



Tạp chí điện tử
Khoa học và Công nghệ Giao thông
Trang website: <https://jstt.vn/index.php/vn>



Article info

Type of article:

Original research paper

DOI:

<https://doi.org/10.58845/jstt.utt.2025.vn.5.3.49-58>

***Corresponding author:**

Email address:

Fanwenfug@gmail.com

Received: 25/06/2025

Received in Revised Form:

07/08/2025

Accepted: 12/08/2025

Assessment of the impact of Jet Blast at Dong Hoi Airport using simulation in the Autodesk Vehicle Tracking

Pham Van Phuc

Highway and Airport Engineering Division, TEDI Transport Design Consulting Corporation, 278 Ton Duc Thang, Hang Bot, Dong Da, Ha Noi, 100000, Viet Nam

Abstract: The study focuses on identifying and analyzing the hazardous area caused by Jet Blast from Airbus A321 aircraft at Dong Hoi Airport using Autodesk Vehicle Tracking software. Simulation results from the software indicate areas with potential aviation safety hazards during operation and exploitation. Accordingly, appropriate solutions are proposed to enhance the control of factors that may cause aviation safety risks.

Keywords: Dong Hoi Airport; Jet Blast; Jet blast simulation; Autodesk Vehicle Tracking; Airport safety.



Thông tin bài viết

Dạng bài viết:

Bài báo nghiên cứu

DOI:

<https://doi.org/10.58845/jstt.utt.2025.vn.5.3.49-58>

***Tác giả liên hệ:**

Địa chỉ Email:

Fanwenfuq@gmail.com

Ngày nộp bài: 25/06/2025

Ngày nộp bài sửa: 07/08/2025

Ngày chấp nhận: 12/08/2025

Đánh giá tác động của khí xả phản lực tại cảng hàng không Đồng Hới bằng mô phỏng trên Autodesk Vehicle Tracking

Phạm Văn Phúc

Trung tâm tư vấn thiết kế Đường bộ và Sân bay, Tổng công ty tư vấn thiết kế giao thông vận tải TEDI, 278 Tôn Đức Thắng, Hàng Bột, Đống Đa, Hà Nội 100000, Việt Nam

Tóm tắt: Nghiên cứu này tập trung xác định và phân tích vùng nguy hiểm do khí xả phản lực (jet blast) từ máy bay Airbus A321 tại cảng hàng không Đồng Hới bằng phần mềm Autodesk Vehicle Tracking. Kết quả nghiên cứu mô phỏng từ phần mềm cho thấy các phạm vi khu vực có nguy cơ tiềm ẩn các mối nguy hiểm về an toàn hàng không trong quá trình vận hành khai thác. Từ đó, kiến nghị đề xuất các giải pháp phù hợp để tăng cường kiểm soát các tác nhân có thể gây mất an toàn hàng không.

Từ khóa: Cảng hàng không Đồng Hới; khí xả phản lực; mô phỏng khí xả phản lực; Autodesk Vehicle Tracking; an toàn sân bay.

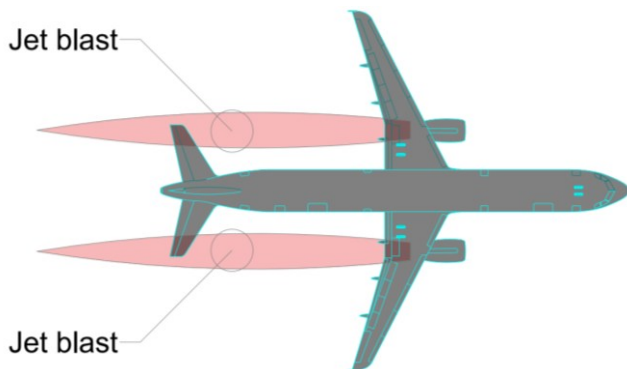
1. Giới thiệu

Trong hoạt động hàng không dân dụng, khí xả từ động cơ phản lực (Jet blast) [1,2] là một trong những mối nguy hiểm tiềm tàng đối với nhân viên mặt đất, hành khách, thiết bị và công trình lân cận. Jet blast có thể tạo ra luồng khí tốc độ cao và nhiệt độ lớn trong khoảng cách hàng chục mét phía sau động cơ, đặc biệt ở chế độ cất cánh (Take off) hoặc bắt đầu lăn khi đang ở trạng thái dừng đỗ (Break away) [3,4], cho dù khi hoạt động ở chế độ lăn đều trên mặt đất (Ground Idle) [3,4] với công suất thấp cũng có thể gây ra rủi ro nghiêm trọng tới an toàn hàng không.

Theo tổ chức hàng không dân dụng quốc tế ICAO định nghĩa: “Jet blast” (luồng khí phản lực) và “Prop wash” (luồng khí cánh quạt) là các thuật ngữ dùng để chỉ các dòng khí sinh ra từ hoạt động của động cơ phản lực và động cơ cánh quạt tương ứng. Thiết kế các công trình mặt đất, tòa nhà và mặt đường cần phải xem xét đến tác động của các

lực sinh ra từ các chuyển động khí này. Trước khi có sự xuất hiện của động cơ tuabin phản lực, rất ít sự chú ý được dành cho các ảnh hưởng bất lợi của luồng khí cánh quạt trong việc quy hoạch các công trình và mặt đường. Các khu vực bảo dưỡng và phục vụ đôi khi được trang bị hàng rào (Blast fence) để làm lệch hướng gió do sự bố trí gần nhau của các máy bay hoạt động trong những khu vực này, nhưng thiết kế của sân đỗ và nhà ga hành khách nhìn chung không bị ảnh hưởng bởi luồng khí cánh quạt. Sự ra đời của động cơ phản lực và các tiến bộ công nghệ nhằm tăng công suất và hiệu suất của các động cơ này đã dẫn đến sự gia tăng đáng kể vận tốc và lực của luồng khí phản lực, từ đó làm phát sinh nhu cầu phải thiết kế các cơ sở để thích nghi với các lực gió liên quan đến các vận tốc này [1-10]. Bên cạnh vận tốc gió cao, tiếng ồn, nhiệt và khói từ khí xả động cơ phản lực cũng cần được dự đoán trước khi lập kế hoạch xây dựng các công trình sân bay. Các khu vực chịu ảnh hưởng

bởi khí xả động cơ phản lực gây bất lợi cho con người hoặc công trình thường không được sử dụng. Tuy nhiên với vận tốc blast cao: cát, sỏi hoặc các vật liệu rời khác có thể trở thành vật thể bay và bị thổi xa hoặc bị hút vào động cơ, do đó các vật thể bay như vậy có thể gây thương tích cho người và làm hư hỏng thiết bị, công trình và máy bay khác [1-10].



