

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



LÊ XUÂN TUẤN

**ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT
LƯỢNG CÔNG TÁC KIỂM SOÁT AN NINH
CÔNG CẢNG CÁT LÁI**

ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ

Ngành: Khoa Học Hàng Hải

Chuyên Ngành: Quản Lý Cảng Và Logistics

Mã số: 8840106

NGƯỜI HƯỚNG DẪN: TS. NGUYỄN LAN ANH

TS. PHẠM THÁI HOÀNG

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 10 năm 2025

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH



LÊ XUÂN TUẤN

**ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT
LƯỢNG CÔNG TÁC KIỂM SOÁT AN NINH
CÔNG CẢNG CÁT LÁI**

ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ

Ngành: Khoa Học Hàng Hải

Chuyên Ngành: Quản Lý Cảng Và Logistics

Mã số: 8840106

NGƯỜI HƯỚNG DẪN: TS. NGUYỄN LAN ANH

TS. PHẠM THÁI HOÀNG

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 10 năm 2025

BỘ XÂY DỰNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Số: 251010-04/QĐ-UTH-SDH

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

TP. Hồ Chí Minh, ngày 10 tháng 10 năm 2025

QUYẾT ĐỊNH

Về việc thành lập Hội đồng đánh giá đề án tốt nghiệp thạc sĩ

HIỆU TRƯỞNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

Căn cứ Quyết định số 66/2001/QĐ-TTg ngày 26/4/2001 của Thủ tướng Chính phủ về việc thành lập Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh;

Căn cứ Quy chế Tổ chức và hoạt động của Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh ban hành theo Nghị quyết số 14/NQ-HĐTĐHGTVT ngày 11/01/2021 của Hội đồng Trường;

Căn cứ Quy chế tuyển sinh và đào tạo trình độ thạc sĩ ban hành kèm theo Quyết định số 33/QĐ-ĐHGTVT ngày 12/01/2022 của Hiệu trưởng Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh;

Căn cứ Quyết định số 250303-03/QĐ-UTH-SDH ngày 03 tháng 3 năm 2025 của Hiệu trưởng Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh về việc giao đề tài tốt nghiệp đối với các lớp chương trình đào tạo thạc sĩ;

Theo đề nghị của Viện trưởng Viện Đào tạo sau đại học.

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Thành lập Hội đồng đánh giá đề án tốt nghiệp thạc sĩ ngành Khoa học hàng hải (mã số 8840106), chuyên ngành Quản lý cảng và logistics đối với học viên **Lê Xuân Tuấn** với đề tài: “Đề xuất các giải pháp nâng cao chất lượng công tác kiểm soát an ninh cảng Cát Lái”, người hướng dẫn: TS. Nguyễn Lan Anh; TS. Phạm Thái Hoàng, gồm các ông (bà) có tên sau:

- | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| 1. PGS.TS. Nguyễn Xuân Phương | Trường ĐH GTVT TP.HCM | Chủ tịch Hội đồng; |
| 2. GS.TS. Phạm Kỳ Quang | Trường ĐH Hàng hải Việt Nam | Ủy viên, phản biện; |
| 3. TS. Nguyễn Phước Quý Phong | Trường CĐ Hàng hải và ĐT II | Ủy viên, phản biện; |
| 4. TS. Đinh Gia Huy | Trường ĐH GTVT TP.HCM | Ủy viên; |
| 5. TS. Phạm Nguyễn Đăng Khoa | Trường ĐH GTVT TP.HCM | Ủy viên, thư ký. |

Điều 2. Quyết định có hiệu lực kể từ ngày ký. Các ông (bà) Viện trưởng Viện Đào tạo sau đại học, Trưởng phòng Kế hoạch - Tài vụ và ông (bà) có tên tại Điều 1 chịu trách nhiệm thi hành Quyết định này./.

Nơi nhận:

- Như Điều 2;
- Hiệu trưởng (để b/c);
- Lưu: VT, VĐTSDH (Tú: 05b).

**KT. HIỆU TRƯỞNG
PHÓ HIỆU TRƯỞNG**



NGUYỄN TS. Lê Văn Vang

**ĐỀ ÁN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

Đại diện người hướng dẫn: **T.S PHẠM THÁI HOÀNG** 

Đề án tốt nghiệp thạc sĩ được bảo vệ tại Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh ngày 19 tháng 10 năm 2025

Thành phần Hội đồng đánh giá đề án tốt nghiệp thạc sĩ gồm:

- | | |
|-------------------------------|---------------------|
| 1. PGS.TS. Nguyễn Xuân Phương | Chủ tịch Hội đồng; |
| 2. GS.TS. Phạm Kỳ Quang | Ủy viên, phản biện; |
| 3. TS. Nguyễn Phước Quý Phong | Ủy viên, phản biện; |
| 4. TS. Đinh Gia Huy | Ủy viên; |
| 5. TS. Phạm Nguyên Đăng Khoa | Ủy viên, thư ký. |

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG

LỜI CAM ĐOAN



Tôi cam đoan:

Đề án tốt nghiệp thạc sĩ “ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG CÔNG TÁC KIỂM SOÁT AN NINH CÔNG CẢNG CÁT LÁI”.

1. Là công trình nghiên cứu của bản thân tôi được đúc kết từ quá trình học tập và nghiên cứu dưới sự hướng dẫn của TS. NGUYỄN LAN ANH, TS. PHẠM THÁI HOÀNG

2. Số liệu và kết quả trong đề án tốt nghiệp nghiên cứu là trung thực và chưa được công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tôi cũng xin cam đoan rằng mọi sự giúp đỡ cho việc thực hiện đề án tốt nghiệp thạc sĩ này đã được cảm ơn và các thông tin trích dẫn trong luận văn đã được chỉ rõ nguồn gốc.

Tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm về nghiên cứu của mình.

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 10 năm 2025

Học viên thực hiện

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên em xin chân thành cảm ơn Quý Thầy, Cô trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh đã trang bị cho em kiến thức trong thời gian em học tập tại trường.

Em xin chân thành cảm ơn TS. NGUYỄN LAN ANH, TS. PHẠM THÁI HOÀNG các thầy cô đã truyền đạt cho em nhiều kiến thức quý báu, tận tình hướng dẫn, định hướng giúp em hoàn thành đề án tốt nghiệp thạc sĩ này.

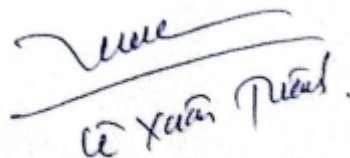
Xin chân thành cảm ơn Lãnh đạo Công ty Tân Cảng Sài Gòn đã tạo mọi điều kiện hỗ trợ về số liệu, góp ý nội dung giúp tôi hoàn thành đề án tốt nghiệp này.

Sau cùng xin gửi lời cảm ơn đến các anh, chị đồng nghiệp và các bạn học lớp đã hỗ trợ, góp ý chân thành cũng như động viên tôi trong suốt quá trình học tập và nghiên cứu đề tài này.

Xin chân thành cảm ơn!

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 10 năm 2025

Học viên thực hiện



Lê Xuân Phước.

Mục Lục

LỜI CAM ĐOAN	ii
LỜI CẢM ƠN	iv
DANH MỤC HÌNH	xii
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT	viii
I. MỞ ĐẦU	1
1. Tính cấp thiết của đề án	1
2. Mục tiêu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu	3
<i>2.1 Mục tiêu nghiên cứu</i>	<i>3</i>
<i>2.2 Đối tượng nghiên cứu và phạm vi nghiên cứu</i>	<i>4</i>
3. Phương pháp nghiên cứu	4
4. Kết cấu của đề án	5
II. NỘI DUNG CHÍNH	6
CHƯƠNG 1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CƠ SỞ PHÁP LÝ CỦA AN NINH CÔNG CẢNG 6	
1.1 Tổng quan về an ninh công cảng	6
1.1.1 Định nghĩa và khái niệm	6
1.2 Nguy cơ và thách thức tại khu vực công cảng	7
1.3 Khung pháp lý quốc tế và Việt Nam	8
1.3.1 SOLAS Chương XI-2 và ISPS Code	8
1.3.2 hướng dẫn NVIC 09-02 CH 6	9
1.3.3 Chỉ thị 2005/65/EC của Liên minh Châu Âu	9
1.3.4 Cơ sở pháp lý quản lý an ninh bến cảng tại Việt NAM	11
1.3.5 Kết Luận	12
1.4 Mô hình nghiên cứu đề xuất an ninh công cảng	13
1.4.1 PFSA – Port Facility Security Assessment	13
1.4.2 ISO 28000 – Chu trình PDCA	14
1.4.3 AHP / Fuzzy AHP	15
1.4.4 Security-Impact Index (S-Index)	16
1.5 Các thành phần và yếu tố chi phối an ninh công cảng	18

1.5.1 Thành phần cấu tạo cổng cảng	19
1.5.2 Tiêu chuẩn đánh giá-Ngưỡng đạt điểm	21
CHƯƠNG 2. THỰC TRẠNG VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	23
2.1 Giới thiệu khái quát về Cảng Cát Lái.....	23
2.2 Quy mô và sản lượng	25
2.2.1 Quy mô.....	25
2.2.2 Sản lượng	25
2.2.3 Giới hạn quy mô bãi chứa container, bến tàu và vấn đề an ninh	27
2.3 Giao thông trong và ngoài khu vực cảng Cát Lái	29
2.3.1 Kết cấu hệ thống đường bộ khu vực trong cảng	29
2.3.2 Kết cấu hệ thống đường bộ khu vực ngoài cảng	29
2.3.3 Lưu lượng phương tiện trên đường Nguyễn thị Định	31
2.3.4 Công tác phối hợp các lực lượng điều tiết giao thông	33
2.4 Quy trình giao nhận container tại cổng Cảng Cát Lái.....	34
2.4.1 Hiện trạng công tác giao nhận tại cổng Cảng Cát Lái.....	34
2.4.2 Lưu đồ tiến trình thực hiện quy trình giao container	35
2.4.3 Quy trình khai thác và vấn đề an ninh.....	37
2.5 Năng suất cổng cảng Cát lái.....	38
2.5.1 Tổng quan xu hướng (2019–2024).....	39
2.5.2 Tỷ lệ phân bổ lưu lượng theo cổng	41
2.5.3 Tính tốc độ tăng trưởng bình quân hàng năm giai đoạn (2019-2024)	41
2.5.4 Hệ số tải làn cổng cảng Cát Lái	42
2.5.5 Mô hình M/M/c thời gian chờ, tắc nghẽn cổng cảng.	44
2.5.6 Hiệu suất cổng cảng và vấn đề an ninh	48
2.6 Những yếu tố ảnh hưởng tới an ninh cổng cảng Cát lái	49
2.7 Kết luận	53
2.7.1 Công nghệ quản lý & tự động hóa (điểm 3/5)	53
2.7.2 Lưu lượng xe và ùn tắc (điểm 2/5).....	54
2.7.3 Giới hạn bãi và bến bãi (điểm 3/5).....	54
2.7.4 Kết nối dữ liệu và cảnh báo rủi ro (điểm 3/5)	54
CHƯƠNG 3. GIẢI PHÁP VÀ ĐỊNH HƯỚNG TRIỂN KHAI.....	56

3.1 Định hướng, quan điểm đề xuất giải pháp	56
3.2 Nâng cấp hạ tầng công nghệ và tự động hóa quy trình tại cổng cảng	56
3.2.1 Mục tiêu, yêu cầu và tính năng hệ thống	57
3.2.2 Đối tượng nghiên cứu.....	57
3.2.3 Sơ đồ kết nối hệ thống với các nền tảng quản lý	58
3.3 Thành phần cấu tạo và quy trình vận hành Auto-gate	59
3.3.1 Ki-ốt tự phục vụ cho tài xế (Driver Self-Service Kiosk)	60
3.3.2 Cổng camera OCR (Container & LPR Portal).....	61
3.3.3 Dây ăng-ten RFID hai bên làn (Portal Antenna Array)	61
3.3.4 Hệ thống giám sát và trung tâm điều hành (Gate Operating System – GOS).....	62
3.4 Các bước triển khai dự án	63
3.4.1 Giai đoạn 1: Chuẩn bị (T7/2025 – T9/2025).....	64
3.4.2 Giai đoạn 2: Thiết kế (T10/2025 – T12/2025).....	65
3.4.3 Giai đoạn 3: Thi công thử nghiệm (T1/2026 – T7/2026).....	65
3.4.4 Bước 4 – Mở rộng hệ thống Auto-gate toàn cảng với 34 lane.....	68
3.5 Đánh giá hiệu quả đạt được.....	70
3.5.1 Hiệu quả vận hành thực tế	70
3.5.2 Hiệu quả kinh tế – kỹ thuật của mô hình Auto-Gate	73
3.5.3 Đánh giá tổng hợp hiệu quả	75
3.6 Các điểm còn hạn chế sau triển khai.....	76
III KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	77
IV TÀI LIỆU THAO KHẢO	80

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

Số TT	Từ viết tắt	Giải nghĩa
1	TCCL	Terminal Cát Lái
2	BAT	Là bảng 5 số
3	Topo VN	Phần mềm quản lý thông tin container của Cảng
4	TopX	Phần mềm điều hành Khai thác cảng
5	Nv	Nhân viên
6	TBSX	Đội Trục ban sản xuất cảng
7	QLTH	Đội Quản lý tổng hợp
8	GNC	Đội Quản lý giao nhận cổng 1, 2
9	E-port	Cổng thông tin điện tử của Cảng
10	VTTH	Tổ vi tính tổng hợp
11	Nv GNC	Nhân viên giao nhận Cổng
12	Cont	Container
13	Nv VTC	Nhân viên vi tính Cổng
14	Nv PHCT	Nhân viên phát hành chứng từ
15	Nv TBN	Nhân viên điều khiển thiết bị nâng tại bãi và cầu tàu
16	Nv KHĐHB	Nhân viên kế hoạch điều hành bãi
17	eDO	Là lệnh giao hàng điện tử do Hãng tàu cung cấp
18	D/O	Lệnh giao hàng giấy do Hãng tàu cung cấp

Số TT	Từ viết tắt	Giải nghĩa
19	EIR	Phiếu giao nhận cont (Equipment Interchange - Receipt)
20	KH	Khách hàng
21	XNB	Phiếu xuất nhập bãi
22	MDT	Màn hình hiển thị dữ liệu

Danh Mục Bảng

Bảng 1 Khung pháp lý.....	12
Bảng 2 Mô hình nghiên cứu.....	13
Bảng 3 Các bước thực hiện PFSA	14
Bảng 4 Mô hình ISO 28000	15
Bảng 5 Các bước thực hiện AHP	16
Bảng 6 Minh họa quá trình tính chỉ số S-Index	18
Bảng 7 yếu tố tác động đến an ninh cảng.....	20
Bảng 8 Tiêu chuẩn đánh giá các thành phần an ninh cảng.....	22
Bảng 9 Công tác giao nhận tại cảng Cát Lái.....	35
Bảng 10 Tốc độ tăng trưởng lưu lượng xe container (2019→2024)	40
Bảng 11 Lưu lượng xe container phân bố theo cảng.....	41
Bảng 12 Tốc độ tăng trưởng CAGR giai đoạn 2019-2024	42
Bảng 13: Số lane xe container cảng Cụm cảng Cát Lái.....	43
Bảng 14 Hệ số tải làn cảng theo năng suất.....	44
Bảng 15 Tốc độ phục vụ 2phút/xe	45
Bảng 16 Tốc độ phục vụ 3 phút	46
Bảng 17 Tốc độ phục vụ 5 phút/xe	47
Bảng 18 Các yếu tố ảnh hưởng an ninh cảng Cát Lái.....	52
Bảng 19 chỉ số an ninh cảng Cát Lái.....	53
Bảng 20 Tiến độ triển khai dự án Auto-gate Cát Lái.....	64
Bảng 21 Danh mục vật tư thử nghiệm	67
Bảng 22 Ngân sách dự kiến giai đoạn 3.....	67
Bảng 23 Danh sách thiết bị giai đoạn 4	69
Bảng 24 Ngân sách sơ bộ giai đoạn 4	70
Bảng 25 Hệ số an ninh cảng Cát Lái khi áp dụng Auto-Gate.....	71
Bảng 26 Tổng hợp chi phí đầu tư hệ thống Auto-Gate tại cảng Cát Lái.....	73
Bảng 27 Hiệu quả kỹ thuật – vận hành	74
Bảng 28: Hiệu quả kinh tế - nhân sự.....	74

Bảng 29: Đánh giá tổng hợp hiệu quả kinh tế-kỹ thuật	75
Bảng 30 Khung KPI Công Cảng sau triển khai Auto-gate	79

DANH MỤC HÌNH

Hình 1: Vị trí Cảng Cát Lái.....	23
Hình 2: Sơ đồ cảng Cát Lái.....	25
Hình 3: Sản lượng thông qua cảng Cát Lái	27
Hình 4: Biểu đồ lưu lượng xe container theo ngày	32
Hình 5: Sơ đồ hệ thống công nghệ thông tin cảng cát lái	37

I. MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề án

Việt Nam là một quốc gia ven biển, với vùng lãnh hải và vùng đặc quyền kinh tế rộng lớn, có diện tích trên 01 triệu km². Vùng biển và thềm lục địa Việt Nam chứa đựng nhiều tài nguyên và tiềm năng phong phú, rất thuận lợi cho phát triển kinh tế biển. Bờ biển Việt Nam trải dài trên 3.260km, với nhiều cửa ngõ thông thương và gần các tuyến hàng hải quốc tế, tạo lợi thế lớn cho chiến lược phát triển kinh tế biển [1]

Vận tải là huyết mạch của nền kinh tế, vận tải phát triển sẽ thúc đẩy các ngành kinh tế khác phát triển theo. Trong thời đại toàn cầu hoá hiện nay vận tải đóng vai trò rất quan trọng, nhất là vận tải biển. Vận tải liên kết các nền kinh tế, rút ngắn khoảng cách về không gian địa lý, nhằm giảm chi phí, giảm giá thành sản phẩm, thúc đẩy thương mại phát triển, làm lợi cho cả người sản xuất và tiêu dùng. Trong thương mại quốc tế thì vận tải biển đóng vai trò đặc biệt quan trọng, khoảng 80% hàng hoá xuất nhập khẩu được vận chuyển bằng đường biển, đó là do đặc thù ngành vận tải biển tạo ra lợi thế cho mình, như phạm vi vận tải rộng, sức chuyên chở lớn và chi phí vận chuyển thấp. Do vậy ngành vận tải biển trở thành ngành kinh doanh dịch vụ rất tiềm năng. Ngành vận tải biển Việt Nam đã và đang phát triển nhanh chóng, thị trường vận tải biển Việt Nam đang dần dần mở rộng theo nhịp độ chung của xu thế thương mại khu vực và toàn cầu.

Sự nghiệp đổi mới, chính sách mở cửa, hội nhập của Việt Nam với cộng đồng quốc tế đã tạo điều kiện cho khối lượng hàng hoá xuất nhập khẩu của Việt Nam tăng với tốc độ nhanh. Việt Nam chính thức hội nhập vào nhiều tổ chức kinh tế lớn trong khu vực và trên thế giới. Diễn hình phải được kể tới sau những năm 1990 với sự ký kết một loạt các hiệp định thương mại tự do FTAs – Free Trade Agreements, và gia nhập Tổ chức Thương mại Thế giới (WTO) vào năm 2007. Và tới thời điểm hiện tại, Việt Nam đã có quan hệ đối tác ngoại giao với hơn 170 quốc gia, xuất khẩu hàng hoá tới hơn 230 thị trường trên toàn cầu, Việt Nam cũng đã ký kết trên 150 hiệp định thương mại tự do, thương mại song phương, và nhiều hiệp định đa

phương, và vẫn còn đang xúc tiến, đàm phán một loạt các hiệp định thương mại khác. Chính vì vậy, thị trường Logistics và vận tải Việt nam đã có những bước tiến mạnh mẽ. Theo báo cáo của Ngân hàng Thế giới, chỉ số hiệu quả Logistics (LPI) của Việt Nam đã có sự tăng trưởng vượt bậc, đặc biệt trong các lĩnh vực vận tải và giao nhận hàng hoá quốc tế.

Cuộc cách mạng công nghiệp 4.0 đang có tác động mạnh mẽ đến các nước trên thế giới ở nhiều lĩnh vực như cơ cấu ngành nghề, nhu cầu nguồn nhân lực, hệ thống quản trị sản xuất, ... Giao thông vận tải là ngành có tính cộng đồng hóa rất cao nên cũng sẽ chịu tác động mạnh mẽ của cuộc cách mạng công nghiệp này. Những thành tựu của cách mạng công nghiệp 4.0 có thể tái định hình lại hệ thống giao thông vận tải của các quốc gia. Điều đó đặt ra thách thức cho các nhà quản lý vận tải phải thay đổi mô hình hoạt động cũng như những chính sách liên quan đến vận tải [2].

Trong thời đại Internet và công nghệ mới hiện nay, môi trường cạnh tranh càng ngày càng khốc liệt, hành vi và kỳ vọng của khách hàng cũng ngày càng cao. Yêu cầu dịch vụ đối với vận tải là đáng tin cậy, linh hoạt, minh bạch và tiết kiệm chi phí. Bên cạnh đó, ngành hàng hải phải đối mặt với nhiều thách thức: giảm thiểu tác động đến môi trường, đảm bảo hoạt động hiệu quả và bền vững, tăng khả năng cạnh tranh cả trong ngắn hạn và dài hạn, tuân thủ các yêu cầu pháp lý nghiêm ngặt hơn. Đảm bảo an toàn và hiệu quả của vận tải biển góp phần vào hoạt động trơn tru của chuỗi cung ứng toàn cầu. Điều này càng quan trọng hơn bao giờ hết trong những thời điểm khó khăn khi ngành này phải giao hàng hóa quan trọng trong khi giải quyết các vấn đề lớn như tắc nghẽn cảng lớn, thiếu container rỗng và giá cước tăng cao... Giải pháp tốt nhất hiện nay cho tất cả các vấn đề trên chính là thực hiện chuyển đổi số trong ngành để sử dụng tiềm năng của trí tuệ nhân tạo, dữ liệu lớn, phân tích dữ liệu, IoT, tự động hóa, blockchain, robot, machine learning... Các kỹ thuật này được kết hợp giúp kết nối và thông tin liên lạc thông suốt giữa tất cả các bên liên quan trong chuỗi cung ứng toàn cầu: thủy thủ đoàn, hãng tàu, bộ phận giao nhận hàng hóa, các cấp quản lý cảng, các khách hàng cuối cùng [3].

Cảng Cát Lái nằm trên sông Soài Rạp, cách trung tâm TPHCM khoảng 24 ki lô mét và cách cảng Cái Mép (Bà Rịa - Vũng Tàu) 37 ki lô mét, Cát Lái là cảng quan trọng đối với thương mại quốc tế dù thực tế cảng quá nhỏ để có thể tiếp nhận tàu nước sâu như ở Cái Mép. Mặc dù hoạt động tương đối tốt, cảng Cát Lái phải đối mặt với những thách thức cận kề có thể dẫn tới tình trạng bị quá tải và làm suy giảm hoạt động kinh tế trong toàn khu vực. Thách thức đầu tiên đe dọa sự ổn định và hiệu quả hoạt động của Cát Lái chính là vấn đề ùn tắc giao thông quanh cảng. Trong năm 2019 ước tính có khoảng 6,45 triệu TEU (theo đơn vị container 20') đã được xử lý tại TPHCM, trong đó Cát Lái xử lý khoảng 4,97 triệu TEU và năm 2020, khối lượng container qua cảng Cát Lái tăng lên là 5,821 triệu TEU. Theo Tổng công ty Tân Cảng Sài Gòn (SNP) đơn vị vận hành cảng Cát Lái, trung bình 16.400 xe tới cảng mỗi ngày, thời kỳ cao điểm có thể lên tới 20.000-22.000 xe mỗi ngày. Ngoài ra, xe phải xếp hàng 2-3 tiếng trước khi đến cổng cảng, gây ách tắc giao thông xung quanh và dọc theo những tuyến đường dẫn vào cảng. Nếu xếp thành một hàng, 16.400 xe tải đến cảng mỗi ngày sẽ trải dài tới 322 ki lô mét [4].

Trong bối cảnh đó, việc nghiên cứu và tìm kiếm các giải pháp để cải thiện quy trình đảm bảo an ninh tại cổng Cảng Cát Lái là điều vô cùng cần thiết. Đề tài này không chỉ nhằm đưa ra các giải pháp khắc phục điểm yếu hoạt động bảo đảm an ninh cổng Cảng Cát Lái mà còn góp phần khẳng định thương hiệu của Tổng Công Ty Tân Cảng Sài Gòn "Đến Với Tân Cảng Là Đến Với Chất Lượng Dịch Vụ Hàng Đầu". Đây là cơ sở mà đề tài đề án này mang tên: “đề xuất các giải pháp nâng cao chất lượng công tác kiểm soát an ninh cổng Cảng Cát Lái”.

2. Mục tiêu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu

2.1 Mục tiêu nghiên cứu

Ứng dụng công nghệ hiện đại kiểm tra, kiểm soát 100% người, phương tiện, hàng hóa ra/ vào cổng Cảng Cát Lái.

Nghiên cứu các giải pháp tự động hóa cho cổng Container Cảng Cát Lái.

Đề xuất mô hình ứng dụng cổng tự động công nghệ hiện đại.

Đánh giá hiệu quả kinh tế - kỹ thuật của hệ thống.

Tập hợp cơ sở lý luận về hiệu quả hoạt động bảo đảm an ninh.

2.2 Đối tượng nghiên và phạm vi nghiên cứu

Hệ thống cổng cảng tự động đưa vào áp dụng tại Cảng Cát Lái nhằm để kiểm soát: Người (tài xế, lơ xe); Xe container (đầu kéo, mọoc); Hàng hóa (container, seal chì).

3. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp lịch sử: Vận dụng các quan điểm đánh giá khách quan, toàn diện, cụ thể và mang tính phát triển khi phân tích, xem xét và nghiên cứu các mục tiêu của đề án. Điều này bao gồm việc dựa vào các chỉ số kinh tế cũng như tiềm năng phát triển trong hoạt động kinh doanh giao nhận hàng hóa tại cảng Cát Lái trong những năm qua.

Phương pháp thu thập dữ liệu: Hệ thống quản lý An Ninh Cổng Cảng Cát Lái (ACS) [5], phần mềm quản lý dữ liệu container vào ra cổng cảng Cát Lái (TopVN) [6]. Các bài viết có liên quan được đăng trên các tạp chí khoa học.

Phương pháp thống kê: Phương pháp thống kê được sử dụng để nhận xét tổng quan về quy trình đảm bảo an ninh Cổng Cảng Cát Lái thông qua quy trình chuẩn của tổ chức IMO.

Phương pháp phân tích: Phương pháp phân tích là cách thức sử dụng quá trình tư duy logic để nghiên cứu và so sánh các mối quan hệ đáng tin cậy giữa các dữ liệu thống kê được từ tài liệu về hiệu quả hoạt động của Cổng Cảng Cát Lái trong thời gian phân tích nhằm đánh giá sự hợp lý và không hợp lý của các dữ liệu này.

Phương pháp so sánh: Tiêu chuẩn so sánh trong phạm vi Luận văn thạc sĩ là các chỉ tiêu về chất lượng dịch vụ, hiệu quả sử dụng lao động, hiệu quả quản lý chi phí và kết quả đạt được của mỗi kỳ kinh doanh đã qua của công tác đảm bảo an ninh Cổng Cảng Cát Lái.

Phương pháp tổng hợp: Phương pháp này sử dụng nhằm tổng hợp lại những phân tích và so sánh để đưa ra nhận xét và đánh giá về thực trạng Công tác đảm bảo

an ninh Công Cảng Cát Lái, từ đó đưa ra các giải pháp nhằm phát nâng cáo chất lượng dịch vụ công tác đảm bảo an ninh Công Cảng Cát Lái.

Ý nghĩa thực tiễn và khoa học của nghiên cứu

Ý nghĩa thực tiễn: Từ kết quả so sánh, phân tích của đề án, đây sẽ là cơ sở để đưa ra các kiến nghị cũng như giải pháp có tính khả thi cao, mục đích là nâng cao hiệu quả hoạt động cũng như hiệu quả sản xuất, kinh doanh của Công Ty.

Ý nghĩa khoa học: Đề án sẽ là một hệ thống hoá cơ sở lý thuyết, quy trình về hiệu quả hoạt động công tác đảm bảo an ninh công Cảng Cát Lái. Đưa ra các chỉ tiêu đánh giá, bao gồm: nhóm chỉ tiêu đánh giá quy trình, nhóm chỉ tiêu đánh giá hiệu quả hoạt động công tác đảm bảo an ninh công Cảng Cát.

Kết quả nghiên cứu cũng sẽ là tài liệu tham khảo cho các đơn vị, doanh nghiệp cùng lĩnh vực.

4. Kết cấu của đề án

Ngoài phần tóm lược, mục lục, danh mục bảng biểu, hình vẽ, danh mục từ viết tắt, tài liệu tham khảo và kết luận. Luận văn được kết cấu theo 3 chương như sau:

Chương 1: Cơ Sở Lý Thuyết Và Cơ Sở Pháp Lý Của An Ninh Công Cảng

Chương 2: Thực Trạng An Ninh Công Cảng Cát Lái

Chương 3: Giải Pháp Và Kiến Nghị Nâng Cao Chất Lượng Công Tác Kiểm Soát An Ninh Công Cảng Cát Lái

II. NỘI DUNG CHÍNH

CHƯƠNG 1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT VÀ CƠ SỞ PHÁP LÝ CỦA AN NINH CÔNG CẢNG

1.1 Tổng quan về an ninh công cảng

Cảng là các nút liên phương thức quan trọng trong mạng lưới vận tải hàng hóa và hành khách cũng như các điểm kiểm soát biên giới quan trọng, an ninh cảng có tầm quan trọng tối cao không chỉ vì các chức năng vận tải, trao đổi hàng hóa mà còn vì vai trò là các điểm kiểm soát, trong an ninh khu vực, quốc gia và thế giới [7].

1.1.1 Định nghĩa và khái niệm

Cảng biển là khu vực bao gồm vùng đất và vùng nước được xác định ranh giới để xây dựng và khai thác các cầu cảng, khu neo, khu chuyển tải, kho bãi, xưởng sửa chữa, cơ sở hậu cần và các công trình hạ tầng kỹ thuật khác phục vụ cho tàu thuyền ra, vào hoạt động hàng hải [8].

Cơ sở Cảng là địa điểm – do chính phủ xác định – nơi diễn ra sự tương tác giữa tàu và cảng. Cơ sở này bao gồm các khu vực như: cầu bến, bãi hàng, nhà ga, khu vực kiểm tra an ninh, và lối tiếp cận từ biển vào [9].

An ninh là trạng thái bình yên của xã hội, của nhà nước, sự ổn định vững chắc của chế độ chính trị xã hội [10].

khái niệm khác về an ninh: An ninh là tập hợp các phương tiện/hành động để đảm bảo an toàn, đặc biệt là chống lại các mối đe dọa cố ý; bao gồm tất cả các biện pháp, hành động hoặc hệ thống nhằm ngăn chặn các mối đe dọa cố ý gây nguy hiểm cho an toàn [7].

An toàn là một trạng thái được bảo vệ khỏi sự tổn hại hoặc các kết quả không mong muốn khác. Sự an toàn cũng có thể đề cập đến việc kiểm soát các mối nguy được công nhận để đạt được mức độ rủi ro chấp nhận được [11].

khái niệm khác về an toàn: An toàn là trạng thái không có rủi ro hoặc nguy hiểm (tự nhiên hoặc do con người gây ra, vô tình hoặc cố ý); khi được sử dụng như

một thuộc tính, nó bao gồm tất cả các biện pháp, hành động hoặc hệ thống nhằm đảm bảo trạng thái an toàn [7].

