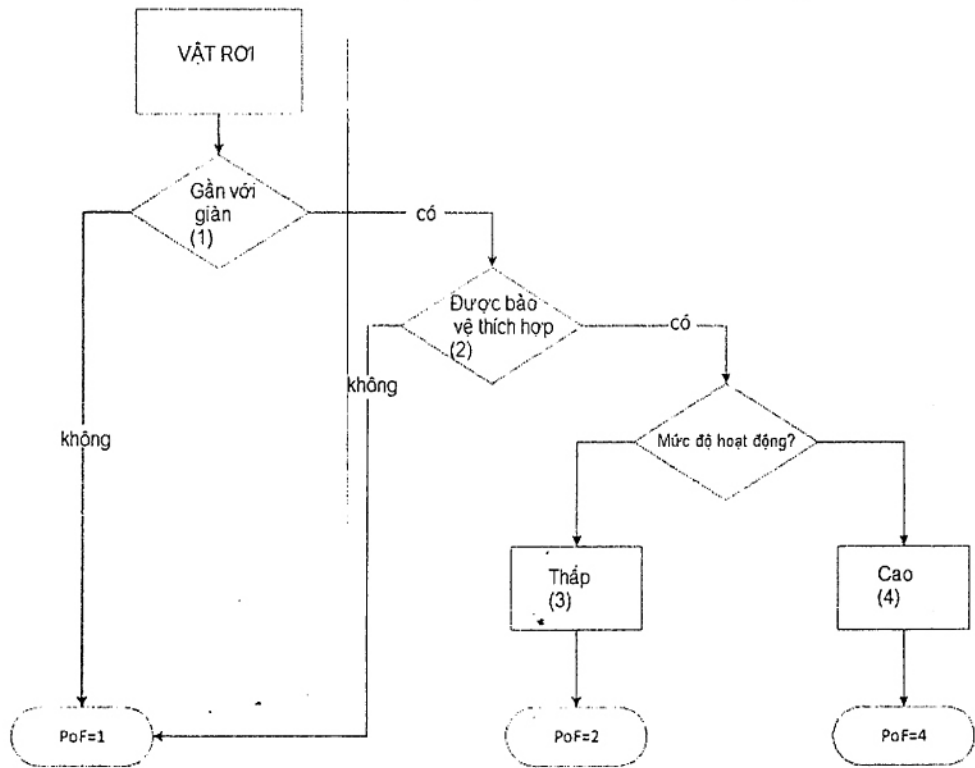
		<div>- Được duy trì (tức là chất lượng của việc kiểm soát tính toàn vẹn và cải thiện tính toàn vẹn trong hệ thống quản lý)</div>
--	--	--

G.2.5 Vật rơi

Có thể xảy ra hư hỏng do các vật rơi khi tàu đi qua và gần các giàn / mỏ khai thác. Rủi ro thường lớn hơn trong quá trình khoan và lắp đặt chế tạo. Các vật rơi có thể là kết quả của các hoạt động cầu lắp không thành công:

- Giữa tàu dịch vụ và giàn/ giàn khoan.
- Giữa giàn / giàn khoan và công trình ngầm dưới biển
- Trên giàn nơi có các vật rơi xuống biển.

Đánh giá PoF cấp độ 1 cho các vật rơi bao gồm 2 bước, một biểu đồ đưa ra giá trị PoF ban đầu, tiếp theo là đánh giá kỹ thuật trong Bảng G-6 trong đó có thể thực hiện điều chỉnh PoF. Mỗi câu hỏi có một số kèm theo để cập đến ghi chú được đưa ra trong Bảng G-7.



Bảng G-4. Hệ số điều chỉnh xác suất hư hỏng dựa trên đánh giá kỹ thuật

	Tiêu chí	Hệ số điều chỉnh
5	Đường ống chịu các tải trọng có chu kỳ (vận hành/sóng/dòng chảy)	+ 1
6	$D/t > 40$?	+ 1
7	Tình trạng phù hợp đã được xác định gần đây	-1
8	Đánh giá kỹ thuật các vấn đề khác không được đề cập ở trên	$\pm x$
	PoF điều chỉnh	PoF + tổng hệ số điều chỉnh
Giá trị PoF tối đa = 5		

Bảng G-7. Hướng dẫn đối với vật rơi

Biểu đồ		
1	Gần với giàn	Các hư hỏng do các vật rơi xảy ra thường xuyên hơn trong khu vực giàn.
2	Được bảo vệ thích hợp	Đường ống được xác nhận đã được bảo vệ (chôn hoặc đá đổ) chống lại các vật rơi khi kiểm tra và dự kiến sẽ không có bất kỳ thay đổi đáng kể nào về độ sâu chôn lấp kể từ lần kiểm tra cuối cùng.
3	Mức hoạt động thấp	Mức độ hoạt động thấp trên đường ống
4	Mức hoạt động cao	Mức độ hoạt động cao bên trên đường ống, tức là dưới công việc khoan và lắp đặt chế tạo
Đánh giá kỹ thuật		
5	Đường ống chịu các tải trọng có chu kỳ (vận hành/sóng/dòng chảy)	Hư hỏng tiềm ẩn đối với đường ống tiếp xúc với các tải có tính chu kỳ từ vận hành (áp suất, nhiệt độ, ngừng hoạt động), dòng chảy, sóng, v.v. có thể phát triển nhanh hơn thành hư hỏng so với

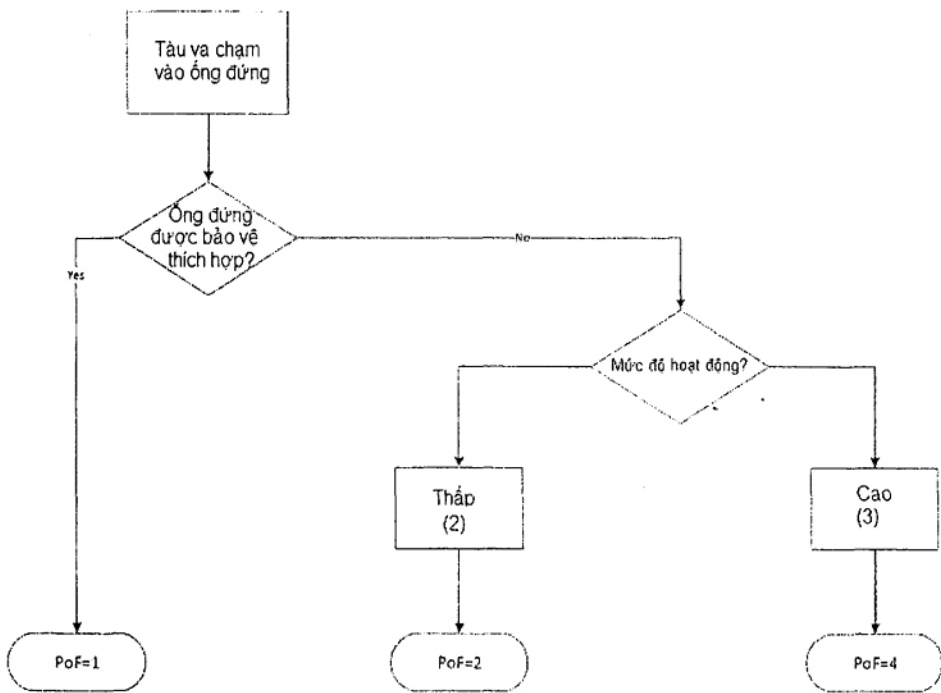
		đường ống có mức tiếp xúc thấp với tải có chu kỳ.
6	$D/t > 40?$	Tỷ lệ đường kính / chiều dày trên 40 và do đó được coi là hệ thống đường ống kém cứng vững hơn.
7	Tình trạng phù hợp đã được xác định gần đây	Việc kiểm tra và theo dõi được thực hiện cho thấy không có hư hỏng do vật rơi và/hoặc tần suất hoạt động rất thấp trong khu vực xung quanh đường ống. Kiểm tra liên quan có thể là kiểm tra ROV và / hoặc kiểm tra bên trong có thể phát hiện vết lõm
8	Đánh giá kỹ thuật các vấn đề khác không được đề cập ở trên	"x" được chọn dựa trên kiến thức về <ul style="list-style-type: none">- Bản thân hệ thống- Hệ thống được vận hành như thế nào, và- Được duy trì (tức là chất lượng của việc kiểm soát tính toàn vẹn và cải thiện tính toàn vẹn trong hệ thống quản lý)

G.2.6 Tàu va vào ống đứng

Ống đứng có thể bị tác động ảnh hưởng do tàu. Cần đánh giá tác động va chạm của tàu đối với ống đứng để đảm bảo rằng ống đứng phù hợp với mục đích và vẫn được bảo vệ đầy đủ. Hư hỏng do va chạm gây hư hỏng ống đứng có thể do sự va chạm giữa ống đứng và:

- tàu đi qua; tàu buôn hoặc tàu dịch vụ
- tàu chở dầu tiếp cận gần
- Tàu đánh cá
- tàu dự phòng
- Tàu dịch vụ tại mỏ (trong khi chờ tải / dỡ hàng hoặc trong khi vận hành bốc / dỡ hàng).

Đánh giá PoF cấp độ 1 đối với tác động của tàu đối với ống đứng bao gồm 2 bước, biểu đồ đưa ra giá trị PoF ban đầu, sau đó là đánh giá kỹ thuật trong đó có thể thực hiện điều chỉnh PoF. Mỗi câu hỏi có một số kèm theo đề cập đến ghi chú được đưa ra trong Bảng G-9.



Hình G-4 - Biểu đồ va chạm tàu

Bảng G-8. Hệ số điều chỉnh xác suất hư hỏng dựa trên đánh giá kỹ thuật

	Tiêu chí	Hệ số điều chỉnh
4	Khu vực có điều kiện thời tiết khắc nghiệt	+ 1
5	Các biện pháp giảm thiểu rủi ro được thực hiện	-1
6	Đánh giá kỹ thuật các vấn đề khác không được đề cập ở trên	± x
	PoF điều chỉnh	PoF + tổng hệ số điều chỉnh
Giá trị PoF tối đa = 5		

Bảng G-9. Hướng dẫn đối với việc va chạm tàu lên ống đứng

Biểu đồ		
1	Ống đứng được bảo vệ thích hợp	Các hư hỏng do các vật rơi xảy ra thường xuyên hơn trong khu vực giàn.
2	Mức hoạt động thấp	Mức độ hoạt động thấp trên đường ống

3	Mức hoạt động cao	Mức độ hoạt động cao xung quanh ống đứng, gần với khu vực chuyển hàng cho tàu dịch vụ. Các hoạt động hàng hải cao nói chung trong khu vực, tàu chứa, tàu hỗ trợ, v.v..
Đánh giá kỹ thuật		
4	Khu vực có điều kiện thời tiết khắc nghiệt	Làm tăng rủi ro va chạm khi tàu bị trôi dạt
5	Các biện pháp giảm thiểu rủi ro được thực hiện	Các biện pháp được thực hiện để giảm rủi ro va đập tàu, tức là radar, tàu hỗ trợ, thông tin liên lạc, bảo vệ vật lý.
6	Đánh giá kỹ thuật các vấn đề khác không được đề cập ở trên	"x" được chọn dựa trên kiến thức về <ul style="list-style-type: none"> - Bản thân hệ thống - Hệ thống được vận hành như thế nào, và - Được duy trì (tức là chất lượng của việc kiểm soát tính toàn vẹn và cải thiện tính toàn vẹn trong hệ thống quản lý)

G-3 Đánh giá cấp 1 – Các mối nguy do ăn mòn

G.3.1 Yêu cầu chung

Các mối nguy ăn mòn bên trong và bên ngoài có thể được chia thành các mối nguy gây ra bởi các cơ chế ăn mòn khác nhau, như được chỉ ra trong Bảng C-1 của Phụ lục. Cơ chế ăn mòn trong hệ thống đường ống sẽ phụ thuộc vào loại lưu chất. Do đó, các kế hoạch kiểm tra và theo dõi cũng sẽ cụ thể đối với từng loại lưu chất và cơ chế ăn mòn dự kiến, cũng như cách thức kiểm soát và giảm thiểu mối nguy do ăn mòn.

Đối với việc đánh giá các mối nguy do ăn mòn, cần đặc biệt xem xét những điều sau:

1) Tài liệu liên quan về thiết kế, chế tạo và lắp đặt hệ thống đường ống có thể ảnh hưởng đến tuổi thọ của hệ thống. Thông tin thiết kế sau đây cần được xem xét:

- Vật liệu (CMn, CRA, Đường ống bọc và lót) và khả năng ăn mòn
- Thành phần lưu chất (CO2, H2S, O2, v.v.),
- Các thông số thiết kế và vận hành (áp suất, nhiệt độ, tốc độ dòng chảy, hàm lượng nước),
- Bơm hóa chất hoặc các biện pháp khác để kiểm soát ăn mòn (ví dụ: chất diệt khuẩn, chất

ức chế, làm sạch, v.v.).

Các sự cố do chế tạo và lắp đặt có thể ảnh hưởng đến tuổi thọ của đường ống, hệ thống như:

- Hư hỏng lớp phủ và hư hỏng cực dương
- Vết lõm.

2) Hệ thống quản lý tính toàn vẹn (IM) và việc triển khai hệ thống IM bao gồm các nội dung sau:

- Chương trình kiểm soát ăn mòn tại chỗ và được thực hiện
- Giám sát sản phẩm đã thực hiện liên quan đến lưu chất được đề cập
- Chương trình kiểm tra được áp dụng và thực hiện.

3) Xem xét việc kiểm tra xác nhận hoạt động theo thiết kế:

- Dữ liệu được theo dõi trong phạm vi vận hành và được lập thành tài liệu rõ ràng và được đánh giá một cách thường xuyên
- Các quy trình báo cáo / đánh giá đầy đủ bao gồm các sự cố ngoài thông số được thực hiện
- Sự thay đổi tính ăn mòn của lưu chất
- Xác minh tình trạng bên trong của đường ống (mất kim loại)
- Đánh giá ăn mòn được thực hiện thường xuyên dựa trên dữ liệu được theo dõi thông qua hệ thống IM.

Thông tin được sử dụng làm cơ sở khi xác định PoF có thể có chất lượng khác nhau và ở mức độ chi tiết khác nhau. Do đó, mức độ tin cậy về thông tin được sử dụng khi xác định PoF cũng nên được coi là một phần của đánh giá. Nếu dữ liệu giám sát không nhất quán, không đủ hoặc thiếu, độ tin cậy vào dữ liệu có sẵn sẽ thấp và trên cơ sở này, phân loại PoF có thể được tăng lên. Tuy nhiên, nếu dữ liệu giám sát không nhất quán hoặc thiếu, nhưng ILI đã được thực hiện cho thấy tình trạng của đường ống tốt hơn so với dự đoán trong thiết kế, thì PoF cho giai đoạn tiếp theo có thể giảm xuống.

Bốn loại lưu chất đã được xác định và sẽ được xử lý riêng biệt là các loại sau:

- Xuất khí khô - khí hydrocacbon khô (cũng là khí nặng khô).
- Xuất dầu - dầu thô đã tách (hàm lượng nước thường nhỏ hơn 0,5 thể tích% H₂O).
- hỗn hợp sản phẩm - lưu chất từ giếng (khí ướt, khí chưa qua xử lý, nước ngưng, chất nhiều pha có pha nước tự do).
- Ép nước - Nước sản xuất hoặc nước biển để ép vỉa.

Tuy nhiên, cùng một phương pháp được mô tả trong các phần sau đây, có thể được áp dụng cho các loại lưu chất khác mặc dù không được đề cập cụ thể trong tài liệu này.

G.3.2 Ăn mòn bên trong

Mối nguy ăn mòn bên trong cần được đánh giá xem xét tất cả các cơ chế ăn mòn tiềm ẩn. Xác suất hư hỏng do ăn mòn bên trong phụ thuộc vào sự kết hợp của vật liệu chế tạo đường ống và loại lưu chất được vận chuyển. Do đó, mỗi loại lưu chất đã được xử lý riêng biệt và được mô tả như sau

- Khí hydrocarbon khô - [H.3.2.1]
- Dầu xuất - [H.3.2.2]
- Hỗn hợp sản phẩm - [H.3.2.3]
- Ép nước - [H.3.2.4].

Các phần này minh họa bằng sơ đồ dưới dạng lưu đồ cách xác định PoF. Các bảng liên quan cũng được cung cấp với tổng quan về thông tin liên quan sẽ được đánh giá trong quá trình đánh giá PoF.

Thép không gỉ martensitic loại 13Cr (tức là hợp kim được phát triển cho đường ống dẫn dầu / khí) thường được coi là hoàn toàn chống ăn mòn do CO₂, miễn là các mối hàn có thử đủ PWHT. Thép không gỉ duplex 22Cr và 25Cr và austenit CRA's được coi là hoàn toàn có khả năng chống ăn mòn CO₂. Xem DNVGL-ST-F101 Phần 6 B300. Đối với các vật liệu đường ống này, PoF đối với ăn mòn do CO₂ là không đáng kể. Do đó, ăn mòn do CO₂ chỉ liên quan đến thép cacbon.

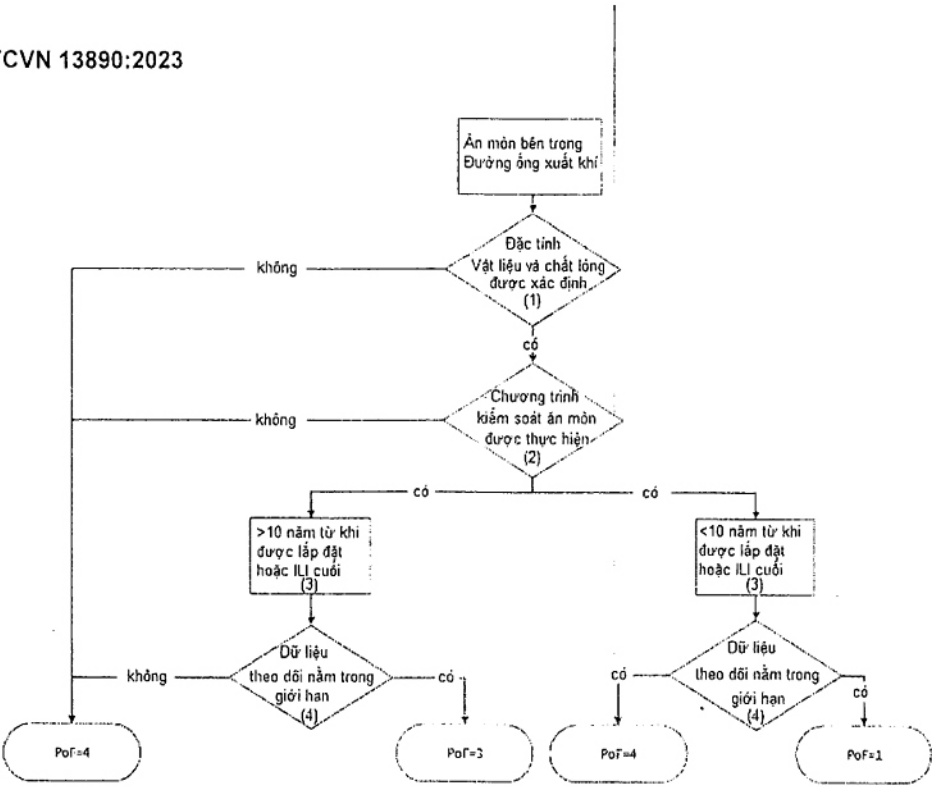
Khả năng chống SSC (và SCC đối với thép hợp kim cao hơn) nên được xem xét đối với tất cả các loại vật liệu chế tạo ống

G.3.2.1 Ăn mòn bên trong trong đường ống dẫn khí

Phần này chỉ đề cập đến vật liệu đường ống bằng thép hợp kim thấp (thép cacbon). Sự ăn mòn bên trong đường ống dẫn khí khô thường ít xảy ra. Tuy nhiên, trong trường hợp thiếu kiểm soát điểm sương hoặc bất kỳ điều kiện ngoài quy định nào, hiện tượng ăn mòn có thể xảy ra. Các cơ chế ăn mòn liên quan đối với đường ống dẫn khí khô cần được xem xét đối với các điều kiện như vậy được nêu trong Bảng C-1 của Phụ lục.

Bảng G-10 cung cấp tổng quan về thông tin liên quan cần được xem xét khi xác định PoF.

Hình G-5 thể hiện cách xác định PoF dựa trên đánh giá thông tin được mô tả trong Bảng H-10..