Hình 1. Jet blast từ động cơ máy bay phản lực

Ba mức lực đẩy động cơ thường được sử dụng để xác định các vận tốc giới hạn là: lực đẩy khi không tải (idle thrust hay ground idle), lực đẩy thoát ly (breakaway thrust), lực đẩy liên tục tối đa (maximum continuous thrust hay take off - tức lực đẩy khi cất cánh). Gần như tất cả các cơ sở dành cho hoạt động di chuyển máy bay đều sẽ phải chịu ít nhất là lực đẩy khi không tải từ các động cơ (Ground idle) trong vùng hoạt động thiết kế. Các khu vực điển hình được thiết kế để chịu được lực đẩy thoát ly có thể bao gồm nhà ga hành khách, sân đỗ, vai đường lăn, khu dừng chờ và toàn bộ mặt đường trừ đường cất hạ cánh. Máy bay sử dụng lực đẩy liên tục tối đa trong lúc cất cánh, do đó đường băng, lề vật liệu và khu vực đầu đường cất hạ cánh sẽ được thiết kế để chịu được mức lực đẩy này [1,2].

Jet blast với vận tốc trên 56 km/h được xem là không mong muốn đối với sự thoải mái của con người hoặc cho việc vận hành phương tiện và các thiết bị khác trong khu vực hoạt động. Các tòa nhà có thể được thiết kế để chịu được vận tốc cao hơn nhiều, nhưng chi phí xây dựng bổ sung để chống lại áp lực gió vượt quá mức bình thường dùng trong thiết kế công trình có thể trở nên quá cao. Các công trình thường được thiết kế để chịu được

gió có vận tốc từ 130 đến 200 km/h, tùy theo vị trí địa lý. Nếu vận tốc thiết kế vượt ngưỡng này do ảnh hưởng của Blast, khung kết cấu và mặt đứng kiến trúc sẽ cần được gia cố thêm. Cần cân nhắc đánh đổi giữa chi phí xây dựng tăng thêm và các giải pháp khác nhằm giảm vận tốc Blast (chẳng hạn như dựng hàng rào Blast hoặc mở rộng diện tích sân đỗ) đối với từng sân bay cụ thể [1,2].

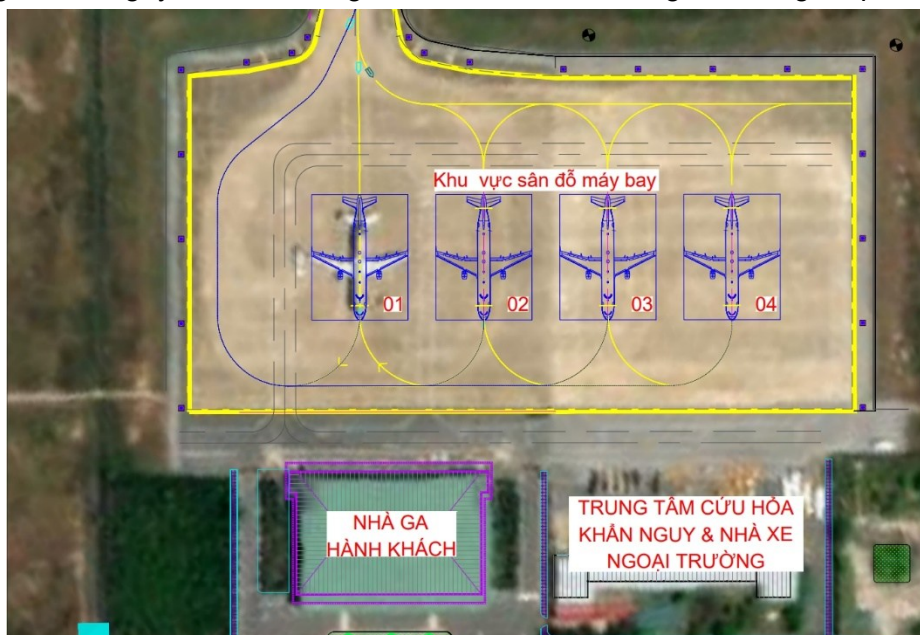
Jet blast thường có ít sự quan tâm đến vai trò tác động của nó gây ra. Trong hệ thống tiêu chuẩn, quy định của Việt Nam về thiết kế và xây dựng sân bay rất ít được nhắc tới Jet blast. Hiện nay chỉ có yêu cầu khoảng cách an toàn từ con người tới tàu bay đang hoạt động trên sân đỗ được Cục hàng không Việt Nam quy định trong Điều 6/QĐ336-CHK Hướng dẫn an toàn khai thác sân bay: “Người, phương tiện, trang thiết bị không được di chuyển cắt ngang đường lăn khi có tàu bay đang lăn, phải giữ khoảng cách an toàn tối thiểu là 125m phía sau và 200m phía trước một tàu bay đang lăn”. Tuy nhiên khoảng cách này chưa yêu cầu cho từng loại máy bay cụ thể với sức mạnh động cơ và các chế độ hoạt động khác nhau. Với sự tiến bộ của khoa học công nghệ, động cơ máy bay càng được cải tiến với công suất ngày một lớn hơn nhằm đáp ứng nhu cầu phát triển của xã hội sẽ làm tăng sức ảnh hưởng của Jet blast từ động cơ phản lực của máy bay. Do đó, cần có một phương pháp để đánh giá tác động của động cơ phản lực máy bay khi chúng hoạt động để đưa ra các đánh giá kịp thời về các rủi ro có thể phát sinh.