An toàn / an ninh đề cập đến các mối đe dọa / nguy hiểm đối với một hoặc nhiều mục của thang giá trị xã hội. Các mối đe dọa an ninh ngụ ý sự tồn tại của một hoặc nhiều người có ý định xâm phạm một hoặc nhiều khía cạnh của sự an toàn của công dân, có thể sử dụng một số phương tiện nhất định (như vũ khí, cơ sở hạ tầng, phương tiện truyền thông, môi trường, kiến thức/khả năng chuyên môn, v.v.) [7].

An ninh cảng biển là tập hợp các biện pháp, hoạt động nhằm bảo đảm an toàn, an ninh, ngăn chặn và đối phó hiệu quả với các mối đe dọa an ninh, bao gồm hành vi khủng bố, cướp biển, buôn lậu, gian lận thương mại và các hoạt động bất hợp pháp khác trong khu vực cảng biển [12]. Theo Bộ luật quốc tế về An ninh tàu và bến cảng (ISPS Code) của Tổ chức Hàng hải Quốc tế (IMO), an ninh cảng biển bao gồm các biện pháp phòng ngừa để bảo vệ an ninh cho tàu thuyền, cảng và các cơ sở cảng biển nhằm giảm thiểu rủi ro an ninh và ảnh hưởng của các sự cố an ninh có thể xảy ra [9].

An ninh cổng cảng là tập hợp các biện pháp, quy trình và công nghệ nhằm bảo đảm an toàn cho khu vực cửa ra/vào của cảng biển, nơi diễn ra hoạt động giao nhận hàng hóa và phương tiện vận tải. Cổng cảng là “điểm kiểm soát then chốt” (key checkpoint) để nhận dạng và ghi nhận mọi thực thể (người lái, xe chở hàng, container) ra vào khu vực hạn chế [13].

1.2 Nguy cơ và thách thức tại khu vực cổng cảng

Tại khu vực cổng ra/vào cảng, các mối đe dọa phổ biến gồm: Xâm nhập trái phép (phương tiện hoặc người không được phép vào khu vực hạn chế), buôn lậu (chất cấm, vũ khí, ma túy...), khủng bố và phá hoại (gài bom, tấn công vật liệu nguy hiểm), trộm cắp hàng hóa và phá hoại vào hệ thống thiết bị cảng. Các thực hành an ninh chỉ ra rằng các cảng thường bố trí biện pháp như kiểm tra container, sử dụng camera giám sát, hệ thống chiếu sáng đầy đủ để ngăn chặn trộm cắp hàng, thành lập lực lượng chuyên trách để xử lý nguy cơ khủng bố hoặc phá hoại [14]. Ngoài các mối đe dọa kể trên, còn có thách thức kỹ thuật và yếu tố con người, về kỹ

thuật, việc bảo đảm an ninh cổng cảng gặp khó khăn do quy mô lớn gây ra “vùng mù” giám sát và chiếu sáng không đồng đều; việc cân bằng giữa an ninh chặt chẽ và lưu thông xe lớn tại cổng cảng cũng rất nan giải [15]. Hệ thống kiểm soát điện tử (barie, thẻ từ, camera) cần ổn định và được duy tu bảo dưỡng thường xuyên để không thành điểm yếu, rủi ro như sai sót của nhân viên an ninh, lơ là, hoặc bị mua chuộc luôn tồn tại. Các nghiên cứu xác định “lỗi của con người (human error) và hành vi cố ý (tội phạm, khủng bố)” là một trong những yếu tố rủi ro chính trong an ninh cảng [16]. Do đó, đào tạo bài bản, luân phiên ca, kiểm soát giám sát chặt chẽ và minh bạch trách nhiệm của mỗi cá nhân là rất quan trọng để khắc phục yếu tố này.

1.3 Khung pháp lý quốc tế và Việt Nam

Bảo đảm an ninh Cổng Cảng là một nhiệm vụ phức tạp, đòi hỏi sự kết hợp giữa những quy định pháp lý mang tính bắt buộc và các tiêu chuẩn kỹ thuật, quản trị hỗ trợ. Hệ thống văn bản, tiêu chuẩn về an ninh cổng cảng có thể phân thành các nhóm chính: (1) Khung pháp lý quốc tế, (2) Khung pháp lý Việt Nam, (3) Chuẩn quản trị – đánh giá rủi ro, (4) Tiêu chuẩn thiết kế kỹ thuật, và (5) Hướng dẫn – thực hành tốt.

1.3.1 SOLAS Chương XI-2 và ISPS Code

Sau sự kiện 11/9, Công ước SOLAS được bổ sung Chương XI-2 và Bộ luật ISPS (International Ship and Port Facility Security Code) bắt đầu có hiệu lực từ 1/7/2004 trở thành khung pháp lý toàn cầu bắt buộc về an ninh hàng hải và cảng biển, quy định chi tiết về vai trò, trách nhiệm của chính phủ và doanh nghiệp cảng trong việc đánh giá nguy cơ và thực hiện các biện pháp bảo vệ phòng ngừa các mối đe dọa tại cảng quốc tế [17]. Thiết lập ba cấp độ MARSEC (1-3) và yêu cầu mỗi cảng soạn thảo “Port Facility Security Plan – PFSP”, định nghĩa rõ bộ biện pháp kiểm soát truy cập ứng với từng cấp, 100 % kiểm soát người-xe-hàng tại cổng ở MARSEC 1; tăng tần suất soi chiếu, tuần tra vũ trang và giám sát CCTV khi nâng lên MARSEC 2–3, lưu nhật ký ra-vào, cấp/thu hồi thẻ hoặc mã QR, đồng thời thiết lập quy trình phản ứng nhanh khi mức MARSEC thay đổi [18].

1.3.2 hướng dẫn NVIC 09-02 CH 6

là một hướng dẫn cập nhật mới nhất do Lực lượng Tuần duyên Hoa Kỳ (US Coast Guard – USCG) ban hành, nhằm mục đích hỗ trợ thực hiện hiệu quả các yêu cầu về an ninh hàng hải theo Luật An ninh Vận tải Hàng hải Hoa Kỳ (Maritime Transportation Security Act - MTSA), cung cấp hướng dẫn cụ thể về việc xây dựng, triển khai và duy trì các nội dung đánh giá An ninh Khu vực Hàng hải (Area Maritime Security Assessment - AMS Assessment), Kế hoạch An ninh Khu vực Hàng hải (Area Maritime Security Plan - AMSP), mục tiêu cuối cùng là tăng cường bảo vệ an ninh cho các cảng biển, cơ sở hàng hải, tàu thuyền và toàn bộ hệ thống giao thông hàng hải quốc gia của Mỹ, xác định các mối đe dọa, điểm yếu và hậu quả tiềm tàng, Đánh giá toàn diện các nguy cơ về an ninh vật lý, an ninh mạng, con người, và hoạt động hàng hải, Là cơ sở để xây dựng kế hoạch an ninh khu vực hiệu quả, bao gồm an ninh vật lý: kiểm soát vào/ ra cảng, hàng rào, tuần tra, giám sát bằng CCTV; an ninh mạng: ứng phó sự cố an ninh mạng, xác định vai trò và trách nhiệm các bên liên quan trong trường hợp xảy ra sự cố; NVIC 09-02 CH 6 là hướng dẫn chi tiết, quan trọng, hỗ trợ hiệu quả việc triển khai các tiêu chuẩn và biện pháp an ninh tại các cảng biển Hoa Kỳ, góp phần bảo đảm an toàn, ổn định hoạt động vận tải biển trong môi trường an ninh ngày càng phức tạp hiện nay [19].

Nhược điểm: Không phải luật chỉ là hướng dẫn; tuân thủ phụ thuộc vào năng lực thực thi của COTP/FMSC, doanh nghiệp cảng, khối lượng tài liệu lớn, phức tạp (7 enclosures) → cảng nhỏ khó đáp ứng đầy đủ, trọng tâm Hoa Kỳ: một số yêu cầu (ví dụ phân cấp thẩm quyền COTP) khó “bê nguyên” sang hệ thống pháp lý khác, đòi hỏi nội địa hóa.

1.3.3 Chỉ thị 2005/65/EC của Liên minh Châu Âu

Mục tiêu Chỉ thị: Chỉ thị 2005/65/EC nhằm tăng cường an ninh tổng thể cho toàn bộ khu vực cảng.

Phạm vi áp dụng: Áp dụng cho mọi cảng biển thương mại có một hoặc nhiều cơ sở cảng đã được phê duyệt theo ISPS Code, Không áp dụng cho các cơ sở quân sự, Mỗi quốc gia thành viên xác định ranh giới cảng dựa trên đánh giá an ninh.

Các yêu cầu chính:

Đánh giá an ninh cảng (Port Security Assessment - PSA): Xác định các tài sản trọng yếu, mối đe dọa, điểm yếu, kịch bản tấn công và các biện pháp đối phó, Là cơ sở xây dựng kế hoạch an ninh cảng.

Kế hoạch an ninh cảng (Port Security Plan - PSP): Phải tích hợp các kế hoạch của từng cơ sở cảng (facility), Đề ra các biện pháp an ninh tương ứng với 3 cấp độ an ninh (Security Levels 1–3), Nêu rõ quy trình kiểm soát người, phương tiện, hàng hóa, quy trình báo cáo và huấn luyện.

Tổ chức và nhân sự: Mỗi cảng có Cơ quan an ninh cảng và Sĩ quan an ninh cảng (Port Security Officer), hành lập Ủy ban an ninh cảng, là đầu mối quốc gia được chỉ định để liên lạc với Ủy ban EU.

Cơ chế kiểm tra và giám sát: Việc tuân thủ sẽ được kiểm tra định kỳ, ít nhất 5 năm/lần, Phối hợp kiểm tra với Quy định (EC) số 725/2004 để giảm chồng chéo.

Phụ lục kèm theo:

Phụ lục I: Yêu cầu chi tiết đánh giá an ninh cảng.

Phụ lục II: Cấu trúc kế hoạch an ninh cảng.

Phụ lục III: Bài tập huấn luyện an ninh bắt buộc (ít nhất 1 lần/năm).

Phụ lục IV: Điều kiện đối với tổ chức an ninh được công nhận.

Hạn chế: Áp lực nguồn lực, một số cảng nhỏ gặp khó về tài chính, nhân sự khi triển khai đầy đủ (camera, kiểm soát truy cập, diễn tập), Không đề cập chi tiết rủi ro mạng, UAV, Phạm vi chỉ áp dụng cảng có cơ sở ISPS cảng sông nội địa hoặc bến du lịch nhỏ có thể “lọt lưới”.

Ý nghĩa: Chỉ thị 2005/65/EC là một bước mở rộng quan trọng của ISPS Code, chuyển từ bảo vệ “giao diện tàu/cảng” sang bảo vệ toàn bộ khu vực cảng, bao gồm cả hoạt động logistics, giao thông nội bộ, bãi container, kho bãi... nhằm tạo ra chuỗi an ninh tích hợp và thống nhất tại các cảng biển EU [20].

1.3.4 Cơ sở pháp lý quản lý an ninh bến cảng tại Việt Nam

Tại Việt Nam, Luật Hàng hải (năm 2005, sửa đổi 2015) là văn bản khung quy định chính về quản lý hoạt động hàng hải và cảng biển, luật này yêu cầu cảng biển phải đảm bảo an toàn, an ninh và lập phương án ứng phó cho tình huống khẩn cấp [21]. Cụ thể, Khoản 1, Điều 106 Luật Hàng hải bắt buộc cảng có Kế hoạch An ninh Cảng (PFS); Đồng thời, Bộ GTVT ban hành các thông tư và quy chuẩn kỹ thuật hướng dẫn chi tiết như: Nghị định 37/2017/NĐ-CP quy định điều kiện cấp phép cảng, yêu cầu thành lập đơn vị quản lý bảo đảm an toàn, có bộ phận an ninh chuyên trách và cán bộ an ninh được đào tạo, cấp chứng nhận tuân thủ ISPS Code [21]. Ngoài ra, Bộ GTVT ban hành nhiều thông tư và Quy chuẩn kỹ thuật như: Thông tư 22/2016/TT-BGTVT hướng dẫn chi tiết nội dung PFS và tiêu chuẩn an ninh cảng; QC Kỹ thuật Quốc gia ngành Đường thủy nội địa QCVN 20:2017/BGTVT quy định về quản lý cảng và dịch vụ hàng hải. Các văn bản này quy định cụ thể về trình tự kiểm tra giấy tờ, kiểm tra hàng hóa và giám sát an toàn, đảm bảo hệ thống an ninh công cảng đồng bộ với yêu cầu quốc tế. Tóm lại, khung pháp lý Việt Nam về an ninh cảng bao gồm: *Luật Hàng hải 2015*, các *Nghị định liên quan*, *Thông tư*, *Quy chuẩn kỹ thuật của Bộ GTVT*, và việc Việt Nam tuân thủ ISPS Code là bắt buộc đối với các cảng đón nhận tàu nước ngoài [21].

Hạn chế: Ứng phó với thiết bị bay không người lái hoặc tích hợp hệ thống giám sát công nghệ cao chưa được đề cập rõ, Về mức độ chi tiết, so với các hướng dẫn quốc tế, một số văn bản Việt Nam vẫn mang tính nguyên tắc, chưa ban hành các tiêu chuẩn kỹ thuật cụ thể cho từng hạng mục.

Bảng Tổng hợp			
Nhóm	Mục tiêu	Văn bản/tiêu chuẩn tiêu biểu	Nội dung then chốt
Khung pháp lý quốc tế (bắt buộc)	Xác lập mức an ninh, thủ tục PFSP	SOLAS Ch. XI-2 & ISPS Code (IMO)	MARSEC 1-3; yêu cầu rào, chiếu sáng, giám sát trong PFSP [18].
		EU Reg. 725/2004	Mở rộng ISPS cho toàn khu vực cảng [22].

		Directive 2005/65/EC	Bảo vệ toàn cảng, không chỉ cầu bến [20].
		MTSA (US) – NVIC 09-02 Ch. 6	Định dạng “Facility Security Plan”, bố trí rào-đèn-CCTV kín hàng rào [19].
Khung pháp lý Việt Nam	Cụ thể hóa ISPS	QCVN 107:2021/BGTVT – Cảng biển	§1.3.2 yêu cầu bảo đảm an ninh trật tự, chiếu sáng, biển báo quanh bến, kho [23].
Chuẩn quản trị, đánh giá rủi ro	Chu trình PDCA an ninh	ISO 28000:2022	Điều 4-8: đánh giá rủi ro, kiểm soát vật lý (fence, IDS, lighting) [24].
		ISO 20858:2007	Phụ lục B: checklist chi tiết rào, vùng trồng, cổng, camera [25].
Tiêu chuẩn thiết kế kỹ thuật	Thông số rào, chiếu sáng	UFC 4-022-03 / ISPS Fence Guideline	Rào $\geq 2,13-2,4$ m + 0,5 m chống leo; “clear zone” 3–6 m; cảm biến rung [26].
		Lighting for Perimeter Security (Accu-Tech)	Chiếu sáng ≥ 10 lux dọc rào, IR khi cần giảm chói [27].
Hướng dẫn & thực hành tốt	Diễn tập, mô phỏng sự cố	APEC Manual of Maritime Security Drills & Exercises	Kịch bản “vật lạ ném qua rào”, “đột kích ban đêm” [10] homeport.uscg.mil
		ILO-IMO Code of Practice on Security in Ports	Khuyến cáo tuần tra 2 lần/24 h quanh rào [28].

Bảng 1 Khung pháp lý
 Nguồn: Tác giả (tổng hợp).

1.3.5 Kết Luận

Văn bản pháp luận/tiêu chuẩn trên đây đóng vai trò bổ trợ lẫn nhau, tạo nên nền tảng pháp lý-kỹ thuật-quản trị cho hệ thống an ninh công cảng. Khung pháp lý quốc tế và Việt Nam thiết lập hành lang bắt buộc và trách nhiệm thực thi, trong khi các chuẩn quản trị rủi ro đưa ra phương pháp khoa học để tổ chức triển khai an ninh hiệu quả. Các tiêu chuẩn thiết kế kỹ thuật đảm bảo phương tiện, thiết bị vật lý đạt yêu cầu bảo vệ cần thiết, còn các hướng dẫn – thực hành tốt giúp hoàn thiện về con người, quy trình và nuôi dưỡng văn hóa an ninh một cách liên tục. Việc đánh giá và hoàn thiện hệ thống an ninh công cảng trong luận văn cần một cách tiếp cận tổng hòa, vận dụng ưu điểm của từng nhóm văn bản/tiêu chuẩn, đồng thời nhận diện và

khắc phục những bất cập của chúng (như đã phân tích). Có như vậy, giải pháp đề xuất mới đảm bảo tính toàn diện, khả thi và phù hợp xu thế quốc tế, góp phần xây dựng cổng cảng thực sự an ninh trong bối cảnh hội nhập và những thách thức an ninh mới.

1.4 Mô hình nghiên cứu đề xuất an ninh cổng cảng

Mô hình và phương pháp nghiên cứu			
Mô hình	Ưu điểm	Hạn chế	Phạm vi áp dụng
PFSA	Theo chuẩn ISPS, nền tảng pháp lý rõ	Định tính, không định lượng	Lập kế hoạch PFSP, MARSEC
ISO 28000	Chu trình cải tiến liên tục, tích hợp KPI	Cần đầu tư thời gian, tài nguyên triển khai	Quản lý tổng thể hệ thống an ninh
AHP / Fuzzy AHP	Định lượng, ưu tiên rõ, minh bạch	Phụ thuộc vào ý kiến chuyên gia	So sánh yếu tố, lập ma trận ưu tiên
SII	Đơn giản, trực quan, hỗ trợ quyết định	Cần AHP để chuẩn hóa trọng số	Đánh giá tác động, so sánh kịch bản

*Bảng 2 Mô hình nghiên cứu
Nguồn: tác giả (2025)*

1.4.1 PFSA – Port Facility Security Assessment

PFSA là yêu cầu bắt buộc của ISPS Code: sĩ quan an ninh cảng (PFSO) phải liệt kê toàn bộ tài sản then chốt – từ hàng rào, barie, CCTV, Autogate cho tới phần mềm PMIS và nguồn nhân lực – rồi đối chiếu từng tài sản với các mối đe dọa tiêu chuẩn như buôn lậu, VBIED, tấn công mạng. Sau khi đo lường các “khe hở” như góc mù camera, chiều cao rào thấp, API chưa mã hoá, PFSO gán điểm *likelihood* và *impact* trên ma trận 5×5 để tô màu đỏ–cam–xanh mức rủi ro. Kết quả cuối – Risk Register – là cơ sở pháp lý để ấn định cấp MARSEC phù hợp cho từng cổng [29], [30]. Theo ISPS Code, Phần A, Điều 15–16 [31], PFSA là quy trình nền tảng giúp PFSO (Port Facility Security Officer) nhận diện, phân tích và giảm thiểu rủi ro an ninh trước khi xây dựng Kế hoạch An ninh Cảng (PFSP) và xác định cấp độ **MARSEC** thích hợp. Các bước thực hiện có thể trình bày ngắn gọn như bảng sau:

Đánh giá An ninh Cổng Cảng - PFSA		
Bước PFSA	Nội dung cốt lõi	Vị trí trong cảng
1. Xác định tài sản	Liệt kê hạ tầng & nguồn lực then chốt: khu vực cổng, máy soi chiếu, hệ thống CCTV, dữ liệu PMIS, nhân sự tuần tra...	Cổng A–E, 07 thiết bị X-ray, 300 camera, hệ thống TOPX/TOS
2. Nhận diện đe dọa	Khủng bố, buôn lậu, truy cập trái phép, gian lận hàng hoá, tấn công mạng (SCADA/IoT)...	Xe “luồng xanh” chờ hàng cấm, giả mạo RFID e-seal
3. Phân tích lỗ hổng	Khoảng trống giữa biện pháp hiện có và yêu cầu chuẩn: thiếu góc chết CCTV, nhân sự mỏng ca đêm, quy trình check-in chưa số hoá...	12 % tuyến container không lọt khung camera; chưa kiểm tra nền tảng API ePort
4. Đánh giá rủi ro	Ma trận 5×5 : R = Likelihood × Impact ; thiết lập ngưỡng hành động (ALARP).	Đe dọa buôn lậu: $L = 3, I = 4 \Rightarrow R = 12$ (Cao)
5. Đề xuất biện pháp	Tăng cường kiểm soát truy cập, bổ sung OCR/ANPR-RFID, huấn luyện nhân sự, cập nhật SOP & điểm kiểm soát kỹ thuật số.	Triển khai “Auto-Gate”, phủ 95 % CCTV, huấn luyện MARSEC cấp 2

Bảng 3 Các bước thực hiện PFSA

Nguồn: Tác giả (2025)

Khung PFSA – với các bước bắt buộc, các biểu mẫu chuẩn hóa và ma trận rủi ro định lượng – là “xương sống” cho mọi mô hình nghiên cứu an ninh cổng cảng.

1.4.2 ISO 28000 – Chu trình PDCA

Nếu PFSA giống “ảnh chụp” ban đầu, ISO 28000:2022 biến bức ảnh ấy thành “dòng video” liên tục. Tổ chức đặt mục tiêu và chỉ số (*Plan*), triển khai biện pháp kỹ thuật – chẳng hạn nâng barie lên chuẩn K-rated hay thêm RPM soi container (*Do*), theo dõi KPI như MTTD, MTTR, Gate-dwell-time (*Check*) rồi điều chỉnh quy trình hoặc bổ sung đầu tư (*Act*). Cách tiếp cận PDCA này bảo đảm rủi ro được giám sát động và PFSP luôn bám sát thực tế khai thác [32].

Mô hình ISO 28000 – chu trình PDCA		
Giai đoạn	Nội dung chính	Ứng dụng thực tế
PLAN – Lập kế hoạch an ninh	Nhận diện rủi ro, lập mục tiêu	Phân tích dòng phương tiện, dữ liệu ePort
DO – Triển khai thực hiện	Triển khai kiểm soát, công nghệ	Checkpoint, Autogate, kiểm tra giấy tờ
CHECK – Đánh giá và giám sát	Đo lường hiệu quả, KPI	Thời gian trung bình phát hiện sự cố (MTTD), Thời gian xử lý sự cố (MTTR), Thời gian xe dừng chờ (dwell time)
ACT – Cải tiến và cập nhật	Hiệu chỉnh, cải tiến hệ thống	Nâng cấp camera, tối ưu nhân lực

Bảng 4 Mô hình ISO 28000

Nguồn: tác giả (2025)

Áp dụng ISO 28000 vào cổng cảng không chỉ giúp tăng khả năng phản ứng với sự cố, mà còn: Tối ưu quy trình giao nhận, giảm thiểu lỗi do con người, tích hợp hệ thống kiểm tra - giám sát - cảnh báo, tăng độ tin cậy và minh bạch trong kiểm soát an ninh logistics.

1.4.3 AHP / Fuzzy AHP

AHP (Analytic Hierarchy Process) là một phương pháp ra quyết định đa tiêu chí (MCDM), được phát triển bởi Thomas L. Saaty, nhằm chuyển hóa đánh giá định tính thành dữ liệu định lượng thông qua so sánh cặp giữa các tiêu chí [33].

Trong lĩnh vực an ninh cổng cảng, AHP hỗ trợ xác định **mức độ ưu tiên** của từng yếu tố như công nghệ kiểm soát, nhân lực, thời gian xử lý... từ đó giúp ra quyết định đầu tư hoặc cải tiến hệ thống, sử dụng nhóm chuyên gia lần lượt đặt câu hỏi: “hạ tầng quan trọng hơn CNTT bao nhiêu lần?”, “nhân lực so với quy trình?”... Điểm số 1–9 trong thang Saaty được đưa vào ma trận, thuật toán eigenvector sẽ sinh ra trọng số w_i ; nếu chỉ số nhất quán $CR < 0.1$ thì bộ trọng số được chấp nhận, có

biến thể Fuzzy AHP thay giá trị 1–9 bằng số tam giác mờ để giảm sai lệch phán đoán khi ý kiến chuyên gia không đồng thuận hoàn toàn [34].

Các bước thực hiện AHP:

Các bước thực hiện AHP		
Bước	Nội dung thực hiện	Mô tả
B1	Xây dựng cấu trúc phân cấp	Mục tiêu – Tiêu chí – Phương án
B2	Lập ma trận so sánh cặp	So sánh tiêu chí từng cặp theo thang điểm Saaty
B3	Tính trọng số (W)	Chuẩn hóa và tính vector riêng
B4	Kiểm tra độ nhất quán	CI, CR để đảm bảo dữ liệu logic
B5	Tổng hợp & xếp hạng phương án	Áp dụng trọng số vào đánh giá từng phương án

Bảng 5 Các bước thực hiện AHP

Nguồn: Tác giả (2025)

Phương pháp AHP và Fuzzy AHP cung cấp công cụ định lượng mạnh mẽ cho các nhà quản lý cạnh tranh trong việc: Ra quyết định về ưu tiên đầu tư, So sánh phương án công nghệ an ninh, Đảm bảo tính minh bạch và nhất quán trong lập luận kỹ thuật.

1.4.4 Security-Impact Index (S-Index)

S-Index là một chỉ số gộp (composite index) được tính bằng cách nhân **điểm rủi ro** của từng tiêu chí s_i (lấy từ PFSA/ISO 28000) với **trọng số AHP** (w_i) rồi cộng lại theo công thức:

$$S = \sum_{i=1}^n w_i s_i, \quad \text{với} \quad w_i = 1$$

Security-Impact Index (S-Index) là một chỉ số tổng hợp định lượng, được xây dựng nhằm đánh giá mức độ tác động an ninh của các giải pháp, thiết bị hoặc quy trình trong một hệ thống an ninh tổng thể [35]. Chỉ số này phản ánh mức độ

đóng góp của từng yếu tố vào khả năng: Phát hiện mối nguy an ninh, phòng ngừa các tình huống rủi ro, ứng phó hiệu quả với sự cố tại các điểm trọng yếu như cổng cảng, checkpoint container, hệ thống kiểm soát truy cập thông minh. Chỉ số S-Index thường được sử dụng để so sánh các phương án công nghệ: Autogate dùng RFID/OCR, Hệ thống soi chiếu X-ray container, Hệ thống giám sát AI, camera phân tích hành.

Chỉ số S-Index (Security Index) dùng để đánh giá mức độ an ninh tổng hợp của cổng cảng, dựa trên nhóm các yếu tố ảnh hưởng chính đến khả năng phòng ngừa – phát hiện – ứng phó rủi ro an ninh. Mỗi yếu tố được chấm điểm theo thang 1–5 và gán trọng số theo mức quan trọng (AHP hoặc chuyên gia xác định).

Công thức đơn giản hóa

$$S = \sum_{i=1}^n w_i \times \frac{x_i}{x_{max}}$$

Trong đó:

S: Chỉ số an ninh tổng hợp (S-Index, 0–1)

w_i: Trọng số của yếu tố thứ i ($\sum w_i=1$)

x_i: Điểm đánh giá của yếu tố thứ i (thang 1–5)

x_{max}: Điểm tối đa (5 điểm)

Quy trình tính

- **Xác định các yếu tố ảnh hưởng an ninh** (hạ tầng, công nghệ, nhân sự, quy trình, phối hợp liên ngành, v.v.).

- **Cho điểm từng yếu tố** dựa trên tiêu chuẩn đánh giá và thực trạng.

- **Chuẩn hóa điểm** về thang 0–1: $X_i = x_i / x_{max}$

- **Nhân trọng số AHP:** $W_i \cdot X_i$

- **Cộng toàn bộ các thành phần để ra chỉ số tổng hợp S_Index**

Minh họa quá trình tính chỉ số S-Index sau khi áp dụng Auto-gate

Chỉ số S-Index công cảng Cát Lái sau khi áp dụng Auto-gate				
Yếu tố	Trọng số Wi	Điểm xi	Chuẩn hóa	Điểm số
Hạ tầng vật lý	0.15	4	0.80	0.12
Công nghệ & tự động hóa	0.20	4.5	0.90	0.18
Quy trình truy cập	0.15	4.5	0.90	0.14
Nhân sự	0.10	4	0.80	0.08
Lưu lượng & ùn tắc	0.10	3.5	0.70	0.07
Giới hạn bãi/bến	0.10	3	0.60	0.06
Phối hợp liên ngành	0.10	5	1.00	0.10
Kết nối & cảnh báo rủi ro	0.10	4	0.80	0.08
Tổng S-Index	1.00			0.83

Bảng 6 Minh họa quá trình tính chỉ số S-Index

Nguồn: Tác giả.

Kết Luận:

Chuỗi PFSA → ISO 28000 → AHP/Fuzzy → S-Index vì thế tạo thành một vòng khép kín: PFSA định vị rủi ro, ISO 28000 biến rủi ro thành KPI giám sát, AHP gán trọng số ưu tiên, và S-Index tổng hợp để ra quyết định đầu tư cũng như chứng minh hiệu quả sau cải tiến, do đó đây là khung lý thuyết đáp ứng đồng thời yêu cầu pháp lý ISPS, chuẩn quản trị ISO và nhu cầu định lượng trong quản trị hiện đại của công cảng.

1.5 Các thành phần và yếu tố chi phối an ninh công cảng

An Ninh Công Cảng là một lớp bảo vệ trọng yếu trong mô hình “phòng thủ theo chiều sâu” (defence-in-depth) của cảng biển, mọi tiêu chuẩn quốc tế-đặc biệt là Bộ Quy tắc ISPS và Hướng dẫn PFSA (Port Facility Security Assessment)-đều yêu cầu đánh giá rủi ro riêng cho cảng, vì đây là “nút cổ chai” (choke-point) nơi tài sản, con người và dữ liệu hội tụ cùng lúc, PFSA chỉ ra phải **xác định tài sản then chốt**,

các đe dọa tiềm tàng, xác suất xảy ra, hậu quả và biện pháp giảm thiểu ở cấp cổng trước khi đưa vào Kế hoạch An ninh Cảng [36].

1.5.1 Thành phần cấu tạo cổng cảng

Thành phần của cổng cảng là một tổ hợp các yếu tố kỹ thuật, công nghệ và vận hành nhằm đảm kiểm soát hiệu quả người, phương tiện và hàng hóa ra vào cảng.

STT	Yếu tố	Mô tả & cơ chế ảnh hưởng
C1	Hạ tầng vật lý & thiết kế	Số lượng làn, dải phân cách, cổng barie, bãi đệm (buffer zone), rào ngoại vi, chiếu sáng, camera, vật cản chống xe lao thẳng. Hạ tầng yếu → dễ đột nhập, khó kiểm tra 100 % luồng xe [37].
C2	Kiểm soát truy cập người & phương tiện	Cấp/thu hồi thẻ, đăng ký trước (appointment), hai bước xác thực container-lái xe (seal + ID), kiểm soát khách. Lỏng lẻo → giả mạo thẻ, container rỗng trá hình [38].
C3	Công nghệ nhận diện & tự động hoá	OCR nhận số container/biên số, RFID/e-seal, ANPR, Face-matching, cân/radiation portal. Nâng độ chính xác, giảm thời gian, nhưng phụ thuộc an ninh mạng và hiệu chỉnh thiết bị [39], [40].
C4	Tích hợp dữ liệu & CNTT	Kết nối TOS, ePort, E-DO, PCS, AIS. Thiếu liên thông → “dữ liệu mờ côi”, chậm đối chiếu thông quan, phí, tình trạng seal. Rủi ro tấn công mạng khai thác lỗ hổng IoT [41].
C5	Quy trình & mức độ tuân thủ	SOP lối vào/ra, cấp độ an ninh ISPS (1-3), quy trình tăng cường khi threat level thay đổi, phối hợp hải quan - biên phòng. Quy trình không cập nhật → “kẽ hở thủ tục” [37].
C6	Nhân sự & yếu tố con người	Trình độ, đào tạo, phân ca, chống nội gián, stress do cao điểm. Thiếu nhân sự hoặc mệt mỏi khiến kiểm tra sơ sài, bỏ sót cảnh báo [42].