Hình G-1. Biểu đồ đánh giá ăn mòn bên trong đường ống xuất khí

Bảng G-10. Hệ số điều chỉnh xác suất hư hỏng dựa trên đánh giá kỹ thuật

Tiêu chí	Hệ số điều chỉnh
Tình trạng chưa – vật liệu không phù hợp theo ISO-15156	+ 5
ILI – tình trạng bên trong tốt hơn so với giả định trong thiết kế	-1
ILI – tình trạng bên trong giống so với giả định trong thiết kế	0
ILI – tình trạng bên trong tệ hơn so với giả định trong thiết kế	+1
Đánh giá kỹ thuật hoặc các vấn đề khác không được đề cập ở trên "X" được chọn dựa trên kiến thức về hệ thống và cách hệ thống được vận hành và dựa trên sự tin cậy vào chương trình kiểm soát ăn mòn bao gồm dữ liệu được theo dõi và kết quả ILI	± x
PoF điều chỉnh	PoF + tổng hệ số điều chỉnh

Bảng G-10. Ăn mòn bên trong đường ống xuất khí bằng thép hợp kim thấp (thép cacbon)

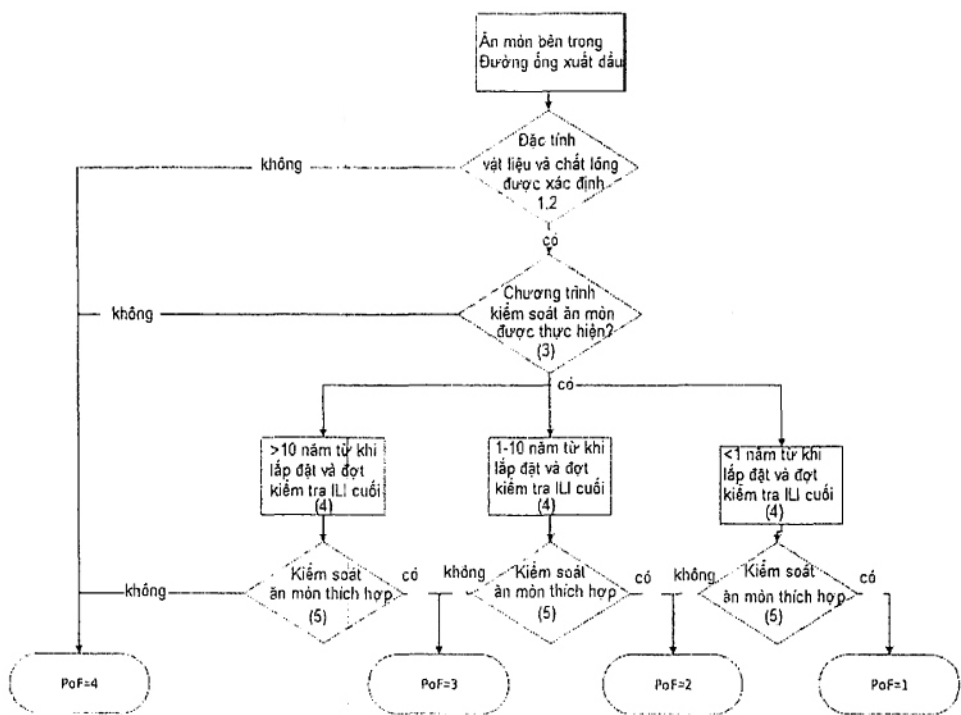
	Câu hỏi	Thông tin liên quan đến việc đánh giá PoF
1	Đặc tính vật liệu và lưu chất quy định?	Thép carbon Dự trữ ăn mòn cho phép Hàm lượng nước tối đa (điểm sương của nước), hàm lượng CO2 và H2S,P, T
2	Chương trình kiểm soát ăn mòn trong vận hành?	Theo dõi sản phẩm (ví dụ: hàm lượng nước, H2S) Theo dõi độ ăn mòn (đầu dò ăn mòn) Theo dõi thông số vận hành (P, T)
3	Thời gian kể từ khi lắp đặt hoặc đợt kiểm tra ILI cuối cùng ¹⁾	Xác nhận được kiểm soát ăn mòn đầy đủ: Nếu thời gian kể từ khi lắp đặt hoặc lần kiểm tra ILI cuối cùng hơn 10 năm thì việc đánh giá tình trạng phải được thực hiện
4	Dữ liệu được theo dõi và được đánh giá rõ ràng, và ghi lại một cách thường xuyên?	Dữ liệu theo dõi cho thấy rằng đường ống được vận hành theo thiết kế. Đánh giá ăn mòn được thực hiện một cách thường xuyên dựa trên dữ liệu theo dõi.
¹⁾ Chỉ được đưa ra dưới dạng hướng dẫn vì nó sẽ phụ thuộc vào triết lý của công ty để kiểm tra bên trong		

G.3.2.2 Ăn mòn bên trong đường ống xuất dầu

Phần này chỉ bao gồm thép hợp kim thấp (thép cacbon). Các mối nguy do ăn mòn liên quan cần được xem xét đối với các đường ống xuất dầu được nêu trong Bảng C-1 của Phụ lục. Bảng G-11 cung cấp tổng quan về thông tin liên quan cần được xem xét khi xác định PoF. Hình G-6 thể hiện cách xác định PoF dựa trên đánh giá thông tin được mô tả trong Bảng G-11

Bảng G-11. Ăn mòn bên trong đường ống thép cacbon xuất dầu

	Câu hỏi	Thông tin liên quan đến việc đánh giá PoF
1	Đặc tính vật liệu và lưu chất quy định?	Thép carbon Độ ăn mòn của nước, T, P
2	Dự trữ ăn mòn bên trong cho phép?	
3	Chương trình kiểm soát ăn mòn trong vận hành?	Kiểm soát ăn mòn: Bổ sung hóa chất, làm sạch bên trong, ILI Theo dõi sản phẩm (hàm lượng nước, CO ₂ , H ₂ S, lấy mẫu) Theo dõi ăn mòn (ví dụ: đầu dò ăn mòn) Theo dõi các thông số vận hành (P, T, lưu lượng)
4	Thời gian kể từ khi lắp đặt hoặc đợt kiểm tra ILI cuối cùng ¹⁾	Xác nhận được kiểm soát ăn mòn đầy đủ: Nếu thời gian kể từ khi lắp đặt hoặc lần kiểm tra ILI cuối cùng hơn 10 năm thì việc đánh giá tình trạng phải được thực hiện
5	Kiểm soát ăn mòn thích hợp	Dữ liệu theo dõi cho thấy rằng đường ống được vận hành theo thiết kế (bao gồm chương trình kiểm soát ăn mòn bên trong) và tính ăn mòn của lưu chất không thay đổi. Việc thực hiện các biện pháp kiểm soát ăn mòn như phóng thoi làm sạch hoặc diệt khuẩn. Đánh giá ăn mòn được thực hiện một cách thường xuyên dựa trên dữ liệu theo dõi.
¹⁾ Chỉ được đưa ra dưới dạng hướng dẫn vì nó sẽ phụ thuộc vào triết lý của công ty đối với việc kiểm tra bên trong. Nếu ILI xác định được các phát hiện tổn thất kim loại bên trong, thì có thể tiến hành kiểm tra ILI thường xuyên hơn.		



Hình G-6. Biểu đồ ăn mòn bên trong của đường ống thép cacbon dẫn dầu

Hệ số điều chỉnh xác suất hư hỏng dựa trên đánh giá kỹ thuật

Tiêu chí	Hệ số điều chỉnh
(6) Tình trạng chưa – vật liệu không phù hợp theo ISO-15156	+ 5
(8) ILI – tình trạng bên trong tốt hơn so với giả định trong thiết kế	-1
(9) ILI – tình trạng bên trong giống so với giả định trong thiết kế	0
(10) ILI – tình trạng bên trong tệ hơn so với giả định trong thiết kế	+1
Đánh giá kỹ thuật hoặc các vấn đề khác không được đề cập ở trên "X" được chọn dựa trên kiến thức về hệ thống và cách hệ thống được vận hành và dựa trên sự tin cậy vào chương trình kiểm soát ăn mòn bao gồm dữ liệu được theo dõi và kết quả ILI	± x
PoF điều chỉnh	PoF + tổng hệ số điều chỉnh

G.3.2.3 Ăn mòn bên trong đường ống dẫn sản phẩm

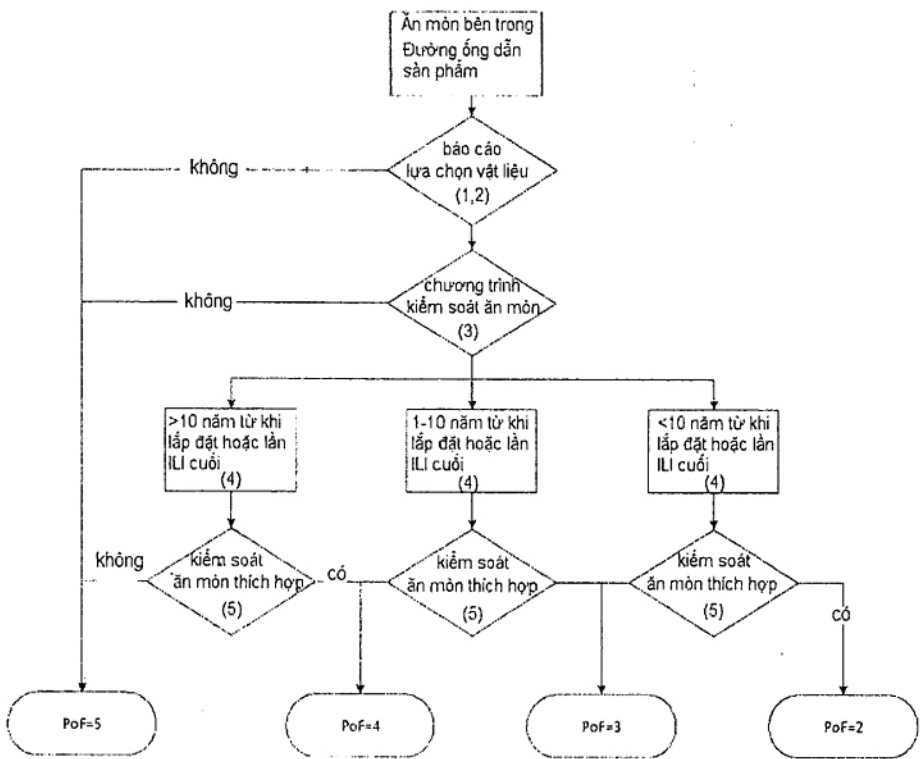
Các mối nguy do ăn mòn liên quan cần được xem xét đối với đường ống dẫn sản phẩm được nêu trong Bảng C-1 của Phụ lục C. Vật liệu đường ống bằng thép hợp kim thấp:

Bảng G-12 cung cấp tổng quan về thông tin liên quan cần được xem xét khi xác định PoF. Hình G-7 cho thấy PoF được xác định như thế nào dựa trên việc đánh giá thông tin được mô tả trong Bảng G-12. Đối với các đường ống không thể chịu được, không thể xác minh kiểm soát ăn mòn bên trong đầy đủ. Đối với những đường ống như vậy, PoF sẽ tăng lên theo tuổi thọ của hệ thống đường ống.

Bảng G-11. Ăn mòn bên trong đường ống thép cacbon xuất dầu

	Câu hỏi	Thông tin liên quan đến việc đánh giá PoF
1	Đặc tính lưu chất và các thông số vận hành quy định?	Thành phần nước, CO ₂ , H ₂ S, T, P
2	Báo cáo lựa chọn vật liệu	Báo cáo lựa chọn vật liệu Tài liệu về độ dự trữ ăn mòn, chất ức chế
3	Chương trình kiểm soát ăn mòn trong vận hành?	Kiểm soát ăn mòn: Bổ sung hóa chất, làm sạch bên trong, ILI Theo dõi sản phẩm (hàm lượng nước, CO ₂ , H ₂ S, lấy mẫu) Theo dõi ăn mòn (ví dụ: đầu dò ăn mòn) Theo dõi các thông số vận hành (P, T, lưu lượng)
4	Thời gian kể từ khi lắp đặt hoặc đợt kiểm tra ILI cuối cùng	Xác nhận được kiểm soát ăn mòn đầy đủ: <ul style="list-style-type: none">- Đường ống phóng được thoi: các phát hiện trong quá trình kiểm tra phù hợp với các thông số được theo dõi cho việc kiểm soát ăn mòn- Đường ống không phóng được thoi: đánh giá dữ liệu theo dõi được sử dụng như cơ sở để đánh giá
5	Kiểm soát ăn mòn thích hợp	Dữ liệu theo dõi cho thấy rằng đường ống được vận hành theo thiết kế (bao gồm chương trình kiểm soát ăn mòn bên trong) và tính ăn mòn của

		<p>lưu chất không thay đổi. Việc thực hiện các biện pháp kiểm soát ăn mòn như phồng thổi làm sạch hoặc diệt khuẩn.</p> <p>Đánh giá ăn mòn được thực hiện một cách thường xuyên dựa trên dữ liệu theo dõi.</p>
--	--	---



Hình G-7. Biểu đồ về việc đánh giá ăn mòn bên trong đối với đường ống bằng thép cacbon dẫn sản phẩm

Hệ số điều chỉnh xác suất hư hỏng dựa trên đánh giá kỹ thuật

Tiêu chí	Hệ số điều chỉnh
(6) Tình trạng chưa – vật liệu không phù hợp theo ISO-15156	+ 5
(7) ILI – tình trạng bên trong tốt hơn so với giả định trong thiết kế	-1
(8) ILI – tình trạng bên trong giống so với giả định trong thiết kế	0
(9) ILI – tình trạng bên trong tệ hơn so với giả định trong thiết kế	+1

(10) Đánh giá kỹ thuật hoặc các vấn đề khác không được đề cập ở trên "X" được chọn dựa trên kiến thức về hệ thống và cách hệ thống được vận hành và dựa trên sự tin cậy vào chương trình kiểm soát ăn mòn bao gồm dữ liệu được theo dõi và kết quả ILI	$\pm x$
PoF điều chỉnh	PoF + tổng hệ số điều chỉnh

Vật liệu chế tạo ống khác ngoài thép hợp kim thấp

Vật liệu chế tạo ống 13Cr, 22Cr, 25Cr và CRA (rắn hoặc được lót bên trong) được coi là hoàn toàn chống ăn mòn CO₂; do đó PoF được đặt bằng 1.

Tuy nhiên, cần đánh giá khả năng chống hư hỏng của các vật liệu này do nứt ứng suất do sunfua (SSC), nứt do ăn mòn ứng suất (SCC) và nứt ứng suất do hydro gây ra (GHSC). Nếu vượt quá giới hạn môi trường đối với áp suất riêng phần H₂S, nhiệt độ, nồng độ clorua và lưu huỳnh cho trong ISO-15156, thì PoF cho quá trình nứt trong môi trường được đặt bằng 5 khác PoF = 1.

Nếu chương trình kiểm soát ăn mòn không được thiết lập hoặc dữ liệu giám sát không được đánh giá thường xuyên, thì PoF được đặt bằng 5, ngược lại thì PoF được đặt bằng 1.

Bảng G-13 cung cấp tổng quan về thông tin liên quan cần được xem xét khi xác định PoF.

Bảng G-13. Ăn mòn bên trong đường ống thép cacbon xuất dầu

	Câu hỏi	Thông tin liên quan đến việc đánh giá PoF
1	Đặc tính lưu chất và các thông số vận hành quy định?	Vật liệu, tính ăn mòn của nước, T, P
2	Được thiết kế để vận chuyển chất có tính chua	Bất kỳ hạn chế nào đối với mức độ H ₂ S hoặc không có tình trạng chua Kiểm tra sự phù hợp với ISO-15156 nếu có liên quan
3	Chương trình kiểm soát ăn mòn trong vận hành?	Theo dõi sản phẩm Theo dõi các thông số vận hành
6	Chương trình kiểm soát ăn mòn vận hành	Dữ liệu được theo dõi cho thấy rằng đường ống được vận hành theo thiết kế và độ ăn mòn của lưu chất không thay đổi. Đánh giá ăn mòn được thực hiện một cách thường xuyên dựa trên các

		dữ liệu được theo dõi
--	--	-----------------------

G.3.2.4 Ăn mòn bên trong đường ống ép nước

Các mối nguy do ăn mòn liên quan cần được xem xét đối với đường ống ép nước được nêu trong Bảng C-1 của Phụ lục. Vật liệu đường ống bằng thép hợp kim thấp

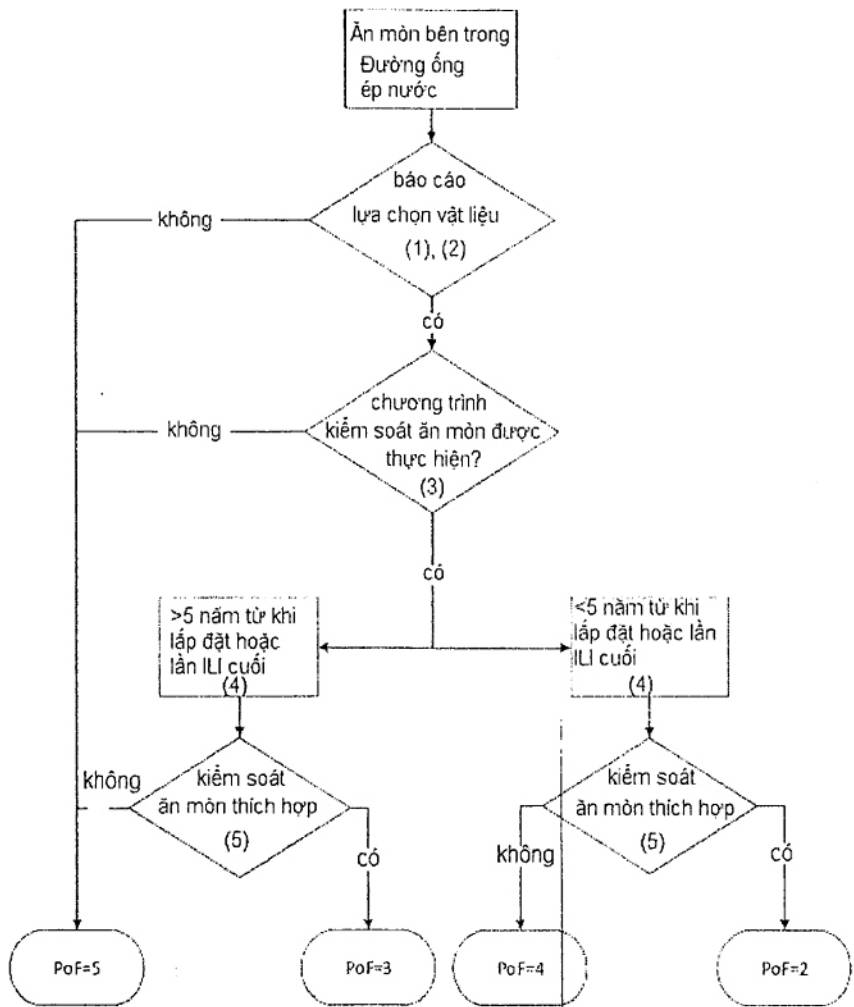
Bảng G-14 cung cấp tổng quan về thông tin liên quan cần được xem xét khi xác định PoF. Hình G-8 cho thấy cách xác định PoF dựa trên đánh giá thông tin được mô tả trong Bảng G-14. Đối với các đường ống không thể chịu được, không thể xác minh kiểm soát ăn mòn bên trong đầy đủ.

Đối với những đường ống như vậy, PoF sẽ tăng lên theo tuổi thọ của hệ thống đường ống mặc dù việc kiểm soát ăn mòn đầy đủ đã được ghi nhận.