Trong các bài báo quốc tế đã có nhiều nghiên cứu về Jet blast và đánh giá tác động của chúng [11,12], nhưng tập trung vào việc đánh giá tới khí động học của động cơ phản lực mà chưa xét tới quỹ đạo của luồng phụt khí máy bay đang di chuyển đặc biệt là trong các vị trí mà máy bay chuyển hướng. Hiện nay trong nước gần như chưa có đề tài nào xét tới tác động của Jet blast. Để đánh giá đúng tác động của Jet blast cần phải có một phương pháp tiếp cận giúp sớm có các biện pháp phòng ngừa và nhìn nhận được những nguy cơ tiềm ẩn từ hoạt động của động cơ phản lực máy bay. Mục tiêu nghiên cứu này là xác định và đánh

giá vùng nguy hiểm do Jet blast [1] của máy bay Airbus A321 tại cảng hàng không Đồng Hới bằng phần mềm Autodesk Vehicle Tracking để chỉ ra các khu vực trên sân đỗ máy bay có nguy cơ ảnh hưởng đến an toàn nhân sự và thiết bị; So sánh với các quy định kỹ thuật (ICAO/FAA) [1,2]; Đề xuất giải pháp quy hoạch và hỗ trợ vận hành.

Cảng hàng không Đồng Hới (VVDH) là cảng hàng không nội địa đang được khai thác với các dòng máy bay phản lực tầm ngắn code C [1] như Airbus A320 và A321. Tuy nhiên, do đặc thù diện tích hạn chế, khu vực đỗ tàu bay sát nhà ga và không có khoảng lùi lớn, nguy cơ ảnh hưởng từ khí

xả động cơ phản lực tại sân bay này là rất đáng quan ngại. Hiện trạng cảng hàng không Đồng Hới có 4 vị trí đỗ máy bay code C [1] đều hoạt động theo phương thức tự lặn vào tự lặn ra để gây ra các tình huống động cơ của máy bay phản lực thổi trực tiếp về nhà ga mà chưa có các biện pháp bảo vệ. Khi các máy bay lần lượt từ các vị trí đỗ 01, 02, 03, 04 di chuyển qua phía bên trái nhà ga để vòng ra đường lặn rồi di chuyển ra đường cất hạ cánh, nếu các hoạt động trên sân đỗ vẫn tiếp tục diễn ra song song cùng với một máy bay đang di chuyển sẽ gây ra các mối lo ngại về an toàn trên sân đỗ do ảnh hưởng của động cơ phản lực.



Hình 2. Sơ đồ khu vực sân đỗ máy bay tại cảng hàng không Đồng Hới

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Tổng quan về phần mềm mô phỏng Jet blast: Autodesk Vehicle Tracking

Autodesk nổi tiếng với các bộ phần mềm về xây dựng trên thế giới. Trong đó có Autodesk Vehicle Tracking là một công cụ hữu ích để đánh giá mô phỏng vận hành của các phương tiện giao thông bao gồm cả máy bay. Phần mềm được tích hợp và chạy trên nền tảng phần mềm Autocad của hãng và chứa các bộ thư viện đa dạng với nhiều loại phương tiện như ô tô, máy bay, phương tiện mặt đất... Autodesk Vehicle Tracking ngoài việc hỗ trợ mô phỏng vận hành (mô phỏng phương tiện hoạt động trên bề mặt công trình được mô phỏng để đánh giá công trình có đảm bảo để cho phương

tiện hoạt động thuận lợi diễn hình như kiểm tra tầm nhìn, kiểm tra mở rộng bụng trong đường cong,...) còn có khả năng mô phỏng hiệu ứng phụt của động cơ phản lực – Jet blast của các dòng máy bay phổ biến trên thế giới như Airbus, Boeing,... Nguyên lý của phương pháp này là mô phỏng máy bay (được thiết lập trong thư viện chuẩn có sẵn) lặn trên đường vận hành thực tế, dựa vào các dải vận tốc và nhiệt độ trong tùy chọn cài đặt của phần mềm để tạo ra các đường đồng mức và các đường đồng mức này sẽ phụ thuộc vào từng loại động cơ của các loại máy bay mà nhà sản xuất sẽ công bố trong các tài liệu kỹ thuật. Phần mềm có các thông số tương đồng với các tài liệu kỹ thuật do Airbus công bố cho các dòng máy bay của họ diễn hình với các

chế độ mô phỏng Ground Idle và Take-off.

Hình 3, 4, 5 là các mức độ đánh giá của phần mềm tương ứng với các mức do Airbus công bố trong tài liệu kỹ thuật của hãng cho dòng máy bay Airbus A321 - IAE V2500 Series Engine khi máy bay đang hoạt động ở chế độ Ground idle [3]. Đối với chế độ này, dữ liệu do nhà sản xuất động cơ cung cấp được tính theo điều kiện hoạt động khí quyển tiêu chuẩn ISA (International Standard Atmosphere): là một mực chuẩn bao gồm các đặc trưng khí quyển tương ứng cao độ lấy bằng mực nước biển, không khí khô tuyệt đối, tỉ trọng không khí tại mực nước biển là 1.23kg/m^3 , nhiệt độ là 15°C , áp suất không khí là 760mmHg , tĩnh và không có gió, bề mặt khô ráo.

2.2. Phân tích ảnh hưởng của Jet blast trên sân đỗ tại cảng hàng không Đồng Hới

Số liệu đầu vào để phân tích mô phỏng:

- Vị trí: khu vực sân đỗ - Cảng hàng không Đồng Hới

- Loại máy bay: Airbus A321 - IAE V2500 Series Engine [3]