C7	Khối lượng & mô hình giao thông	Lưu lượng giờ cao điểm, tàu ghép chuyển, lễ Tết. Ủn ứ trước cổng làm tăng nguy cơ trộm cắp, khủng bố xe có bom, chen ngang [38].
C8	Đặc tính hàng hoá & container	Hàng nguy hiểm (IMO class 1-9), giá trị cao, lạnh. Mỗi nhóm đòi hỏi biện pháp kiểm soát, niêm phong, soi chiếu khác nhau [43].
C9	Bối cảnh bên ngoài cổng	Đường kết nối, bãi đậu chờ, giao cắt đô thị. Nếu tắc nghẽn bên ngoài, hàng loạt xe dừng lâu ngoài hàng rào—mục tiêu trộm cắp, bắt cóc [44].
C10	Mức đe dọa & hoạt động tội phạm/cực đoan	Ma túy, buôn lậu, nhập cư trái phép, khủng bố, thiết bị IED. Đe dọa tăng làm thay đổi Security Level, ép nâng cường độ kiểm tra [45].

Bảng 7 yếu tố tác động đến an ninh cổng cảng

Nguồn: Tác giả (2025)

Mười yếu tố C1–C10 tạo thành khung “hệ sinh thái” an ninh của cổng cảng, bao phủ đầy đủ ba giai đoạn **Ngăn chặn – Phát hiện – Phản ứng**. C1 (Hạ tầng vật lý) đặt lớp phòng thủ cứng đầu tiên với hàng rào, barie, chiếu sáng và CCTV; C2 (Kiểm soát truy cập) khóa chặt người và xe qua xác thực đa yếu tố; C3 (Tự động hoá & nhận diện) số hoá thao tác bằng OCR, RFID, Face-match, rút ngắn thời gian nhưng vẫn bảo đảm độ chính xác. Lớp công nghệ đó phải được nuôi dưỡng bởi C4 (Tích hợp dữ liệu & an ninh mạng) – “mạch máu” đảm bảo dữ liệu liên mạch và an toàn. Tất cả vận hành theo C5 (Quy trình & tuân thủ) – bộ quy trình linh hoạt theo cấp độ MARSEC, và được con người – C6 (Nhân sự & đào tạo) – thực thi, giám sát. Áp lực thực tế đến từ C7 (Lưu lượng & ùn tắc) và C8 (Đặc tính hàng hoá), buộc hệ thống phải vừa nhanh vừa chính xác, trong khi C9 (Ngoại vi & đường kết nối) bảo chứng môi trường bên ngoài không phá hỏng lớp phòng thủ. Cuối cùng, C10 (Mức đe dọa & hoạt động tội phạm) là “nhiệt kế” xác định khi nào phải nâng cấp biện pháp, chuyển trạng thái khẩn. Sự phối hợp hài hoà của 10 yếu tố này – từ cơ sở vật chất, cảm biến, quy trình cho tới con người và bối cảnh – chính là điều kiện tiên quyết để duy trì cổng cảng **an toàn nhưng thông suốt** trong mọi kịch bản rủi ro.

Kết luận: Ngăn chặn – Phát hiện – Phản ứng không phải ba “khối độc lập” mà là dòng chảy rủi ro: càng ngăn chặn tốt, khối lượng phát hiện giảm; càng phát hiện sớm, gánh nặng phản ứng nhẹ. Đầu tư hiệu quả cho cổng cảng là cân bằng ba giai đoạn, đặt con người – quy trình – công nghệ vào đúng vị trí, và đo lường liên tục để thích ứng mức đe dọa luôn biến động. Đây chính là “hệ sinh thái an ninh” bền vững mà các tiêu chuẩn ISPS, ISO 28000 và NVIC 09-02 đều hướng tới.

1.5.2 Tiêu chuẩn đánh giá-Ngưỡng đạt điểm

Bộ chuẩn tham chiếu cho 10 chỉ tiêu đánh giá Chỉ số An ninh Cổng Cảng (GSI), Các “chuẩn” dưới đây được rút ra từ các điều khoản pháp lý, tiêu chuẩn ISO/UFC, hướng dẫn kỹ thuật và nghiên cứu thực tiễn. Khi triển khai, có thể gán thang điểm 1-5 dựa trên mức độ đáp ứng các ngưỡng “Điểm 5” (hoàn toàn đáp ứng hoặc vượt) → “Điểm 1” (không đáp ứng).

Tiêu chuẩn đánh giá-Ngưỡng đạt điểm			
STT	Yếu tố	Tiêu chuẩn đánh giá (Ngưỡng đạt điểm 5)	Cơ sở Pháp lý
C1	Hạ tầng vật lý (hàng rào, barie, chiếu sáng, CCTV)	Đầy đủ rào $\geq 2,4$ m + top-guard; clear-zone ≥ 3 m ; chiếu sáng ≥ 10 lux liên tục, Camera PTZ+ IR, 100 %CCTV FOV chồng lấp.	UFC 4-022-03 §2-8: chiều cao hàng rào $\geq 2,13$ m (+ 0,5 m chống leo); “clear-zone” 3-6 m [46]; Accu-Tech <i>Lighting for Perimeter Security</i> : chiếu sáng đều $\geq 5-10$ lux dọc hàng rào; cột đèn 6-8 m; PTZ + IR hỗ trợ ban đêm [27].
C2	Kiểm soát truy cập	100 % quét ID + giấy tờ container; xác thực 2 yếu tố (người -cont); thời gian xử lý tại trạm < 20 s/xe; nhật ký truy vết ≥ 90 ngày	ISPS Code Phần A §9 & Phần B §16.49–16.53: nhận dạng người/xe, tăng cường thủ tục theo MARSEC [47]
C3	Tự động hoá & nhận diện	OCR/ANPR chính xác ≥ 95 %; RFID e-seal/ID tuân thủ ISO 10374 (> 99 % đọc); lỗi Face-match < 1 %; hệ thống hoạt động 24/7 với MTBF $\geq 5\,000$ h.	ISO 10374: nhận diện container RFID/AEI [48]. Thực hành GOS & Auto-Gate (Mdpi 2021) [49].
C4	Tích hợp dữ liệu & An	Kết nối real-time (API) tới TOS/ePort/PCS; Hệ	-IMO MSC-FAL.1/Circ.3 (2021) – quản lý rủi ro cyber; 5

	ninh mạng	số MTTD < 24 h; bản vá bảo mật < 14 ngày; đánh giá pen-test hàng năm.	yếu tố chức năng [50]; ISO 27001 & ISO 28000 yêu cầu kiểm soát truy cập, giám sát sự cố [51].
C5	Quy trình & Tuân thủ	PFSA cập nhật ≤ 12 tháng; ≥ 2 diễn tập/năm; 100 % khuyến nghị audit khắc phục trong 90 ngày. Kịch bản xâm nhập ban đêm	ISO 28000 §4-8: PDCA an ninh; kiểm toán định kỳ [52]; <i>APEC Manual of Maritime Security Drills & Exercises</i> : diễn tập ít nhất 2 lần/năm; kịch bản xâm nhập ban đêm [53].
C6	Nhân sự & Đào tạo	100 % nhân viên có chứng chỉ 3.24; tái huấn luyện ≤ 36 tháng; tối đa 12 h/ca	IMO Model Course 3.24: Security Awareness cho NV công [54].
C7	Lưu lượng & Ùn tắc	Thời gian chờ TB < 15 phút; thông làn ≥ 150 xe/giờ/làn; chiều dài hàng đợi < 500 m.	TRB NCFRP nghiên cứu queue > 15 phút làm tăng chi phí; khuyến nghị năng lực ≥ 150 xe/giờ/làn [55]; Mô phỏng tối ưu năng suất công 245 xe/giờ (CORE study 2020) [56]
C8	Đặc tính hàng hoá	100 % khai báo DG; soi chiếu/radiation portal 100 % container; tách dòng IMO Class 1–3 riêng làn an toàn.	IMO <i>IMDG Code</i> (2024 ed.) – phân loại DG, yêu cầu khai báo [57].
C9	Ngoại vi – đường kết nối	Đường vào/ra không có điểm mù LOS C ($V/C < 0,8$); chiếu sáng ≥ 15 lux; tuần tra ngoại vi ≥ 2 lần/24 h; không xe đậu trái phép trong “sterile zone”. Bề rộng làn chờ $\geq 3,5$ m, bán kính rẽ ≥ 25 m	ISO 22341 (CPTED) – thiết kế ngoại vi, chiếu sáng đô thị ≥ 15 lux, loại bỏ điểm mù [58]; <i>AASHTO/FHWA Roadside Design</i> – bề rộng làn chờ $\geq 3,5$ m, bán kính rẽ ≥ 25 m [59].
C10	Mức đe dọa & Tình hình phạm tội	Báo cáo đánh giá đe dọa ≤ 12 tháng; khả năng chuyển MARSEC 1 $\rightarrow$ 2 < 6 h; kênh chia sẻ tình báo (AMSC, Cục Hải Quan) hoạt động 24/7.	USCG NVIC 09-02 Ch. 6: phương pháp đánh giá MARSEC, chu kỳ rà soát ≤ 12 tháng [60].

Bảng 8 Tiêu chuẩn đánh giá các thành phần an ninh công

Nguồn: Tác giả (2025)

Cách áp dụng vào thang điểm 1-5, Xác định ngưỡng “đạt” (điểm 5) theo cột phải, Điểm 3 = đạt 70 % yêu cầu (ví dụ chiếu sáng 7 lux, hàng rào 2 m), Điểm 1 = thấp hơn 40 % yêu cầu hoặc không có dữ liệu chứng minh.

Bảng 7 tiêu chuẩn đánh giá giúp:

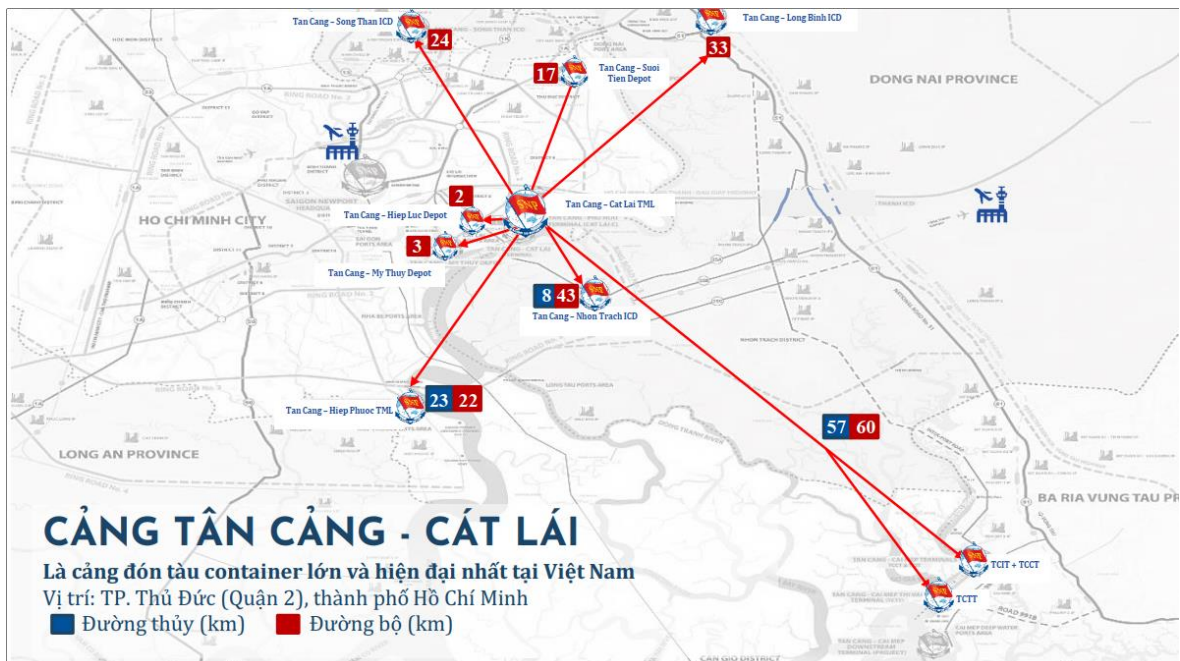
Thiết lập KPI kiểm soát (chiếu sáng lux, thời gian chờ, MTDD cyber...).

Ưu tiên ngân sách: chênh lệch lớn giữa “chuẩn” và thực trạng cho biết hạng mục cần đầu tư trước. Theo dõi xu hướng rủi ro: So sánh GSI định kỳ để chứng minh hiệu quả dự án (OCR/RFID, nâng rào, mở làn...).

CHƯƠNG 2. THỰC TRẠNG VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

2.1 Giới thiệu khái quát về Cảng Cát Lái

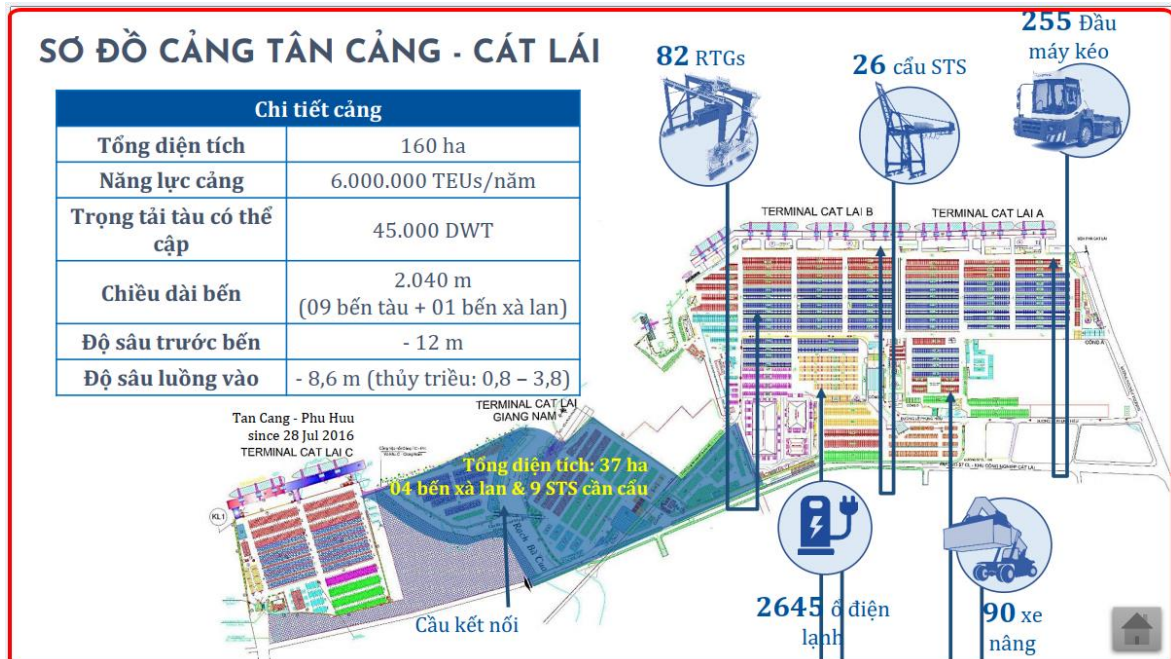
Cảng Tân Cảng - Cát Lái tọa lạc tại Thành phố Hồ Chí Minh - Cảng lớn và hiện đại nhất Việt Nam, có sản lượng đứng TOP 21 cảng container lớn và hiện đại nhất thế giới. Với 160(ha) bãi, 2.040m cầu tàu, đầu tư trang thiết bị hiện đại cùng công nghệ quản lý tiên tiến (TOPX và TOPOVN) [61].



Hình 1: Vị trí Cảng Cát Lái
 Nguồn: saigonnewport.com.vn [62]

Cảng Tân Cảng – Cát Lái nằm trên sông Đồng Nai, thuộc địa phận thành phố Thủ Đức, TP. Hồ Chí Minh, Đây là cảng container quốc tế lớn nhất Việt Nam, giữ vai trò cửa ngõ chính cho hoạt động xuất nhập khẩu khu vực phía Nam. Cát Lái trực thuộc quản lý của Tổng Công ty Tân Cảng Sài Gòn (Bộ Quốc phòng), và là một trong những cảng trọng điểm trong hệ thống cảng biển Việt Nam. Cảng được nối với Quốc lộ 1, Xa lộ Vành đai trong, Xa lộ Vành đai ngoài, Cao tốc HCM – Long Thành – Dầu Giây bằng đường Liên Tỉnh Lộ 25 với tải trọng H30 trên toàn tuyến. Bằng các xa lộ này, hàng hóa được lưu thông từ Cảng TCCL đến các vùng kinh tế trọng điểm của các Tỉnh Bình Dương, Đồng Nai, Long An, Bà Rịa Vũng Tàu và các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long một cách dễ dàng và nhanh chóng [61]. Nhờ lợi thế vị trí gần trung tâm kinh tế và kết nối hạ tầng thuận lợi, cảng Cát Lái hiện chiếm tới gần 50% sản lượng container xuất nhập khẩu của cả nước, nằm trong Top 25 cảng container lớn nhất thế giới về sản lượng thông qua, Tại cảng Cát Lái trung bình hàng năm, kim ngạch XNK hàng hóa thông qua chiếm khoảng 21% cả nước, thu thuế XNK chiếm khoảng 26,7% tổng thu ngân sách toàn ngành Hải quan, khoảng 17-20% thu ngân sách TPHCM, khoảng 6% tổng thu ngân sách quốc gia, vai trò đầu mối của Cát Lái giúp cảng này trở thành mắt xích trọng yếu của mạng lưới cảng biển quốc gia, hỗ trợ trực tiếp cho sự phát triển thương mại và logistics của Việt Nam [63].

2.2 Quy mô và sản lượng



Hình 2: Sơ đồ cảng Cát Lái
 Nguồn: saigonnewport.com.vn [62]

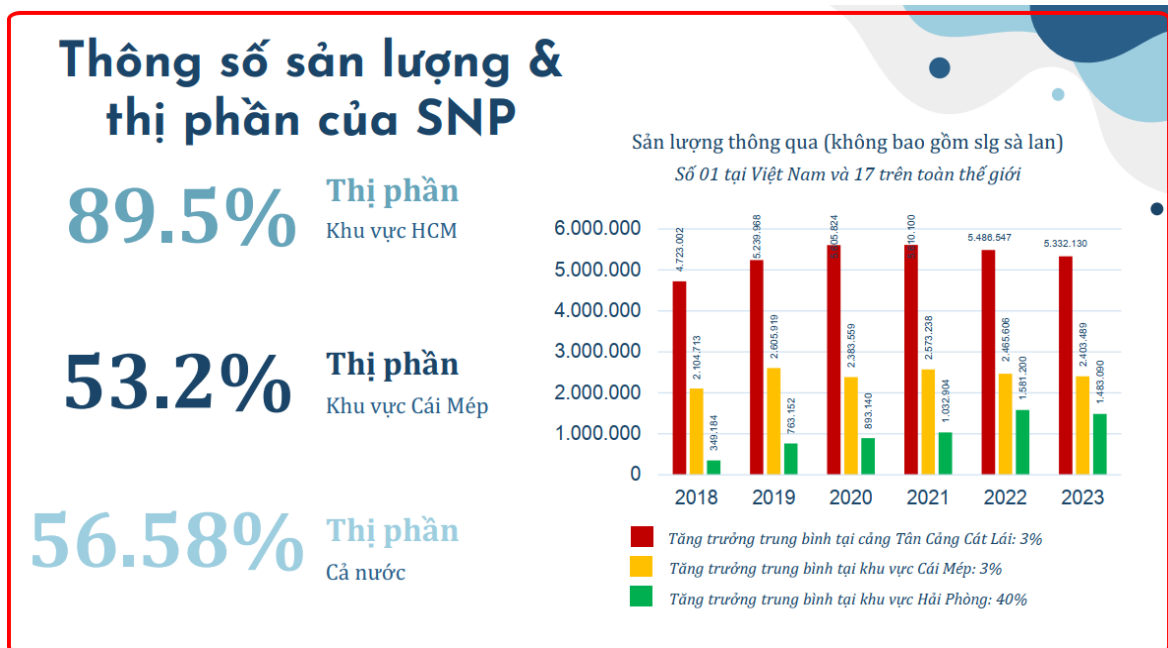
2.2.1 Quy mô

Cát Lái có quy mô cơ sở hạ tầng hàng đầu: Tổng diện tích khoảng 160 ha, Công suất thiết kế 6 triệu TEU, với cầu tàu dài hơn 2 km, gồm 9 bến tàu biển và 1 bến sà lan chuyên dụng, bên trong cảng được chia làm 3 khu bến (terminal) A, B và C (vốn là cảng Phú Hữu trước đây), mặt bằng bến bãi có sức chứa 96.800 TEU (Twenty-foot Equivalent Unit – container tiêu chuẩn dài 20 feet), cầu cảng được trang bị 26 cầu STS, 82 cầu RTGs, 255 xe đầu kéo nội bộ, 90 xe nâng, 2645 ổ điện lạnh [62]. Cảng cung cấp đầy đủ dịch vụ xếp dỡ, giao nhận container, kho bãi, kiểm tra hàng lạnh, đóng/rút hàng hóa... đáp ứng nhu cầu vận tải đa dạng.

2.2.2 Sản lượng

Trong giai đoạn 2018–2024, sản lượng container thông qua cảng Tân Cảng – Cát Lái có xu hướng tăng trưởng ổn định nhưng với tốc độ vừa phải. Năm 2018, sản lượng container đạt khoảng 4,73 triệu TEU và tăng mạnh lên 5,24 triệu TEU trong năm 2019, Đây là mức tăng 10,9% so với năm 2018, phản ánh sự phát triển sôi động của hoạt động xuất nhập khẩu trước đại dịch. Cảng Cát Lái giữ vai trò chi phối

khi chiếm tới khoảng 75–86% thị phần container xuất nhập khẩu khu vực TP.HCM, đồng thời góp phần đưa cụm cảng TP.HCM lọt top 20 cụm cảng container lớn nhất thế giới vào năm 2019–2020 [64]. Bước sang năm 2020, mặc dù ảnh hưởng của đại dịch COVID-19, cảng Cát Lái vẫn ghi nhận sản lượng 5,605 triệu TEU – mức cao nhất lịch sử đến thời điểm đó, Có thể thấy, giữa Đại dịch COVID19 nền kinh tế chịu tác động tiêu cực, với sự đứt gãy của chuỗi cung ứng toàn cầu, một số cảng trên thế giới phải tạm ngưng, hoặc hoạt động cầm chừng, nhưng Cảng Cát Lái vẫn hoạt động thông suốt và sản lượng tăng 7% so với năm 2019 [65]. Trong hai năm sau đại dịch, tốc độ tăng trưởng sản lượng có dấu hiệu chững lại, Năm 2021, sản lượng thông qua cảng đạt 5.394.448 TEU giảm nhẹ (~3%) so với năm 2020, nguyên nhân chủ yếu do giãn cách xã hội nghiêm ngặt tại TP.HCM trong quý III/2021 khiến luồng hàng bị gián đoạn cục bộ. Dù vậy, cảng Cát Lái vẫn xử lý khối lượng container xuất nhập khẩu rất lớn, chiếm khoảng 21% kim ngạch XNK cả nước và đóng góp 17–20% thu ngân sách TP.HCM [66]. Sang năm 2022, sản lượng nhích lên 5.486.547 TEU (tăng khoảng 1,7%), trong bối cảnh kinh tế TP.HCM phục hồi mạnh (GRDP +9,03% sau khi sụt giảm 5,36% năm 2021) [67]. Năm 2023, sản lượng đạt 5.332.130 TEU giảm nhẹ (~2,8%) so với 2022 do nhu cầu thương mại toàn cầu suy giảm và cạnh tranh từ các cảng nước sâu lân cận. Dữ liệu 4 tháng đầu năm 2024 cho thấy dấu hiệu phục hồi tích cực, khi cảng Cát Lái đã thông qua 2.355.019 TEU hàng hóa xuất nhập khẩu [66].



Hình 3: Sản lượng thông qua cảng Cát Lái

Nguồn: saigonnewport.com.vn

Kết Luận: Giai đoạn 2018–2023, sản lượng container qua Cát Lái tăng bình quân khoảng **2–3%/năm**, phản ánh mức độ **bão hòa công suất** của cảng. Cát Lái thường xuyên khai thác gần mức tối đa, dẫn đến tình trạng ùn tắc định kỳ mỗi khi luân chuyển hàng chậm lại [68]. Tuy nhiên, cảng vẫn giữ vai trò chủ lực trong hệ thống cảng phía Nam, Vị trí “cửa ngõ” của Cát Lái giúp cảng tiếp nhận nguồn hàng ổn định từ các khu công nghiệp lân cận và bằng sà lan từ cụm cảng Cái Mép, tạo nên mạng lưới logistics khép kín cho khu vực kinh tế trọng điểm phía Nam [69].

2.2.3 Giới hạn quy mô bãi chứa container, bến tàu và vấn đề an ninh

Cảng Cát Lái có **quy mô diện tích khoảng 160 ha** chiều dài cầu bến 2.040 m, đây là quỹ đất và cầu bến hiện hữu gần như đã khai thác tối đa, Không gian mở rộng tại chỗ hầu như không còn, do cảng nằm giữa khu đô thị và sông Đồng Nai, việc mở rộng phải đối mặt với giải phóng mặt bằng tốn kém hoặc không khả thi, số cầu bến khó tăng thêm do giới hạn chiều dài bờ cảng, hệ quả là năng lực thông qua của cảng bị “đóng khung” ở mức thiết kế 6 triệu TEU/năm [62]. Trong bối cảnh sản lượng đã chạm mốc này (năm 2022 đạt ~5,49 triệu TEU, sử dụng >90% công suất thiết kế) [70]. Sẽ tác động đến vấn đề an ninh như sau:

Kiểm soát người và phương tiện: Bãi và bến giới hạn khiến cảng phải điều tiết lượng xe ra/vào theo khả năng chứa bãi, Khi bãi đầy, cảng buộc phải tạm ngưng cho xe vào dù tàu có thể đã dỡ hàng xong, dẫn đến xe xếp hàng dài bên ngoài gây ùn tắc giao thông, khi không mở rộng được bãi, cảng phải chứa nhiều container hơn trên diện tích cũ (tăng tầng cao, giảm khoảng cách), làm hạn chế tầm nhìn và lối đi lại cho lực lượng bảo vệ tuần tra, việc tuần tra an ninh trong bãi chen chúc container trở nên khó khăn, dễ bị che khuất tầm nhìn, tạo kẽ hở để người không phận sự ẩn nấp hoặc xâm nhập vào khu vực cấm, không có thêm bến nghã là nếu một bến phải bảo trì hoặc tàu lớn chiếm dụng lâu, các tàu khác phải chờ hoặc chuyển cảng, sinh ra những thời điểm dồn dập phương tiện khi bến mở lại, tất cả đòi hỏi an ninh cảng phải linh hoạt điều phối nhân sự, nếu không sẽ quá tải cục bộ, giảm hiệu quả kiểm soát người và xe.

Giám sát hàng hóa & ngăn ngừa gian lận: Bãi container chật hẹp làm tăng rủi ro thất lạc hoặc hư hỏng hàng hóa, và cũng khó giám sát từng container, khi phải xếp nhiều lớp, việc kiểm tra tình trạng niêm phong hay phát hiện dấu hiệu cạy phá trên container rất khó nếu không dùng thiết bị bay camera, kẻ gian có thể lợi dụng khu vực khuất trong bãi dày đặc container để đột nhập, trộm cắp phụ tùng hoặc hàng trong container mà không bị phát hiện ngay.

Kết nối dữ liệu & cảnh báo rủi ro: Trong điều kiện hạ tầng giới hạn, công nghệ là giải pháp bù đắp năng lực, cảng đã đầu tư hệ thống quản lý bãi (YMS) để tối ưu xếp container, chia sẻ dữ liệu tồn bãi theo thời gian thực cho các hãng tàu, khách hàng qua E-Port, hãng tàu biết trước tình trạng bãi để hạn chế đưa thêm container đến khi bãi gần đầy, do không có khả năng mở rộng vật lý, việc phân tán hàng hóa sang các cơ sở khác (ICD, cảng cạn) là tất yếu tạo ra thách thức về dữ liệu là kết nối hệ thống giữa cảng chính và các cơ sở vệ tinh, đòi hỏi hệ thống CNTT liên thông nhiều điểm – đây là điều cần cải thiện để nâng cao khả năng cảnh báo rủi ro trên toàn chuỗi vận chuyển, chứ không chỉ trong phạm vi cảng.

2.3 Giao thông trong và ngoài khu vực cảng Cát Lái

Cảng Tân cảng Cát Lái nằm trên địa bàn phường Cát Lái, Quận 2, TP. Thủ Đức, phía Đông giáp sông Đồng Nai; phía Tây giáp Đường Lê Phụng Hiểu; phía Bắc giáp Lũy Đoàn 125; phía Nam giáp đường Nguyễn Thị Định, Trường Cao đẳng Hải quân, cách Trung tâm hành chính Quận 2 khoảng 4 km, cách Trung tâm thành phố Hồ Chí Minh 12 km, Cảng Cát Lái hoạt động sản xuất 24/24, phương tiện tham gia giao thông nhiều.

2.3.1 Kết cấu hệ thống đường bộ khu vực trong cảng

Cảng Cát Lái có 06 cổng ra vào A, B, C, D, E, G. Giao thông trong cảng gồm các đường nội bộ kết nối liên hoàn giữa các khu vực cổng, bãi hàng, Terminal A, Terminal B, Terminal C. Hệ thống đường giao thông nội bộ được qui định đặt tên D1, D2, D3, D4, D5, D6, D7, D8, D9. Các tuyến đường D9, D2 giao D8, cổng cảng mở, khu vực cầu quay đầu là những khu vực thường xuyên xảy ra kẹt xe, ùn ứ giao thông vào những khung giờ cao điểm. Tuyến đường Cát Lái - Giang Nam - Phú Hữu đường xuống cấp, xe lưu thông khó khăn nhất là vào mùa mưa.

2.3.2 Kết cấu hệ thống đường bộ khu vực ngoài cảng

Tuyến đường Nguyễn Thị Định từ cổng A đến vòng xoay Mỹ Thủy có chiều dài khoảng gần 2km, có khoảng 4-6 làn xe lưu thông (tính cả hai hướng) [71]. Cụ thể đoạn từ Vòng xoay Mỹ Thủy đến lối ra hầm chui có 6 làn, từ hầm chui đến cổng A có 4 làn với bề rộng mặt đường khoảng 20-30m, việc mặt cắt ngang thay đổi, mặt đường hẹp khiến năng lực thông hành bị giới hạn, dễ ùn tắc khi lưu lượng tăng cao.

Điểm giao cắt và hệ thống đèn tín hiệu: Từ Vòng xoay Mỹ Thủy đến cổng A có 04 đường giao cắt với 05 nút giao thông có đèn tín hiệu, các nút giao cắt có khoảng cách ngắn từ 350-450m, Chu kỳ đèn tín hiệu trên tuyến được Sở GTVT điều chỉnh linh hoạt tùy theo thời điểm trong ngày nhằm giảm kẹt xe [72]. Thông thường, chu kỳ đèn ở các nút giao này vào giờ cao điểm kéo dài khoảng 90–120 giây, trong đó thời gian đèn xanh hướng Nguyễn Thị Định được ưu tiên (có thể 60–90 giây) để xả lượng xe container lớn trên trục chính. Tuy vậy, do lưu lượng quá cao, đèn xanh mỗi chu kỳ vẫn không xả hết được dòng xe; xe container thường dồn

lại qua vài chu kỳ đèn mới qua hết nút, gây hiệu ứng dây chuyền ùn tắc sang các đoạn kế cận [72]. Vào giờ thấp điểm đêm khuya, đèn có thể chuyển sang chế độ nhấp nháy vàng hoặc chu kỳ ngắn hơn. Hiện nay, Sở GTVT đang nghiên cứu triển khai **“làn sóng xanh”** trên đường Nguyễn Thị Định – tức là điều phối thời gian đèn các nút liên tiếp một cách đồng bộ để đoàn xe có thể gặp xanh liên tục khi đi với tốc độ phù hợp [73]. Giải pháp này kỳ vọng giúp xe container di chuyển nhanh hơn qua loạt đèn, giảm ùn ứ giờ cao điểm.