Bảng G-14. Ăn mòn bên trong đường ống ép nước bằng thép cacbon

	Câu hỏi	Thông tin liên quan đến việc đánh giá PoF
1	Đặc tính lưu chất và các thông số vận hành quy định?	Thành phần nước, CO2, H2S, T, P
2	Báo cáo lựa chọn vật liệu	Báo cáo lựa chọn vật liệu Tài liệu về độ dự trữ ăn mòn, và các biện pháp kiểm soát ăn mòn
3	Chương trình kiểm soát ăn mòn trong vận hành?	Kiểm soát ăn mòn: Bổ sung hóa chất, làm sạch bên trong, ILI, chương trình xử lý nước Theo dõi sản phẩm (hàm lượng oxy, v.v...) Theo dõi các thông số vận hành (P, T, lưu lượng)
4	Thời gian kể từ khi lắp đặt hoặc đợt kiểm tra ILI cuối cùng	Xác nhận được kiểm soát ăn mòn đầy đủ: <ul style="list-style-type: none">- Đường ống phóng được thoi: các phát hiện trong quá trình kiểm tra phù hợp với các thông số được theo dõi cho việc kiểm soát ăn mòn- Đường ống không phóng được thoi: đánh giá dữ liệu theo dõi được sử dụng như cơ sở để đánh giá

5	Kiểm soát ăn mòn thích hợp	<p>Dữ liệu theo dõi cho thấy rằng đường ống được vận hành theo thiết kế (bao gồm chương trình kiểm soát ăn mòn bên trong) và tính ăn mòn của lưu chất không thay đổi. Việc thực hiện các biện pháp kiểm soát ăn mòn như phóng thoi làm sạch hoặc diệt khuẩn.</p> <p>Đánh giá ăn mòn được thực hiện một cách thường xuyên dựa trên dữ liệu theo dõi.</p>
1) Phụ thuộc vào triết lý của công ty, dựa theo kinh nghiệm thời gian khuyến nghị là 5 năm		



Hình G-8. Biểu đồ về ăn mòn bên trong đối với đường ống ép nước bằng thép cacbon

Hệ số điều chỉnh xác suất hư hỏng dựa trên đánh giá kỹ thuật

Tiêu chí	Hệ số điều chỉnh
(6) Tình trạng chưa – vật liệu không phù hợp theo ISO-15156	+ 5
(7) ILI – tình trạng bên trong tốt hơn so với giả định trong thiết kế	-1
(8) ILI – tình trạng bên trong giống so với giả định trong thiết kế	0
(9) ILI – tình trạng bên trong tệ hơn so với giả định trong thiết kế	+1
(10) Đánh giá kỹ thuật hoặc các vấn đề khác không được đề cập ở trên "X" được chọn dựa trên kiến thức về hệ thống và cách hệ thống được vận hành và dựa trên sự tin cậy vào chương trình kiểm soát ăn mòn bao gồm dữ liệu được theo dõi và kết quả ILI	± x
PoF điều chỉnh	PoF + tổng hệ số điều chỉnh

Vật liệu chế tạo ống khác với thép hợp kim thấp / được lót hoặc phủ bên trong Các vật liệu liên quan cho đường ống ép nước là vật liệu ống lót CMn với lớp lót bằng nhựa, 25Cr và CRA (rắn hoặc lót bên trong hoặc lớp phủ).

Nếu vượt quá giới hạn môi trường đối với áp suất riêng phần H₂S, nhiệt độ, nồng độ clorua và lưu huỳnh trong ISO-15156, thì PoF đối với sự nứt trong môi trường (SSC, SCC, GHSC) được đặt bằng 5.

PoF được đặt bằng 1 nếu hệ thống ép nước được vận hành theo thiết kế, nếu không thì PoF được đặt bằng 5. Bảng G-15 cung cấp tổng quan về thông tin liên quan cần được xem xét khi xác định PoF.

Bảng G-15. Ăn mòn bên trong đường ống ép nước được chế tạo bằng vật liệu khác thép cacbon

	Câu hỏi	Thông tin liên quan đến việc đánh giá PoF
1	Đặc tính lưu chất và các thông số vận hành quy định?	Thành phần nước, CO ₂ , H ₂ S, T, P
2	Được thiết kế để vận chuyển chất có tính chua	Bất kỳ hạn chế nào đối với mức độ H ₂ S hoặc không có tình trạng chua Kiểm tra sự phù hợp với ISO-15156 nếu có liên

		quan
3	Báo cáo lựa chọn vật liệu	Báo cáo lựa chọn vật liệu Tài liệu về độ dự trữ ăn mòn, và các biện pháp kiểm soát ăn mòn
4	Chương trình kiểm soát ăn mòn trong vận hành?	Kiểm soát ăn mòn: Bổ sung hóa chất (loại, liều lượng, độ thường xuyên) , chương trình xử lý nước Theo dõi sản phẩm (hàm lượng oxy,v.v....) Các thông số vận hành (P, T, lưu lượng)
6	Kiểm soát ăn mòn thích hợp	Dữ liệu theo dõi cho thấy rằng đường ống được vận hành theo thiết kế (bao gồm chương trình kiểm soát ăn mòn bên trong) và tính ăn mòn của lưu chất không thay đổi. Việc thực hiện các biện pháp kiểm soát ăn mòn như phóng thoi làm sạch hoặc diệt khuẩn. Đánh giá ăn mòn được thực hiện một cách thường xuyên dựa trên dữ liệu theo dõi.

G.3.3 Ăn mòn bên ngoài

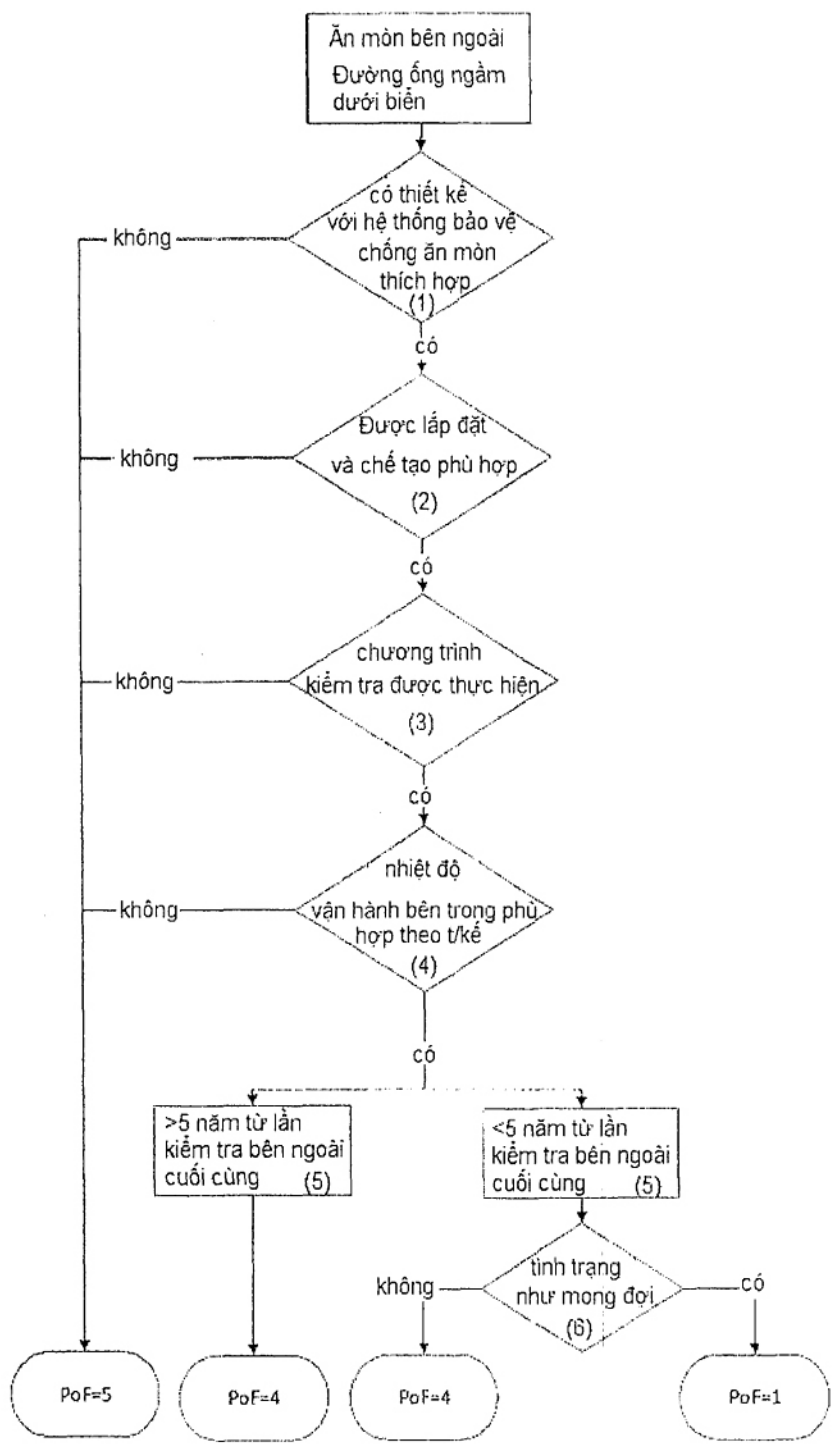
Các mối nguy do ăn mòn bên ngoài có liên quan đối với hệ thống đường ống dưới biển được đưa ra trong Bảng C-1 của Bảng C-1.

Bảng G-16 của phụ lục F cung cấp tổng quan về thông tin liên quan cần được xem xét khi xác định PoF. Hình G-9 cho thấy PoF được xác định như thế nào dựa trên đánh giá thông tin được mô tả trong Bảng G-16 của phụ lục F.

Bảng G-16. Ăn mòn bên trong đường ống ép nước được chế tạo bằng vật liệu khác thép cacbon

	Câu hỏi	Thông tin liên quan đến việc đánh giá PoF
1	Cơ sở cho thiết kế và hệ thống chống ăn mòn bên ngoài đã được xác định chưa?	Đường ống và mối nối hiện trường cụ thể Hệ thống bảo vệ catốt (Báo cáo thiết kế CP - tiêu chuẩn thiết kế được công nhận?)

		<p>Tình trạng lớp bọc cụ thể</p> <p>Thông số nhiệt độ</p> <p>Tài liệu cần thiết đối với các vật liệu chế tạo đường ống để bị ảnh hưởng bởi HISC</p>
2	Bất kỳ sự cố hoặc thiếu sót nào trong quá trình chế tạo và lắp đặt	<p>Hồ sơ lắp đặt và chế tạo</p> <p>Khảo sát sau khi thả ống</p>
3	Chương trình kiểm tra được thực hiện và theo dõi một cách thường xuyên	<p>Kiểm tra bên ngoài:</p> <p>Kiểm tra bằng mắt thường hệ thống bảo vệ ăn mòn bên ngoài, theo dõi hệ thống CP, lượng tiêu thụ của anốt, sự quan sát vị trí ống trần, kiểm tra tình trạng lớp bọc</p>
4	Nhiệt độ vận hành bên trong	Theo dõi nhiệt độ
5	Thời gian kể từ khi lắp đặt hoặc lần cuối cùng kiểm tra bên ngoài > 5 năm	
6	Kết quả kiểm tra được đánh giá và lập báo cáo một cách thường xuyên. Tình trạng có như mong đợi hay không?	Các báo cáo kiểm tra và các báo cáo đánh giá tình trạng



Hình G-9. Biểu đồ cho việc đánh giá ăn mòn bên trong đường ống bằng thép carbon

Hệ số điều chỉnh xác suất hư hỏng dựa trên thông tin cụ thể

Tiêu chí	Hệ số điều chỉnh
Đối với đường ống chôn lấp: Nếu ILI đã được thực hiện cho thấy không có tổn thất kim loại bên ngoài và có sự tin tưởng tốt vào kết quả ILI	+ 5
Kiểm tra bên ngoài cho thấy rằng tình trạng như được thiết kế sẵn trong thiết kế	0
Kiểm tra bên ngoài cho thấy tình trạng tồi tệ hơn so với giả định trước trong thiết kế	+1
Đánh giá kỹ thuật hoặc các vấn đề khác không được đề cập ở trên "X" được chọn dựa trên kiến thức về hệ thống và cách hệ thống được vận hành và dựa trên sự tin cậy vào chương trình kiểm soát ăn mòn bao gồm dữ liệu được theo dõi và kết quả ILI	$\pm x$
PoF điều chỉnh	PoF + tổng hệ số điều chỉnh

G.4 Đánh giá cấp 1 – các mối nguy từ kết cấu

G.4.1 Yêu cầu chung

Các mối đe nguy từ kết cấu sau được đề cập trong các phần dưới đây:

- Mất ổn định tổng thể (ống lộ)
- Mất ổn định tổng thể (ống chôn lấp) / mất ổn định vòng lên (UHB)
- Giãn nở đường ống
- Ổn định đáy biển
- Các nhịp hẫng đường ống.

Các mối nguy từ kết cấu khác đã được thảo luận nhưng chưa được giải quyết thêm được liệt kê dưới đây:

- Đường ống dịch chuyển theo chiều dọc trục ống - Được xem xét cho cả đường ống lộ thiên và đường ống chôn lấp. Hiện tượng này liên quan đến nhiệt độ nhất thời tại thời điểm khởi động và sau chu kỳ dừng vận hành. Đường ống ngắn có tần suất và biên độ thay đổi lớn về nhiệt độ thường dễ xảy ra hiện tượng này. Đường dốc của đường ống có thể tăng cường khả năng xảy ra. Các ống đứng thép được nối trực tiếp với đường ống, cũng có thể tăng cường

khả năng xảy ra hiện tượng này.

- Sụp đổ - tắc nghẽn do áp suất bên ngoài vượt quá thường là một vấn đề trong quá trình lắp đặt. Tuy nhiên, đường ống có thể bị sụp đổ do áp suất bên ngoài vượt quá trong trường hợp mặt cắt ngang bị ô van quá mức, lõm hoặc bị ăn mòn. Để biến dạng một mặt cắt từ trạng thái ô van ban đầu sang trạng thái sụp đổ, đường ống có khả năng bị giảm áp suất và chứa đầy khí.

- Lan truyền mất ổn định - tắc nghẽn do áp suất bên ngoài vượt quá thường là một vấn đề trong quá trình lắp đặt. Việc lan truyền mất ổn định bắt đầu xảy ra thông qua một sự kiện chẳng hạn như vết lõm hoặc sụp đổ. Hư hỏng chạy dọc theo đường ống cho đến khi áp suất bên ngoài thấp hơn áp suất lan truyền. Buckle arrestor có thể được thiết kế để ngăn sự lan truyền mất ổn định và hạn chế chiều dài phần bị hư hỏng.

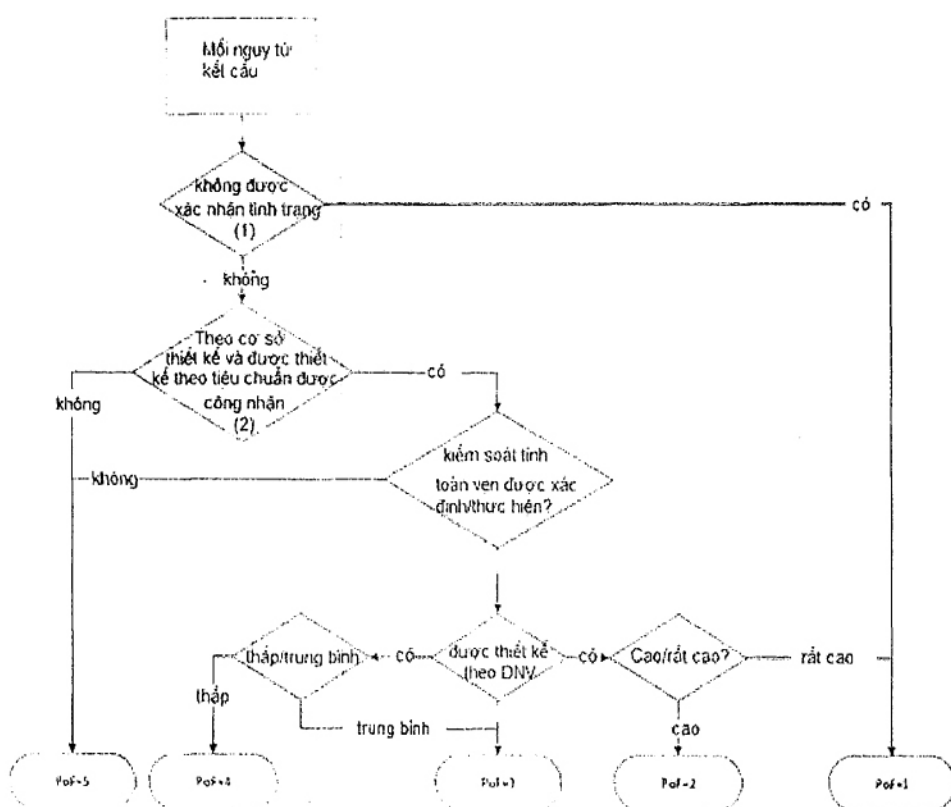
Biểu đồ thể hiện trong Hình G-10 có thể được sử dụng làm hướng dẫn để thực hiện đánh giá PoF cấp độ 1 cho các mối nguy từ kết cấu khác nhau. Các vấn đề quan trọng cần xem xét là có hay không:

- (1) Các mối nguy có thể áp dụng / có liên quan.
- (2) Các hoạt động thiết kế đã được thực hiện và được tiến hành để thỏa mãn các tiêu chuẩn thiết kế được công nhận. Thiết kế mới và thiết kế hiện đại được đánh giá cấp độ 2.
- (3) Đã thiết lập bộ thông số vận hành (nhiệt độ tối đa, áp suất, tốc độ dòng chảy, tải trọng kéo, tần số, tải trọng môi trường, tải trọng tác động, tần số, chiều dài nhịp hẫng tối đa cho phép, chiều cao lớp đất phủ tối thiểu, v.v.) và một chương trình để kiểm tra sự phù hợp.
- (4) Thiết kế theo các tiêu chuẩn của DNV GL (thiết kế như vậy có thể đưa ra phân loại PoF từ 2 đến 4 làm điểm bắt đầu tùy thuộc vào loại an toàn và phiên bản sửa đổi của tiêu chuẩn - đối với thiết kế theo các tiêu chuẩn khác, điểm bắt đầu PoF = 3).
- (5) Các vấn đề có PoF = 5 sẽ được chuyển sang đánh giá cấp độ 2.

Các mối nguy không giải quyết được yêu cầu thiết kế lại / tái thẩm định và đưa ra giá trị PoF là 5. Kết quả từ biểu đồ sẽ được điều chỉnh thêm dựa trên một số câu hỏi đơn giản. Những hệ số điều chỉnh này có thể làm thay đổi giá trị PoF.

Tập hợp các câu hỏi được sử dụng để điều chỉnh, cũng như các điều kiện không áp dụng được, được trình bày trong các phần sau đối với các mối nguy từ kết cấu khác nhau sau:

- Mất ổn định tổng thể (ống lộ)
- Mất ổn định tổng thể (chôn lấp) / mất ổn định vòng lên (UHB)
- Giãn nở đường ống (liên kết giữa đường ống và các bộ phận được liên kết)
- Ổn định đáy biển



Hình G-10. Biểu đồ chung cho việc đánh giá cấp 1 PoF các mối nguy từ kết cấu

G.4.2 Mất ổn định tổng thể (đường ống nằm trên đáy biển)

Sự mất ổn định tổng thể (ống lộn) - dịch chuyển bên của đường ống do nhiệt và áp suất là một hiện tượng cần được xem xét đối với tất cả các đường ống lộn. Kinh nghiệm cho thấy tất cả các loại đường ống đều có thể mất ổn định trên đáy biển. Mất ổn định tổng thể ảnh hưởng đến các đoạn ngắn dọc theo đường ống (100-500 mét). Đường ống có trọng lượng chìm thấp (đường kính nhỏ với lớp cách nhiệt dày) và sức cản bên thấp sẽ dễ bị mất ổn định tổng thể hơn so với đường ống có trọng lượng nặng (đường kính lớn và được bọc bê tông).

Sự mất ổn định tổng thể phải được xem xét đối với các đường ống được có nhiệt độ trên 20-300C nhiệt độ lắp đặt của nó. Nếu một đường ống được làm nóng từ 5-100C hoặc thấp hơn so với nhiệt độ lắp đặt của nó, thì hiện tượng vênh toàn cầu có thể được coi là không phù hợp. Tuy nhiên, hiện tượng vênh và giãn nở toàn cầu không chỉ liên quan đến nhiệt độ, riêng áp suất có thể phát triển hiện tượng vênh toàn cầu.

Các chế độ hư hỏng liên quan đến vênh toàn cục là: vênh cục bộ, mói và đứt gãy.

Để có các mô tả toàn diện hơn về mất ổn định tổng thể (ống lộn), hãy xem Phụ lục B.

Tập hợp các câu hỏi sẽ được sử dụng để điều chỉnh, cũng như các điều kiện không áp dụng

được, được trình bày trong Bảng G-17 cho Mỗi đe dọa kết cấu mất ổn định tổng thể (lộ ống). Điều này sẽ được sử dụng cùng với lưu đồ được trình bày trong Hình G-10.