- Số vị trí đỗ: 4

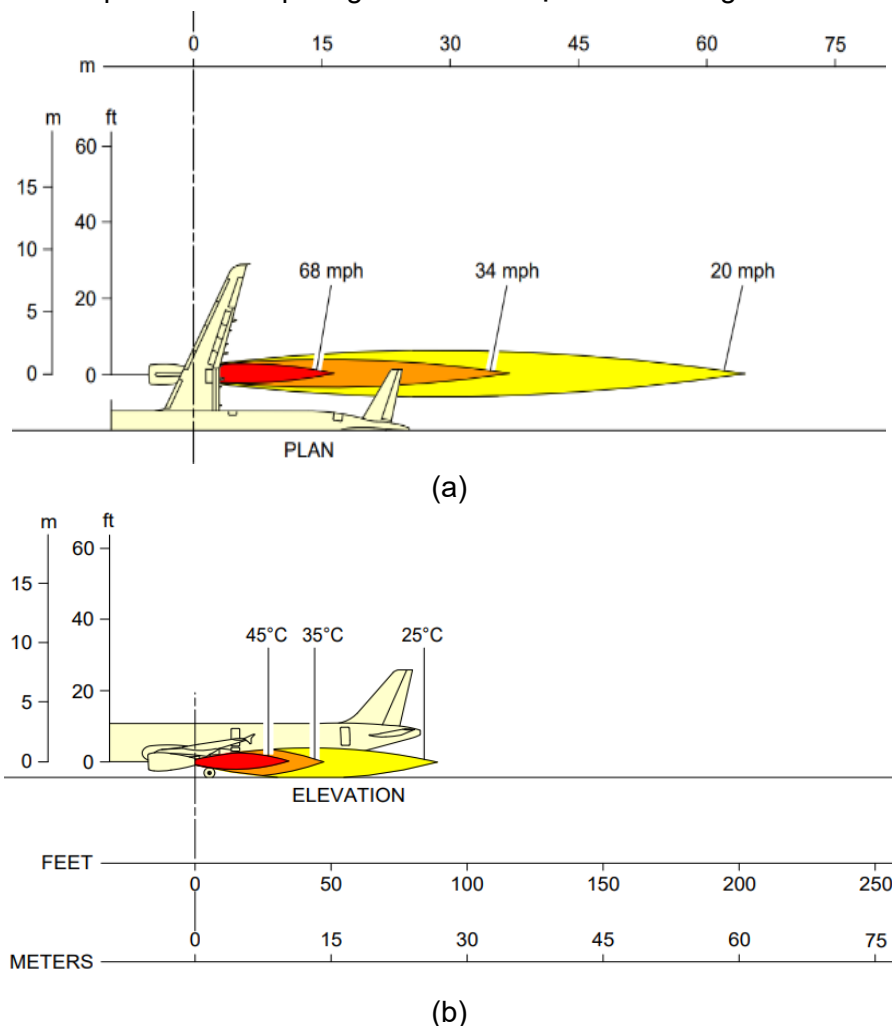
- Tracking Point: Cockpit

- Góc lái giới hạn: 70°

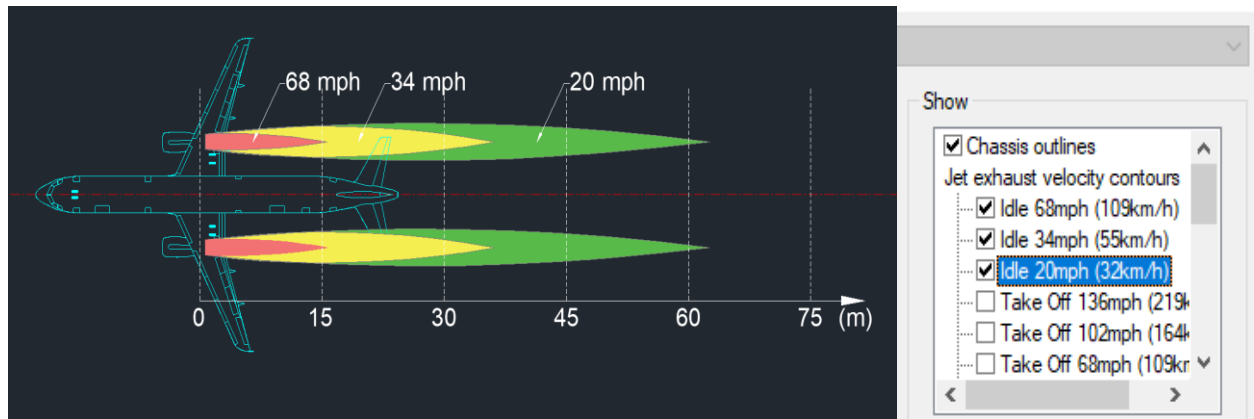
- Chế độ khởi tạo: Swept Paths- Follow a line

Trình tự các bước thực hiện tạo lập mô hình:
Bước 1: Tạo các vết dẫn lăn trên sân đỗ bằng các đường Polyline trong Autocad dựa trên mặt bằng tín hiệu sơn kẻ vết dẫn lăn hiện trạng và khởi tạo vết dẫn lăn cho máy bay bằng công cụ Swept Paths.

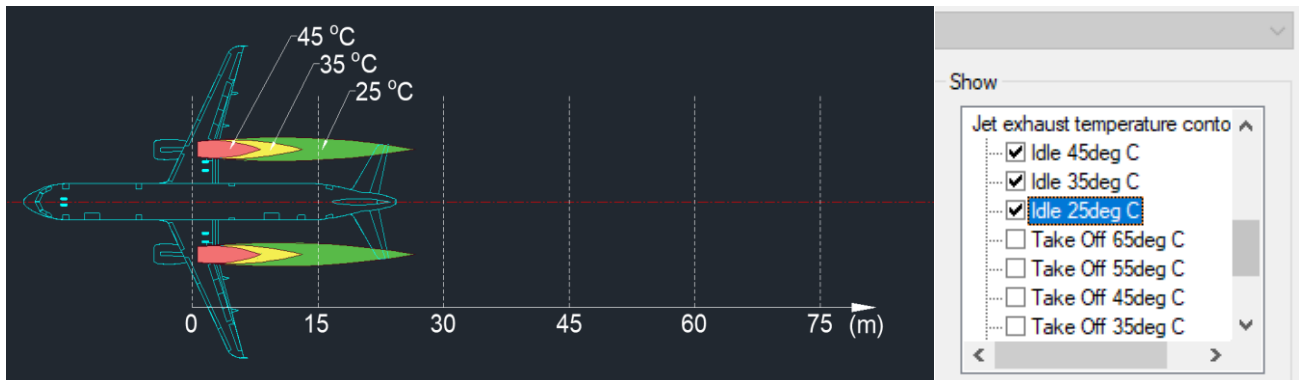
Bước 2: Lựa chọn mẫu máy bay với máy bay lựa chọn là Airbus A321-200 (V2500 Engines) có trong thư viện của phần mềm, nhập các thiết lập cài đặt cho Tracking Point và Góc lái giới hạn.



Hình 3. Biểu đồ Jet Blast của máy bay Airbus A321 IAE V2500 Series Engine do nhà sản xuất công bố:
(a) Biểu đồ vận tốc Jet blast phía sau động cơ; (b) Biểu đồ nhiệt độ Jet blast phía sau động cơ



Hình 4. Đồ thị biểu diễn tầm phủ của động cơ khi đang ở chế độ Ground idle của máy bay Airbus A321 - IAE V2500 Series Engine do Airbus công bố (với các dải tốc độ gió là 109km/h, 55km/h, 32km/h[3,4]) tương ứng với các chế độ hiển thị của phần mềm (Idle 68mph, Idle 34mph, Idle 20mph) Thang đo (0,15, 30, 45, 60, 75) là khoảng cách tính từ vị trí cửa xả của động cơ phản lực có đơn vị là m.