Đường A (Ngã 3 Sao Mai): Gồm 2 nhánh xe vào/ra: Nhánh vào Trạm cân Quốc Thịnh; Nhánh vào Trạm cân Minh Việt và depot 5, Khu CN CL. Trạm cân Quốc Thịnh, Minh Việt là nơi hạ tải của các xe container kẹp cở, xe trở 2 Cont 20ft (quá tải), vào trạm cân sẽ gấp 1 Cont 20ft xuống và di chuyển 1 Cont 20ft vào cảng, sau đó tài xế quay lại chạm cân gấp Cont 20ft còn lại vào cảng, quá trình này được lặp lại với hàng nhập, Trạm cân trở thành nút thắt cổ chai trên luồng xe vào cảng. Mỗi xe container khi vào trạm phải dừng lại vài phút để cân, nhận phiếu, khiến dòng xe phía sau phải chờ. Công suất trạm cân có hạn – chỉ có 1–2 bàn cân hoạt động. Thực tế ghi nhận có thời điểm trạm chỉ mở 1 bàn cân, dẫn tới xe xếp hàng đợi dài [74]. Khi nhu cầu cân cao (ví dụ đầu giờ sáng nhiều xe vào cảng), đoàn xe tải chờ cân thường ùn ứ tràn ra đường Nguyễn Thị Định [74]. Xe container phải nối đuôi trên làn đường chính, chiếm dụng 1–2 làn đường và gây xung đột giao thông với các dòng xe khác không vào trạm [75]. Kết quả là tốc độ lưu thông chung giảm hẳn, xe di chuyển chậm chạp hoặc đứng chờ trên đoạn đường trước trạm cân và cổng cảng [76].

Đường D: Có cổng rào chắn. Trước kia đường này ít khi mở cho xe container vào/ra. Nhưng thời gian gần đây đường này thường xuyên mở, nhất là vào các giờ cao điểm gây ùn ứ, kẹt xe. Đối diện đường D là đường CL-35 đây là đường vào khu dân cư CITY HOME và cổng C cảng TCCL, giờ cao điểm ngoài lượng xe hàng rời ra vào KVTC nhiều, còn lượng lớn người dân, cán bộ nhân viên các cơ quan trong và ngoài quân đội trong khu vực. Tuyến đường này thường xuyên xảy ra tình trạng ùn ứ xe trên tuyến đường Nguyễn Thị Định.

Đường C: Vào ra Khu công nghiệp Cát Lái và khu kiểm định xe cơ giới. Lượng xe ra vào nhiều hàng ngày tại nút giao thông này rất dễ ùn ứ giao, kẹt xe.

Vòng xoay Mỹ Thủy là nơi giao nhau giữa tuyến đường Nguyễn Thị Định, Võ Chí Công lưu thông từ các hướng quận 9, quận 2, quận 7 thường xuyên xảy ra ùn tắc giao thông vào các khung giờ cao điểm, khi có tình huống tai nạn, va quệt giao thông, xe hư hỏng.

Tuyến đường Võ Chí Công từ vòng xoay Phú Hữu đến cầu Phú Mỹ là tuyến đường độc đạo lưu thông từ quận 9- quận 2- quận 7 và ngược lại. Tuyến đường này khi xảy ra tình huống mất ATGT, xe hư hỏng gây tê liệt giao thông trên toàn tuyến, gây ảnh hưởng giao thông tới toàn khu vực. Hướng lưu thông từ vòng xoay Mỹ Thủy lên cầu Phú Mỹ chỉ có 02 lane xe cont. Khi xe hư hỏng nếu phải điều động xe cứu hộ cũng rất khó khăn để tiếp cận hiện trường.

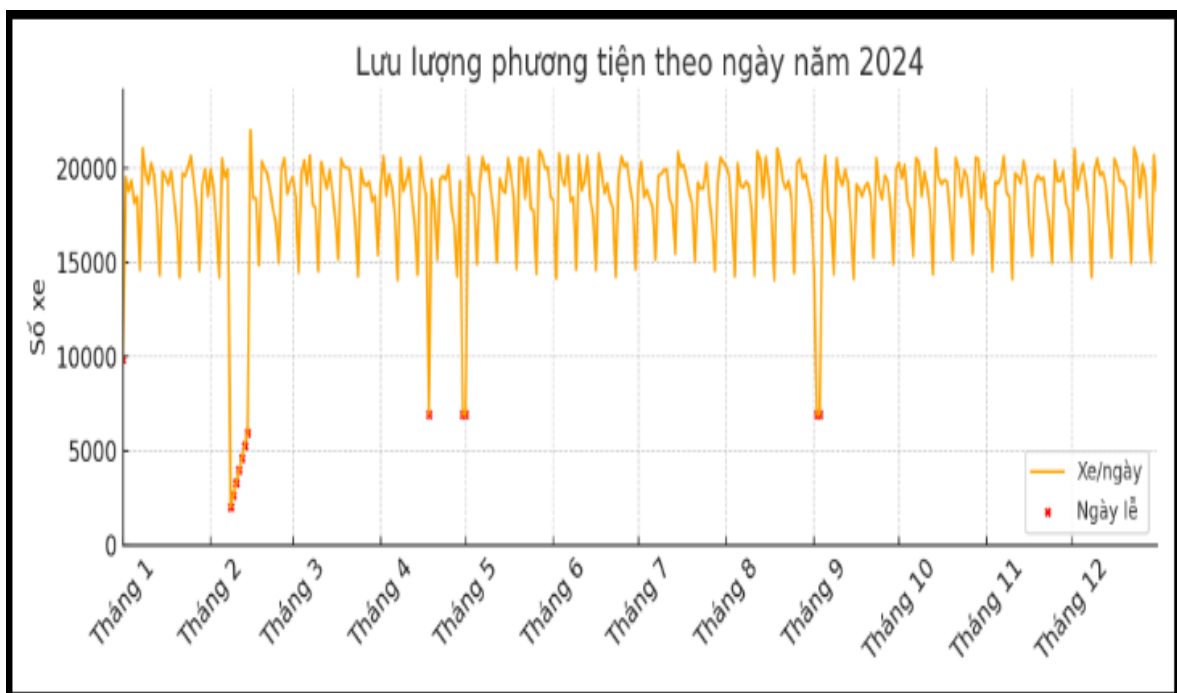
2.3.3 Lưu lượng phương tiện trên đường Nguyễn thị Định

Lưu lượng xe máy, oto qua phà Cát Lái: Phà Cát Lái (TPHCM – Đồng Nai) là cửa ngõ quan trọng cho xe gắn máy và ô tô qua sông Đồng Nai. Trước năm 2022, bình quân mỗi ngày có khoảng 2.500–2.600 xe ô tô qua phà [77]. Sau khi đường cao tốc HCM–Long Thành thu phí không dừng (từ cuối tháng 7/2022), lượng ô tô dồn về phà tăng vọt khoảng 60% lên khoảng 4.000 xe ô tô/ngày [77]. Năm 2024 Theo thống kê của Xí nghiệp quản lý phà Thanh niên xung phong TP.HCM, lưu lượng người dân qua phà Cát Lái trung bình khoảng 50.000 lượt khách/ngày, giai đoạn cao điểm dịp lễ, tết có khi lên tới 100.000 lượt/ngày [78].

Lưu lượng xe container vào cảng Cát Lái: Từ năm 2019 đến 2024, tình trạng ùn tắc giao thông đường bộ trong và quanh cảng Cát Lái diễn ra thường xuyên do lưu lượng xe vượt quá khả năng đáp ứng của hạ tầng kết nối cảng. Cảng Cát Lái hiện tiếp nhận hàng chục nghìn lượt xe container mỗi ngày. Trung bình mỗi ngày có khoảng 16.000–18.000 lượt xe container ra vào cảng, những giai đoạn cao điểm có thể lên đến 20.000–22.000 xe mỗi ngày, và ngay cả những ngày bình thường thì lưu lượng này vẫn quá cao so với khả năng đáp ứng của các tuyến đường kết nối cảng [79]. Đặc biệt, từ cuối năm 2023, do nhiều yếu tố cộng hưởng lưu lượng xe vào

cảng đã tăng lên bình quân khoảng 22.000 xe/ngày đêm khiến nguy cơ ùn tắc cảng nghiêm trọng [80].

Thời điểm ùn tắc: *Trong ngày* vào buổi sáng (06h00-09h00), buổi chiều (16h00-20h00) là thời điểm người dân đi làm, tan ca, xe cá nhân và xe Cont cùng dồn về trên tuyến đường Nguyễn thị Định. Theo phân tích thông lệ hoạt động logistics, giữa và cuối tuần là thời điểm đông xe qua cảng hơn. Trước và sau các kỳ nghỉ lễ lớn (Tết Dương lịch, Tết Âm lịch, 30/4 – 1/5, 2/9...) nguy cơ ùn tắc ở đường Nguyễn thị Định, Cảng cảng Cát Lái, và phà Cát Lái tăng cao [81].



Hình 4: Biểu đồ lưu lượng xe container theo ngày
Nguồn: Tác giả (2025)

Từ biểu đồ ta nhận thấy: Đường màu cam biểu diễn số xe mỗi ngày (xe/ngày), Dấu gạch chéo màu đỏ đánh dấu những ngày lễ/tết, khi lưu lượng giảm đột ngột, Có thể thấy lưu lượng dao động quanh mức ~18.000 xe/ngày trong phần lớn năm, với các **đáy rõ rệt** vào dịp Tết (giữa tháng 2), lễ 30/4-1/5 (cuối tháng 4, đầu tháng 5), và Quốc khánh 2/9 (đầu tháng 9), chu kỳ **tuần** thể hiện khá rõ: các đỉnh cao lặp lại ứng với ngày thường và các thung lũng nhẹ ứng với cuối tuần. Ngoài ra, **các dịp lễ dài ngày** (ví dụ Tết) tạo nên những **độ trũng sâu** – lưu lượng sụt giảm mạnh – xen giữa xu hướng chung.

2.3.4 Công tác phối hợp các lực lượng điều tiết giao thông

Cảng Cát Lái đối mặt với thách thức ùn tắc giao thông trầm trọng tại cửa ngõ, để giải quyết, không thể thiếu sự phối hợp chặt chẽ giữa cảng với các lực lượng chức năng: cảnh sát giao thông (CSGT), Sở Giao thông Vận tải (GTVT), hải quan, biên phòng, phòng cháy chữa cháy, chính quyền địa phương [82]. Trong khuôn khổ đó, một Tổ công tác hỗn hợp thường xuyên được duy trì, bao gồm:

Đại diện cảng (Tân Cảng Cát Lái): cung cấp thông tin về kế hoạch tàu, lượng container xuất nhập, tình hình hoạt động công và bãi; phối hợp xử lý sự cố trong cảng.

Đội CSGT Cát Lái (Phòng CSGT Đường bộ - Đường sắt Công an TP.HCM): phụ trách tuần tra, điều tiết giao thông trên các tuyến đường chính dẫn vào cảng (Nguyễn Thị Định, Đồng Văn Cống, Vành đai 2...). Lực lượng CSGT được tăng cường tại các nút giao trọng điểm như vòng xoay Mỹ Thủy, nút An Phú để kịp thời phân luồng khi mật độ xe tăng cao, đặc biệt trong giờ cao điểm hoặc khi xảy ra sự cố [83]. CSGT cũng chịu trách nhiệm xử lý vi phạm giao thông (xe quá tải, dừng đỗ sai quy định) để giữ trật tự quanh cảng.

Sở GTVT TP.HCM: Điều phối vĩ mô về giao thông: điều chỉnh tín hiệu đèn giao thông ở khu vực cảng, công bố lộ trình, khung giờ cấm/giới hạn xe tải nếu cần. Sở GTVT cũng phối hợp quy hoạch, bố trí bãi đỗ tạm cho xe chờ, điều tiết từ xa khi nhận thông tin ùn tắc [82].

Nhờ cơ chế liên ngành, các lực lượng biết rõ vai trò và có kênh liên lạc trực tiếp với nhau, cảng Cát Lái thiết lập đường dây nóng với Đội CSGT Cát Lái, Sở GTVT... để cập nhật tình hình xe ra vào cổng theo giờ. Ngược lại, CSGT và GTVT thông báo sớm cho cảng về các sự cố giao thông trên đường (tai nạn, kẹt xe xa khu vực) để cảng chủ động điều tiết tiến độ nhận/tra hàng. Quy chế cũng quy định họp giao ban định kỳ giữa các bên (hàng quý hoặc đột xuất khi cần) nhằm đánh giá tình hình và điều chỉnh phương án phối hợp.

Cảng Cát Lái đã thiết lập được cơ chế hợp tác hiệu quả giữa cảng và các lực lượng bên ngoài nhằm giải quyết bài toán ùn tắc giao thông và đảm bảo an ninh,

Việc các bên chủ động chia sẻ thông tin, cùng xây dựng phương án điều tiết, và thường xuyên diễn tập ứng phó sự cố cho thấy tinh thần phối hợp chặt chẽ, nhờ đó, cảng Cát Lái – dù luôn vận hành gần ngưỡng công suất – vẫn duy trì hoạt động liên tục, không để xảy ra ách tắc nghiêm trọng kéo dài hay sự cố an ninh nghiêm trọng nào trong những năm qua.

2.4 Quy trình giao nhận container tại cổng Cảng Cát Lái.

2.4.1 Hiện trạng công tác giao nhận tại cổng Cảng Cát Lái.

Hiện trạng công tác giao nhận tại cổng Cảng Cát Lái			
Lực lượng	Vị trí trong quy trình Gate-in/Gate-out	Chức năng – Nhiệm vụ chính	Mục đích cuối cùng
Vì tính cổng	– Gate-in: sau khi tài xế hoàn tất bước “gặp Nhân viên giao nhận công”,	<i>Xử lý số liệu:</i>	Bảo đảm dữ liệu “ đúng – đủ – kịp thời ” trước khi container vào/ra bãi, tạo chuỗi chứng từ điện tử liền mạch cho DN và cảng.
	– Gate-out: khâu cuối trước khi xe rời cổng	• Nhập/đối chiếu mã đăng ký E-port/E-DO , tình trạng thông quan, tình trạng phí.	
		• In Phiếu Hướng dẫn làm hàng (HĐLH) lúc vào và EIR (Equipment Interchange Receipt) lúc ra.	
		<i>Công nghệ:</i>	
		• Duy trì Hệ thống E-port/Auto-Gate; xử lý trục trặc, hỗ trợ người dùng. • Quản trị máy in, đầu đọc QR, mạng nội bộ tại cổng.	
Nhân viên giao nhận cổng	Điểm chạm đầu & cuối với tài xế tại làn cổng	• Kiểm tra thực địa: biển số xe, số container, số seal, tình trạng vỏ cont.	Đảm bảo container / phương tiện khớp khai báo → tránh nhầm lẫn, giảm rủi ro “mất cont – trễ tàu”; đồng thời giữ nhịp luồng xe ra-vào ổn định
		• Dùng máy hand-held/Tablet quét mã E-port để xác thực, cập nhật thời điểm Gate-in/Gate-out trên hệ thống.	
		• Phân luồng & hướng dẫn xe vào đúng bãi / khu vực cầu bờ phù hợp.	
		• Xử lý ngoại lệ (sai seal, phí còn thiếu, lỗi khai báo) – phối hợp nhanh với Vì tính cổng & Điều độ bãi.	
An ninh	Bao quanh toàn bộ khu cổng &	• Đảm bảo an ninh tại cụm cảng Cát Lái, Kiểm soát người -phương tiện ra vào	Đảm bảo ISPS Code & an ninh chuỗi cung

cổng	lân vào ra (42 lane kiểm soát, 200 camera giám sát)	cảng.	ứng ; giảm rủi ro trộm cắp, buôn lậu; giữ an toàn cho kho bãi & dòng hàng XNK trị giá hàng chục tỉ USD.
		• Giám sát hệ thống giám sát an ninh, hàng rào cảm biến, báo cháy, chống xâm nhập bãi hàng.	
		• Phối hợp CSGT, Biên phòng, Hải quan khi cần phong tỏa, điều tiết giao thông, xử lý sự cố.	
		• Triển khai Auto-Gate & nhận diện biển số/QR để “chốt” an ninh nhưng vẫn thông thoáng cho xe đã đăng ký trước.	

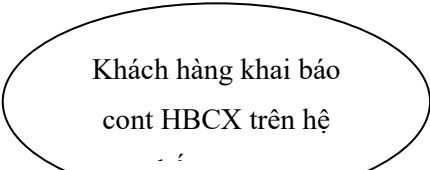
Bảng 9 Công tác giao nhận tại cổng cảng Cát Lái

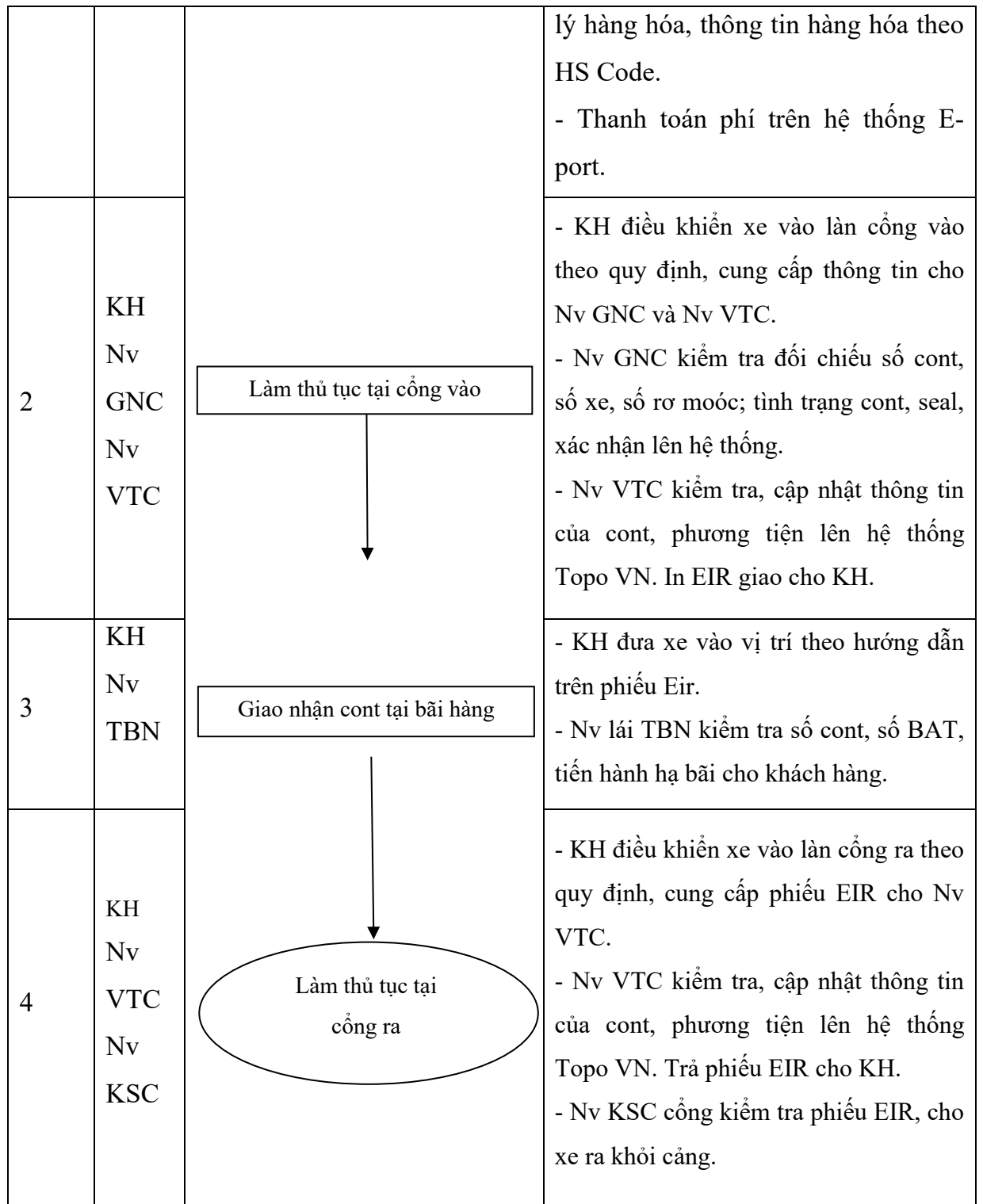
Nguồn: TCCL

Cụm Cảng Cát Lái gồm 6 cổng: A, B, C, D, E, G trong đó cổng C dành riêng cho xe hàng rời, trọng tải dưới 15 tấn, Cổng D chỉ vào đối với container lạnh, container rỗng và xe móc không, cổng A-B thuộc terminal A-B, cổng E, G thuộc terminal C. các cổng này được liên kết với nhau, liên kết với bãi container, cầu tàu bởi hệ thống đường nội bộ được đánh dấu theo thứ tự D1→D9 terminal A-B và G1→G11, H1→H11 terminal C-Phú Hữu, ter A-B kết nối với ter C qua đường Cát Lái - Giang Nam - Phú Hữu [62]. Các cổng đều dùng chung hệ thống quản trị TopX, TOPOVN, ứng dụng cảng điện tử E-port, E-DO, Hải quan, check-in online...các phương tiện có thể di chuyển, làm thủ tục giữa các cổng [61].

Tại Cổng cảng gồm 3 lực lượng chính là: Vi tính cổng, Giao Nhận Cổng và An Ninh Cổng trong đó Vi tính cổng và Giao nhận cổng thuộc Trung Tâm Điều độ, An ninh cổng thuộc Trung Tâm AN Ninh, dưới đây là bảng tóm tắt chức năng nhiệm vụ của các lực lượng tại cổng cảng.

2.4.2 Lưu đồ tiến trình thực hiện quy trình giao container

Bước	Trách nhiệm	Lưu đồ tiến trình	Mô tả công việc/ Biểu mẫu
1	KH	 Khách hàng khai báo cont HBCX trên hệ	- KH khai báo thông tin lô hàng trên E-port. - Khai thông tin tờ khai hoặc số quản

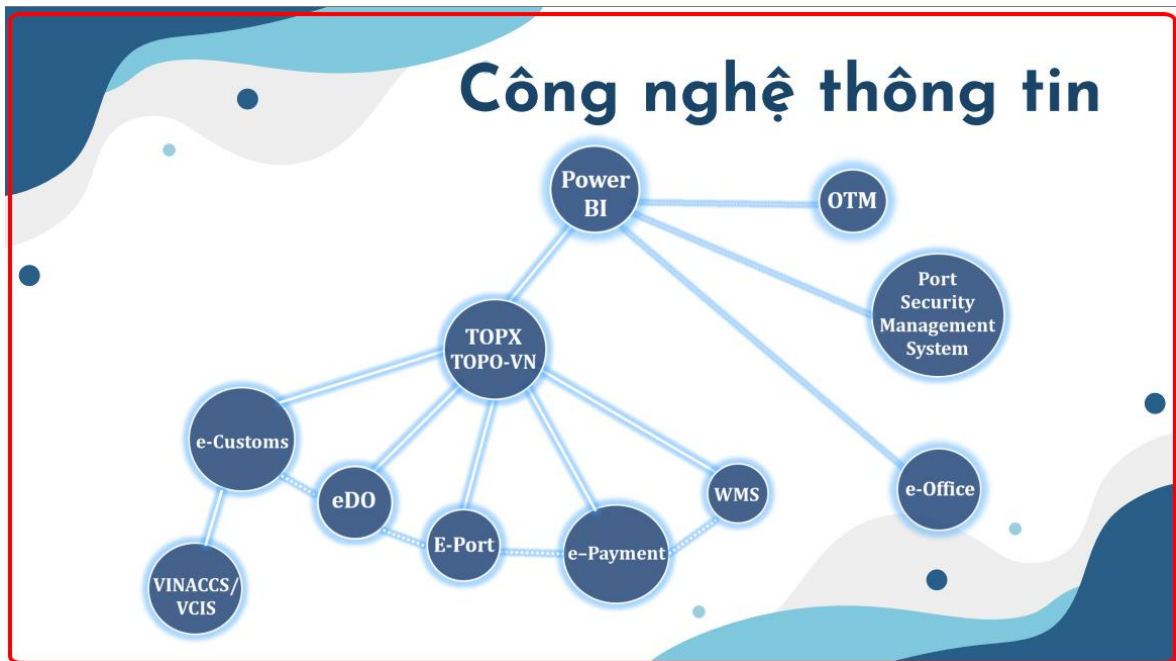


Sơ đồ 1: Quy trình giao nhận tại cổng cảng

Nguồn: TTĐĐCL

Quy trình giao nhận container tại Cảng Cát Lái được chia thành hai giai đoạn chính: **Gate-in** (cổng vào) dành cho các xe vào cảng mang container cần giao (xe chở container hàng nhập hoặc container rỗng trả về) và **Gate-out** (cổng ra) dành cho các xe ra cảng mang container cần lấy đi (xe đến nhận container hàng xuất hoặc xe chở container rỗng giao vào bãi).

2.4.3 Quy trình khai thác và vấn đề an ninh



Hình 5: Sơ đồ hệ thống công nghệ thông tin cảng cát lái
Nguồn: saigonnewport.com.vn [62]

Cảng Cát Lái thuộc Tổng Công ty Tân Cảng Sài Gòn (SNP) – đơn vị tiên phong ứng dụng CNTT trong khai thác cảng, hệ thống điều hành cảng TOPX/TOPO (TOS), kết nối với hải quan điện tử (VNACCS/VCIS), lệnh giao hàng điện tử (eDO), cổng thông tin E-Port, thanh toán điện tử, quản lý kho bãi (WMS), cùng các công cụ phân tích như Power BI, hệ thống giám sát an ninh cảng (Port Security) và quản lý vận tải (OTM) [62]. Mục tiêu của các giải pháp này là tăng tự động hóa, rút ngắn quy trình thủ tục và chia sẻ dữ liệu giữa các bên.

Kiểm soát người và phương tiện: Việc số hóa quy trình công giúp nhận dạng phương tiện nhanh và chính xác hơn, Hệ thống e-Port cung cấp thông tin trước về xe và container, cho phép nhân viên giao nhận cổng kiểm tra đối chiếu biển số, mã

container khi xe tới cổng, nhờ đó thời gian chờ trung bình của xe tại cổng đã giảm từ 13 phút xuống 6 phút [70]. Tăng tốc độ thông quan và giảm ùn ứ trước cổng. Bên cạnh đó, camera và cảm biến được tích hợp trong hệ thống quản lý an ninh, giúp giám sát toàn bộ khu vực trong và ngoài cổng, phát hiện kịp thời xâm nhập trái phép. Tuy nhiên, hạn chế còn lại là một số quy trình vẫn thủ công như kiểm tra giấy tờ tài xế, kiểm tra seal, chì niêm phong container... đòi hỏi nhân viên tại chỗ, Nếu nhân sự không đủ hoặc thao tác chậm, vẫn có thể xảy ra tình trạng ùn ứ cục bộ và giảm hiệu quả kiểm soát.

Giám sát hàng hóa và ngăn ngừa gian lận: Các ứng dụng CNTT đã nâng cao khả năng theo dõi lô hàng, Hệ thống e-Customs và ePort liên thông cho phép tự động giám sát trạng thái thông quan của container; container chưa thông quan sẽ bị chặn qua cổng cho đến khi hoàn thành thủ tục, nguy cơ hàng lậu lọt qua giảm đi, hệ thống camera AI giám sát an ninh mới triển khai có thể phát hiện sự cố cháy nổ hoặc hành vi bất thường và cảnh báo tự động đến trung tâm an ninh [70]. Điều này giúp chủ động ngăn chặn kịp thời các hành vi gian lận, trộm cắp trong bãi cảng.

Kết nối dữ liệu và cảnh báo rủi ro: Cảng Cát Lái đã và đang xây dựng hệ sinh thái dữ liệu liên kết các hệ thống CNTT nội bộ và đối tác, hệ thống eSNP đang hướng tới kết nối chia sẻ thông tin với hãng tàu, đại lý, hải quan, cảng vụ... nhằm tạo cơ sở dữ liệu tập trung, Khi dữ liệu được liên thông, năng lực phân tích luồng hàng, hành vi luân chuyển container theo thời gian để phát hiện điểm bất thường, cảnh báo rủi ro sớm [70].

2.5 Năng suất cổng cảng Cát lái

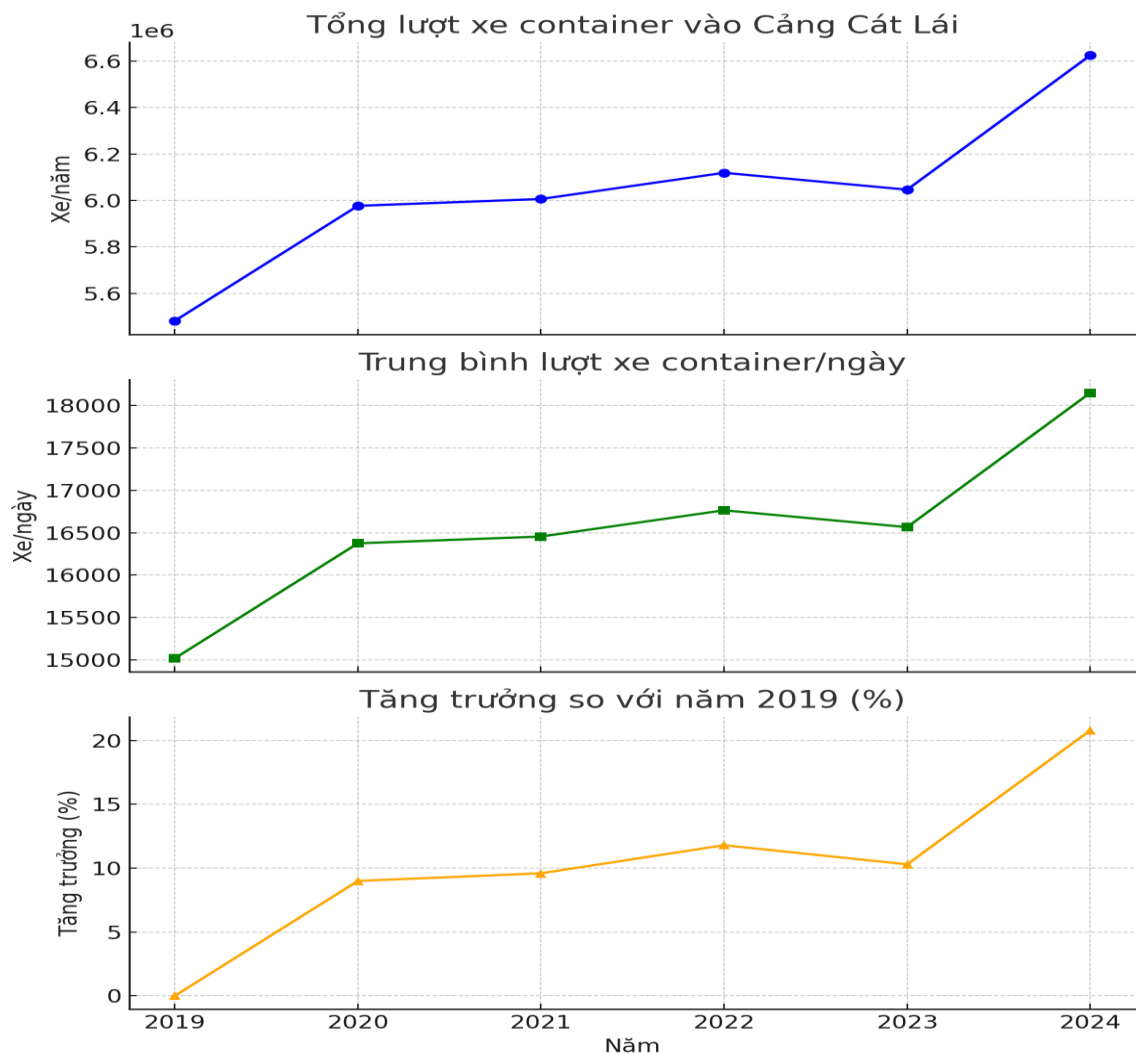
Trong bối cảnh lưu lượng container ngày càng gia tăng, năng suất giao nhận tại cổng cảng là chỉ số then chốt đánh giá hiệu quả khai thác và mức độ “thông suốt” luồng xe vào–ra.