Bảng G-17. Các điều kiện không áp dụng và câu hỏi điều chỉnh – mất ổn định tổng thể (đường ống lộ)

Các điều kiện không áp dụng đưa ra giá trị PoF = 1	
Nếu đường ống có nhiệt độ 5-10°C hoặc thấp hơn so với nhiệt độ trong quá trình lắp đặt Nếu mất ổn định không dẫn đến các tình trạng không chấp nhận được trong lịch sử, và điều kiện dòng chảy tối đa (nhiệt độ/áp suất) đã xảy ra, tức là điều kiện dòng chảy sẽ càng ổn định hơn trong tương lai	
Câu hỏi điều chỉnh	Hệ số điều chỉnh
Mất ổn định đường ống không được tính đến trong thiết kế	+ 5
Khoảng cách giữa các mất ổn định quan sát thấy dài hơn khoảng cách chấp nhận	+1
Mất ổn định tổng thể không mong muốn xảy ra tại các vị trí vị trí không mong đợi (giao cắt đường ống, kết cấu đỡ nhíp hẫng, rãnh tạo sẵn nhằm mục đích bảo vệ đường ống khỏi các tải trọng tác động.)	+1
Va chạm quan sát thấy được với các kết cấu khác	+1
Mất ổn định tại các đầu kết nối hoặc các mối nối chữ T	+2
Đánh giá kỹ thuật bổ sung như liên quan đến độ tin cậy của tài liệu/thông tin từ DFI và vận hành	± x
Tổng PoF điều chỉnh	

G.4.3 Mất ổn định tổng thể (ống được chôn lấp)/mất ổn định vòng lên (UHB)

Sự mất ổn định tổng thể (ống được chôn lấp)/mất ổn định vòng lên (UHB) có liên quan đến sự hư hỏng về sức đề kháng của nền đất. Khả năng làm UHB tăng khi nhiệt độ, áp suất và tốc độ dòng chảy cao hơn. Các vấn đề khác cần được xem xét là sự hao hụt (xói mòn) lớp đất trên cùng; nguy cơ hóa lỏng do sóng hoặc động đất.

UHB có thể được coi là một dạng hư hỏng liên kết yếu nhất (tải trọng cục bộ và lực cản dọc theo đường ống chi phối).

Tập hợp các câu hỏi được sử dụng để điều chỉnh, cũng như các điều kiện không áp dụng

được, được trình bày trong Bảng G-18 đối với mỗi nguy từ kết cấu do mất ổn định vòng lên. Điều này sẽ được sử dụng cùng với biểu đồ được trình bày trong Hình G-10.

Bảng G-18. Các điều kiện không áp dụng và câu hỏi điều chỉnh – mất ổn định vòng lên

Các điều kiện không áp dụng đưa ra giá trị $PoF = 1$	
Đường ống chôn bị lộ ra trên đáy biển	
Đường ống vận chuyển lưu chất xung quanh	
Câu hỏi điều chỉnh	Hệ số điều chỉnh
Nhiệt độ tăng từ mức độ được lắp đặt cao hơn mức chấp nhận hoặc có sự xuất hiện của sụt lún không dự đoán được	+ 1
Các mối nguy hiểm tự nhiên quan sát được có thể ảnh hưởng đến lớp đất bảo vệ trên cùng của đường ống (ví dụ: động đất, lũ lụt, bão)	+1
Tổn thất đáng kể (dần dần) vật liệu lấp đầy (cát, đất sét, đá) quan sát thấy được	+1
Nhiệt độ đang giảm xuống dưới mức tối đa trong lịch sử và dự kiến sẽ ở dưới ¹⁾	-1
Đánh giá kỹ thuật bổ sung như liên quan đến độ tin cậy của tài liệu/thông tin từ DFI và vận hành	$\pm x$
Tổng PoF điều chỉnh	
¹⁾ Điều kiện hoạt động tối đa trong quá khứ được ghi lại phải bao gồm nhiệt độ, áp suất và tốc độ dòng chảy	

G.4.4 Giãn nở đường ống

Giãn nở đường ống (tại liên kết giữa đường ống và thành phần được kết nối) phải được xem xét cho tất cả các hệ thống đường ống. Áp suất và nhiệt độ bên trong sẽ gây ra khả năng làm kéo dài đường ống. Giãn nở đường ống thường không phải là mối quan tâm đối với chính đường ống. Tuy nhiên, ở mỗi đầu hoặc tại các điểm kết nối không liên tục, các thành phần như ống cong, ống đứng sẽ có khả năng hấp thụ một lượng giãn nở nhất định.

Nếu sự giãn nở quá mức (hoặc thành phần liên kết liên quan không được thiết kế phù hợp để chịu sự giãn nở), các vấn đề có thể trở nên liên quan là ví dụ: dịch chuyển ra khỏi vị trí, tương tác với các công trình khác, uốn cong quá mức, rò rỉ ở các đầu nối và van.

Tập hợp các câu hỏi được sử dụng để điều chỉnh, cũng như các điều kiện không áp dụng

được, được trình bày trong Bảng G-19 cho mỗi nguy từ giãn nở đường ống. Điều này sẽ được sử dụng cùng với lưu đồ được trình bày trong Hình G-10.

Bảng G-19. Các điều kiện không áp dụng và câu hỏi điều chỉnh – Giãn nở đường ống

Các điều kiện không áp dụng đưa ra giá trị PoF = 1		
Không		
Câu hỏi điều chỉnh		Hệ số điều chỉnh
Nhiệt độ trên mức chấp nhận		+ 1
Dịch chuyển bất thường quan sát thấy được		+1
Va chạm với các kết cấu/bộ phận khác quan sát thấy được		+1
Giãn nở chấp nhận lớn hơn so với ước tính trong đường ống		-1
Đánh giá kỹ thuật bổ sung như liên quan đến độ tin cậy của tài liệu/thông tin từ DFI và vận hành		± x
Tổng PoF điều chỉnh		

G.4.5 Ổn định đáy biển

Sự ổn định đáy biển – dịch chuyển ngang của các đoạn ống dài do tải trọng môi trường gây ra phải được xem xét đối với tất cả các đường ống lộ ra ngoài. Độ dịch chuyển ngang giới hạn (5-20 mét) của các đoạn đường ống có thể xảy ra trong các sự kiện môi trường khác nghiệt (ví dụ: các sự kiện với các sự kiện chu kỳ lặp 10, 100 năm). Khả năng xảy ra dịch chuyển ngang cao quá mức sẽ tăng lên theo mức độ của các dòng chảy gần đáy biển.

Tập hợp các câu hỏi được sử dụng để điều chỉnh, cũng như các điều kiện không áp dụng được, được trình bày trong Bảng G-20 về Mối đe dọa kết cấu ổn định đáy. Điều này sẽ được sử dụng cùng với lưu đồ được trình bày trong Hình G-10

Bảng G-20. Các điều kiện không áp dụng và câu hỏi điều chỉnh – Giãn nở đường ống

Các điều kiện không áp dụng đưa ra giá trị PoF = 1	
Đường ống được chôn	
Câu hỏi điều chỉnh	Hệ số điều chỉnh

Dịch chuyển ngang trên 20 m của các đoạn ống dài so với tuyến ống dự định phải bắt đầu một đánh giá các đường ống có khả năng như vậy	+ 1
Dịch chuyển ngang tại các điểm liên kết, mỗi nối chữ T quan sát thấy được	+1
Đường ống trải qua các cơn bão nghiêm trọng hoặc tương tự từ lần kiểm tra cuối	+1
Vận hành trên 5 năm mà không quan sát thấy các dịch chuyển ngang	-1
Đánh giá kỹ thuật bổ sung như liên quan đến độ tin cậy của tài liệu/thông tin từ DFI và vận hành	$\pm x$
Tổng PoF điều chỉnh	

G.4.6 Nhịp hẫng đường ống – tải trọng tĩnh vượt quá, kéo lười và mối

Các nhịp hẫng của đường ống phải được xem xét đối với các phân lợ ra của đường ống liên quan đến quá tải trọng tĩnh vượt quá và mối (xem thêm các mối nguy từ bên thứ 3 và các nhịp hẫng trong [H.2]). Ngay cả khi một đường ống bị chôn lấp, các nhịp hẫng thường có thể xuất hiện ra ở các điểm cuối đường ống liên kết với các bộ phận khác như ống đứng. Chiều dài nhịp hẫng và chiều cao khoảng hở nhịp hẫng trong nhiều trường hợp là không cố định. Chúng có thể thay đổi do sự thay đổi về nhiệt độ, áp suất và tốc độ dòng chảy trong đường ống hoặc do sự thay đổi của đáy biển do xói mòn, xói mòn, trượt lở, v.v.

Tập hợp các câu hỏi được sử dụng để điều chỉnh, cũng như các điều kiện không áp dụng được, được trình bày trong Bảng G-21 cho mỗi nguy từ nhịp hẫng. Điều này sẽ được sử dụng cùng với biểu đồ được trình bày trong Hình G-10.

Bảng G-21. Các điều kiện không áp dụng và câu hỏi điều chỉnh – nhịp hẫng/tải trọng tĩnh vượt quá và mối

<i>Các điều kiện không áp dụng đưa ra giá trị $PoF = 1$</i>	
Đường ống được chôn (các đoạn)	
<i>Câu hỏi điều chỉnh</i>	<i>Hệ số điều chỉnh</i>
Chiều dài nhịp hẫng vượt quá giới hạn quan sát thấy được	+ 1
Đường ống không có các tiêu chí về nhịp hẫng và mất ổn định tổng thể được xây dựng trên cơ sở các mất ổn định này có thể xảy ra	+1

Đường ống trải qua các cơn bão nghiêm trọng hoặc tương tự từ lần kiểm tra cuối	+1
Đánh giá kỹ thuật bổ sung như liên quan đến độ tin cậy của tài liệu/thông tin từ DFI và vận hành	± x
Tổng PoF điều chỉnh	

PHỤ LỤC H. KHUNG RÀO CẢN

(Tham khảo)

H.1 Giới thiệu

Rào cản là bất kỳ biện pháp nào được thực hiện để ngăn sự nguy hiểm (rào cản phòng ngừa) và bất kỳ biện pháp nào phá vỡ chuỗi sự kiện để ngăn chặn hoặc giảm thiểu sự leo thang hậu quả nếu sự kiện gây nguy hiểm xảy ra (rào cản phản ứng). Các biện pháp như vậy có thể là vật lý và/hoặc k vật lý (do con người/vận hành/tổ chức). Rào cản có thể được minh họa trong một sơ đồ như trong Hình H-1

Các rào cản để phòng ngừa được minh họa bên trái của sơ đồ, trong khi các rào cản phản ứng được minh họa bên phải. Các rào cản có thể được tổ chức một cách hợp lý theo nhóm rào cản. Mỗi nhóm rào cản bao gồm một hoặc nhiều hệ thống và các yếu tố rào cản cùng thực hiện chức năng. Một yếu tố rào cản có thể thực hiện một số chức năng trên cả hai bên của sơ đồ. Trong việc quản lý tính toàn vẹn đường ống, sự kiện hàng đầu thường được xác định là làm mất khả năng chịu áp lực.

Như được thể hiện trong Hình H-1, bốn nhóm rào cản phòng ngừa được xác định như sau:

- Khả năng chịu áp lực và bảo vệ chính – Đây được coi là nhóm rào cản chính bao gồm bản thân hệ thống và hệ thống bảo vệ chính của nó. Về mặt khái niệm, hệ thống đường ống được xây dựng tốt, bền bỉ và được bảo vệ đầy đủ được coi là tuyến ngăn chặn đầu tiên ở phía ngoài cùng bên trái của sơ đồ
- Kiểm soát vận hành/xử lý – Về mặt khái niệm, đây là tuyến ngăn chặn thứ hai. Điều này đảm bảo đường ống được vận hành theo dự định và các hoạt động vận hành được xác định trước (có liên quan) được duy trì và không bị vi phạm
- Kiểm soát tính toàn vẹn đường ống – tuyến ngăn chặn thứ ba bao gồm các quy trình và hệ thống để phát hiện và đánh giá các bất thường.
- Cải thiện tính toàn vẹn đường ống – Tuyến ngăn chặn cuối bao gồm các quy trình và hệ thống làm cải thiện tính toàn vẹn khi các bất thường làm suy giảm đường ống đến tình trạng không chấp nhận được.

Bốn nhóm rào cản phòng ngừa bao gồm một số các yếu tố (xem Hình H-1)

Các rào cản phản ứng góp phần giảm hậu quả mất khả năng chịu áp lực và có thể bao gồm việc phát hiện rò rỉ và dừng sự cố, kiểm soát vận hành/xử lý, phản ứng sự cố (liên lạc, chiến đấu, chuyển hướng và cứu hộ) và hệ thống sửa chữa đường ống (một phần của việc cải thiện tính toàn vẹn đường ống). Trọng tâm trong phần sau là các rào cản phòng ngừa. Rào cản phản ứng do đó không được nêu chi tiết thêm

Tập hợp các KPI tiềm tàng được trình bày trong phần này dựa trên khái niệm trên.

H.2 Các chỉ số hiệu năng chính (KPIs) tiềm năng

Các rào cản có thể bị suy giảm theo thời gian và chỉ số hiệu năng chính (KPI) được sử dụng để theo dõi tính hiệu quả và liệu các rào cản có hoạt động bình thường hay không. Do đó, các chỉ số này có thể cung cấp thông tin giá trị đầu vào trong các quá trình cải thiện liên tục.

Mô tả toán học chi tiết và các giới hạn sai số không được cung cấp. Những điều này phụ thuộc vào khả năng của từng nhà điều hành liên quan đến quyền truy cập vào dữ liệu cần thiết từ hệ thống thông tin đã chọn. Giới hạn sai số cũng có thể phụ thuộc vào hệ thống đường ống. Bộ KPIs có thể được sử dụng làm giá trị đầu vào khi chọn lựa các chỉ số để đưa vào hệ thống KPI có sẵn hoặc được lập của công ty

Các chỉ số tiềm năng được liệt kê trong các phần dưới đây là cho các rào cản phòng ngừa – xem Bảng H-1

Bảng H-1. Các chức năng rào cản phòng ngừa

Chức năng của rào cản	Hệ thống/yếu tố rào cản	Loại
Khả năng chịu áp lực và bảo vệ chính	Cơ sở thiết kế	O
	QA và tài liệu thiết kế, chế tạo, lắp đặt và hoán cải	TO
	Đường ống/các thành phần chịu áp lực khác	T
	Lớp đất phủ đường ống	T
	Kết cấu bảo vệ và đỡ ống	T
	Hệ thống thông tin đến bên thứ 3	TO
	Hệ thống khu vực hạn chế và an toàn	TO
	Hệ thống bảo vệ áp lực	TO
	Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên ngoài	T
	Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên trong	TO
Kiểm soát vận hành/xử lý	Hệ thống kiểm soát xử lý	TO
	Quy trình vận hành	O
Kiểm soát tình	Chiến lược và kế hoạch để kiểm soát tính toàn vẹn đường ống	O

toàn vẹn đường ống	Hệ thống và quá trình kiểm tra, theo dõi và thử	TO
	Hệ thống và quá trình đánh giá tính toàn vẹn	TO
Cải thiện tính toàn vẹn đường ống	Chiến lược và kế hoạch cải thiện tính toàn vẹn đường ống	O
	Hệ thống và quá trình giảm thiểu, ngăn chặn và sửa chữa	TO
T : vật lý/kỹ thuật (technical)		
O: con người/vận hành/tổ chức (human/operational/organisational)		

H.2.1 Khả năng chịu áp lực và bảo vệ chính

Các chỉ số KPI được trình bày trong Bảng H-2. Các chức năng về khả năng chịu áp lực và bảo vệ chính bao gồm:

- Quá trình xây dựng và hoán cải được lập tài liệu đầy đủ và đảm bảo chất lượng. Điều này bao gồm
 - + Cơ sở thiết kế được lập tài liệu đầy đủ, đảm bảo chất lượng và cập nhật. Nói cách khác một cơ sở thích hợp để hiểu được và các điều kiện tác động mà hệ thống đường ống sẽ làm việc – về mặt khái niệm, đây được coi là rào cản chính và nằm ở bên trái của sơ đồ nơ. Thông tin không chính xác về cơ sở và các điều kiện mà hệ thống đường ống làm việc sẽ trực tiếp gây nguy hiểm cho chính hệ thống và sẽ gián tiếp gây nguy hiểm cho nó vì các quá trình ra quyết định trong toàn bộ tuổi thọ đường ống phụ thuộc vào thông tin này.
 - + Được lập tài liệu đầy đủ và đảm bảo chất lượng (xây dựng hoặc hoán cải) thiết kế, chế tạo và lắp đặt qua sự xác minh hoặc giấy chứng nhận của bên thứ 3
 - + Việc thực hiện quản lý các quá trình thay đổi được lập tài liệu đầy đủ và đảm bảo chất lượng
- Bản thân đường ống và các thành phần chịu áp lực khác. Khả năng chịu áp lực liên quan chủ yếu đến vật liệu, kích thước, cấu hình và tuổi thọ. Các thành phần chịu áp lực có thể bao gồm các đoạn ống cong, phụ kiện, mặt bích, đầu nối cơ khí, khớp nối, kẹp sửa chữa, mối nối chữ T, mối nối cách điện CP, van và ống thu thoi
- Hệ thống bảo vệ chống lại các tải trọng bên ngoài và bên trong và sự xuống cấp. Điều này bao gồm
 - + Lớp phủ lên đường ống – việc phủ lên đường ống có thể bao gồm phủ đất, lớp sỏi ra, thảm bê tông, túi cát, v.v... để bảo vệ chống lại các mối nguy bên ngoài và để kiểm soát phản ứng tổng thể đường ống. Các giải pháp này được áp dụng cho việc đỡ nhíp hẫng, phân tách và ổn định đường ống tại điểm giao cắt, ổn định đường ống nói chung, ngăn ngừa sự mất ổn định vòng lên, v.v...

+ Các kết cấu bảo vệ và đỡ - Các loại kết cấu bảo vệ và đỡ khác nhau được áp dụng để bảo vệ cơ học chống lại các mối nguy bên ngoài và để kiểm soát phản ứng tổng thể của đường ống. Ví dụ bao gồm: lớp bọc tại mỗi nối và/hoặc lớp bọc bê tông, kết cấu bảo vệ bằng thép và GRP, tà vẹt (các thanh được lắp đặt sẵn để sự mất ổn định tổng thể bắt đầu tại vị trí thực tế để chủ động tránh các vấn đề liên quan), phần tử nổi hoặc lớp bọc (được bọc trên đường ống để giảm trọng lượng và ma sát với đất), cọc đỡ ống, ổn định ống. Ví dụ cụ thể cho các ống đứng: ống chữ J và caisson

+ Hệ thống thông tin đến bên thứ 3 – Điều này bao gồm: các dấu hiệu dọc theo tuyến ống, đưa thông tin đường ống lên bản đồ công cộng, thông tin cho các hiệp hội đánh cá, cho hiệp hội các ngành vận tải biển và nhân viên ứng cứu sự cố. Các định dạng khác nhau có thể được áp dụng. Các quy trình được xác định rõ ràng, được thực hiện bởi người có trình độ là rất quan trọng để đảm bảo rằng thông tin cần thiết và chính xác được truyền đạt (đặc biệt liên quan đến các thay đổi)

+ Hệ thống khu vực hạn chế và an toàn – Các khu vực hạn chế vĩnh viễn và tạm thời, và khu vực an toàn có thể được xác định để đánh dấu làm giảm thiểu rủi ro trong một số khu vực nhất định. Ngoài việc xác định và đánh dấu các khu vực như vậy, hệ thống các quy trình và liên lạc cần phải có và được áp dụng một cách chính xác bởi người có trình độ chuyên môn. Trong một số trường hợp, các tàu bảo vệ an toàn cũng có thể cần thiết.

+ Hệ thống bảo vệ áp lực – Hệ thống bảo vệ áp lực bao gồm hệ thống kiểm soát áp suất và hệ thống an toàn áp suất. Mỗi hệ thống này bao gồm các cảm biến, bộ giải logic, van, hệ thống báo động và liên lạc, các quy trình và người có trình độ. Hệ thống bảo vệ áp lực có thể được coi là một phần của chức năng kiểm soát vận hành/xử lý thay vì một phần của chức năng chịu áp lực và bảo vệ chính.

+ Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên ngoài (cho tất cả các dạng vật liệu) – hệ thống này bao gồm sự kết hợp của độ ăn mòn cho phép, lớp bọc bảo vệ ăn mòn và bảo vệ catốt

+ Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên trong (cho tất cả các dạng vật liệu) – Hệ thống này bao gồm sự kết hợp của:

- + Việc sử dụng lớp bọc/vải lót bên trong và chiều dày ăn mòn cho phép
- + Hệ thống xử lý để loại bỏ nước và các thành phần gây ăn mòn
- + Hệ thống xử lý hóa chất
- + Hệ thống làm sạch bằng thổi

Các chỉ dẫn hiệu năng KPI tiềm năng được nêu trong Bảng H-2. Trong bảng này, (M) được coi là chỉ số tối thiểu nằm trong các nhóm KPI

Bảng H-2. Các chỉ số hiệu năng tiềm năng cho khả năng chịu áp lực và bảo vệ chính

Hệ thống rào cản	Chỉ dẫn hiệu năng	Lưu ý
Cơ sở thiết kế	<ul style="list-style-type: none">- Sự sẵn có của tài liệu (M)- Tính áp dụng của tài liệu (M)- Số lượng sai lệch	<ul style="list-style-type: none">- Chung: kiểm tra thủ công hàng năm- Phải được kiểm tra và nếu cần thiết phải cập nhật theo các hoán cải- Một số cơ sở không kiểm soát được như dữ liệu vận tải biển và môi trường- Một số cơ sở không thể kiểm soát được như thành phần hóa học như sản lượng giếng có thể cần được theo dõi nhiều hơn một năm
QA và tài liệu thiết kế, chế tạo, lắp đặt và hoán cải	<ul style="list-style-type: none">- Tính sẵn có của các tài liệu hoàn công như mô tả hệ thống, báo cáo lựa chọn vật liệu, DFI và các tham chiếu cơ bản (M)- Mức độ xác minh hoặc giấy chứng nhận của bên thứ 3- Kết quả thử và/hoặc khảo sát- Số lượng sai lệch/không phù hợp đã được đăng ký- Số lượng các sai lệch/sự không phù hợp chưa được đóng lại	<ul style="list-style-type: none">- Một số chỉ số có liên quan trong khi chuẩn bị cho việc vận hành và trong những năm đầu hoạt động. Tại một thời điểm nhất định, các chỉ số này sẽ trở nên ổn định- Chứng nhận đã đạt được thông thường sẽ bao gồm ngày hết hạn và cần được cập nhật- Tính sẵn có của tài liệu liên quan đến toàn bộ tuổi thọ. Cần phải được kiểm tra thủ công hàng năm- Thử không giới hạn việc thử áp suất hệ thống. Các cuộc thử liên quan khác, ví dụ như thử tại nhà máy, thử vật liệu, thử lớp bọc bê tông, thử kết cấu bảo vệ- Sự sai lệch/không phù hợp liên quan đến việc lưu trữ và bảo quản trước và sau khi lắp được có thể là những chỉ số chính
Đường ống	<ul style="list-style-type: none">- Số lượng vị trí mất khả năng chịu áp lực (M)- Mức độ PoF gần nhất cho các mối nguy khác nhau (hoặc trường hợp xấu nhất)	<ul style="list-style-type: none">- Kiểm tra và cập nhật hàng năm- Một số tần số chỉ báo nhất định có thể phụ thuộc vào chương trình kiểm tra dài hạn

	<p>(M)</p> <ul style="list-style-type: none">- Số lượng việc giảm thiểu, can thiệp và sửa chữa- Hư hỏng/bất thường so với các giới hạn chấp nhận được đã được xác định- Xu hướng hư hỏng/bất thường- Mức độ PoF từ trước gây xu hướng cho các mối nguy khác nhau (trường hợp xấu nhất)	<ul style="list-style-type: none">- Có thể thủ công và/hoặc tự động phụ thuộc vào tính có sẵn và thiết lập thông tin hệ thống- Số lượng việc giảm thiểu, can thiệp và sửa chữa cũng phải được liên quan đến các tình huống mà tính toàn vẹn chịu áp lực nổ gây ra một mối quan tâm (không xảy ra mất khả năng chịu áp lực thực tế)- Dữ liệu hư hỏng/bất thường có thể liên quan đến như tổn hao kim loại, chiều dài nhíp hẫng, độ cong uốn, và khoảng cách giữa các vị trí mất ổn định
Lớp bọc đường ống	<ul style="list-style-type: none">- Hư hỏng/bất thường so với các giới hạn chấp nhận được, được xác định- Phạm vi hư hỏng/bất thường- Xu hướng hư hỏng/bất thường	<ul style="list-style-type: none">- Kiểm tra và cập nhật chung hàng năm đến 5 năm/ Phụ thuộc vào chương trình kiểm tra dài hạn- Có thể thủ công và/hoặc tự động, phụ thuộc vào tính sẵn có và thiết lập thông tin hệ thống
Kết cấu bảo vệ và đỡ	<ul style="list-style-type: none">- Phạm vi hư hỏng/bất thường- Xu hướng hư hỏng/bất thường	<ul style="list-style-type: none">- Kiểm tra và cập nhật chung hàng năm đến 5 năm/ Phụ thuộc vào chương trình kiểm tra dài hạn- Có thể thủ công và/hoặc tự động, phụ thuộc vào tính sẵn có và thiết lập thông tin hệ thống
Hệ thống thông tin đến bên thứ 3	<ul style="list-style-type: none">- Sự khởi động thực tế soi với kế hoạch- Sự duy trì thông tin so với kế hoạch	<ul style="list-style-type: none">- Kiểm tra thủ công hàng năm
Hệ thống khu vực hạn chế và an toàn	<ul style="list-style-type: none">- Số sai lệch/vi phạm (M)- Xu hướng sai lệch/vi phạm- Thời gian sửa chữa những sai lệch/vi phạm- Kết quả thử liên lạc- Thỏa thuận của nhà thầu tàu bảo vệ- Việc duy trì thực tế so với lập kế hoạch của tàu bảo vệ	<ul style="list-style-type: none">- Kiểm tra thủ công hàng năm

	<ul style="list-style-type: none">- Các kết quả tài chính của nhà thầu có tàu bảo vệ- Tính sẵn sàng của tàu bảo vệ- Thời gian huy động tàu bảo vệ- Số năm kể từ khi có tập huấn chính thức gần nhất- Số năm kinh nghiệm- Tỷ lệ luân chuyển nhân sự (trước và kỳ vọng)	
Hệ thống bảo vệ áp lực	<ul style="list-style-type: none">- Tính sẵn có (M)- Tỷ lệ luân chuyển nhân sự (trước và kỳ vọng) (M)- Việc bảo dưỡng và thử thực tế so với kế hoạch- Số lượng hư hỏng bảo vệ được- Số lượng báo động sai- Kết quả thử phản ứng- Kết quả thử hệ thống phẩm mềm và liên lạc- Số năm kể từ khi có tập huấn chính thức gần nhất- Tuổi trung bình (nhân sự)	<ul style="list-style-type: none">- Chung: kiểm tra và cập nhật hàng năm- Các chỉ số thử van an toàn có thể cao hơn tần suất phụ thuộc theo yêu cầu- Có thể thủ công và/hoặc tự động phụ thuộc vào tính sẵn có và thiết lập của hệ thống liên lạc- Giả định rằng việc bảo dưỡng hệ thống bảo vệ áp lực cũng bao gồm các cập nhật cần thiết đối với các giới hạn xác định
Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên ngoài	<ul style="list-style-type: none">- Tính sẵn có của hệ thống (M)- Phạm vi hư hỏng/bất thường đến lớp bọc bên ngoài- Hư hỏng/bất thường của hệ thống CP (điện thế được/ước tính giá trị tiêu thụ)- Hư hỏng mối nối cách điện- Xu hướng hư hỏng/bất thường- Khu vực không thỏa mãn yêu cầu về chiều dày thành ống	<ul style="list-style-type: none">- Kiểm tra và cập nhật hàng năm đến 5 năm- Phụ thuộc vào chương trình kiểm tra dài hạn- Chỉ số tốc độ ăn mòn bên ngoài sẽ phụ thuộc vào kiểm tra và chương trình đánh giá chiều dày thành ống dài hạn- Có thể thủ công và/hoặc tự động phụ thuộc vào tính sẵn có và thiết lập của hệ thống liên lạc
Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên trong	<ul style="list-style-type: none">- Tính sẵn có của hệ thống (M)- Tỷ lệ luân chuyển nhân sự (trước và kỳ vọng) (M)	<ul style="list-style-type: none">- Chung: Kiểm tra và cập nhật hàng năm đến 5 năm- Các chỉ số liên quan đến thành phần

	<ul style="list-style-type: none">- Số lượng các vi phạm đối với các thông số thành phần lưu chất- Thời gian làm bình thường hóa sau khi vi phạm- Số lượng báo động sai- Tính sẵn có của hóa chất xử lý- Khả năng dự phòng của két chứa hóa chất- Tính sẵn có của các phụ tùng thiết bị chính- Việc bảo dưỡng thực tế với kế hoạch bảo dưỡng hệ thống- Số lần hư hỏng/bất thường- Các yêu cầu cần thiết cho công cụ và hóa chất (theo đặc tính kỹ thuật)- Việc phóng thoi làm sạch so với kế hoạch- Số lượng ngoại vật từ việc phóng thoi làm sạch- Bơm hóa chất xử lý thực tế so với kế hoạch- Các thay đổi trong hóa chất- Hư hỏng/bất thường của lớp phủ bên trong và chiều dày ăn mòn cho phép- Tốc độ ăn mòn bên trong so với giới hạn chấp nhận được đã xác định- Số năm kể từ khi có tập huấn chính thức gần nhất- Tuổi trung bình (nhân sự)	<ul style="list-style-type: none">- lưu chất và việc bơm hóa chất có thể yêu cầu tần suất cao hơn- Có thể thủ công và/hoặc tự động phụ thuộc vào tính sẵn có và thiết lập của hệ thống liên lạc- Giả định rằng việc bảo dưỡng hệ thống bảo vệ ăn mòn bên trong cũng bao gồm các cập nhật cần thiết đối với các giới hạn xác định- Hệ thống kiểm soát xử lý có thể đưa ra giá trị đầu vào cho hệ thống bảo vệ ăn mòn bên trong
--	---	--

H.2.2 Kiểm soát vận hành/xử lý

Chức năng kiểm soát vận hành / xử lý đảm bảo rằng hệ thống đường ống đang được vận hành như dự kiến. Đối với hệ thống đường ống, điều đặc biệt quan trọng là phải áp dụng các biện pháp kiểm soát vận hành để đảm bảo rằng các thông số lưu chất quan trọng được giữ trong giới hạn thiết kế quy định. Ví dụ về các thông số nên được kiểm soát là: áp suất và nhiệt độ ở đầu vào và đầu ra của đường ống, điểm sương đối với đường ống khí, thành phần lưu chất, hàm lượng nước và tốc độ dòng chảy, mật độ và độ nhớt. Chức năng kiểm soát vận hành/xử lý bao gồm:

- phần cứng và phần mềm điều khiển xử lý như cảm biến, bộ giải logic, van, phòng điều khiển, hệ thống báo động và thông tin liên lạc, và nhân viên có trình độ
- các thủ tục như khởi động, quy trình vận hành và dừng, quy trình xử lý sự không phù hợp, quy trình thực hiện các giới hạn vận hành, hướng dẫn điền đầy lại lưu chất, v.v.
- nhân viên có trình độ.

Hệ thống bảo vệ áp suất và các bộ phận của hệ thống chống ăn mòn bên trong được mô tả trong [H.2.1] có thể tùy ý được coi là một phần của chức năng kiểm soát vận hành/xử lý. Các chỉ số KPI tiềm năng được trình bày trong Bảng H-3, (M) được áp dụng để đề xuất các chỉ số phải là một phần của bộ tập hợp KPI tối thiểu nhất

Bảng H-3. Các chỉ dẫn hiệu năng chính cho việc kiểm soát vận hành/xử lý

Hệ thống rào cản	Chỉ dẫn hiệu năng	Lưu ý
Hệ thống kiểm soát quá trình xử lý	<ul style="list-style-type: none">- Tính có sẵn- Số lượng hư hỏng phần cứng và phần mềm- Số lượng vi phạm giới hạn- Số lượng các báo động sai	<ul style="list-style-type: none">- Chung: kiểm tra và cập nhật hàng năm- Các chỉ dẫn liên quan đến các vi phạm trong giới hạn có thể yêu cầu tần suất cao hơn- Có thể tự động hoặc thủ công phụ thuộc vào tính khả dụng và thiết lập của hệ thống thông tin- Giả định rằng việc duy trì hệ thống kiểm soát quá trình xử lý cũng bao gồm các cập nhật cần thiết và các điều chỉnh thiết bị đo so với các biên giới hạn được xác định
Quy trình vận hành	<ul style="list-style-type: none">- Số lượng các sự sai lệch/không phù hợp còn tồn tại (M)- Thời gian để kết thúc các sự sai lệch/không phù hợp (M)- Tỷ lệ luân chuyển nhân sự (lịch sử và dự kiến)- Tính sẵn có của quy trình- Được kiểm tra và cập nhật liên quan đến các hoán cải chính thức- Thường xuyên được kiểm tra và cập nhật liên quan đến các thay đổi cơ sở khác nằm ngoài sự kiểm soát của nhà điều	<ul style="list-style-type: none">- Kiểm tra thủ công hàng năm

	<p>hành (ví dụ: các tiêu chuẩn và quy định)</p> <ul style="list-style-type: none">- Số lượng các sự sai lệch/không phù hợp còn tồn tại- Số năm kể từ lần đào tạo tập huấn chính thức liên quan gần đây nhất- Số năm kinh nghiệm liên quan (nhân sự)- Tuổi trung bình (nhân sự)	
--	---	--

H.2.3 Kiểm soát tính toàn vẹn đường ống

Kiểm soát tính toàn vẹn đường ống thường bao gồm:

- Chiến lược và kế hoạch - Cần có chiến lược và chương trình dài hạn (cho các hoạt động kiểm tra, theo dõi, thử và đánh giá tính toàn vẹn) và phải dựa trên rủi ro (xem Phần 4). Các kế hoạch ngắn hạn cũng cần được thực hiện và phải dựa trên các chương trình dài hạn.
- Hệ thống và quá trình xử lý bao gồm quy trình, công cụ và phương tiện (nghĩa là phần cứng và phần mềm cho các hoạt động đó), hệ thống báo cáo và nhân viên có trình độ (xem Phần 5)
- Kiểm tra - bao gồm cả kiểm tra bên ngoài và bên trong
 - Theo dõi - đây là việc đo lường, thu thập và xem xét dữ liệu mà gián tiếp có thể cung cấp thông tin về tình trạng của một thành phần hoặc một hệ thống. Một số dữ liệu có thể được tự động ghi lại bằng các hệ thống bảo vệ áp suất, hệ thống bảo vệ chống ăn mòn bên trong và hệ thống kiểm soát quá trình xử lý được mô tả ở trên. Tuy nhiên, việc xem xét các kết quả theo dõi được cần được thực hiện và lập thành báo cáo thường xuyên để đảm bảo rằng tất cả các thông tin thu thập được đều được chuyển tiếp một cách có hệ thống để sử dụng cho các đánh giá về tính toàn vẹn. Việc theo dõi trong bối cảnh việc kiểm soát tính toàn vẹn của đường ống cũng bao gồm các dữ liệu khác không được các hệ thống kiểm soát và bảo vệ này thu thập tự động, ví dụ: theo dõi lưu lượng tàu hoạt động và theo dõi sự phát triển của thiết bị lưới kéo
 - Thử - Các hoạt động này được thực hiện để kiểm tra xem hệ thống hoặc các bộ phận của hệ thống có tính toàn vẹn về kết cấu theo yêu cầu và / hoặc đang hoạt động bình thường hay không. Việc thử có thể bao gồm thử độ bền và độ rò rỉ của đường ống và các bộ phận bằng các loại thử áp suất khác nhau (thử áp suất hệ thống, thử thủy tĩnh, thử khí hoặc dung chất, thử dừng hoạt động) và thử chức năng của hệ thống bảo vệ áp suất.
 - Đánh giá tính toàn vẹn (xem Phần 6) - các hoạt động này liên quan đến việc xem xét kỹ lưỡng thông tin và dữ liệu thu thập được thông qua các hoạt động kiểm tra, theo dõi và thử (cũng như bất kỳ nguồn liên quan nào khác), xác định các khuyết tật cần đánh giá thêm, đánh

giá các khuyết tật đã chọn bằng cách áp dụng các phương pháp thích hợp và mức độ chi tiết đầy đủ, đồng thời đưa ra các khuyến nghị cho các hành động tiếp theo. Đánh giá tính toán ven có thể được thực hiện bằng việc sử dụng toàn bộ các công cụ và phương pháp luận - từ đánh giá trực quan đơn giản đến phân tích phần tử hữu hạn chuyên sâu.

Các chỉ số KPI tiềm năng được trình bày trong Bảng H-4, (M) được áp dụng để đề xuất các chỉ số phải là một phần của bộ tập hợp KPI tối thiểu nhất

Bảng H-4. Các chỉ dẫn hiệu năng đối với việc kiểm soát tính toàn vẹn đường ống

Hệ thống rào cản	Chỉ dẫn hiệu năng	Lưu ý
Chiến lược và kế hoạch	<ul style="list-style-type: none"> - Tính có sẵn - Tỷ lệ luân chuyển nhân sự (lịch sử và dự kiến) - Thời điểm hết hạn cụ thể - Quá trình cập nhật - Được kiểm tra và cập nhật liên quan đến các hoán cải chính thức - Được kiểm tra và cập nhật liên quan đến các kết quả đánh giá tính toán ven - Số năm kể từ lần đào tạo tập huấn chính thức liên quan gần đây nhất - Số năm kinh nghiệm liên quan (nhân sự) - Tuổi trung bình (nhân sự) 	<ul style="list-style-type: none"> - Kiểm tra thủ công hàng năm - Kế hoạch bao gồm tất cả các phần đường ống, bao gồm đoạn ống phân trên mớn nước, điểm tiếp bờ
Hệ thống và quy trình xử lý cho việc kiểm tra, theo dõi, và thử	<ul style="list-style-type: none"> - Chương trình thực tế so với chương trình dài hạn (cấp cao) (M) - Tính khả dụng của tài liệu (tỷ lệ phần trăm báo cáo trước đây được cung cấp) (M) - Dữ liệu được chuyển đến hệ thống thông tin (M) - Thỏa thuận với nhà thầu kiểm tra (M) - Thỏa thuận với nhà thầu / hợp đồng tàu tại chỗ / thời gian hết hạn (M) - Kiểm tra sự tồn đọng và thời gian tồn đọng (chi tiết) - Theo dõi xem xét sự tồn đọng và thời gian tồn đọng (chi tiết) - Kiểm tra công việc tồn đọng và thời gian tồn đọng (chi tiết) 	<ul style="list-style-type: none"> - Chung: kiểm tra và cập nhật hàng năm - Các chỉ dẫn chung sẽ phụ thuộc vào chương trình kiểm tra, theo dõi và thử dài hạn - Có thể tự động hoặc thủ công phụ thuộc vào tính khả dụng và thiết lập của hệ thống thông tin

	<ul style="list-style-type: none">- Mức độ đảm bảo chất lượng độc lập- Kiểm tra, giám sát và thử nghiệm chất lượng- Tỷ lệ kiểm tra và theo dõi không thành công- Số lần báo động sai (theo dõi)- Thời gian báo cáo- Kiểm tra việc bảo trì thực tế so với theo kế hoạch của phần cứng / phần mềm- Kết quả kiểm tra tài chính của nhà thầu- Tính khả dụng của công cụ kiểm tra- Bảo dưỡng thực tế so với kế hoạch của tàu- Kết quả tài chính của nhà thầu tàu- Tính khả dụng của tàu- Thời gian huy động tàu trong các tình huống khẩn cấp- Số năm kể từ lần đào tạo tập huấn chính thức liên quan gần đây nhất- Số năm kinh nghiệm liên quan (nhân sự)- Tuổi trung bình (nhân sự)	
Hệ thống và quá trình xử lý đối với các đánh giá tính toàn vẹn	<ul style="list-style-type: none">- Phần trăm đánh giá tính toán vẹn được thực hiện và lập báo cáo riêng biệt với các báo cáo kiểm tra, theo dõi và thử (M)- Tính khả dụng của tài liệu (tỷ lệ phần trăm báo cáo trước đây được cung cấp) (M)- Tỷ lệ luân chuyển nhân sự (trước đây và dự kiến) (M)- Mức độ đảm bảo chất lượng độc lập- Tính khả dụng của các công cụ phần mềm và phương pháp luận- Tính sẵn có của dữ liệu lịch sử (kiểm tra, giám sát, thử nghiệm, độ lệch, v.v.)- Kiến thức chuyên môn- Số năm kể từ lần đào tạo tập huấn chính thức liên quan gần đây nhất- Số năm kinh nghiệm liên quan (nhân sự)- Tuổi trung bình (nhân sự)	<ul style="list-style-type: none">- Kiểm tra và cập nhật hàng năm

H.2.4 Cải thiện tính toàn vẹn đường ống

Việc cải thiện tính toàn vẹn đường ống thường bao gồm:

- Các chiến lược và kế hoạch - Các chiến lược và kế hoạch dự phòng để làm thế nào để xử lý các hư hỏng và bất thường không thể chấp nhận được cần phải được chuẩn bị trước. Các chiến lược như vậy có thể dựa trên các đánh giá rủi ro tương tự như đối với các chương trình kiểm tra, theo dõi và thử dựa trên rủi ro dài hạn. Với nhu cầu thực hiện một hoạt động cải tiến, việc lập kế hoạch chi tiết kỹ lưỡng là điều cần thiết.
- Hệ thống và quy trình bao gồm thủ tục, công cụ và phương tiện (nghĩa là phần cứng và phần mềm cho các hoạt động đó), hệ thống báo cáo và nhân viên có trình độ cho (xem Phần 7)
- Giảm thiểu liên quan đến điều kiện bên trong
- Các biện pháp can thiệp liên quan đến các điều kiện bên ngoài, và
- Việc sửa chữa chức năng ngăn chặn và hệ thống bảo vệ.