Hình 5. Đồ thị biểu diễn nhiệt độ của luồng khí sau động cơ khi đang ở chế độ Ground idle của máy bay Airbus A321 - IAE V2500 Series Engine do Airbus công bố (với các dải nhiệt độ là 45°C, 35°C, 25°C [3,4]) tương ứng với các chế độ hiển thị của phần mềm (Idle 45deg C, Idle 35deg C, Idle 25deg C) Thang đo (0,15, 30, 45, 60, 75) là khoảng cách tính từ vị trí cửa xả của động cơ phản lực có đơn vị là m.

Vehicle Library Explorer (Dims: m, deg, sec, km/h)

File Edit Drive Settings Help

Type text and click Search

Name	Width	Length	W/W Rad
Antonov			
Airbus			
Airbus A380-800 (Model 863F - EA GP 7200 engines)	79.800	73.000	53.865
Airbus A380-800 (Model 861 - EA GP 7200 engines)	79.800	73.000	53.865
Airbus A380-800 (Model 843F - RR Trent 900 engines)	79.800	73.000	53.865
Airbus A380-800 (Model 841 - RR Trent 900 engines)	79.800	73.000	53.865
Airbus A340-600 (RR Trent 500 engines)	63.400	75.360	46.646
Airbus A340-300 (RR Trent 500 engines)	63.400	67.929	45.742
Airbus A340-200 (Models 311, 312 & 313 - CFM56 engines)	60.300	63.600	44.780
Airbus A330-200 (Models 211, 212 & 213 - CFM56 engines)	145.474	59.605	105.402
Airbus A330-300 (RR RB211 engines)	60.300	63.689	43.738
Airbus A330-300 (GE CF6 engines)	60.300	63.689	43.738
Airbus A330-200 (RR Trent 700 engines)	60.300	58.372	43.420
Airbus A330-200 (RR RB211 engines)	60.300	58.372	43.420
Airbus A330-200 (PW 4000 engines)	60.300	58.372	43.420
Airbus A330-200 (GE CF6 engines)	60.300	58.372	43.420
Airbus A321-200 (Models 231 & 232 - V2500 engines)	34.100	44.510	24.709
Airbus A321-200 (Model 211 - CFM56 engines)	34.100	44.510	24.709
Airbus A320-200 (Models 231, 232 & 233 - V2500 engines - twin wheel ...)	34.100	37.570	22.157
Airbus A320-200 (Models 231, 232 & 233 - V2500 engines - four wheel ...)	34.100	37.570	22.157

Make Default Print...

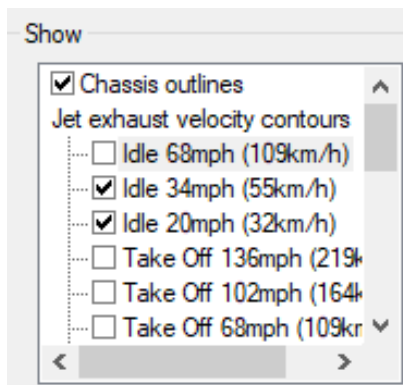
Hình 6. Thư viện máy bay trong phần mềm Autodesk Vehicle Tracking

Bước 3: Sử dụng công cụ Animate để mô phỏng máy bay chuyển động và bật chế độ hiển thị các dải tốc độ phủ của động cơ máy bay. Dựa vào

quá trình máy bay chuyển động và phạm vi luồng phụt, ta khoanh vùng được các vị trí có nguy cơ gây mất an toàn.

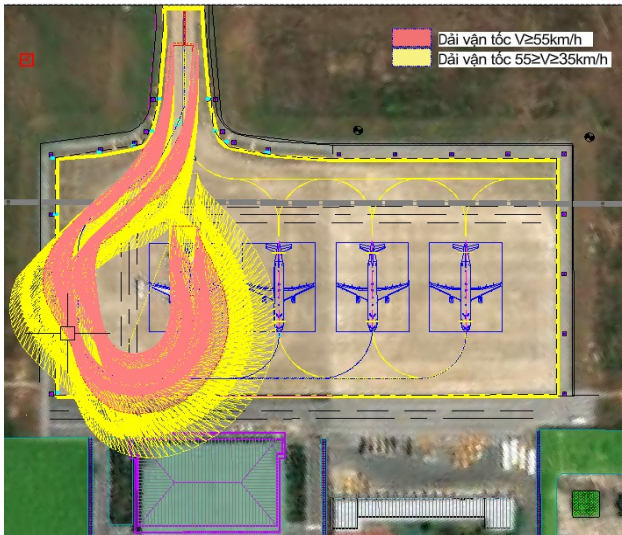
Dựa vào biểu đồ Jet blast của động cơ phản lực trên máy bay Airbus A321- IAE V2500 Series Engine ở Hình 3-5 ta nhận thấy phạm vi ảnh hưởng của tốc độ gió lớn hơn phạm vi ảnh hưởng của nhiệt độ từ động cơ phản lực [3,4]. Do đó mô phỏng sẽ tập trung vào đánh giá sức ảnh hưởng của tốc độ gió phía sau động cơ phản lực. Theo khuyến cáo của ICAO tốc độ gió từ động cơ phản lực dưới 56km/h được cho là nằm trong ngưỡng giới hạn chịu đựng được của con người vì vậy các khu vực mà có tốc độ gió dưới 56km/h được coi là giới hạn [1,2]. Do đó, nghiên cứu sẽ tiến hành mô phỏng với các dải tốc độ gió là 35km/h và 56km/h. Lần lượt mô phỏng máy bay khởi hành từ các vị trí

đỗ 01, 02, 03, 04 trên sân đỗ với kịch bản như sau:

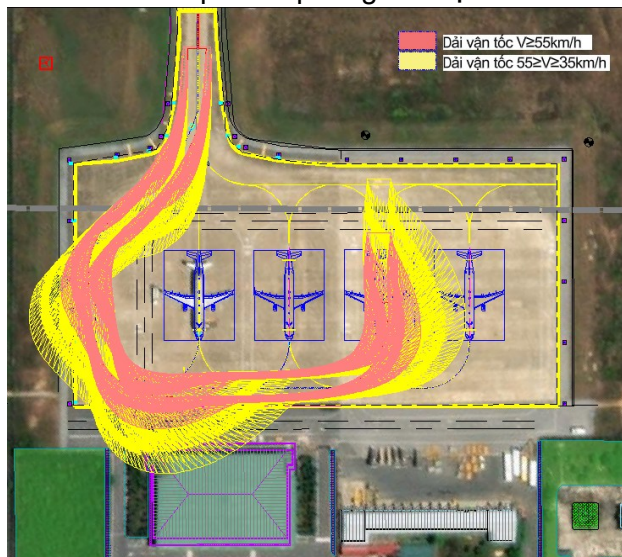


Hình 7. Các tùy chọn cài đặt dải tốc độ gió ở chế độ Idle với mức tốc độ là 32km/h, 55km/h, 109km/h (Ground Idle) và Take off với mức tốc độ là 219km/h, 164km/h, 109km/h

Mô phỏng cho vị trí đỗ số 1: máy bay đang từ vị trí đỗ 01 khởi hành tự lăn ra khỏi sân đỗ (từ vị trí



Hình 8. Kết quả mô phỏng cho vị trí đỗ số 1



Hình 10. Kết quả mô phỏng cho vị trí đỗ số 3

đỗ lăn vòng về phía bên trái của nhà ga sau đó theo đường lăn thoát ra khỏi sân đỗ).

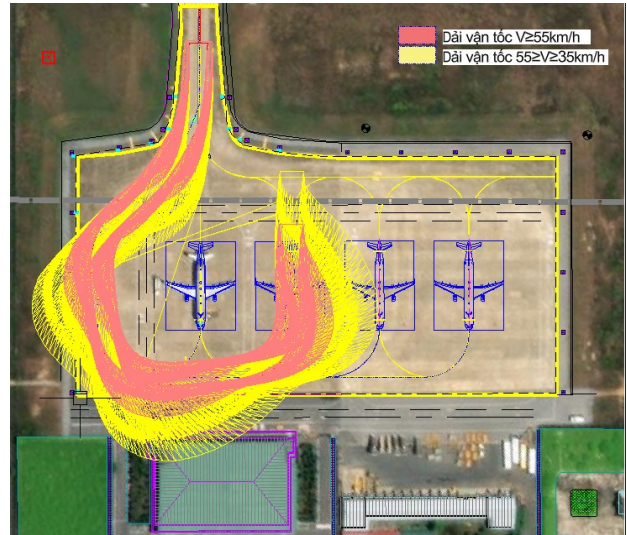
Mô phỏng cho vị trí đỗ số 2: máy bay đang từ vị trí đỗ 02 khởi hành tự lăn ra khỏi sân đỗ (từ vị trí đỗ lăn vòng về phía bên trái của nhà ga sau đó theo đường lăn thoát ra khỏi sân đỗ).

Mô phỏng cho vị trí đỗ số 3: máy bay đang từ vị trí đỗ 03 khởi hành tự lăn ra khỏi sân đỗ (từ vị trí đỗ lăn vòng về phía bên trái của nhà ga sau đó theo đường lăn thoát ra khỏi sân đỗ).

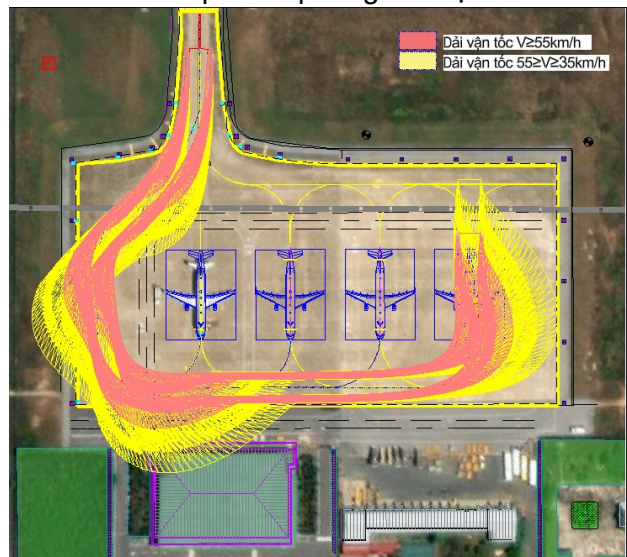
Mô phỏng cho vị trí đỗ số 4: máy bay đang từ vị trí đỗ 04 khởi hành tự lăn ra khỏi sân đỗ (từ vị trí đỗ lăn vòng về phía bên trái của nhà ga sau đó theo đường lăn thoát ra khỏi sân đỗ).

3. Kết quả mô phỏng và đánh giá

3.1. Kết quả mô phỏng



Hình 9. Kết quả mô phỏng cho vị trí đỗ số 2



Hình 11. Kết quả mô phỏng cho vị trí đỗ số 4

Kết quả cho các kịch bản mô phỏng lần lượt đối với các vị trí đỗ 01, 02, 03, 04 được thể hiện trong các Hình 8-11:

Máy bay Airbus A321 xuất phát từ vị trí đỗ 01 lần vòng phía bên phải để thoát ra khỏi sân đỗ. Jet blast ảnh hưởng tới vị trí đỗ 02 và trước nhà ga. Khu vực dải màu vàng là khu vực có vận tốc Jet blast nằm trong khoảng 35-55km/h. Khu vực dải màu cam là khu vực có vận tốc Jet blast vượt mức 55km/h.

Máy bay Airbus A321 xuất phát từ vị trí đỗ 02 lần vòng phía bên phải để thoát ra khỏi sân đỗ. Jet blast ảnh hưởng tới vị trí đỗ 03 và trước nhà ga. Khu vực dải màu vàng là khu vực có vận tốc Jet blast nằm trong khoảng 35-55km/h. Khu vực dải màu cam là khu vực có vận tốc Jet blast vượt mức 55km/h.

Máy bay Airbus A321 xuất phát từ vị trí đỗ 03 lần vòng phía bên phải để thoát ra khỏi sân đỗ. Jet blast ảnh hưởng tới vị trí đỗ 03 và trước nhà ga. Khu vực dải màu vàng là khu vực có vận tốc Jet blast nằm trong khoảng 35-55km/h. Khu vực dải màu cam là khu vực có vận tốc Jet blast vượt mức 55km/h.

Máy bay Airbus A321 xuất phát từ vị trí đỗ 04 lần vòng phía bên phải để thoát ra khỏi sân đỗ. Jet blast ảnh hưởng tới vị trí trước nhà ga. Khu vực dải màu vàng là khu vực có vận tốc Jet blast nằm trong khoảng 35-55km/h. Khu vực dải màu cam là khu vực có vận tốc Jet blast vượt mức 55km/h.