Chương này trình bày kết quả phân tích dữ liệu 6 năm (2019 – 2024) về lượng xe container qua 5 cổng A, B, D, E, G của cảng Tân Cảng – Cát Lái, xác định xu hướng tăng trưởng, mức phân bổ lưu lượng và hệ quả đối với tình trạng ùn tắc cổng/ngõ vào.

2.5.1 Tổng quan xu hướng (2019–2024)

$$\text{Xe trung bình/ngày tại cổng X} = \frac{\text{Tổng xe/năm tại cổng X}}{365}$$

Dựa vào bảng 1, áp dụng công thức tính năng suất trung bình ta có:



Biểu đồ tăng trưởng lưu lượng xe Cont giai đoạn 2019-2024

Nguồn: Tác giả (2025)

Biểu đồ dạng phụ (subplot) thể hiện cùng lúc 3 chỉ số quan trọng về lưu lượng xe container vào Cảng Cát Lái từ năm 2019 đến 2024: Từ năm 2019 đến

2024, tốc độ tăng trưởng luôn dương, cho thấy xu hướng mở rộng lưu lượng đều đặn.

XU HƯỚNG LƯU LƯỢNG XE CONT VÀO CẢNG CÁT LÁI			
Năm	Tổng lượt xe/năm	Trung bình xe/ngày	Tăng trưởng so với 2019
2019	5.481.200	15.017	—
2020	5.976.826	16.375	+9,0 %
2021	6.006.253	16.455	+9,6 %
2022	6.119.116	16.765	+11,8 %
2023	6.046.568	16.566	+10,3 %
2024	6.625.466	18.152	+20,8 %

Bảng 10 Tốc độ tăng trưởng lưu lượng xe container (2019→2024)

Nguồn: Tác giả (2025)

Tổng lưu lượng xe qua các cổng tăng từ 5,48 triệu lượt (2019) lên 6,63 triệu lượt (2024), tương đương **+21 %**.

Xe/ngày đã tăng từ 15.000 lên ~18.150, nghĩa là trung bình mỗi ngày cảng phải xử lý thêm ~3.150 xe.

2.5.2 Tỷ lệ phân bổ lưu lượng theo cổng

Tỷ lệ phân bổ lưu lượng theo cổng (2024)			
Cổng	Tổng lượt (xe)	% trong năm	TB/ngày (xe)
A	1.797.568	27,10%	15.017
B	2.516.766	38,00%	16.375
D	479.066	7,20%	16.455
E	856.051	12,90%	16.765
G	976.015	14,70%	16.566
Tổng	6.625.466	100%	18.152

Bảng 11 Lưu lượng xe container phân bổ theo cổng cảng
 Nguồn: Tác giả (2025)

Nhận xét: Tổng lưu lượng năm 2024 là 6.625.466 lượt xe, trong đó cổng A, B chiếm gần 70%, tương đương 4.314.334 lượt xe, đây là 2 cổng kết chính kết nối trực tiếp với tuyến đường Nguyễn thị Định, Ter A, B. Cổng D có tỷ trọng thấp chỉ 7,2% phản ánh đây là cổng vào, tiếp nhận container lạnh, cont rỗng và xe móc không.

2.5.3 Tính tốc độ tăng trưởng bình quân hàng năm giai đoạn (2019-2024)

Công thức tính CAGR:

$$CAGR = \frac{V_f}{V_i}^{\frac{1}{n}} - 1$$

(với $n=5$)

Trong đó: V_f : Giá trị năm cuối (2024): 6.625.466 (lượt xe)

V_i : Giá trị năm đầu (2019): 5.481.200 (lượt xe)

$$CAGR = \frac{6.625.466}{5.481.200}^{\frac{1}{5}} - 1 \approx 0,039 \Rightarrow \boxed{3,9\%/năm}$$

Tốc độ tăng trưởng bình quân giai đoạn (2019-2024) lưu lượng xe container tại cảng Cát Lái vào khoảng gần 4% phản ánh đúng tốc độ tăng trưởng sản lượng thông qua cảng trong giai đoạn này. Cổng E có tốc độ tăng trưởng cao nhất với 20% từ 331,407 lên 856.051 lượt xe, nguyên nhân do sự mở rộng bãi hàng và chuyển dịch lưu lượng. Cổng A, G, D có sự tăng ổn định cùng tỷ lệ với hệ thống, Cổng B tuy có lưu lượng lớn nhất nhưng tỷ lệ tăng dưới 1%, cho thấy sự bão hòa của năng suất.

Tốc độ tăng trưởng kép giai đoạn 2019–2024:

Cổng	2019 (đầu kỳ)	2024 (cuối kỳ)	CAGR (%)
A	1.489.705	1.797.568	3,82%
B	2.444.901	2.516.766	0,58%
D	388.070	479.066	4,30%
E	331.407	856.051	20,90%
G	827.117	976.015	3,37%
Tổng	5.481.200	6.625.466	3,87%

Bảng 12 Tốc độ tăng trưởng CAGR giai đoạn 2019-2024

Nguồn: Tác giả (2025)

2.5.4 Hệ số tải làn cổng cảng Cát Lái

Hệ số tải làn thể hiện cường độ sử dụng của từng làn đường dẫn vào/ra cảng, từ đó đánh giá nguy cơ **ùn tắc cục bộ**. Công thức:

$$\text{Hệ số tải làn} = \frac{\text{Tổng số phương tiện giờ cao điểm}}{\text{số làn đường hoạt động}}$$

Thời gian hoạt động: Cảng hoạt động 365 ngày/ năm, 24h/ ngày,
Số làn xe tại cổng cảng Cát Lái

số lane container tại các cổng cảng Cát Lái				
STT	Cổng	Vào	Ra	Tổng
1	A	5	3	8
2	B	7	5	12
3	D	10	0	10
4	E	4	3	7
5	G	2	3	5
	Tổng	28	14	42

Bảng 13: Số lane xe container cổng Cụm cảng Cát Lái
Nguồn: Tác giả (2025)

Giả thiết năng lực thông xe của mỗi làn (xe/năm)

Nếu 1 phút/xe $\rightarrow$ 60 xe/giờ $\rightarrow$ 1.440 xe/ngày $\rightarrow$ 525.600 xe/năm.

Nếu 2 phút/xe $\rightarrow$ 30xe/giờ $\rightarrow$ 720 xe/ngày $\rightarrow$ 262.800 xe/năm.

Nếu 3 phút/xe $\rightarrow$ 20xe/giờ $\rightarrow$ 480xe/ngày $\rightarrow$ 175.200 xe/năm.

Nếu 5 phú/xe $\rightarrow$ 14xe/giờ $\rightarrow$ 336 xe/ngày $\rightarrow$ 122.640 xe/năm.

Áp dụng công thức tính hệ số tải làn P ta có bảng sau:

Hệ số tải làn theo từng mức năng suất cổng cảng Cát lái năm 2024							
Cổng	Xe (2024)	Số làn	Xe/làn/năm	Tải làn (1p/xe)	Tải làn (2p/xe)	Tải làn (3p/xe)	Tải làn (5p/xe)
A	1.797.568	8	224.696	42,70%	85,50%	128,30%	213,70%
B	2.516.766	12	209.730	39,90%	79,81%	119,70%	199,50%
D	479.066	10	47.907	9,10%	18,23%	27,30%	45,60%
E	856.051	7	122.293	23,30%	46,53%	69,80%	116,30%
G	976.015	5	195.203	37,10%	74,28%	111,40%	185,70%

Bảng 14 Hệ số tải làn cổng cảng theo năng suất

Nguồn: Tác giả (2025)

Nếu cổng cảng Cát Lái vận hành với năng suất trong khoảng (1-2) phút/xe cổng hoạt động dưới 90% công suất, không xảy ra ùn tắc.

Nếu cổng cảng Cát Lái vận hành với năng suất lớn hơn 3 phút/xe, cổng hoạt động trên 100% công suất, xuất hiện ùn tắc đáng kể, đặc biệt là cổng A, B.

2.5.5 Mô hình M/M/c thời gian chờ, tắc nghẽn cổng cảng.

Mô hình M/M/C (theo ký hiệu Kendall) mô tả hệ thống hàng đợi có C kênh phục vụ song song, với đến theo quá trình Poisson (M - Markovian arrivals) và phục vụ có thời gian phân phối mũ (M). Trong bối cảnh này, mỗi cổng cảng Cát Lái được coi như một hệ thống M/M/C, trong đó:

Tốc độ đến trung bình (λ): tính bằng số xe đến cổng mỗi đơn vị thời gian. cảng Cát Lái hoạt động liên tục 24/7 và dòng xe phân bố đều, do đó λ được tính từ tổng xe/năm chia cho 365 ngày và 24 giờ. Chẳng hạn, cổng A năm 2024 có 1.797.568 xe, suy ra

$$\lambda_A = 1.797.568 / (365 \times 24) = 205,2 \text{ xe/giờ.}$$

Số kênh phục vụ (C): chính là tổng số làn container tại cổng (Bảng 7).

Cổng A có $C_A = 8$ làn phục vụ.

Tốc độ phục vụ (μ): Chúng tôi lần lượt xét ba kịch bản tốc độ phục vụ trung bình cho mỗi làn: **2 phút/xe (30 xe/giờ/làn), 3 phút/xe (20 xe/giờ/làn), 5 phút/xe (12 xe/giờ/làn).**

Với các tham số trên, ta xác định hệ số sử dụng ρ của hệ thống:

$$\rho = \frac{\lambda}{c \cdot \mu}$$

Xác suất không có phương tiện trong hệ thống (P_0):

$$P_0 = \sum_{n=0}^{c-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^c}{c!} \cdot \frac{1}{1 - \rho}^{-1}$$

Số phương tiện trung bình trong hàng (L_q):

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^c \cdot \rho}{c! \cdot (1 - \rho)^2} \cdot P_0$$

Thời gian chờ trung bình trong hàng (W_q):

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

Thời gian trung bình trong hệ thống (W):

$$W = W_q + \frac{1}{\mu}$$

Dựa trên lý thuyết hàng đợi M/M/c, các chỉ số hiệu suất gồm hệ số sử dụng ρ , xác suất phải chờ P_q , thời gian chờ trung bình W_q và độ dài hàng đợi trung bình L_q được tính toán cho từng công trong từng kịch bản. Kết quả được tổng hợp trong các bảng dưới đây.

Kịch bản 1: Tốc độ phục vụ 2 phút/xe (30 xe/giờ mỗi làn).

Chỉ số hoạt động của các công 2 phút/xe				
Cổng	P	P _q	W _q (phút)	L _q (xe)
A	0.86	0.58	1.01	3.45
B	0.80	0.36	0.30	1.44
D	0.18	0.00	0.00	0.00
E	0.47	0.06	0.03	0.05
G	0.74	0.45	0.70	1.30

Bảng 15 Tốc độ phục vụ 2 phút/xe
Nguồn: Tác giả (2025)

Hiệu suất cho các cổng với tốc độ phục vụ 2 phút mỗi xe. Trong kịch bản này, năng lực phục vụ khá cao (mỗi làn xử lý 30 xe/giờ), do đó tất cả các cổng đều có $\rho < 1$, nghĩa là hệ thống ổn định.

Cổng B và cổng A có lưu lượng xe lớn nhất nên hệ số sử dụng ρ cao nhất (B: 0,80; A: 0,86). Tuy ρ khá cao nhưng vẫn dưới 1, cho thấy năng lực 12 làn của cổng B và 8 làn của cổng A vẫn đáp ứng được lưu lượng. Cụ thể, cổng A có khoảng **85%** công suất được sử dụng, với xác suất 58% khách đến phải chờ ($P_q = 0,58$) và thời gian chờ trung bình chỉ khoảng **1 phút**. Cổng B đỡ tải hơn ($\rho = 0,80$), xác suất chờ = 36%, thời gian chờ trung bình khoảng **18 giây**. Cổng G có 5 làn và lưu lượng khá cao nên $\rho = 0,74$, $P_q = 45\%$, $W_q = 0,7$ phút (khoảng 42 giây). Ngược lại, cổng D và E hoạt động dư năng lực: cổng D (10 làn) chỉ dùng 18% công suất, hầu như không có xe phải chờ; cổng E (7 làn) dùng 47% công suất, xác suất chờ chỉ 5% và thời gian chờ trung bình vài **giây**. Nhìn chung, với tốc độ phục vụ 2 phút/xe, **tất cả các cổng đều hoạt động hiệu quả**. Các cổng A và B tuy bận rộn nhất nhưng vẫn đảm bảo thời gian chờ trung bình rất thấp (dưới 1 phút), trong khi các cổng khác hầu như không xảy ra ùn tắc.

Kịch bản 2: Tốc độ phục vụ 3 phút/xe (20 xe/giờ mỗi làn)

Chỉ số hoạt động của các cổng 3 phút/xe				
Cổng	P	P _q	W _q (phút)	L _q (xe)
A	1.28	—	—	—
B	1.20	—	—	—
D	0.27	0.00	0.00	0.00
E	0.70	0.30	0.42	0.69
G	1.11	—	—	—

Bảng 16 Tốc độ phục vụ 3 phút

Nguồn: Tác giả (2025)

Tốc độ phục vụ giảm còn 20 xe/giờ mỗi làn, làm giảm năng lực thông qua của mỗi cổng. Bảng 9 thể hiện các chỉ số cho trường hợp này. Lưu ý rằng một số cổng có ρ vượt quá 1, nghĩa là lưu lượng xe đến vượt quá năng lực phục vụ (hệ thống quá tải). Đối với những trường hợp $\rho \geq 1$, mô hình M/M/c không có nghiệm

ổn định và hàng đợi sẽ tăng lên không giới hạn. Trong bảng, các giá trị P_q , W_q , L_q cho những cổng quá tải được đánh dấu “-” do không xác định được trong trạng thái ổn định.

Ta thấy cổng A, B và G đã rơi vào trạng thái quá tải khi tốc độ phục vụ giảm còn 3 phút/xe. Cụ thể, cổng A có $\rho = 1,28$ (lưu lượng yêu cầu 205 xe/giờ so với năng lực 160 xe/giờ của 8 làn), cổng B có $\rho = 1,20$ (yêu cầu 287 xe/giờ, năng lực 240 xe/giờ), cổng G $\rho = 1,11$. Điều này có nghĩa là các cổng này không đủ năng lực phục vụ, phương tiện đến hầu như đều phải xếp hàng chờ và hàng đợi sẽ kéo dài dần theo thời gian nếu tình trạng này tiếp diễn. Ngược lại, cổng D và E vẫn hoạt động ổn định ($\rho < 1$). Cổng D tiếp tục rất nhàn rỗi ($\rho = 0,27$, chỉ 0,03% xe phải chờ), trong khi cổng E bắt đầu có dấu hiệu tải tương đối cao hơn với $\rho = 0,70$. Ở cổng E, xác suất phải chờ P_q là 30% phương tiện và thời gian chờ trung bình khoảng 0,42 phút (khoảng 25 giây), dài hơn so với kịch bản 1 nhưng vẫn chấp nhận được. Tóm lại, với tốc độ phục vụ 3 phút/xe, **chỉ cổng D và E còn đáp ứng tốt**, còn các cổng lưu lượng cao (A, B, G) thì **không đáp ứng kịp nhu cầu**, dẫn đến ùn ứ nghiêm trọng.

Kịch bản 3: Tốc độ phục vụ 5 phút/xe (12 xe/giờ mỗi làn)

Chỉ số hoạt động của các cổng 5 phút/xe				
Cổng	P	P_q	W_q (phút)	L_q (xe)
A	2.14	—	—	—
B	2.00	—	—	—
D	0.46	0.02	0.02	0.02
E	1.16	—	—	—
G	1.86	—	—	—

Bảng 17 Tốc độ phục vụ 5 phút/xe
 Nguồn: Tác giả (2025)

Tốc độ phục vụ rất chậm, chỉ 12 xe/giờ trên mỗi làn (5 phút xử lý một xe). Kết quả tính toán trong Bảng 10 cho thấy hầu hết các cổng đều quá tải trầm trọng ở mức phục vụ này, ngoại trừ cổng D.

Khi công suất phục vụ giảm mạnh, các cổng chính (A, B, G, E) đều quá tải. Cổng A và B đặc biệt vượt xa giới hạn ($\rho = 2,14$ và $2,00$ tương ứng), tức lưu lượng đến gấp khoảng 2 lần năng lực phục vụ – tình trạng này sẽ gây ùn tắc nghiêm trọng và hàng đợi dài không giới hạn. Cổng G ($\rho = 1,86$) và cổng E ($\rho = 1,16$) cũng đều không đáp ứng nổi nhu cầu ở tốc độ phục vụ 5 phút/xe. Chỉ có cổng D vẫn dưới ngưỡng tải ($\rho = 0,46$), do lưu lượng qua cổng D vốn thấp (khoảng 55 xe/giờ) so với 10 làn phục vụ. Tại cổng D, xác suất chờ Pq chỉ 2%, thời gian chờ trung bình là 0,02 phút (1 giây), hầu như không đáng kể. Có thể thấy, với tốc độ phục vụ chậm 5 phút/xe, toàn bộ hệ thống gần như tê liệt ngoại trừ cổng D: các phương tiện tại các cổng A, B, E, G sẽ phải xếp hàng dài và chờ đợi rất lâu do năng lực phục vụ quá thấp so với nhu cầu.

Kết Luận: Hiệu quả hoạt động của các cổng cảng phụ thuộc rất lớn vào tốc độ phục vụ mỗi làn. Với tốc độ phục vụ nhanh (2 phút/xe), tất cả các cổng đều hoạt động thông suốt, thời gian chờ trung bình dưới 1 phút ngay cả tại các cổng bận rộn nhất. Khi tốc độ phục vụ chậm lại (3 phút/xe), một số cổng bắt đầu quá tải (đặc biệt là A, B, G) dẫn đến hàng đợi hình thành. Nếu chậm hơn nữa (5 phút/xe), hầu hết các cổng chính đều rơi vào tình trạng ùn tắc nặng nề. Cổng D là ngoại lệ do lưu lượng thấp so với số làn, nên kể cả ở kịch bản xấu nhất vẫn dư năng lực. Ngược lại, cổng A và B có lưu lượng rất cao; chúng đòi hỏi tốc độ phục vụ phải duy trì khoảng $\leq 2,5$ phút/xe (tương đương 24 xe/giờ mỗi làn) để tránh quá tải, cổng E và G có quy mô trung bình, ở mức 3 phút/xe vẫn còn chấp nhận được nhưng đến 5 phút/xe thì cũng không đáp ứng nổi, việc duy trì tốc độ xử lý phương tiện nhanh tại cổng (ví dụ ứng dụng công nghệ, tối ưu quy trình kiểm soát) là yếu tố then chốt để đảm bảo hiệu quả hoạt động và hạn chế ùn tắc tại các cổng cảng.

2.5.6 Hiệu suất cổng cảng và vấn đề an ninh

Hiệu suất cổng cảng ảnh hưởng trực tiếp đến công tác an ninh như sau:

Kiểm soát người và phương tiện: Khối lượng phương tiện không lồ đòi hỏi kỷ luật vận hành công rất cao. Với hàng chục nghìn xe mỗi ngày, chỉ cần một sự cố nhỏ (xe hỏng, tai nạn, hệ thống trục trặc) có thể gây hiệu ứng dây chuyền, ùn ứ hàng trăm xe. Khi năng suất công tiệm cận giới hạn, nhân viên an ninh phải làm việc với cường độ cao, dễ căng thẳng, dẫn đến sơ suất trong kiểm tra giấy tờ, đối chiếu người và phương tiện. Hơn nữa, nếu một cổng chính (như cổng B ~2,5 triệu lượt/năm) gặp sự cố, các cổng khác khó thay thế kịp do chênh lệch lưu lượng quá lớn, tạo lỗ hổng cho đối tượng xâm nhập nếu an ninh không kịp bố trí lực lượng. Tóm lại, càng nhiều phương tiện qua cổng, nguy cơ mất kiểm soát từng chiếc xe càng tăng nếu không có biện pháp phân luồng và giám sát chặt chẽ.

Giám sát hàng hóa và ngăn ngừa gian lận: Năng suất giao nhận cao nghĩa là hàng hóa lưu thông nhanh, thời gian container nằm bãi ngắn, tích cực cho an ninh (giảm nguy cơ thất thoát do lưu kho lâu). Tuy nhiên, khối lượng xe ra/vào lớn cũng đồng nghĩa khó kiểm tra kỹ từng lô hàng, lực lượng chức năng (hải quan, an ninh) không thể dừng quá lâu một xe để soi chiếu hay kiểm hóa chi tiết nếu không muốn cản trở dòng xe, điều này buộc phải áp dụng phân luồng rủi ro: chỉ một tỷ lệ nhỏ container bị kiểm tra thực tế, Kẻ gian có thể lợi dụng xác suất này để luồn lách hàng cấm qua những lô hàng luồng xanh, áp lực xử lý nhanh có thể dẫn tới bỏ qua một số bước (ví dụ niêm phong container chưa được đối soát kỹ), tạo khe hở cho gian lận. Do vậy, mặc dù năng suất cao giúp giảm ùn ứ, thách thức đặt ra là duy trì mức độ kiểm soát hàng hóa đủ chặt chẽ trong dòng chảy phương tiện liên tục.

Kết nối dữ liệu và cảnh báo rủi ro: Lượng giao dịch lớn tại cổng đòi hỏi hệ thống CNTT phải ổn định và thời gian xử lý nhanh, Càng số hóa mạnh, càng càng đối mặt nguy cơ về bảo mật thông tin, tấn công mạng, Các hệ thống trọng yếu (TOS, ePort) nếu bị gián đoạn có thể làm tê liệt hoạt động cảng.

2.6 Những yếu tố ảnh hưởng tới an ninh cổng cảng Cát Lái

Từ cơ sở lý thuyết ở bảng (3) chương 1 và thực trạng cảng Cát Lái, chúng ta xác định được những yếu tố ảnh hưởng tới an ninh cổng cảng cát lái đó là: Hạ tầng vật lý; Công nghệ quản lý và tự động hóa; Quy trình giao nhận và kiểm soát truy

cập; Nhân sự; Lưu lượng xe và hiện tượng ùn tắc cổng; dung lượng bãi, chiều dài bến hạn chế; Phối hợp lực lượng liên ngành; Kết nối dữ liệu và năng lực cảnh báo rủi ro. Sau đây là bảng tổng hợp các yếu tố ảnh hưởng đến an ninh cổng cảng Cát Lái, kèm mô tả, cơ chế tác động và phân loại theo giai đoạn an ninh:

Các yếu tố và cơ chế ảnh hưởng an ninh cổng cảng Cát Lái			
Yếu tố ảnh hưởng	Giai đoạn	Mô tả chi tiết	Cơ chế ảnh hưởng đến an ninh
1. Hạ tầng vật lý (rào chắn, chiếu sáng, camera)	Ngăn chặn (chủ yếu)	Rào chắn kiên cố xung quanh cảng; cổng kiểm soát nhiều lần với barie; đèn pha chiếu sáng toàn khu; ~200 camera giám sát phủ khắp bãi, kèm cảm biến báo động khu trọng yếu [84].	Ngăn cản truy cập trái phép từ bên ngoài (rào, barie); răn đe kẻ gian (ánh sáng, camera hiện diện); hỗ trợ phát hiện sớm và ghi lại bằng chứng khi xảy ra xâm nhập.
2. Công nghệ quản lý & tự động hóa (TOPX, TOPOVN, ePort, cổng tự động, check-in online, thiết bị cầm tay)	Ngăn chặn	Phần mềm TOS (TOPX/TOPOVN) tối ưu điều hành, rút ngắn thời gian làm hàng; hệ thống ePort, eDO cho phép khai báo, thanh toán, nhận lệnh online; triển khai cổng tự động (OCR biển số, nhận diện mặt tài xế) và thủ tục check-in từ xa; nhân viên dùng handheld nhận thông tin nhanh [85]; [86] [87].	Tự động hóa quy trình giảm sai sót và thời gian chờ (ít ùn tắc hơn); nhận diện và đối chiếu tự động tại cổng ngăn chặn từ đầu xe/người không hợp lệ; loại bỏ bớt tương tác thủ công (hạn chế cơ hội trộm cắp, nhũng nhịu) và lưu trữ dữ liệu phục vụ điều tra sự cố.
3. Quy trình giao nhận & kiểm soát truy cập	Ngăn chặn	Quy định chặt chẽ việc đăng ký trước thông tin tài xế, phương tiện; thủ tục một cửa liên thông (cảng – hải quan – hãng tàu); kiểm tra giấy tờ, đối chiếu mã container và lệnh giao nhận tại cổng; chỉ cho phép người/xe có thẻ và lệnh hợp lệ đi qua; thực hiện kiểm tra ngẫu nhiên (vũ khí, ma túy,	Đảm bảo chỉ đối tượng hợp lệ mới được vào/ra – giảm thiểu nguy cơ xâm nhập trái phép; quy trình đối chiếu nhiều bước giúp phát hiện kịp thời các sai lệch (container không khớp chứng từ, xe không lệnh...); các khâu kiểm soát đan xen tạo “mạng lưới” ngăn chặn nhiều tầng, khó bỏ lọt nguy

		PCCC) định kỳ [88].	cơ.
4. Nhân sự (đào tạo, kỷ luật, cường độ làm việc)	Phát hiện (và Phản ứng)	Đội ngũ bảo vệ, an ninh, GNC có tính kỷ luật quân đội, được huấn luyện nghiệp vụ thường xuyên; làm việc 24/7 với lượng phương tiện rất lớn nên dễ quá tải; có cơ chế luân phiên, giám sát nội bộ để phòng sai sót và tiêu cực [89].	Con người là tuyến phòng thủ trực tiếp: nhân sự chuyên nghiệp tuân thủ đúng quy trình sẽ ngăn chặn lỗ hổng (không bỏ qua bước kiểm tra); đồng thời là “mắt tai” nhạy bén để phát hiện dấu hiệu bất thường máy móc khó nhận ra; nhân sự phản ứng nhanh giúp khoanh vùng, xử lý sự cố kịp thời. (Ngược lại, nhân sự mệt mỏi, thiếu đào tạo dễ bỏ lọt nguy cơ).
5. Lưu lượng xe & ùn tắc cổng	Ngăn chặn (bị ảnh hưởng)	Mỗi ngày ~20.000 lượt xe tải, container ra vào gây quá tải cổng; đường vào cảng hẹp dẫn đến kẹt xe thường xuyên; nhiều xe phải chờ hàng giờ ngoài cổng, giao thông khu vực lộn xộn, xung đột với xe máy địa phương [90]; [91]; [88].	Ùn tắc kéo dài tạo áp lực lên khâu kiểm soát: nhân viên khó kiểm tra kỹ từng xe khi dòng xe dồn ứ; dễ phát sinh hiện tượng lách luật (tài xế tìm cách chen ngang, bỏ qua bước); cản trở phản ứng khi khẩn cấp (xe cứu hộ, công an khó tiếp cận); môi trường hỗn loạn cũng tạo cơ hội cho kẻ gian trà trộn.
6. Hạn chế mở rộng bãi, bến (tuần tra, giám sát)	Phát hiện	Diện tích cảng hữu hạn, bãi container luôn gần đầy công suất; lối đi nội bộ hạn chế, nhiều khu vực khuất tầm nhìn; khó bổ sung chốt gác hay mở rộng phạm vi tuần tra do không gian chật [92]; [91].	Giảm khả năng giám sát liên tục: bảo vệ khó tuần tra hết mọi góc ngách trong bãi đầy đặc container => nguy cơ trễ phát hiện kẻ đột nhập hoặc sự cố (cháy, rò rỉ...); camera có thể có điểm mù nếu container xếp cao; khi sự cố xảy ra, lối tiếp cận hạn hẹp làm chậm phản ứng khẩn cấp.
7. Phối hợp lực lượng liên	Phản ứng	Thiết lập kênh liên lạc và cơ chế phối hợp giữa an ninh cảng với Biên phòng	Sức mạnh tổng hợp giúp ngăn chặn hiệu quả hơn (nhiều lực lượng cùng hiện

ngành (Biên phòng, Hải quan, CSGT, Công an...)		cửa khẩu, Hải quan giám sát hàng, CSGT điều tiết ngoài công, Công an địa phương bảo đảm trật tự...; tổ chức các đợt tuần tra, kiểm tra liên hợp định kỳ và đột xuất tại cảng [89].	diện rắn đe tội phạm); phát hiện tốt hơn (chia sẻ thông tin về đối tượng, lô hàng rủi ro giữa các đơn vị); phản ứng nhanh và đồng bộ khi có sự cố (ví dụ công an, biên phòng cùng bắt giữ ngay đối tượng vi phạm tại cổng).
8. Kết nối dữ liệu & cảnh báo rủi ro	Phát hiện	Kết nối hệ thống CNTT của cảng với cơ quan chức năng (hải quan, quản lý XNK...) để trao đổi dữ liệu container, phương tiện theo thời gian thực; ứng dụng các công cụ phân tích dữ liệu lớn, AI để giám sát và dự báo nguy cơ [91].	Cho phép xây dựng hệ thống cảnh báo sớm : dữ liệu liên thông giúp tự động flag các trường hợp bất thường (container bị Hải quan cảnh báo, tài xế nằm trong danh sách đen...); phân tích AI hỗ trợ phát hiện xu hướng, dấu hiệu lạ (hành vi gian lận, trộm cắp) mà con người khó nhận ra kịp; nhờ đó lực lượng an ninh chủ động ứng phó trước khi nguy cơ thành sự cố thật.