Các chỉ số KPI tiềm năng được trình bày trong Bảng H-5, (M) được áp dụng để đề xuất các chỉ số phải là một phần của bộ tập hợp KPI tối thiểu nhất

Bảng H-5. Các chỉ dẫn hiệu năng đối với việc cải thiện tính toàn vẹn đường ống

Hệ thống rào cản	Chỉ dẫn hiệu năng	Lưu ý
Chiến lược và kế hoạch	<ul style="list-style-type: none">- Tính có sẵn (M)- Phạm vi chiến lược liên quan đến hệ thống đường ống (M)- Tỷ lệ luân chuyển nhân sự (lịch sử và dự kiến)- Thời điểm hết hạn cụ thể- Quá trình cập nhật- Được kiểm tra và cập nhật liên quan đến các hoàn cảnh chính thức- Được kiểm tra và cập nhật liên quan đến các kết quả đánh giá tính toàn vẹn- Thời gian từ khi cần cho hoạt động cải thiện được xác định đến khi được quyết định / lên kế hoạch- Số năm kể từ lần đào tạo tập huấn chính thức liên quan gần đây nhất- Số năm kinh nghiệm liên quan (nhân sự)	<ul style="list-style-type: none">- Kiểm tra và cập nhật hàng năm

	<ul style="list-style-type: none">- Tuổi trung bình (nhân sự)	
Hệ thống và quy trình xử lý cho việc giảm thiểu, can thiệp và sửa chữa	<ul style="list-style-type: none">- Giảm thiểu sự tồn đọng và thời gian tồn đọng (M)- Can thiệp vào sự tồn đọng và thời gian tồn đọng (M)- Sửa chữa công việc tồn đọng và thời gian tồn đọng (M)- Thực tế so với chiến lược- Tính khả dụng của tài liệu (tỷ lệ phần trăm báo cáo trước đây)- Quản lý các quy trình thay đổi được thực hiện- Thời gian từ hoạt động cải thiện được quyết định / lên kế hoạch đến khi thực hiện- Mức độ xác minh hoặc chứng nhận của bên thứ 3- Số lượng sai lệch / không phù hợp đã đăng ký- % độ lệch / không phù hợp còn chưa thực hiện- Thời gian để đóng các sai lệch / không phù hợp- Kết quả kiểm tra và / hoặc khảo sát từ các hoạt động sửa chữa và can thiệp đã thực hiện- Sự sẵn có của bất kỳ phụ tùng chính nào cho hệ thống đường ống- Kết quả kiểm tra tái chính của nhà thầu- Tính khả dụng của công cụ kiểm tra- Bảo dưỡng thực tế so với kế hoạch của nhà thầu- Kết quả tài chính của nhà thầu tàu- Tính khả dụng của tàu- Thời gian huy động tàu trong các tình huống khẩn cấp- Số năm kể từ lần đào tạo tập huấn chính thức liên quan gần đây nhất	<ul style="list-style-type: none">- Chung: kiểm tra và cập nhật hàng năm- Các chỉ dẫn chung sẽ phụ thuộc vào mức độ thường xuyên của các hoạt động cải thiện cần được yêu cầu- Có thể tự động hoặc thủ công phụ thuộc vào tính khả dụng và thiết lập của hệ thống thông tin

	<div>- Số năm kinh nghiệm liên quan (nhân sự)</div> <div>- Tuổi trung bình (nhân sự)</div>	
--	--	--

H.3 Đánh giá xác suất hư hỏng dựa trên các khung giảm thiểu

Mỗi yếu tố trong số 17 yếu tố (một yếu tố bổ sung bao gồm cả yếu tố khác cũng nên được bao gồm) được trình bày ở phía bên trái Hình H-1 sẽ được đánh giá, cho điểm và sử dụng để xác định loại PoF:

- Điểm PoF / độ tin cậy được đưa ra trực tiếp cho mỗi yếu tố đánh giá cho biết các rào cản phòng ngừa đang hoạt động tốt như thế nào. Việc xác định điểm được thực hiện bằng cách sử dụng 5 loại có thể được sử dụng theo cách tương tự như các loại PoF. Điểm loại 1 là điểm rất tốt (độ tin cậy cao dẫn đến PoF thấp), trong khi điểm loại 5 là điểm rất kém.

- Mỗi yếu tố cũng được cho một điểm mức độ phù hợp để chỉ ra tầm quan trọng của nó khi quản lý chống lại mối đe dọa đang được đánh giá. Có thể có các biến thể từ hệ thống đường ống sang hệ thống đường ống. Mức độ liên quan cũng có thể thay đổi theo thời gian (một yếu tố có thể rất quan trọng trong vài năm đầu hoạt động, nhưng ít liên quan hơn khi hệ thống đường ống trở nên hoàn thiện hơn). Năm danh mục mức độ liên quan được sử dụng, mỗi danh mục có một trọng số nhất định.

Giá trị trung bình của các trọng số trong tính toán ở trên cho tất cả các yếu tố được sử dụng làm đầu vào để xác định loại PoF. Lý do phải được lập thành báo cáo có tham chiếu đến các nguồn thông tin sử dụng.

Kết quả đánh giá cần được ghi lại dưới các hình thức thích hợp. Bảng H-6 trình bày nội dung gợi ý của một dạng như vậy. Đánh giá phải được ghi lại trong một báo cáo bao gồm tất cả các biểu mẫu đã điền.

Mục	Mô tả
Đường ống	Tên đường ống
Đoạn	Đoạn ống
Nhóm mối nguy	Tên nhóm mối nguy
Mối nguy	Tên mối nguy
Thời gian chương trình bao hàm	Thời gian mà một chương trình kiểm soát tính toàn vẹn dài hạn được lập
Ngày đánh giá	Ngày/Tháng/Năm

Người đánh giá	Tên và vị trí của người đánh giá
Các yếu tố đánh giá	Yếu tố đánh giá theo Hình H-1
Mức độ liên quan	<p>Điểm mức độ liên quan được tùy chỉnh cho biết mức độ quan trọng của từng yếu tố trong số 18 yếu tố góp phần ngăn ngừa sự cố / mất khả năng chịu áp lực</p> <ul style="list-style-type: none">- Không có liên quan (NR) = 0- Mức độ liên quan thấp (LR) = 1- Mức độ liên quan Trung bình / Bình thường (MR) = 6- Mức độ liên quan cao (HR) = 12- Mức độ liên quan rất cao (VR) = 18 <p>Bảng H-7 đưa ra điểm bắt đầu về mức độ liên quan tùy thuộc vào nhóm mối đe dọa.</p>
PoF/Giá trị tin cậy	Năm loại (1 đến 5). Dựa trên đánh giá kỹ thuật cho từng yếu tố đánh giá. Điểm loại 1 là điểm rất tốt, trong khi điểm loại 5 là điểm rất kém (các rào cản phòng ngừa hoạt động tốt như thế nào?).
PoF	Tổng của tất cả "Mức độ liên quan × Điểm tin cậy" chia cho tổng của tất cả các điểm yếu tố từ "Mức độ liên quan"
Lưu ý	Lưu ý cho việc đánh giá, lập luận, v.v.
Tham khảo	Tham khảo tài liệu và thông tin được sử dụng để hỗ trợ đánh giá

Bảng H-7. Rào cản liên quan đến các nhóm mối nguy khác nhau

Yếu tố/hệ thống rào cản	Ăn mòn/mài mòn	Bên thứ ba	Kết cấu
Cơ sở thiết kế	MR-VR		
QA và các tài liệu thiết kế, chế tạo, lắp đặt và hoán cải			
Đường ống/các bộ phận chịu áp lực khác	NR	MR-VR	LR-VR

Kết cấu đỡ và bảo vệ	NR		
Hệ thống thông tin đến bên thứ ba	NR		
Hệ thống tại khu vực an toàn và hạn chế	NR		
Hệ thống bảo vệ áp lực	MR-VR	NR-MR	NR-VR
Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên ngoài			
Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên trong			
Hệ thống kiểm soát xử lý			
Quy trình vận hành			
Chiến lược và kế hoạch kiểm soát tính toàn vẹn đường ống		MR-VR	
Hệ thống và quá trình kiểm tra, theo dõi và thử			
Hệ thống và quá trình đánh giá tính toàn vẹn			
Chiến lược và kế hoạch cải thiện tính toàn vẹn đường ống			
Hệ thống và quá trình giảm thiểu, can thiệp và sửa chữa			

Mức độ liên quan rất cao (VR), Mức độ liên quan cao (HR), Mức độ liên quan trung bình / bình thường (MR), Mức độ liên quan thấp (LR), Không liên quan (NR)

Các giá trị hỗ trợ để đánh giá PoF này có thể được sử dụng ở cả ba cấp độ như được mô tả trong Phần 4 [4.4.3]:

- Cấp độ 1: Thay vì áp dụng biểu đồ như được mô tả trong Phụ Lục F [F.3.2.1] và Phụ Lục.H, đánh giá độ tin cậy trong từng yếu tố đánh giá và sử dụng giá trị trung bình trọng số trực tiếp để xác định phân loại PoF, tức là phân loại PoF được đặt bằng mức giá trị trung bình trọng số. Việc này phải được thực hiện trong các cuộc hội thảo, tức là không cần thiết phải xem xét chi tiết tài liệu.
- Cấp độ 2: Phân chia chi tiết hơn và xem xét kỹ lưỡng hơn các tài liệu để đánh giá độ tin cậy

trong các yếu tố đánh giá. Cấp độ 2 đòi hỏi nhiều thời gian và nỗ lực hơn so với đánh giá cấp độ 1 và nên áp dụng kết hợp các nỗ lực cá nhân và tổ chức hội thảo. Đối với các mối đe dọa không thể hoặc không khả thi để thực hiện phù hợp theo tiêu chuẩn tính toán (để ánh xạ đến một loại PoF - xem Phụ lục.F [F.3.3] và [I.4]), việc đánh giá chỉ dựa trên các đánh giá định tính. Tức là trung bình trọng số được sử dụng trực tiếp để xác định loại PoF như đối với đánh giá cấp độ 1. Trường hợp có thể lập bản đồ và khả thi, xem [I.4].

- Mức-3: xem [I.4].

Các vấn đề và / hoặc câu hỏi chính đã được liệt kê sau đây được coi là hướng dẫn khi cho điểm cho các yếu tố đánh giá.

Bảng H-8. Các mối nguy từ bên thứ ba

Yếu tố đánh giá	Vấn đề chính
Cơ sở thiết kế	<p>Chung</p> <p>Mức độ hoạt động được xác định rõ - Có bất kỳ hoạt động không lường trước nào trong khu vực có thể gây trở ngại cho đường ống hoặc dự kiến có bất kỳ hoạt động nào như vậy trong tương lai gần không? Mức độ hoạt động Thấp, Trung bình và Cao có thể được xác định khác nhau tùy thuộc vào khu vực và cũng từ lĩnh vực này sang lĩnh vực khác. Đối với nghề lưới kéo: Thấp (không hoạt động), Trung bình (hoạt động không thường xuyên) và Cao (hoạt động thường xuyên). Liên quan đến mỗi ngư do neo tàu, các giới hạn có thể được xác định theo số lượng tàu qua lại nếu điều đó được biết trước hoặc theo vị trí: Hoạt động thấp (ví dụ: > 30 km tính từ luồng tàu, khu vực đánh bắt và giàn), Hoạt động trung bình (ví dụ: 5-30 km từ luồng tàu, khu vực đánh bắt và giàn), Hoạt động của tàu cao (ví dụ: luồng tàu, lưới kéo, liền kề với giàn).</p> <p>Tiếp xúc với tải trọng có tính chu kỳ đã được xác định rõ - Một thiệt hại tiềm ẩn (bên thứ 3) đối với đường ống tiếp xúc với tải có tính chu kỳ từ hoạt động (áp suất, nhiệt độ, dừng hoạt động), dòng chảy, sóng, v.v. có thể phát triển hư hỏng nhanh hơn so với đường ống ít chịu tải trọng có tính chu kỳ.</p> <p>Kéo lưới</p> <p>Loại thiết bị - Đường ống được thiết kế chống lại sức kéo và / hoặc tải của thiết bị thực tế được sử dụng trong khu vực. Lưu ý rằng đặc biệt đối với các đường ống cũ, các móc lưới kéo có thể đã tăng kích thước / trọng lượng so với thiết kế. Đường ống được thiết kế để chống lại lực</p>

	<p>kéo với khối lượng cục bộ. Lưu ý rằng các đường ống cũ thường không được thiết kế để chống lại khối lượng của trọng vật.</p> <p>Để bị mất ổn định tổng thể/mất ổn định vòng lên - Các đường ống bị chôn có thể đã trải qua sự mất ổn định tổng thể/mất ổn định vòng lên kể từ lần kiểm tra cuối cùng dẫn đến việc đường ống bị lộ và có nguy cơ bị lưới kéo mắc vào</p> <p>Neo</p> <p>Kích thước / loại tàu được xác định rõ ràng - Kích thước tàu được chia thành ba loại; Nhỏ (<9999 GRT), Trung bình (10000-59999 GRT) và Lớn (> 60000 GRT). Ví dụ về kích thước được đưa ra theo tổng dung tích, nhưng điều này có thể được định nghĩa khác nếu được ưu tiên. Giới hạn độ sâu nước (Nhỏ / 200 m, Trung bình / 250 m và Lớn / 300 m) liên quan đến các kích thước được đưa ra vì điều này cho thấy giới hạn độ sâu mà người ta cho rằng không có khả năng một mỏ neo tiếp cận đường ống.</p> <p>Vật rơi</p> <p>Tải trọng tiềm ẩn được xác định rõ - Các hư hỏng do vật rơi xảy ra thường xuyên hơn trong khu vực giàn và phụ thuộc vào mức độ hoạt động trong khu vực. Mức độ hoạt động có thể được xác định khác nhau tùy thuộc vào khu vực và cũng từ lĩnh vực này sang lĩnh vực khác, giàn này sang giàn khác</p>
QA và các tài liệu thiết kế, chế tạo, lắp đặt và hoán cải	<p>Chung</p> <p>Được thiết kế theo các tiêu chuẩn và phương pháp đã được công nhận</p> <p>Thiết kế, Chế tạo và lắp đặt đã được xác minh hoặc chứng nhận</p> <p>Kết quả thử nghiệm được chấp nhận cho lớp bọc bê tông</p> <p>Kết quả thử nghiệm được chấp nhận cho lớp bọc tại mỗi nối hiện trường</p> <p>lớp phủ ngoài hiện trường</p> <p>Kết quả khảo sát chôn ống đã được chấp nhận</p> <p>Lưới kéo</p> <p>Giới hạn nhịp hẫng được thiết lập đối với việc kéo lưới - Nếu giới hạn nhịp hẫng tự do được thiết lập thì việc theo dõi kiểm tra và xem xét lại liệu các nhịp tự do có được coi là chấp nhận được hay không sẽ dễ dàng hơn.</p>

Đường ống/các bộ phận chịu áp lực khác	<p>Chung</p> <p>$D/t < 40$? Tỷ lệ đường kính / độ dày trên 40 được coi là hệ thống đường ống kém cứng vững hơn</p> <p>Bất kỳ hư hỏng liên quan được phát hiện, đánh giá, giảm thiểu, kiểm tra Gần đây được xác nhận là không bị hư hỏng (Số năm kể từ lần kiểm tra cuối cùng?)</p> <p>Lưới kéo</p> <p>Nhịp hẫng - chấp nhận được và không có khả năng bị móc</p> <p>Tính dễ bị mất ổn định tổng thể/mất ổn định vòng lên - Các đường ống chôn có thể đã trải qua sự mất ổn định tổng thể/mất ổn định vòng lên kể từ lần kiểm tra cuối cùng dẫn đến việc lộ ra đường ống và có nguy cơ bị móc kéo.</p> <p>Các bộ phận không được bảo vệ có khả năng móc (mặt bích, van, phụ kiện, có thể được bị móc kéo)?</p>
Lớp đất phủ đường ống	<p>Chung</p> <p>Loại chôn phủ (chôn hoặc đá đổ)</p> <p>Độ sâu chôn (0,1-1,0 mét hoặc hơn)</p> <p>Đường ống được xác nhận đã được bảo vệ thích hợp (tức là được chôn lấp hoặc đổ đá) sau khi kiểm tra và dự kiến sẽ không có bất kỳ thay đổi đáng kể nào về độ sâu chôn lấp kể từ lần kiểm tra cuối cùng</p> <p>Số năm kể từ lần kiểm tra cuối cùng?</p>
Kết cấu đỡ và bảo vệ	<p>Chung</p> <p>Kết cấu đỡ và bảo vệ (bê tông / lớp bọc gia tải, thảm bê tông, kết cấu bảo vệ) và được xác nhận là đủ sau khi kiểm tra (Số năm kể từ lần kiểm tra cuối cùng?)</p>
Hệ thống thông tin đến bên thứ ba	<p>Chung</p> <p>Chia sẻ thông với chính quyền và hiệp hội nghề cá, bản đồ, biểu đồ</p>
Các hệ thống tại khu vực an toàn và hạn chế	<p>Lưới kéo</p> <p>Nếu có một khu vực hạn chế được xác định rõ ràng cho việc đánh lưới quanh đường ống, xác suất của hư hỏng liên quan đến lưới kéo sẽ giảm</p>

	<p>đáng kể. Lưu ý rằng đường ống không nhất thiết phải an toàn trong vùng an toàn vì ván lưới kéo có thể đi trong vùng an toàn ngay cả khi người đánh lưới ở bên ngoài.</p> <p>Vị trí của đường ống và các thành phần liên quan đến các khu vực đó</p> <p>Không có bộ phận nào không được bảo vệ (không được thiết kế cho tải lưới kéo) trong vùng an toàn.</p> <p>Neo</p> <p>Yếu tố đánh giá không liên quan (na)</p> <p>Vật rơi</p> <p>Vị trí của đường ống và các bộ phận trong vùng hạn chế cho các hoạt động tàu / nâng</p>
Hệ thống bảo vệ áp lực	Không liên quan
Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên ngoài	Không liên quan
Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên trong	Không liên quan
Hệ thống kiểm soát xử lý	<p>Chung</p> <p>Đễ dàng truy cập vào dữ liệu quy trình trong trường hợp các khiếm khuyết cần được đánh giá khẩn cấp</p> <p>Có hệ thống để duy trì giới hạn và theo dõi các hạn chế</p>
Chiến lược và kế hoạch kiểm soát tính toàn vẹn đường ống	<p>Chung</p> <p>Kế hoạch dài hạn trong khai thác (dựa trên rủi ro)</p>
Hệ thống và quá trình để kiểm tra, theo dõi và thử	<p>Chung</p> <p>Thực tế triển khai chương trình</p> <p>Đánh giá thường xuyên về dữ liệu hoạt động</p>

	<p>Hợp đồng tàu ứng cứu trong trường hợp cần NDT khẩn cấp về thiệt hại liên quan</p> <p>Lưới kéo</p> <p>Giám sát và kiểm soát hoạt động đánh lưới kéo trong khu vực (bao gồm cả thông tin liên lạc)</p> <p>Neo</p> <p>Giám sát và kiểm soát lưu lượng tàu trong khu vực (bao gồm cả thông tin liên lạc)</p> <p>Vật rơi</p> <p>Giám sát và kiểm soát các hoạt động nâng hạ trong khu vực (bao gồm cả thông tin liên lạc)</p>
Hệ thống và quá trình đánh giá tính toàn vẹn	<p>Chung</p> <p>Quy trình đánh giá các hư hỏng liên quan</p> <p>Công cụ / phần mềm để đánh giá các hư hỏng liên quan</p> <p>Xác minh các đánh giá hệ thống và tính toàn vẹn (bên thứ ba hoặc bởi các nguồn lực liên quan trong công ty)</p>
Chiến lược và kế hoạch cải thiện tính toàn vẹn đường ống	<p>Chung</p> <p>Chiến lược sửa chữa trong khai thác đối với các hư hỏng do bên thứ ba</p>
Hệ thống và quá trình giảm thiểu, can thiệp và sửa chữa	<p>Chung</p> <p>Hệ thống sửa chữa có sẵn trong trường hợp hư hỏng liên quan</p> <p>Phụ tùng</p> <p>Hợp đồng tàu trong khai thác (để can thiệp / sửa chữa)</p> <p>Hợp đồng tàu ứng cứu trong khai thác</p> <p>Hạn chế hoạt động (ví dụ: tải có tính chu kỳ)</p> <p>Kế hoạch và quy trình khẩn cấp</p> <p>Các quy trình được áp dụng để hỗ trợ bên thứ ba bị mắc trong đường ống hoặc thiết bị liên quan</p>