3.2. Đánh giá

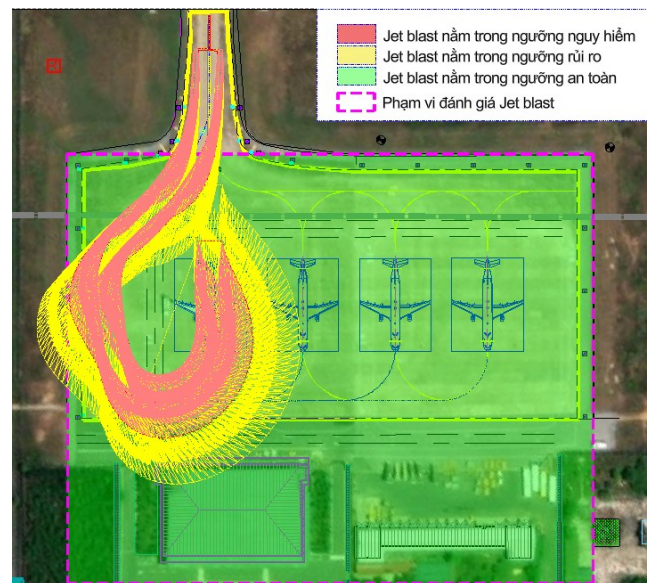
Kết quả mô phỏng tốc độ gió tại 4 vị trí đỗ cho thấy khi tàu bay di chuyển từ các vị trí đỗ lần thoát ra khỏi sân đỗ thì tầm phụt của động cơ có ảnh hưởng tới nhà ga cũng như các hoạt động vận chuyển hành khách phía trước nhà ga và đặc biệt giữa 2 vị trí đỗ liền kề nhau cũng bị ảnh hưởng bởi máy bay phía bên trái lần vòng ra để thoát khỏi sân đỗ (vị trí đỗ số 01 lần ra khỏi sân đỗ ảnh hưởng tới vị trí đỗ số 02, tương tự với các vị trí 03, 04 đều bị ảnh hưởng bởi vị trí đỗ liền trước). Các hoạt động phục vụ mặt đất của tàu bay của vị trí đỗ liền kề có bị tác động bởi ảnh hưởng của Jet blast. Tuy các vị trí này bị ảnh hưởng với tốc độ phụt không đáng

quan ngại (tốc độ từ 35-55km/h nằm trong ngưỡng chịu đựng được của con người [1,2,3,4]), nhưng cực kỳ nguy hiểm nếu trên sân đỗ có những vật thể ngoại lai bị hút vào động cơ và văng ra với vận tốc lớn có thể gây hư hại đến công trình, thiết bị và thậm chí ảnh hưởng đến sức khỏe và tính mạng con người nếu trong tầm ảnh hưởng. Do đó cần phải có các giải pháp giảm thiểu và phòng ngừa để đảm bảo an toàn hàng không trong quá trình khai thác. Căn cứ vào ngưỡng giới hạn chịu đựng của con người là 56km/h [1] mức độ đánh giá về an toàn hàng không có thể được xếp hạng:

Bảng 1. Thang đánh giá mức độ an toàn

Stt	Dải tốc độ gió	Mức độ đánh giá
1	>55km/h	Nguy hiểm
2	35-55km/h	Rủi ro
3	<35km/h	An toàn

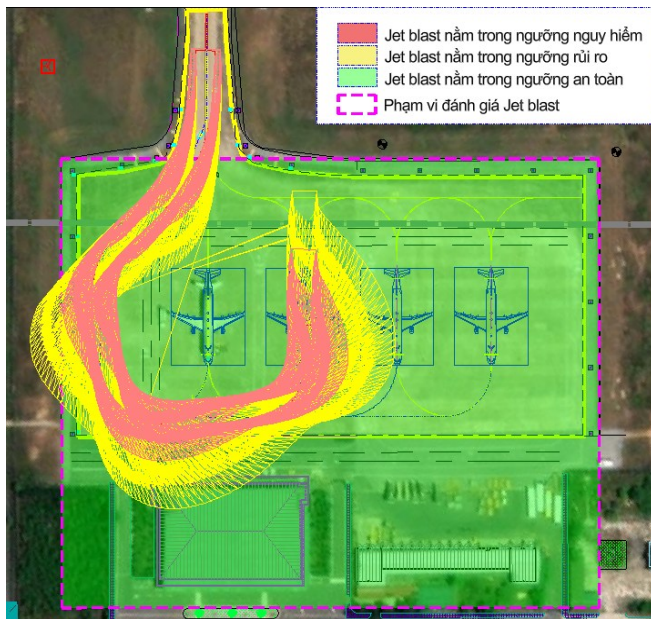
Dựa vào thang đánh giá về mức độ an toàn trong Bảng 1 và từ các kết quả chạy mô phỏng từ phần mềm Autodesk Vehicle Tracking cho các vị trí đỗ lần lượt 01, 02, 03, 04 ở mục 3.1, các khu vực chịu ảnh hưởng bởi Jet blast từ động cơ phản lực của máy bay Airbus A321 IAE V2500 Series Engine tại cảng hàng không Đồng Hới được khoanh vùng các khu vực với nguy cơ nguy hiểm, rủi ro, an toàn được thể hiện trong các Hình 12-15:



Hình 12. Khoanh vùng an toàn khi máy bay khởi hành từ vị trí đỗ 01

Nhận xét: Hạn chế hoạt động hành khách trước nhà ga và hoạt động mặt đất tại vị trí đỗ 02.

Vị trí 03, 04 vẫn có thể hoạt động song song các hoạt động mặt đất.



Hình 13. Khoanh vùng an toàn khi máy bay khởi hành từ vị trí đỗ 02

Nhận xét: Hạn chế hoạt động hành khách trước nhà ga và hoạt động mặt đất tại vị trí đỗ 03. Vị trí 01, 04 vẫn có thể hoạt động song song các hoạt động mặt đất.



Hình 14. Khoanh vùng an toàn khi máy bay khởi hành từ vị trí đỗ 03

Nhận xét: Hạn chế hoạt động hành khách trước nhà ga và hoạt động mặt đất tại vị trí đỗ 04. Vị trí 01, 02 vẫn có thể hoạt động song song các hoạt động mặt đất.