Bảng 18 Các yếu tố ảnh hưởng an ninh cổng cảng Cát Lái
Nguồn: Tác giả (2025)

Kết hợp bảng (7) và bảng (17) ta có bảng chỉ số an ninh cổng cảng Cát Lái như sau:

Hệ số an ninh cổng cảng Cát lái			
Yếu tố ảnh hưởng	Mô tả chi tiết Cát Lái	Số điểm Thang điểm 5	Tiêu chuẩn đánh giá (ngưỡng điểm 5)
1. Hạ tầng vật lý (rào, chiếu sáng, CCTV)	Rào $\geq 2,4$ m, barie đa làn, ~200 camera, đèn pha toàn tuyến	4	Rào $\geq 2,4$ m + clear-zone ≥ 3 m; chiếu sáng ≥ 10 lux; CCTV phủ 100 % FOV, PTZ + IR
2. Công nghệ quản lý & tự động hóa (TOPX/TOPOVN, ePort, Auto-Gate, handheld)	TOS tối ưu bãi; ePort & check-in online; handheld; chưa triển khai RFID/OCR đại trà	3	OCR/ANPR ≥ 95 %; RFID/e-seal ≥ 99 %; xử lý < 20 s/xe; MTBF hệ thống ≥ 5.000 h

3. Quy trình giao nhận & kiểm soát truy cập	Đăng ký trước, đối chiếu eDO/ePort, kiểm tra ngẫu nhiên	4	100 % quét ID + container; 2-factor; SOP cập nhật ≤ 12 tháng; diễn tập ≥ 2 /năm
4. Nhân sự (đào tạo, kỷ luật, cường độ cao)	Bảo vệ quân đội, chứng chỉ 3.24; ca 24/7, áp lực lớn	4	100 % NV có chứng chỉ; tái huấn luyện ≤ 36 th; ca ≤ 12 h; kiểm soát nội gián
5. Lưu lượng xe & ùn tắc	$\sim 20\,000$ xe/ngày, kẹt xe giờ cao điểm	2	Thời gian chờ TB < 15 ph; thông làn ≥ 150 xe/giờ/làn; hàng đợi < 500 m
6. Giới hạn bãi/bến (khó tuần tra)	Bãi gần 100 % công suất, lối hẹp, nhiều góc khuất	3	Mật độ bãi ≤ 85 % thiết kế; LoS camera > 95 %; lối đi ≥ 3 m
7. Phối hợp lực lượng liên ngành (CSGT, Biên phòng, Hải quan...)	Tuần tra liên hợp, diễn tập định kỳ, đường dây nóng	5	Báo cáo đe dọa ≤ 12 th; ≥ 2 diễn tập/năm; MARSEC chuyển cấp < 6 h
8. Kết nối dữ liệu & cảnh báo rủi ro	Liên thông cảng–hải quan–khách hàng; AI phân tích CCTV	3	Kết nối real-time API; MTTD sự cố < 24 h; vá bảo mật < 14 ngày; pen-test hàng năm

Bảng 19 chỉ số an ninh công Cảng Cát Lái

Nguồn: Tác giả (2025)

2.7 Kết luận

Kết quả đánh giá an ninh công cảng Cát Lái theo 8 yếu tố (bảng 17) cho thấy bức tranh tổng thể có cả mặt mạnh và điểm yếu. Một số **điểm yếu đáng lo ngại** đã được nhận diện ở các yếu tố mức điểm chỉ ở mức trung bình hoặc thấp ($\leq 3/5$):

2.7.1 Công nghệ quản lý & tự động hóa (điểm 3/5)

Hệ thống quản lý của cảng đã ứng dụng **TOS** (Terminal Operating System) để tối ưu khai thác bãi, cùng công thông tin **ePort** cho phép đăng ký trực tuyến và thiết bị cầm tay (handheld) cho nhân viên. Song, việc tự động hóa khâu kiểm soát tại công chưa toàn diện do **chưa triển khai đại trà công nghệ nhận dạng OCR (Optical Character Recognition) và RFID**. Hiện nay, thông tin xe container ra vào cảng phần lớn vẫn phải nhập thủ công, phụ thuộc nhân viên giao nhận công

(GNC), dẫn tới thời gian xử lý kéo dài và tiềm ẩn sai sót. Thực tế đã xảy ra trường hợp sự cố mạng CNTT nội bộ cảng khiến quy trình làm thủ tục bị gián đoạn, xe container phải xếp hàng chờ bên ngoài gây ùn tắc nghiêm trọng [93]. Những hạn chế về công nghệ và tự động hóa này khiến công tác kiểm soát an ninh chưa đạt hiệu quả tối ưu, khó đáp ứng trước các nguy cơ xâm nhập tình vi hay khối lượng phương tiện tăng cao.

2.7.2 Lưu lượng xe và ùn tắc (điểm 2/5)

Cảng Cát Lái hiện đón khoảng 19.000 – 20.000 lượt xe tải, container mỗi ngày [94]. Lượng phương tiện khổng lồ khiến thời gian chờ vào cảng kéo dài, có thời điểm xe phải xếp hàng hàng km, tạo kẽ hở an ninh do khó kiểm soát hết trong tình trạng lộn xộn. Nguy cơ xảy ra các hành vi vi phạm (như người không phận sự trà trộn, thất thoát hàng hóa) tăng khi dòng xe ùn ứ bên ngoài vùng kiểm soát của cảng. Hơn nữa, áp lực thông quan nhanh để giảm kẹt xe có thể buộc nhân viên bảo vệ rút ngắn quy trình kiểm tra, dẫn tới lỏng lẻo trong khâu xác minh giấy tờ và nhận dạng phương tiện. Với thực trạng gần 20 nghìn xe/ngày và dự báo còn tăng gấp đôi vào năm 2030 [95]. Rõ ràng năng lực xử lý lưu lượng hiện tại của cổng cảng là chưa đáp ứng, gây ảnh hưởng tiêu cực đến an ninh tổng thể.

2.7.3 Giới hạn bãi và bến bãi (điểm 3/5)

Khu bãi container của cảng Cát Lái thường xuyên hoạt động gần 100% công suất thiết kế, các lối đi nội bộ chật hẹp và nhiều góc khuất. Mật độ container quá dày đặc tạo ra **điểm mù** cho camera giám sát và gây khó khăn cho tuần tra của bảo vệ. Hiện tại khoảng 200 camera đã lắp đặt nhưng chưa đủ để phủ *100% line, bãi hàng*. Theo tiêu chuẩn, mật độ khai thác bãi nên duy trì dưới ~85% sức chứa để đảm bảo an toàn và hiệu quả vận hành (bảng 18). Nhưng thực tế Cát Lái thường xuyên kín bãi, vượt ngưỡng này, làm tăng nguy cơ mất kiểm soát, ảnh hưởng tới ùn tắc giao thông trong bãi hàng. Nhìn chung, hạn chế về không gian bãi và tầm quan sát đang là một thách thức lớn cho công tác bảo đảm an ninh bên trong cảng.

2.7.4 Kết nối dữ liệu và cảnh báo rủi ro (điểm 3/5)

Mức độ chia sẻ thông tin, dữ liệu giữa cảng với các cơ quan chức năng (Hải quan, Biên phòng) và khách hàng chưa thực sự thời gian thực. Dù đã có một số hệ thống liên thông (ví dụ trao đổi dữ liệu ePort, hải quan điện tử) nhưng chưa hình thành được nền tảng cảnh báo sớm dựa trên phân tích dữ liệu lớn, những container được đánh giá “rủi ro thấp” dù đã thông quan trước khi tới cảng vẫn bị xếp lẫn với container chưa thông quan, gây khó khăn trong việc nhận diện và ưu tiên xử lý [95]. Việc thiếu phân luồng theo dữ liệu rủi ro khiến quá trình kiểm hóa tại cổng còn ngẫu nhiên, chưa tối ưu. Thêm vào đó, chức năng phân tích hình ảnh CCTV bằng AI mới ở giai đoạn đầu (thí điểm vài camera), chưa triển khai rộng để tự động phát hiện hành vi bất thường. Khả năng phát hiện, cảnh báo sớm các mối đe dọa an ninh vì vậy còn hạn chế – thời gian từ khi xảy ra sự cố đến khi được nhận biết (MTTD) có thể kéo dài nhiều giờ. Tiêu chuẩn quốc tế khuyến cáo hệ thống an ninh nên có khả năng cảnh báo gần thời gian thực và định kỳ kiểm tra tính hiệu quả (ví dụ thử xâm nhập, *penetration test* hàng năm) nhằm liên tục củng cố lớp phòng thủ. Đây là khoảng trống mà hệ thống hiện tại của Cát Lái cần cải thiện để đáp ứng yêu cầu quản lý an ninh hiện đại theo ISO 28000 (quản trị rủi ro liên tục trong chuỗi cung ứng) và ISPS Code (giám sát liên tục con người, hàng hóa, đảm bảo thông tin liên lạc an ninh thông suốt) [96].

Tóm lại, các yếu tố công nghệ, lưu lượng giao thông, hạ tầng bãi và hệ thống thông tin tại cổng cảng Cát Lái bộc lộ nhiều hạn chế, Những điểm yếu này nếu không được khắc phục kịp thời sẽ ngày càng trầm trọng khi khối lượng hàng hóa thông qua cảng tăng cao trong các thập kỷ tới. Việc đề ra các giải pháp toàn diện, tuân thủ chuẩn mực quốc tế và có tầm nhìn dài hạn là cần thiết để nâng cao mức độ an ninh, đảm bảo cảng Cát Lái hoạt động an toàn, hiệu quả trong giai đoạn đến 2030 và định hướng 2045

CHƯƠNG 3. GIẢI PHÁP VÀ ĐỊNH HƯỚNG TRIỂN KHAI

3.1 Định hướng, quan điểm đề xuất giải pháp

Chương trình giải pháp phải tập trung giải quyết đồng thời các mục tiêu: nâng cao hiệu suất vận hành, giảm thiểu thời gian chờ đợi, tăng cường an ninh – giám sát, giảm chi phí và sai sót thủ công, đồng thời phát triển hướng tiếp cận công nghệ cao, xây dựng lộ trình phát triển thành hệ thống Cảng thông minh. Quan điểm chung là tích hợp đa bên – đồng bộ hóa hệ thống: áp dụng công nghệ tiên tiến (IoT, Big Data, AI, hệ thống thông tin, blockchain...) kết nối giữa các đơn vị cảng, hãng tàu, doanh nghiệp logistics và cơ quan quản lý (hải quan, cảng vụ, an ninh), tạo môi trường thông tin minh bạch và phản hồi theo thời gian thực [97]. Việc này đòi hỏi phối hợp liên ngành, xây dựng cơ chế điều phối chung và cơ chế “cảng mở” để luân chuyển hàng hóa thuận lợi giữa các cảng khác nhau, dựa trên hệ thống CNTT kết nối dữ liệu giữa các cảng và hải quan, giúp kiểm soát hàng hóa di chuyển trong nội khối cảng một cách chính xác, giảm thủ tục lặp lại [98]. Để nâng cao hơn nữa hiệu quả kiểm soát người, phương tiện, hàng hóa và giảm thiểu rủi ro tại cổng cảng Cát Lái, Các giải pháp được thiết kế phù hợp với chuẩn ISPS Code, ISO 28000 và tài liệu hướng dẫn UFC, đồng thời tận dụng công nghệ tiên tiến. Lộ trình thực hiện được chia theo hai mốc: **Đến năm 2030** (giải quyết các vấn đề cấp bách, đạt mức tuân thủ cao) và **tầm nhìn 2045** (duy trì và nâng tầm an ninh theo sự phát triển của cảng và xu thế công nghệ tương lai). Một số **định hướng giải pháp** được đề xuất như sau:

3.2 Nâng cấp hạ tầng công nghệ và tự động hóa quy trình tại cổng cảng

Giải pháp trọng tâm là triển khai **hệ thống cổng tự động (Auto-Gate)** tích hợp công nghệ nhận dạng biển số và container bằng OCR cùng nhận dạng qua sóng RFID, nhằm khắc phục hạn chế về công nghệ hiện nay, đồng thời tăng tốc độ xử lý phương tiện qua cổng, giảm ùn tắc, theo khuyến nghị của dự án USAID, việc lắp đặt thiết bị OCR và đầu đọc RFID tại cổng Cát Lái sẽ tự động nhận diện biển số xe tải, số container và tình trạng vỏ container, giúp rút ngắn thời gian làm thủ tục đăng kê [95]. Kế hoạch triển khai được mô tả như sau:

3.2.1 Mục tiêu, yêu cầu và tính năng hệ thống

Mục tiêu của dự án là tự động hóa kiểm soát ra/vào tại cổng cảng Cát Lái nhằm giảm thời gian xử lý, tăng độ chính xác nhận diện, giảm sai sót thủ công và nâng cao an ninh cho khu vực cổng cảng. Hệ thống sẽ ứng dụng công nghệ RFID (e-seal), OCR/ANPR (đọc số container, biển số xe) và FaceMatch (nhận diện khuôn mặt) để tự động hóa bước xác minh thông tin phương tiện và hàng hóa [99], [100].

Yêu cầu kỹ thuật:

RFID e-seal/ID: Tuân thủ tiêu chuẩn ISO 10374 (RFID nhận dạng container) với tỷ lệ đọc >99% [48].

FaceMatch: Nhận diện khuôn mặt tài xế với tỷ lệ sai <1% Các thuật toán tiên tiến hiện đạt độ chính xác >99% [49].

Hoạt động 24/7: Hệ thống thiết kế liên tục 24/7, độ tin cậy cao (MTBF $\geq$ 5000 giờ, độ khả dụng $\geq$ 95%) theo tiêu chuẩn hệ thống giám sát an ninh [49].

Tích hợp real-time: Kết nối API thời gian thực với hệ thống TOS (TOPX, TOPPOVN), ePort của SNP, PCS (Hệ thống Cộng đồng Cảng), hệ thống Check-in Online (Trung tâm Điều độ) và ACS (Trung tâm An ninh) để đồng bộ thông tin booking, container, lịch xe, tích hợp TOS cho phép theo dõi vị trí và trạng thái container ngay khi xe đến cổng [50], [51].

An toàn thông tin & an ninh: Tuân thủ tiêu chuẩn ISO 27001 (hệ thống quản lý an toàn thông tin), ISO 28000 (hệ thống quản lý an ninh chuỗi cung ứng) [51]. Hướng dẫn IMO MSC-FAL.1/Circ.3 về quản lý rủi ro mạng trong lĩnh vực hàng hải [101].

3.2.2 Đối tượng nghiên cứu

Hệ thống Auto-gate mới (thiết bị cổng, camera OCR, đầu đọc RFID, máy kiểm soát, phần mềm điều khiển) và quy trình kiểm soát ra/vào tích hợp các công nghệ tự động.

Đối tượng kiểm soát: Tất cả phương tiện ra/vào cảng Cát Lái (xe container, xe tải vận chuyển hàng hóa). Mỗi lần qua cổng, hệ thống sẽ kiểm soát thông tin *container, trailer, giấy tờ xe* và *tài xế* tương ứng.

Đối tượng vận hành: Nhân viên kỹ thuật IT vận hành hệ thống, nhân viên an ninh cảng và nhân viên điều giao nhận cảng. Nhân viên vận hành sẽ giám sát, xử lý ngoại lệ (trường hợp hệ thống tự động không nhận diện được hoặc có cảnh báo) và duy trì hệ thống.

3.2.3 Sơ đồ kết nối hệ thống với các nền tảng quản lý

Hệ thống Auto-gate được thiết kế như một trung tâm tích hợp, kết nối thời gian thực với hệ thống điều hành cảng TOPX, TOPOVN, EDO, Eport, Checkin online, hệ thống kiểm soát an ninh ACS tạo thành hệ sinh thái cảng điện tử Eport:

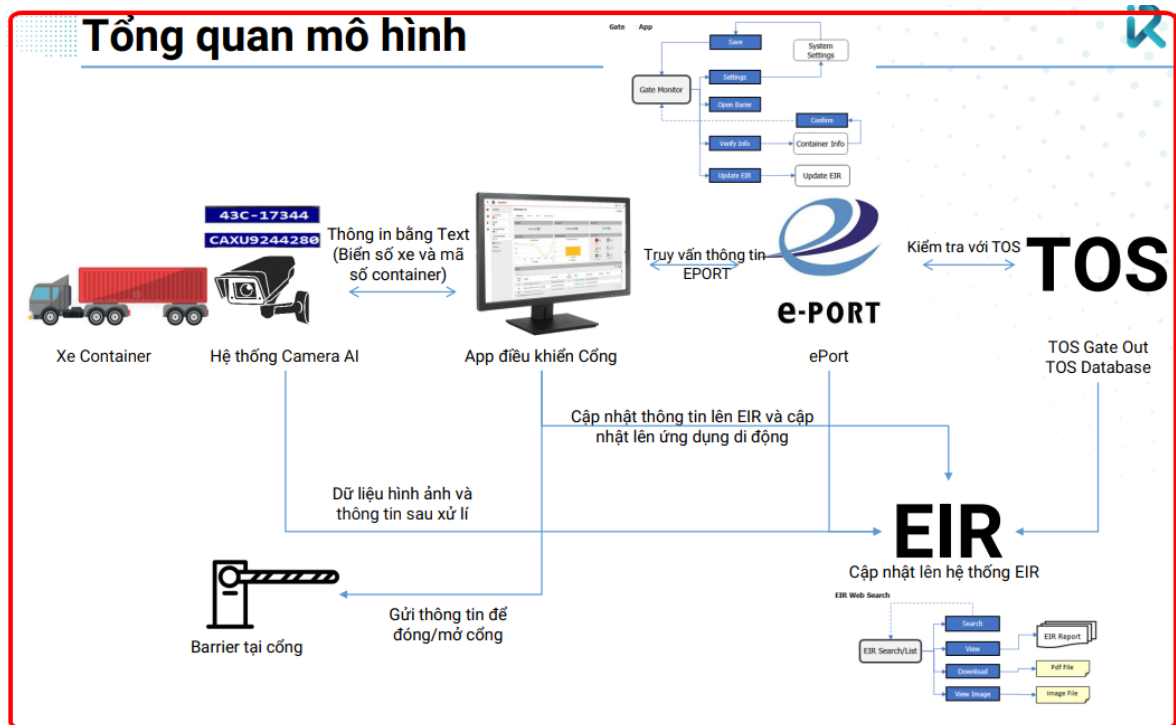
TOS (TOPX, TOPPOVN): Nhận và trả thông tin về lệnh vận chuyển, vị trí container, kế hoạch xếp dỡ. Giúp đối chiếu nhanh chóng container trên xe với đơn hàng trong hệ thống TOS [62].

ePort (SNP): Hệ thống khai báo điện tử và giám sát hải quan của Saigon Newport. Cổng sẽ truy xuất dữ liệu ePort về các lệnh giao nhận (eDO), giấy phép cập cảng để đối soát tự động [62], ePort đã giúp giảm thời gian chờ tại cổng từ 13 xuống 6 phút và tăng thông lượng 17% [66].

PCS (Hệ thống Cộng đồng Cảng): Trao đổi thông tin theo quy định hải quan và logistics với các hãng tàu, hải quan, Hải đội, v.v. Hệ thống Auto-gate sẽ liên kết để cập nhật danh sách container nhập/xuất, mã số nhận dạng phương tiện... theo real-time [62].

Check-in Online (Trung tâm Điều độ): Hệ thống đặt lịch và cấp vé ra vào cho tài xế. Cổng tự động kiểm tra thông tin lịch trình đã được đăng ký trước khi cho xe vào bãi [62].

ACS (Trung tâm An ninh): Hệ thống an ninh trung tâm theo dõi sự kiện. Hệ thống cổng sẽ gửi dữ liệu về nhận dạng xe/tài xế vào ACS để đối soát an ninh (chống danh sách đen, kiểm tra nhân sự) [84].



Hình 6 Sơ đồ kết nối tổng quát Auto-Gate với hệ thống TOS

Nguồn: IRTech.Com.vn

Việc tích hợp các hệ thống này qua giao diện API giúp tự động đồng bộ thông tin trước khi xe vào cổng, khi xe vào Auto-gate, các thông tin từ TOS, ePort, PCS và check-in được truy vấn tự động; nếu trùng khớp, Barrier sẽ mở mà không cần can thiệp bằng tay, “hệ thống điều hành cổng sẽ được kết nối với các hệ thống đó và các tin nhắn giao diện cần được thống nhất” [102], Như vậy, quy trình tại cổng sẽ liên mạch với nền tảng điều hành chung của cảng và cơ quan chức năng.

3.3 Thành phần cấu tạo và quy trình vận hành Auto-gate

Hệ thống Giao nhận Cổng Tự động (Auto-Gate) tại cảng Cát Lái bao gồm bốn thành phần chính: ki-ốt tự phục vụ tài xế, cổng camera OCR (nhận diện biển số và mã container), dây ăng-ten RFID hai bên làn, và hệ thống điều khiển trung tâm (Gate Operating System – GOS). Mục tiêu là tự động hóa công tác kiểm soát vào/ra để nâng cao an ninh và hiệu quả vận hành. Hệ thống GOS được thiết kế để tự động phát hiện, ghi nhận và nhận dạng mọi chuyển động của người, phương tiện và container tại cổng [103], Các thiết bị tại cổng (camera, đầu đọc, ki-ốt) sẽ liên kết

chặt chẽ với barrier và trung tâm giám sát, đảm bảo mọi sự kiện đều được xử lý và lưu trữ đầy đủ [104].

3.3.1 Ki-ốt tự phục vụ cho tài xế (Driver Self-Service Kiosk)

Chức năng: Nhận lệnh giao/nhận điện tử: Tài xế quét mã QR lấy từ ePort; hệ thống kiểm tra ngay tình trạng lệnh EIR và số container trong cơ sở dữ liệu; *Xác thực sinh trắc:* Camera RGB-NIR chụp khuôn mặt, so khớp với ảnh hồ sơ để đảm bảo đúng người, đúng thẻ an ninh; đồng thời có thể đo thân nhiệt không tiếp xúc nếu yêu cầu y tế; *Truyền thông và hướng dẫn:* Màn hình/loa hiển thị cấp MARSEC hiện hành, cảnh báo vi phạm, hướng dẫn luồng di chuyển.

Thông số kỹ thuật tiêu biểu: Căn tiêu chuẩn đánh giá các thành phần an ninh công (bảng 7) ta có thông số kỹ thuật như sau: Màn hình cảm ứng 15-22", sáng $\geq 1000 \text{ cd/m}^2$, độ bền IP-54; Camera 5 MP hỗ trợ IR, tỷ lệ sai nhận (FAR) $\leq 0,1 \%$; thời gian xác thực $< 1 \text{ s}$; Máy quét mã vạch 2-D tốc độ $\geq 500 \text{ scan/s}$, phản hồi $\leq 3\text{s}$; Hệ điều hành Hardened Linux, CPU Intel i5+/4 GB RAM/SSD $\geq 120 \text{ GB}$; Kết nối mạng kép (Ethernet + 4G dự phòng), mã hoá TLS 1.3 đầu cuối.

Chi tiết: Cổng tự động thường triển khai các ki-ốt tương tác ở mỗi làn đường để tạo điều kiện thuận lợi cho bất kỳ đầu vào nào của tài xế và để giao tiếp với tài xế. Các ki-ốt này được trang bị màn hình cảm ứng, đầu đọc mã vạch. Ki-ốt cũng có thể hướng dẫn tài xế thực hiện một số hành động nhất định (ví dụ quét dấu vân tay hoặc chạm thẻ ID, theo hệ thống ID tài xế), khi xe tải vào vị trí (sau khi quét OCR/ANPR), ki-ốt sẽ hiển thị thông tin chi tiết về giao dịch để tài xế xác minh và nhắc nhở bất kỳ thông tin nào bị thiếu, nếu số đặt chỗ hoặc số container không được đăng ký trước hoặc nếu OCR không thể đọc được số đơn vị, tài xế có thể nhập thủ công tại ki-ốt [105]. Sau khi hoàn tất những thủ tục, ki-ốt sẽ thông báo cho tài xế về các bước tiếp theo – thường là in vé vào cổng hoặc Biên lai trao đổi thiết bị (EIR) và hiển thị vị trí được chỉ định trong bãi để giao/ nhận container [13]. Nếu có vấn đề (dữ liệu không khớp hoặc container bị giữ), ki-ốt có thể cảnh báo tài xế và kết nối với nhân viên cổng từ xa qua hệ thống liên lạc nội bộ để giải quyết giúp giảm nhu cầu về nhân viên tại cổng và giúp xe tải di chuyển với thời gian dừng tối thiểu [13].

3.3.2 Cổng camera OCR (Container & LPR Portal)

Chức năng: LPR: nhận dạng biển số đầu kéo và mooc, so khớp với đơn đăng ký; OCR container: đọc mã ISO 6346 bên hông/ngửa thùng, đối chiếu lệnh xếp dỡ; Kích hoạt barrier: khi xe, container, tài xế đều hợp lệ, GOS phát lệnh mở; Lưu chứng cứ: ảnh toàn cảnh + cắt chi tiết được lưu 180 ngày.

Thông số kỹ thuật tiêu biểu: Căn tiêu chuẩn đánh giá các thành phần an ninh cổng (bảng 7) ta có thông số kỹ thuật như sau: Camera LPR 2 MP/60 fps, dải WDR ≥ 120 dB, độ chính xác ≥ 95 %; Camera OCR 8 MP, đèn LED chiếu sáng $\geq 10\,000$ lux; sai số ký tự < 1 %; Thuật toán deep-learning suy diễn < 300 ms/khung, hoạt động 24/7 (IR ban đêm).

Chi tiết: Hệ thống camera nhận dạng ký tự quang học (OCR) được triển khai tại cổng cảng để tự động đọc biển số xe đầu kéo và rơ-moóc (mooc), cũng như mã số container trên thùng hàng. Công nghệ nhận dạng biển số tự động (ANPR) sử dụng camera và thuật toán OCR để chụp hình biển số và chuyển thành ký tự trong chưa đến một giây, nhờ thuật toán học sâu hiện đại, độ chính xác nhận dạng biển số xe có thể đạt trên **95%** (thậm chí ~98% trong điều kiện lý tưởng) [106]. Biển số của cả đầu kéo và mooc đều được đọc để đối chiếu chính xác từng xe ra/vào, hệ thống **OCR container** sẽ nhận dạng mã container (theo chuẩn ISO 6346 gồm mã hãng, số seri và ký tự kiểm tra) từ hình ảnh vỏ container có độ chính xác nhận dạng mã container tự động được cải thiện đến mức gần như tuyệt đối, đạt khoảng 99.7% với giải pháp OCR chuyên biệt [107]. Điều này giúp nhận diện đúng từng container ra vào cổng, hỗ trợ kiểm soát hàng hóa chặt chẽ.

3.3.3 Dây ăng-ten RFID hai bên làn (Portal Antenna Array)

Chức năng: Đọc thẻ UHF EPC Gen2 gắn trên mooc hoặc đầu kéo; Xác thực e-Seal RFID: bảo đảm container còn niêm phong, chưa bị can thiệp; Truy vết: kết hợp bản đồ bãi, hỗ trợ định vị container nội khu.

Thông số kỹ thuật tiêu biểu: Căn tiêu chuẩn đánh giá các thành phần an ninh cổng (bảng 7) ta có thông số kỹ thuật như sau: Đầu đọc 4 cổng công suất 33 dBm, ăng-ten định hướng 8 dBi; vùng phủ ± 5 m mỗi bên; Tần số 865–928 MHz, tốc độ

đọc đa thẻ > 200 tag/s, tỷ lệ thành công $\geq 99\%$; Vỏ thiết bị IP-66, chịu nhiệt $-20 \div +55\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Chi tiết: Hệ thống RFID sử dụng công nghệ không dây thu phát sóng radio, không sử dụng tia sáng như mã vạch (Bar Code hay QR Code), thông tin có thể được truyền tải mà không cần tiếp xúc vật lý nào cả. Có thể đọc những thông tin xuyên qua các môi trường, vật liệu như: bê tông, tuyết, sương mù, băng đá, sơn và các điều kiện môi trường thách thức khác mà mã vạch và các công nghệ khác không thể phát huy hiệu quả. Dải tần số thường được sử dụng khi triển khai hệ thống RFID là 125Khz hoặc 900Mhz [108]. Nguyên tắc hoạt động của công nghệ RFID: Trước hết, kỹ thuật RFID cần một thiết bị là thẻ thông minh, thẻ RFID có kích thước rất nhỏ, dùng để gắn lên vật thể cần quản lý như hàng hóa, người,... Thẻ RFID chứa các chip silicon và các anten cho phép nhận lệnh và đáp ứng lại bằng tần số vô tuyến từ một RFID phát đáp, tín hiệu được ghi vào thẻ và được đọc không phụ thuộc vào hướng của thẻ mà chỉ cần thẻ đó nằm trong vùng phủ sóng của thiết bị là được [109].

3.3.4 Hệ thống giám sát và trung tâm điều hành (Gate Operating System – GOS)

Chức năng: Thu thập, phân tích thời gian thực dữ liệu kiosk, camera, RFID, quyết định mở/đóng barrier; Quản lý mức MARSEC, gửi cảnh báo tự động tới TTAN & lực lượng phản ứng; Ghi log, lưu trữ ảnh ≥ 180 ngày, cung cấp API hai chiều cho TOPX, ePort, hệ thống ACS; Dashboard BI, thống kê thông lượng, KPI OCR/RFID, dự báo hàng đợi.

Thông số kỹ thuật tiêu biểu: Căn tiêu chuẩn đánh giá các thành phần an ninh cổng (bảng 7) ta có thông số kỹ thuật như sau: Cụm máy chủ HA 99,9 %, CPU x86-64, Docker/Kubernetes, DB PostgreSQL + MinIO; API REST/HTTPS, độ trễ < 150 ms; mã hoá TLS 1.3, dữ liệu lưu AES-256 at-rest; Cơ chế RBAC, Audit-Trail không thể sửa xoá; đồng bộ dữ liệu 4 giờ/lần.

Chi tiết: Nền tảng của tất cả phần cứng là Hệ điều hành cổng, phần mềm chuyên dụng điều phối quy trình làm việc của cổng. GOS tích hợp với tất cả

các cảm biến (camera OCR, đầu đọc RFID, cầu cân, ki-ốt) vào một thể thống nhất [110], điều khiển các quy trình phức tạp tại cổng và các quy trình phụ phổ biến trong các nhà ga container, đóng vai trò là bộ não của các hoạt động cổng, tự động hóa và kiểm soát việc di chuyển của xe đầu kéo, tải xế và container qua cổng, do đó tăng lưu lượng, giảm tình trạng tắc nghẽn hoạt động.

3.4 Các bước triển khai dự án

Kế hoạch triển khai chi tiết theo các giai đoạn chuẩn bị, thiết kế, thi công, vận hành dự án hệ thống cổng tự động (Auto-gate) tại Cảng Cát Lái, trong giai đoạn từ T7/2025 đến T05/2027. Quá trình triển khai bao gồm các bước cung cấp thiết bị, lắp đặt, chạy thử, nghiệm thu và vận hành hệ thống phần cứng/phần mềm theo tiêu chuẩn chuyên nghiệp [111]. Được trình bày vắn tắt trong bảng dưới đây.

Tiến độ triển khai dự án Auto-gate Cát Lái (2025 – 2026)				
Giai đoạn	Thời gian (tháng)	Công việc chính	Sản phẩm/mốc nghiệm thu	Đơn vị chủ trì – phối hợp
Chuẩn bị	T7-T9/2025	Khảo sát hiện trường	Báo cáo khả thi được SNP phê duyệt; Quyết định thành lập Ban dự án	SNP (CĐT) – GNC, TTAN, TCIS
		Xây dựng báo cáo khả thi và phê duyệt chủ trương đầu tư		
		Thành lập Ban dự án, phân công nhiệm vụ		
		Chuẩn bị dự toán sơ bộ, mời thầu tư vấn thiết kế		
Thiết kế	T10-T12/2025	Thiết kế sơ bộ và kỹ thuật (kiosks, camera, barie, mạng, API)	Bộ bản vẽ và thuyết minh KT; Danh mục thiết bị chuẩn hóa; Hồ sơ mời	GNC – SNP, TCIS, TTAN
		Tính toán khối lượng vật tư, lập danh mục thiết bị		

		Thẩm định thiết kế (TCIS) và phê duyệt (SNP)	thầu	
		Chuẩn bị hồ sơ mời thầu thiết bị/thi công		
Thi công và lắp đặt	T1– T7/2026	Đấu thầu, ký HĐ mua sắm thiết bị	Biên bản nghiệm thu từng hạng mục; Hoàn tất lắp đặt T6 /2026	Nhà thầu thiết bị và XD – GNC hỗ trợ KT, TCIS giám sát, SNP/TTAN
		Thi công hạ tầng, lắp barie, camera, kiosk, RFID		
		Cài đặt phần mềm, cấu hình mạng và API		
		Kiểm thử, hiệu chỉnh ban đầu		
Vận hành và bàn giao	T8/2026– T5/2027	Chạy thử tích hợp, hiệu chỉnh thông số	Biên bản nghiệm thu cuối (T5/2027); Quyết định đưa vào khai thác (T6/2027)	TTAN và Phòng CNTT – SNP, TCIS, GNC, Nhà thầu
		Đào tạo nhân sự vận hành/bảo trì		
		Nghiệm thu tổng thể và bàn giao		
		Theo dõi, bảo hành 12 tháng đầu		

Bảng 20 Tiến độ triển khai dự án Auto-gate Cát Lái

Nguồn: Tác giả (2025)

3.4.1 Giai đoạn 1: Chuẩn bị (T7/2025 – T9/2025)

Công việc chính: Khảo sát hiện trường, thu thập yêu cầu từ Trung tâm An ninh (TTAN), Trung tâm điều độ (TTĐĐ) và các đơn vị liên quan. Xác định phạm vi và mô hình cổng tự động (số làn xe, vị trí đặt thiết bị). Lập đề cương kỹ thuật, lập hồ sơ dự án khả thi, phối hợp với các đơn vị chức năng để phê duyệt chủ trương đầu tư. Mời thầu và lựa chọn nhà thầu tư vấn thiết kế. Thành lập ban dự án và phân công nhiệm vụ. Chuẩn bị kế hoạch tài chính sơ bộ, dự toán ban đầu.