Bảng H-9. Ăn mòn bên trong

Yếu tố đánh giá	Vấn đề chính
Cơ sở thiết kế	<p>Tuổi thọ thiết kế được xác định, vật liệu được chọn, thiết kế và điều kiện vận hành được xác định</p> <p>(ví dụ: P, T, thành phần lưu chất)</p> <p>Tuân thủ ISO-15156, nếu có liên quan</p> <p>Các phương tiện kiểm soát ăn mòn được xác định</p> <p>Báo cáo lựa chọn vật liệu</p>
QA và các tài liệu thiết kế, chế tạo, lắp đặt và hoán cải	<p>Chế tạo và hàn ống theo tiêu chuẩn thiết kế</p> <p>Lưu trữ tạm thời trước khi lắp đặt để giảm nguy cơ ăn mòn (ví dụ: sử dụng nắp bịt đầu ống)</p> <p>Quy trình thử áp lực (ví dụ: loại lưu chất, làm sạch và làm khô)</p> <p>Bảo quản ướt sau khi lắp đặt</p> <p>-</p> <p>Xác minh hoặc chứng nhận của bên thứ 3</p> <p>Kiểm tra cơ sở bằng kiểm tra bên trong</p>
Đường ống/các bộ phận chịu áp lực khác	<p>Số năm kể từ khi lắp đặt</p> <p>Số năm kể từ ILI cuối cùng? (so với khoảng thời gian tối đa được xác định trong tài liệu quản lý hoặc chương trình kiểm tra dài hạn)</p> <p>Không có tổn thất kim loại nào vượt quá mức ăn mòn cho phép?</p> <p>Không có tổn thất kim loại nào vượt quá 85% chiều dày danh nghĩa thành ống?</p> <p>ILI - tình trạng bên trong tốt hơn so với giả định trước trong thiết kế</p>
Lớp đất phủ đường ống	<p>Có thể có liên quan nếu lớp đất phủ hoạt động như vật liệu cách nhiệt để ngăn chặn sự ngưng tụ và ăn mòn ở đỉnh đường ống (TOL). Nếu không thì thường không liên quan ăn mòn bên trong</p>
Kết cấu đỡ và bảo vệ	<p>Không liên quan</p>
Hệ thống thông tin đến bên thứ	<p>Không liên quan</p>

ba	
Các hệ thống tại khu vực an toàn và hạn chế	Không liên quan
Hệ thống bảo vệ áp lực	<p>Hệ thống bảo vệ áp lực (PPS) trong khai thác và các điểm đặt là đúng theo thiết kế và / hoặc giới hạn khai thác của đường ống</p> <p>Giới hạn áp suất xác định được giám sát và trong giới hạn?</p> <p>Chương trình bảo dưỡng và kiểm tra PPS được áp dụng và thực hiện</p> <p>Kết quả kiểm tra PPS được chấp nhận</p>
Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên ngoài	Không liên quan
Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên trong	<p>Có hệ thống kiểm soát ăn mòn bên trong để bảo vệ đường ống chống lại sự ăn mòn bên trong không? (Bao gồm thiết bị giám sát trực tuyến, đầu dò ăn mòn, phân tích lưu chất, khả năng phun hóa chất, hóa chất tồn dư, v.v.)</p> <p>Chương trình kiểm soát ăn mòn có đạt yêu cầu để kiểm soát ăn mòn không?</p> <p>Các hóa chất được sử dụng để kiểm soát ăn mòn có đủ tiêu chuẩn cho dịch vụ dự kiến không?</p> <p>Tính khả dụng của hệ thống kiểm soát / xử lý sản phẩm có được chấp nhận không?</p> <p>Các thông số được giám sát có được giữ trong giới hạn hoạt động</p> <p>Có sẵn sàng phun hóa chất theo thiết kế (ví dụ: tốc độ phun, chất ức chế còn sót lại trong lưu chất tại đường ống dẫn ra ngoài) không?</p> <p>Dự phòng của thiết bị phun hóa chất</p> <p>Tính sẵn có các phụ tùng thay thế cho thiết bị phun hóa chất</p> <p>Thiết bị giám sát ăn mòn có được hiệu chuẩn và bảo trì theo kế hoạch không?</p> <p>Thiết bị dùng để phun hóa chất có được hiệu chuẩn và bảo dưỡng theo đúng kế hoạch không?</p>

	<p>Nếu làm sạch bên trong được xác định là một phần của kiểm soát ăn mòn, thì các chương trình làm sạch có được thực hiện theo kế hoạch không?</p> <p>Có kế hoạch cho tình trạng thay đổi sản xuất không?</p>
Hệ thống kiểm soát xử lý	<p>Hệ thống kiểm soát xử lý có đáng tin cậy không?</p> <p>Hệ thống kiểm soát xử lý có được duy trì theo kế hoạch không?</p> <p>Dữ liệu xử lý được kết luận có đáng tin cậy không?</p> <p>Các thông số hoạt động có được giám sát và trong giới hạn không?</p> <p>Sản xuất có ổn định không?</p>
Quy trình vận hành	<p>Các khuyến nghị được đưa ra trong báo cáo lựa chọn vật liệu để kiểm soát ăn mòn có được thực hiện không? (ví dụ: các quy trình liên quan đến việc phóng thoi bảo dưỡng và xử lý hóa chất)</p> <p>Là các quy trình trong trường hợp ngoài thông số kỹ thuật trong vận hành và được thực hiện?</p> <p>Các quy trình khi có xáo trộn trong sản xuất có được thực hiện và thực hiện không?</p>
Chiến lược và kế hoạch kiểm soát tính toàn vẹn đường ống	<p>Là một chiến lược ăn mòn dựa trên rủi ro để kiểm soát ăn mòn trong khai thác (ILI, đánh giá thường xuyên dữ liệu giám sát, đầu dò ăn mòn, v.v.)</p>
Hệ thống và quá trình để kiểm tra, theo dõi và thử	<p>ILI có được thực hiện theo đúng kế hoạch không?</p> <p>Quy trình bảo quản đầu phóng và nhận thoi có đúng quy định và được thực hiện không?</p> <p>Dữ liệu giám sát và kiểm tra có được đánh giá một cách rõ ràng và được lập thành báo cáo một cách thường xuyên và theo kế hoạch không?</p> <p>Hiệu quả của các hóa chất phun vào có được đánh giá một cách thường xuyên không?</p>
Hệ thống và quá trình đánh giá tính toàn vẹn	<p>Các quy trình đánh giá khuyết tật ăn mòn có được áp dụng và thực hiện không?</p> <p>Các quy trình có được thực hiện để đánh giá dữ liệu giám sát và kiểm tra không?</p>

Chiến lược và kế hoạch cải thiện tính toàn vẹn đường ống	<p>Chiến lược và kế hoạch dự phòng bao gồm đặc tả nhu cầu đầu tư trước vào thiết bị và phụ tùng sửa chữa dự phòng (ví dụ: thiết bị phun hóa chất, hệ thống khử khí)</p> <p>Có chiến lược giảm thiểu ăn mòn bên trong nếu ILI chỉ ra tổn thất kim loại cao hơn dự đoán?</p> <p>Chiến lược sửa chữa đường ống và chiến lược đối với phụ tùng đường ống trong trường hợp ăn mòn không thể chấp nhận được (có thể ảnh hưởng đến các bộ phận lớn của hệ thống đường ống)</p>
Hệ thống và quá trình giảm thiểu, can thiệp và sửa chữa	<p>Hệ thống sửa chữa trong khai thác có khả năng sửa chữa những hư hỏng trước khi nó phát triển thành hỏng hóc.</p> <p>Dự phòng đường ống và các thành phần đường ống trong khai thác theo chiến lược</p> <p>Tiếp cận với các khả năng của tàu để có thể hành động hợp lý một cách nhanh chóng</p> <p>Kiểm tra và theo dõi sửa chữa để đảm bảo rằng mức độ an toàn được thiết lập lại</p> <p>Các kế hoạch và quy trình khẩn cấp để xử lý an toàn và hiệu quả các sửa chữa cần thiết</p> <p>Quy trình trong khai thác để thực hiện? bất kỳ hạn chế vận hành nào (ví dụ: giảm áp suất được xác định bằng đánh giá tổn thất kim loại dựa trên dữ liệu ILI)</p>

Bảng H-10. Ăn mòn bên ngoài

Yếu tố đánh giá	Vấn đề chính
Cơ sở thiết kế	<p>Có cơ sở để thiết kế (T, P, mức độ chôn lấp, kết cấu bảo vệ) và hệ thống chống ăn mòn bên ngoài đã được xác định.</p> <p>Hệ thống bảo vệ chống ăn mòn bên ngoài có được thiết kế theo tiêu chuẩn đã được công nhận không?</p> <p>Các yếu tố gây hao hụt cho hệ thống CP đường ống đã được xác định và xử lý thông qua thiết kế chưa?</p>
QA và các tài liệu thiết kế, chế	<p>Các báo cáo khảo sát lắp đặt ống có sẵn không?</p> <p>Bất kỳ sự cố hoặc thiếu hụt nào trong quá trình chế tạo và áp dụng lớp</p>

tạo, lắp đặt và hoán cải	<p>bọc và lớp bọc mỗi nối hiện trường? Những khuyết điểm này đã được đánh giá chưa?</p> <p>Bất kỳ sự cố hoặc thiếu sót nào trong quá trình sản xuất và lắp đặt anốt?</p> <p>Chế tạo có theo tiêu chuẩn được công nhận không? Đã đánh giá khiếm khuyết nào chưa?</p> <p>Các thử nghiệm về trình độ chế tạo có được chấp nhận theo tiêu chuẩn không?</p> <p>Có đảm bảo quá trình lưu trữ trước khi lắp đặt không?</p> <p>Thiết kế / chế tạo / lắp đặt có được bên thứ ba xác minh hoặc chứng nhận không?</p>
Đường ống/các bộ phận chịu áp lực khác	<p>Không có tổn thất kim loại bên ngoài vượt quá mức ăn mòn cho phép?</p> <p>Không có tổn thất kim loại bên ngoài vượt quá 85% độ dày danh nghĩa thành ống?</p> <p>Đánh giá ILI. ILI - điều kiện bên ngoài tốt hơn so với giả định trước trong thiết kế</p>
Lớp đất phủ đường ống	<p>Không liên quan (lưu ý rằng lớp đất phủ đường ống có thể có tác động xấu đến sự ăn mòn bên ngoài)</p>
Kết cấu đỡ và bảo vệ	<p>Không liên quan (lưu ý rằng có thể có tác động xấu đến sự ăn mòn bên ngoài)</p>
Hệ thống thông tin đến bên thứ ba	<p>Không liên quan</p>
Các hệ thống tại khu vực an toàn và hạn chế	<p>Không liên quan</p>
Hệ thống bảo vệ áp lực	<p>PPS trong khai thác và điểm đặt là đúng theo thiết kế và / hoặc giới hạn vận hành đường ống</p> <p>Giới hạn áp suất xác định được giám sát và trong giới hạn?</p> <p>Chương trình kiểm tra và bảo dưỡng PPS trong khai thác và kết quả kiểm tra PPS đã thực hiện được chấp nhận</p>

Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên ngoài	<p>Có thể giám sát hệ thống CP và kiểm tra hoạt động của lớp bọc không?</p> <p>Hệ thống CP và tình trạng lớp bọc có được kiểm tra thường xuyên không?</p> <p>Có bất kỳ hư hỏng lớp bọc nào được phát hiện không? Có bất kỳ anốt nào không hoạt động hoặc bị hỏng không?</p> <p>Mức tiêu thụ anốt quá mức đã được đăng ký chưa?</p> <p>Thất thoát kim loại bên ngoài trên ống đứng và tại điểm tiếp bờ có nằm trong tiêu chí chấp nhận không?</p> <p>Có điện thế bảo vệ đo trên kim loại trần nằm trong tiêu chí chấp nhận</p>
Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên trong	Không liên quan
Hệ thống kiểm soát xử lý	Nhiệt độ hoạt động được giám sát và trong giới hạn
Quy trình vận hành	Các quy trình cho các tình huống ngoài thông số kỹ thuật (ví dụ: nhiệt độ) có được áp dụng và thực hiện không?
Chiến lược và kế hoạch kiểm soát tính toàn vẹn đường ống	Có kế hoạch giám sát và kiểm tra dựa trên rủi ro không (kiểm tra ILI, ROV, kiểm tra trực quan, đo CP)
Hệ thống và quá trình để kiểm tra, theo dõi và thử	Kiểm tra, giám sát thực hiện theo kế hoạch? (ví dụ: kiểm tra trực quan hệ thống chống ăn mòn bên ngoài, giám sát hệ thống CP, tiêu thụ anốt, kiểm tra tình trạng ống có bị lộ không, lấy mẫu lưu chất tại ống chữ J, giám sát các vật liệu nhạy cảm với HISC)
Hệ thống và quá trình đánh giá tính toàn vẹn	Quy trình đánh giá các khuyết tật ăn mòn trong khai thác và được thực hiện
Chiến lược và kế hoạch cải thiện tính toàn vẹn đường ống	<p>Chiến lược và kế hoạch dự phòng bao gồm đặc điểm kỹ thuật của thiết bị sửa chữa và phụ tùng.</p> <p>Có chiến lược giảm thiểu ăn mòn bên ngoài nếu ILI chỉ ra tổn thất kim loại cao hơn dự đoán?</p>

	Chiến lược sửa chữa đường ống và chiến lược phụ tùng đường ống trong trường hợp ăn mòn không thể chấp nhận được (có thể ảnh hưởng đến các bộ phận lớn của hệ thống đường ống)
Hệ thống và quá trình giảm thiểu, can thiệp và sửa chữa	<p>Hệ thống sửa chữa trong khai thác có khả năng sửa chữa những hư hỏng trước khi nó phát triển thành hỏng hóc.</p> <p>Đường ống dự phòng và các thành phần đường ống trong khai thác phù hợp theo chiến lược</p> <p>Tiếp cận với các khả năng của tàu để có thể hành động hợp lý một cách nhanh chóng</p> <p>Kiểm tra và theo dõi giải pháp cải tiến để đảm bảo mức độ an toàn có thể chấp nhận được</p> <p>Các kế hoạch và quy trình sự cố để xử lý các nhu cầu sửa chữa một cách an toàn và hiệu quả</p> <p>Các quy trình trong khai thác để thực thi bất kỳ hạn chế vận hành nào (ví dụ: giảm áp suất được xác định bằng đánh giá tổn thất kim loại dựa trên dữ liệu ILI)</p>

Bảng H-11. Mỗi nguy từ kết cấu

Yếu tố đánh giá	Vấn đề chính
Cơ sở thiết kế	<p><i>Chung</i></p> <p>Được thiết kế theo các tiêu chuẩn và phương pháp đã được công nhận</p> <p>Phương pháp thiết kế đã biết / đã được chứng minh</p> <p><i>Mất ổn định tổng thể (ống lộ)</i></p> <p>Lựa chọn vật liệu đã biết / đã được chứng minh</p> <p>Tài chức năng được xác định rõ (P, T)</p> <p>Các thông số đất được xác định rõ (sức cản dọc trục và ngang cũng như độ cứng dọc)</p> <p>Địa hình đáy biển được xác định rõ ràng</p> <p><i>Mất ổn định tổng thể (ống chôn)</i></p> <p>Lựa chọn vật liệu đã biết / đã được chứng minh</p> <p>Tài chức năng được xác định rõ (P, T)</p>

	<p>Các thông số đất được xác định rõ (sức đề kháng dựa trên đặc điểm của đất dọc theo tuyến đường)</p> <p><i>Ôn định đáy biển</i></p> <p>Dữ liệu biển được xác định rõ ràng</p> <p>Tải chức năng được xác định rõ (trọng lượng dung chất)</p> <p>Các thông số đất được xác định rõ (sức cản dọc trục và ngang cũng như độ cứng dọc)</p> <p>Địa hình đáy biển được xác định rõ ràng</p> <p>Sơ đồ vùng mỏ được xác định rõ và cơ sở hạ tầng hiện có (đụng độ)</p> <p><i>Nhịp hẫng - VIV</i></p> <p>Lựa chọn vật liệu đã biết / đã được chứng minh</p> <p>Dữ liệu biển được xác định rõ ràng</p> <p>Tải chức năng được xác định rõ (P, T)</p> <p><i>Quá tải tĩnh</i></p> <p>Lựa chọn vật liệu đã biết / đã được chứng minh</p> <p>Địa hình đáy biển được xác định rõ ràng</p> <p>Tải chức năng được xác định rõ (P, T, trọng lượng dung chất)</p>
QA và các tài liệu thiết kế, chế tạo, lắp đặt và hoán cải	<p><i>Chung</i></p> <p>Nhà thiết kế có kinh nghiệm</p> <p>Thiết kế được chứng nhận bởi bên thứ 3</p> <p><i>Mất ổn định tổng thể (ống lộ)</i></p> <p>Thiết kế dựa trên các phương pháp đơn giản và cách tiếp cận thiên về an toàn</p> <p>Các biện pháp kiểm soát sự giãn nở đường ống (xem lớp đất phủ đường ống và các kết cấu đỡ và bảo vệ) được xác nhận thông qua khảo sát khi lắp đặt và trước khi khởi động.</p> <p><i>Mất ổn định tổng thể (ống chôn)</i></p> <p>Thiết kế dựa trên các phương pháp đơn giản và cách tiếp cận thiên về an toàn</p> <p>Yêu cầu về chiều cao lớp đất phủ được xác nhận thông qua khảo sát khi</p>

	<p>lắp đặt</p> <p><i>Ổn định đáy biển</i></p> <p>Thiết kế dựa trên các phương pháp đơn giản và cách tiếp cận thiên về an toàn</p> <p>Tiêu chí chấp nhận được xác định rõ ràng</p> <p>Các biện pháp giảm thiểu / khắc phục các vấn đề về độ ổn định (xem lớp đất phủ đường ống và các kết cấu đỡ và bảo vệ) được xác nhận thông qua khảo sát khi lắp đặt</p> <p>Yêu cầu về độ lún được xác nhận thông qua khảo sát khi lắp đặt</p> <p><i>Nhịp hẫng - VIV</i></p> <p>Thiết kế dựa trên các phương pháp đơn giản và cách tiếp cận thiên về an toàn</p> <p>Tiêu chí chấp nhận được xác định rõ ràng</p> <p>Nhà thầu lắp đặt có kinh nghiệm</p> <p>Đã áp dụng quy trình hàn đã biết / đã được chứng minh</p> <p>Lắp đặt / hàn có sự chứng kiến của bên thứ 3</p> <p>Tài liệu lắp đặt / hàn</p> <p>Các biện pháp giảm thiểu / khắc phục tình trạng nhịp hẫng (xem lớp đất phủ đường ống và các kết cấu đỡ và bảo vệ) được xác nhận thông qua khảo sát khi lắp đặt</p> <p><i>Quá tải tĩnh</i></p> <p>Tiêu chí chấp nhận được xác định rõ ràng</p> <p>Nhà thầu lắp đặt có kinh nghiệm</p> <p>Đã áp dụng quy trình hàn đã biết / đã được chứng minh</p> <p>Lắp đặt / hàn có sự chứng kiến của bên thứ 3</p> <p>Tài liệu lắp đặt / hàn</p> <p>Các biện pháp giảm thiểu / khắc phục tình trạng nhịp hẫng (xem lớp đất phủ đường ống và các kết cấu đỡ và bảo vệ) được xác nhận thông qua khảo sát khi lắp đặt</p>
Đường ống/các bộ phận chịu áp	<i>Mất ổn định tổng thể (ống lộn)</i>

lực khác	<p>Đường ống vận hành với tải chức năng (P, T) thấp hơn đáng kể giới hạn thiết kế</p> <p>Mất ổn định tổng thể được xác nhận có thể chấp nhận được sau khi hoạt động cao điểm</p> <p>Các quan sát / đánh giá tính toàn vẹn xác nhận thiết kế thiên về an toàn (ví dụ: số lượng khóa quan sát được cao hơn dự đoán thiết kế, hình dạng khóa quan sát mượt mà hơn so với dự đoán thiết kế)</p> <p>Trong trường hợp hệ số sử dụng cao, PoF (mất khả năng chịu áp lực) giảm nếu:</p> <p>a) Tiết diện ống không dễ bị mất ổn định cục bộ ($D / t < 30$)</p> <p>b) Hoạt động của bên thứ 3 vừa phải với thiết bị vừa phải trong khu vực</p> <p>c) Sản xuất ổn định</p> <p><i>Mất ổn định tổng thể (ống chôn)</i></p> <p>Đường ống được vận hành với tải chức năng (P, T) thấp hơn đáng kể giới hạn thiết kế hoặc các thông số quy trình đang giảm sản lượng tối đa trong quá khứ</p> <p>Không có hiện tượng sụt lún đáy biển hoặc các hiện tượng khác gây ra chuyển động ngang của đất</p> <p>Biến động không được quan sát</p> <p>Trong trường hợp có biến động xảy ra, PoF (mất khả năng chịu áp lực) giảm nếu:</p> <p>a) Sản xuất ổn định</p> <p>b) Tiết diện ống không dễ bị mất ổn định cục bộ ($D / t < 30$)</p> <p>c) Các hoạt động của bên thứ 3 không liên quan trong khu vực</p> <p><i>Ổn định đáy biển</i></p> <p>Yêu cầu về độ lún được xác nhận thông qua kiểm tra tại chỗ</p> <p>Trọng lượng chìm không thay đổi nhiều khi vận hành (dự: đối với nhiều pha)</p> <p>Lớp bọc gia tải còn nguyên vẹn</p> <p>Độ lún đường ống không thay đổi theo mùa</p> <p>Các hoạt động của bên thứ 3 không liên quan trong khu vực</p>
----------	---