Hình 15. Khoanh vùng an toàn khi máy bay khởi hành từ vị trí đỗ 04

Nhận xét: Hạn chế hoạt động hành khách trước nhà ga. Vị trí 01, 02, 03 vẫn có thể hoạt động song song các hoạt động mặt đất.

Kết quả mô phỏng từ phần mềm cho thấy được các phạm vi khu vực có nguy cơ tiềm ẩn các mối nguy hiểm về an toàn hàng không vẫn tồn tại trong quá trình vận hành khai thác nếu không có các biện pháp giảm thiểu tác động và phong ngừa đúng cách.

Để nâng cao an toàn trong khai thác, việc trang bị các giải pháp phòng ngừa là cần thiết, cần có một số biện pháp phòng ngừa như: sử dụng hệ thống hàng rào phòng phụt – Blast fence [1], hướng dẫn cảnh báo các khu vực nguy hiểm cho nhân viên có nhiệm vụ làm việc trên sân đỗ khi có tàu bay hoạt động. Tăng cường giám sát kiểm tra các khu vực có nguy cơ khi tàu bay khởi hành lần ra khỏi vị trí đỗ. Đảm bảo không có các vật thể ngoại lai trên sân đỗ bằng việc thường xuyên kiểm tra quan sát trên khu vực sân đỗ vì đây là các tác nhân dễ bị hút vào động cơ và phụt ra sau động cơ với các tác động cực kỳ nguy hiểm. Cần có kế hoạch rõ ràng về việc khai thác các vị trí đỗ đồng thời mà có sự xuất hiện của hoạt động nhân viên mặt đất ở đó, không nên khai thác 2 vị trí đỗ liên kề cùng lúc do ảnh hưởng từ động cơ phản lực của máy bay ở vị trí đỗ bên cạnh đang lần ra khỏi vị trí đỗ. Nếu như tại cảng hàng không có điều kiện về

phương tiện, trang thiết bị đầy đủ thì chuyển đổi phương thức vận hành tàu bay từ tự lăn vào tự lăn ra chuyển sang tự lăn vào kéo đẩy ra để giảm thiểu tầm ảnh hưởng của động cơ phản lực.

4. Kết luận

Ở Việt Nam hiện nay, việc đánh giá về Jet blast chưa thực sự đủ đối với tầm quan trọng của nó trong an toàn khai thác hàng không. Các quy định về khoảng cách an toàn trong khai thác rất khó đảm bảo do máy bay hoạt động sẽ liên tục chuyển động nên không thể lường trước được những nguy cơ có thể xảy đến. Việc sử dụng Autodesk Vehicle Tracking mô phỏng Jet blast giúp chúng ta nhìn nhận trực quan được tầm ảnh hưởng thực tế của chúng và có các biện pháp phòng ngừa và ngăn chặn kịp thời các tác nhân có thể gây mất an toàn hàng không. Điều này không chỉ áp dụng vào trong kiểm tra các công trình hiện hữu đang khai thác mà còn có thể kiểm soát ngay từ những bước quy hoạch và thiết kế, xây dựng sân bay. Kết quả nghiên cứu chỉ ra các vực tiềm ẩn rủi ro gây mất an toàn hàng không trong quá trình khai thác và đề xuất các giải pháp kịp thời để ngăn chặn các nguy cơ này. Mặc dù nghiên cứu này vẫn còn tồn tại một số những hạn chế nhất định do mô phỏng máy bay hoạt động ở điều kiện tiêu chuẩn ISA, vẫn chưa xét tới sự thay đổi của cao trình sân bay, nhiệt độ không khí, và khí hậu khu vực. Tuy nhiên bằng phương pháp này có thể nhanh chóng đánh giá được mức độ và phạm vi an toàn trong hoạt động hàng không, để trở thành cơ sở để đưa ra các quyết định quan trọng về an toàn cần đòi hỏi có sự nghiên cứu thêm phù hợp cho từng khu vực địa lý được đánh giá.

Tài liệu tham khảo

- [1]. ICAO. (2020). Doc 9157 (2020), Aerodrome Design Manual - Part 2 - Taxiways, Apron and Holding Bays.
- [2]. FAA. (2024). AC150/5300-13B Change 1 (2024), Airport Design.
- [3]. AIRBUS. Airport and Maintenance Planning. <https://aircraft.airbus.com/en/customer-care/fleet-wide-care/airport-operations-and-aircraft-characteristics/aircraft-characteristics> (truy cập ngày: 10/06/2025).
- [4]. BOEING. Airplane Characteristics for Airport Planning. <https://www.boeing.com/commercial/airports/pl-an-manuals> (truy cập ngày: 10/06/2025).
- [5]. NASA. (1993). Ground Jet Blast Hazard https://asrs.arc.nasa.gov/publications/directline/dl6_blast.htm (truy cập ngày: 01/06/2025).
- [6]. IATA. (2024). Engine Danger Areas. <https://www.iata.org/contentassets/f135f60f52e9495d9a6bb09aab8e39e7/engine-danger-areas.pdf> (truy cập ngày: 01/06/2025).
- [7]. SKYBRARY. Jet blast: How small changes can lead to big outcomes. <https://skybrary.aero/sites/default/files/bookshelf/33809.pdf> (truy cập ngày: 05/06/2025).
- [8]. GLOBEAIR. Jet blast. <https://www.globeair.com/g/jet-blast> (truy cập ngày: 05/06/2025).
- [9]. UKCAA. (2013). Air Accident Investigation Sector. <https://www.caa.co.uk/media/k41nrdry/gcaa-pushback-b777-19-10-13.pdf> (truy cập ngày: 18/06/2025).
- [10]. QANTAS. (2018). Mine the jet blast. <https://www.qantasnewsroom.com.au/roo-ales/mind-the-jet-blast/> (truy cập ngày: 19/06/2025).
- [11]. H. Gao, D. Guo, Z. Li, T. Niu, X. He, Y. Chen. (2024). Analysis of jet blast distance of a refined engine nozzle model for departing aircraft. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 17, 121. <https://doi.org/10.1007/s44196-024-00529-1>
- [12]. P.E. Slaboch. (2009). An operational model for the prediction of jet blast. 9th USA/Europe Air Traffic Management Research and Development Seminar (ATM2009), Berlin, Germany. <https://www.researchgate.net/publication/268472118> (truy cập ngày 18/07/2025).