Thời gian: T7/2025 – T9/2025. Trong 3 tháng, tập trung hoàn thành khảo sát hiện trường và báo cáo khả thi, song song tuyển nhà thầu tư vấn thiết kế.

Ngân sách sơ bộ: Ước khoảng 300–500 triệu VND cho các hoạt động khảo sát, lập hồ sơ, họp hội đồng và phê duyệt đầu tư; bao gồm chi phí thuê tư vấn, tiền công khảo sát, tài liệu, in ấn.

Thiết bị: Thiết bị văn phòng (máy tính, máy in, thiết bị họp trực tuyến) để phục vụ công tác chuẩn bị; thiết bị đo đạc, máy ảnh, thiết bị đo đạc hiện trường.

Các bên tham gia: Chủ đầu tư (SNP) chủ trì phê duyệt chủ trương; đơn vị tư vấn thiết kế (ABC) khảo sát, lên đề cương; đơn vị giám sát (TCIS) tham gia thẩm định thiết kế; TTAN, TTĐĐ và Đội kỹ thuật cảng phối hợp cung cấp dữ liệu yêu cầu; nhà cung cấp thiết bị tham khảo ban đầu.

3.4.2 Giai đoạn 2: Thiết kế (T10/2025 – T12/2025)

Công việc chính: ABC thực hiện thiết kế sơ bộ và thiết kế kỹ thuật hệ thống Auto-gate. Nội dung bao gồm quy hoạch vị trí đặt làn xe, trụ, đường cáp, tủ điều khiển; sơ đồ mạch điện, đấu nối mạng; thiết kế cơ sở lắp đặt barie và camera. Xác định đầy đủ danh mục thiết bị (camera OCR, camera FaceMatch, barie, server, thiết bị mạng, nguồn UPS, v.v.). Lập bản vẽ chi tiết, tài liệu kỹ thuật; tích hợp yêu cầu kết nối hệ thống cổng tự động với phần mềm quản lý cảng như TOS (TOPX, TOPOVN), Eport, checkin online, ACS... Trình phê duyệt thiết kế với SNP và TCIS, điều chỉnh theo góp ý. Chuẩn bị hồ sơ đấu thầu/cơ sở mua sắm thiết bị và thi công.

Thời gian: T10/2025 – T12/2025. Trong 4 tháng này, hoàn thiện các bản vẽ và tài liệu thiết kế, tiến hành đánh giá an ninh, an toàn kỹ thuật.

Ngân sách sơ bộ: Khoảng 500–700 triệu VND cho chi phí thiết kế và thẩm định (phí tư vấn thiết kế của ABC, bao gồm cả chi phí bản quyền phần mềm thiết kế và tài liệu).

Thiết bị: Máy tính và phần mềm thiết kế kỹ thuật (CAD/PLC), máy in khổ lớn để in bản vẽ. Hầu hết thiết bị chính sẽ mua sắm ở giai đoạn thi công.

Các bên tham gia: ABC chịu trách nhiệm chính về thiết kế, SNP phê duyệt kế hoạch và ngân sách, TCIS thẩm tra thiết kế; TTAN, TTĐĐ và các đơn vị kỹ thuật cảng góp ý yêu cầu vận hành; nhà cung cấp thiết bị có thể được mời thẩm định thiết kế (tham khảo thông số).

3.4.3 Giai đoạn 3: Thi công thử nghiệm (T1/2026 – T7/2026)

Công A 4 lane (2 vào/ 2 ra), công B 4 lane (2 vào/2 ra)

Công việc chính: Tổ chức đấu thầu hoặc mua sắm thiết bị theo hồ sơ thiết kế. Lựa chọn nhà cung cấp (các hãng uy tín ngành an ninh và tự động hóa) cho barie, camera, thiết bị mạng, máy chủ, UPS, màn hình thông báo, v.v. Đồng thời ký hợp đồng thi công hạ tầng: San lấp, tạo nền móng (trụ bê tông cho barie, giá đỡ camera), đi dây điện, cáp mạng, lắp đặt tủ điện, nguồn dự phòng. Sau đó tiến hành lắp đặt thiết bị: Đóng mở barie, lắp camera (OCR và FaceMatch), lắp màn hình LED thông báo, hệ thống kết nối. Cài đặt hệ thống phần mềm kiểm soát ra/vào, tích hợp với cơ sở dữ liệu của cảng, hiệu chỉnh ban đầu (kiểm thử nhận diện biển số, nhận diện tài xế, vận hành barie). TCIS giám sát chất lượng thi công, nghiệm thu từng hạng mục. Khắc phục sự cố, bảo hành tạm thời.

Thời gian: T1/2026 – T7/2026. Khoảng 7 tháng, bao gồm 2 tháng mua sắm, và 5 tháng thi công lắp đặt và chạy thử nghiệm. Các mốc chính: hoàn thành lắp đặt thiết bị tháng 5/2026, hoàn thành chạy thử nội bộ tháng 6/2026.

Danh mục thiết bị và vật tư: Danh mục thiết bị cho 8 lần thử nghiệm (hai công A và B, mỗi công 4 lần) chi tiết theo bảng bên dưới.

Danh sách thiết bị giai đoạn 3 thử nghiệm			
STT	Thiết bị	Số lượng	Cấu hình chính
1	Container OCR Portal (đa-camera line/area, IR, đèn LED, tủ điều khiển, khung thép)	4 bộ	Nhận ISO 6346 $\geq 97\%$ ở ≤ 30 km/h; trao đổi dữ liệu TOS qua API
2	Barrier tự động 6 m, IP 54	8 bộ	Mở ≤ 6 s; đảo chiều an toàn
3	Anten + đầu đọc RFID UHF (10374/e-seal)	8 bộ	2 anten/lần đọc $> 99\%$
4	Camera Face IR 4 MP	4 chiếc	Sai số FNIR $< 1\%$
5	Kiosk tự phục vụ (RFID + QR + HMI)	2 cây	Đặt tại 2 làn IN
6	Server GOS (Dell / HP)	2 máy	Xeon/i7, 32 GB RAM, 1 TB SSD
7	Switch PoE L3 + router	2 bộ	16 ports PoE, uplink 1 Gb/s

8	UPS online 2 kVA	2 bộ	Lưu ≥ 15 phút
9	Phụ kiện (cáp quang/Cat6, tủ rack, vòng từ, đèn LED)	Gói	—

Bảng 21 Danh mục vật tư thử nghiệm
 Nguồn: Tác giả (2025)

Ngân sách sơ bộ: Ước khoảng 3.4 tỷ VND cho bước thử nghiệm 8 lane tại 2 cổng A, B, chi tiết bảng bên dưới:

Ngân sách dự kiến giai đoạn 3				
STT	Khoản mục	SL	Đơn giá (ước)	Thành tiền (Triệu VND)
1	Container OCR Portal	4	450	1 800
2	Barrier tự động	8	22,5	180
3	RFID UHF (đầu đọc + 2 anten)	8	12	96
4	Camera Face IR	4	12	48
5	Kiosk tự phục vụ	2	55	110
6	Server + switch + UPS	2 gói	65	130
7	Cáp, tủ, vòng từ, đèn	—	—	150
8	Tổng thiết bị			2 514
9	Thi công hạ tầng & nhân công			550
10	Dự phòng 10 %			306
	Tổng bước 3			3.370 triệu ($\approx 3,4$ tỷ)

Bảng 22 Ngân sách dự kiến giai đoạn 3
 Nguồn: Tác giả (2025)

Vai trò – luồng phê duyệt: SNP (Chủ đầu tư) phát hành HSMT → phê duyệt kết quả thầu → ký HĐ, ABC (Tư vấn thiết kế) cập nhật bản vẽ “4 lần” từng cổng → hỗ trợ kỹ thuật khi lắp, Nhà thầu thiết bị cung cấp camera/barie/RFID/kiosk → cài đặt phần mềm GOS, Nhà thầu xây dựng thi công nền, cáp, tủ điện, TCIS (Giám sát) giám sát vật tư, nhân công → nghiệm thu

từng hạng mục → nghiệm thu tổng thể, TTAN, TTĐĐ và Đội kỹ thuật cảng tiếp nhận, vận hành thử nghiệm, ghi log, báo lỗi.

Giai đoạn thử nghiệm 2 IN + 2 OUT cổng A, B giúp kiểm chứng lưu lượng, độ chính xác nhận diện, quy trình API với TOPX/ ePort/ PCS/ ACS trước khi quyết định nhân rộng toàn bộ cổng Cát Lái.

3.4.4 Bước 4 – Mở rộng hệ thống Auto-gate toàn cảng với 34 lane

Sau giai đoạn thí điểm 8 làn hoàn thành tháng 7-2026, Saigon Newport (SNP) quyết định nhân rộng Auto-gate trên mọi cổng chính để xử lý trước nhu cầu giao/nhận container dự báo tới 2030.

Công việc chính: Hoàn thiện bản vẽ chi tiết cho 34 làn, chuẩn hóa giao diện API, lập bộ hồ sơ mời thầu (HSMT) mở rộng, SNP phát hành HSMT, chào thầu và ký hợp đồng với gói thiết bị (portal OCR, barie, RFID, kiosk, camera, server, mạng), xây dựng hạ tầng cho 5 cổng (móng, cáp, tủ điện), thi công đồng loạt tại các cổng: *Nhà thầu xây dựng* san lấp, đổ móng trụ, đặt ống kỹ thuật, kéo cáp quang/Cat6, lắp tủ điện và UPS tại các cổng A, B, D, E, G; *TCIS* giám sát chất lượng và an toàn, nhà thầu lắp đặt và cấu hình thiết bị, tích hợp hệ thống và cài đặt phần mềm, TCIS-CNTT cấu hình GOS, kết nối real-time với TOPX, ePort, PCS, ACS; đồng bộ cơ sở dữ liệu container, tài xế và e-seal, TTAN và TTĐĐ vận hành thử 60 ngày/24×7, theo dõi log, tinh chỉnh ngưỡng OCR/RFID/FaceMatch; khi đạt KPI ($\geq 95\%$ OCR, $\geq 99\%$ RFID, barie ≤ 30 s/xe), tiến hành đào tạo nhân viên an ninh và kỹ thuật cảng về vận hành, bảo trì hệ thống; chuyển giao tài liệu (sổ tay vận hành, quy trình xử lý lỗi). TCIS-CNTT chủ trì nghiệm thu kỹ thuật theo từng hạng mục và nghiệm thu hoàn thành. SNP ký nghiệm thu cuối, ban hành quyết định đưa hệ thống Auto-gate 34 làn vào khai thác chính thức.

Thời gian: Từ T8/2026-T5/2027 khoảng 9 tháng, bao gồm 3 tháng hoàn thiện hồ sơ, mời thầu, ký kết hợp đồng thiết bị và thi công, 4 tháng xây dựng, thi công, lắp đặt, và 2 tháng tích hợp hệ thống, đồng bộ dữ liệu, chạy thử 60 ngày vào tháng 4, 5-2027.

Danh mục thiết bị và vật tư: Danh mục thiết bị cho 34 làn tại cổng A, B, D, E, G chi tiết theo bảng bên dưới.

Danh sách thiết bị giai đoạn 4

STT	Nhóm thiết bị	Số lượng	Cấu hình / tỷ lệ gán
1	Container OCR Portal (đa-camera line/area, IR, đèn LED, tủ điều khiển, khung thép)	24 bộ	Nhận ISO 6346 $\geq 97\%$ ở ≤ 30 km/h; trao đổi dữ liệu TOS qua API
2	Camera ANPR OUT	10 chiếc	1 camera / làn ra (không cần portal)
3	Barrier tự động 6 m, IP 54	34 bộ	Mở ≤ 6 s; đảo chiều an toàn
4	RFID UHF (ISO 10374) – đầu đọc + 2 anten	34 bộ	2 anten/làn đọc $> 99\%$
5	Camera Face IR	24 chiếc	gắn tại 24 làn IN, Sai số FNIR $< 1\%$
6	Kiosk tự phục vụ (RFID + QR)	24 cây	Xeon/i7, 32 GB RAM, 1 TB SSD
7	Switch PoE L3 + Router	10 bộ	16 ports PoE, uplink 1 Gb/s
8	Server GOS (cluster)	4 máy	mở rộng cho 40 làn dự phòng
9	UPS online 2 kVA	10 bộ	Lưu ≥ 15 phút
10	Cáp quang, Cat6, vòng từ, đèn LED	Gói	tính theo mét cáp & phụ kiện

Bảng 23 Danh sách thiết bị giai đoạn 4

Nguồn: Tác giả (2025)

Ngân sách sơ bộ: Ước khoảng 18,65 tỷ VND cho hệ thống Auto-gate toàn cảng với 34 lane, Chi phí này vẫn bao gồm bảo hành 24 tháng và đào tạo 3 ca vận hành, chi tiết bảng bên dưới:

Ngân sách sơ bộ giai đoạn 4				
STT	Hạng mục	Số lượng	Đơn giá (ước)	Thành tiền (Triệu VND)
1	Container OCR Portal	24	450	10 800
2	Camera ANPR OUT	10	5	50
3	Barrier 6 m	34	22,5	765
4	RFID (đầu đọc + anten)	34	12	408

5	Camera Face IR	24	12	288
6	Kiosk	24	55	1 320
7	Server + Switch + UPS	4 + 10	650/ gói	650
8	Cáp, tủ, phụ kiện	—	—	640
9	Tổng thiết bị			14 ,921
10	Thi công hạ tầng & nhân công ($\approx 15 \%$)			2 238
11	Dự phòng 10 %			1 492
12	Tổng Bước 4			18 ,650 tỷ VND

Bảng 24 Ngân sách sơ bộ giai đoạn 4

Nguồn: Tác giả (2025)

Vai trò – luồng phê duyệt: SNP duyệt –► GNC phát hành bản vẽ –► TCIS thống nhất biện pháp –► Nhà thầu xây dựng mở đường và cấp nguồn –► Nhà thầu thiết bị lắp đặt & cấu hình –► TTAN chạy thử –► TCIS nghiệm thu –► SNP ký bàn giao. Nhờ mỗi mắt xích rõ vai, rõ việc, dự án có thể triển khai song song ở năm công mà không làm gián đoạn khai thác, đồng thời bảo đảm hệ thống Auto-gate mới đạt đủ KPI ($\geq 95 \%$ OCR, $\geq 99 \%$ RFID, barie ≤ 30 s/xe) trước khi chính thức đưa vào khai thác.

Sau khi triển khai toàn công, dự án tiến hành nghiệm thu, bàn giao và đào tạo toàn bộ nhân sự vận hành, mô hình bài bản 4 giai đoạn, hệ thống được hoàn thiện đúng tiến độ và đủ điều kiện hoạt động ổn định.

3.5 Đánh giá hiệu quả đạt được

3.5.1 Hiệu quả vận hành thực tế

Trước đây, nhân viên công mất trung bình **2–3 phút** để xử lý thủ tục cho mỗi xe container (kiểm tra lệnh, dấu seal, nhập liệu, đối chiếu giấy tờ). Sau khi triển khai Auto-Gate, **thời gian xử lý giảm chỉ còn 10–25 giây/xe**. Kết quả thực nghiệm cho thấy năng lực xử lý tại 42 làn công đã được **tăng hơn 5–6 lần**, đồng thời các thông tin nhận dạng được đồng bộ tức thời vào hệ thống quản lý bãi và điều độ (TOPX, GOS), giúp cải thiện đáng kể tính chính xác và tốc độ truyền dữ liệu.

Hệ số an ninh cổng cảng Cát Lái khi áp dụng Auto-Gate			
Yếu tố ảnh hưởng	Mô tả chi tiết sau cải tiến	Điểm (thang 5)	Nhận xét
Hạ tầng vật lý (rào chắn, chiếu sáng, CCTV)	Rào $\geq 2,4$ m, barie đa làn, ~200 camera, đèn pha toàn tuyến	4	Hạ tầng duy trì tốt, chưa cần mở rộng
Công nghệ quản lý & tự động hóa	Triển khai Auto-Gate, OCR/ANPR ≥ 95 %, xử lý < 20 s/xe	4,5	Cải thiện mạnh nhờ hệ thống nhận dạng tự động
Quy trình giao nhận & kiểm soát truy cập	Quét 100 % ID + container, 2-factor, SOP cập nhật định kỳ	4,5	Quy trình chuẩn hóa, giảm sai sót thủ công
Nhân sự (đào tạo, kỷ luật, cường độ cao)	Chuyển sang giám sát/hậu kiểm, tái huấn luyện định kỳ	4	Tăng hiệu quả, giảm áp lực vận hành
Lưu lượng xe & ùn tắc	~20 000 xe/ngày, luồng vào/ra nhanh hơn, cao điểm còn tắc nhẹ	3,5	Cải thiện rõ, nhưng chưa triệt để
Giới hạn bãi/bến (khó tuần tra)	Mật độ bãi vẫn cao, lối hẹp, nhiều góc khuất	3	Ít thay đổi do giới hạn vật lý
Phối hợp lực lượng liên ngành	Tuần tra liên hợp, diễn tập định kỳ ≥ 2 lần/năm	5	Giữ vững phối hợp hiệu quả
Kết nối dữ liệu & cảnh báo rủi ro	API real-time, phân tích AI, cảnh báo sớm sự cố	4	Hệ thống kết nối mạnh hơn trước

Bảng 25 Hệ số an ninh cổng cảng Cát Lái khi áp dụng Auto-Gate

Nguồn: Tác giả

Năng suất và thời gian xử lý xe tăng cao: Hệ thống Autogate rút ngắn đáng kể thời gian thủ tục tại cổng. Trước đây, nhân viên mất trung bình 2-3 phút để làm thủ tục cho mỗi xe container (kiểm tra lệnh, dấu seal, ghi nhận biển số, v.v.) thì sau triển khai Autogate thời gian nhận diện tự động và ghi nhận dữ liệu chỉ còn 10–25 giây/xe. Kết quả thực tế cho thấy không còn hiện tượng ùn tắc xe dài ngoài cửa cổng như trước đây: **Cảng Đà Nẵng – cảng đầu tiên áp dụng cổng tự động – đã công bố “không còn kẹt xe hàng dài làn đường vào cảng như trước đây”** nhờ hệ thống

Autogate [112]; Sự tự động hóa cho phép lưu lượng xe qua cổng tăng, năng suất tiếp nhận hàng được cải thiện rõ rệt.

Thời gian phục vụ và trải nghiệm khách hàng tốt hơn: Tài xế chủ động được thời gian lấy hàng nhờ check-in trực tuyến trước khi đến, không cần xuất trình giấy tờ vật lý tại cổng [113]. Hệ thống liên kết trực tiếp với ứng dụng di động (mobile app) để giao tiếp với lái xe, giúp khách hàng tra cứu thông tin điện tử về phiếu giao nhận (eEIR) và lịch sử giao dịch ngay trên app, Việc loại bỏ giấy in và quy trình thủ công (nhập liệu, in phiếu giấy) rút ngắn thời gian xử lý hàng và cải thiện đáng kể trải nghiệm. Theo báo cáo của VIMC, Smart Gate thúc đẩy “chuyển đổi số” tại các doanh nghiệp vận tải, giúp đẩy nhanh giao dịch không tiếp xúc và nâng cao năng suất chung [114].

Nâng cao an ninh và tính chính xác kiểm soát: Hệ thống áp dụng công nghệ hiện đại như nhận dạng biển số (OCR) và nhận diện khuôn mặt (FaceMatch) để xác thực xe và lái xe [113]. Cụ thể, công nghệ FaceMatch so sánh khuôn mặt tài xế với dữ liệu đăng ký, đảm bảo người điều khiển phù hợp với hồ sơ xe. Điều này gia tăng độ chính xác trong kiểm soát an ninh, giảm thiểu việc giả mạo biển số hoặc sử dụng tài xế không được phép. Hệ thống cũng ghi nhận lịch sử ra-vào và lưu trữ hình ảnh, thuận tiện cho công tác tra cứu và giám sát. Nhờ đó, quy trình kiểm soát an ninh chặt chẽ hơn nhưng không làm chậm tốc độ ra-vào, đồng thời giảm thiểu sai sót do thủ công.

Tích hợp hệ thống đa dạng, đồng bộ: Autogate được liên kết chặt chẽ với các hệ thống điều hành khác của cảng. Ví dụ tại Cảng Tân Vũ (Hải Phòng), Smart Gate tích hợp với phần mềm PL-TOS, nền tảng ePort và ứng dụng Container Checker của lái xe để tự động hoàn thiện thủ tục giao nhận [114]. Tương tự, ở Cát Lái dự án đã kết nối liền mạch với hệ thống quản lý kho điện tử, TOS, phần mềm hải quan và ERP nội bộ. Nhờ đó, dữ liệu giấy tờ số hóa hoàn toàn, các chỉ số cân (weight-in), seal, container code được tự động nhập, giảm thủ tục đánh máy và đối chiếu thủ công, tích hợp sâu giúp vận hành cảng thông suốt, minh bạch, và tăng khả năng quản lý xuyên suốt giữa các khâu.

Giảm nhân lực trực cổng và chi phí vận hành: Thay thế nhiều công đoạn thủ công tại cabin cổng bằng tự động giúp giảm nhu cầu nhân sự trực tiếp, hệ thống Autogate đã “giúp công ty giảm nhân sự trực tại các cabin cổng; tiết kiệm chi phí, giấy tờ in ấn” đồng thời nâng cao kiểm soát chặt chẽ hơn [114]. Thay vì cần vài nhân viên tiếp nhận, kiểm tra thủ tục, giờ đây chỉ cần 1–2 nhân viên giám sát hệ thống, xử lý trường hợp ngoại lệ, tự động hóa cũng cắt giảm chi phí vận hành dài hạn (in ấn, truyền thông giấy), góp phần cải thiện hiệu quả kinh tế, dự án đã đem lại lợi ích thiết thực về năng suất, an ninh và tiết kiệm nhân lực, đúng như mục tiêu đề ra [115].

3.5.2 Hiệu quả kinh tế – kỹ thuật của mô hình Auto-Gate

Chi phí đầu tư: Tổng mức đầu tư hệ thống Auto-Gate tại Cảng Cát Lái ước tính **≈ 25 tỷ VNĐ (tương đương 1 triệu USD)**, bao gồm các hạng mục thiết bị, phần mềm, hạ tầng và bảo trì trong 3 năm. Cơ cấu chi phí thể hiện ở bảng sau:

Tổng hợp chi phí đầu tư hệ thống Auto-Gate tại cổng Cát Lái				
STT	Hạng mục	Quy mô & đơn vị tính	Giá trị quy đổi (Tỷ-VNĐ)	Ghi chú kỹ thuật
1	Cổng OCR + Camera ANPR (42 lần)	84 bộ	8,00	Nhận dạng container & biển số tự động
2	Ăng-ten RFID & Reader	84 bộ	3,75	Nhận dạng e-seal ISO 10374
3	Kiosk Self-Service	42 thiết bị	4,50	Tích hợp thẻ ID, quét QR
4	Hệ thống GOS + Server CCTV	01 bộ	5,50	Tích hợp TOPX/ePort, lưu trữ 90 ngày
5	Mạng, dây nguồn, lắp đặt & bảo trì 3 năm	Gói chung	3,25	Dự phòng 10 % chi phí
	Tổng cộng (ước tính)		25,00	(Giá trị quy đổi năm 2025)

Bảng 26 Tổng hợp chi phí đầu tư hệ thống Auto-Gate tại cổng Cát Lái

Nguồn: Tác giả.

Hiệu quả kỹ thuật – vận hành: Kết quả cho thấy **hiệu quả kỹ thuật vượt trội**, hệ thống hoạt động ổn định 24/7, giảm tải cho nhân viên vận hành và cải thiện đáng kể tính liên thông dữ liệu giữa các đơn vị (An ninh – Điều độ – Hải quan – Khách hàng).

Hiệu quả kỹ thuật – vận hành			
Chỉ tiêu	Trước Auto-Gate	Sau Auto-Gate	Mức cải thiện
Thời gian xử lý/xe	2,5 phút	0,25 phút	Giảm 90 %
Năng suất/làn (xe/giờ)	24	150	525%
Thời gian chờ TB	>25 phút	<10 phút	Giảm 60 %
Tỷ lệ sai sót nhập liệu	~3 %	<0,3 %	Giảm 10 lần
Hệ số an ninh tổng hợp (K)	0,68	0,816	20%
Mức sẵn sàng hệ thống (MTBF)	~1.000 h	>5.000 h	Tăng 5 lần

Bảng 27 Hiệu quả kỹ thuật – vận hành

Nguồn: Tác giả.

Hiệu quả kinh tế – nhân sự: Cảng hiện bố trí **khoảng 120 nhân viên giao nhận và vi tính công**, chia làm 3 ca/ngày. Sau khi triển khai Auto-Gate, **tỷ lệ tự động hóa đạt 60–70 %**, nhân sự trực tiếp tại cổng có thể giảm 40–60 người. Với mức lương trung bình **18 triệu đồng/tháng**, chi phí tiết kiệm được ước tính:

Hiệu quả kinh tế - Nhân sự			
Chỉ tiêu	Trước	Sau	Lợi ích ước tính
Số nhân sự trực tiếp	120	60	Giảm 50 %
Chi phí nhân công/năm	25,9 tỷ	12,9 tỷ	Tiết kiệm ~13 tỷ/năm
Thời gian hoàn vốn	25 tỷ / 13 tỷ ≈	~1,9 năm	Hoàn vốn < 2 năm

Bảng 28: Hiệu quả kinh tế - nhân sự

Nguồn: Tác giả.

Hiệu quả xã hội – môi trường: hệ thống **Auto-Gate** tại Cảng Cát Lái thể hiện rất rõ qua các tác động tích cực đến năng lượng, môi trường và cộng đồng đô thị. Trước hết, việc xe container không còn phải dừng chờ lâu tại cổng giúp **giảm đáng kể tiêu hao nhiên liệu**, trung bình tiết kiệm khoảng **1,5–2 lít dầu/xe**. Với lưu lượng khoảng **6,6 triệu lượt xe/năm**, lượng nhiên liệu tiết kiệm tương đương 13 triệu lít

mỗi năm, mang lại giá trị xã hội ước tính khoảng 250 tỷ đồng/năm. Song song đó, lượng dầu tiết kiệm này giúp giảm phát thải khoảng 35.000 tấn CO₂/năm, góp phần thực hiện Chiến lược tăng trưởng xanh quốc gia và cam kết **Net Zero 2050** của Việt Nam. Ngoài ra, khi dòng xe ra vào cổng trở nên liên tục, trật tự và tự động, tình trạng ùn tắc giao thông trên các tuyến đường kết nối cảng như Nguyễn Thị Định, Võ Chí Công, Quốc lộ 51 được cải thiện rõ rệt, giảm nguy cơ tai nạn và ô nhiễm cục bộ. Về mặt xã hội và thương hiệu, hệ thống Auto-Gate giúp **nâng cao hình ảnh doanh nghiệp**, thể hiện vai trò tiên phong của **Tổng công ty Tân Cảng Sài Gòn** trong chuyển đổi số, đảm bảo an ninh – an toàn, đồng thời đáp ứng các tiêu chuẩn **ISPS Code, ISO 28000**, hướng đến mô hình **Smart Port – Green Port** hiện đại và bền vững.

3.5.3 Đánh giá tổng hợp hiệu quả

Đánh giá tổng hợp hiệu quả			
Nhóm hiệu quả	Kết quả định lượng	Mức độ cải thiện	Nhận xét
Kỹ thuật – An ninh	S-Index = 0,82	20%	An ninh ổn định, kiểm soát truy cập chuẩn hóa
Kinh tế – Nhân sự	Tiết kiệm ~13 tỷ/năm	Hoàn vốn 1,9 năm	Giảm chi phí vận hành đáng kể
Vận hành – Thông quan	Thời gian thủ tục giảm 90 %	+525 % năng suất	Tăng luồng xe, giảm ùn tắc
Xã hội – Môi trường	Tiết kiệm nhiên liệu & giảm khí thải	~250 tỷ/năm lợi ích xã hội	Đóng góp phát triển bền vững

Bảng 29: Đánh giá tổng hợp hiệu quả kinh tế-kỹ thuật

Nguồn: Tác giả.

Việc triển khai hệ thống Auto-Gate tại Cảng Cát Lái đã chứng minh hiệu quả vượt trội cả về **kinh tế, kỹ thuật và xã hội**. Với chi phí đầu tư khoảng **25 tỷ VNĐ**, hệ thống mang lại lợi ích tiết kiệm vận hành **13 tỷ đồng/năm**, đồng thời **nâng hệ số an ninh tổng hợp lên 0,816**, tương đương mức “*An toàn – Ổn định cao*” theo khung PFSA – ISO 28000. Auto-Gate là nền tảng quan trọng cho quá trình chuyển đổi số toàn diện trong quản lý ra/vào cổng container, góp phần xây dựng mô hình **Cảng thông minh – Smart Security Port** cho Tổng công ty Tân Cảng Sài Gòn (SNP) trong giai đoạn 2025–2030.

3.6 Các điểm còn hạn chế sau triển khai

Chi phí đầu tư ban đầu lớn: Hệ thống Autogate đòi hỏi đầu tư nhiều thiết bị và hạ tầng công nghệ cao (camera chuyên dụng, cảm biến, máy chủ xử lý, phần mềm bản quyền, việc tự động hóa ở các cảng thường cần vốn đầu tư ban đầu (CAPEX) lớn hơn đáng kể so với vận hành thủ công, mặc dù bù lại chi phí vận hành (OPEX) sau này thấp hơn [116]. Đối với dự án tại Cát Lái, tổng chi phí đầu tư (thiết bị, phần mềm, lắp đặt và đào tạo) là một gánh nặng tài chính đáng kể ban đầu. Việc đánh giá hoàn vốn (ROI) phụ thuộc vào lưu lượng xe thực tế và mức giảm chi phí vận hành trong tương lai.

Đòi hỏi hạ tầng và bảo trì cao: Hệ thống hoạt động phụ thuộc vào đường truyền mạng, nguồn điện liên tục và máy chủ xử lý mạnh. Mọi trục trặc về mạng hay mất điện ở cổng có thể làm gián đoạn toàn bộ quy trình, các thiết bị như camera, cảm biến và module điện tử cần được bảo trì định kỳ để duy trì độ chính xác. Bất kỳ hư hỏng nào (ví dụ camera bị lệch, barie kẹt, sensor hoạt động sai) cũng gây ảnh hưởng đến luồng xe chung. Việc này đòi hỏi kỹ thuật viên giám sát và xử lý sự cố 24/7, vốn chưa phổ biến nhiều trong môi trường cảng truyền thống.

Hạn chế công nghệ nhận dạng: Công nghệ hiện tại chủ yếu sử dụng OCR để đọc biển số. OCR yêu cầu “đường ngắm” rõ ràng với biển số sạch và gắn đúng vị trí để nhận dạng chính xác [117]. Trong thực tế, xe ra-vào cổng di chuyển ở tốc độ cao hoặc biển số bẩn, cũ có thể gây sai sót khi nhận diện. Ngoài ra, góc camera và ánh sáng môi trường cũng ảnh hưởng đến hiệu suất OCR. Nhiều nước triển khai Autogate đã chuyển sang bổ sung RFID (gắn tag trên xe) nhằm xác thực tự động nhanh hơn, nhưng việc này chưa được áp dụng rộng rãi ở Cát Lái và đòi hỏi chi phí bổ sung. Vì vậy, một số trường hợp ngoại lệ vẫn cần can thiệp thủ công, làm giảm ít nhiều hiệu quả toàn hệ thống.