	<p><i>Nhịp hẫng - VIV</i></p> <p>Cấu hình đường ống (chiều dài nhịp hẫng) được xác nhận là có thể chấp nhận được và ổn định thông qua kiểm tra trong khai thác</p> <p>Cấu hình đường ống (chiều dài nhịp hẫng) không nhạy cảm với chế độ hoạt động</p> <p>Cấu hình đường ống (chiều cao khoảng hở nhịp hẫng) không dễ thay đổi theo mùa</p> <p>Không quan sát thấy sự kết hợp với các dạng khuyết tật khác (ví dụ như mất kim loại, vết lõm)</p> <p>Các hoạt động của bên thứ 3 không liên quan trong khu vực</p> <p><i>Quá tải tĩnh</i></p> <p>Cấu hình đường ống được xác nhận là có thể chấp nhận được và ổn định thông qua kiểm tra trong khai thác</p> <p>Cấu hình đường ống không dễ thay đổi khi vận hành</p> <p>Cấu hình đường ống không dễ thay đổi theo mùa</p> <p>Không quan sát thấy sự kết hợp với các dạng khuyết tật khác (ví dụ như mất kim loại, vết lõm)</p> <p>Các hoạt động của bên thứ 3 không liên quan trong khu vực</p>
Lớp đất phủ đường ống	<p><i>Mất ổn định tổng thể (ống lộ)</i></p> <p>Sự mất ổn định tổng thể bị giới hạn bởi các lớp phủ đá</p> <p>Lớp đất phủ đường ống được xác minh thông qua kiểm tra trong khai thác</p> <p>Không có cơ chế nào ảnh hưởng đến lớp phủ bằng đá theo thời gian (ví dụ: động đất, sóng đáy biển, đánh lưới)</p> <p>Sự giãn nở đường ống được kiểm soát bằng các phương tiện khác</p> <p><i>Mất ổn định tổng thể (ống chôn)</i></p> <p>Đường ống liên tục được đắp phủ bằng chất lấp nhân tạo (đổ đá)</p> <p>Chiều cao lớp đất phủ đường ống được xác minh thông qua kiểm tra trong khai thác</p> <p>Không có cơ chế nào ảnh hưởng đến độ cao của lớp đất phủ hoặc khả năng chống nâng theo thời gian (ví dụ: động đất, sóng đáy biển, đánh lưới)</p>

	<p><i>Ổn định đáy biển</i></p> <p>Tính toán vện của các biện pháp giảm thiểu (ví dụ như lớp đá che phủ) được xác minh thông qua kiểm tra trong khai thác</p> <p>Không có cơ chế nào ảnh hưởng đến khả năng chống lún theo thời gian (ví dụ: động đất, sóng đáy biển)</p> <p><i>Nhịp hẫng - VIV</i></p> <p>Tính toán vện của các biện pháp giảm thiểu tác động môi (như gối đỡ nhịp hẫng) được xác minh thông qua kiểm tra trong khai thác</p> <p>Không có cơ chế nào ảnh hưởng đến các vị trí đỡ nhịp hẫng theo thời gian (ví dụ: động đất, sóng đáy biển, đánh lưới)</p> <p><i>Quá tải tĩnh</i></p> <p>Tính toán vện của các biện pháp giảm thiểu (ví dụ như lớp đá che phủ) được xác minh thông qua kiểm tra trong khai thác</p> <p>Không có cơ chế nào ảnh hưởng đến các biện pháp giảm thiểu theo thời gian (ví dụ: động đất, sóng đáy biển, lưới kéo)</p>
Kết cấu đỡ và bảo vệ	<p><i>Mất ổn định tổng thể (ống lộ)</i></p> <p>Lưu ý! Điều quan trọng là phải xem xét điều này cùng với thông tin liên quan đến tính toán vện của lớp đất phủ đường ống (đặc biệt khi áp dụng các trọng số)</p> <p>Đáy biển không bằng phẳng</p> <p>Một loạt các biện pháp gây ra các khuyết tật đầy đủ của đường ống đã lắp đặt (thảm đá, trọng lượng ống ngập nước khác nhau, v.v.)</p> <p><i>Mất ổn định tổng thể (ống chôn)</i></p> <p>Không liên quan</p> <p><i>Ổn định đáy biển</i></p> <p>Tính toán vện của các biện pháp giảm thiểu (ví dụ: neo) được xác minh thông qua kiểm tra trong khai thác</p> <p>Không có cơ chế nào ảnh hưởng đến các kết cấu đỡ như vậy theo thời gian (ví dụ: động đất, sóng đáy biển, hoạt động của bên thứ 3)</p> <p><i>Nhịp hẫng - VIV</i></p> <p>Tính toán vện của các biện pháp giảm thiểu môi (ví dụ như gối đỡ nhịp</p>

	<p>hãng) được xác minh thông qua kiểm tra trong khai thác</p> <p>Không có cơ chế nào ảnh hưởng đến hỗ trợ kéo dài tự do theo thời gian (ví dụ: động đất, lũng sục đáy biển, đánh lưới)</p> <p><i>Quá tải tĩnh</i></p> <p>Tính toàn vẹn của các biện pháp giảm thiểu (ví dụ: gổĩ đỡ nhíp hãng) được xác minh thông qua kiểm tra trong khai thác</p> <p>Không có cơ chế nào ảnh hưởng đến các biện pháp giảm thiểu theo thời gian (ví dụ như động đất, sỏi đáy biển, lưới kéo)</p>
Hệ thống thông tin đến bên thứ ba	Không liên quan
Các hệ thống tại khu vực an toàn và hạn chế	Không liên quan
Hệ thống bảo vệ áp lực	Không liên quan
Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên ngoài	Không liên quan
Hệ thống bảo vệ ăn mòn bên trong	Không liên quan
Hệ thống kiểm soát xử lý	<p><i>Chung</i></p> <p>Hệ thống kiểm soát tin cậy trong khai thác để đo / kiểm soát áp suất, nhiệt độ và lưu lượng</p> <p>Dữ liệu xử lý dễ dàng truy cập</p> <p><i>Ổn định đáy biển</i></p> <p>Không liên quan</p>
Quy trình vận hành	<p><i>Chung</i></p> <p>Các thủ tục / quy trình trong khai thác được áp dụng để thường xuyên</p>

	<p>xem xét dữ liệu xử lý</p> <p>Các thủ tục / quy trình được áp dụng để xử lý các sai lệch</p> <p>Dữ liệu xử lý được kết luận là đáng tin cậy</p> <p><i>Ổn định đáy biển</i></p> <p>Không liên quan</p>
Chiến lược và kế hoạch kiểm soát tính toàn vẹn đường ống	<p>Chung</p> <p>Có kế hoạch dựa trên rủi ro / dựa trên tình trạng để kiểm soát tính toàn vẹn</p> <p>Kế hoạch dựa trên rủi ro / tình trạng để kiểm soát tính toàn vẹn được cập nhật</p>
Hệ thống và quá trình để kiểm tra, theo dõi và thử	<p>Chung</p> <p>Các hoạt động kiểm tra theo kế hoạch được thực hiện với chất lượng yêu cầu</p> <p>Mất ổn định tổng thể (ống lộ), Mất ổn định tổng thể (ống chôn), nhíp hẫng tự do- VIV, quá tải tĩnh</p> <p>các đánh giá theo kế hoạch về dữ liệu hoạt động được thực hiện và lập thành văn bản</p>
Hệ thống và quá trình đánh giá tính toàn vẹn	<p><i>Mất ổn định tổng thể (ống lộ)</i></p> <p>Các quy trình đánh giá, các công cụ và chuyên môn tương ứng có trong khai thác</p> <p>Mức độ tương quan cao giữa dự đoán lý thuyết và quan sát được</p> <p>Sai lệch quan sát được liên quan đến dữ liệu hoạt động được đánh giá</p> <p><i>Mất ổn định tổng thể (ống chôn)</i></p> <p>Các quy trình đánh giá, các công cụ và chuyên môn tương ứng có trong khai thác</p> <p><i>Ổn định đáy biển</i></p> <p>Quy trình đánh giá và các công cụ trực quan tương ứng được áp dụng để theo dõi cấu hình bên của đường ống</p> <p><i>Nhip hẫng - VIV</i></p> <p>Quy trình đánh giá, các công cụ tương ứng và chuyên môn cho nhip</p>

	<p>hẫng gây ra mỗi được đưa ra</p> <p>Mức độ tương quan cao giữa các dự đoán lý thuyết và các quan sát liên quan đến cấu hình nhịp hẫng</p> <p>Sai lệch quan sát được liên quan đến dữ liệu hoạt động được đánh giá</p> <p><i>Quá tải tĩnh</i></p> <p>Các quy trình đánh giá và các công cụ tương ứng được áp dụng</p> <p>Mức độ tương quan cao giữa các dự đoán lý thuyết và các quan sát liên quan đến cấu hình đường ống</p> <p>Sai lệch quan sát được liên quan đến dữ liệu hoạt động được đánh giá</p>
Chiến lược và kế hoạch cải thiện tính toàn vẹn đường ống	<p><i>Mất ổn định tổng thể (ống lộ)</i></p> <p>Chiến lược sửa chữa cho mặt cắt (ô van hóa quá mức hoặc vĩnh cục bộ) và mối liên quan đến hư hỏng</p> <p><i>Mất ổn định tổng thể (ống chôn)</i></p> <p>Chiến lược sửa chữa cho các hư hỏng liên quan đến sự vòng lên</p> <p><i>Ổn định đáy biển</i></p> <p>Chiến lược sửa chữa để cải thiện các ràng buộc bên ngoài trong khai thác (can thiệp, lắp đặt các kết cấu đỡ, v.v.)</p> <p><i>Nhịp hẫng - VIV</i></p> <p>Chiến lược sửa chữa cho mặt cắt (độ ô van vượt quá mức hoặc mất ổn định cục bộ) và các hư hỏng liên quan đến mối / gây</p> <p><i>Quá tải tĩnh</i></p> <p>Chiến lược sửa chữa cho mặt cắt ngang (độ ô van vượt quá mức hoặc mất ổn định cục bộ) và các hư hỏng liên quan đến đứt gãy</p>
Hệ thống và quá trình giảm thiểu, can thiệp và sửa chữa	<p><i>Chung</i></p> <p>Hệ thống sửa chữa trong khai thác</p> <p>Hợp đồng tàu đổ đá trong khai thác</p> <p>Kế hoạch và quy trình khẩn cấp</p> <p>Mất ổn định tổng thể (ống lộ), nhịp hẫng - VIV, quá tải tĩnh</p> <p>Hợp đồng tàu trong trường hợp cần NDT khẩn cấp</p>

	<i>Mất ổn định tổng thể (ống chôn)</i>
	Hợp đồng tàu trong khai thác trong trường hợp cần NDT khẩn cấp về thiệt hại liên quan đến lưới kéo

H.4 Kết hợp các biện pháp định tính và định lượng

Đối với các mối nguy có thể tính toán dựa trên tiêu chuẩn/ các phương pháp được khuyến nghị, có thể ánh xạ tới các phân loại PoF. Như đã đề cập trong phụ lục F [F.3.3], nếu các tính toán dựa trên tiêu chuẩn/ phương pháp được khuyến nghị đã được hiệu chỉnh theo các mức xác suất cụ thể, thì ánh xạ tới các phân loại xác suất sẽ được chuyển tiếp.

Các tính toán như vậy có thể đến từ tài liệu thiết kế chi tiết và / hoặc tài liệu từ các điều kiện / đánh giá tính toán vận được thực hiện trong giai đoạn vận hành. Bảng H-12 cung cấp một ví dụ về hướng dẫn lập phép ánh xạ như vậy cho các đường ống được thiết kế và / hoặc đánh giá dựa trên tiêu chuẩn DNV GL và các thông lệ khuyến nghị liên quan.

Đối với một số mối nguy khi có thể lập phép ánh xạ như vậy, cũng có thể thực hiện các tính toán xác suất (đánh giá cấp độ 3) để xác định loại PoF. Các tính toán như vậy có thể đưa ra các kết quả ít thiên về an toàn hơn là các phép ánh xạ.

Ngoài ra, đánh giá độ tin cậy và phát triển (định tính) cần phải được thực hiện để đảm bảo xem xét đầy đủ các khía cạnh khác (không nhất thiết phải được đề cập trong các mô hình ánh xạ / tính toán) có thể ảnh hưởng đến xác suất hư hỏng. Ba tùy chọn được trình bày bên dưới (xem [1.3])

Bảng H-12. Hướng dẫn ánh xạ xác suất hư hỏng

Liên quan đến yêu cầu của tiêu chuẩn	Các điều khoản phân loại	Phân loại PoF phụ thuộc cấp an toàn			
		Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao
Tốt hơn đáng kể	Hệ số sử dụng theo Trạng thái giới hạn dưới 0.8 Tuổi thọ mới = 4 x tuổi thọ thiết kế Nhịp hẫng nhỏ hơn 50% mức cho phép	2	1	1	1
Tốt hơn	Hệ số sử dụng theo Trạng	3	2	1	1

	thái giới hạn dưới 0.9 Tuổi thọ mỗi = 2 x tuổi thọ thiết kế Nhịp hằng nhỏ hơn 80% mức cho phép				
Chỉ trong*	Hệ số sử dụng theo Trạng thái giới hạn dưới 1.0 Tuổi thọ mỗi = tuổi thọ thiết kế Nhịp hằng tại mức cho phép	4	3	2	1
Ngay trên	Hệ số sử dụng theo Trạng thái giới hạn dưới 1.1 Tuổi thọ mỗi = 0.5 x tuổi thọ thiết kế Nhịp hằng bằng 110% mức cho phép	5	4	3	2
Ở trên đáng kể	Hệ số sử dụng theo Trạng thái giới hạn dưới 1.2 Tuổi thọ mỗi = 0.25 x tuổi thọ thiết kế Nhịp hằng bằng 110% mức cho phép	5	5	4	3
* Đây là điểm bắt đầu cho sự phân loại được trình bày trong bảng này. Một đường ống được thiết kế phù hợp với các yêu cầu trong DNVGL-ST-F101 sẽ nằm trong ô ma trận rủi ro ngay dưới mức có thể chấp nhận - được minh họa bằng loại rủi ro Trung bình - xem Bảng H-13. Phần còn lại của bảng được xây dựng dựa trên mối quan hệ giữa các giá trị hệ số an toàn thiết kế được yêu cầu trong tiêu chuẩn tùy thuộc vào cấp độ an toàn và đánh giá kỹ thuật.					

Bảng H-13. Ma trận rủi ro dựa trên DNVGL-ST-F101

CoF (dựa trên cấp an toàn)					
PoF	A: Không đáng kể ¹⁾	B: Thấp	C: Trung bình ²⁾	D: Cao	E: Rất cao ³⁾
5: 10 ⁻³ – 10 ⁻²	M	H	VH	VH	VH

4: $10^{-4} - 10^{-3}$	L	M	H	VH	VH
3: $10^{-5} - 10^{-4}$	VL	L	M	H	VH
2: $10^{-6} - 10^{-5}$	VL	VL	L	M	H
1: $10^{-7} - 10^{-6}$	VL	VL	VL	L	M
1) Không có cấp an toàn liên quan nào trong DNVGL-ST-F101. Có thể được sử dụng để v.d. bao gồm các đường ống không vận hành 2) Còn được gọi là cấp an toàn «Bình thường» 3) Liên kết với một phần trên bờ của đường ống với mật độ dân số rất cao					

Lựa chọn 1

Bất kỳ ánh xạ nào (cấp-2) đến một loại PoF hoặc tính toán PoF (cấp-3) như được mô tả ở trên, có thể được sử dụng trực tiếp hoặc gián tiếp (tức là theo đánh giá kỹ thuật) để xác định điểm cho yếu tố đánh giá số 3 "Bản thân đường ống / các thành phần chịu áp lực khác". PoF cuối cùng được xác định là: max [Trung bình có trọng số; Điểm yếu tố đánh giá số 3].

Nếu có lý do để tin rằng sẽ có sự phát triển PoF và việc đánh giá tính toán ven cho phép lập phép ánh xạ ở trên đã bao gồm các đánh giá phát triển, thì đánh giá PoF tương tự (bằng cách đánh giá 18 yếu tố đánh giá) phải được thực hiện kịp thời cho các điểm liên quan của đường ống trong tương lai. Nó phải dựa trên:

- Các đánh giá phát triển từ đánh giá tính toán ven (để đánh giá yếu tố số 3 "Bản thân đường ống / các thành phần chịu áp lực khác")
- Kiến thức về bất kỳ sự phát triển tiêu cực nào được dự đoán trước đối với các yếu tố đánh giá khác. PoF (tương lai) được đặt thành tối đa [trung bình trọng số; điểm của yếu tố đánh giá số 3]

Tỷ lệ phát triển PoF có thể được thiết lập dựa trên hai đánh giá này. Thời gian kiểm tra có thể được thiết lập theo Phụ lục F [F.5.7].

Lựa chọn 2

- Xác định độ tin cậy bằng cách đánh giá các yếu tố như đã trình bày ở trên ([I.3]). Hệ số tin cậy cuối cùng được đặt thành trung bình có trọng số. Điều này sẽ được sử dụng để điều chỉnh PoF được ánh xạ / tính toán dựa trên một số quy tắc đơn giản. Một ví dụ về các quy tắc như vậy được trình bày trong Bảng H-14.

- Xác định một yếu tố phát triển bằng cách đánh giá khả năng phát triển của từng yếu tố. Hệ số phát triển cuối cùng được đặt thành trung bình có trọng số. Điều này sẽ được sử dụng để

xác định tỷ lệ phát triển PoF theo một số quy tắc đơn giản. Một ví dụ về các quy tắc như vậy được trình bày trong Bảng H-15.

- Lập phép ánh xạ kết quả từ các tính toán đánh giá tính toàn vẹn (hoặc thiết kế) cho một loại PoF¹ và áp dụng Bảng H-14 và Bảng H-15.

- Thời gian kiểm tra có thể được thiết lập theo App.F [F.5.7].

Chú thích 1: Điều này tốt hơn nên được thực hiện sau khi xác định được độ tin cậy và các yếu tố phát triển để đảm bảo đánh giá kỹ thuật độc lập hơn đối với yếu tố đánh giá số 3 "Bản thân đường ống / các bộ phận chịu áp lực khác.

Bảng H-14. Hệ số điều chỉnh xác suất hư hỏng dựa trên hệ số tin độ tin cậy

Độ tin cậy	1	2	3	4	5
	Cao	Bình thường	Trung bình	Rất thấp	Không tin cậy
Hệ số tăng PoF	0	0 hoặc 1	1 hoặc 2	2 hoặc 3	3 hoặc 4

Bảng H-15. Xác suất hư hỏng phát triển dựa theo hệ số phát triển

Độ tin cậy	1	2	3	4	5
	Không	Không đáng kể	Trung bình	Đáng kể	Nghiêm trọng
Hệ số PoF tăng theo năm n	0	10	3	1	Yêu cầu hành động ngay

Các quy tắc được chọn trong Bảng H-14 và Bảng H-15 có thể khác nhau tùy thuộc vào loại đường ống (và có thể là mối nguy đang được xem xét).

Lựa chọn 3

- Xác định độ tin cậy bằng cách đánh giá 18 yếu tố như đã trình bày ở trên ([1.3]). Điểm tin cậy [1, 2, 3, 4, 5] tương ứng với các hệ số [1, 0,9, 0,75, 0,5, 0,25]. Hệ số tin cậy cuối cùng được đặt thành trung bình có trọng số.

- Xác định một yếu tố phát triển bằng cách đánh giá khả năng phát triển của từng yếu tố. Điểm phát triển [1, 2, 3, 4, 5] tương ứng với các yếu tố [1, 0,9, 0,75, 0,5, 0,25]. Hệ số phát triển cuối cùng được đặt thành trung bình có trọng số.

- Ánh xạ kết quả từ các tính toán đánh giá tính toàn vẹn (hoặc thiết kế) sang một loại PoF.