Yêu cầu thay đổi vận hành và đào tạo: Việc áp dụng Autogate đòi hỏi chủ hàng, doanh nghiệp vận tải và lái xe phải làm quen với quy trình mới (đăng ký trước, sử dụng app, theo dõi thông báo), tài xế phải cài đặt ứng dụng Container Driver và các bên doanh nghiệp phải có tài khoản ePort để tương tác với hệ thống

[114]. Điều này gây khó khăn bước đầu cho những đơn vị chưa sẵn sàng số hóa hoàn toàn. Bên cạnh đó, đội ngũ nhân viên cảng cũng cần được huấn luyện vận hành hệ thống mới, theo dõi cảnh báo và xử lý tình huống kỹ thuật – điều chưa từng có trong quy trình trước đó, sự chuyển đổi này đôi khi gặp kháng cự tâm lý và đòi hỏi thời gian thích ứng, nhất là giai đoạn ban đầu sau khi triển khai.

Rủi ro chi phí và tiến độ: Do quy mô triển khai lớn (34 làn), chi phí phát sinh ngoài dự kiến hoặc chậm tiến độ là mối quan ngại, phân tích tại ngành cảng, việc lắp đặt tự động hóa tại cảng hiện hữu thường phức tạp hơn xây dựng mới và có thể kéo dài thời gian [116]. Nếu giai đoạn thử nghiệm gặp vướng mắc kỹ thuật, dự án có thể phải tái cấu trúc hệ thống, gây tăng chi phí và ảnh hưởng tiến độ. Ngoài ra, công nghệ thay đổi nhanh chóng cũng đặt ra yêu cầu cập nhật liên tục, nghĩa là dự án cần dự phòng nâng cấp về sau.

Kết luận: Dự án nâng cấp hệ thống Auto-gate tại Cảng Cát Lái đã đạt được nhiều kết quả tích cực như đề ra (tăng năng suất, rút ngắn thời gian, tăng cường an ninh và tiết giảm nhân công) [116], bên cạnh hiệu quả mang lại còn tồn tại những thách thức liên quan đến chi phí đầu tư, yêu cầu công nghệ và thay đổi vận hành. Các hạn chế này cần được tiếp tục theo dõi và cải thiện trong giai đoạn khai thác thực tế, để hệ thống hoạt động bền vững và mang lại lợi ích lâu dài cho cảng.

III KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1 TÓM TẮT KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Đề án đã **xây dựng khung tích hợp PFSA → ISO 28000 → AHP → Security-Impact Index (S-Index)** để đánh giá và đề xuất giải pháp nâng cao chất lượng kiểm soát an ninh cổng Cát Lái. Kết quả chính gồm:

Phân tích thực trạng cho thấy bốn lỗ hổng cốt lõi: Lưu lượng xe và ùn tắc (2 điểm), Công nghệ quản lý và tự động hóa (3 điểm), Giới hạn bãi và bến bãi (3 điểm), Kết nối dữ liệu và cảnh báo rủi ro (3 điểm). Các yếu tố này đang ảnh hưởng tiêu cực trực tiếp đến hiệu quả đảm bảo an ninh tổng thể tại Công Cảng Cát Lái.

Mô phỏng hàng đợi M/M/c chứng minh thời gian chờ trung bình (W_q) 22 phút ở giờ cao điểm; cài đặt Auto-Gate 34 lần giảm W_q xuống còn 8 phút (-64 %).

Phân tích AHP ($CR = 0,08$) chỉ ra “Tự động hoá thủ tục” ($w = 0,32$) là tiêu chí quan trọng nhất; “Tích hợp CNTT & an ninh mạng” ($w = 0,24$) đứng thứ hai.

S-Index tăng từ **0,61 (hiện trạng)** lên **0,82 (kịch bản Auto-Gate)**, phản ánh mức cải thiện an ninh tổng hợp 34 %.

2. ĐÓNG GÓP KHOA HỌC

Phương pháp luận: Lần đầu tiên tại Việt Nam áp dụng chuỗi PFSA → ISO 28000 → AHP → S-Index ở cấp độ **cổng cảng** thay vì toàn cảng, cung cấp mô hình tham chiếu cho các cơ sở tương tự.

Chỉ báo định lượng: Mở rộng S-Index với thành phần **Traffic-Security Coupling**, góp phần hoàn thiện bộ thước đo an ninh cảng trong bối cảnh chuyển đổi số.

Khung đánh giá tài chính-an ninh: Lồng ghép KPI an ninh (S-Index) vào phân tích NPV/IRR, giúp lượng hoá “lợi ích phi tài chính” của đầu tư an ninh.

3. HÀM Ý THỰC TIỄN VÀ KHUYẾN NGHỊ

Chuẩn hoá Auto-Gate vào **QCVN 65:2021/BGTVT** giai đoạn sửa đổi 2026, yêu cầu tuân thủ tối thiểu $OCR \geq 95 \%$, $RFID \geq 99 \%$.

Thiết lập PFSA-Cyber bắt buộc trong Kế hoạch An ninh Cảng (PFSP), áp dụng Zero-Trust & SOC-SIEM cho hệ GOS/API.

Lộ trình 4 giai đoạn 2025-2027 nên được tích hợp vào quy hoạch tổng thể của Tổng công ty Tân Cảng Sài Gòn để đồng bộ hạ tầng gate – bãi – cầu bến trong đề án "Nâng cấp-Cải Tạo-Hiện đại hóa cảng Cát Lái đến năm 2030".

Khung KPI sau triển khai Auto-gate			
STT	Nhóm KPI	Mục tiêu 2027	Ghi chú
1	Thời gian dwell-time (giao nhận)	≤ 180 s/lượt	TOPX log dữ liệu tự động
2	Độ phủ CCTV Cảng Cát Lái	$\geq 90 \%$	30 fps, lưu ≥ 45 ngày

3	S-Index	$\geq 0,80$	Rà soát PFSA hằng năm
4	MTTR sự cố hệ thống	≤ 30 phút	SLA với nhà cung cấp

Bảng 30 Khung KPI Cổng Cảng sau triển khai Auto-gate

Nguồn: Tác giả (2025)

4. HẠN CHẾ VÀ HƯỚNG NGHIÊN CỨU TIẾP THEO

Hạn chế: Nghiên cứu vẫn còn các hạn chế đáng chú ý. Thứ nhất, **thiếu bảng khảo sát chuyên gia và ma trận so sánh cặp đầy đủ trong AHP**, khiến quá trình gán trọng số phần nào chưa phản ánh sự đa chiều về đánh giá. Thứ hai, dữ liệu mô phỏng hàng đợi mới chỉ dựa trên mẫu 30 ngày – cần mở rộng để đảm bảo độ tin cậy cao hơn. Đồng thời, khung phân tích tài chính chưa tính đến yếu tố biến động tỷ giá hoặc chi phí bảo trì tăng theo lạm phát.

Nghiên cứu tương lai: xây dựng Digital Twin cổng để thử nghiệm kịch bản khủng hoảng trong thời gian thực; Ứng dụng AI-Vision phát hiện hành vi bất thường; Liên kết blockchain e-seal với PCS để truy xuất chuỗi cung ứng.

IV TÀI LIỆU THAO KHẢO

- [1] TS. Nguyễn Xuân Sang. (2017, Sep.) tapchigiaothong. [Online].
<https://tapchigiaothong.vn/vai-tro-cua-nganh-hang-hai-trong-chien-luoc-phat-trien-kinh-te-bien-18349250.htm>
- [2] Đinh Thu Phương, "TỔNG QUAN CUỘC CÁCH MẠNG CÔNG NGHIỆP 4.0," *Tạp chí Khoa học Giao thông vận tải*, vol. 2, no. 143-152, p. 70, Aug. 2019.
- [3] Bùi Thanh Hà. (2022, July) Thông tin và truyền thông. [Online].
<https://ictvietnam.vn/an-ninh-mang-nganh-hang-hai-an-toan-cho-van-tai-bien-20292.html>
- [4] Hồng Loan. (2022, May) Tạp chí Kinh Tế Sài Gòn Online. [Online].
<https://thesaigontimes.vn/giam-un-tac-tai-cang-cat-lai-bang-cach-nao/>
- [5] Hoàng Cường. (2019, Oct.) baohaiquanvietnam. [Online].
<https://baohaiquanvietnam.vn/tin-tuc/le-go-live-he-thong-quan-ly-an-ninh-cang-tan-cang-cat-lai>
- [6] saigonnewport. (2015, Feb.) saigonnewport. [Online].
<https://saigonnewport.com.vn/tin-tuc/hoat-dong-kinh-doanh/tan-cang-sai-gon-tien-phong-ung-dung-phan-mem-quan-ly-container-topovn.html>
- [7] Fivos Andritsos, "Port Security & Access Control," for the Protection & Security of the Citizen, University of Piraeus, Greece, IISA 2013 6623728, July 2013. [Online].
https://www.researchgate.net/publication/249009738_Port_Security_Access_Control_a_Systemic_Approach
- [8] Quốc Hội. (2015, Nov.) thuvienphapluat. [Online].
<https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Giao-thong-Van-tai/Bo-luat-hang-hai-Viet-Nam-2015-298374.aspx>
- [9] IMO. (2004, July) IMO. [Online].
<https://www.imo.org/en/OurWork/Security/Pages/SOLAS-XI->

- [2%20ISPS%20Code.aspx?msclkid=a28025a0bad311eca016c4118d114](#)
- [10] Quốc Hội. (2016, Sep.) thuvienphapluat. [Online].
<https://thuvienphapluat.vn/hoi-dap-phap-luat/1DD93-hd-an-ninh-la-gi.html>
- [11] Bùi Tuấn An. (2023, Jan.) luatminhkhue. [Online].
<https://luatminhkhue.vn/an-toan-la-gi.aspx>
- [12] IMO. (2012) mdnautical. [Online].
<https://www.imo.org/en/OurWork/Security/Pages/SOLAS-XI-2%20ISPS%20Code.aspx>
- [13] CHAO. (2019, May) porttechnology. [Online].
<https://www.porttechnology.org/wp-content/uploads/2019/05/CHAO.pdf>
- [14] N. M. Kraetzig. (2021, Mar.) An overview of maritime and port security. [Online]. <https://up42.com/blog/an-overview-of-maritime-and-port-security>
- [15] M. Landry. (2023, Oct.) Security Magazine. [Online].
<https://www.securitymagazine.com/articles/99956-the-6-challenges-of-securing-large-perimeters>
- [16] HudsonAnalytix. (2019, June) Risk Assessment Factors in Port Security. [Online]. <https://portalcip.org/wp-content/uploads/2019/08/9-Assessing-Risk-and-Port-Security-05062019.pdf>
- [17] International Maritime Organization, *SOLAS Chapter XI-2 and the ISPS Code*. London: IMO Publishing, 2004.
- [18] IMO. (2004, July) thuvienphapluat. [Online]. <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Bo-may-hanh-chinh/Bo-Luat-quoc-te-ISPS-ve-an-ninh-tau-va-ben-cang-va-bo-sung-sua-doi-2002-cua-Solas-287990.aspx>
- [19] United states coast guard. (2023, July) United states coast guard. [Online].
<https://www.dco.uscg.mil/Portals/9/CG-FAC/Documents/NVIC%2009-02%20CH%206.pdf>
- [20] EUR-Lex. (2005, Mar.) EUR-Lex. [Online]. <https://eur->

lex.europa.eu/eli/dir/2005/65/oj/eng

- [21] Harley Miller company law. (2025, Mar.) luatvietnam. [Online].
<https://english.luatvietnam.vn/legal-news/complete-guide-to-seaport-regulations-vietnam-maritime-law-4729-101504-article.html#>
- [22] EUR-Lex. (2004, Mar.) EUR-Lex. [Online]. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2004/725/oj/eng>
- [23] BGTVT. (2021) thuvienphapluat. [Online]. <https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Giao-thong-Van-tai/Thong-tu-08-2021-TT-BGTVT-Quy-chuan-ky-thuat-quoc-gia-ve-cang-bien-471523.aspx>
- [24] International Organization for Standardization, "ISO 28000:2022 – Security and resilience — Security management systems — Requirements," ISO, Geneva, ISO Standard 79612 2022.
- [25] International Organization for Standardization, "ISO 20858:2007 — Ships and marine technology — Maritime port facility security assessments and security plan development," ISO, Geneva, ISO Standard 46051 2007.
- [26] MIL-STD 3007. (2013, Oct) wbdg. [Online].
https://www.wbdg.org/FFC/DOD/UFC/ufc_4_022_03_2013.pdf
- [27] Fiber SenSys. (2013) accu-tech. [Online]. <https://www.accu-tech.com/hs-fs/hub/54495/file-223248737-pdf>
- [28] IMO. (2003) imo. [Online].
<https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Security/Documents/ILOIMOCODEofPracticeEnglish.pdf>
- [29] EduMaritime. (2022, july) EduMaritime. [Online].
<https://www.edumaritime.net/isps-code/port-facility-security-assessment-pfsa>
- [30] International Maritime Organization (IMO). (2003, December) ClassNK. [Online].
https://www.classnk.or.jp/hp/pdf/activities/statutory/isps/code/ISPS_CodeB.p

[df](#)

- [31] International Maritime Organization,. London: IMO, 2004, ch. Part A, Sec. 15–16.
- [32] International Organization for Standardization, *ISO 28000:2022 — Security and resilience — Security management systems — Requirements*, 2nd ed. Geneva: ISO, 2022.
- [33] Thomas L. Saaty, *The Analytic Hierarchy Process*, 1st, Ed. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [34] Thomas L. Saaty, "Decision Making with the Analytic Hierarchy Process," *International Journal of Services Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 83–98, 2008.
- [35] Gary Porter, "Toward a National Security Impact Index," in *Environmental Change and Security Project Report*. Washington, USA: Woodrow Wilson International Center for Scholars, 1996, pp. 1-15.
- [36] IMO. (2022, July) edumaritime. [Online]. <https://www.edumaritime.net/isps-code/port-facility-security-assessment-pfsa?>
- [37] International Maritime Organization, *ISPS Code – International Ship and Port Facility Security Code*. London: IMO Publishing, 2003.
- [38] Mark Buzinkay. (2023, Jan) identecsolutions. [Online]. <https://www.identecsolutions.com/news/container-terminal-safety-the-challenge-called-drug-trafficking>
- [39] Xiaoning Shi, Stefan Voss, Weigang Zhang Lei Hu, "Application of RFID Technology at the Entrance Gate of Container Terminals," in *Computational Logistics - Second International Conference, ICCL 2011*, Hamburg, Germany, 2011, pp. 209–220.
- [40] Allen Thomas, "OCR in Ports and Terminals," Brussels, Port Equipment Manufacturers Association (PEMA) 2013.
- [41] Kevin Kinnee. (2024, July) Navigating the Challenges of U.S. Port Security.

- [Online]. URL: <https://www.kpler.com/blog/navigating-the-challenges-of-u-s-port-security>
- [42] Brogan Ingstad, Channing Mavrellis, Douglas Brown, Joseph "Kenny" Sobek Anna Cizek, "Emerging Threats to Cargo and Port Security," Washington, D.C, Global Financial Integrity 2021.
- [43] Giannis Nikolakis. (2025, March) Container News. [Online]. <https://container-news.com/smart-containers-role-in-tackling-the-costly-rise-in-container-security-risks/>
- [44] Pelco. (2025, May) Pelco. [Online]. <https://www.pelco.com/industry/maritime-ports>
- [45] Constantinos Chlomoudis, Petros Pallis, and Theodore Styliadis, "Security Risk Assessment in Container Terminals: Empirical Evidence from," *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, vol. 12, pp. 214–223, 2024.
- [46] United States Department of Defense, "UFC 4-022-03 – Security Fences and Gates," Washington, D.C., Unified Facilities Criteria (UFC) 2013.
- [47] International Maritime Organization, *International Ship and Port Facility Security (ISPS) Code*, 2003rd ed. London: IMO Publishing, 2003.
- [48] International Organization for Standardization, "ISO 10374:1991 - Freight containers — Automatic identification," Geneva, ISO 1991.
- [49] Karol Moszyk, "Automation of the Road Gate Operations Process at the Container Terminal," *Sustainable Freight Transportation System*, vol. 6291, no. <https://doi.org/10.3390/su13116291>, p. 13(11), may 2021.
- [50] International Maritime Organization, "Guidelines on Maritime Cyber Risk Management (MSC-FAL.1/Circ.3)," London, IMO 2021.
- [51] International Organization for Standardization, "ISO/IEC 27001:2022 – Information Security Management Systems," Geneva, ISO 2022.
- [52] International Organization for Standardization, "ISO 28000:2007 – Security

Management Systems for the Supply Chain," ISO 2007.

- [53] Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC), "APEC Manual of Maritime Security Drills and Exercises," Singapore, APEC Secretariat 2010.
- [54] International Maritime Organization, *Model Course 3.24: Security Awareness Training for All Port Facility Personnel*. London: IMO Publishing, 2015.
- [55] Transportation Research Board (TRB), "NCFRP Report 13 – Freight Facility Planning and Urban Form," Washington, D.C., Transportation Research Board / National Academies Press 2011.
- [56] European Commission – CORE Project Consortium, "CORE Final Report – Consistently Optimised Resilient Secure Global Supply Chains," Brussels, EU Horizon 2020 Programme 2020.
- [57] International Maritime Organization, *International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code, 2024 Edition*. London: IMO Publishing, 2024.
- [58] International Organization for Standardization, "ISO 22341:2021 – Security and resilience — Guidelines for CPTED," Geneva, ISO 2021.
- [59] American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), *Roadside Design Guide, 4th Edition*. Washington, D.C: AASHTO, 2011.
- [60] United States Coast Guard, "NVIC 09-02, Rev.1 – Guidance for the Development and Review of Facility Security Plans," Washington, D.C., Department of Homeland Security (USCG) 2003.
- [61] SNP. saigonnewport. [Online]. <https://saigonnewport.com.vn/cang-cong-ty/cang-tan-cang-cat-lai-tccl#>
- [62] (2024) saigonnewport. [Online]. <https://saigonnewport.com.vn/thu-vien#tcsg-gioi-thieu-tong-cong-ty-2024-file-659e0e0a9a20c>
- [63] THU HÒA. (2024, July) haiquanonline. [Online]. <https://haiquanonline.com.vn/longform-cang-bien-tphcm-vai-tro-quan-trong->

thuc-day-phat-trien-kinh-te-dat-nuoc-187826.html

- [64] QUANG QUÝ. (2020, Jan.) Nhandan. [Online]. <https://nhandan.vn/phat-lenh-lam-chuyen-hang-dau-tien-qua-cang-tan-cang-cat-lai-post448019.html#>
- [65] SNP. (2020, Sep.) saigonnewport. [Online]. <https://saigonnewport.com.vn/tin-tuc/hoat-dong-kinh-doanh/snp-day-manh-chuyen-doi-so-bien-phap-huu-hieu-ung-pho-voi-dich-covid.html>
- [66] THU HÒA. (2024, July) HảiQuonline. [Online]. <https://haiquanonline.com.vn/longform-cang-bien-tphcm-vai-tro-quan-trong-thuc-day-phat-trien-kinh-te-dat-nuoc-187826.html#>
- [67] M.Hiệp. (2022, Dec.) ĐẢNG BỘ THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH. [Online]. <https://hcmcpv.org.vn/tin-tuc/nam-2022-tong-san-pham-tren-dia-ban-tphcm-tang-9-03-so-voi-cung-ky-1491903235#>
- [68] Lê Nam. (2021, Nov.) 24hmoney. [Online]. <https://24hmoney.vn/news/cang-cat-lai-cll-lac-dong-cla1095154.html>
- [69] FCCA Nguyễn Quang Thuần, "Báo cáo Phân tích Ngành Cảng biển Việt Nam," fiinratings, Hà Nội, 2024.
- [70] Lê Thu. (2020, Nov.) haiquanonline. [Online]. <https://haiquanonline.com.vn/tan-cang-sai-gon-chuyen-doi-so-de-phuc-vu-doanh-nghiep-137290.html>
- [71] MINH QUÂN. (2024, Feb.) laodong. [Online]. <https://laodong.vn/xa-hoi/tphcm-sap-lam-4-du-an-hon-13000-ti-dong-giam-ket-xe-khu-vuc-cang-cat-lai-1308409.laodong>
- [72] Chinh Hoàng. (2025, Jan.) danviet. [Online]. <https://danviet.vn/tinh-hinh-kinh-te-nhieu-doanh-nghiep-van-tai-tai-xe-o-tphcm-ra-sao-khi-un-tac-giao-thong-lien-tuc-2025011413420595-d847819.html>
- [73] ĐÀO TRANG. (2023, Oct.) plo. [Online]. <https://plo.vn/can-som-mo-rong-duong-dong-van-cong-tp-thu-duc-post758361.html>

- [74] Tiến Lực. (2023, Oct.) vietnamplus. [Online]. <https://www.vietnamplus.vn/som-xu-ly-tinh-trang-un-u-giao-thong-va-hang-hoa-tai-cang-cat-lai-post901313.vnp>
- [75] Ngô Nguyên. (2023, Oct.) baodautu. [Online]. <https://baodautu.vn/doanh-nghiep-kho-so-vi-un-u-hang-hoa-do-nghen-giao-thong-tai-cang-cat-lai-d200553.html>
- [76] MINH HÒA. (2023, Dec.) tuoitre. [Online]. <https://tuoitre.vn/phong-csgt-tp-hcm-nam-2023-co-nhieu-vu-un-u-chi-co-mot-vu-nghiem-trong-20231231182405555.htm>
- [77] Gia Minh. (2022, Aug.) vnexpress. [Online]. <https://vnexpress.net/oto-qua-pha-cat-lai-tang-60-khi-cai-toc-thu-phi-khong-dung-4497223.html>
- [78] HOÀNG THỌ. (2024, Apr.) vtcnews. [Online]. <https://vtcnews.vn/tp-hcm-de-nghi-dong-nai-xay-dung-ke-hoach-dau-tu-cau-cat-lai-ar866957.html>
- [79] Thế Vinh. (2022, May) vnbusiness. [Online]. <https://vnbusiness.vn/vietnam/giai-bai-toan-tac-nghen-o-cang-container-nhon-nhip-nhat-viet-nam-1085548.html>
- [80] CHÂU TUẤN. (2023, Oct.) tuoitre. [Online]. <https://tuoitre.vn/cong-an-tp-hcm-noi-5-nguyen-nhan-khien-duong-vao-cang-cat-lai-un-tac-2023100920300308.htm>
- [81] MINH HÒA. (2025, Jan.) tuoitre. [Online]. <https://tuoitre.vn/container-vao-cang-dong-duc-xe-nhich-tung-chut-tren-duong-vo-nguyen-giap-nguyen-thi-dinh-20250122113101488.htm>
- [82] Xuân Nghi. (2023, Oct.) vneconomy. [Online]. <https://vneconomy.vn/tp-hcm-ra-chi-dao-khan-nham-giai-quyet-un-tac-cang-cat-lai.htm>
- [83] (2019, May) baoxaydung. [Online]. <https://baoxaydung.vn/csgt-cang-minh-dieu-tiet-giao-thong-tai-cua-ngo-tphcm-192419401.htm>
- [84] OTS. (2022, Mar.) Hệ thống an ninh tích hợp. [Online]. <https://ots.vn/he->

thong-quan-ly-an-ninh-cang-tan-cang-cat-lai.html

- [85] Hoàng Hải. (2015, Feb.) vietnamplus. [Online].
<https://www.vietnamplus.vn/tan-cang-sai-gon-tien-phong-ung-dung-phan-mem-quan-ly-container-topovn-post308504.vnp>
- [86] Công Hoan. (2024, May) haiquanonline. [Online].
<https://haiquanonline.com.vn/lan-dau-tien-cang-cat-lai-van-hanh-cong-tu-dong-185917.html>
- [87] Xuân Hương. (2025, Feb.) baohaiquanvietnam. [Online].
<https://baohaiquanvietnam.vn/tin-tuc/tan-cang-sai-gon-tien-phong-ve-so-hoa-trong-quan-ly-khai-thac-cang-bien>
- [88] Phạm Oanh- Công Hoan. (2025, Jan.) baophapluat. [Online].
<https://baophapluat.vn/bao-dam-an-ninh-cac-phuong-tien-ra-vao-cum-cang-tan-cang-cat-lai-post536598.html>
- [89] Xuân Tình Công Hoan. (2023, Aug.) baohaiquanvietnam. [Online].
<https://baohaiquanvietnam.vn/tin-tuc/hoi-nghi-danh-gia-an-ninh-cang-bien-cum-cang-cat-lai-nam-2023>
- [90] VĂN TOÀN - DUY LUÂN - VĂN BÌNH. (2023, Mar.) congan. [Online].
https://congan.com.vn/giao-thong-24h/bai-2-cang-cat-lai-co-5-cong-nhung-chi-mot-duong-doc-dao-ra-vao_144650.html
- [91] Hồng Nga. (2022, June) doanhnhansaigon. [Online].
<https://doanhnhansaigon.vn/lam-gi-de-giam-tac-nghen-tai-cang-cat-lai-205698.html>
- [92] Vũ Khuê. (2021, Aug.) vneconomy. [Online]. <https://vneconomy.vn/un-tac-hang-hoa-tai-cang-cat-lai-can-thao-go-ngay-tranh-anh-huong-toi-xuat-nhap-khau.htm>
- [93] NGỌC ẮN - D.N.HÀ. (2021, Apr.) tuoitre. [Online]. <https://tuoitre.vn/2-nguyen-nhan-gay-ket-xe-tram-trong-o-khu-cat-lai-20210428105204152.htm>

- [94] Trọng Điền - Diễm Thúy. (2023, Feb.) vovgiaothong. [Online].
<https://vovgiaothong.vn/newsaudio/loay-hoay-bai-toan-giai-toa-un-tac-khu-vuc-cang-cat-lai-d32178.html>
- [95] N.BÌNH. (2022, May) tuoitre. [Online]. <https://tuoitre.vn/lam-gi-de-giam-un-tac-o-cang-cat-lai-20220519112324782.htm>
- [96] U.S. Coast Guard. (2004, July) Cảnh sát biển Hoa Kỳ. [Online].
<https://www.dco.uscg.mil/ISPS-MTSA/>
- [97] Nguyễn Thu Hương. (2021, Mar.) tạp chí khoa học công nghệ việt nam. [Online]. <https://vjst.vn/vn/tin-tuc/4403/cang-bien-thong-minh---xu-the-phat-trien-cua-cac-quoc-gia-co-bien.aspx>
- [98] TRÀ NGÂN. (2022, May) baobariavungtau. [Online].
<https://baobariavungtau.com.vn/kinh-te/202205/thi-diem-cang-mo-can-nhieu-yeu-to-dot-pha-949892/>
- [99] Michele Labrut. (2025, Apr.) searade-maritime. [Online].
<https://www.searade-maritime.com/terminals/hateco-and-apm-terminals-inaugurate-haiphong-terminal-in-vietnam>
- [100] worldcargonews. (2024, Apr.) worldcargonews. [Online].
] <https://www.worldcargonews.com/automation/2024/04/what-does-gate-automation-look-like-for-the-people-involved/>
- [101] International Maritime Organization, *MSC-FAL.1/Circ.3 – Guidelines on Maritime Cyber Risk Management*. London: IMO Publishing, 2021.
- [102] WCN Editorial. (2024, Apr.) worldcargonews. [Online].
] <https://www.worldcargonews.com/automation/2024/04/what-does-gate-automation-look-like-for-the-people-involved/>
- [103] PHƯỚC TRẦN. (2024, July) Advanced Technology. [Online].
] <https://atgroup.vn/giai-phap-thong-minh-cho-quan-ly-giao-nhan-container-tai-cang-bien-he-thong-giao-nhan-cong-tu-dong-ogs/>

- [104 Hoàng Cường. (2019, Oct.) baohaiquanvietnam. [Online].
] <https://baohaiquanvietnam.vn/tin-tuc/le-go-live-he-thong-quan-ly-an-ninh-cang-tan-cang-cat-lai>
- [105 Andrzej Puławski. tideworks technology. [Online].
] <https://info.tideworks.com/baltic-container-terminal-bct-case-study-tideworks>
- [106 hipower-tech. (2025, May) hipower-tech. [Online]. [https://hipower-](https://hipower-tech.com/en/img/pro/ANPR_Architecture-E1.PNG)
] [tech.com/en/img/pro/ANPR_Architecture-E1.PNG](https://hipower-tech.com/en/img/pro/ANPR_Architecture-E1.PNG)
- [107 Adaptive Recognition Inc. (2025, May) Adaptive Recognition. [Online].
] [https://adaptiverecognition.com/products/carmen-ocr-container-code-](https://adaptiverecognition.com/products/carmen-ocr-container-code-recognition/)
[recognition/](https://adaptiverecognition.com/products/carmen-ocr-container-code-recognition/)
- [108 ITG. (2023, Nov.) itgtechnology. [Online]. [https://itgtechnology.vn/cong-](https://itgtechnology.vn/cong-nghe-rfid-la-gi-dac-diem-cau-tao-ung-dung-rfid/)
] [nghe-rfid-la-gi-dac-diem-cau-tao-ung-dung-rfid/](https://itgtechnology.vn/cong-nghe-rfid-la-gi-dac-diem-cau-tao-ung-dung-rfid/)
- [109 TS. NGUYỄN THANH THỦY, "ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ RFID," *Tạp*
] *chí Khoa học Công nghệ Hàng hải*, vol. 29, no.
[https://khcn.vimaru.edu.vn/sites/khcn.vimaru.edu.vn/files/88_ung_dung_cong](https://khcn.vimaru.edu.vn/sites/khcn.vimaru.edu.vn/files/88_ung_dung_cong_nghe_frid_.pdf)
[_nghe_frid_.pdf](https://khcn.vimaru.edu.vn/sites/khcn.vimaru.edu.vn/files/88_ung_dung_cong_nghe_frid_.pdf), p. 88, Jan. 2012.
- [110 Altexsoft. (2022, July) Altexsoft. [Online].
] <https://www.altexsoft.com/blog/terminal-operating-system/>
- [111 Moszyk et al., "Automation of the Road Gate Operations Process at the
] Container Terminal—A Case Study of DCT Gdańsk SA," *Sustainability*, vol.
13, no. 11, p. 6291, 2021.
- [112 Phòng CNTT. (2022, July) danangport. [Online]. danangport.com
]
- [113 (2024, July) haiquanonline. [Online]. [https://haiquanonline.com.vn/longform-](https://haiquanonline.com.vn/longform-cang-bien-tphcm-vai-tro-quan-trong-thuc-day-phat-trien-kinh-te-dat-nuoc-187826.html)
] [cang-bien-tphcm-vai-tro-quan-trong-thuc-day-phat-trien-kinh-te-dat-nuoc-](https://haiquanonline.com.vn/longform-cang-bien-tphcm-vai-tro-quan-trong-thuc-day-phat-trien-kinh-te-dat-nuoc-187826.html)
[187826.html](https://haiquanonline.com.vn/longform-cang-bien-tphcm-vai-tro-quan-trong-thuc-day-phat-trien-kinh-te-dat-nuoc-187826.html)
- [114 haiphongport. (2023, Apr.) haiphongport. [Online]. <https://vimc.co/en/cang->

-] [hai-phong-trien-khai-he-thong-giao-nhan-cong-tu-dong-smart-gate-khach-hang-duoc-loi-gi/](#)
- [115 Administrator of irtech. (2023, Feb.) irtech. [Online].
] [https://irtech.com.vn/giai-phap-cang-dien-tu-eport/](#)
- [116 ATOS. (2024, December) atoshipping. [Online]. [https://atoshipping.com/port-automation-series-cost-calculation-for-workforce-productivity-and-capacity/](#)
- [117 trackify. (2025, May) trackify. [Online]. [https://trackify.vn/cac-giai-phap-dua-tren-rfid/ung-dung-rfid-trong-quan-ly-cang/](#)